

FORSKNING OG FORSØK I LANDBRUKET

RESEARCH IN NORWEGIAN AGRICULTURE

BIND 28 — VOLUME 28

INNHold — CONTENTS
1977

Norsk institutt for skogforskning
Biblioteket
1432 ÅS-NLH

UTGITT AV KONTORET FOR INFORMASJON OG RETTLEIING I LANDBRUK, ÅS

I N N H O L D

Hefte 1:	Side
<i>J. Stenersen,</i> <i>N. Fimreite,</i> <i>J. E. Bjerck</i> og <i>N. J. Kveseth:</i>	Rester av DDT og PCB i omgivelsene i et norsk fruktdistrikt to år etter forbudet mot bruk av DDT 1
<i>Atle Håbjørg:</i>	Landskapspleie og steinfillinger. Fysiske og kjemiske egen-skaper hos nyknust materiale av 9 ulike bergarter 17
<i>Atle Kvåle:</i> <i>Endre Jacobsen</i> og <i>Sven Skjenneberg:</i> <i>Knut Rønsen:</i>	Eplekvaliteten på den norske friskfruktmarknaden 43 Fordøyelighet av lav til rein 63 II. Settepoteter lagret ved forskjellig temperatur 1970—1973 . . 69
<hr/>	
Hefte 2:	
<i>Ragnar T. Samuelsen</i> og <i>Nora K. Pettersen:</i> <i>Adne Håland:</i>	Gjødslingsforsøk med N, P og K til hodekål i Pasvikdalen . . . 97 Overvintring av eng etter forskjellig gjødsling og haustings-praksis i slutten av veksttida 111
<i>Odd Hernes:</i>	Tilskudd av kalksalpeter til husdyrgjødsel og PK-gjødsel på eng 129
<i>A. Sorteberg</i> og <i>N. K. Øijord:</i> <i>Ingvar Lyngstad:</i> <i>Atle Håbjørg:</i> <i>Rolf Skuterud:</i> <i>Einar Myhr:</i> <i>Egil Ekeberg:</i>	Markforsøk med kopper og jern 141 Radgjødsling til korn. Forsøk i perioden 1966—75 159 Dyrkingsmedium for grasbaner 179 Jordherbicid i kornåker 189 Vatning etter nedbørsunderskudd 201 Forsøk med radgjødsling til korn i Hedmark og Oppland 1968—1973 213
<hr/>	
Hefte 3:	
<i>Ivar L. Andersen:</i>	Forsøk med ettårig raigras (<i>Lolium multiflorum</i> Lam. ssp. <i>westerwoldicum</i>). Gjødslingsstyrke og såmengder 229
<i>Dag Lenvik</i> og <i>Paul Fjellheim:</i> <i>Johannes Øydvin:</i>	Fordøyelsesforsøk med lav og urea til rein 243 Resistens og toleranse overfor åtak av potetecystenematode <i>Heterodera rostochiensis</i> Woll. rase A hos 13 potetcultivarar . . 255
<i>Christian Stenseth:</i>	Angrep og skade av bringebærbarkgallmygg, <i>Thomasiniana theobaldi</i> Barnes (Dipt. Cecidomyidae) 267
<i>Atle Håbjørg:</i> <i>Gunnar Guttormsen:</i>	Kunstig oppvarming av grasarealer 277 En analyse av klima- og biologiske faktorer i tomatproduk-sjonen 305
<i>N. J. Kveseth,</i> <i>J. E. Bjerck,</i> <i>N. Fimreite</i> og <i>J. Stenersen:</i>	Rester av DDT og PCB i omgivelsene i et norsk fruktdistrikt fire år etter forbudet mot bruk av DDT 317
<i>Odd Østgård:</i>	Sortsforsøk med potet 1966—1976 331
<hr/>	
Hefte 4:	
<i>Tor Jostein Fiveland:</i>	Rester av linuron og prometryn i gulrot og nedbryting i jord i Sør- og Nord-Norge 345
<i>Jan E. Sanda:</i>	Virkninger av salting, gjødsling og utvasking på jord og planter 365
<i>Arnstein Hals:</i>	Kålfluene <i>Hylemya brassicae</i> (Bouché) og <i>H. floralis</i> (Fall.) (Dipt.: Muscidae). Bekjempelse i kålrot i Nordland og Troms . 383
<i>Jon Vik</i> og <i>Knut Aastveit:</i> <i>Johannes Øydvin:</i>	Foredling i kepaløk. Avkomstprøving i stamme I 397 Endringar i økslingsevne hos blandingspopulasjonar av A- og C-rase av gul potetecystenematode <i>Heterodera rostochiensis</i> Woll. ved dyrking på mottakeleg, ex. <i>andigena</i> A-resistent og ex. <i>vernei</i> ABC-resistent potetcultivar 409
<i>Steinar Volden:</i>	Virkninger av nitrogen, kalium, fosfor og kalk på veksten av lignoser og stauder i kar 417
<i>Gunnar Weisæth:</i>	Resistensforedling av <i>Brassica</i> og testing på ulike rasespekter av klumprotsoppen <i>Plasmodiophora</i> nord for 63° N. B. 431
<i>Ottar Røeggen:</i>	Formvariasjon hos frilandsagurker av typen 'Rhinsk Drue' og korrespondende størrelser av lengde og tykkelse 461
<i>Arne Reitan:</i> <i>Mons Flønes:</i>	Lagring av kålfrø 487 Gjødslingsforsøk med kepaløk 497

Hefte 5:		Side
<i>Tor Jostein Fiveland:</i>	Herbicidforsøk mot frøugras i vårkorn 1972—1976	509
<i>Ragnar Bærug:</i>	Nitrogen, kalium, magnesium og svovel til eng på Sør-Østlandet. I. Avlinger og jordanalyser	533
	Nitrogen, kalium, magnesium og svovel til eng på Sør-Østlandet. II. Kjemiske analyser av avlingen	549
<i>K. Aase,</i>		
<i>F. Sundstøl og</i>		
<i>K. Myhr:</i>	Forsøk med strandrøyv og nokre andre grasarter	575
<i>Ådne Håland:</i>	Nitrat i jord og avling ved dyrking av italiensk raigras	605
<i>Rune Lotsberg:</i>	Forsøk med stigande mengder og ulik fordeling av fullgjødsl F 16—3—15 til eng på Sør- og Vestlandet	615
<hr/>		
Hefte 6:		
<i>Atle Kvåle:</i>	Etefon (2 kloretyl-fosfonyre) som tynningsmiddel til eple	631
<i>Guðrun Rognrud og</i>		
<i>Anne Siri Rønnevig:</i>	Bevaring av askorbinsyre i enkelte grønnsakslag under lagring	639
<i>Endre Jacobsen og</i>		
<i>Sven Skjenneberg:</i>	Resultater og erfaringer fra fóring av rein med høy, surfór, «Sauenøtt» og «Komplettfór m/ halm»	651
<i>Markus Pestalozzi og</i>		
<i>Jorulf Øyen:</i>	Forsøk med sortar av fleirårig raigras 1970—1976	661
<i>Anton Letnes og</i>		
<i>Trygve Kirkerød:</i>	Lagringsforsøk med poteter	675
<i>Jens Roll-Hansen:</i>	Gjødslingsforsøk med rødbet	699
<i>Gunnar Semb:</i>	Kalkingsforsøk i Soler og Odal. I. Endringer i jordreaksjon og innholdet av utbyttbart aluminium ved kalking	721

CONTENTS

Number 1:		Page
<i>J. Stenersen,</i>	Residues of DDT and PCBs in a Norwegian fruitgrowing district two years after the termination of the DDT usage	1
<i>N. Fimreite,</i>	Landscaping of rockheaps. Physical and chemical properties of newly crushed material of 9 different rock-types	17
<i>J. E. Bjerk and</i>	The quality of apples on the Norwegian fresh fruit market	43
<i>N. J. Kveseth:</i>		
<i>Atle Håbjørg:</i>	Digestibility of lichen for reindeer	63
	Seed-potatoes stored at different temperatures 1970—1973	69
<hr/>		
Number 2:		
<i>Ragnar T. Samuelsen</i>	Experiment with N, P and K on white cabbage in Pasvikdalen (69° 30' N, 29° 50' E)	97
<i>and Nora K. Pettersen:</i>		
<i>Ådne Håland:</i>	Winter survival of grass sward after different fertilization and autumn cutting practices	111
<i>Odd Hernes:</i>	Addition of nitrate of lime to farmyard manure and PK artificial fertilizer to pasture land	129
<i>A. Sorteberg and</i>		
<i>N. K. Øijord:</i>	Field Experiments with Copper and Iron	141
<i>Ingvar Lyngstad:</i>	Placement of fertilizers for spring cereals. Experiments during the period 1966—75	159
<i>Atle Håbjørg:</i>	Soil mixtures for athletic fields	179
<i>Rolf Skuterud:</i>	Soil herbicides in spring sown cereals	189
<i>Einar Myhr:</i>	Irrigation according to precipitation deficit	201
<i>Egil Ekeberg:</i>	Field Trials with Fertilizer Placement in Cereals in Central part of South Norway	213
<hr/>		
Number 3:		
<i>Ivar L. Andersen:</i>	Trials with annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam. ssp. <i>westerwoldicum</i>). Fertilizing and seed rates	229
<i>Dag Lenvik and</i>		
<i>Paul Fjellheim:</i>	Experiments with digestion of lichen and urea in reindeer	243
<i>Johannes Øydvim:</i>	Resistance and tolerance to potato cyst nematode <i>Heterodera rostochiensis</i> Woll. pathotype A among thirteen potato cultivars	255
<i>Christian Stenseth:</i>	Observations on the biology of the raspberry cane midge (<i>Thomasiniana theobaldi</i> Barnes) and the damage caused by it	267

	Page
<i>Atle Håbjørg:</i>	Artificial heating of turfgrasses 277
<i>Gunnar Guttormsen:</i>	An analysis of climatic- and biological factors in the production of tomato 305
<i>N. J. Kveseth, J. E. Bjerke, N. Fimreite and J. Stenersen:</i>	Residues of DDT and PCBs in a Norwegian fruitgrowing district four years after the termination of the DDT usage 317
<i>Odd Østgård:</i>	Variety Trials with Potatoes 1966—1976 331
Number 4:	
<i>Tor Jostein Fiveland:</i>	Residues of linuron and prometryne in carrots and decomposition in soil in the South- and the North part of Norway 345
<i>Jan E. Sanda:</i>	Effects of salting, fertilizing and leaching on soils and plants 365
<i>Arnstein Hals:</i>	The Cabbage Root Fly and the Turnip Root Fly Investigations on Control in Swedes in Northern Norway 383
<i>Jon Vik and Knut Aastveit:</i>	Breeding in onions. Progeny testing in strain I 397
<i>Johannes Øydvin:</i>	Changes in multiplication ability in mixed populations of pathotype A and C of yellow potato cyst nematode <i>Heterodera rostochiensis</i> Woll. by growing on susceptible, ex. <i>andigena</i> A-resistant and ex. <i>vernei</i> ABC-resistant potato cultivar 409
<i>Steinar Volden:</i>	Effects of nitrogen, potassium, phosphorus and lime on the growth of container grown trees, shrubs and perennials 417
<i>Gunnar Weisæth:</i>	Resistenzzüchtung von Brassica und Testung auf verschiedenen Rassespektren vom Herniepilz <i>Plasmodiophora</i> nördlich vom 63. Breitengrad 431
<i>Ottar Røeggen:</i>	Variation in shape of outdoor cucumber of type 'Rhinsk Drue' and corresponding values of length and thickness 461
<i>Arne Reitan:</i>	Storage of cabbage seeds 487
<i>Mons Flønes:</i>	Fertilizer Experiment with Onions 497
Number 5:	
<i>Tor Jostein Fiveland:</i>	Chemical weed control of annual weeds in spring cereals 1972—1976 509
<i>Ragnar Bærug:</i>	Nitrogen, potassium, magnesium and sulphur fertilization of forage in South-eastern Norway. I. Dry matter yield and soil analysis 533
<i>Ragnar Bærug:</i>	Nitrogen, potassium, magnesium and sulphur fertilization of forage in South-eastern Norway. II. Chemical analyses of the forage 549
<i>K. Aase, F. Sundstøl and K. Myhr:</i>	Reed canarygrass compared with some other grass species . . 575
<i>Ådne Håland:</i>	Nitrate content in the soil and herbage of Italian ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) 605
<i>Rune Lotsberg:</i>	Experiments with varying rates and distribution of compound fertilizer on grassland in southern and western Norway 615
Number 6:	
<i>Atle Kvåle:</i>	Ethephon (2 chloroethyl-phosphonic acid) as a thinning agent for apples 631
<i>Gudrun Rognerud and Anne Siri Rønnevig:</i>	Retention of ascorbic acid in some vegetables during storage . 639
<i>Endre Jacobsen and Sven Skjennenberg:</i>	Results and experiments from feeding reindeer with hay, silage, sheep pellets and «completed straw feed» 651
<i>Markus Pestalozzi and Jorulf Øyen:</i>	Variety trials with Perennial Ryegrass 1970—1976 661
<i>Anton Letnes and Trygve Kirkerød:</i>	Potato storage research 675
<i>Jens Roll-Hansen:</i>	Fertiliser Experiments with Red Beet 699
<i>Gunnar Semb:</i>	Liming experiments in Solør and Odal. I. Changes in soil pH and content of exchangeable aluminium after liming 721

RESTER AV DDT OG PCB I OMGIVELSENE I ET NORSK
FRUKTDISTRIKT TO ÅR ETTER FORBUDET
MOT BRUK AV DDT

*Residues of DDT and PCBs in a Norwegian fruitgrowing
district two years after the termination of the DDT usage*

AV

J. STENERSEN¹⁾, N. FIMREITE²⁾, J. E. BJERK³⁾ og N. J. KVESETH³⁾

INN H O L D

	Side
Sammendrag	2
Innledning	2
Materiale og metoder	4
1. Prøvetaking	4
2. Analyse	4
Resultater og diskusjon	5
1. Kyr	5
2. Mennesker	5
3. Den marine fauna	6
4. Måker	11
5. Jord fra frukthage	13
Konklusjoner	14
Summary	14
Litteratur	15

1) Statens plantevern, Zoologisk avdeling, 1432 Ås-NLH.

2) Institutt for biologi og geologi, Universitetet i Tromsø.

3) Institutt for farmakologi og toksikologi, Norges veterinærhøgskole, Oslo.

Sammendrag

Prøver fra ulike organismer og jord i og utenfor en frukthage i et frukt-distrikt i Sogn er samlet inn i 1972 og analysert for DDT, DDE, DDD (tilsammen betegnet Σ -DDT) samt o,p' — DDT og PCB.

Resultatene viser:

- 1) Melkekyr fra fruktbruk har i gjennomsnitt tjue ganger høyere restnivå av DDE enn kyr fra andre bruk, men alle nivåer var under FAO/WHO's toleransegrense for resten av DDT i kjøtt.
- 2) Yrkesfruktdyrkere har i gjennomsnitt omtrent 3 ganger så mye DDE i sitt fettvev som ikke-fruktdyrkere (voksne menn), men sistnevnte gruppe har høyere nivå enn funnet ellers i landet.
- 3) Den marine biota er noe forurenset av klorerte hydrokarboner. Evertebratene (virvelløse dyr) inneholder lave konsentrasjoner, og O-skjell tatt tre-fire km fra nærmeste frukthage hadde ikke påvisbare rester. Det er ikke statistisk sikre artsdifferanser i restnivået i fiskelever når en regner på fettbasis. Det er signifikant
- 4) Nivået av PCB var høyere og Σ -DDT (vesentlig som DDE) var lavere i gråmåke enn i fiskemåke. Det er korrelasjon mellom PCB- og Σ -DDT-nivåene (fettbasis) både mellom individer av samme art og mellom ulike organer.
- 5) Jorda i en frukthage i hellende terreng er kontaminert av Σ -DDT og restnivået er 7,5 ganger større nederst i hagen enn øverst. Jorda umiddelbart utenfor frukthagen har små rester (1,3—15 mg/m²) i forhold til inne i hagen (140—1 050 mg/m²). Også en jordprøve tatt ca. 4 km fra nærmeste frukthage, 600 m o. h. viser rester av DDT, DDD, DDE og PCB.
- 6) Det konkluderes med at restnivået i biologisk materiale er relativt moderat, to år etter at DDT-forbudet trådte i kraft.

Innledning

Fra oktober 1970 var det med visse unntak forbudt å bruke DDT i Norge. Stoffet har en høy stabilitet og lav løselighet i vann, kombinert med høy løselighet i fett. Dette kan føre til naturforurensning og akkumulering i levende organismer — spesielt organismer på et høyt trofisk nivå (høyt i næringskjeden), og var årsaken til forbudet mot bruk av DDT (*Utvalg for plantevernmidler m. m., 1969*). Selv om den norske DDT-bruken så godt som opphørte etter sesongen -70, må vi regne med at det fortsatt vil

finnes rester av DDT*) i norsk natur. Vi vil fortsatt få inn DDT gjennom

*) Egentlig DDT (1,1,1-trichloro-2,2-di-(4-chlorophenyl) ethan og omsetningsprodukter som DDE (1,1-dichloro-2,2-di-(4-chlorophenyl) ethylen), DDD (1,1-dichloro-2,2-di-(4-chlorophenyl) ethan) og DDMU (1-chloro-2,2-di-(4-chlorophenyl) ethylen) samt o,p'-DDT (1,1,1-trichloro-2-(2-chlorophenyl)-2-(4-chlorophenyl) ethan. Summen av DDT, DDD og DDE kalles Σ -DDT, regnet som DDT. PCB står for polyklorerte bifenyler og er en kompleks blanding av bifenyler med varierende klorinnhold.

luft- og havstrømmer (Woodwell et al., 1971), og de DDT-mengder som er brukt i Norge tidligere, vil i noen grad fortsatt være i omgivelsene. Et spørsmål vi ønsker å få belyst ved denne undersøkelsen, er hvor raskt DDT-forbudet vil føre til nedgang i restnivået og hvordan DDT-forurensningene vil fordele seg i ulike organismer. I denne rapporten beskrives DDT-forurensningene i en norsk fruktbygd to år etter DDT-forbudet. Liknende studier vil bli utført senere i samme lokalitet, slik at en eventuell nedgang eller omfordeling og omforming av DDT til DDE og DDD skal kunne registreres.

Området som er valgt ut for undersøkelsen, er vist i fig. 1. Det ligger i Sogndalsfjorden, en relativt grunn (maksimal dybde ca. 200 m) arm av Sognefjorden. Tre av innsamlingsstedene (Post 1—3) for marine organismer ligger nær frukthager som har blitt sprøytet årlig med DDT, mens ett innsamlingssted (Nr. 4) ligger minst 3 km fra nærmeste frukthage, og post 5 ligger oppe på Fimreiteåsen i 600 meters høyde over havet, langt fra frukthager. Totalvolumet DDT som har blitt brukt i distriktet, er ukjent. Sogndal og Leikanger kommune har ca. 115 000 fruktrær som er blitt sprøytet årlig fra slutten

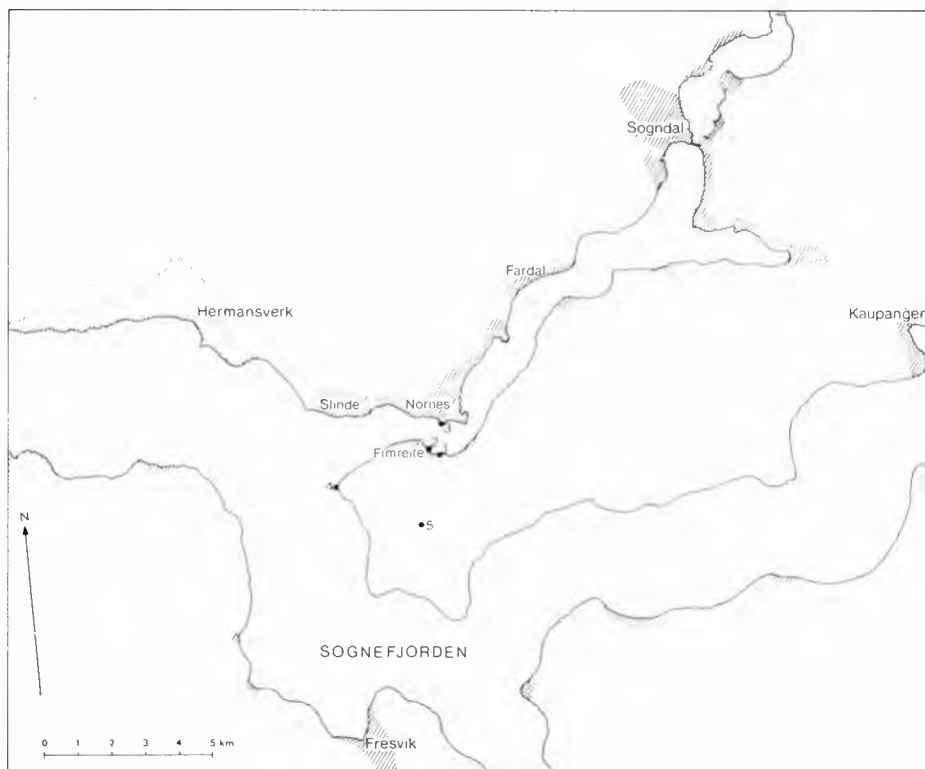


Fig. 1. Kart over utbredelse av frukt dyrking i Hermansverk (Leikanger) og Sogndal og stedene (post 1, 2, 3, 4 og 5) for prøvetaking.

Fig. 1. Map of the fruit districts in Hermansverk (Leikanger) and Sogndal where the samples were taken (at point 1, 2, 3, 4 and 5).

av 2. verdenskrig til 1970. DDT-sprøytingen har vært mindre omfattende her enn i fruktdistrikter i land med mer alvorlige skadeinsektproble-

mer, men mer enn i de fleste andre fruktdistrikter i Norge (*Edland*, 1975).

Materiale og metoder

1. Prøvetaking

Nyretalgprøver fra kyr ble samlet inn ved klassifisør E. Øygard, Sogn Slakteri, Sogndal, vinteren 1972/73. De ble sortert i to grupper etter som de kom fra fruktbruk eller ikke. Prøvene ble valgt slik at alderssammen- slutningen ble omtrent lik for de to kategoriene.

Innsamlingen av humant, subku- tant fett (abdomen) ble foretatt av overlege P. Jerving ved Lærdal sjuke- hus høsten 1972. Disse prøvene ble sortert i to kategorier — yrkesfrukt- dyrkere og andre. For å eliminere forskjeller som skyldes kjønn, ble bare prøver fra mannlige pasienter analysert. Alderssammensetningen var omtrent den samme i de to grup- pene.

De akvatiske organismer ble fanget med et ikke-selektivt garn («troll- garn»). Dyrene ble veid senest et par timer etter fangsten og organer — spesielt leveren ble tatt ut, pakket i aluminiumsfolie, veid og frosset ned til $\div 18^{\circ}$ C. Fiskenes øresteiner ble også tatt vare på for aldersbestem-

melse. De fiskearter og evertebrater som inngår i undersøkelsen antas å være relativt stasjonære, slik at rest- nivået avspeiler den lokale forurens- ning.

Egg av fiskemåke (*Larus canus*) ble samlet inn i en koloni på Vetle- holmen (ved punkt 1) med omtrent 20 reir. Noen få fiskemåker og grå- måker (*Larus argentatus*) ble skutt.

Jordprøver ble tatt med ca. 20 m avstand gjennom en hage med gras- dekke (i nærheten av punkt 1) som hadde blitt sprøytet som vanlig i di- striktet. Fra hvert prøvetakingssted ble fem jordsøyler à 181 cm² tatt til 10 cm dybde noen få meter fra hver- andre. Jordsøylene ble slått sammen og jorda ble blandet omhyggelig og veid før en prøve til analyse ble tatt ut og oppbevart på en pulverflaske med glasskork. Denne framgangs- måten muliggjør en utregning av rest- mengder i mg/m², slik at variasjon som skyldes jordas vekslende egen- vekt unngås.

2. Analyse

Ekstraksjon av humant og animalsk vev (opptil 1 g) ble utført som tid- ligere beskrevet (*Bjerk* og *Sundby*, 1970). Jordprøver (5 g) ble ekstra- hert ved hjelp av Soxhlets ekstra- sjonsmetode med 100 ml n-hexan: isopropanol (3 : 1) i tre timer. Iso- propanolen ble fjernet ved utrusting med vann (3 ganger 50 ml). Hexanen ble tørket med natriumsulfat. Ek- straktet ble delt i to, hvorav en ble

behandlet med konsentrert svovel- syre, og den andre med 10 % kalium- hydroksyd i metanol. Prøvene ble analysert på en Varian gasskromato- graf med 2 forskjellige kolonner pak- ket med 4 % SF-96 og 10 % QF-1 på Chromosorb W. De fire ulike kro- matogrammene for hver prøve ble deretter brukt til kvalitative og kvan- titative bestemmelser ved å sammen- likne med standarder.

Resultater og diskusjon

1. Kyr

Som vist i tabell 1 er det en klar forskjell i restnivå av Σ -DDT i fettprøvene mellom de to prøvekategoriene av kyr ($P = 0,058$), men PCB-innholdet i gjennomsnitt er omtrent like stort. Men også kyrne fra fruktbruk hadde lave restnivåer sammenliknet med vanlige toleransegrenser (FAO/WHO, 1967). *Somme et al.* (1970), som analyserte høy og gras fra frukt-hager mens DDT ennå var tillatt

brukt, fant rester mellom 1,0 og 50 ppm i de fleste prøvene. Dette høyet kan føre til rester i melkeprodukter og kjøtt når det brukes til fôr. *Sakshaug* (1968) og *Bjerk* og *Sakshaug* (1969) fant da også høyere restnivå i smør fra Stavanger og Bergen (0,05—1,0 ppm) enn fra Oslo (0,02—0,13 ppm), Trondheim (0,005—0,30 ppm) og Tromsø (0—0,25 ppm).

Tabell 1. Rester av DDT og PCB (ppm, våtvektsbasis) i fettprøver fra melkekyr på fruktbruk og fra melkekyr på bruk uten frukt dyrking.

Table 1. Residues of DDT and PCB (ppm wet weight) in fat samples of cows raised on fruit farms and in cows raised on farms with no fruit growing.

	Fruktbruk (n = 6) <i>Fruit farms</i> \bar{x}_1 (spredning) (range)	Andre (n = 5) <i>Other</i> \bar{x}_2 (spredning) (range)	Signifikans i differansen <i>Significance in the difference</i> ($|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|$) P
DDE	0,68 (0,05—1,7)	0,032 (0,01—0,04)	0,050
Σ -DDT	0,95* (0,06—2,4)	0,058 (0,01—0,17)	0,058
PCB	0,34 (0,25—0,47)	0,49 (0,15—1,3)	0,39
Fett (\bar{x})	92 %	82 %	
<i>Lipoids</i>			
Alder	9,3	8,3	
<i>Age</i>			

* I en ku ble det funnet 0,19 ppm o,p'-DDT.
In one cow 0,19 ppm o,p'-DDT was found.

2. Mennesker

Tabell 2 viser at fruktdyrkerne i gjennomsnitt hadde omtrent tre ganger så høyt nivå av Σ -DDT i subkutant fett som ikke-fruktdyrkere ($P = 0,03$ for forskjellen). Disse hadde igjen omtrent fire ganger så høyt nivå som ble funnet i nyrefett fra en vilkårlig gruppe personer fra Oslo-regionen i

1969—70 (*Bjerk*, 1972). Sammenliknet med det som er funnet i tilfeldig utvalgte mennesker i andre land (3,0 ppm i UK, 10 ppm i USA, 5,2 ppm i Frankrike, 1,8 ppm i Nederland, [*Kaloyanova—Simeonova*, 1973]), er verdiene fra Sogn jevnt over høyere.

Tabell 2. Rester av DDT og PCB (ppm, våtvekt) i subcutant fett fra frukt-
dyrkere og ikke fruktdyrkere.

Table 2. Residues of DDT and PCB (ppm wet weight) in subcutaneous fat
of fruit growers and non-fruit growers.

	Fruktdyrkere (n = 7) <i>Fruit growers</i> \bar{x}_1 (spredning) (range)	Andre (n = 7) <i>Other</i> \bar{x}_2 (spredning) (range)	Signifikans i differansen <i>Significance in the difference</i> ($|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|$) P
DDE	27 (3,9 — 71)	7,37 (0,22—10,9)	0,03
DDD	0,12 (0,0 — 0,27)	0,093 (0,05—0,17)	0,58
DDT	3,63 (0,57—8,0)	1,85 (0,37—3,0)	0,20
Σ-DDT	33 (5,1 — 81)	10,2 (1,3 — 15)	0,03
PCB	1,97 (0,91—3,1)	1,86 (1,1 — 3,5)	0,81
Alder (\bar{x})	47	48	
Age			
Fettinnhold	76 %	86 %	
Fat content			

3. Den marine fauna

Det gjennomsnittlige restnivå i marine evertebrater er vist i tabell 3. O-skjell (*Modiolus modiolus*) fra post 4 — fjernt fra noen frukthage — hadde ingen rester, mens de som ble samlet inn mellom post 1 og 3 hadde små, men påviselige rester. Kerr og Vass (1973) har laget en oversikt over pesticider i akvatiske evertebrater. I deres tabeller — med verdier som representerer «kronisk forurensning», dvs. at prøvene er tatt langt fra forurensningskilder — er dessverre ikke O-skjell inkludert, men de nærbeslektede blåskjell (*Mytilus edulis*) har rester med samme nivå eller høyere. Et representativt estimat fra Nederland er 20 µg/kg, fra Nord-Europa 20 µg/kg og fra Canada 69 µg/kg. Sammenliknet med tidligere norske undersøkelser av *Mytilus edulis* (Bjerk og Sundby, 1970) er restnivået fra post 1 og 3 like stort.

Sjøpinnsvin (*Echinus acutus*) har også et lavt restnivå — 2,3 µg/kg —

sammenliknet med 50 µg/kg oppgitt av Kerr og Vass (1973). Sjøstjerne har også, som vist i tabell 3, små rester.

Som vist i tabell 4 inneholder leverprøvene fra alle sju fiskeartene rester av PCB, DDT, DDD og DDE. Fire av de fem torskeleverprøvene inneholdt også noe o,p'-DDT (0,2—0,05 mg/kg våtvekt).

Det er ikke signifikante artsforskjeller mellom 6 av de 7 fiskeartene (P = 0,17) i Σ-DDT-innholdet. Ulkene skiller seg imidlertid ut ved at de har noe høyere rester. Men på grunnlag av bare tre prøver, kan en ikke med sikkerhet slutte at disse adskiller seg fra de andre artene. Ett atypisk eksemplar av torsk skilte seg ut ved lav vekt i forhold til alderen, lav fettprosent i leveren, mens nivået av metabolittene DDE og DDD var høyt sammenliknet med de andre torskenene. Denne torsken er utelukket i de statistiske beregningene.

Tabell 3. Rester av DDT og PCB ($\mu\text{g/kg}$, våtvekt) i marine evertebrater.

Table 3. Residues of DDT and PCB ($\mu\text{g/kg}$, wet weight) in marine invertebrates.

Lokalitet Locality	Art Species	Nr. No.	Kroppsvekt g Body weight g \bar{x} (spredning) (range)	Fett % Lipoids % \bar{x} (spredning) (range)	DDE $\mu\text{g/kg}$ \bar{x} (spredning) (range)	Σ -DDT $\mu\text{g/kg}$ \bar{x} (spredning) (range)	PCB $\mu\text{g/kg}$ \bar{x} (spredning) (range)
4	O-skjell <i>Modiolus modiolus</i>	3	44 (41—47)	1,6 (1,3—1,8)	i. p.*	i. p.	i. p.
3	<i>Modiolus modiolus</i>	3	—	1,1 (0,9—1,2)	2,3 (0—5,0)	8,0 (0—18)	i. p.
1	<i>Modiolus modiolus</i>	3	—	0,9 (0,6—1,2)	3,7 (3,0—4,0)	11 (8,0—13)	27
2	Sjøstjerne <i>Asteria rubens</i>	5	50 (12—98)	2,2 (1,7—2,5)	23 (11—43)	48 (12—80)	26 (9,0—46)
1	<i>Asteria rubens</i>	5	—	2,1 (1,6—2,4)	16 (8,0—28)	41 (13—73)	52 (33—79)
1 + 3	Sjøpinnsvin <i>Echinus acutus</i>	3	ca. 50—90	0,1 (0,01—0,2)	1,3 (1,0—2,0)	2,3 (2,0—3,0)	4,0

*) Ikke påvist. Not detected.

Heller ikke for PCB er det signifikante artsforskjeller ($P = 0,064$, hele materialet). Imidlertid er det meget signifikante ($P = 0,01$) artsforskjeller i mengdeforholdet mellom DDT og DDE, med ulke og steinbit på topp med 60 % DDE og hyse på bunn med 24 % DDE i gjennomsnitt. Forholdet mellom PCB-nivået og Σ -DDT er

imidertid ikke signifikant forskjellig ($P = 0,143$) for de ulike artene.

Restinnholdet av PCB og Σ -DDT er høyt positivt korrelert med fettprosenten og viser innbyrdes sammenheng: $\zeta_{13} = 0,952$ (PCB/Fett), $\zeta_{23} = 0,850$ (Σ -DDT/Fett), og $\zeta_{12} = 0,940$ (PCB/ Σ -DDT).

Tabell 4. Rester av DDT og PCB i fiskelever fra ulike arter.

Table 4. Residues of DDT and PCB in liver from different fish species.

	Steinbit <i>Anarkichas lupus</i>	Berggylte <i>Labrus berggylta</i>	Lomre <i>Microstomus kitt</i>	Ulke <i>Myoxocephalus scorpus</i>
Antall. Number	4	5	5	3
Kroppsvekt. Body weight (g)	3257	426	322	327
Spredning. Range	1730—4300	231—598	175—500	228—414
Alder. Age	—	—	2—3	3—5
Fett. Lipoids (%)	12	3,2	3,2	5,6
Spredning. Range	8,3—17	1,0—4,3	1,1—4,9	4,5—6,5
DDE (ppm)	0,27	0,076	0,092	0,71
Spredning. Range	0,16—0,35	0,03—0,10	0,05—0,16	0,35—1,3
DDD (ppm)	0,023	0,023	0,014	0,050
Spredning. Range	i. p.—0,04	i. p.—0,04	i. p.—0,03	i. p.—0,09
Σ -DDT (ppm)	0,45	0,24	0,19	1,10
Spredning. Range	0,31—0,54	0,09—0,37	0,11—0,31	0,60—1,8
Våttvekt Wet weight	% DDE. % DDE	60	32	49
	Spredning. Range	52—67	17—40	39—55
Fettvekt Fat weight	PCB (ppm)	0,17	0,15	0,18
	Spredning. Range	0,10—0,27	0,06—0,23	0,08—0,31
Fettvekt Fat weight	Σ -DDT (ppm)	4,21	6,10	7,1
	Spredning. Range	1,8—6,1	4,3—9,0	4,2—12
	PCB (ppm)	1,56	5,09	11,6
Spredning. Range	0,60—3,0	1,4—11	1,6—22	5,8 5,5—6,1

* Tallene i (): en atypisk torsk ikke medregnet.
Figures in (): one atypical cod not included.

** Prøvene inneholder spor av o,p'-DDT.
The samples contain traces of o,p'-DDT.

Sammenhengen mellom PCB og Σ -DDT er forøvrig vist i fig. 2. Den partielle korrelasjonskoeffisienten mellom PCB og Σ -DDT er $\zeta_{12,3} = 0,820$. Det ser altså ut til å være en høy grad av korrelasjon mellom PCB og Σ -DDT uavhengig av fettinnholdet. Dette fremgår også om de fettbaserte restnivåer sammenliknes, idet korrelasjonskoeffisienten, $\zeta_{12} = 0,560$ (PCB-fettbasis/DDT-fettbasis), da også blir signifikant forskjellig

fra 0 ($P < 0,01$). Lomrene er ikke tatt med i korrelasjonsanalysene etter som det er en klar *negativ* korrelasjon mellom PCB og Σ -DDT for de 4 prøvene. Senere undersøkelser på et større materiale vil avsløre om den negative sammenhengen er konsistent.

Sammenhengen mellom restkonsentrasjon, fettinnhold, trofisk nivå og fiskens alder er diskutert av Johnson (1973). Det konkluderes med at det er en klar sammenheng mellom fiskens

Hyse <i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Torsk* <i>Gadus morhua</i>	Skrubbflyndre <i>Platichthys flesus</i>	Merknader <i>Comments</i>
5	5 (4)	4	
315 238—400	505 270—1006	246 179—303	Ikke påvisbar korrelasjon med restnivå. <i>No correlation with residue level.</i>
3	2—4	4	
31 8,1—50	54 (64) 19 (58)—68	7,3 2,2—18	Høy korrelasjon med restnivå (våttvekt). <i>High correlation with residue level (wet weight).</i>
0,26 0,13—0,44	1,40 (0,81) 0,65—3,7 (1,0)	0,064 0,02—0,10	
0,12 0,10—0,15	0,73 (0,24) 0,20—2,7 (0,33)	0,032 0,01—0,06	
1,1 0,43—1,9	3,5 (2,4)** 2,1—2,7 (7,7)	0,19 0,08—0,32	
24 18—32	37 27—48	34 26—41	Signifikante artsforskjeller ($P < 0,01$) <i>Sign. species difference</i>
0,58 0,11—0,83	1,19 (1,29) 0,78 (1,2)—1,5	0,11 0,06—0,15	Ikke signifikante artsforskjeller for PCB Σ -DDT. <i>No sign. species diff. for</i>
4,21 1,8—5,8	10,9 (3,83) 3,5—40 (4,2)	3,50 1,6—5,5	Ikke signifikante artsforskjeller når ulke er unntatt ($P = 0,167$). <i>No sign. species difference when M. scorpus is excluded</i>
1,9 1,4—2,4	2,44 (2,04) 1,8—4,0 (2,1)	2,27 0,9—3,6	Ikke signifikant artsforskjell. <i>No sign. species difference.</i>

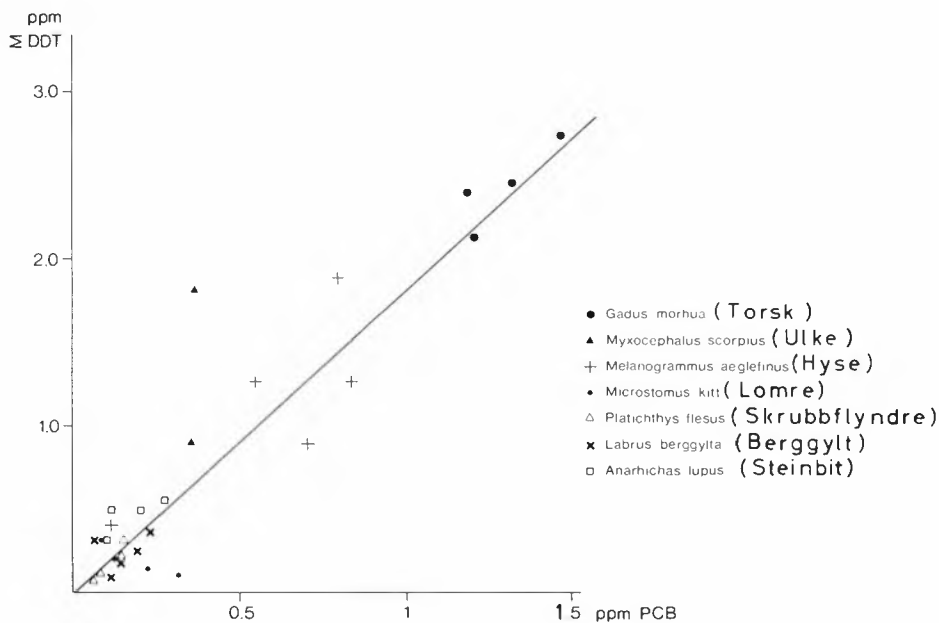


Fig. 2. Rester av Σ -DDT i fiskelever er plottet mot dens PCB innhold (våtvekt). En torskelever med høyt Σ -DDT restnivå er utelatt.

Fig. 2. The Σ -DDT-residues in each fishliver specimen are plotted against its PCB residue level (wet weight). (One cod liver specimen having very high residue level is not plotted).

fettinnhold og restkonsentrasjon, hvilket bekreftes i denne undersøkelsen. Sammenhengen mellom restkonsentrasjon og trofisk nivå er mer uklar, og ulike forfattere kommer her til ulike konklusjoner. Fiskens størrelse (og alder) er imidlertid ofte korrelert med restnivået — hvilket er forsøkt dokumentert av bl. a. Buhler et al. (1969), Buhler og Shanks (1970) og Stenersen og Kvalvåg (1972). I denne undersøkelsen er en slik sammenheng ikke påvist. Det antas at organismer på et høyere trofisk nivå har prosentvis mer DDE og DDD enn fisk lavere i næringskjeden (Woodwell et al., 1967). Vår undersøkelse antyder da også at det

er nokså store artsforskjeller i omdanningsgraden av DDT til metabolitter, mens restkonsentrasjonene av DDT og PCB (fettvektbasis) ikke varierer meget mellom de ulike artene.

I en tidligere undersøkelse (Stenersen og Kvalvåg, 1972) ble det funnet DDT-rester fra 20 til 33 ppm i leveren fra torsk fisket i Sognefjorden i 1969 i nærheten av Hermansverk, mens Bjerck (1973) fant rester mellom 4,8 og 25 ppm i lever fra torsk fisket utenfor Sogndal 1971. Restene i torskelever i denne undersøkelsen er altså av samme størrelsesorden som funnet tidligere.

4. Måker

Tabell 5 viser rester i fiskemåkeegg og i ulike vev fra gråmåke og fiskemåke. Det totale restnivå i fiskemåkeegg er av samme størrelsesorden som funnet i materiale innsamlet i 1969 fra åtte forskjellige lokaliteter langs kysten av Norge (Bjerk og Holt, 1971). Dette utgjør mindre enn fem prosent av det restnivået som i følge Keith og Gruchy (1972) er funnet å kunne redusere eggskalltykkelsen hos gråmåke med 15 prosent. En reduksjon av en slik størrelse vil kunne føre til nedsatt reproduksjonsevne hos fugl (Anderson og Hickey, 1972). Eggene i denne undersøkelsen har rester av uomsatt DDT, mens i den tidligere undersøkelsen (Bjerk og Holt, 1971) ble det påvist uomsatt DDT i bare 4 av 80 prøver. Det er ikke påvisbar sammenheng mellom PCB, Σ -DDT og fett i eggene, men variasjonen i materialet er for liten til å kunne slutte at slik sammenheng ikke eksisterer.

Ifølge Stickle (1973) varierer restkonsentrasjonene i eggene først og fremst med restkonsentrasjonen i de voksne fuglene.

Det er tydelig forskjell mellom gråmåke og fiskemåke når det gjelder innhold av DDT- og PCB-rester. Således har gråmåke bare en tredjedel så mye Σ -DDT i lever (gjennomsnitt, fettbasis) som det fiskemåkene har, men nesten 8 ganger så mye PCB ($P = 0,011$). Forholdet mellom PCB og Σ -DDT er også svært forskjellig for de to arter: 2,35 i gråmåkelever og 0,124 i fiskemåkelever. I andre organer er det tilsvarende store forskjeller. Forskjeller i forhold

det mellom PCB og Σ -DDT er også påvist tidligere i norske måkearter (Bjerk og Holt, 1971). Spärck (1950) har undersøkt måkers næringsgrunnlag, og mens gråmåke lever av avfall i større utstrekning enn andre måkearter, oppholder fiskemåke seg mye mer i åker og eng, inkludert frukt-hager der den lever av evertebrater. Den er i større grad en migrasjonsfugl enn gråmåke, og kan få i seg rester på overvintringsstedet.

I begge måkeartene er det en korrelasjon mellom PCB- og DDT-innholdet i de ulike individer og organer (også regnet på fettvektbasis), men for gråmåke er individtallet for lavt til å påvise sammenheng for individene med sikkerhet. Leverprøvene har $\zeta_{12} = 0,824$ (PCB-fettvekt/DDT-fettvekt) for fiskemåke (6 prøver, $P = 0,044$).

Variansanalyse viser at de forskjellige organer inneholder ulike restkonsentrasjoner av både Σ -DDT og PCB — også på fettvektbasis, med fettvev på topp, hjerne med lavest verdi og lever og muskler liggende imellom ($P < 0,01$ for Σ -DDT og $P = 0,087$ for PCB i hjerne, lever, muskler og fettvev i 3 gråmåker).

Metabolismen av DDT, DDD, DDE og DDMU er grundig studert i duer (Bailey et al., 1969 a og b). Undersøkelsene viser at DDT ble omsatt til DDE, og halveringstider for DDT var 28 dager, men for DDE så lenge som 250 dager. Andre undersøkelser bekrefter at DDT omsettes til DDE i fugl (Stickle, 1973). Dette kan forklare det høye innhold av DDE, og det lave innhold av DDT i måkene.

5. Jord fra frukthage

Rester av DDT var 100 til 1 000 ganger større inne i hagen (140—1 050 mg/m²) enn umiddelbart utenfor, der nivået var fra 1,3 til 15 mg/m² (fig. 3). Nivået økte ti ganger fra hagens øverste til dens nederste del, dvs. over en avstand på ca. 100 meter målt langs bakken. Dette er i samsvar med det som ble funnet av *Lichtenstein* (1958). Han fant 1,3—2,2 ganger høyere insekticidnivå i den nedre del av en svak helling — tre år etter

behandling. Dette fenomen skyldes sannsynligvis avrenning på overflaten og ikke translokasjon gjennom jorda (*Edwards*, 1966). Høyere intensitet i behandlingen i hagens lavere del kan være en mulig forklaring på den skjeve fordeling. De relativt små mengder PCB ble ikke kvantisert i hageprøvene.

DDE utgjør 20—30 % av de totale restmengder i alle prøver, unntatt i dem som er tatt under høyeste flomål,

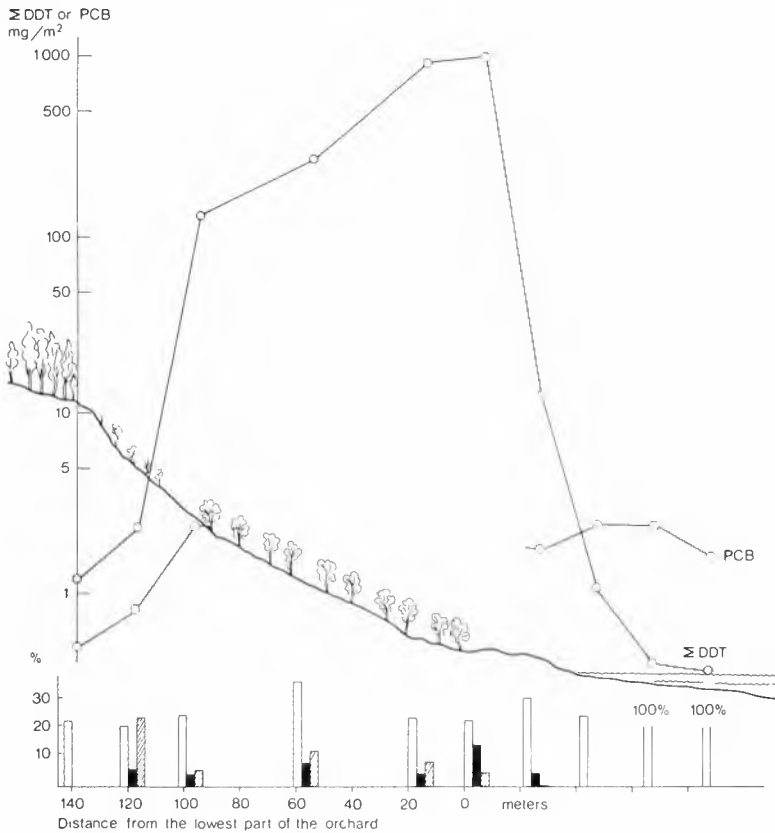


Fig. 3. Distribusjonen av Σ -DDT og PCB i en frukthage. Det nederste diagrammet viser den prosentvise andelen som utgjøres av DDE (åpen søyle), o,p'-DDT (svart søyle) og DDD (skravert søyle). Flo-mål og fjæremål omtrentlig angitt, likeledes bakkens helningsvinkel.

Fig. 3. The distribution of Σ -DDT and PCB in an orchard. The lower diagram shows the percentage of DDE (white bars), o,p'-DDT (black bars) and DDD (shaded bars). The upper and lower tide level and the slope of the hill are given approximately.

der DDE utgjør 100 %. Det relative innholdet av DDD varierer litt irregulært, avhengig som dets dannelse er av anaerobe forhold (Stenersen, 1965, Guenzi og Beard, 1967).

Jordprøver fra post 5, tatt ved øvre Lomstjørn, 600 m o.h., inneholdt 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ DDE, 7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ DDD, 107 $\mu\text{g}/\text{kg}$ DDT og 45 $\mu\text{g}/\text{kg}$ PCB, tørrvektbasis.

Konklusjoner

Restnivået i fettvev fra fruktdyrkere så vel som i nyretalg fra melkekyr fra fruktbruk, indikerer en klar, men ikke alarmerende lokal forurensning.

Den høye korrelasjonen mellom DDT- og PCB-rester som finnes i måkene og de fleste fiskeslag, må tilskrives disse to stoffgrupperes like fysikalske og kjemiske (og fysiologiske) egenskaper, ettersom forurensningskildene er forskjellige, men fordelingen i biotisk og abiotisk natur etter hvert blir den samme. Vi merker oss at gråmåkene har relativt mer PCB enn fiskemåkene. Forskjellen er så stor at selv om individtallet er lite, avspeiler dette sannsynligvis en artsforskjell som må tilskrives økologiske og/eller etologiske forskjeller mellom de to artene.

De kommende undersøkelser vil kunne avsløre hvor raskt DDT-restene vil synke, og om mengden av metabolittene DDE og DDD etter hvert vil utgjøre en større andel av restene, og om forholdet PCB/ Σ -DDT vil endres.

*

Forfatterne ønsker å takke overlege P. Jerving ved fylkessykehuset i Sogn og Fjordane, Lærdal, for levering av prøvene av humant fettvev og klassifisør E. Øygard ved Sogn Slakteri, Sogndal, for kufettprøvene. Videre vil vi takke direktør J. Fjeldalen, Statens plantevern, for hans interesse for arbeidet, samt Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd for økonomisk bidrag.

Summary

The aim of this study was to describe the extent of DDT contamination, two years after the DDT ban in a district with extensive fruit growing.

Samples of different organisms, and soil inside and outside a pear orchard, was collected in 1972 at a fruit district in Sogn and analysed for DDT, DDE, DDD (together called Σ -DDT), o,p'-DDT and PCBs. The results show:

1) Dairy cows from fruitfarms had about twenty times of DDE than cows from other farms, but all

levels were below the FAO/WHO tolerance limit for DDT residues in meat.

2) Fruit growers had about three times higher residues of DDE in their adipose tissue than the control group, but the latter group of men had a higher residue level than the Oslo region population.

3) The marine biota is also contaminated with chlorinated hydrocarbons. The invertebrates contain low concentrations, and the mussel, *Modiolus modiolus* collected

a few km from the nearest orchard had no detectable residues. The differences in residue levels (on fat weight basis) in fish livers of different species are small. The DDE/DDT quotient differed significantly, while that of PCBs/ Σ -DDT did not.

There is a high degree of correlation between PCB and Σ -DDT in most of the fish species — on both fat weight and wet weight basis.

- 4) The eggs of the common gull had a residue level similar to that found earlier at other localities. The two species of gulls differed in their relative amounts of Σ -DDT and PCBs, the herring gull having higher levels of PCBs

and lower of Σ -DDT than the common gull.

- 5) The orchard soil contained 140—1 050 mg/m² DDT-residues while only 1.3—15 mg/m² was found outside the orchard, at a level of 600 m above sea, had small residues of DDT, DDD, DDE and PCBs.
- 6) It is concluded that the level of chlorinated hydrocarbons is moderate in Sogn. The investigations to be carried out at the same locality later will elucidate further how fast the residue levels will decrease and to what extent DDT is metabolized to DDD and DDE.

Litteratur

- Anderson, D. W. & Hickey, J. J., 1972: Eggshell changes in certain North American birds. Proc. Int. Orn. Congr. 15th: 514—540.
- Bailey, S., Bunyan, P. J., Rennison, B. D. & Taylor, A., 1969 a: The metabolism of 1,1—di (p-chlorophenyl)—2,2,2—trichloroethane and 1,1—di (p-chlorophenyl)—2,2—dichloroethane in the pigeon. Toxicol. Appl. Pharmacol. 14: 13—22.
- Bailey, S., Bunyan, P. J., Rennison, B. D. & Taylor, A., 1969 b: The metabolism of 1,1—di (p-chlorophenyl)—2,2—dichloroethylene and 1,1—di (p-chlorophenyl)—2—chloroethylene in the pigeon. Toxicol. Appl. Pharmacol. 14: 23—32.
- Bjerk, J. E., 1972: Rester av DDT og polyklorerte bifenyler i norsk human materiale. T. norske Lægeforening, 92: 15—19.
- Bjerk, J. E., 1973: Residues of DDT in cod from Norwegian fjords. Bull. Environm. Cont. and Tox. 9: 89—97.
- Bjerk, J. E. & Holt, G., 1971: Residues of DDE and PCB in eggs from Herring gull (*Larus argentatus*) and Common gull (*Larus canus*) in Norway. Acta. vet. Scand. 12: 429—441.
- Bjerk, J. E. & Sakshaug, J., 1969: Residues of organochlorine insecticides in samples of Norwegian butter, 1968. Nord. Vet.-Med. 21: 635—639.
- Bjerk, J. E. & Sundby, R., 1970: Rester av klorinsekticider og polyklorerte bifenyler fra jord og vann. N. Vet. Tidsskrift, 82: 241—246.
- Buhler, D. R. & Shanks, W. E., 1970: Influence of body weight on chronic oral DDT toxicity in Coho salmon. J. Fish Res. BP Can 27: 347—358.
- Buhler, D. R., Rasmusson, M. E. & Shanks, W. E., 1969: Chronic oral DDT toxicity in juvenile Coho and Chinook salmon. Toxicol. Appl. Pharmacol. 14: 535—555.
- Edland, T., 1975: Personlig kommunikasjon.
- Edwards, C. A., 1966: Insecticide residue in soils. Res. Rev. 13: 830132.
- FAO/WHO, 1967: Evaluation of some pesticide residue in food. WHO/Food ADD/67.32 49—68.

- Guenzi, W. D. & Beard, W. E., 1967: Anaerobic biodegradation of DDT to DDD in soil. *Science* 156: 1116—1117.
- Johnson, D. W., 1973: Pesticide residues in fish. I Environmental Pollution by Pesticides red. C. A. Edwards. Plenum Press, London and New York. 181—212.
- Kaloyanova-Simeonova, F., 1973: DDT concentration in man. WHO/VCB/73.437, 1—20.
- Keith, J. A. & Gruchy, I. M., 1972: Residue levels of chemical pollutants in North American birdlife. *Proc. XV Int. Ornith. Congr. Leiden, Nederland* 437—454.
- Kerr, S. R. & Vass, W. P., 1973: Pesticide residue in aquatic envertebrates. I Edwards C. A. Environmental Pollution by Pesticides. p. 134—180. Plenum Press, London and New York.
- Lichtenstein, E. P., 1958: Movement of insecticides in soils under leaching and non-leaching conditions. *J. Econ. Entomol.* 51: 380—385.
- Sakshaug, J., 1968: Rester av organiske klor-insecticider i norske smørprøver, 1966. *Nord. Vet.-Med.* 20: 696—701.
- Spärck, R., 1950: The food of the north-european gulls. *Proc. Xth Int. Ornithol. Congr. Uppsala*, 588—591.
- Stenersen, J., 1965: DDT-metabolism in resistant and susceptible stable-flies and in bacteria. *Nature* 207: 660—661.
- Stenersen, J. & Kvalvåg, J., 1972: Residues of DDT and its degradation products in cod liver from two Norwegian fjords. *Bull. Environm. Cont. and Tox.* 8: 120—121.
- Stickel, L. F., 1973: Pesticide residues in Birds and Mammals. I Environmental Pollution by Pesticides. red. C. A. Edwards. Plenum Press. London and New York 254—312.
- Sømme, L., Stenersen, J. & Friestad, H., 1970: Residues of DDT in soil, grass and hay from Norwegian fruit orchards. VII. Congr. Plant Prot. Paris, Sept. 21—25, 1970: 732—734.
- Utvalg for plantevernmidler m. m. 1969: Forbud mot bruk av DDT, aldrin og dieldrin. Rundskriv, juni 1969, fra Utvalg for plantevernmidler (Landbruksdep. Giftnemnd) 1432 Ås — NLH.
- Woodwell, G. M., Craig, P. P. & Johnson, H. A., 1971: DDT in the biosphere: Where does it go. *Science* 1974: 1101—1107.
- Woodwell, G. M., Wurster, C. F., Jr. & Isaacson, P. A., 1967: DDT Residues in an East Coast Estuare: A Case of Biological Concentration of a Persistent Insecticide. *Science* 156: 821—824.

I redaksjonen 3.9.1976.

LANDSKAPSPLEIE OG STEINFYLLINGER

Fysiske og kjemiske egenskaper hos nyknust materiale
av 9 ulike bergarter

Landscaping of rockheaps

*Physical and chemical properties of newly crushed material
of 9 different rock-types*

AV
ATLE HÅBJØRG

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	18
II. Innledning	18
III. Materiale og metoder	20
IV. Resultater	21
1. Mekanisk sammensetning av bergartene etter knusing	21
2. Innhold av lettløselige og syreløselige kationer i nyknust materiale	23
A. Bergart	23
B. Fraksjon	25
3. Frigjøring av kationer ved forvitring	26
A. Hovedeffekter	26
Bergart	26
Fraksjon	27
Vanninnhold	27
Tid	27
B. Samspillseffekter	29
Bergart x fraksjon	29
Bergart x vanninnhold	31
Bergart x tid	31
Fraksjon x vanninnhold	31
Fraksjon x tid	33
Tid x vanninnhold	35
V. Diskusjon og praktiske konsekvenser av undersøkelsene	36
VI. Summary	41
VII. Litteratur	42

I. Sammendrag

Denne meldingen tar for seg fysiske og kjemiske forhold i nyknust materiale av 9 bergarter. Bergartene ble knust i en steinknuser og mekanisk sammensetning ble bestemt for følgende fraksjoner: 2—0,6 mm, 0,6—0,2 mm, 0,2—0,06 mm og under 0,06 mm. Videre ble innholdet av kalsium, magnesium, kalium og natrium bestemt i de 3 grøveste fraksjoner. Ved analysene ble det brukt to ekstraksjonsmetoder AL- og HNO₃-ekstrakt. Avspaltingen av kalsium-kationer, magnesium, kalium og natrium fra ulike bergarter og fraksjoner ble målt ukentlig i 52 uker. Dette ble gjort ved at forsøkskar med 275 g bergartsmasse ble påfylt 250 ml vatn som ble filtrert gjennom bergartsmassen. Filtratet ble veid og analysert.

Forsøkene viste at den mekaniske sammensetning hos bergartene varierte svært. Bergarter med lågt sprøhetstall som grønnskifer, basalt og amfibolitt ga betydelig større prosent finpartikler enn bergarter med høgt sprøhetstall — Iddefjordsgranitt, Drammensgranitt og Larvikitt. Sammenligninger mellom materiale knust i steinknuser og knust ved sprengning, viste at sistnevnte metode førte til større prosent finpartikler og mer flisig materiale enn førstnevnte metode.

Analysen av lettløselig og syrelø-

selig kationer viste store forskjeller mellom de ulike bergarter. Ved begge ekstraksjonsmetoder var kationinnholdet høgst i amfibolitt, basalt og grønnskifer, men ellers var resultatene noe motstridende. Også den prosentvise andel av de ulike kationer, særlig kalsium og magnesium, var nokså forskjellig etter de to analysemetoder.

Sammenhengen mellom kjemisk innhold av kationer bestemt ved de to analysemetodene og mengde og sammensetning av stoffer målt ved forvitring viste seg heller ikke å være særlig god. I løpet av forsøksperioden ble det frigjort størst mengde kationer fra basalt, Flisa-gabbro, amfibolitt og grønnskifer — 2,53 — 2,92 kg pr. m³ og minst fra Drammensgranitt, Iddefjordsgranitt, Valdreskifer og Larvikitt — 1,34 — 1,64 kg pr. m³. Av Oppdals-sparagmitt ble det totalt frigjort 1,80 kg kationer pr. m³. Ellers viste forsøkene at forvitringen som ventet var sterkt avhengig av partikkelstørrelse og dels vanninnhold og temperatur. Også sammensetningen av forvitringsproduktene varierte svært mellom bergartene.

Til slutt blir en del praktiske forhold i forbindelse med «landscaping» av store steinfyllinger diskutert.

II. Innledning

Denne undersøkelsen er et ledd i de praktiske naturvernundersøkelser som i samarbeid med Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen ble gjennomført ved Institutt for dendrologi og planteskoledrift i tidsrommet 1965—70.

Materialet ble bearbeidd etter at forfatteren gikk over i stilling som

forsker ved Norges Landbruksvitenskapelig Forskningsråd.

Forsøkene ble gjennomført ved Veglaboratoriet, Vegdirektoratet og Institutt for jordbunnsforskning og i nært samarbeid med forsker E. Vigerust og gartner K. L. Hildrum.

Det takkes for all velvillig hjelp.

I forbindelse med tunneldrift og andre tekniske inngrep i landskapet blir det årlig tatt ut store mengder sprengstein som ikke kan nyttes i øyeblikket og som derfor blir lagret i enorme steinfyllinger i landskapet (figur 1). Disse fyllingene representerer ofte et landskapsestetisk problem. For lettere å integrere disse byggverk i landskapet har det vært arbeidet med å finne fram til metoder for etablering av vegetasjon på fyllingene (*Håbjørg, 1972, Hillestad, 1973*). Normalt har målsettingen for dette revegetasjonsarbeid vært av rein landskapsestetisk karakter, men under visse omstendigheter har det også vært aktuelt å føre disse områdene tilbake til produktive jord- og skogbruksarealer. I slike tilfeller har resultatet av arbeidet vært heilt avhengig av kvaliteten på toppmassene

både når det gjelder partikkelstørrelse og kjemisk innhold i bergartene. Videre har det vært en viss interesse for finmassene fra disse fyllingene til jordforbedringsmiddel i ekstremt humusholdige jordarter og dessuten i forbindelse med utbygging av idrettsanlegg o.l. I tillegg har det vært diskutert hvorvidt nysprengt bergartsmasse — pH ca. 8,0 — lokalt kunne brukes for å heve pH i sure vann og vassdrag.

For om mulig å skaffe bakgrunnsmateriale for vurdering av sprengmasse til slike formål og for om mulig å finne fram til de kriterier eller analysemetoder som gir best uttrykk for bergartenes kjemiske og fysiske kvaliteter, ble det i samarbeid med Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen satt igang et forvitningsforsøk med nyknust bergartsmateriale.



Fig. 1. Steinfylling ca. 1 km lang, Al i Hallingdal.

Rock-heap about 1 km long, Al in Hallingdal.

III. Materiale og metoder

I 1966 ble det samlet inn materiale av 9 bergarter. Prøvene ble finmalt i en steinknuser ved Veglaboratoriet i Oslo og det ble tatt følgende analyser — flisighetsgrad, sprøhet og spesifikk vekt. Etter knusing ble alle partikler over 2 mm siktet fra og finfraksjonen veid. Deretter ble det foretatt en ytterligere fraksjonering med hullsjikt og spyling der følgende partikkelstørrelser (P) ble skilt ut:

P = 2 — 0,6 mm

P = 0,6 — 0,2 mm

P = 0,2 — 0,06 mm

P < 1 — 0,06 mm

Videre ble det foretatt analyser av innholdet av lettløselig (AL-ekstrakt) og syreløselig (HNO₃-ekstrakt) kalsium, magnesium, kalium og natrium i de tre grøveste fraksjoner, 2—0,6 mm, 0,6—0,2 mm og 0,2—0,06 mm.

Etter at fraksjonering var avsluttet, ble det satt igang endel orienterende forsøk med ulike kartyper, filter og vannmengder for å finne fram til en metodikk som kunne brukes for å måle avspaltingen av næringsstoff fra ulike bergarter. På grunnlag av disse forsøk ble følgende metodikk valgt:

Som forsøkskar ble brukt $\frac{1}{4}$ l plast-sprøyteflasker. Bunnen ble skåret ut og flaskene plassert i et stativ med bunnen opp (figur 2). Over skrulokket som nå utgjorde bunnen av forsøkskaret ble det lagt et tynt filter av glassvatt. Over dette filtret ble det fylt 275 g bergartsmateriale. Ukentlig ble det i hvert kar fylt på 250 ml destillert vatn som også hadde passert ionebytter. Vatnet trakk igjennom prøven og filtratet ble samlet opp og veid og ledningsgevnene ble

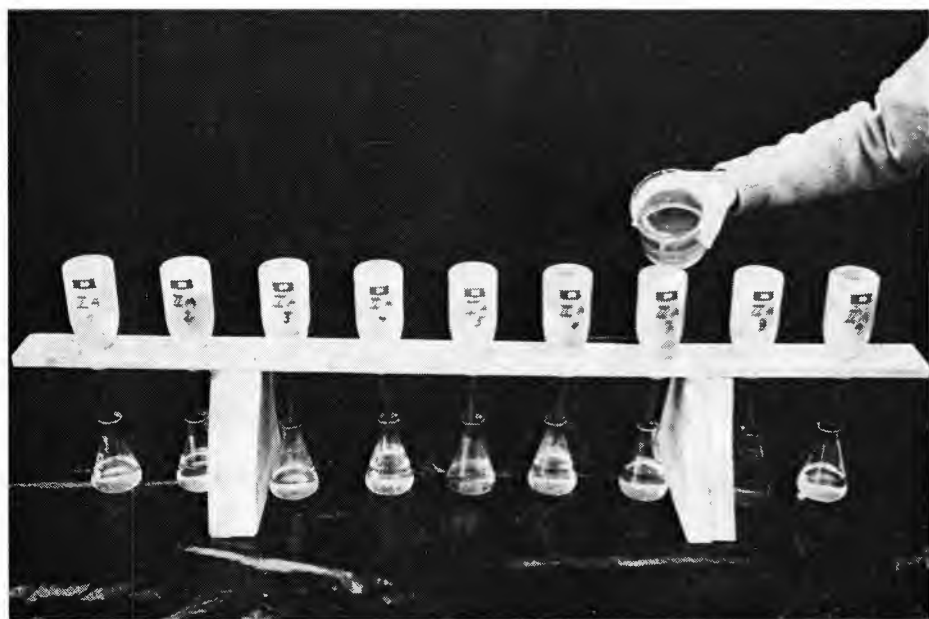


Fig. 2. Forsøkskarene som ble brukt.

The lysimeters used in the experiments.

målt. Med utgangspunkt i lednings-
evne og filtratmengde ble så meng-
den av kationer i filtratet beregnet
etter følgende formel:

$$\text{Sum kationer pr. 100 g (milliekv.)} = \frac{\text{ledningsevne} \times \text{filtratmengde}}{2,75}$$

Ved de orienterende forsøk ble det klart at vanninnholdet i bergartsprø-
vene i periodene mellom hver vann-
fylling virket på avspaltingen av
stoffer. Og ettersom dette også er et
forhold som i praksis er svært for-
skjellig på ulike steder i landet, ble
det ansett ønskelig å undersøke dette
nærmere. I forsøkene ble derfor ulikt
vanninnhold i prøvene etablert ved å
legge en glassplate over toppen av
forsøkskaret for dermed å hindre for-
dampning.

Fire ganger i forsøksperioden, den
3., 16., 33. og 52. uke, ble innholdet
av kationene kalsium, magnesium, ka-
lium og natrium analysert. Dette ana-
lysearbeid ble foretatt ved Institutt
for jordbunnslære. Deretter ble meng-
den av hvert av disse stoff i milli-
ekvivalenter (m.e.) pr. 100 g bereg-
net etter følgende formel:

$$\text{Milliekvivalenter (m.e.)} = \frac{\text{avlesning i ppm} \times \text{filtratmengde i liter}}{\text{atomvekt/valens} \times 2,75}$$

Resultatene ble analysert ved hjelp
av en faktoriell variansanalyse (*Sne-
decor* og *Cochran*, 1967).

Forsøkene ble gjennomført på la-
boratoriet til Institutt for jordbunnslære. Det startet 23.2. -66 og varte i
52 uker. Temperaturen på forsøks-
stedet ble holdt så konstant som mul-
lig, men det var ikke til å unngå at
den gikk opp endel i vinterhalvåret
da rommet ble oppvarmet.

Under de orienterende forsøkene
ble det klart at den fineste fraksjo-
nen egnet seg lite for den metodikk
som ble valgt. Den endelige forsøks-
plan fikk derfor følgende omfang:

Bergart:

1. Iddefjordsgranitt
2. Flisagabbro
3. Larvikitt (mørk)
4. Drammensgranitt
5. Oppdals-sparagmitt
6. Valdres-skifer
(Hovi steinbrudd)
7. Basalt (Steinshøgda)
8. Grønnskifer (Rissa)
9. Amfibolitt (Ås)

Partikkelstørrelse:

1. 2 — 0,6 mm
2. 0,6 — 0,2 mm
3. 0,2 — 0,06 mm

Vanninnhold:

1. Udekket
2. Dekket med glassplate

IV. Resultater

1. Mekanisk sammensetning av bergartene etter knusing

Ved nedknusing av bergartene ble
flisighet, sprøhet og spesifikk vekt
bestemt. Flisighetstallet (f) angir
forholdet mellom bredde og tykkelse
hos partiklene, mens sprøhetstallet
(s) eller hardhetstallet angir hvor

lett bergarten lar seg knuse. I dette
tilfelle ble disse målinger foretatt i
fraksjonene 8,0—11,3 mm og 11,3—16
mm. For nærmere definisjon av flisig-
hets- og sprøhetstall henvises til Sta-
tens vegvesen, Skjema 412.

Tabell 1. Spesifikk vekt, flisighetstall og sprøhetstall for ulike bergarter.
Some physical properties of the different rock-types.

Bergart	Spesifikk vekt	Flisighetstall		Sprøhetstall	
		P = 8 —11,3	P = 11,3 —16,0	P = 8 —11,3	P = 11,3 —16,0
1. Iddefjordsgranitt	2,63	1,32	1,42	59,4	72,4
2. Flisagabbro	3,02	1,36	1,45	37,1	45,0
3. Larvikitt	2,73	1,38	1,41	56,5	65,7
4. Drammensgranitt	2,57	1,37	1,45	64,7	77,6
5. Oppdals-sparagmitt	2,72	1,41	1,48	54,3	66,6
6. Valdres-skifer	2,77	1,75	1,71	51,3	59,6
7. Basalt	2,90	1,40	1,48	49,3	57,2
8. Grønnskifer	2,94	1,39	1,46	46,2	52,9
9. Amfibolitt	2,85	1,41	1,49	39,7	51,2

Resultatene viser at det var en relativt god sammenheng mellom bergarternes spesifikke vekt og sprøhet (tabell 1). Bergarter med et høgt sprøhetstall hadde låg spesifikk vekt. Drammensgranitt, Iddefjordsgranitt og Larvikitt hadde et sprøhetstall i nærheten av 60 i fraksjon 8—11,3 mm og en spesifikk vekt som varierte fra 2,57 til 2,73. Flisagabbro, grønnskifer, basalt og amfibolitt hadde et tilsvarende sprøhetstall som lå under 50 og med en spesifikk vekt som varierte mellom 2,85 og 3,02. Oppdals-sparagmitt og Valdres-skifer inntok en mellomstilling med et sprøhetstall

på henholdsvis 54,3 og 51,3 og en spesifikk vekt på ca. 2,75.

Det er vist i en rekke arbeider at friggjøringen av næringsstoff ved forvitring er sterkt korrelert med partiklenes overflate. I dette tilfelle ble det ved fraksjoneringen som nevnt brukt hullsjikt. Og ettersom det er partiklenes største diameter som er avgjørende for hva som passerer sjiktet, vil forholdet mellom partikkeloverflate og vekt bli ugunstigere for bergarter med runde enn med flate partikler. Som det går fram av tabell 1 har Valdres-skiferen med et flisighetstall på ca. 1,75 betydelig

Tabell 2. Mekanisk sammensetning av fraksjonen under 2 mm.
The grade size composition of the material.

Bergart	Total mengde g	Sammensetning %			
		P = 2— 0,6 mm	P = 0,6— 0,2 mm	P = 0,2— 0,06 mm	P < 0,06 mm
Iddefjordsgranitt	8105	42,1	31,3	19,1	7,5
Flisagabbro	8535	38,6	24,2	22,6	14,6
Larvikitt	6350	44,8	27,7	18,4	9,1
Drammensgranitt	7470	49,9	27,7	15,5	6,9
Oppdals-sparagmitt	8020	40,2	22,2	23,2	14,4
Valdres-skifer	6890	40,5	30,0	19,0	10,5
Basalt	7890	38,0	24,7	19,9	17,4
Grønnskifer	6290	35,5	20,9	23,3	20,3
Amfibolitt	6685	37,4	25,6	19,5	17,5
Gj.snitt		40,8	26,0	20,1	13,1

flatere partikler enn de andre bergarter. Dette gjør at denne bergarten har en vesentlig større overflate pr. vektenhet enn de andre. Dette må tas med ved vurderingen av resultatene både av analysene i nyknust materiale og i forvittringsforsøket.

Resultatene av siktprøvene viste at det var stor forskjell i mekanisk sammensetning i ulike bergarter (tabell 2). Også her viste det seg at materialet stort sett kunne grupperes på samme måte som ovenfor. Granit-

tene og Larvikitten med sin store hardhet, ga ved knusing størst andel grove partikler — ca. 45 % i fraksjonen 2—0,6 mm og mindre enn 10 % i fraksjonen under 0,06 mm. Hos Oppdals-sparagmitten og Valdres-skiferen var ca. 40 % av partiklene i grøvste fraksjon og mellom 10—15 % i finfraksjonen. De tilsvarende tall for den tredje gruppen — gabbro, basalt, amfibolitt og grønnskifer — var 35—40 % og 15—20 %.

2. Innhold av lettløselige og syreløselige kationer i nyknust materiale

Etter sikting, lufttørring og 2 ukers lagring ble innholdet av lettløselig og syreløselig kalsium, magnesium, kalium og natrium bestemt i alle prøver. Innholdet av lettløselige kationer ble bestemt etter AL-metoden (Egner, et al., 1960) og uttrykt som mg, pr. 100 g lufttørt materiale, mens innholdet av syreløselige kationer ble bestemt ved ekstraksjon med 1 n kokende saltpetersyre (Reitemeier et al., 1948). Også her ble innholdet uttrykt som mg pr. 100 g masse. Deretter ble alle resultater omregnet i milliekvivalenter pr. 100 g etter følgende formel:

$$\text{Milliekvivalenter (m.e.)} = \frac{\text{avlest kationinnhold}}{\text{atomvekt/valens}}$$

A. Bergart

Som det går fram av tabell 3 varierte innholdet av lettløselige og syreløselige kationer svært mellom bergartene ($P \leq 0,001$). I AL-ekstraktet var innholdet lågst i Drammensgranitt, Iddefjordsgranitt og Valdres-skifer med henholdsvis 0,83, 1,04 og 1,55 m.e. pr. 100 g bergartsmasse. Også i HNO₃-ekstraktet var kationinnholdet lågt, henholdsvis 11,13, 18,50 og 14,77 m.e. pr. 100 g. Disse

tre bergartene skilte seg altså klart ut som de mest næringsfattige bergarter etter begge analysemetoder. Amfibolitt, basalt og dels grønnskifer skilte seg like klart ut som de mest næringsrike bergarter. Her var innholdet av kationer i AL-ekstraktet henholdsvis 75,40, 41,38 og 8,36 m.e. og i HNO₃-ekstraktet 135,37, 96,00 og 85,60 m.e. pr. 100 g. Oppdals-

Tabell 3. Virkning av bergart på totalt innhold av kationer (kalsium, magnesium, kalium og natrium, m.e. pr. 100 g) i nyknust materiale.

Effect of rock-type on the content of cations (calcium, magnesium, potassium and sodium, m.e. per 100 g) in newly crushed material.

Bergart	AL-ekstrakt	HNO ₃ -ekstrakt
Iddefjordsgranitt ..	1,04	18,50
Flisagabbro	3,97	34,03
Larvikitt	3,84	88,70
Drammensgranitt ..	0,83	11,13
Oppdals-sparagmitt ..	3,22	10,06
Valdres-skifer	1,55	14,77
Basalt	41,38	96,00
Grønnskifer	8,36	85,60
Amfibolitt	75,40	135,37

sparagmitt, Larvikitt og Flisa-gabbro hadde praktisk talt samme innhold av kationer i AL-ekstraktet fra 3,22 til 3,97 m.e. pr. 100 g mens innholdet i HNO₃-ekstraktet varierte fra 10,06 til 88,70 m.e. pr. 100 g.

Nå er det imidlertid klart at det i de tall som her er oppgitt som syreløselig også er endel lettløselige kationer. Om differansen mellom syreløselige og lettløselige kationer skulle

brukes som et mål for bergartenes næringsressurser på lengre sikt (Semb, 1962), ville resultatet bli at Larvikitt hadde størst ressurser og dernest grønskifer, amfibolitt, basalt og Flisa-gabbro.

Innholdet av kationer i de enkelte bergarter varierte mye både i AL- og HNO₃-ekstraktet ($P \leq 0,001$). Som vist i tabell 4 utgjorde kalsium-andelen i AL-ekstraktet i gjennomsnitt

Tabell 4. Prosentvis sammensetning av kalsium, magnesium, kalium og natrium i nysprengt materiale.

Chemical composition of newly crushed material.

Bergart	AL-ekstraktet				HNO ₃ -ekstraktet			
	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
Iddefjordsgranitt	82,7	6,7	4,3	6,3	29,3	49,0	20,0	1,7
Flisagabbro	89,0	8,3	1,0	1,7	46,7	43,0	6,7	3,6
Larvikitt	35,7	5,0	6,3	53,0	34,3	23,3	5,7	36,7
Drammensgranitt	77,0	10,0	5,0	8,0	36,3	54,7	5,7	3,3
Oppdals-sparagmitt	95,7	2,0	1,3	1,0	47,0	39,0	12,0	2,0
Valdres-skifer	83,0	11,7	3,3	1,7	29,7	67,0	2,0	1,3
Basalt	96,0	3,0	0,3	0,7	58,0	36,0	4,7	1,3
Grønskifer	94,0	4,3	0,3	1,3	26,0	59,3	13,7	1,0
Amfibolitt	98,3	1,0	0,3	0,3	58,7	29,3	11,7	0,3
Gj.snitt	83,5	5,8	2,5	8,2	40,7	44,5	9,1	5,7

for alle bergarter 83,5 %, men her varierte innholdet fra 98,3 % i amfibolitt til 35,7 % i Larvikitt. I HNO₃-ekstraktet utgjorde kalsium-andelen i gjennomsnitt bare 40,7 %. Også her var kalsium-prosenten størst i amfibolitt med 58,7 %, men minst i grønskifer med 26 %. Variasjonen i magnesium-innhold var minst like stor. I AL-ekstraktet utgjorde magnesium i gjennomsnitt 5,8 % av de målte kationer. Innholdet var høgst i Valdres-skifer, 11,7 %, og minst i amfibolitt med 1,0 %. Også i HNO₃-ekstraktet var magnesium-andelen størst i Valdres-skiferen med 67,0 %, men her var innholdet minst i Larvikitt med 23,3 %. I gjennomsnitt var magnesiumprosenten meget høy i HNO₃-eks-

traktet. Den utgjorde 44,5 % av kationene — altså betydelig høyere andel enn for kalsium. Kalium-andelen var låg både i AL- og HNO₃-ekstraktet, henholdsvis 2,5 og 9,1 %. I AL-ekstraktet utgjorde kalium bare 0,3 % av de målte kationer både i basalt, grønskifer og amfibolitt. Innholdet var størst i Larvikitt med 6,3 %. Også natrium-andelen var liten i begge ekstrakter. I AL-ekstraktet utgjorde den i gjennomsnitt 8,2 % og i HNO₃-ekstraktet 5,7 %. Den var ved begge ekstraksjonsmetoder størst i Larvikitt med henholdsvis 53,0 og 36,7 % og minst i amfibolitt med 0,3 % både i AL-ekstraktet og HNO₃-ekstraktet.

Forholdet mellom lettløselige og syreløselige kationer var svært vari-

abelt. Av kalsium ble det i gjennomsnitt målt ca. 5 ganger så store mengder i HNO₃-ekstraktet som i AL-ekstraktet, men også her var variasjonene mellom bergartene meget store. I amfibolitt var forholdet tilnærmet 1 : 1, mens det i Larvikitt var ca. 1 : 22. For magnesium var forholdet mellom innhold i AL- og HNO₃-ekstraktet i gjennomsnitt 1 : 88, men også her varierte det mye, fra 1 : 55 i Valdres-skifer til 1 : 162 i grønnskifer. I kalium var det gjennomsnittlige forholdstall ca. 1 : 40 og her varierte det fra 1 : 5 i Valdres-skifer til 1 : 375 i amfibolitt. Forholdet mellom lettøselig og syreløselig natrium var derimot lågt, ca. 1 : 7, og her var også forskjellene mellom bergartene mindre, fra ca. 1 : 3 i basalt til ca. 1 : 16 i Larvikitt.

B. Fraksjon

Innholdet av kationer tiltok med minkende partikkelstørrelse i begge ekstrakter ($P \leq 0,01$). I AL-ekstraktet økte mengden av kationer fra 11,68 m.e. i den grøveste fraksjonen til 14,13 m.e. i den midlere og 20,72 m.e. pr. 100 g masse i den fineste fraksjonen. I HNO₃-ekstraktet var økningen større. Tilsvarende tall var der 45,61, 56,77 og 62,34 m.e. pr. 100 g masse.

Den prosentvise andel av ulike kationer endret seg derimot lite med avtakende partikkelstørrelse (tabell 5). I HNO₃-ekstraktet var det ingen klar

tendens til verken økning eller minning i noen av de undersøkte kationer bortsett fra natrium. I AL-ekstraktet var derimot tendensen til systematiske variasjoner større, men heller ikke der var utslagene signifikante. Når det gjelder kalsium var andelen praktisk talt lik i alle fraksjoner, men her syntes det å være et samspill mellom bergart og fraksjon. I Iddefjordsgranitt, Flisa-gabbro, Oppdals-sparagmitt, basalt og grønnskifer avtok kalsium-andelen med minkende partikkelstørrelse, mens den i Drammensgranitt og Valdres-skifer økte. Magnesium- og kalium-andelen økte svakt med minkende partikkelstørrelse. Også her syntes det å være et samspill mellom bergart og fraksjon, men da omvendt av hva det var for kalsium. Heller ikke for natrium var det noen signifikant forskjell i innholdet med minkende partikkelstørrelse, sjøl om gjennomsnittstallene etter begge ekstraksjonsmetoder viste avtagende natriuminhold. Dette skyldes at denne tendensen bare var tydelig i to bergarter — nemlig Larvikitt og Drammensgranitt. Der var imidlertid utslagene klare. I AL-ekstraktet avtok natrium-andelen i Larvikitten fra 56,0 til 55,0 og 49,0 % og i Drammensgranitten fra 9,5 til 8,0 og 6,5 %, og i HNO₃-ekstraktet fra henholdsvis 42,0 til 36,0 og 31,0 % i Larvikitten og fra 5,0 til 3,0 og 2,0 % i Drammensgranitten.

Tabell 5. Prosentvis fordeling av kalsium, magnesium, kalium og natrium i ulike fraksjoner.

Effect of grade size on the chemical composition of the material.

Partikkelstørrelse	AL-ekstraktet				HNO ₃ -ekstraktet			
	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
2—0,6 mm	83,9	5,0	2,3	8,8	42,8	42,8	8,8	5,6
0,6—0,2 mm	83,4	5,8	2,4	8,4	38,0	46,7	9,8	5,4
0,2—0,06 mm	83,2	6,5	2,6	7,7	41,2	45,1	8,8	5,0

3. Frigjøring av kationer ved forvitring

Som nevnt ble sammensetningen av filtratet bestemt fire ganger i forsøkeperioden. Innholdet av de antatt viktigste kationer, kalsium, magnesium, kalium og natrium, ble da målt. Videre ble den ukentlige avspalting av kationer beregnet ved å måle ledningsevnen i filtratet multiplisert med filtratmengden. For å få stadfestet at den målte mengde kationer virkelig var representativ for den totale avspalting av kationer, ble det foretatt korrelasjonsberegninger som tre av de fire gangene ga en korrelasjonskoeffisient over 0,98. Av en eller annen grunn skilte resultatene den 16. uke seg ut da korrelasjonskoeffisienten var ca. 0,90. Stort sett lå den beregnede mengde kationer litt over den målte mengde. Imidlertid var det her nokså markerte forskjeller mellom bergartene. Særlig i Flisa-gabbro, men dels også i basalt og grønskifer var den beregnede mengde dels betydelig større enn den målte mengde kationer. Dette synes å skyldes mineralsammensetningen i disse bergarter med en betydelig avspalting av andre, ikke-målte kationer, f. eks. jern m.f.

A. Hovedeffekter

Bergart. Tabell 6 viser at avspaltingen av kationer varierte svært mellom ulike bergarter ($P \leq 0,001$). I løpet av de 52 ukene forsøket pågikk ble det frigjort mest kationer fra amfibolitt, Flisa-gabbro og basalt, ca. 4,25 m.e. pr. 100 g, og der nest fra grønskifer med 3,67 m.e. Deretter var det et relativt stort sprang til Oppdals-sparagmitt med ca. 3,13 m.e. og Larvikitt, Iddefjordsgranitt, Valdres-skifer og Drammensgranitt med fra ca. 2,50 til 2,80 m.e. pr. 100 g.

Også den prosentvise andel av ulike kationer varierte sterkt mellom bergartene ($P \leq 0,001$). Innholdet av kalsium utgjorde i gjennomsnitt 42,1 % av de målte kationer (tabell 6). Kalsium-andelen var størst i amfibolitt med ca. 53 % og i Oppdals-sparagmitt og Flisa-gabbro med ca. 47 %. Den var minst i Larvikitt med ca. 31 % og basalt, grønskifer og Valdres-skifer med fra 37 til 39 %, mens den lå svært nær gjennomsnittet for granittene. Magnesium-andelen utgjorde i gjennomsnitt 12,6 % og den varierte relativt lite. Den var minst i amfibo-

Tabell 6. Virkning av bergart på avspalting av kationer (kalsium, magnesium, kalium og natrium) pr. år.

Effect of rock on the chemical composition of the weathering products.

Bergart	Total mengde kationer i m.e. pr. 100 g pr. år	Sammensetning i %			
		Ca	Mg	K	Na
Iddefjordsgranitt	2,69	40,5	13,9	4,3	41,1
Flisagabbro	4,25	46,8	13,9	9,4	29,7
Larvikitt	2,81	31,1	12,1	4,1	52,4
Drammensgranitt	2,47	43,2	13,2	5,1	38,3
Oppdals-sparagmitt	3,13	47,8	11,7	5,2	35,1
Valdres-skifer	2,55	39,7	14,8	4,8	40,6
Basalt	4,19	37,1	11,9	20,9	30,1
Grønskifer	3,67	38,2	11,2	17,8	32,6
Amfibolitt	4,29	53,7	10,6	10,1	25,5
Gj.snitt	3,34	42,1	12,6	9,1	36,2

litt med 10,6 % og størst i Valdres-skifer der den utgjorde 14,8 %. Ellers var variasjonen innenfor en margin på $\pm 1,4$ % fra gjennomsnittet. Kalium-andelen utgjorde i gjennomsnitt 9,1 %, men her var variasjonene meget store. Andelen var minst i Larvikitt, Iddefjordsgranitt, Valdres-skifer, Drammensgranitt og Oppdals-sparagmitt med henholdsvis 4,1, 4,3, 4,8, 5,1 og 5,2 %. I Flisa-gabbro og amfibolitt utgjorde kalium-andelen ca. 10 %, mens den i basalt og grønskifer var henholdsvis 20,9 og 17,8 %. Natrium-innholdet i filtratet var relativt høgt. I prosent utgjorde det i gjennomsnitt 36,2 % av det totale kationinnhold. Innholdet var lågest i amfibolitt, Flisa-gabbro, basalt og grønskifer med henholdsvis 25,5, 29,7, 30,1 og 32,6 % og høgst i Larvikitt med 52,4 %. I de andre bergarter utgjorde natrium-andelen fra ca. 35 til 41 %.

Fraksjon. Frigjøringen av stoffer økte med minkende partikkelstørrelse ($P \leq 0,001$). I løpet av forsøksperioden ble det i fraksjon 2—0,6 mm totalt frigjort 2,13 m.e. kationer og i de to andre fraksjonene 0,6—0,2 og 0,2—0,06 mm henholdsvis 3,89 og 3,99 m.e. pr. 100 g. Også sammensetningen av filtratet endret seg med endringer i partikkelstørrelsen ($P \leq 0,01$). Innholdet av kalsium og kalium økte med minkende partikkelstørrelse fra henholdsvis 38,5, 41,7 og 45,8 % og 7,4, 8,6 og 11,3 %, mens andelen av magnesium og natrium avtok fra henholdsvis 14,1, 11,9 og 11,8 % og 39,8, 37,8 og 31,0 % (figur 3).

Vanninnhold. Tildekking av forsøkskarene med glassplate reduserte vannfordampningen til et minimum. I gjennomsnitt for heile forsøksperioden, fraksjon og bergart var det en fordampning av vatn pr. uke fra de udekkede karene på 26,3 ml, mens til-

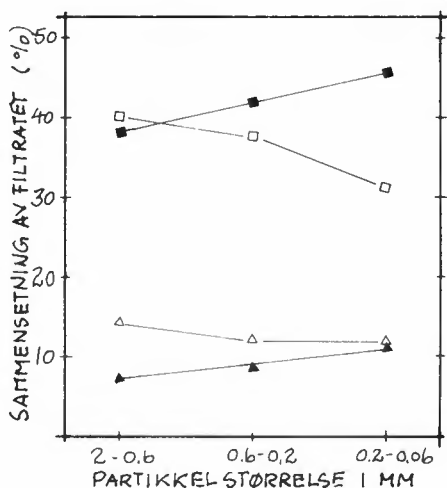


Fig. 3. Virkning av partikkelstørrelse på sammensetning av filtratet.

■ Kalsium
□ Natrium
▲ Kalium
△ Magnesium

Effect of grade size on the composition of cations in the liquid leachate.

svarende tall for de karene som var dekket med glassplate var 2,1 ml. Denne uttørringen av de udekkede karene førte til en signifikant reduksjon i avspaltingen av stoffer. Mens det i forsøksperioden totalt ble frigjort 3,06 m.e. kationer pr. 100 g i de udekkede karene, ble det i de dekkede karene frigjort 3,61 m.e. pr. 100 g.

Dekkingen førte også til endringer i filtratsammensetningen. I karene som var dekket økte kalsium-innholdet fra 39,2 til 44,8 % ($P \leq 0,01$), mens natrium og dels magnesium-innholdet sank fra henholdsvis 38,7 til 33,8 % og 13,1 til 12,3 %. Kalium-andelen syntes også å være påvirket av vanninnholdet i filtratet.

Tid. Som det framgår av figur 4 var avspaltingen av kationer sterkt temperaturavhengig. Og fordi det i forsøksperioden var umulig å holde

konstant temperatur, ble resultatene noe forvirrende.

Frigjøringen av kationer økte kraftig de første 15—16 ukene, fra 0,06 til 0,08 m.e. pr. 100 g pr. uke. I denne tiden var temperaturen praktisk talt konstant. Fra 16. til 32. uke avtok temperaturen og særlig avspaltingen sterkt, fra 0,08 til 0,05 m.e. pr. 100 g pr. uke. Deretter økte temperaturen gradvis til den igjen var på samme nivå som de første 15—16 ukene av forsøksperioden, men uten at frigjøringen av kationer kom opp på samme nivå som i slutten av denne perioden. Dette kan tyde på en relativt rask reduksjon i frigjøring av kationer fra nyknust materiale. Denne tendensen blir langt mer markert og entydig om man korrigerer for temperatur. Da får man en kurve som

viser en markert økning i frigjøring av kationer fram til 15.—16. uke og deretter en gradvis reduksjon fram til 52. uke.

Også sammensetningen av filtratet endret seg med tiden. Den prosentvise andel av kalsium holdt seg praktisk talt konstant eller avtok svakt med tiden. Ved første måling utgjorde kalsium-andelen 41,4 %, mens den ved 2., 3. og 4. registrering utgjorde henholdsvis 40,5, 40,0 og 40,1 %. Magnesium-andelen holdt seg relativt konstant, mens kalium-andelen sank fra 10,4 % ved første måling til henholdsvis 9,1, 8,4 og 8,3 % etter 16, 33 og 52 uker ($P \leq 0,01$). Natrium-andelen økte fra 36 % tredje uken til 37 % 16. uke og 39,3 % 33. uke, mens det ved siste måling var en svak nedgang til 38,4 %.

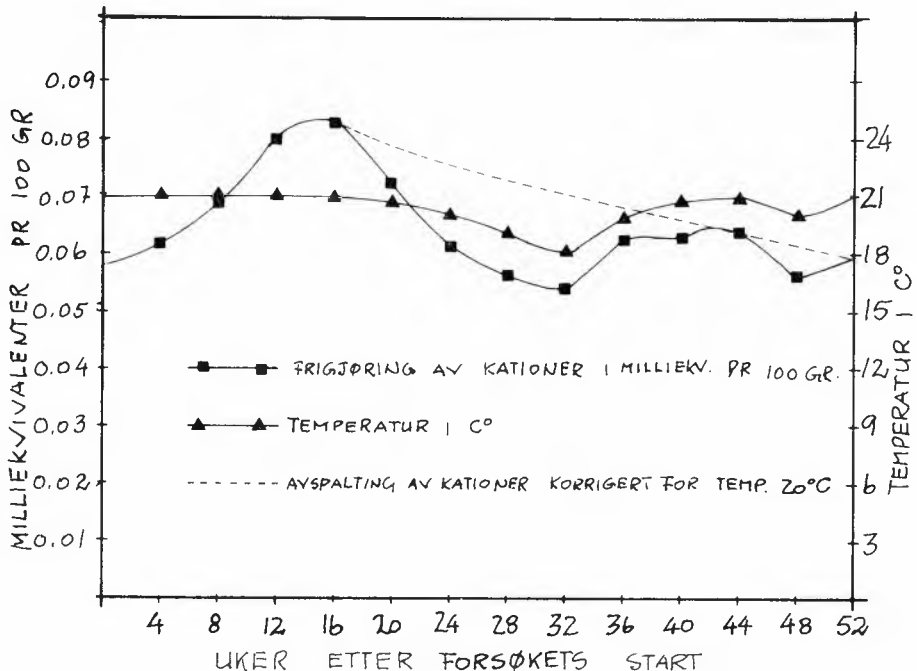


Fig. 4. Virkning av tid på avspaltingen av kationer.

Effect of time on the chemical weathering.

B. Samspillseffekter

Bergart & fraksjon. I dette forsøket ble det ikke funnet signifikant samspill mellom disse to faktorer når det gjelder total avspalting av kationer. Som nevnt tidligere økte frigjøringen av kationer med minkende partikkelstørrelse. Denne økningen var imidlertid omtrent lik for alle bergarter. Derimot virket partikkel-

størrelsen ulikt på sammensetningen av kationene. Kalsium-andelen økte stort sett med minkende partikkelstørrelse hos de fleste bergarter, men som vist i figur 5 gjaldt ikke dette Larvikitt. Der var det en svak nedgang fra 31,4 til 31,2 og 30,7 %. Imidlertid var ikke samspillene mellom bergart og fraksjon så store at de i den faktorielle variansanalysen ble

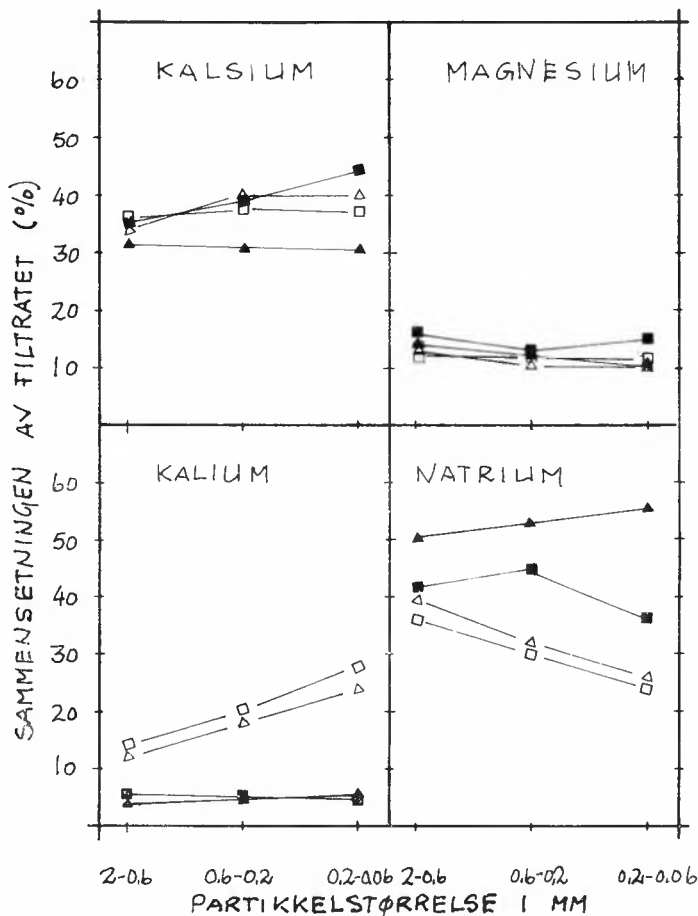


Fig. 5. Virkning av bergart og partikkelstørrelse på sammensetningen av filtratet.

- Valdres-skifer
- ▲ Larvikitt
- Basalt
- △ Grønnskifer

Effects of rock-type and grade size on the composition of cations on the liquid leachate.

registrert som signifikante. Magnesium-andelen varierte lite, fra ca. 10 til ca. 16 % og den var relativt upåvirket både av bergart og fraksjon. Derimot ble det funnet et signifikant samspill mellom bergart og fraksjon i kalium-innhold ($P \leq 0,01$). Hos de fem mest næringsfattige bergarter, Iddefjordsgranitt, Drammensgranitt, Larvikitt, Oppdals-sparagmitt og Valdres-skifer lå kalium-andelen mellom 4,1 og 5,2 % (tabell 6) og i gjennomsnitt for disse bergarter var den i fraksjonene 2—0,6 mm, 0,6—0,2 mm og 0,2—0,06 mm henholdsvis 4,8, 4,2

og 5,0 %. Hos de mest næringsrike bergarter, amfibolitt, Flisa-gabbro, basalt og grønnskifer, økte kalium-andelen med minkende partikkelstørrelse fra 10,8 til 14,1 og 18,9 % i de tre fraksjonene. Også i natrium-innhold var det et svakt samspill mellom bergart og fraksjon ($P \leq 0,05$). Natrium-andelen avtok klart med minkende partikkelstørrelse hos de fem mest næringsrike bergarter, amfibolitt, Flisa-gabbro, basalt, grønnskifer og Oppdals-sparagmitt, mens den hos begge granittene og Valdres-skiferen var høgst ved en midlere

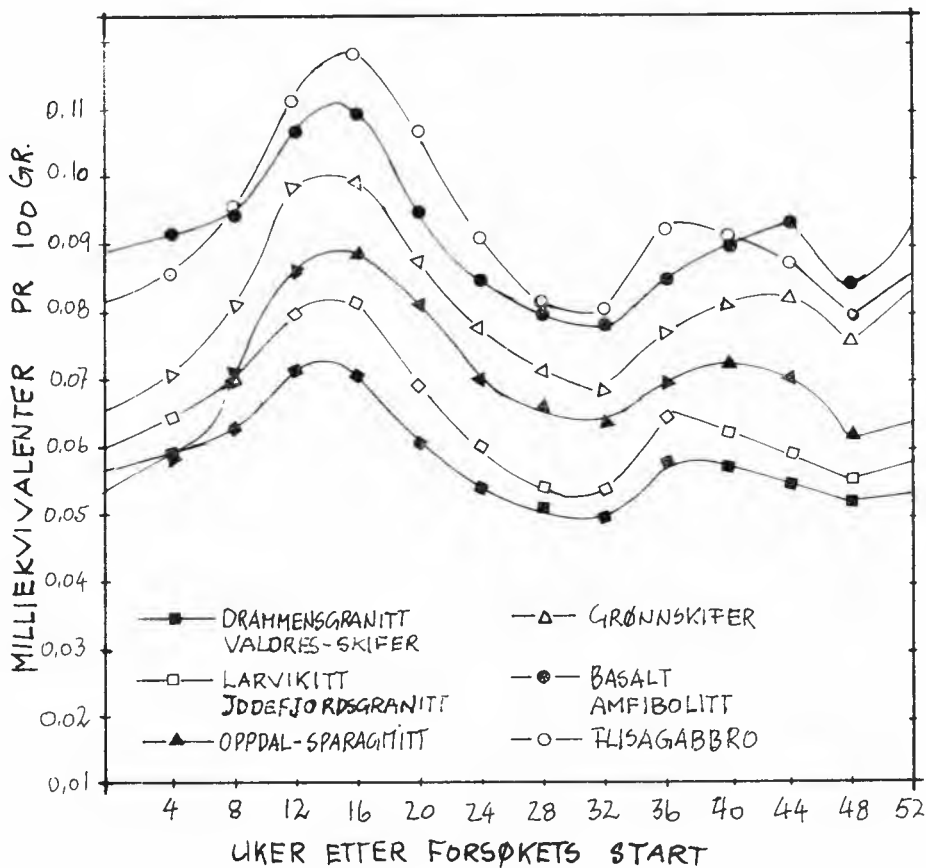


Fig. 6. Virkning av bergart og tid på avspaltingen av kationer.
Effects of rock-type and time on the chemical weathering.

partikkelstørrelse. Hos Larvikitten økte natrium-andelen med minkende partikkelstørrelse fra 50,4 til 52,9 og 54,4 %.

Bergart x vanninnhold. Mellom disse to faktorer ble det ikke funnet signifikante samspill hverken for total kationavspalting eller sammensetning av filtratet.

Bergart x tid. Som det går fram av figur 6 var tendensen i avspalting hos de enkelte bergarter lik den som er vist i figur 4. Frigjøringen av stoffer økte fram til 16. uke, avtok deretter fram til 32. uke for alle bergarter, hvorpå den igjen økte fram til 36. uke. Derfra og ut til avslutningen av forsøket var imidlertid utviklingen noe forskjellig. Hos Drammensgranitt og Valdres-skifer, som hadde noenlunde samme avspalting gjennom forsøksperioden, Larvikitt og Iddefjordsgranitt også med omtrent lik avspalting, samt hos Flisa-gabbro avtok igjen frigjøringen av stoffer fram til 48. uke. Hos Oppdals-sparagmitt derimot fortsatte avspaltingen å øke fram til 40. uke og hos grønnskifer, basalt og amfibolitt heilt fram til 44. uke. Deretter avtok avspaltingen fram til 48. uke, hvorpå den hos alle bergarter igjen økte fram til slutten av forsøket. Størrelsesordenen av denne siste økningen var imidlertid nokså forskjellig hos de ulike bergartene. Den var minst hos Drammensgranitt, Valdres-skifer, Larvikitt, Iddefjordsgranitt og Oppdals-sparagmitt og størst hos grønnskifer, basalt, amfibolitt og Flisa-gabbro. Denne forskjell i avspalting fra 36. uke og utover synes å henge sammen med ulike næringsressurser i bergartene, og det er vel først og fremst på grunnlag av denne utviklingen at det i dette materiale er funnet et svakt samspill mellom bergart x tid ($P \leq 0,05$). Fra 36. uke og fram til avslutningen av forsøket avtok avspaltingen av kationer i Iddefjordsgranitt

og Larvikitt med over 15 %. I Flisa-gabbro, Drammensgranitt og Valdres-skifer med ca. 12 % og i Oppdals-sparagmitt med ca. 10 %. I de øvrige bergartene, grønnskifer, basalt og amfibolitt, økte frigjøringen av stoffer med ca. 9 %. Denne forskjell i næringsressurser blir ytterligere klar om man ser på reduksjonen i avspalting fra 16. uke til avslutningen av forsøket. Her var nedgangen minst hos grønnskifer, fra 0,09 til 0,07 m.e. og basalt og amfibolitt fra 0,1 til ca. 0,08 m.e. pr. uke eller ca. 18 %. Deretter var det et stort sprang opp til Flisa-gabbro som hadde en nedgang fra ca. 0,11 til 0,08 m.e. pr. uke eller ca. 28 % og Oppdals-sparagmitt med ca. 32 % nedgang. Størst var nedgangen hos Drammensgranitt og Valdres-skifer med ca. 33 % og Iddefjordsgranitt og Larvikitt med ca. 36 %.

Også når det gjaldt sammensetningen av filtratet var det samspill mellom bergart og tid. Dette samspillet var ikke signifikant for kalium, der frigjøringen avtok med tiden for praktisk talt alle bergarter bortsett fra Larvikitt, og heller ikke for natrium, der avspaltingen økte med tiden for alle bergarter. For kalsium og magnesium derimot var det et svakt samspill. Dette skyldtes hovedsakelig at kalsium-andelen i de mest næringsrike bergarter som amfibolitt, Flisa-gabbro, basalt, grønnskifer og dels også Oppdals-sparagmitt, økte med tiden, mens den avtok hos de andre bergarter. Når det gjelder magnesium-innhold, var situasjonen omvendt (figur 7).

Fraksjon x vanninnhold. Tildekkingen av forsøkskarene med redusert fordampning og dermed økt vanninnhold i massene virket forskjellig på avspaltingen av stoffer i ulike fraksjoner ($P \leq 0,05$). I den grøvste fraksjonen 2—0,6 mm var den ukentlige avspalting av kationer praktisk

talt lik i de udekka og dekkarene, ca. 0,04 m.e. I den midlere fraksjon var avspaltingen betydelig høyere, henholdsvis 0,07 m.e. pr. 100 g i de udekka karene og 0,08 m.e. i de dekkarene. I finfraksjonen 0,2—0,06 mm var avspaltingen av kationer i de udekka karene mindre enn i den midlere fraksjonen, knapt 0,07 m.e., mens den i de dekkarene økte ytterligere til litt over 0,08 m.e. pr. 100 g pr. uke.

Sammensetningen av filtratet var også forskjellig i de ulike fraksjoner ved ulikt vanninnhold. Magnesium- og kalium-andelen var ikke påvirket av de to ovenfornevnte faktorer, mens derimot kalsium- og natriuminnholdet endret seg svakt ($P \leq 0,05$). I den grøveste fraksjonen var det relativt stor forskjell mellom innholdet i de udekka og dekkarene, for kalsium henholdsvis 33,5 og

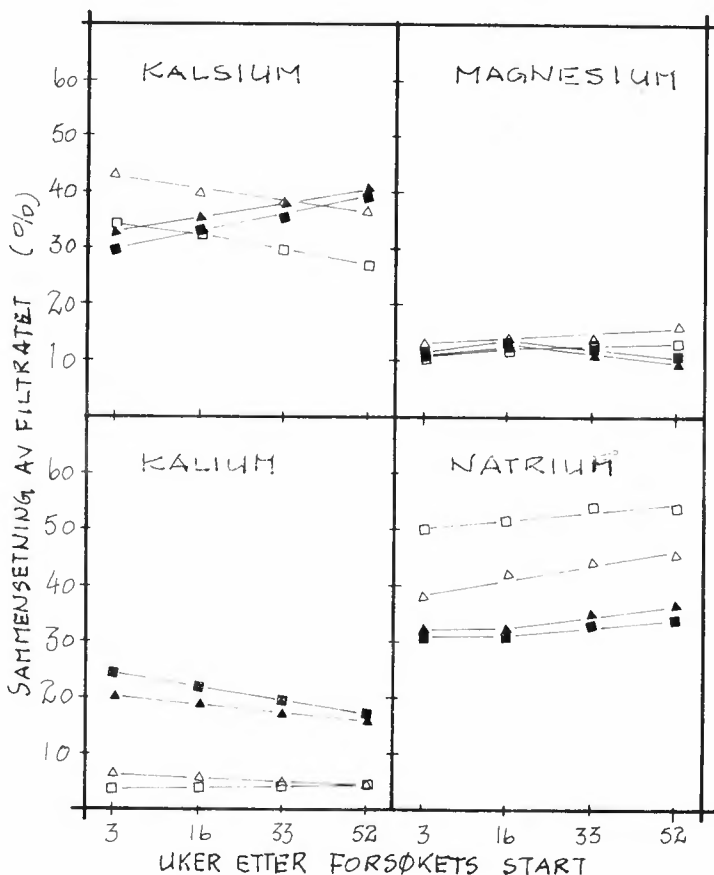


Fig. 7. Virkning av bergart og tid på sammensetningen av filtratet.

- ▲ — Grønnskifer
- ■ — Basalt
- △ — Iddefjordsgranitt
- □ — Larvikitt

Fig. 7. Effects of rock-type and time on the composition of cations in the liquid leachate.

42,5 % og for natrium 38,0 og 45,2 %. Denne forskjell avtok med minkende partikkelstørrelse, slik at den i den fineste fraksjonen for kalsium var henholdsvis 44,0 og 47,2 % og for natrium 30,3 og 31,4 % (figur 8).

Fraksjon x tid. Samspillet mellom fraksjon og tid med hensyn til avspalting av kationer vist i figur 9, viser at trenden i avspalting stort sett var den samme for alle fraksjo-

ner gjennom forsøksperioden, men at utslagene i positiv og negativ retning økte med minkende partikkelstørrelse.

Senkningen av temperaturen i forsøksrommet i tiden 16. til 32. uke førte således til en reduksjon i avspaltingen av kationer i den grøveste fraksjonen på ca. 0,02 m.e., mens den tilsvarende reduksjon i de to andre fraksjoner var på ca. 0,03 og 0,04 m.e. pr. 100 g for henholdsvis den

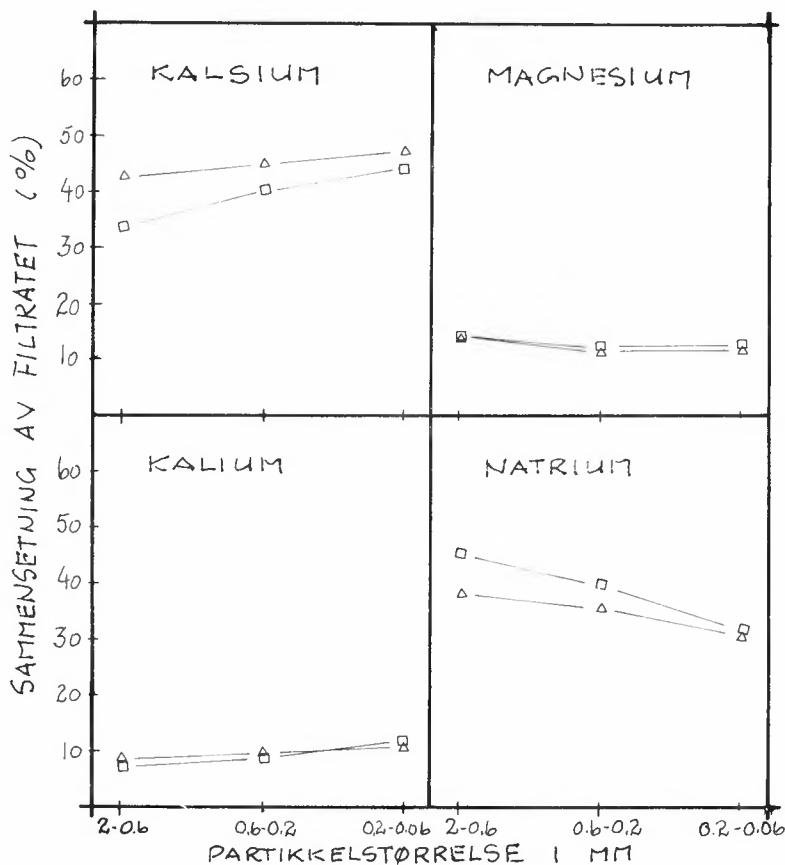


Fig. 8. Virkning av partikkelstørrelse og vanninnhold på sammensetningen av filtratet.

△ Høgt vanninnhold □ Lågt vanninnhold

Effects of grade size and content of water on the composition of cations in the liquid leachate.

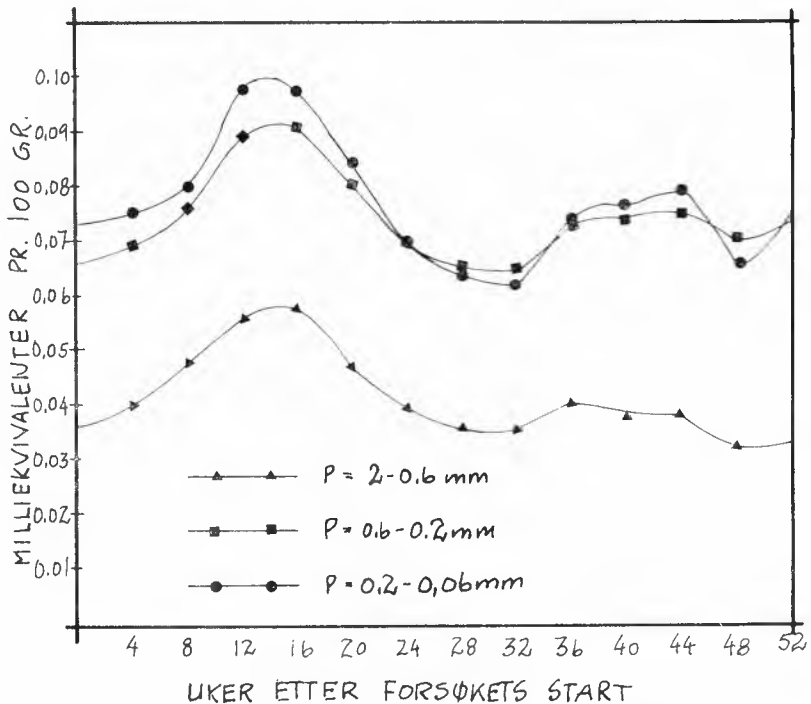


Fig. 9. Virkning av partikkelstørrelse og tid på avspaltingen av kationer.

Effects of grade size and time on the composition of cations in the liquid leachate.

midlere og fineste fraksjon. Økningen i temperatur i tiden 32. til 44. uke førte til en økning i avspaltingen som for den grøvste fraksjonen bare var ubetydelig og for den midlere fraksjon med ca. 0,01 m.e. og den fineste med ca. 0,02 m. e. pr. 100 g. Videre var avspaltingen i tiden 44. til 48. uke og fra 48. til den 52. uke svært forskjellig i de tre fraksjonene.

Også i filtratsammensetning var det et samspill mellom fraksjon og tid. Dette samspillet var signifikant bare for kalsium, kalium og natrium. Som vist i figur 10 økte kalsiumandelen i grovfraksjonen med tiden. I begynnelsen av forsøksperioden utgjorde den ca. 33 % av kationmengden i filtratet og ved avslutningen av forsøket ca. 46 %. I den midlere

fraksjon holdt kalsium-andelen seg rundt 40 % heilt til slutten av forsøket da den gikk opp til ca. 46 %. I finfraksjonen sank kalsiumandelen jevnt fra ca. 49 % til 40 %.

Kalium-innholdet varierte mindre enn kalsium-innholdet. Også her var tendensen at kaliumandelen økte med tiden i grovfraksjonen fra ca. 7 % den tredje uken til ca. 8 % ved slutten av forsøket og avtok i finfraksjonen fra 13,4 til 9,6 %.

Natriumandelen av filtratet avtok i grovfraksjonen fra 46,3 % i begynnelsen av forsøket til 31 % ved forsøkets slutt. I den midlere fraksjonen økte andelen av natrium fram til 33. uke fra 35,8 til 42 %, men avtok slik at den ved forsøkets slutt var ca. 40 %. I finfraksjonen derimot økte

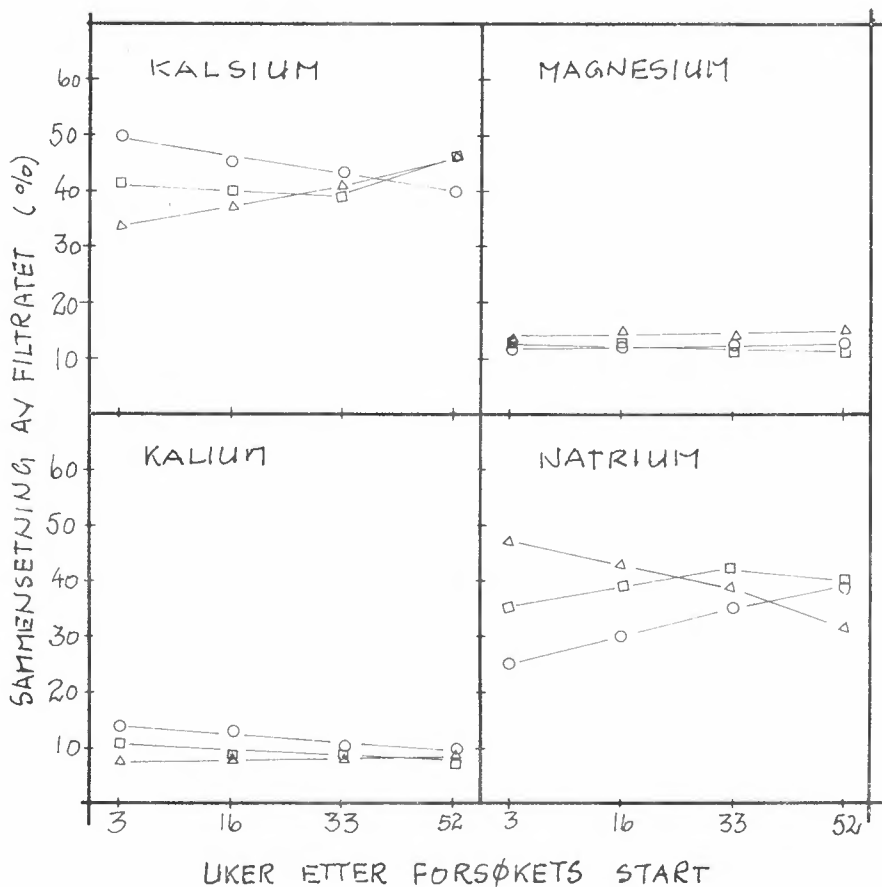


Fig. 10. Virkning av partikkelstørrelse og tid på sammensetningen av filtratet.

— △ — Partikkelstørrelse 2—0,6 mm
 — □ — » 0,6—0,2 mm
 — ○ — » 0,2—0,06 mm

Effects of grade size and time on the composition of cations in the liquid leachate.

natrium-andelen jevnt fra ca. 26 % i begynnelsen av forsøket til ca. 38 % ved forsøkets slutt.

Tid x vanninnhold. Det ble funnet et svakt samspill mellom disse to faktorer med hensyn på total avspalting av kationer, men ikke på sammensetning av filtratet. Som vist i figur 11

artet dette samspillet seg på samme måte som samspillet fraksjon x tid. Utslagene kom ikke først og fremst på grunn av tiden, men på grunn av endrede temperaturforhold i forsøksperioden der utslagene i positiv og negativ retning var større i de dekkede enn de udekkede karene.

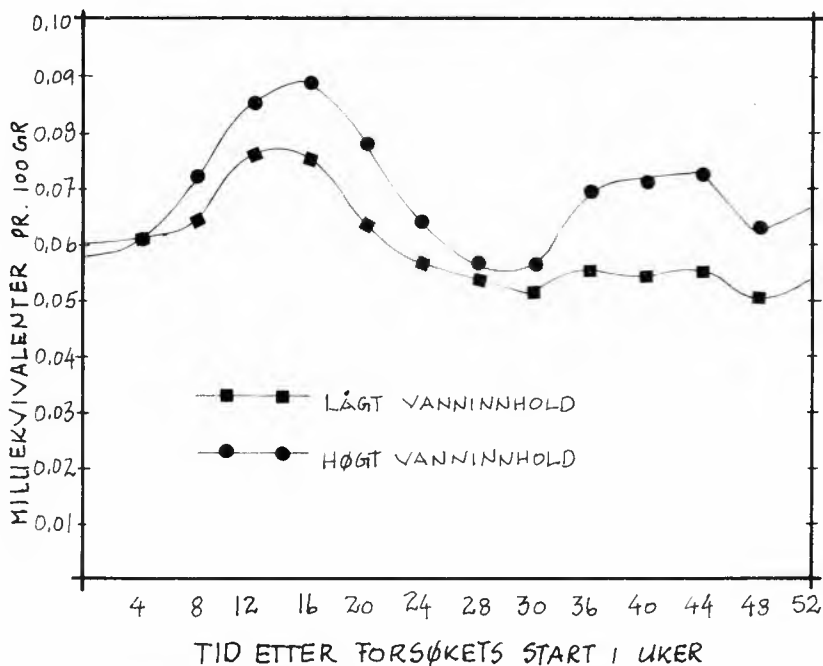


Fig. 11. Virkning av vanninnhold og tid på avspaltingen av kationer.

Effects of watercontent and time on the composition of cations in the liquid leachate.

V. Diskusjon og praktiske konsekvenser av undersøkelsene

Frigjøring av næringsstoffer fra sprekstein har her i landet vært forsøkt målt i praksis en rekke ganger både ved direkte jordanalyser og måling av stoffkonsentrasjonene i sigevatnet fra store steinfyllinger, men uten særlig overbevisende resultat. Ved sigevatnsmålinger har det vært for mange usikkerhetsmomenter — partikkelstørrelse, mengde, bergartssammensetning, nedbør, temperatur osv. — til at resultatene har vært reproducerbare. Også ved regulære jordanalyser har det vært motstridende resultater. Dels har ulike analysemetoder gitt vidt forskjellig resultat og dels har virkningene av klimafaktorene vært så store at ulik-

heter i avspalting mellom bergartene har vært vanskelig å registrere av den grunn. Særlig synes nedbøren å virke sterkt på innholdet av lettløselige stoffer i massene (tabell 7). På steder med stor nedbør, som Bergsdalen, har det på grunn av utvasking sjøl i den meget kalium- og magnesium-rike glimmerskiferen vært registrert betydelig mindre lettløselig kalium og magnesium enn i de relativt næringsfattige bergarter i Hallingdal og Lom. Konsentrasjonen av disse stoffer har vært særlig høy i Lom, men som tabell 8 viser avtar innholdet av næringsstoffer nedover i mediet. Denne opphopning av salter i overflata førte blant annet til at

Tabell 7. Innhold av lettløselig og syreløselig kalium og magnesium i ulike steinfyllinger i Sør-Norge (mg pr. 100 g).

Content of potassium and magnesium in the soil in relations to the precipitation (mg pr. 100 g).

Sted	Års- nedbør	AL-ekstrakt		HNO ₃ -ekstrakt	
		Kalium	Magnesium	Kalium	Magnesium
Bergsdalen	2750 mm	4,0	4,7	1030	1000
Hallingdal	700 »	6,5	5,8	79	113
Lom	300 »	8,4	8,1	93	119

Tabell 8. Innholdet av lettløselig kalium og magnesium i ulike dybde i steinfyllinger i aride strøk (mg pr. 100 g).

Content of potassium and magnesium in the soil in dry regions. The samples taken at different depths (mg pr. 100 g).

Dybde i cm	Kalium	Magnesium
0 — 1	8,4	8,1
7 — 9	4,0	5,7
13 — 17	3,3	5,3

mineralpartiklene i jordoverflata var heilt kvite. Dette skyldes den kapillære vanntransport oppover med utfelling av salter ved fordampningen av vannet.

På grunn av usikkerhetene omkring resultatene av disse praktiske undersøkelser har det vært et klart behov for mer eksakte opplysninger om fysiske og kjemiske forhold i sprengstein av ulikt opphav. Først og fremst fordi gunstige bergarter under driftstiden da kunne plasseres slik at maksimal landskapsestetiske virkninger kunne oppnås ved oppbygningen av fyllingene. Det vil si at de mest næringsrike og lett knusbare bergarter kunne legges på toppen og sidene av fyllingene for dermed å lette revegetasjonsarbeidet, men også

fordi man seinere ved en viss dirigering av massene lettere kunne ta ut masse for bygnings- eller jordbruksformål uten at dette ville virke for uheldig sett fra et landskapsestetisk synspunkt. Videre er det behov for å finne fram til enkle, helst tekniske kriterier for bedømmelse av knusbarheten og næringsressursene hos ulike bergarter.

I dette forsøket viste det seg å være god sammenheng mellom sprøhetstall og partikkelstørrelse. Dette er av en viss praktisk verdi da sprøhetstallet normalt blir oppgitt ved alle steinknuseverk. Bergarter med høgt sprøhetstall — altså de «harde» bergarter som granitt og Larvikitt — ga ved knusing betydelig mindre prosent partikler i finfraksjonene enn de «mjuke» bergarter — Flisa-gabbro, amfibolitt, grønnskifer og basalt (tabell 2). I gjennomsnitt for alle bergarter utgjorde fraksjonen 2—0,6 mm ca. 41 %, fraksjonen 0,6—0,2 mm ca. 26 %, fraksjonen 0,2—0,06 mm ca. 20 % og fraksjonen under 0,6 mm ca. 13 % av alle partikler under 2 mm. Prøver av finmateriale fra pukkverk ga noenlunde samme resultat. Materiale fra tunnelanlegg under drift ga derimot praktisk talt dobbelt så stor prosent partikler i fraksjonen under 0,06 mm — ca. 27 %, mens innholdet i de to mellomfraksjoner var omtrent det samme og i grovfraksjonen til-

svarende mindre, ca. 27 % (*Håbjørg*, 1965). Videre viste det seg at partikkelene i sprengstein var noe mer flisige enn i knust materiale. I gamle fyllinger var derimot partikkelstørrelsen mer lik den man fikk ved knusing i steinknuser. Denne forskjell i partikkelstørrelse henger tydeligvis sammen med endringer i sprengningsteknikken. Moderne sprengningsteknikk pulveriserer bergartene i større grad enn tidligere. Dette har ført til at mens eldre fyllinger var vanskelig å revegetere på grunn av dårlig vann-tilgang, har dagens fyllinger god kappillær vannledning, og under normale nedbørsforhold er det ingen spesielle problemer med vanntilgangen i fyllingene.

Frigjøring av stoffer fra sprengstein eller kjemisk forvitring er hovedsakelig et resultat av overflateaksjoner mellom vann og mineralpartikler. Den prinsipale prosess kan derfor synes enkel, men er i virkeligheten påvirket av så mange faktorer at den må sies å være meget komplisert, uten at man i dette arbeidet skal gå nærmere inn på disse forhold. Her vil først og fremst de praktiske aspekter bli tatt opp til diskusjon.

Vanntilgang er en forutsetning for kjemisk forvitring. Både sammensetning og mengde av vann virker på sammensetning og mengde av forvitningsproduktene. På grunn av forurensetning og topografiske forhold varierer sammensetningen av nedbøren mye her i landet (*Låg*, 1963, *Snekvik* et al., 1973) og det er i en rekke arbeider vist at dette påvirker forvitringen. I dette forsøket ble imidlertid sammensetningen av vannet holdt konstant, mens derimot vanninnholdet i forsøkskarene ble forsøkt variert ved å dekke halvparten av karene med glassplate for dermed å hindre fordampning. Denne behandling førte til en økning i avspaltingen av kationer på mellom 15 og 20 %

sammenlignet med udekkete kar. Økningen var størst i den fineste fraksjonen, noe som delvis skyldes at uttørringen av massene i de udekkete karene vanskeliggjorde inntrengning av vatn i det relativt tette materiale. Ellers er det vist i en rekke arbeider at mengden av forvitningsprodukter stiger med vannmengden (*Struthers*, 1964, *Carroll*, 1970 m. f.). Dette betyr imidlertid ikke at næringsinnholdet i fyllinger på steder med stor nedbør vil være høgre enn på steder med liten nedbør. På grunn av utvasking vil situasjonen være omvendt (tabell 7).

Også sammensetningen av filtratet endret seg svakt ved økt vanninnhold. Magnesium- og kalium-andelen holdt seg noenlunde konstant, mens økningen i kalsium-andelen og senkning i natrium-andelen kan tyde på en viss forskjell i oppløselighet av de to elementer, men denne forskjellen var så liten at den tydeligvis ikke har noen særlig praktisk betydning.

Ettersom kjemisk forvitring som nevnt hovedsakelig er resultatet av en overflateaksjon mellom vann og den enkelte mineralpartikkel, er det ganske klart at en reduksjon i partikkelstørrelsen og dermed en økning i overflatearealet pr. vektenhet vil føre til store endringer i frigjøringen av stoffer. *Baver* (1956) har beregnet denne økningen i overflateareal for en terning med 1 cm² store sider. Ved knusing til partikler i fraksjon 0,1—0,06 mm vil overflaten være ca. 1500 cm² og i leirfraksjonen ca. 31 500 cm². Også i dette forsøket ble det registrert en økning i forvitringen med minkende partikkelstørrelse. Denne økningen var på ca. 80 % ved en reduksjon i partikkelstørrelsen fra 2—0,6 mm til 0,6—0,2 mm. Videre reduksjon i partikkelstørrelse førte imidlertid bare til svak økning i avspaltingen av stoffer. Dette henger tydeligvis sammen med en ufullsten-

dig forsøksmetodikk. Den fineste fraksjonen var tydeligvis så lite porøs at vannet hadde vanskelig for å trenge inn mellom partiklene.

Også sammensetningen av forvittringsproduktene endret seg med partikkelstørrelsen. Andelen av kalsium og kalium økte med minkende partikkelstørrelse, mens natrium og magnesium avtok. Ettersom kalsium og kalium vel må sies å være viktigere næringsstoffer for plantene enn de to andre, er dette et forhold som har en viss praktisk betydning (figur 3).

Som utgangsmateriale for denne undersøkelsen ble det valgt 9 viktige, vel definerte bergarter med stor utbredelse her i landet. Det ble ikke foretatt mineralogiske eller kjemiske analyser av bergartene utenom analyser av lettløselig og syreløselig kalsium, magnesium, kalium og natrium. Dette fordi tidligere arbeider har vist at det synes å være en generell sammenheng mellom kjemisk innhold i bergartene og sammensetningen av forvittringsproduktene (*Hem*, 1959, *Le Grande*, 1958 m. f.). Resultatene av undersøkelsene viser at frigjøringen av stoffer fra disse bergartene varierte svært. I løpet av de 52 ukene forsøket pågikk, ble det frigjort minst kationer fra granittene, Larvikitten og Valdres-skiferen, totalt fra ca. 2,5 til 2,8 m.e. pr. 100 g. Avspaltingen var størst hos amfibolitt, Flisa-gabbro og basalt, der det totalt ble avspaltet fra ca. 4,20 til 4,30 m.e. pr. 100 g eller 50—60 % mer enn hos førstnevnte gruppe. Dernest fulgte grønnskifer med 30—40 % og Oppdals-sparagmitt med ca. 15 % større kation-avspalting. Her er det imidlertid viktig å merke seg ulikhetene i forvitring gjennom forsøksperioden. I alle bergarter økte forvitringen de første 16 ukene, men fra da avtok den sterkt fram til avslutningen av forsøket. Denne reduksjon i forvitring var størst hos de næringsfattige

bergarter, ca. 35 %, men dessuten var den også stor hos Oppdals-sparagmitt og Flisa-gabbro med ca. 30 %. Nedgangen var relativt liten hos grønnskifer, basalt og amfibolitt, ca. 18 % (figur 4 og 6).

Ser man resultatet av forvittringsundersøkelsen i sammenheng med innholdet av lettløselige og syreløselige kationer i bergartsmateriale, er det ingen av de to analysemetoder som peker seg ut som spesielt gode for å forutsi avspaltingen av kationer fra nysprengt materiale. Dette blir enda mer tydelig om man sammenligner sammensetningen av forvittringsproduktene med den prosentvise sammensetning av kalium, magnesium, kalsium og natrium etter de to ekstraksjonsmetoder (tabell 4 og 6). Ut fra gjennomsnittstallene kan det se ut som HNO₃-ekstraktet gir et bedre uttrykk for kalsium- og kalium-innholdet enn AL-metoden, men ser man på resultatene for de enkelte bergarter går det fram at disse er svært forskjellige i forvittringsproduktene og i jordanalysene. Derimot synes det som om bergartenes spesifikke vekt gir et minst like godt utgangspunkt for bedømmelse av næringsressursene i sprengstein (tabell 1 og 6).

Man kan så stille spørsmålet om frigjøringen av næringsstoffer i finknust sprengstein er så stor at den er verd å ta hensyn til. Om man ut fra disse resultater skulle beregne avspaltingen av kationer pr. m³ masse pr. år, ville man få følgende gjennomsnittstall for de 3 fraksjoner (tabell 9).

Tallene gir imidlertid ikke et heilt korrekt bilde av verken det innbyrdes forhold mellom bergartene eller av total avspalting, da beregningene er basert på bare 3 fraksjoner med lik andel av hver fraksjon. I praksis er nok forskjellen mellom bergartene større fordi grovfraksjonen utgjør en

Tabell 9. Total mengde kalsium, magnesium, kalium og natrium frigjort i løpet av forsøksperioden.

The amount of calcium, magnesium, potassium and sodium produced during a year.

Bergart	kg pr. m ³				
	kalsium	magnesium	kalium	natrium	Sum
Drammensgranitt	0,55	0,10	0,13	0,56	1,34
Iddefjordsgranitt	0,57	0,12	0,12	0,67	1,48
Valdres-skifer	0,56	0,13	0,13	0,66	1,48
Larvikitt	0,48	0,11	0,13	0,92	1,64
Oppdals-sparagmitt	0,82	0,12	0,17	0,69	1,80
Grønnskifer	0,82	0,15	0,75	0,81	2,53
Amfibolitt	1,31	0,16	0,49	0,72	2,68
Flisagabbro	1,20	0,22	0,47	0,87	2,76
Basalt	0,90	0,18	1,00	0,84	2,92

forholdsvis mindre andel hos de næringsrike enn de næringsfattige bergarter. Videre er heller ikke forvitringen for fraksjon under 0,06 mm tatt med, samtidig som forsøksmetodikken tydeligvis ikke var god nok til at man fikk optimal forvitring i fraksjonen 0,2—0,06 mm. I motsatt retning trekker det forhold at dette forsøket ble gjennomført ved en temperatur på 18—20° C. Så høg jordtemperatur er det bare i en liten del av året. Og med den sammenheng det er mellom temperatur og forvitring, er det klart at resultatene er for gunstige (figur 4). Imidlertid er det grunn til å understreke at både disse og praktiske forsøk har vist at frigjøringen av stoffer fra sprengstein er meget betydelig. Fra alle typer steinfillinger frigjøres det de første årene så mye kationer at det er nok til å underholde en normal vegetasjon. Etter hvert vil imidlertid forvitringen i de mest næringsfattige

bergarter avta så mye at plantenes behov for næring ikke kan oppfylles. Hos de mest næringsrike bergarter, og særlig da bergarter som avspalter mye kalium og fosfor som grønnskifer og basalt, vil produksjonen hos planter som lever i symbiose med nitrogenerende bakterier og som på den måten er sjølforsynt med nitrogen være fullt på høyde med produksjonen på vanlige jordarter. Finknust materiale av disse bergarter har også vist seg å være meget velegnet som jordforbedringsmiddel til ekstremit humusrike jordarter enten nå disse skal brukes som dyrkingsmedium på idrettsbaner, andre grøntanlegg eller som medium til karplanter osv. Man må vel også kunne si at særlig den amfibolitt som inngikk i dette forsøket med en avspalting på 1,31 kg kalsium pr. m³ pr. år representerer en kalsiumkilde som er av betydning for å heve pH i små vann og vassdrag.

VI. Summary

This paper deals with the physical and chemical conditions in newly crushed material of 9 different types of rock.

The mechanical composition of the rocks after crushing in a rock-crusher was graded into the following particle sizes: 2—0,6 mm, 0,6—0,2 mm, 0,2—0,06 mm and less than 0,06 mm. The three largest particle grades were then examined for their content of calcium, magnesium, potassium and sodium. Here two methods of extraction were employed. AL-extract for easily soluble cations and HNO₃-extract for acid soluble cations. The chemical weathering was examined in the same three particle grades. 275 gram samples of the different types of rock were then placed in lysimeters and 250 ml water were filtered through each sample. The total amount of cations were measured in the resulting liquid leached. The filtering process and subsequent analysis of the filtrates were repeated once weekly over a period of 52 weeks thus imitating a weathering process. The filtrates were analysed for their content of calcium, magnesium, potassium and sodium four times during the period.

During the experiments it was found that the mechanical composition varied considerably for the different types of rock. Rock-types with a low boittle number such as green schists basalt and amphibolite gave a considerably higher percentage of small particles than types of rock with a high boittle number, — Iddefjord-granite, Drammen-granite and syenite. Comparison of material crushed in a stone crusher with material

obtained by blasting showed that the latter method resulted in a higher percentage of small particles and that the material splintered more easily than for the former method.

Results of analysis of easily soluble and acid soluble cations showed considerable variation for the different types of rock. For both methods of extraction the cation content was greatest in amphibolite, basalt and green schists otherwise the results were somewhat contradictory. Also the percentage of the different cations particularly calcium and magnesium varied considerably for the two methods of analysis.

The relationship between the chemical content of cations determined by the two methods of analysis and the amount and composition of substances measured after the "weathering process" was unsatisfactory. During the experimental period the greatest amount of cations was released from basalt, Flisa-gabbro, amphibolite and green schists 2,53—2,92 kg per m³ and least from Drammen-granite, Iddefjord-granite, Valdres-slate and syenite — 1,34—1,64 kg per m³. Total cation release from Oppdal-sparagmite was 1,80 kg per m³. Otherwise as expected the experiments showed that the extent of weathering was highly dependent upon particle size and to a certain extent upon water content and temperature. In addition, the composition of the products obtained as a result of weathering varied considerably for the different rock-types.

Lastly a number of practical aspects in connection with landscaping of large stone tips are discussed.

VII. Litteratur

- Baver, L. D.*, 1956: Soil Physics, 3. ed. John Wiley & Sons, New York.
- Carroll, D.*, 1970: Rock weathering. Plenum Press. New York.
- Egner, H., Riehm, H., und Domingo, W. R.*, 1960: Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. Kungl. Lantbr.högsk. Ann. 26, 199—215.
- Hem, J. D.*, 1959: Study and interpretation of the chemical characteristics of natural waters. U. S. Geol. Survey Watersupply Paper, No. 1473. 269 pp.
- Hillestad, K. O.*, 1973: Sprengstein, tipp og landskap. Kraft og Miljø nr. 2, NVE, Oslo.
- Håbjørg, A.*, 1965: Vegetasjonsproblemer på steinfyllinger. Hovedoppgave, Norges Landbr. høgsk. 1965, 67 pp.
- Håbjørg, A.*, 1972: «Landskapspleie for ingeniører» i Miljøfaktorer i vegplanleggingen. Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Le Grande, H. E.*, 1958: Chemical character of water in igneous and metamorphic rocks of North Carolina. Econ. Geology 53, 178—89.
- Låg, J.*, 1963: Tilføring av plantenæringsstoffer med nedbøren i Norge. Forsk. Fors. Landbr. 14: 553—62.
- Reitemeier, R. F., Holmes, R. S. and Brown, I. C.*, 1948: Release of non exchangeable potassium by greenhouse, Neubauer and laboratory methods. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12, 158—62.
- Semb, G.*, 1962: Forskjell i innholdet av lettoppløselig og syreløselig kalium mellom ulike jordarter og betydningen av dette for prøvetakingsmetodikken. Forskn. og forsøk i landbruket 1962, 297—307.
- Snedecor, G. W., and Cochran, W. G.*, 1967: Statistical methods. Sixth Edition. The Iowa State Univ. Press. Amer. Iowa, USA.
- Snekvik, E., Selmer-Olsen, A. R., Njøs, A., and Bærug, R.*, 1973: Investigations on precipitation from various locations in Norway 1965—71. Meld. Norg. Landbr.-høgsk. 52(13).
- Struthers, P. H.*, 1964: Chemical weathering of strip-mine spoils. The Ohio Journal of Science 1964, 125—32.

I redaksjonen 13.9.1976.

EPLEKVALITETEN PÅ DEN NORSKE FRISKFRUKTMARKNADEN

The quality of apples on the Norwegian fresh fruit market

AV
ATLE KVÅLE

INNHALD

	Side
I. Samandrag	44
II. Innleiing	45
III. Program for innkjøp av prøver og analysemetodar	46
IV. Resultat og drøfting	47
1. Kjemisk innhald og smak	47
2. Fruktfarge	56
3. Fruktstorleik og ytre skadar	57
4. Eplekvaliteten på ulike typer marknader	58
V. Summary	60
VI. Litteratur	61

I. Samandrag

Meldinga gjer greie for ei gransking av kvaliteten hjå norskproduserte og importerte eple som vert omsette på den norske friskfruktmarknaden.

I perioden 20. august 1974 til 1. februar 1976 vart det kjøpt inn prøver frå 13 stader i landet. I alt vart det kjøpt inn 763 prøver av norske eple og 377 prøver av importeple. Prøvestadene omfatta 3 større byar, 5 mindre byar og 5 bygdesentra.

I gjennomsnitt for heile materialet hadde dei norske epla noko høgere syreinnhald, noko lægre innhald av oppløyst turrstoff og litt lægre poeng for smak enn importepla. Skilnadene i oppløyst turrstoff og smak var relativt små.

Ei prosentvis fordeling av prøvene etter smaks-poeng viser at 74 prosent av prøvene av dei norske epla fekk karakteren middels eller betre. For importepla var det tilsvarande talet 87 prosent.

Det er funne statistisk sikker samanheng mellom prosent oppløyst turrstoff og poeng for smak. Poeng for smak stig med om lag 0,4 når oppløyst turrstoff aukar med ei eining. Regresjonsanalysen viser at innhaldet av oppløyst turrstoff må vera minst 10,6 prosent om frukta skal ha ein akseptabel smaks-kvalitet. Regresjonsanalysen indikerer også at ein bestemt auke i sukkerinnhaldet vil gje større utslag i smaks-kvalitet hjå dei norske epla enn hjå importepla.

Granskinga viser at opninga av den norske sesongen er heller svak. I august vart 70 prosent av prøvene karakteriserte som dårlege. I september betra kvaliteten seg slik at 65 prosent av prøvene kom i gruppa middels eller betre. Gjennomgåande var den norske frukta best i oktober og november. I desember gjekk kvaliteten ned, og denne tendensen heldt seg ut sesongen.

Dei fleste sortane oppnådde høgast smaks-poeng til å byrja med. Dette gjeld også seine sortar som 'Filippa', 'Torstein', 'Ingrid Marie' og 'Karin Schneider'. I januar var det berre 'Ingrid Marie' og 'Karin Schneider' som hadde tilfredsstillande kvalitet. Det var tendens til for tidleg marknadsføring av 'James Grieve', 'Prins' som vart marknadsført etter 1. oktober, heldt ikkje mål når det gjaldt smaks-kvalitet.

Starten på importsesongen var også relativt svak. Smaks-kvaliteten var dårleg fram til midten av april. Framover våren og sommaren var kvaliteten jamt god. Mot slutten av importsesongen var det tydeleg tendens til nedgang i kvaliteten. Kvalitetsvariasjonen var like stor for importfrukta som for den norskproduserte.

Importepla hadde noko betre grunnfarge og noko meir dekkfarge (raudfarge) enn dei norske. For dei norske epla er det sikker positiv korrelasjon mellom grunnfarge og smak. Under føresetnad av at frukta ikkje er overmogen, synest grunnfargen vera eit relativt godt kriterium for døming av kvaliteten. Når det gjeld importepla synest ikkje grunnfargen vera noko godt kvalitetskriterium.

Dei norskproduserte epla var meir småfalne og hadde noko meir ytre skadar enn importepla. Av dei norske epla er det særleg 'Prins', 'Sävstaholm', 'Transparente Blanche' og 'Torstein' som dreg middelvekta ned. For dei fleste sortane er det positiv samanheng mellom fruktstorleik og smak. I storleiksgruppa over 100 g var det 88 prosent av prøvene som hadde tilfredsstillande smaks-kvalitet. I storleiksgruppa under 100 g var det tilsvarande talet 61 prosent. Importepla viste same tendens.

Materialet viser tendens til betre smaks-kvalitet og meir raudfarge på

frukta som vert marknadsførd i byane enn på dei mindre stadene. Men skilnadene er ikkje statistisk sikre. Det har vorte marknadsførd meir småfallen vare på dei mindre stadane enn i dei større byane.

Merking av frukta i samsvar med standardreglane var betre gjennomførd i dei større byane enn i dei mindre byane og på tettstadene.

II. Innleiing

Sortering og pakking av norsk frukt er regulert i medhald av lov om kvalitetskontroll med landbruksvarer. Ved innføring av Standardreglane vart det stilt visse minimumskrav til kvaliteten på frukt som skulle omsettast på friskfruktmarknaden. Standardreglane har detaljerte krav til eigenskapar som storleik og ytre skadar (*Norsk Standard for frukt og bær, NS 2800, 1969*). Når det gjeld utvikling og kvalitet er krava mindre presise. Formuleringar som «god kvalitet» og «normalt utvikla» gjev rom for skjøn, og det er opp til den enkelte å avgjera kva som skal leggjast i desse uttrykka.

Hittil har ein hatt få haldepunkt når det gjeld å vurdere kvaliteten på den marknadsførde vara. Ei førebels gransking av eplekvaliteten på Bergensmarknaden viste store kvalitetsvariasjonar både når det galdt norskproduisert og importert vare (*Kvåle og Haugse, 1973*). Ein merka seg at det var ein del ujamn fargesortering, medan storleikssorteringa var bra. Hovudinstrykket var at ein altfor stor del av dei norske epla ikkje heldt mål med omsyn til smaks kvalitet. Dette kom først og fremst av at sukerinnhaldet var for lågt. For importfrukta var det andre faktorar, t. d. lågt syreinnhald og bismak på grunn av overlaging, som drog innstrykket ned.

Ei gruppering av ymse kvalitetskriterier etter butikktipe viser at frukta i daglegvarebutikkane var av dårlegare kvalitet enn i spesialforretningane.

I denne granskinga har det ikkje vore mogeleg å påvisa nokon samanheng mellom pris og smaks kvalitet.

Denne granskinga er ei vidareføring og utviding av den granskinga som vart gjennomført på Bergensmarknaden. Føremålet var å skaffa til vegar data for ei meir eksakt vurdering av kvaliteten på epla som vert marknadsførde i norske forretningar. Ein reknar med at slike data vil vera av verdi for framtidig planlegging i norsk fruktdyrking og for utforming av regelverket for omsetning av frukt.

Granskinga har vorte gjennomført med økonomisk stønad frå Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd og Omsetningsrådet.

Det har vore avgjerande for gjennomføringa av denne granskinga at ein har fått hjelp til innkjøp av prøver. Fylgjande har vore kontaktmenn:

Fylkesgartnar Kristoffer Holt, Vestfold Landbruksselskap, Tønsberg.

Fylkesgartnar Gunnar Vannes, Finnmark Landbruksselskap, Vadsø.

Fylkesgartnar Trygve Reinkind, Aust-Agder Landbruksselskap, Arendal.

Fylkesgartnar Rolv Amdam og fylkesgartnar Karl Arne Aandal, Møre og Romsdal Landbruksselskap, Molde.

Fylkesgartnar Magne Heggli, Nord-Trøndelag Landbruksselskap, Steinkjer.

Fylkesgartnar Ivar Jørgen Amdal,

Sør-Trøndelag Landbruksselskap,
Trondheim.
Redaktør Audun Sletten, Oslo.
Planteinspektør Tord Johansen, Sta-
tens Planteinspeksjon, Tromsø.
Avd.styrar Torkjell Stana og avd.-
styrar Jan Belt, Gartnerhallen,
Stord.
Heradsgartnar Erling Nærby, Rakke-
stad.

Fylkesgartnar Sverre Kråkevik, Hed-
mark Landbruksselskap, Hamar.
Fylkesgartnar Lars Liestøl, Aust-
Agder Landbruksselskap, Evje.
Jordstyreassistent Arne Langli,
Selbu.

Statskonsulent Lars Haugse har
vore med på planlegginga av prosjek-
tet.

Eg vil på denne måten få takka for
verdifull hjelp.

III. Program for innkjøp av prøver og analysemetodar

Prøver på om lag 1 kg vart kjøpte
til vanleg pris i butikkar på fylg-
jande stader:

- a. Større byar:
Oslo, Trondheim, Tromsø
- b. Mindre byar:
Vadsø, Steinkjer, Molde, Tønsberg,
Arendal
- c. Bygdesentra:
Selbu, Brumunddal, Rakkestad,
Stord, Evje

I instruksen for innkjøp av prøver
vart det lagt vekt på at prøvene så
langt råd skulle vera eit gjennom-
snitt av den frukta som fanst på
marknaden på den tid kjøpet vart
gjort. På dei stader der det fanst spe-
sialforretningar skulle det vera med
prøver frå desse. Prøvene omfatta
både importepel og norskprodusert
vare.

Ved innkjøp var det gjort noterin-
gar om pris pr. kg og butikktype. Det
vart også føreteke ei vurdering av
ytre skadar på frukta. Det vart brukt
ein skala frå 0 til 5 der 0 = ingen
ytre skade og 5 = mykje skrumpa
eller minst $\frac{1}{3}$ av fruktskalet skadd
av rote, trykkflekker, insektskadar
eller soppskadar.

I dei større byane vart det kjøpt
inn 7—8 prøver 2 gonger i månaden.
På dei mindre stadene vart det kjøpt
inn 3—5 prøver ein gong i månaden.

Det gjekk til vanleg 2—4 dagar frå
innkjøp og til prøvene vart analyser-
te. På Ullensvang Forsøksgard vart
gjennomsnittleg fruktvekt registrert,
og det vart gjort analyse av oppløyst
turrstoff og syreinnhald. Innhaldet
av oppløyst turrstoff vart bestemt
med eit Abbe-bordrefraktometer med
temperaturregulering. Avlesingane
vart gjorde ved 20° C. Syreinnhaldet
vart bestemt ved titrering med 0,01N
NaOH til pH 8,0 etter ekstraksjon
med varmt destillert vatn. Metoden
er omtala tidlegare (*Kvåle*, 1967).
Syreinnhaldet er oppgitt som eplepsy-
re i prosent av friskvekta.

Fruktfarge og smak vart vurdert
av ei domargruppe på 5—7 personar.
Personalet ved forsøks garden funger-
te som domarar. Smaken vart vur-
dert etter fylgjande skala: 1 = sær-
s dårleg, 2 = dårleg, 3 = middels, 4
= god og 5 = sær- god. For grunn-
fargen vart det gitt poeng etter ein
skala med fylgjande inndeling: 1—2
= sær- dårleg, 3—4 = dårleg, 5—6
= middels, 7—8 = god, 9—10 =
sær- god. Dekkfargen vart vurdert i
prosent av samla overflate.

Mogningsgrad og surleik vart også
vurdert. Domarane vart bedt om å
kryssa av for karakteristikkane umo-
gen/for sur — passeleg mogen/passe-
leg sur — overmogen/for lite sur.
Kvar prøve har fått den karakteri-
stikk som fleirtalet av domarane gav.

IV. Resultat og drøfting

1. Kjemisk innhald og smak

Innkjøpa av prøver vart gjennomfurd i tidsrommet 20. august 1974 til utgangen av januar 1976. Ein fekk såleis med to norske sesongar og ein mellomliggjande importsesong. Det vart i alt kjøpt inn 763 prøver av norske eple og 377 prøver av importeple.

Tabell 1 gjev eit oversyn over korleis prøvene fordelar seg på dei viktigaste sortane. I alt var 37 norskproduserte og 17 utanlandske sortar representerte.

Ei samanlikning mellom den norske og den importerte frukta viser at dei norske epla har noko lægre innhald av oppløyst turrstoff og høgare syre-

innhald enn importepla. Skilnadene i oppløyst turrstoff er likevel mykje mindre enn det ein fann på Bergensmarknaden i 1971—72. Tilsvarende tal frå den nemnde granskinga er 11,5 % for norske eple og 13,6 % for importepla.

Skilnaden i syreinnehald er den same som i den førre granskinga, men syreinnehaldet ligg om lag 30 prosent høgare no enn på Bergensmarknaden i 1971—72. Som ein kunne venta ut frå tala for oppløyst turrstoff, er det liten skilnad i smakspong mellom norskproduserte eple og importeple. Oppløyst turrstoff er eit godt uttrykk for sukkerinnhaldet i frukta. Ein kor-

Tabell 1. Oversyn over sortar og tal prøver av norskproduserte og importerte eple innkjøpt på 13 stader i landet.

Number of samples of different varieties of Norwegian grown and imported apples purchased at 13 different places in Norway.

Norske eple <i>Norwegian</i>		Importerte eple <i>Imported</i>	
Sort <i>Variety</i>	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Sort <i>Variety</i>	Tal prøver <i>Number of samples</i>
Close	17	Golden Delicious	85
Transparente Blanche	34	Granny Smith	85
Sävstaholm	37	Winesap	72
Andre tidlege	9	Red Delicious	63
Prins (Raud og vanleg) ..	48	Morgenduft	15
Melba	8	Spartan	12
James Grieve	47	Dunn's Seedling	12
Andre hausteple	10	Andre	37
Gravenstein			
(Raud og vanleg)	189		
Lobo	39		
Åkerø	75		
Filippa	44		
Torstein (Raud og vanleg)	97		
Ingrid Marie +			
Karin Schneider	60		
Gul Richard	12		
Cox's Pomona	19		
Andre vintereple	19		
Sum 37 sortar <i>Varieties</i> ..	763	17 sortar <i>Varieties</i>	377

Tabell 2. Samanlikning av norske og importerte eple med omsyn til kjemisk samansetnad og smak hjå frukta.

Chemical composition and flavour scores of Norwegian grown and imported apples.

	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids</i> %	Syre <i>Acid</i> %	Smak Poeng <i>Flavour</i> Scores
Norske eple <i>Norwegian</i>	12,2	0,61	3,0
Importeple <i>Imported</i>	12,8	0,45	3,2

relasjonsanalyse mellom oppløyst turrstoff og sukkerinnhald i 'Gravenstein' viste ein r-verdi på 0,995 (Kvåle, 1973). Om lag 80 prosent av det oppløyste turrstoffet er sukker.

Sukkerinnhaldet er ein av dei ein-skildfaktorar som har størst innverknad på smaks kvaliteten (Ljones og Landfald, 1966). Det er difor vanleg å finna relativt god samanheng mel-

lom oppløyst turrstoff og smak. Fig. 1 og 2 viser korleis denne samanhengen har vore for dei norske og dei importerte epla. Korrelasjonskoeffisientane (r) viser at det er statistisk sikker samanheng mellom desse to faktorane i båe gruppene. Det er likevel berre om lag 25 prosent av variasjonen i smaks poeng som kan førast attende til skilnader i innhaldet av

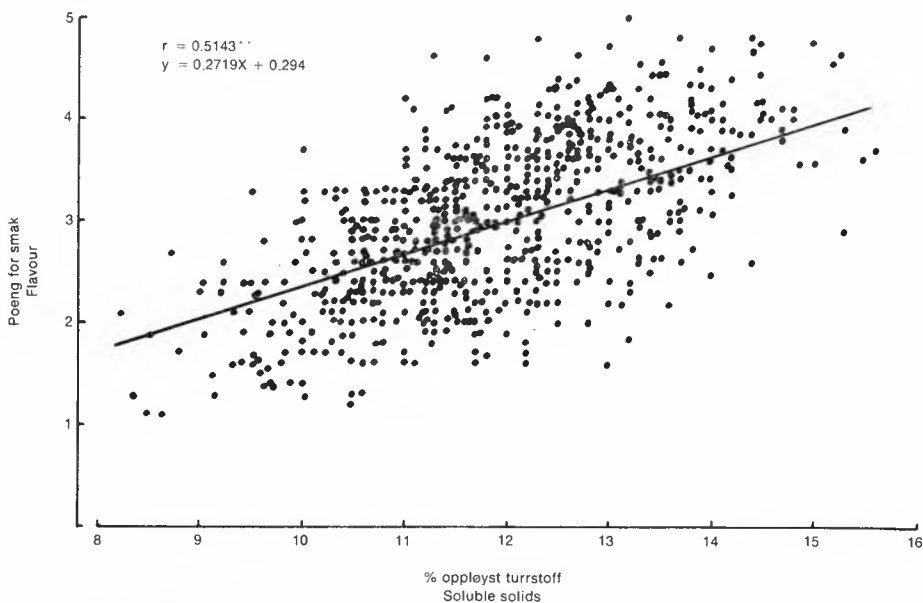


Fig. 1. Samanheng mellom oppløyst turrstoff og smak hjå norsk-produserte eple.
Fig. 1. Relationship between soluble solids content and flavour scores of Norwegian grown apples.

oppløyst turrstoff. Andre faktorar er såleis også medverkande.

Ei tidlegare gransking har vist at grenseverdien for akseptabel smaks-kvalitet hjå ein del eplesortar ligg kring 10,8 prosent oppløyst turrstoff (Kvåle, 1973). Fig. 1 viser at om ein set 2,5 poeng som nedre grense for akseptabel kvalitet, tilsvarar dette om lag 10,6 prosent oppløyst turrstoff. Det er såleis godt samsvar mellom desse to granskingane.

Ei samanlikning av fig. 1 og 2 viser elles at stigninga på regresjons-lina er mindre hjå importepla enn hjå dei norskproduserte. Dette indikerer at ein bestemt auke i sukkerinnhal-det vil gje større utslag i smaks-kvaliteten hjå dei norske epla enn hjå importepla.

Korrelasjonsanalysen omfattar et-ter måten mange sortar. Sidan mog-nings- og utviklingsgraden varierte ein god del, er det rimeleg å venta

ein del variasjon kring regresjons-lina. Ei oppsplitting av materialet viser at for enkelte sortar er saman-hengen mellom oppløyst turrstoff og smak monaleg betre enn for heile materialet sett under eitt. Særleg er dette tilfelle for sortane 'Gravenstein', 'Åkerø', 'Torstein' og 'Ingrid Marie'. Regresjonskoeffisientane viser at po-eng for smak stig med om lag 0,3—0,4 når oppløyst turrstoff auka med ei eining.

Sortane 'Close' og 'Sävstaholm' skil seg ut ved at det ikkje synest vera nokon samanheng mellom opp-løyst turrstoff og smak. Tabell 3 viser også at desse sortane saman med 'Transparente Blanche' har fått lægre poeng for smak enn ein skulle venta etter turrstoffinnhaldet. Dette synest å ha samanheng med syreinnhald og mogningsgrad. 'Close' og 'Transpa-rente Blanche' har særst høgt syre-innhald. Dette har truleg vore med

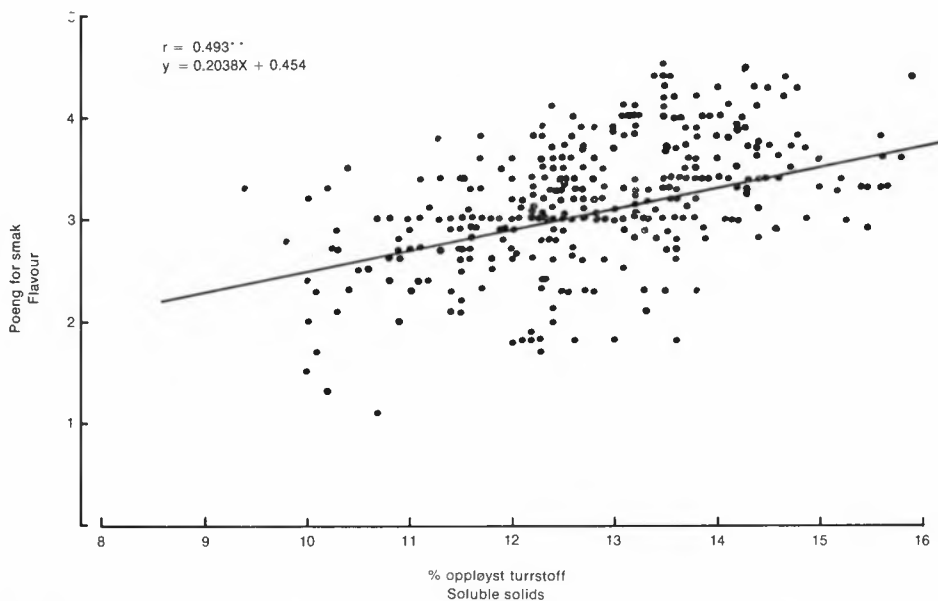


Fig. 2. Samanheng mellom oppløyst turrstoff og smak hjå importerte eple.

Fig. 2. Relationship between soluble solids content and flavour scores of imported apples.

Tabell 3. Oppløyst turrstoff, syre, poeng for smak og korrelasjonskoeffisienten (r) og regresjonskoeffisienten (b) for sammenhengen mellom oppløyst turrstoff og smak hjå ein del norskproduserte sortar.

Chemical composition, flavour and the relationship between soluble solids and flavour of some Norwegian grown varieties.

	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Syre Acid %	Smak Poeng <i>Flavour Scores</i>	Samanheng (r) for opp- løyst turr- stoff — smak <i>Relationship sol. solids — flavour</i>	Regresjons- koeff. (b) for oppløyst turr- stoff — smak <i>Regression sol. solids — flavour</i>
Close	11,5	0,90	2,5	0,120	0,04
Transparente } Blanche	11,8	0,92	2,1	0,560	0,20
Sävstaholm . . .	12,1	0,59	2,4	0,194	0,08
Prins	10,6	0,52	2,2	0,654	0,31
James Grieve . .	12,5	0,77	3,3	0,341	0,17
Gravenstein . . .	12,2	0,62	3,3	0,728	0,43
Akerø	13,5	0,56	3,3	0,693	0,34
Lobo	12,0	0,45	3,4	0,612	0,32
Filippa	12,1	0,67	3,1	0,591	0,29
Torstein	11,9	0,47	3,0	0,687	0,39
Ingrid Marie + Karin Schneider	12,5	0,61	3,2	0,677	0,28

Tabell 4. Surleik og mogningsgrad hjå ein del norskproduserte sortar.

Acidity and ripeness of some Norwegian grown varieties.

	Prosent av prøvene <i>Percentage of the samples</i>					
	For sure <i>Acidity too high</i>	Passeleg sure <i>Acidity acceptable</i>	For lite sure <i>Acidity too low</i>	Umogne <i>Unripe</i>	Passeleg mogne <i>Ripe</i>	Over- mogne <i>Over- ripe</i>
Close	67	33	0	0	86	14
Transparente } Blanche	50	50	0	17	50	33
Sävstaholm . . .	6	88	8	0	42	58
Prins	2	70	28	1	31	68
James Grieve . .	12	88	0	12	86	2
Gravenstein . . .	4	96	0	4	94	2
Akerø	0	100	0	4	96	0
Lobo	3	97	0	0	100	0
Filippa	7	93	0	0	100	0
Torstein	0	99	1	0	98	2
Ingrid Marie + Karin Schneider	2	98	0	0	97	3

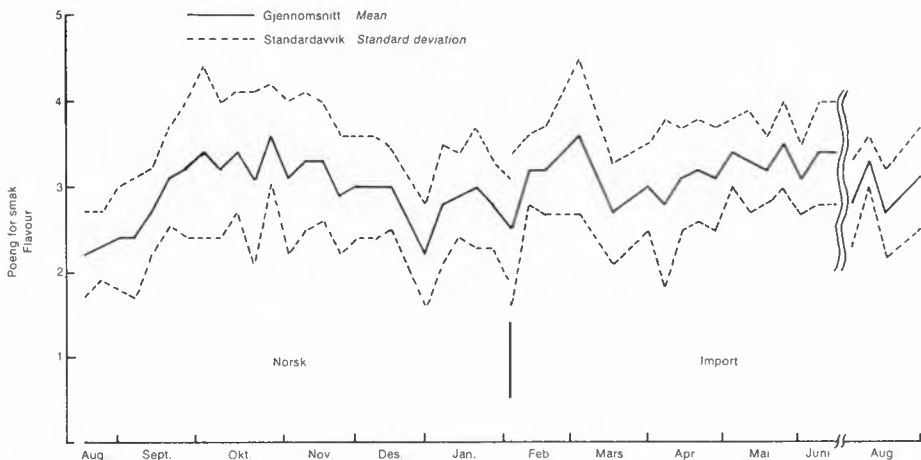


Fig. 3. Variasjon i smakspoeng for kvar veke gjennom sesongen.

Fig. 3. Weekly variation in flavour scores throughout the year.

og drege smaksinntrykket ned. Som vist i tabell 4 har halvparten eller meir av prøvene av 'Transparente Blanche' og 'Close' vorte karakteriserte som for sure. Når det gjeld 'Sävstaholm' har mogningsgraden vore medverkande. Over halvparten av prøvene vart karakteriserte som overmogne. Det same var tilfelle med 'Prins'. 'Prins' er dessutan den sorten som har hatt lågast innhald av oppløyst turrstoff. For dei seinare sortane har halvparten av prøvene vorte karakteriserte som passeleg sure og passeleg mogne. For alle dei norskproduserte epla under eitt, vart 9 prosent karakterisert som overmogne og 5 prosent som for sure. Fig. 3 viser middelverdiane og variasjonen i smakspoeng for kvar veke gjennom sesongen. Som det går fram av figuren, er det låge verdiar for smak i byrjinga av den norske sesongen. Etter kvart som det vert slutt på tidleg-sortane og tilførslane av kvalitets-sortar aukar, aukar også poeng for smak, slik at ein i slutten av september er komen opp på eit akseptabelt nivå. Gjennomgåande var den norske

frukta best i oktober og november. Alt i desember var kvaliteten avtakande og denne tendensen heldt seg ut sesongen. Den dårlege kvaliteten på prøvene ein fekk inn første veka i januar tyder på at det har lege att ein del varer frå desember i forretningane. Mindre gode lagringstilhøve fører truleg til at frukt som vert liggjande lenge i butikkane taper seg heller snøgt i kvalitet.

Starten på importsesongen var relativt svak. Bortsett frå ein periode kring månadsskiftet februar—mars var smaks kvaliteten heller dårleg fram til midten av april. Framover våren og sommaren var kvaliteten jamt over god. Men på slutten av importsesongen er det tydeleg tendens til nedgang i kvalitet att. Figur 3 viser elles at kvalitetsvariasjonen har vore like stor for importfrukta som for den norskproduserte.

Ei prosentvis fordeling av prøvene i kvalitetsgrupper er gjort for dei norske epla i tabell 5. Talverdiane på kvalitetskalaen er midtverdi i kvar gruppe og ein har nytta vanleg opphøgingsregel. Som nemnt tidlegare

Tabell 5. Norskproduserte eple 1974 og 1975. Prosentvis fordeling av prøvene i kvalitetsgrupper etter poeng for smak.

Distribution of the samples of Norwegian grown apples according to flavour scores.

Månad	Særs dårlig <i>Very poor</i>	Dårlig <i>Poor</i>	Middels <i>Medium</i>	God <i>Good</i>	Særs god <i>Excellent</i>
	1,0—1,4	1,5—2,4	2,5—3,4	3,5—4,4	4,5—5,0
August	0	70	30	0	0
September	2	33	41	22	2
Oktober	3	17	32	42	6
November	2	17	37	43	1
Desember	0	18	54	26	0
Januar	2	24	44	30	0
Februar	6	28	66	0	0
Middel % <i>Mean</i>	2	24	40	31	2

Tabell 6. Importeple. Prosentvis fordeling av prøvene i kvalitetsgrupper etter poeng for smak.

Distribution of the samples of imported apples according to flavour scores.

Månad	Særs dårlig <i>Very poor</i>	Dårlig <i>Poor</i>	Middels <i>Medium</i>	God <i>Good</i>	Særs god <i>Excellent</i>
	1,0—1,4	1,5—2,4	2,5—3,4	3,5—4,4	4,5—5,0
Februar	2	9	64	25	0
Mars	0	16	66	18	0
April	2	19	48	31	0
Mai	0	5	51	44	0
Juni	0	4	52	44	0
August	0	23	62	15	0
September	0	16	68	16	0
Middel % <i>Mean</i>	1	12	58	29	0

var det ein heller svak opning på den norske sesongen. I august vart heile 70 prosent av prøvene karakteriserte som dårlege og 30 prosent som middels. Ingen prøver fekk karakteren god eller særs god. I september har kvaliteten betra seg slik at 65 prosent av prøvene kom i gruppa middels eller betre. I oktober og november har det vore bra tilgang på gode varer. Som ein ser av tabellen har

bortimot 50 prosent av prøvene fått karakteren god eller særs god. Om lag 20 prosent av prøvene har vorte karakteriserte som dårlege.

Frå desember og utover var det ein markert nedgang i tilbodet på gode varer. Om lag halvparten av prøvene vart karakteriserte som middels, og mindre enn ein tredjepart fekk karakteristikken god. I gjennomsnitt for desse to åra kom om lag

ein tredjedel av prøvene i gruppa god, noko under halvparten vart karakterisert som middels og om lag ein fjerdepart fekk karakteristikken dårleg.

Ei liknande oppstilling er gjort for importepla i tab. 6. Samanlikna med dei norske epla har ein mindre del av importepla kome i gruppa «Dårleg» og ein tilsvarende større del har kome i «Middels». Om lag like stor del av importepla som av dei norske kom i gruppa «God». Den relativt gode kvaliteten på importfrukta frå mai og utover, har truleg samanheng med at det på den tid kjem inn nyhausta varer frå land i den sørlege del av

verda. I den første delen av importsesongen vert marknaden dekka med frukt frå Europa og Nord-Amerika. Denne frukta har då vore lagra i heller lang tid og kvaliteten er på retur.

Ei oppstilling av oppløyst turrstoff og smakspong til ulike tider gjennom salssesongen for dei viktigaste norske sortane er gjort i tabellane 7, 8, 9 og 10. Med unnatak av 'James Grieve' har alle sortane oppnådd høgast smakspong til å byrja med. Dette er tilfelle også for dei seine sortane 'Torstein', 'Filippa' og 'Ingrid Marie'. Resultata samsvarar godt med det ein fann på Bergensmarkna-

Tabell 7. Innhald av oppløyst turrstoff og smak hjå 'Prins' og 'James Grieve' til ulike tider i salssesongen.

Soluble solids and flavour of 'Prins' and 'James Grieve' at different sales periods.

	Prins			James Grieve		
	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>
September	24	11,1	2,5	24	12,4	3,1
Oktober	16	10,2	1,8	20	12,8	3,5
November	7	9,2	1,6	3	12,2	3,6

Tabell 8. Innhald av oppløyst turrstoff og smak hjå 'Gravenstein' og 'Åkerø' til ulike tider i salssesongen.

Soluble solids and flavour of 'Gravenstein' and 'Åkerø' at different sales periods.

	Gravenstein			Åkerø		
	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>
September	25	12,6	3,4	—	—	—
Oktober	73	12,9	3,6	28	14,0	3,5
November	61	12,1	3,2	21	13,5	3,4
Desember	25	11,7	2,8	14	13,2	2,9
Januar	5	10,4	2,1	6	11,6	2,9

Tabell 9. Innhald av oppløyst turrstoff og smak hjå 'Lobo' og 'Filippa' til ulike tider i salssesongen.

Soluble solids and flavour of 'Lobo' and 'Filippa' at different sales periods.

	Lobo			Filippa		
	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>
Oktober	7	12,0	3,5	4	13,2	3,8
November	20	12,1	3,6	13	12,2	3,1
Desember	11	12,3	3,3	13	12,0	3,1
Januar	1	10,6	2,7	15	11,8	2,8

Tabell 10. Innhald av oppløyst turrstoff og smak hjå 'Ingrid Marie' og 'Torstein' til ulike tider i salssesongen.

Soluble solids and flavour of 'Ingrid Marie' and 'Torstein' at different sales periods.

	Ingrid Marie + Karin Schneider			Torstein		
	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>
Oktober	2	12,6	3,5	1	11,8	3,5
November	17	12,8	3,5	6	12,8	3,3
Desember	17	12,7	3,3	20	12,1	3,1
Januar	21	12,2	3,0	65	11,8	2,9
Februar	2	11,4	2,7	12	11,5	2,4

den. Samanlikna med dei andre sortane har 'Prins' fått sær låge poeng for smak. Ein av grunnane til dette er at 'Prins' har vorte marknadsførd langt utover det som er naturleg salssesong for sorten. Dei siste prøvene vart kjøpt inn så seint som 12. november i 1974 og 18. november i 1975. Stort sett viser tala for enkeltprøvene at det som har vore marknadsførd av 'Prins' etter 1. oktober ikkje har halde mål når det gjeld smaks kvalitet. Når det gjeld 'James

Grieve' vart om lag 20 prosent av prøvene i september karakteriserte som umogne. Det har såleis vore ein tendens til å marknadsføra denne sorten noko for tidleg. 'Ingrid Marie' og 'Torstein' er rekna for å vera sortar som toler lagring og såleis er vel skikka til omsetning på etterjulsvinteren. Tabell 10 viser at i desember er kvaliteten på den marknadsførde vara på retur også for desse sortane. Dette kan skuldast at dei beste kvalitetane vert omsette først.

Tabell 11. Innhold av oppløyst turrstoff og smak hjå 'Golden Delicious' og 'Granny Smith' til ulike tider i salssesongen.

Soluble solids and flavour of 'Golden Delicious' and 'Granny Smith' at different sales periods.

	Golden Delicious			Granny Smith		
	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>
Februar	23	12,6	3,2	—	—	—
Mars	6	12,6	2,8	—	—	—
April	24	11,7	2,7	7a)	13,3	2,4a)
Mai	16	12,4	3,1	14	12,5	3,4
Juni	7	12,4	2,9	21	13,2	3,8
August—September .	2	11,1	2,9	43	12,1	2,8
Gjennomsnitt <i>Mean</i> .		12,2	3,0		12,5	3,1

a) Alle prøvane var umogne.
All samples unripe.

Tabell 12. Innhold av oppløyst turrstoff og smak hjå 'Winesap' og 'Red Delicious' til ulike tider i salssesongen.

Soluble solids and flavour of 'Winesap' and 'Red Delicious' at different sales periods.

	Winesap			Red Delicious		
	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>	Tal prøver <i>Number of samples</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>	Poeng for smak <i>Flavour Scores</i>
Februar	8	13,8	3,6	14	14,2	3,0
Mars	5	14,9	3,9	4	14,6	3,1
April	9	14,6	3,0	15	14,4	3,8
Mai	6	14,2	3,5	18	14,2	3,5
Juni	16	14,5	3,3	9	14,3	2,9
August—September .	27	13,9	3,1	3	12,3	2,2
Middel <i>Mean</i>		14,2	3,3		14,2	3,3

På same måte som for dei norske epla, er det i tabellane 11 og 12 gjort ei oppstilling over oppløyst turrstoff og smak hjå dei viktigaste import-sortane. Jamt over er både oppløyst turrstoff og smakspoeng lågast i

slutten av sesongen. For 'Golden Delicious' er det dessutan låge verdiar for smak i mars og april.

Dette markerar truleg avslutningen på 1975-avlinga. Oppgangen både i oppløyst turrstoff og smakspoeng i

mai skuldast truleg tilførsle av 1976-årets avling frå den sørlege halvkule. Noko liknande ser ut til å vera tilfelle med 'Winesap', der april merkar seg ut som den dårlegaste månaden. 'Red Delicious' derimot viser ingen tendens, jamvel om også denne sor-

ten vert importert både frå den nordlege og den sørlege halvkula. 'Granny Smith' vert for det meste importert frå den sørlege del av verda, og tabell 11 viser tydeleg at marknadsføringa av denne sorten i april er for tidleg.

2. Fruktfarge

I tab. 13 er det gjort ei samanlikning av fargeutviklinga hjå norske og importerte eple. I middel for heile materialet har importtepla hatt noko betre grunnfarge enn dei norske. 'Granny Smith' er då ikkje medrekna. Dette er ein sort som ikkje gulnar på same måte som dei fleste andre eple-sortar. Ein har difor funne det rett å halda denne sorten utanfor samanlikninga.

Importtepla har også hatt noko meir dekkfarge enn dei norske epla (tab. 13). Derimot hadde ein større del (87 prosent) av prøvene av dei norske epla dekkfarge. Denne skilnaden har samanheng med at 'Golden Delicious' og 'Granny Smith' som ikkje har dekkfarge, utgjer ein relativt stor del av importprøvene. Desse to sortane er ikkje tekne med i utrek-

ninga av prosent dekkfarge for importfrukta. Resultata samsvarar godt med det ein fann i granskinga på Bergensmarknaden.

Grunnfargen gjev ein relativt god indikasjon på korleis smaks kvaliteten er hjå eple. For dei norske epla er det sikker positiv korrelasjon mellom poeng for grunnfarge og poeng for smak ($r = 0,476^{**}$). Ved å splitta opp materialet slik at ein får korrelasjonen for kvar enkelt sort viser det seg at med unntak av dei tidlege sortane 'Close', 'Transparente Blanche' og 'Sävstaholm', er samanhengen god (tab. 14). Under føresetnad av at frukta ikkje er overmogen, synest grunnfargen vera eit relativt godt kriterium for døming av kvaliteten.

Når det gjeld importtepla er saman-

Tabell 13. Grunnfarge og dekkfarge hjå norskproduserte og importerte eple.

Ground colour and surface colour of Norwegian grown and imported apples.

	Grunnfarge Poeng <i>Ground colour Scores</i>	Dekkfarge <i>Surface colour %</i>	Prosent av prøvene som har dekkfarge <i>Percentage of the samples with surface colour</i>
Norske eple <i>Norwegian</i>	5,9	39	87
Importtepla <i>Imported</i>	6,4a)	67	54

a) 'Granny Smith' ikkje medrekna.
'Granny Smith' not included.

Tabell 14. Samanheng mellom grunnfarge og smak hjå ein del eplesortar.

Relationship between ground colour and flavour of some apple varieties.

Sort Variety	Samanheng (r) Grunnfarge — smak Relationship (r) Ground colour — flavour
Close	0,363
Transparente } Blanche }	0,301
Sävstaholm	0,207
Prins (Raud og vanleg)	0,353*
James Grieve	0,716**
Gravenstein	0,439**
Åkerø	0,616**
Lobo	0,564**
Filippa	0,601**
Torstein (Raud og vanleg)	0,553**
Ingrid Marie	0,447**

hengen monaleg dårlegare enn for dei norske ($r = 0,235^{**}$). Ved å halda 'Granny Smith' utanfor den statistiske analysen, auka korrelasjonskoeffisienten til $0,323^{**}$. Ein kan likevel ikkje seia at grunnfargen har vore noko godt kriterium for smaks-kvaliteten hjå importepla.

3. Fruktstorleik og ytre skadar

Fruktstorleiken har stort sett vore bra. Men som ein kunne venta, har det vore ein god del småfallen vare først i sesongen. I august og september var såleis heile 41 % av prøvene under 90 g.

Tab. 15 viser fruktstorleik og poeng for ytre skadar for dei viktigaste norske sortane og gjennomsnittet for alle dei norskproduserte og dei importerte epla.

Gjennomsnittstala viser at importepla har vore ein god del større enn dei norske. Dette måtte ein venta, då fleire av hovudsortane våre normalt er småfalne. Det er særleg sortar som 'Prins', 'Sävstaholm', 'Transparente Blanche' og 'Torstein' som dreg middelvekta ned. Samanlikna med resultatata frå Bergensmarknaden i 1971—72 har storleiken på den norskprodu-

serte vara vore betre. I den granskinga var middelvekta på dei norske epla 96 g og det var berre 'Gravenstein' og 'Filippa' som hadde middelvekt over 100 g.

For dei fleste sortane er det ein positiv korrelasjon mellom fruktstorleik og smak (tab. 15). Regresjonsanalysane viser at poeng for smak aukar om lag 0,15 for kvar 10 g auke i fruktvekta. Dette indikerer at det er størst sjanse for å få eple av tilfredsstillande kvalitet i dei største sorteringane. Dersom ein set 2,5 poeng for smak som nedre grense for akseptabel kvalitet, viser det seg at 88 prosent av prøvene i storleiksgruppa over 100 g heldt mål. I storleiksgruppa under 100 g var det tilsvarende talet 61 prosent.

Av importepla var det 91 prosent

Tabell 15. Fruktstorleik og skadar i skalet hjå norskproduserte og importerte eple.

Fruit size and damage to the skin on Norwegian grown and imported apples.

	Fruktstorleik <i>Fruit size</i> g	Samanheng (r) Fruktstorleik— smak <i>Relationship (r)</i> <i>Fruit size</i> — <i>flavour</i>	Ytre skadar Poeng <i>Damage to the</i> <i>skin</i> Scores
Close	108	0,168	1,9
Transparente } Blanche }	86	0,241	2,2
Sävstaholm	80	0,311	1,4
Prins	80	0,402**	1,1
Melba	88	—	2,1
James Grieve	93	0,214	2,1
Gravenstein	121		2,0
Raud Gravenstein	137	0,344**	1,2
Akerø	101	0,428**	1,6
Filippa	103	0,411**	2,2
Lobo	117	0,601**	1,8
Ingrid Marie	92	0,400**	1,6
Karin Schneider	98	÷ 0,025	1,4
Torstein	90	0,636**	2,0
Raud Torstein	95	0,568**	1,2
Norske eple (middel)	104		1,7
<i>Norwegian apples (Mean)</i>			
Importeple (middel)	127		1,1
<i>Imported apples (Mean)</i>			

av prøvene som hadde over 2,5 poeng for smak i gruppa over 100 g. I gruppa under 100 g var talet 76 prosent.

Tabell 15 viser at dei norske epla har hatt noko meir ytre feil enn importepla. Sortar som har presentert seg dårleg er 'Transparente Blanche', 'James Grieve', 'Filippa', 'Gravenstein' og 'Torstein'. Dei tre førstnemnde er kjende for å vera ømtollege. Meir uventa var det at 'Torstein', som er eit fast eple, har hatt

såpass mykje ytre skade. Det er elles verdt å merka seg skilnadene mellom den raude og den vanlege typen av sortane 'Gravenstein', 'Ingrid Marie' ('Karin Schneider') og 'Torstein'. Det er ikkje noko som tyder på at dette skuldast reelle sortsskilnader. Forklaringa er truleg at på dei raudfarga sortane ser ein ikkje så lett slagflekker o.l. som på sortar med lite eller inkje dekkfarge.

4. Eplekvaliteten på ulike typar marknader

Innkjøpsstadene vart valde ut med tanke på at ulike typar marknader skulle vera representerte. I tabell 16 er gjennomsnitta for ein del kvali-

tetskjenneteikn gruppert etter marknadstype.

Materialet viser tendens til betre smaks kvalitet og meir raudfarge på

Tabell 16. Kvaliteten på norskproduserte eple frå ulike marknader.

The quality of Norwegian grown apples grouped according to type of market.

	Smak Poeng <i>Flavour Scores</i>	Ytre skade Poeng <i>Damage to the skin Scores</i>	Grunn- farge Poeng <i>Ground colour Scores</i>	Dekk- farge <i>Surface colour %</i>	Frukt- storleik <i>Fruit size g</i>	Merk- ing a) <i>Marking</i>
Større byar <i>Bigger towns</i>	3,1	1,7	5,8	37	107	96
Mindre byar <i>Smaller towns</i>	3,0	1,7	6,1	39	100	46
Bygdesentra <i>Villages</i>	2,8	1,8	5,7	32	99	49
F	1,940	—	—	1,965	8,175**	4,885*

a) Prosent av frukta som var merkt i samsvar med Norsk Standard.

Percentage of the fruit labelled according to Norwegian Standard.

frukta som vert marknadsført i byane enn på dei mindre stadene. Men skilnadene er ikkje statistisk sikre. Når det gjeld fruktstorleiken er det derimot heilt tydeleg at det har vore marknadsført meir småfallen vare på dei mindre stadene enn i dei større byane.

Det var elles ein del variasjon mellom stadene. Arendal, Oslo og Brumunddal har gjennomgåande hatt best kvalitet. Fruktstorleik og fargeutvikling låg her over eller nær gjennomsnittet. Stord skil seg ut i negativ lei. Frukta derifrå var småfallen og hadde mykje ytre skader. Fargeutvikling og smak var dårleg.

Desse skilnadene kan ha samanheng dels med spesielle krav frå marknaden, og dels med tilførsle av frukt frå lokale dyrkingsområde med ulike vekstvilkår.

Når det gjeld utsjånad eller ytre skader, har dette variert mellom 0,7 og 2,7. Ein del av variasjonen kan skuldast at ulike personar har stått for vurderinga. Men gjennomsnitts-

tala indikerer ingen skilnader mellom ulike marknadstyper.

Ifylgje standardreglane skal frukta vera merkt med sortsnamn og sorteringsgrad også på detaljleddet. Ved innkjøp av prøvene vart det gjort merknad om kor vidt frukta var merkt i samsvar med forskriftene eller ikkje. Merking var gjennomført i bortimot hundre prosent av tilfella i dei større byane. I dei mindre byane og på tettstadene var merking gjennomført berre i om lag halvparten av tilfella.

Ei gruppering av ymse kvalitetskriterier etter butikktipe (tab. 17) viser at frukta i daglegvarebutikkane var av dårlegare kvalitet enn i spesialforretningane og andre typar forretningar. Skilnadene i fruktstorleik og smaksqualitet er statistisk sikre. Når det gjeld ytre skadar (slagflekker o. l.) er det tendens til minst skade på frukta i spesialforretningane, men her er skilnadene ikkje statistisk sikre ($p =$ om lag 0,08).

Ein grunn til at kvaliteten gjen-

nomgåande har vore dårlegare i daglegvarebutikkane enn andre stader kan vera at frukt vert brukt som tilbodsvare. Til dette føremålet vert det truleg nytta rimelegare kvalitetar.

Det er likevel ingen prisskilnad mellom butikktypane (tab. 17), og heile materialet sett under eitt viser ingen samanheng mellom pris og kvalitet.

Tabell 17. Gjennomsnitt av ymse kvalitetskjenne-teikn og pris gruppert etter butikktype. Norskproduserte eple.

Quality criteria and price of Norwegian grown apples grouped according to type of store.

Butikktype <i>Type of store</i>	Frukt- storleik <i>Fruit size</i> g	Ytre skade Poeng <i>Damage to the skin</i> Scores	Smak Poeng <i>Flavour</i> Scores	Pris <i>Price</i> kr pr. kg
Fruktforretning <i>Fruit store</i>	109	1,5	3,1	6,47
Daglegvareforretning <i>Grocery store</i>	100	1,7	2,9	6,50
Andre <i>Other types of stores</i>	109	1,8	3,1	6,50
F	9,395**	2,579	8,788**	—

V. Summary

A survey of the quality of apples sold on the Norwegian fresh fruit market has been undertaken.

From August 20th 1974 through January 1976 763 samples of Norwegian grown and 377 samples of imported apples were obtained from thirteen places in Norway. Three bigger towns, five smaller towns and five villages were represented.

The Norwegian grown apples were higher in acid and slightly lower in soluble solids and flavour scores than the imported apples. The differences in soluble solids and flavour scores were small.

74 percent of the samples of the Norwegian grown apples were rated as medium or better in flavour. The corresponding figure for the imported apples was 87 percent.

Flavour scores and soluble solids content are positively correlated. Flavour scores increase with a magnitude of 0,4 pr. unit increase in soluble solids.

The regression analysis indicated that in order to attain an acceptable eating quality soluble solids content of the apples should be at least 10,6 percent. It also indicated that an increase in sugar content will have a greater effect on the eating quality of the Norwegian grown than on the imported apples.

The early maturing Norwegian grown varieties obtained low flavour scores. In August 70 percent of the samples were rated as being poor in eating quality. In September flavour scores increased markedly, reaching a high in October and November.

From December through January there was a decrease in flavour scores of the Norwegian grown apples.

The imported apples obtained lowest flavour scores in March and April, indicating the end of the marketing season for the apples from the northern hemisphere. From the end of April through June flavour scores increased. In August, which terminates the import season, there was a tendency of decreasing flavour scores. The low flavour scores obtained in March and April were mainly due to the supply of low quality 'Golden Delicious' and unripe 'Granny Smith' apples.

Ground colour seems to be a fairly reliable quality criterium for the Norwegian grown apples. A signifi-

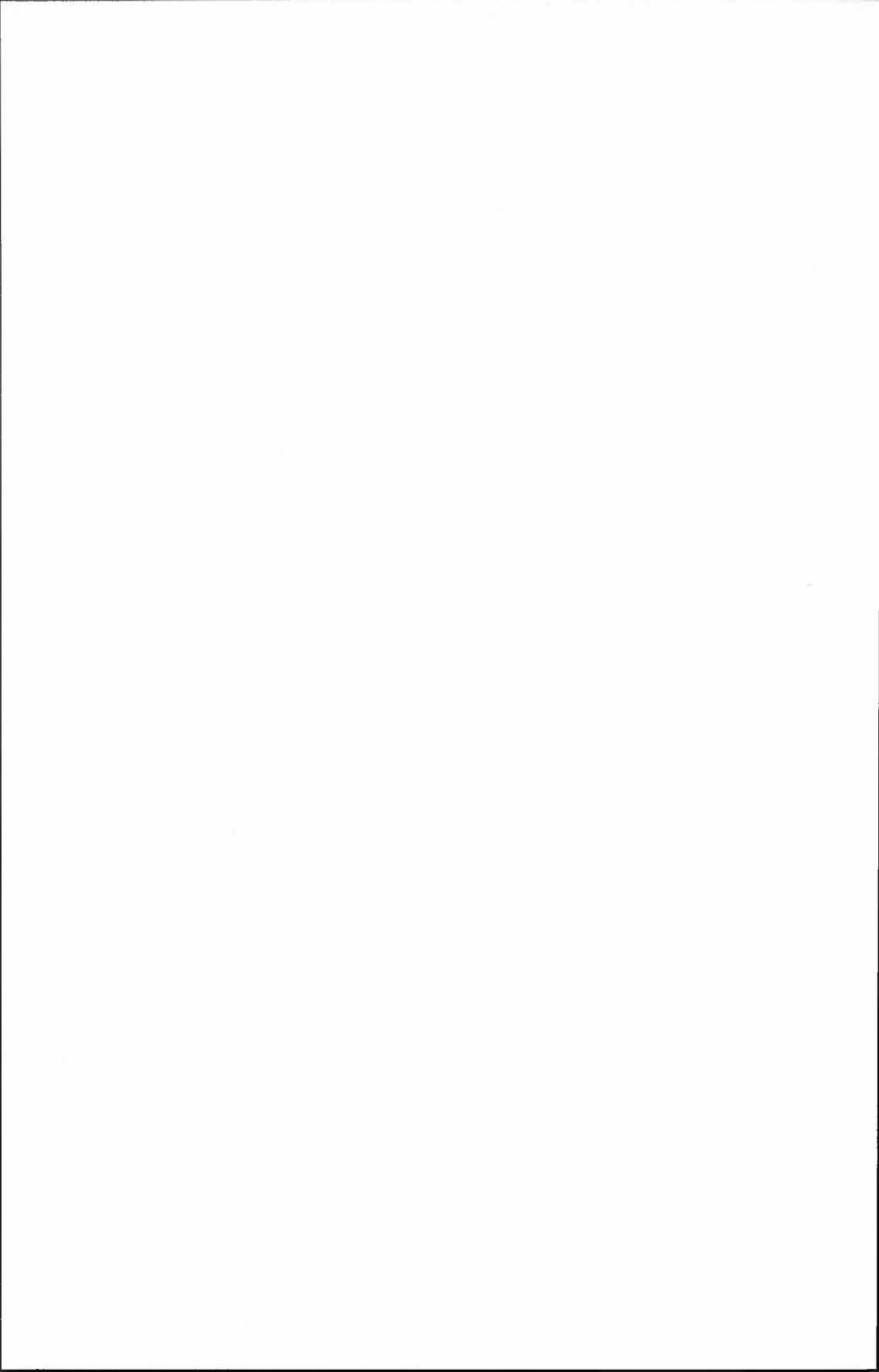
cant positive correlation between ground colour and flavour was found. The correlation between ground colour and flavour was noticeably weaker for the imported apples than for the Norwegian grown.

The Norwegian apples were smaller and had more damage to the skin than the imported apples. Fruit size of the Norwegian apples was positively correlated to flavour. In the group of samples with an average weight of the fruit of 100 gms. or more, 88 percent was found to have an acceptable eating quality. For the group smaller than 100 gms. the corresponding figure was 61 percent.

No relationship between flavour scores and price could be demonstrated.

VI. Litteratur

- Kvåle, A.*, 1967: Measurements of ground colour of apples by means of reflected light. *Acta Agric. Scand.*, 17: 108—114.
- Kvåle, A.*, 1973: Grenseverdiar for sukkerinnhald i eple til friskkonsum. *Forskn. fors. Landbr.*, 24: 693—697.
- Kvåle, A. og Haugse, L.*, 1973: Gransking av eplekvaliteten på Bergensmarknaden. Stensiltrykk. Upubl.
- Ljones, G. and Landfald, R.*, 1966: Composition and quality of 'Gravenstein' apples grown under different environments in Norway. *Meld. Norges landbrukshøgskole*, 45. No. 5.
- Norsk Standard for frukt og bær, NS 2800*, 1969. Norges Standardiseringsforbund, Oslo.



I redaksjonen 5.10.1976.

FORDØYELIGHET AV LAV TIL REIN

Digestibility of lichen for reindeer

AV
ENDRE JACOBSEN og SVEN SKJENNEBERG

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	64
II. Innledning	64
III. Materiale og metoder	64
IV. Resultater	65
A. Fordøyelighet av lav	65
B. Beregnet energiverdi	65
C. Vektendring	66
V. Diskusjon	66
A. Fordøyelighet	66
B. Næringsstoffene i lav	66
C. Kjemisk sammensetning av føret	66
VI. Summary	67
VII. Litteratur	67

I. Sammendrag

Fordøyeligheten av reinlav, *Cladonia alpestris*, er undersøkt i fordøyelsesforsøk med fire reinkalver. Lavet til forsøket er samlet nær Røros.

Kjemisk sammensetning av lavet er vist i tabell 1. Spesielt for dette lavet er det høye askeinnhold som skyldes tilblending av veigrus. Denne innblanding har imidlertid ikke virket tilsvarende inn på innholdet av de undersøkte mineralstoffer. Derimot har det ført til at karbohydratinnholdet er blitt så lavt som 88 %, mens det normalt ligger på 92—94 %.

Den beregnede fordøyelighet er vist i tabell 2. Som middel for 4 dyr er beregnet følgende fordøyelseskoeffisienter:

	\bar{x}	s \sqrt{n}
Org. st.	70,9 ± 1,17	
Råfett	57,5 ± 1,07	
Trevler	80,3 ± 2,83	
N-frie ekstr. st.	70,6 ± 1,62	

Pr. 1000 g tørrstoff i fór har det vært et tap av råprotein, Ca og Mg, ved fordøyelsen på henholdsvis 5,6 g, 0,9 g og 0,1 g tørrstoff.

II. Innledning

Lav inntar en sentral plass i reiness vinterernæring og dets förverdi er undersøkt i flere forsøk (Nordfeldt et al., 1961, Lenvik & Fjellheim, 1970, Presthegge, 1953, Jacobsen & Skjenneberg, 1976).

I tidligere norske forsøk med rein er det brukt lav samlet nær Kautokeino, mens det i Presthegges (1953)

forsøk med sau er brukt lav samlet i lavdistriktene i Nordre Østerdalen, Valdres og Gudbrandsdalen.

I forsøkene med sau er det funnet betraktelig lavere förverdi av lav enn det som er funnet for rein.

I denne undersøkelsen er fordøyeligheten av lav samlet i områdene nær Røros undersøkt.

III. Materiale og metoder

Lavet som er undersøkt er samlet høsten 1972 i området ved Røros. Lavet besto hovedsakelig av kvitkrull (*Cladonia alpestris*).

Fordøyeligheten er beregnet i forsøk med fire oksekalver som i middel veide ca. 45 kg.

Forsøkene er utført etter samme metodikk som omtalt av Jacobsen & Skjenneberg (1976).

Dagsrasjonen besto av 3000 g lav (ca. 750 g lavtørrstoff) som ble gitt i to fóringar. Restene i forsøket var svært små (0,1—0,2 %), og det er ikke tatt kjemisk analyse av disse.

Kjemisk sammensetning av lavet er vist i tabell 1.

Siden restene i forsøket var ubetydelige, må man gå ut fra at fóringene har vært begrenset.

Daglig opptak av protein, Ca, P og Mg har vært henholdsvis 22 g, 1 g, 0,5 g og 0,5 g.

Tabell 1. Kjemisk sammensetning av lav.

Table 1. Chemical composition of lichen.

	% av tørrstoff % of dry matter
Råprotein (<i>Crude protein</i>) ..	3,0
Råfett (<i>Ether extract</i>)	1,6
N-frie ekstr. st. (<i>N-free extr.</i>)	56,9
Trevler (<i>Crude fibre</i>)	31,4
Aske (<i>Ash</i>)	7,1 *
P	0,06
Mg	0,06
Ca	0,13
Na	< 0,02
Cl	0,02

Lavets tørrstoffinnhold var 25,3 %.
Dry matter of lichen, 25,3 %.

* Lavet var forurenset med grus.

The lichen was contaminated with gravel.

IV. Resultater

A. Fordøyelighet av lav

Den beregnede fordøyelighet for hvert enkelt dyr er vist i tabell 2.

Tabell 2. Fordøyelighet av lav (*Cladonia alpestris*).

Table 2. Digestibility of lichen.

Dyr nr. (<i>Animal No.</i>)	Fordøyelighetskoeffisienter (<i>Coefficients of digestibility</i>)			
	95	126	133	124
Org. st. (<i>Org. matter</i>)	67,8	70,6	72,0	73,3
Råfett (<i>Ether extr.</i>)	54,6	57,3	59,3	58,9
Trevler (<i>Crude fibre</i>)	75,3	83,7	75,8	86,6
N-frie ekstr. st. (<i>N-free extr.</i>)	68,7	67,8	75,0	70,8
N-frie ekstr. st. + trevler (<i>N-free extr. + Crude fibre</i>)	71,1	73,5	75,3	76,3
Fordøyelighet g/1000 g av tørrstoff i fôr: (<i>Digestibility gram/1000 g of dry matter in feed</i>):				
Råprotein (<i>Crude protein</i>)	÷ 7,7	÷ 5,9	÷ 5,6	÷ 3,1
Aske (<i>Ash</i>)	÷ 14,0	÷ 16,5	÷ 8,6	÷ 17,6
Ca	÷ 1,0	÷ 1,0	÷ 0,7	÷ 0,9
P	0,03	0,03	0,03	0,07
Mg	÷ 0,2	÷ 0,1	0,0	÷ 0,1

Som middel for 4 dyr ble fordøyelses-koeffisientene:

	\bar{x}	$s \sqrt{n}$
(<i>Org. matter</i>)	70,9	± 1,17
Råfett (<i>Ether extr.</i>)	57,5	± 1,07
Trevler (<i>Crude fibre</i>)	80,3	± 2,83
N-frie ekstr. st. (<i>N-free extr.</i>)	70,6	± 1,62

Ved fordøyelsen er det et tap av råprotein, Ca og Mg på henholdsvis 4,2 g, 0,7 g og 0,1 g. Pr. 1000 g tørrstoff tilsvarer dette:

Råprotein	5,6 g
Ca	0,9 »
Mg	0,1 »

Tilførselen av P har vært tilstrekkelig til å hindre tap gjennom gjødsla.

B. Beregnet energiverdi

Fórenhetsberegninger er utført etter Kellner-Møllgaards (f.f.e.) metode.

Fordøyelig råfett er gitt samme energiverdi som karbohydrater og det er benyttet en reduksjon på 1,04 NKF pr. g ufordøyelig organisk stoff

(*Presthegge*, 1953). Pr. 1000 g tørrstoff er det beregnet 1283 NKF eller 0,78 f.f.e.

Dyrenes daglige tørrstoffopptak var på ca. 750 g. Dette tilsvarer et opptak på 0,59 f.f.e. pr. dag.

C. Vektendring

Dyrene sto på lavføring (750 g ÷ 138 g i middel pr. dyr og dag. tørrst.) fra 7/11 til 15/12. Vektendringen i perioden 15/11 til 15/12 var Vektene er beregnet som middel for veiinger to påfølgende dager.

V. Diskusjon

A. Fordøyelighet

Den fordøyelighet som er beregnet for organisk stoff i lav i dette forsøket ligger noe lavt i forhold til det som tidligere er funnet ved norske og svenske undersøkelser (*Lenvik og Fjellheim, 1970, Nordfeldt et al., 1961, Jacobsen & Skjenneberg, 1976*). I denne undersøkelsen er trevler fordøyd ca. 10 enheter bedre enn N-frie ekstr.st.. Tilsvarende forhold er tidligere funnet av *Nordfeldt et al. (1961)*

og *Fjodorova, mens Jacobsen & Skjenneberg (1976)* fant høyere fordøyelighet av N-frie ekstr.st..

I denne undersøkelsen har det vært stor forskjell mellom de enkelte dyr i evnen til å utnytte trevler i lav.

Tapet av protein og Ca ved fordøyelsen er på linje med tidligere undersøkelser (*Jacobsen & Skjenneberg, 1976*).

B. Næringsstoffene i lav

Den kjemiske analysen viser et u normalt høyt askeinnhold i lavet. Det skyldes at lavet ved et uhell ble sterkt forurenset av veigrus. Det høye askeinnholdet har ikke gitt seg utslag i øket nivå for de mineralstoffer det er analysert for. Derimot har det virket sterkt senkende på innholdet av karbohydrater. I denne undersøkelsen utgjør karbohydratene ca. 88 % av tørrstoffet. Dette er 5—6 % lavere karbohydratinnhold enn i tidligere undersøkelser (*Lenvik & Fjellheim, 1970, Nordfeldt et al., 1961, og Jacobsen & Skjenneberg, 1976*).

I samsvar med dette er energiver-

dien av dette lavet bare 1283 NKF eller 0,78 f.f.e. pr. 1000 g tørrstoff.

Pr. 1000 g tørrstoff fant *Lenvik & Fjellheim (1970)* 0,82 f.f.e., *Nordfeldt et al. (1961)* 0,92 f.f.e. og *Jacobsen & Skjenneberg (1976)* 0,90 f.f.e.

For råprotein, Ca og Mg ble det funnet negativ fordøyelighet med henholdsvis 5,6, 0,9 og 0,1 g pr. 1000 g tørrstoff i opptatt lav. Også dette er i samsvar med tidligere undersøkelser (*Lenvik & Fjellheim, 1970, Jacobsen & Skjenneberg, 1976*).

Derimot er det i denne undersøkelsen ikke funnet negativ fordøyelighet for P.

C. Kjemisk sammensetning av fóret

Innholdet av protein, fett og mineraler avviker ikke mye fra det som er funnet for lav samlet i Kautokeino

(*Jacobsen & Skjenneberg, 1976*). Det høye askeinnholdet fører imidlertid til at innholdet av karbohydrater er

tilsvarende lavere. Hvis vi regner med at 70 % av askeinnholdet er innblandet grus, blir %-tallene for kjemisk sammensetning av tørrstoffet følgende:

Råprotein	3,1 %
Råfett	1,7 %

Trevler	33,0 %
N-frie ekstr. st.	59,9 %

Disse tallene harmonerer godt med det som er referert for lav fra Kautokeino (*Jacobsen & Skjenneberg, 1976*).

VI. Summary

The digestibility of reindeerlichen (*Cladonia alpestris*) is studied in a digestibility trial with four reindeer calves. The lichen used in the trial is collected near Røros in Southern Norway.

The chemical composition of the lichen is shown in table 1. In this lichen the content of ash is very high, due to contamination with road gravel. This contamination, however, has not had a corresponding effect upon the minerals studied, but has caused the content of carbohydrates to be at the low level of 88 % while the normal value is 92—94 %. The cal-

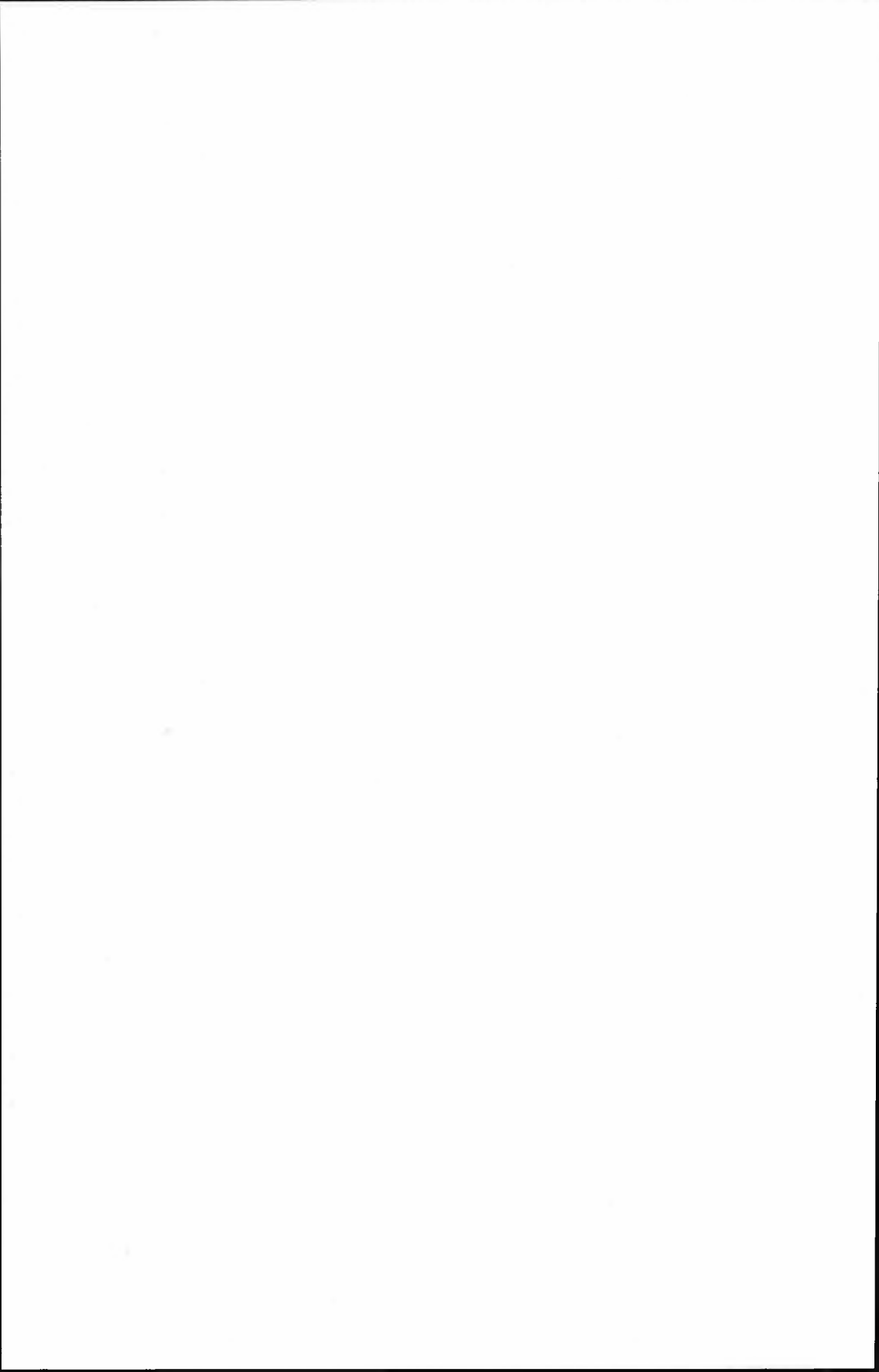
culated digestibility is shown in table 2. The mean digestibility coefficients for the 4 animals are calculated to:

Organic matter	70,9 ± 1,17
Ether extract	57,5 ± 1,07
Crude fibre	80,3 ± 2,83
N-free extr.	70,6 ± 1,62

During the digestion there has been a loss of crude protein, Ca and Mg of respectively 5,6 g, 0,9 g and 0,1 g per 1000 g dry matter. The energy value is calculated to 0,78 f.f.e. (fattening feed units) per 1000 g dry matter.

VII. Litteratur

- Fjodorova, O. A.*: Høyest betydning i rasjonen for rein i de arktiske strøk. Stensil. (Oversatt fra russisk).
- Jacobsen, E. & Skjenneberg, S.*, 1972: Virkningen av energi-, protein- og mineraltilskudd til reinsdyrkalver på lavdiett. Meld. nr. 5, 1972. Statens reinforsøk, Harstad.
- Jacobsen, E. & Skjenneberg, S.*, 1976: Fordøyelighet av lav og tilskuddsfôr til rein. Forskning og forsøk i landbruket 27: 287—305.
- Lenvik, D. & Fjellheim, P.*, 1970: Fordøyelsesforsøk med lav og urea til rein. Meld. nr. 1, 1970. Statens reinforsøk, Harstad.
- Nordfeldt, S., Cagell, W. & Nordkvist, M.*, 1961: Smältbarhetsforsøk med renar, Öjebyn 1957—60. Särtryck och förhandsmeddelande nr. 151. Statens husdjurforsøk, Kungl. Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Presthegge, K.*, 1953: Forsøk med lav til drøvtyggere og svin. Norges landbruks-høgskole, fôringsforsøkene. Beretning nr. 76.
- Presthegge, K.*, 1953: Sammensetning og fordøyelighet av skogsavfall og annet hjelpefôr. 54. beretning. Fôringsforsøkene. Meld. Norges landbrukshøgskole 23: 301—373.



I redaksjonen 12.10. 1976.

II. SETTEPOTETER LAGRET VED FORSKJELLIG TEMPERATUR 1970—1973

Seed-potatoes stored at different temperatures 1970—1973

AV
KNUT RØNSEN

INN H O L D

	Side
Forord	70
Sammendrag	70
Innledning	70
Materiale og metoder	71
Resultater	72
Lagring	72
Sorter	73
Høstetider	75
Groer	76
Settepotetstørrelse	77
Samspill, plan A	78
Spiring	78
Rislengde og risvekt	78
Rotmasse	82
Knolldannelse	82
Knollavling	83
Tørrstoffprosent	85
Tørrstoffavling	85
Knollvekt	86
Reduserende sukker	86
Samspill, plan B	86
Stengler, stoloner, ris og rotmasse	86
Avling og tørrstoffprosent	88
Resultater fra det enkelte år	90
Virkingen av groene	91
Drøfting av forsøksresultatene	91
Summary	93
Litteratur	94

Forord

Førsteamanuensis Knut Rønsens undersøkelser vedrørende virkningene av ulike lagringstemperaturer for settepoteter er et forskningsprosjekt finansiert av Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd (NLVF).

Dette arbeidet er et ledd i den lagringsforskningen som er iverksatt gjennom NLVF's «styringsutvalg for lagringsforskning».

Undersøkelsene er foretatt ved da-

værende Statens forsøksstasjon Møystad og arbeidet er slutført ved Statens forskingsstasjon Apelsvoll.

Styringsutvalget vil uttale anerkjennelse overfor de nevnte stasjoner for tilrettelegging av arbeidsmulighetene og til Knut Rønsen for vel utført arbeid.

NLVF'S STYRINGSUTVALG
FOR LAGRINGSFORSKNING
Olav Ausland

Sammendrag

Varm lagring fremmer spiring hos knollene. Ved varm lagring blir settepotetene fysiologisk eldre, og dette fører bl. a. til raskere spiring og sterkere risvekst i *begynnelsen* av vekstperioden. Den maksimale rismassen i vekstperioden blir imidlertid minst ved varm lagring til tross for tidlig start.

Knollansettingen begynner tidligere, og det ansettes *flere* knoller etter varm enn etter kald lagring. Dessuten gir varm lagring en tendens til økning av knollvekten.

Etter setting i midten av mai har knollansettelsen startet ved jonsoktider, men det er først i begynnelsen av juli at det er blitt fart i knollansettelse og knollvekst.

Ved opptaking i september *kan* avlingen etter settepoteter av tidlige sorter som er lagret varmt, bli mindre enn etter kald lagring.

Varm lagring har således gitt avlingsnedgang for den halvtidlige sor-

ten Amelio. Kerrs Pink og Parnassia er på den annen side de sortene som har gitt størst positivt avlingsutslag for varm lagring.

Effekten av *selve groene* avhenger av sorten, men i middel har groene gitt vel 10 prosent avlingsøkning. Avlingsøkningen er kommet i form av *større knoller*, idet avgrodde settepoteter har hatt til dels flere ansatte knoller.

Store settepoteter gir mer ris, flere stengler, stoloner og ansatte knoller enn små settepoteter. Det har vært økning i nettoavlingen (avling minus settepoteter) for 60 og 90 grams settepoteter sammenliknet med 30 gram. Store settepoteter har gitt større avlingsøkning i månedsskiftet august—september enn små settepoteter. Det har dessuten vært stort avlingsutslag for varm lagring og for groer sammenliknet med kald lagring og avgrodd på dette tidspunkt.

Innledning

Denne meldinga er en videreføring av tidligere forsøk med settepotetkvalitet som ble utført i perioden

1965—68 der settepotetene var lagret ved forskjellige temperaturer (Rønsen, 1976). En har i dette materialet

gått videre og tatt opp *enkeltplanter* på fem forskjellige tidspunkt utover sommeren og høsten. Det er gjort observasjoner av botaniske karakterer på forskjellige utviklingstrinn.

Formålet har bl. a. vært å få mer kunnskap om det som skjer *under bakken*, og om hva den fysiologiske

utviklingen hos settepotetene betyr for vekst og utvikling utover sommeren og høsten.

Når det gjelder utviklingsforløpet for de viktigste sortene våre, har vi ellers en del observasjoner fra 1974 og 1975 å støtte oss til.

Materiale og metoder

Fra 1970 til 1973 er det lagt ut to felt hvert år, plan A og plan B.

Disse lagringstemperaturene er nyttet:

1—3°C (L 1)

3—5°C (L 2)

3—5—7°C (L 3)

3—5—7°C og kunstig lys i ca.

4 uker før setting (L 4)

Den relative luftfuktigheten har vært 85 prosent for alle ledd. Potetene er lagt inn på klimaregulerte lagerrom i november ved 1°C eller 3°C. Disse temperaturene er holdt til 21. februar, og ble da endret til henholdsvis 3 og 5°C. Settepotetene har stått ved denne temperaturen til 15. april. Da ble L 3 og L 4 flyttet over til rom med temperatur 7°C. Ledd 4 fikk dessuten kunstig lys fram til setting, mens L 3 ble dekket til for å hindre lystilgang.

Planene ellers er vist nedenfor.

Plan A. Groer:

Med groer

Uten groer (groene plukket av)

Sorter:

Kerrs Pink

Parnassia

Beate

Amelio

Settepotetstørrelse:
60 gram

Plan B. Settepotetstørrelse:
30 grams settep.

60 » »

90 » »

Sorter:

Kerrs Pink

Pimpernel

Laila

Både i plan A og plan B er det høstet 5 ganger (H 1—H 5)

H 1 28/6

H 2 9/7

H 3 25/7

H 4 16/8

H 5 7/9

Utover sommeren og høsten er det gjort en rekke observasjoner av risutvikling, knollansettelse og knollutvikling.

Rutestørrelse 0,98 m²

6 gjentak

Radavstand 65 cm

Setteavstand 30 cm

192 planter høstet

hver gang på A-felt

216 planter høstet

hver gang på B-felt

Resultater

Først omtales hovedeffektene, lagring, sorter, høstetider, groing og knollstørrelse. Lagring og høstetider er lik for begge planer og hovedeffektene er ført opp i samme tabell. Dette gjelder også for sorter, idet Kerrs Pink har vært med på begge felter og således er nyttet som målestokk. Sjøl om dette kan være noe tvilsomt, har det praktiske fordeler å kunne sammenlikne alle sortene i en tabell. Avgroing er spesielt for plan A og knollstørrelse spesielt for plan B. Etter behandling av hovedeffektene omtales signifikante samspill.

En skisse av ei potetplante er tatt med for å vise en del av de botaniske benevnelser som er nyttet i tekst og tabeller.

Forklaring til skissen:

1. Stengler over bakken
2. Hovedstengel
3. Stoloner
4. Settepotet (morpotet)
5. Ansatte knoller
6. Røtter



Skisse av ei potetplante

Lagring

Poteter som er lagret varmt, har spirt raskest. Forskjellen er 3—4 dager sammenliknet med kald lagring (L 1), se tabell 1.

Lagring ved høg temperatur fører til at settepotetene blir fysiologisk eldre, noe som vanligvis resulterer i at knollene gror. Dette er årsaken til at de spirer før fysiologisk unge settepoteter.

Middeltallene for rislengden er praktisk talt lik for alle lagringer, men utviklingen gjennom veksttida er forskjellig, noe som vil bli behand-

let mer inngående i avsnittet *høstetider*.

Risvekten er minst etter kjølig lagring i middel for alle høstetider, men forskjellen er liten. Antall hovedstengler (de stenglene som går direkte ut fra groanleggene på settepotetene) har vært lite påvirket av lagringen i middel for alle høstetider. Det samme gjelder antall stengler over bakken, antall stoloner (utløpere som knollene er festet til), stolonlengde og rotutvikling.

Det er blitt færrest knoller etter

kjølige lagrede settepoteter på begge felt. Derimot har ikke ulike lagring påvirket mengden av skurv i nevneverdig grad. Knollavlingen er størst

etter settepoteter lagret varmt. Det er tendens til økning av middelknollvekten etter varm lagring, se tabell 1.

Tabell 1. Virkningen av ulike lagring på vekst og avling, plan A og B for årene 1970—73, i middel for flere forsøksledd og høstinger.

Karakterer	Lagring			
	L 1 Kald	L 2 Varmere	L 3 Varmest	L 4 Varmest + lys
Spiring, dager	33	30	29	29
Rislengde, cm	67	66	65	65
Risvekt, g	378	400	392	381
Antall hovedstengler	3,4	3,2	3,3	3,2
Ant. stengler over bakken	5,8	5,9	5,9	5,7
Ant. stoloner	23	25	24	24
Stolonlengde mm	30	29	29	29
Rotmasse 1—3	2,0	2,0	2,1	2,0
Antall knoller	9,7	10,1	10,8	10,3
Skurv 0—5	2,8	2,9	2,8	3,0
Knoller, kg pr. dekar *	3294	+ 181	+ 214	+ 252
Tørrestoffprosent	23,0	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,2
Tørrestoff, kg pr. dekar	759	+ 42	+ 58	+ 64
Knollvekt, g	66	+ 2	+ 2	+ 4

* Avlingstallene er middel av H 4 og H 5.

Tallene nedenfor er fra plan B der det ikke er foretatt noen avgroing og hvor avlingsutslaget for varm lagring er noe større enn det som går fram av tabell 1:

	Knoller	Tørrestoff	Tørrestoffprosent
L 1 ..	3227	761	23,6
L 2 ..	+ 205	+ 56	23,8
L 3 ..	+ 223	+ 60	23,8
L 4 ..	+ 401	+ 106	23,9

Sorter

Tabell 2 viser forskjeller mellom sorter for diverse karakterer. For knollavling, tørrestoffprosent, tørrestoffavling og knollvekt er det midteltall for H 4 og H 5. De andre karakterene, bortsett fra spiring, er stort sett observert ved alle høstetider.

Kerrs Pink spirer tidligere enn de andre sortene og har lengst ris og størst risvekt. Parnassia har få hovedstengler, få stengler over bakken

og få stoloner. Dessuten er antall knoller pr. plante lågere enn for de andre sortene. Vanligvis er det god overensstemmelse mellom antall stengler og knollstørrelsen, idet få stengler gir få og store knoller. Pimpernel har flere hovedstengler enn Kerrs Pink, men de har like mange stengler over bakken. Pimpernel har lange stoloner. I likhet med Beate har Pimpernel mange ansatte knoller og knollvekta er låg.

Tabell 2. Observasjoner for fem potetsorter, plan A og B for årene 1970—73, i middel for flere forsøksledd og høstinger.

Karakterer	Sorter	Kerrs Pink	Farnassia	Beate	Amelio	Pimpernel	Laila
Spiring		28	29	29	29	32	30
Rislengde, cm		71	71	66	58	68	64
Risvekt, g		468	426	430	332	435	374
Antall hovedstengler		4	2	4	3	5	4
Ant. stengler over bakken		7	3	6	5	7	6
Ant. stoloner		23	16	27	19	29	27
Stolonlengde mm		28	23	26	19	45	30
Rotmasse 1—3		2	2	2	2	2	2
Antall knoller pr. plante		9	7	11	10	10	8
Skurv 0—5		3	2	2	3	2	3
Knoller, kg pr. dekar *		3821	2975	3451	3561	3104	3759
Tørrstoffprosent		22,3	24,3	22,6	21,0	24,7	21,1
Tørrstoff, kg pr. dekar		860	734	786	744	763	796
Knollvekt, g		70	73	55	66	53	79

* Avlingstallene er middel av H 4 og H 5.

Observasjoner i 1974 og 1975 viser at knollansettelsen startet til forskjellig tid. Dette er hva en måtte vente da settingen i 1974 var tidligere enn året etter. I middel for begge år har det tatt 45 dager fra setting til begynnende knollansetting uten forbehandling av settepotetene. Tiden fra oppspiring til begynnende knollansettelse har tatt ca. to uker, og midlere rislengde har da vært om lag 30 cm i middel for alle sorter og år. Men det er stor forskjell på sorter. Pimpernel ligger to uker etter de andre sortene m. h. t. knollansettingen.

Kerrs Pink var tidlig ute med knollansettelsen i 1974, og Laila lå klart foran de andre sortene i 1975. Antall ansatte knoller var allerede i begynnelsen av juli på samme nivå som ved høsting. Det ansettes imidlertid vanligvis flere knoller enn det blir høstet.

Parnassia har også her hatt få hovedstengler, få stengler over bakken og få ansatte knoller. Derimot var det mange stengler og ansatte knoller både hos Beate og Pimpernel. Pimpernel har hatt dobbelt så lange

stoloner som de andre sortene, noe som er en ulempe, særlig ved høstingen. Carlsson (1970) hevder at korte stoloner medvirker til en jammere kvalitet hos potetknollene. Årsaken til dette er ifølge Carlsson at knollene ansettes mer konsentrert midt i drillen, de blir bedre dekket av jord utover høsten, og de vil derfor være bedre beskyttet mot låge nattetemperaturer. Dette medvirker både til mindre innhold av reduserende sukker og beskytter mot direkte frost, noe som er særdeles viktig når potetene anvendes til chipsproduksjon.

Det er sikre *sortsforskjeller* både for innhold av reduserende sukker og stivelse i tørrstoffet:

	Reduserende sukker g DE/100 g tørrst.	Stivelse i prosent av tørrst.
Kerrs Pink . . .	2,7	64,0
Parnassia	2,8	66,6
Beate	2,1	66,2
Amelio	2,0	67,0

Høstetider

Det har vært 5 høstetider, se avsnittet om *materiale og metoder*.

Rislengden har økt fram til H 4, mens maksimal risvekt har vært ved H 3. Etter denne tid er risvekten redusert på grunn av begynnende nedvisning, se fig. 1 og 2.

Det ser ut som risutviklingen henger sammen med sortenes tidlighet. Amelio og Laila, de tidligste sortene som er med, har ganske beskjedent rislengde sammenliknet med de øvrige sortene. Dette gjelder stort sett for tidligpoteter og er nok en betingelse for tidlig knollutvikling. Sorter med kraftig ris trenger ei lang veksttid. Dessuten skal en huske på at ved å avbryte veksten mens riset er friskt, høster vi svært umodne knoller. Dette gir i sin tur problemer med mye skader og dårlig lagring. Konklusjonen må derfor være at det for seine sorter er viktig med lagring

som gir tidlig spiring og vekst for å oppnå god modning.

Risvekten har vært minst for kjølig lagring ved H 1. Når det gjelder vekstkurven, er det god overensstemmelse mellom risvekt og rislengde. Rismassen etter kald lagring er liten fra våren av, mens den tar seg opp utover sommeren, og den er større enn for varm lagring ved H 4 og H 5. Risvekten har gjennomgående vært størst ved H 3 og H 4 og er markert mindre ved H 5 på grunn av modningssymptomer på riset.

Antall stengler har vært relativt konstant ved de forskjellige høstetidene. Allerede ved H 1 har vi registrert det antall som stort sett går igjen ved seinere høstetider. Også antall stengler over bakken er stort sett det samme ved alle høstinger, se tabell 3.

Tabell 3. Observasjoner for fire potetsorter, plan A i årene 1970—73, i middel av flere høstinger for grodd og avgrodd.

	H 1 28/6	H 2 9/7	H 3 25/7	H 4 16/8	H 5 7/9
Rislengde, cm	24	55	78	99	86
Risvekt, g	90	347	623	605	396
Antall hovedstengler	3	3	4	3	3
Ant. stengler over bakken	5	5	5	6	5
Antall stoloner	16	26	24	19	14
Stolonlengde, mm	17	30	34	24	24
Rotmasse 1—3	2	2	2	3	2
Antall knoller	1	8	11	11	11
Skurv 0—5			3	2	3
Knoller, kg pr. dekar		181	1196	3027	3876
Tørrstoffprosent			18,0	21,0	24,0
Tørrstoff, kg pr. dekar		27	211	637	924
Knollvekt, g		3	22	56	75

Antall stoloner har økt fram til H 2, mens stolonlengden er størst ved de siste høstingene. Rotmassen er størst ved H 4. Det har imidlertid ikke vært lett å bedømme rotmassen. Antall knoller øker raskt fra H 1 til

H 2 og har vært konstant fra og med H 3 i middel for alle sorter og år.

Det har vært en nokså beskjedent knolldannelse ved H 2 (9/7), men fra dette tidspunkt starter tilveksten for alvor, slik oppstillingen viser:

28/6— 9/7, 12 dager, 181 kg eller 15 kg tilvekst pr. dekar og dag
 10/7—25/7, 16 dager, 1015 kg eller 63 kg tilvekst pr. dekar og dag
 26/7—16/8, 22 dager, 1813 kg eller 83 kg tilvekst pr. dekar og dag
 17/8— 7/9, 22 dager, 849 kg eller 39 kg tilvekst pr. dekar og dag

Tilveksten av knoller har vært størst i slutten av juli og begynnelsen av august. Den var da oppe i 80—90 kg pr. dekar og dag. Etter denne tid minker tilveksten betydelig, slik det går fram av tallmaterialet.

Tilveksten av tørrstoff viser et lik-

H 2—H 3, 19 gram eller 1,19 gram pr. dag
 H 3—H 4, 34 gram eller 1,55 gram pr. dag
 H 4—H 5, 19 gram eller 0,86 gram pr. dag

Det ble ikke funnet signifikant sammenheng mellom lagring og innhold av stivelse i tørrstoffet. Derimot er det statistisk sikker forskjell når det gjelder innhold av reduserende sukker (g DE/100 g tørrst.). Det er mer sukker i tørrstoffet etter kjølig enn etter varm lagring:

	H 3	H 4	H 5
Kald lagring . .	5,9	2,6	1,2
Varm lagring .	3,7	2,2	0,9

Ved 3. høsting var forskjellen mellom varm og kald lagring meget stor m.h.t. innholdet av reduserende sukker. Ved de to siste høstetidene er forskjellen vesentlig mindre, men også her var det mer reduserende sukker etter kald lagring.

Både innhold av reduserende sukker og stivelse endres således med utviklingsstrinnet. Stivelsen i prosent av tørrstoffet øker, mens innholdet av

nende forløp og har vært rundt 20 kg pr. dekar og dag i månedsskiftet juli/august for deretter å falle til 10—15 kg pr. dekar og dag i siste halvdel av august og første uka av september.

Tilveksten pr. knoll har vært:

reduserende sukker avtar med stigende modningsgrad:

	Stivelse	Reduserende sukker
H 3	62,0	4,1
H 4	66,6	2,2
H 5	69,4	0,9

Endringen er størst for innhold av reduserende sukker, noe som viser betydningen av god modning hos poteter som skal brukes i chipsindustrien, da *lågt innhold av reduserende sukker er av stor betydning for å få god chips.*

De refererte tall er fra kjemiske undersøkelser i 1973. Da disse er de mest omfattende, er de tatt med separat. En del analyser i 1970 viser imidlertid samme tendens, noe som gjør resultatene mer almenyldige. Resultatene for reduserende sukker er ellers i god overensstemmelse med tidligere resultater (*Rønsen, 1969*).

Groer

I plan A er settepoteter med samme fysiologiske alder med og uten groer sammenliknet. Dette er gjort ved at en etter utvikling av groer har delt materialet i to og plukket av groene på halvparten.

Den betydning groene har for settepotetene går fram av tabell 4. Resultatene viser at settepoteter med groene på, har spirt 3 dager før de som har fått groene fjernet. For L 1, L 2 og L 3 er forskjellen 4 dager.

Tabell 4. Avgroing sammenliknet med groer, plan A, hos fire potetsorter for årene 1970—73 i middel av flere høstinger.

	Med groer	Uten groer
Spiring, dager	28	31
Rislengde, cm	67	66
Risvekt, g	425	404
Antall hovedstengler	3	4
Ant. stengler over bakken	6	5
Antall stoloner	21	21
Stolonlengde, mm	23	25
Rotmasse 1—3	2	2
Antall knoller	10	9
Skurv 0—5	3	2
Knoller, kg pr. dekar *	3608	3296
Tørrstoffprosent	22,6	22,5
Tørrstoff, kg pr. dekar	819	744
Knollvekt, g	71	61

* Avlingstallene er middel av H 4 og H 5.

Risvekten var noe større etter settepoteter med groer enn uten, og det var en stengel mer over bakken. Settepoteter med groer har ellers i middel ansatt en knoll mer og knollvek-

ten er 10 gram høyere enn for avgrodde. Det er blitt 312 kg knoller pr. dekar mer der groene er beholdt, og tørrstoffavlingen var 75 kg høyere pr. dekar. Se for øvrig tabell 4.

Settepotetstørrelse

Store settepoteter spirer raskere med økende settepotetstørrelse, se enn små og risvekten øker kraftig tabell 5.

Tabell 5. Virkning av settepotetstørrelsen på en del karakterer hos tre potetsorter, plan B, for årene 1970—73 i middel for flere forsøksledd og høstinger.

	Vekt av settepoteter, g		
	90	60	30
Spiring, dager	28	28	30
Rislengde, cm	66	64	64
Risvekt, g	410	369	297
Antall hovedstengler	4,4	3,5	2,7
Ant. stengler over bakken	8,1	6,3	4,8
Antall stoloner	32	27	20
Stolonlengde, mm	33	33	34
Rotmasse 1—3	2,4	2,1	1,6
Antall knoller	12,9	11,4	9,1
Skurv 0—5	2,8	2,8	2,5
Knoller, kg pr. dekar *	3773	3580	2949
Tørrstoffprosent	23,8	23,7	23,8
Tørrstoff, kg pr. dekar	897	846	702
Knollvekt, g	63	70	72

* Avlingstallene er middel av H 4 og H 5.

Antall stengler (både hovedstengler og stengler over bakken) øker med økende settepotetstørrelse. Det samme gjelder antall stoloner. Rotmassen øker sterkt med økende settepotetstørrelse, og antall ansatte knoller er gått opp fra 9 til 13.

Knollene etter store settepoteter blir mindre, men avlingsmengden øker betydelig, slik oppstillingen viser:

	Avling, rel. tall		Netto avlingsøkning pr. dekar
	Knoller	Tørrstoff	
30 gram	100	100	
60 gram	121	121	+ 478
90 gram	128	128	+ 518

Netto avlingsøkning vil si bruttoavling minus settepoteter. Det er brukt følgende mengder av settepoteter pr. dekar: 30 gram, 150 kg, 60 gram, 300 kg, 90 gram, 450 kg.

Samspill, plan A

Med såvidt mange forsøksfaktorer som det er her, får vi en rekke samspill. I det etterfølgende er bare signifikante to-faktorsamspill tatt med. Samspill med flere enn to faktorer er innviklede, og det er ikke alltid at de gir leseren så mye informasjon.

Beate, mens den for Parnassia og Amelio var bare 2 dager.

Spiring

Spiringen er notert etter at minst 80 prosent av plantene hadde spirt. Antall dager fra setting til full oppspiring har i middel vært omkring 30, men det har variert noe med år. Det er samspill mellom grodd og avgrodd på den ene siden og sorter på den andre. Kerrs Pink og Beate har spirt raskere etter settepoteter med groer enn Parnassia og Amelio. Forskjellen mellom settepoteter med groer og avgrodde var 4 dager for Kerrs Pink og

Rislengde og risvekt

Samspill mellom lagring og rismasse går fram av fig. 1 a og 1 b. Forgroing og varm lagring gir raskere vekst fra våren av. Kaldt lagra settepoteter gir derimot sterk risvekst seinere på sommeren og har hatt størst rismasse mot slutten av vekstsesongen. Kerrs Pink og Parnassia har hatt størst ris ved H 4, mens rismassen hos Beate og Amelio var størst ved H 3. Amelio er en halvtidlig sort, og dette kommer tydelig fram ved den sterke nedgangen i rismasse fra H 3 og utover, se fig. 2 b. Laila som også er en halvtidlig sort, viser tilsvarende reaksjon, se fig. 2 a.

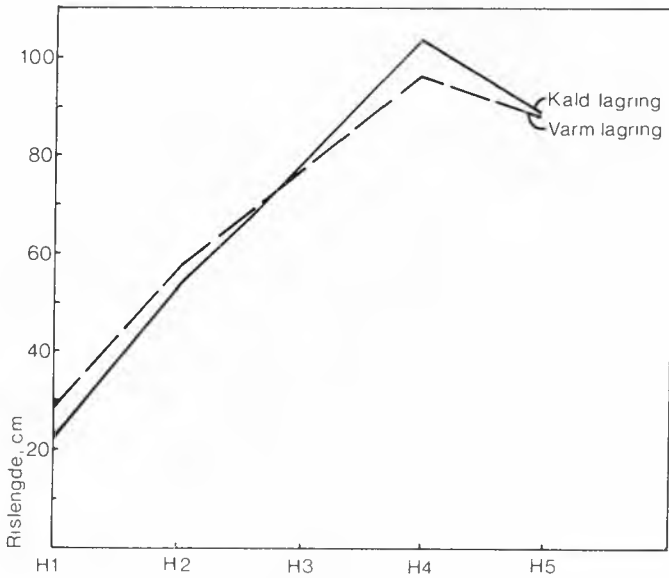


Fig. 1a. Sammenhengen mellom rislengde og lagring ved 5 høstetider i perioden 1970—73.

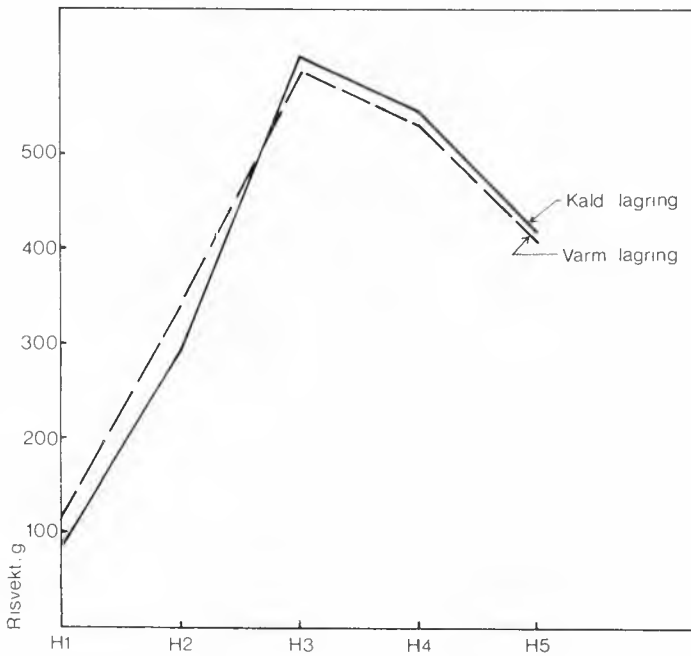


Fig. 1b. Sammenhengen mellom risvekt pr. plante og lagring ved 5 høstetider i perioden 1970—73.

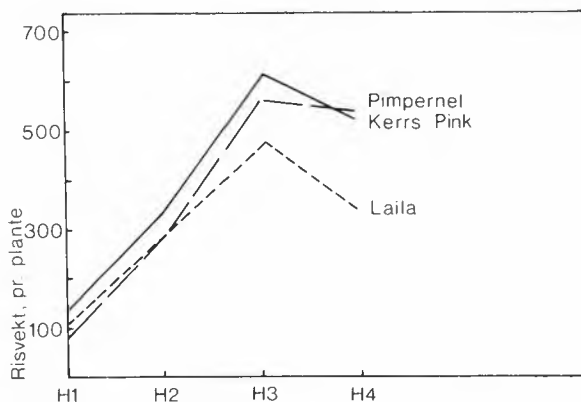


Fig. 2a. Sammenhengen mellom risvekt hos tre potetsorter ved 4 høstetider i perioden 1970—73.

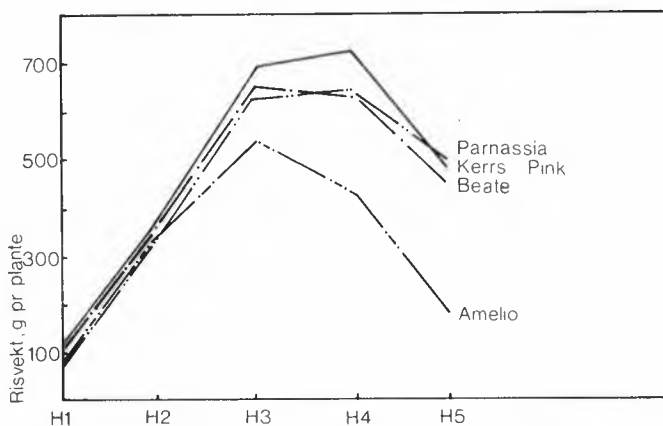


Fig. 2b. Sammenhengen mellom risvekt hos fire potetsorter ved 5 høstetider i perioden 1970—75.

Settepoteter med groer er sammenliknet med avgrodde. Det er da den samme fysiologiske alder på settepotetene, og det som måles er *virkingen av groene*. Resultatet går fram av fig. 3 og 4. Som fig. 3 viser, gir groene en raskere start, men når vi kommer fram til H 3, har plantene etter avgrodde settepoteter tatt igjen

forspranget m. h. t. lengdevekst og ligger endog over de grodde ved H 4.

Fig. 4 viser tilsvarende utvikling for risvekten. Til og med H 3 er risvekten for grodde større enn for avgrodde, men ved H 4 er det omvendt. Dette stemmer godt med resultatet for rislengden.

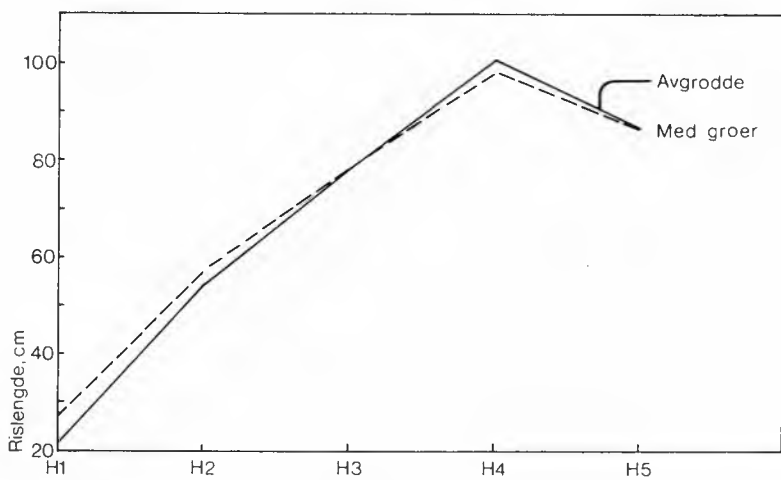


Fig. 3. Rislengde ved fem høstetidspunkt etter settepoteter med groer og avgrodde 1970—73.

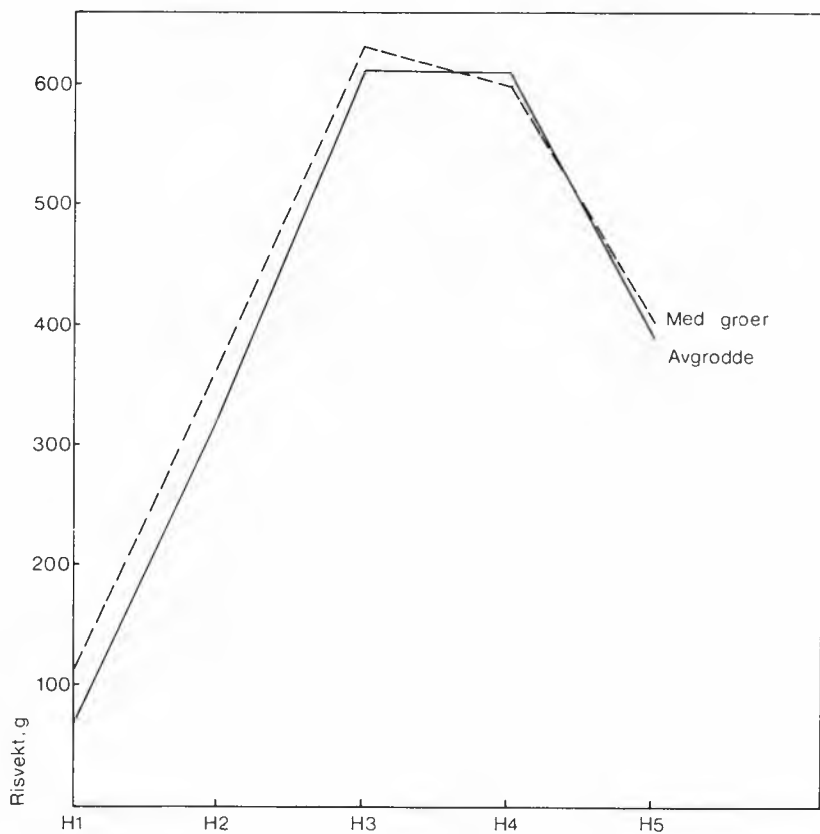


Fig. 4. Risvekt ved fem høstetider etter settepoteter med groer og avgrodde 1970—73.

Ved H5 er rislengden lik for planter med og uten groer, og det er også liten forskjell m. h. t. risvekten. En må derfor kunne slutte at virkningen av groene på avlingsresultatet ligger i en sterkere risvekst fram mot slutten av juli, og knollansettingen skjer noe tidligere etter settepoteter med groer. Dette blir imidlertid behandlet under avsnittet *knolldannelse*.

Rotmasse

Rotmassen er bedømt etter en skala fra 1 til 3, der 1 er liten og 3 stor rotmasse. Tallene her viser rotmassen ved H 4 og H 5 for disse sortene:

	H 4	H 5
Kerrs Pink	3	3
Parnassia	3	3
Beate	3	2
Amelio	2	2

Amelio har mindre røtter enn de andre sortene. Beate har også mindre rotmasse ved H 5 enn Kerrs Pink og Parnassia.

En savner imidlertid et objektivt mål for rotmassen. I en annen undersøkelse som ikke er publisert er det forsøkt veiing, men dette byr også på problemer.

Knolldannelse

Det er store sortsforskjeller m. h. t. antall ansatte knoller. Beate ansetter vanligvis mange knoller, mens Parnassia har få. Det er sammenheng mellom det antall stengler som dannes og antall ansatte knoller. Mange stengler (i første rekke hovedstengler) fører til mange ansatte knoller (Hagman, 1975). Det er også sammenheng mellom antall hovedstengler og antall stoloner $r = 0,93^*$. Mange hovedstengler gir således mange stoloner.

For Kerrs Pink har ikke lagringstemperaturen påvirket antall ansatte knoller. For de øvrige sortene har derimot kald lagring gitt færre knoller. Særlig gjelder dette Beate og Amelio, slik fig. 5 viser.

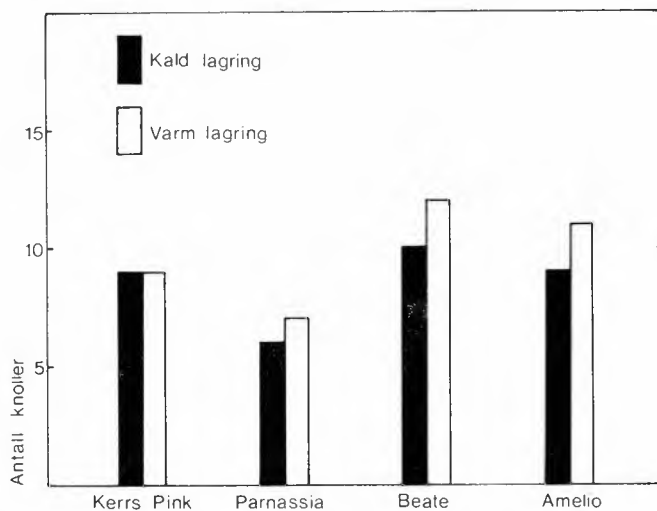


Fig. 5. Antall ansatte knoller etter kald og varm lagring hos fire potetsorter 1970—73.

Knolltallet stiger kraftig fra H1 til H2. Siden har stigningen vært svakere. Kerrs Pink, Parnassia og Beate har hatt stigning i knollantal-

let til H4, mens Amelio har hatt flest knoller ved H3, slik det går fram av fig. 6.

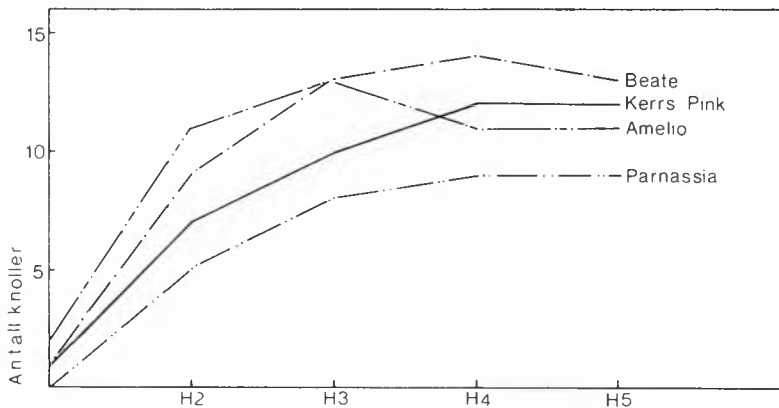


Fig. 6. Antall ansatte knoller hos fire potetsorter ved fem høstetider 1970—73.

Nedre grense for registrert knollstørrelse har vært som små erter. Knolldannelsen har her i enkelte tilfelle foregått til ut i august. Dette er lenge f. eks. sammenliknet med 1974 da forholdene for knolldannelsen var ideelle. Antall knoller pr. plante var

størst i 1971 og minst i 1970 (variasjonsbredde (8,8—10,0).

Det ansettes flere knoller på et tidlig tidspunkt etter settepoteter med groer, mens det totale antall av knoller ved H3 og H4 ble størst etter avgroing, se fig. 7.

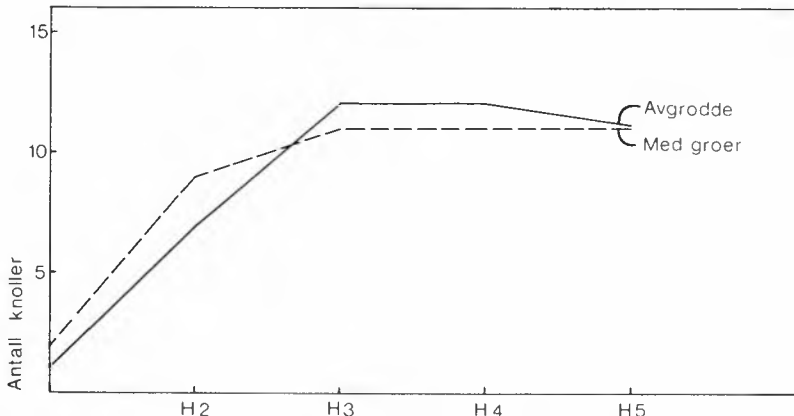


Fig. 7. Antall ansatte knoller etter settepoteter med groer og avgrodde høstet på fem ulike tidspunkt 1970—73.

Knollavling

Vi har, som ventet, hatt minst avling for de fleste sorter etter sette-

poteter lagret kaldt. De settepotetene som ble lagret varmest, hadde imidlertid ved settingen lange skjøre gro-

er som ikke ville klart seg uten å brette ved hardhendt behandling.

Amelio har i motsetning til de andre sortene, gitt størst avling etter kald lagring av settepotetene. Tidli-

gere materiale (Rønsen, 1976) viser samme tendens for andre halvtidlige sorter ved vanlig høstopptaking. Samspillet mellom sorter og lagring går fram av fig. 8.

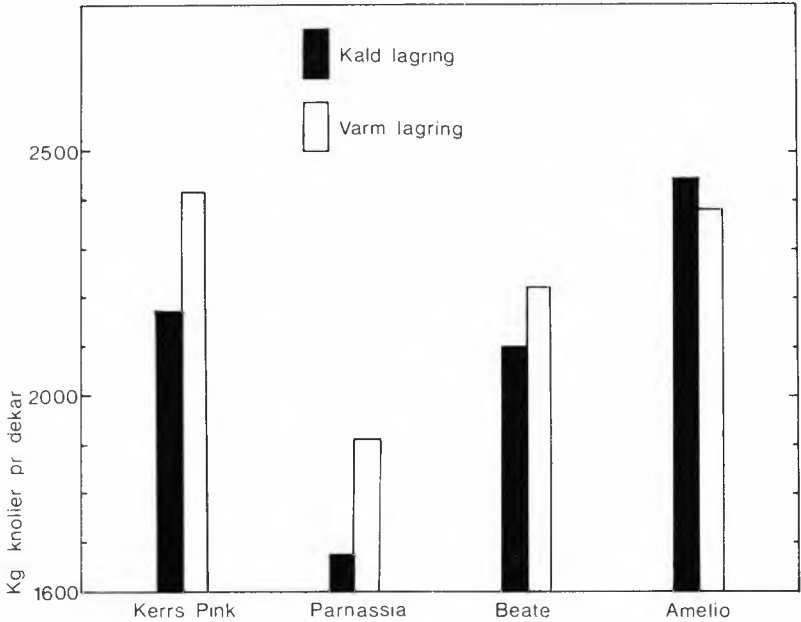


Fig. 8. Knollavling etter kald og varm lagring av settepotetene hos fire sorter 1970—73.

Tilveksten fra H 2 til H 3 er størst hos Amelio. Dernest kommer Kerrs Pink, Beate og Parnassia. Den raske tilveksten hos Amelio fortsetter også ved H 3 til H 4, men fra H 4 til H 5

er tilveksten liten. Hos de andre sortene derimot, er det fremdeles sterk tilvekst. Tilveksten av knoller i kg pr. dekar og dag går fram av fig. 9.

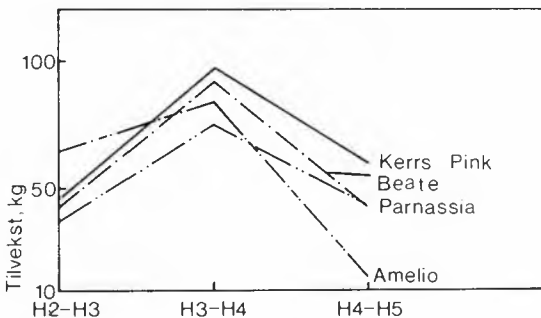


Fig. 9. Tilvekst av knoller pr. dekar og dag i tre tidsintervall hos fire potetsorter 1970—73.

Fjerning av groene har redusert knollavlingen betydelig. Ved alle høstetider ligger leddet med groer høgere enn avgrodd og aller størst er forskjellen ved siste høstetid. Tallene gjelder avling pr. dekar:

	Med groer	Av-grodd	Avlings-nedgang
H 2	246	117	129
H 3	1296	1093	206
H 4	3106	2948	158
H 5	4109	3644	465

Tørrstoffprosent

Tørrstoffprosenten stiger kraftig fra H 3 til H 5. Stigningen er tilnærmet rettlinjet for Kerrs Pink, Parnassia og Beate. Amelio har derimot mindre økning av tørrstoffprosenten fra H 4 til H 5 enn de øvrige sortene. Dette er naturlig ettersom Amelio er den tidligste av disse sortene, se fig. 10.

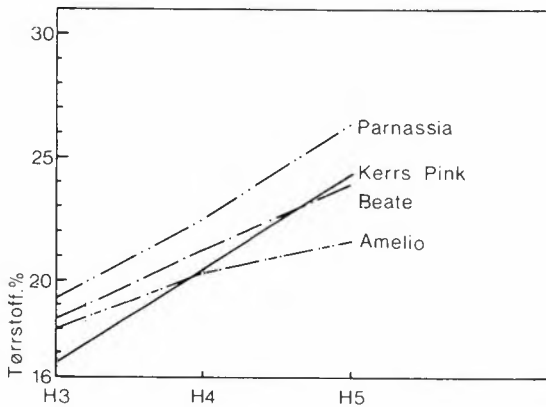


Fig. 10. Tørrstoffprosent ved tre høstetider hos fire potetsorter 1970—73.

Tørrstoffavling

Den halvtidlige sorten Amelio har gitt høgest tørrstoffavling etter kald lagring, mens Parnassia står best et-

ter de settepotetene som er lagret varmest, slik det går fram av oppstillingen (kg pr. dekar):

	Kerrs Pink	Parnassia	Beate	Amelio
L 1 (kald)	449	374	447	492
L 2 (varmere)	495	416	472	476
L 3 og L 4 (varmest)	500	456	475	480

Avlingsøkningen for groer er om lag den samme ved H 3 og H 4 (ca. 40 kg tørrstoff pr. dekar), mens forskjellen ved H 5 er over 100 kg pr. dekar.

På tilsvarende måte som for knollavlingen er det samspill mellom sorter og høstetid. Amelio har bare $\frac{1}{3}$ så stor økning i tørrstoffavlingen fra H 4 til H 5 som de øvrige sortene.

Knollvekt

Forskjellen mellom settepoteter med groer og avgrodde er størst for Kerrs Pink (14 gram) og minst for Beate (3 gram) i middel for de fire siste høstinger.

Amelio har hatt de største knollene til og med H 4, men siden går både Kerrs Pink og Parnassia forbi Amelio. Beate har hatt minst knollvekt ved alle høstinger (knollvekt i g), se fig. 11.

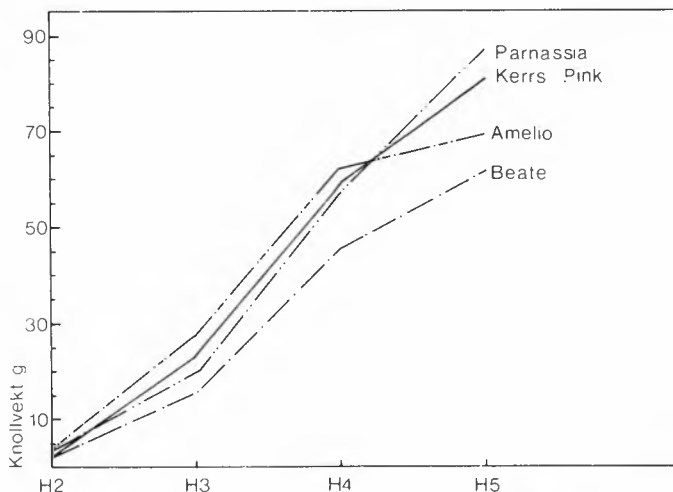


Fig. 11. Knollvekt hos sortene Kerrs Pink, Parnassia, Beate og Amelio ved fire høstetider 1970—73.

Reduserende sukker

Kerrs Pink viser størst forandring i det kjemiske innholdet med utviklingsstadiet, idet nedgangen i reduserende sukker er hele 4,2 g DE/100 g tørrstoff fra H 3 til H 5. Nå skal vi huske på at Kerrs Pink er en sein sort og at vi derfor måtte vente

store utslag for høstetiden. Den tidligste av disse sortene, Amelio, har mye mindre endringer i kjemisk sammensetning med utsatt høsting enn Kerrs Pink.

Sammenhengen mellom sort og høstetid m. h. t. reduserende sukker er vist i fig. 12.

Samspill, plan B

Som tidligere nevnt under materiale og metoder, har plan B sortene: Kerrs Pink, Pimpernel og Laila og settepotetstørrelsene 30, 60 og 90 gram. De resultatene som følger er signifikante samspill fra plan B.

Stengler, stoloner, ris og rotmasse

Det er meget sikker sammenheng mellom sorter og settepotetstørrelse

for antall hovedstengler og antall stoloner. Hos Pimpernel er det blitt en økning i antall hovedstengler på 2,3 pr. plante ved å øke settepotetstørrelsen fra 30 til 90 gram. Dette er betydelig mer enn for Kerrs Pink og Laila. Antall stoloner øker også sterkest for Pimpernel ved økning av settepotetstørrelsen, se fig. 13 og 14.

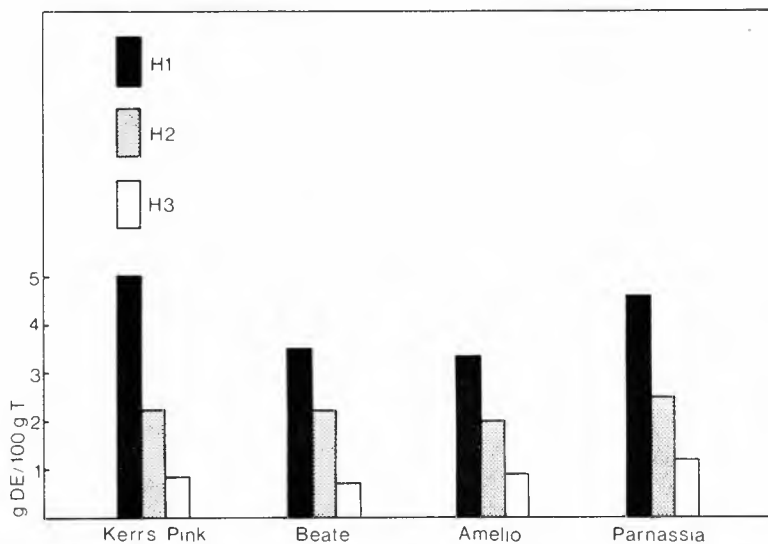


Fig. 12. Innhold av reduserende sukker ved tre høstetider hos sortene Kerrs Pink, Beate, Amelio og Parnassia 1973.

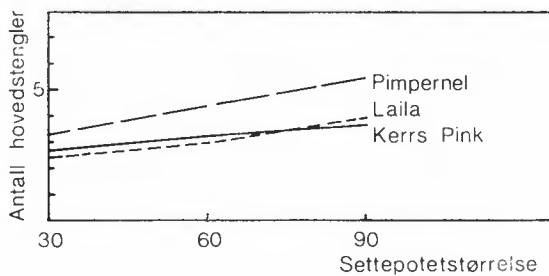


Fig. 13. Antall hovedstengler etter tre ulike settepotetstørrelser hos sortene Kerrs Pink, Pimpernel og Laila 1970—73.

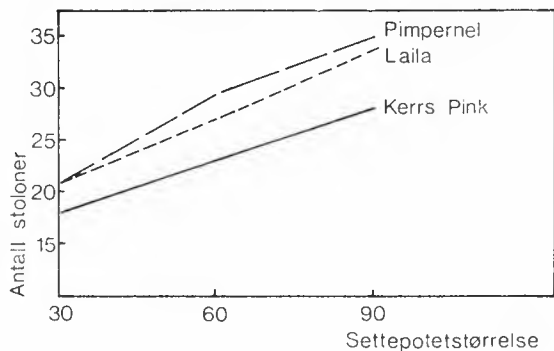


Fig. 14. Antall stoloner etter tre ulike settepotetstørrelser hos sortene Kerrs Pink, Pimpernel og Laila 1970—73.

Det er hele tiden Pimpernel som har størst antall hovedstengler. Kerrs Pink og Laila har om lag samme antall hovedstengler, men vesentlig færre enn Pimpernel. Det er også her sikker sammenheng mellom antall hovedstengler og antall stoloner $r = 0,86 ***$.

Antall stoloner øker fra H 1 til H 3. Laila har dannet flest stoloner ved

H 1, mens Pimpernel har størst antall ved H 2 og H 3, se fig. 15. Stolonlengden har en tilsvarende utvikling som antall stoloner. Laila har lengst stoloner ved H 1, men blir snart forbigått av Pimpernel som har uvanlig lange stengelutløpere. Verdiene i fig. 16 bygger på gjennomsnittstall, og det er ikke sjelden med stoloner på både 10 og 20 cm hos Pimpernel.

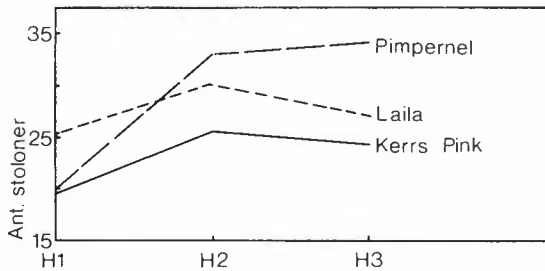


Fig. 15. Antall stoloner ved tre forskjellige høstetider hos sortene Kerrs Fink, Pimpernel og Laila 1970—73.

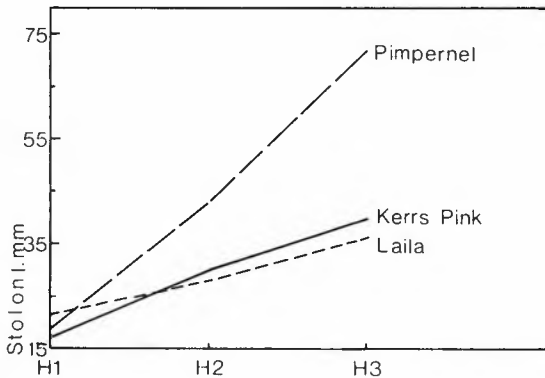


Fig. 16. Stolonlengden i mm hos sortene Kerrs Pink, Pimpernel og Laila ved tre ulike høstetider 1970—73.

Kerrs Pink utvikler riset raskt fra våren av. Dernest følger Laila og Pimpernel. Pimpernel kommer sterkt utover sommeren og ved H 4 har den gått forbi Kerrs Pink.

Både Kerrs Pink og Pimpernel har god rotutvikling. I korn er det ofte slik at planter med lang halm har stort rotsystem. Dette synes å være

tilfellet også i dette potetmaterialet hvor Laila med lågt ris samtidig har hatt minst rotmasse.

Avling og tørrstoffprosent

Avlingsøkningen fra H 4 til H 5 er størst etter varmeste lagring, som disse tallene viser:

	H 4	H 5	Differanse
L 1 (kald lagring)	2933	3521	+ 588
L 2 (varmere lagring)	3158	3705	+ 547
L 3 (varmest lagring)	3121	3957	+ 836

Tørrstoffprosenten hos Kerrs Pink og Pimpernel er gått opp med mellom én og to enheter fra H 4 til H 5, mens den hos Laila har økt med under én enhet. Noe tilsvarende er ut-

viklingen for knollavling og tørrstoffavling. Kerrs Pink har hatt den største avlingsøkningen både av knoller og tørrstoff, se oppstillingen:

	H 4	H 5	Differanse
<i>Tørrstoffprosent</i>			
Kerrs Pink	22,4	24,4	+ 2,0
Pimpernel	24,5	27,1	+ 2,6
Laila	21,8	22,5	+ 0,7
<i>Knoller pr. dekar</i>			
Kerrs Pink	3167	4221	+ 1054
Pimpernel	2667	3287	+ 620
Laila	3416	3848	+ 432
<i>Tørrstoffavling pr. dekar</i>			
Kerrs Pink	714	1023	+ 309
Pimpernel	659	884	+ 225
Laila	749	860	+ 111

Det er tydelig samspill mellom høstetid og settepotetstørrelse både for knollavling og tørrstoffavling. Den

største tilveksten fra H 4 til H 5 har vi for store settepoteter, se oppstillingen:

	H 4	H 5	Differanse
<i>Knollavling kg pr. dekar</i>			
30 g	2762	3136	+ 374
60 g	3233	3928	+ 695
90 g	3255	4291	+ 1036
<i>Tørrstoffavling kg pr. dekar</i>			
30 g	634	769	+ 135
60 g	740	952	+ 212
90 g	749	1046	+ 297

Det er tydelig at det utover høsten er større tilvekst etter store settepoteter. Dersom en vil ha det fulle ut-

bytte av store settepoteter, gjelder det således å *utnytte veksttida* så godt som råd.

Resultater fra det enkelte år

Tabell 6 viser resultatene fra en rekke observasjoner i årene 1970—1973. Tallene er gjennomsnittstall for

flere høstinger, og derfor er avlingstallene og tørrstoffprosentene relativt låge.

Tabell 6. Resultater fra de enkelte år for en del karakterer i middel av flere forsøksledd og høstinger.

	1970	1971	1972	1973
Oppspiring i juni	10	16	17	11
Ris lengde, cm	75	56	69	68
Risvekt, g	493	289	418	488
Antall hovedstengler	4	3	4	2
Antall stoloner	22	23	20	21
Antall knoller	9	10	9	9
Knoller, kg pr. dekar	2883	1939	1899	2277
Tørrstoffprosent	21,1	23,3	20,8	19,6
Tørrstoff, kg pr. dekar	707	605	531	647
Knollvekt, g	59	37	32	47

Som en vil se av tabell 6, har det vært nesten samme antall ansatte knoller hvert år. Forskjellen i avling må derfor tilskrives forskjell i knollstørrelse. Det er da også godt samsvare mellom knollvekt og avling. Avling og knollvekt er størst i 1970 og minst i 1972. Tørrstoffprosenten har

vært høgest i 1971 og lågest i 1973.

I 1970 da avlingsnivået var høgt, var nettoavlingen størst etter store settepoteter på 90 gram. I 1973 var det praktisk talt lik nettoavling for 60 og 90 grams settepoteter, og i de øvrige år har 60 grams settepoteter gitt best resultat, se fig. 17.

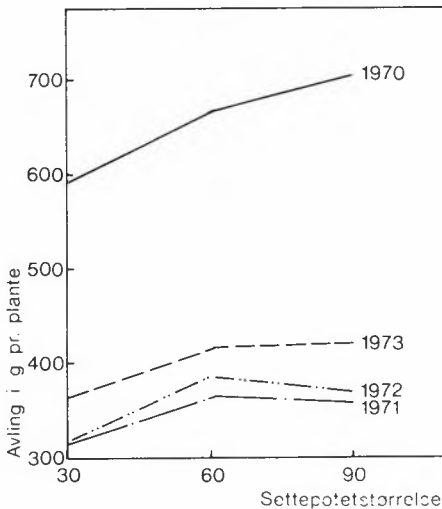


Fig. 17. Nettoavling, knoller pr. plante, i årene 1970—73 ved tre ulike settepotetstørrelser.

Virkningen av groene

Ledd med groer har gitt større avling enn avgrodde, men det er forskjell på år og på sorter innen år.

Avlingsstørrelsen påvirkes av knollstørrelsen og knollantallet. Når en bedømmer groingseffekten, er det nødvendig å kjenne til disse faktorene.

Tabell 7 viser avlingsøkningen (differansen mellom grodd og avgrodd), og som en ser har groene gitt avlingsøkning for alle sorter i alle år,

men det er stor variasjon fra det ene året til det andre.

Kerrs Pink er den sorten som har hatt størst avlingsøkning for groer, mens Parnassia er minst påvirket. Avlingsøkningen for Kerrs Pink, Beate og Amelio består i både en økning av knollvekta og knolltallet. Hos Parnassia er det også økning i knollvekta, mens det er en nedgang i knolltallet.

Tabell 7. Virkningen av groene i de forskjellige år av forsøksperioden, plan A.

År	Sort	Δvlings- økning kg pr. dekar	Økning av knollv. g	Endring av knollantall
1970	Parnassia	+ 130	+ 9	÷ 0,8
1971	»	+ 147	+ 5	+ 0,2
1972	»	+ 178	+ 7	÷ 0,3
1973	»	+ 54	+ 15	÷ 0,5
Middel		127	9	÷ 0,4
1971	Kerrs Pink	+ 422	+ 2	+ 2,0
1972	»	+ 513	+ 12	+ 1,1
1973	»	+ 133	+ 17	÷ 1,3
Middel		356	10	+ 0,9
1970	Beate	+ 467	+ 10	+ 0,4
1971	»	+ 4	+ 1	+ 0,4
1972	»	+ 324	+ 3	+ 0,5
1973	»	+ 302	± 0	+ 2,6
Middel		274	4	+ 1,0
1970	Amelio	+ 241	+ 20	÷ 1,1
1971	»	+ 139	+ 2	+ 1,0
1972	»	+ 394	+ 10	+ 0,5
1973	»	+ 182	+ 6	+ 1,0
Middel		239	10	+ 0,4

Effekten bak groene på avlinga har, som det går fram av tabell 7, vært en økning av knollvekta. I til-

legg til dette kommer så at noen sorter også har ansatt flere knoller.

Drøfting av forsøksresultatene

Temperaturen under lagringen av settepoteter virker inn på settepotetenes avlingspotensial. Da virkningen er forskjellig fra sort til sort og da

vi her har samspill mellom en rekke faktorer, kan vi ikke si noe generelt om hvor stor virkningen er. Det vi imidlertid kan gjøre, er å trekke opp

noen regler for hvordan varm og kald lagring påvirker plantenes utvikling, vekst og avling.

Varm lagring av settepotetene endrer gjerne utviklingen i retning av større knollmasse og mindre ris, samtidig som knollene blir bedre modne. Dette er i god overensstemmelse med andre resultater (Rønsen, 1976). Liknende virkning har tidlig setting (upublisert materiale). Noe liknende finner en hos korn, der tidlig såing endrer forholdet korn/halm i gunstig retning.

Det er betydelig forskjell på utvikling og reaksjon hos tidlige og seine potetsorter. Tidlige sorter utvikler mindre rismasse enn seine, og virkningen på avlingen etter varm lagring av settepotetene er mindre ved vanlig opptakingstid — ja, i enkelte tilfelle blir resultatet etter varm lagring for tidlige sorter negativt. Dette er helt i tråd med hva vi har funnet tidligere (Rønsen, 1976). Ved tidlig opptaking derimot, vil en også for tidlige sorter ha positivt utslag for varm lagring.

Oppspiringstiden avtar med varm lagring. Undersøkelser har vist at det er negativ korrelasjon mellom groenes lengde ved setting og oppspiringstiden innenfor visse grenser (Headford, 1962).

I vårt materiale er forskjellen i oppspiringstid i middel 3 dager. For Kerrs Pink og Beate er forskjellen 4 dager. Dette medfører at ansetting av knollene også skjer tidligere.

Det er tendens til flere knoller ved H 3 og H 4 etter avgroing, men forskjellene er ikke signifikante. En tilsvarende tendens kan spores når det gjelder antall stengler over bakken. Antall hovedstengler synes å øke med avgroing, mens det for antall stengler over bakken er motsatt. Dette tyder på at riset antakelig greiner seg noe mer når en beholder groene på, og rismassen ved de første høstingene

har vært noe større etter settepoteter med groer. Leddet med groer har hatt noe større knoller, og dette synes å forklare den avlingsøkningen vi har fått på vel 10 prosent.

I materiale med utviklet apikal dominans ble det funnet en nedgang i avling på 200—300 kg pr. dekar for avgroing i forhold til ledd med groer (Rønsen, 1976).

Sterten (1953) fant store svingninger i avlingsutslaget for groing fra år til år og fra sort til sort. I enkelte tilfelle syntes avlingsutslaget å kunne forklares ut fra knolltallet og i andre tilfelle som følge av knollvekta eller begge deler. Men i 3 av 4 tilfelle var det en større prosent store knoller etter forgrodde settepoteter.

Dette materialet gir mulighet for å studere virkningen av groene noe nærmere. Vi har her hatt settepoteter som er lagret likt, der den ene halvparten er satt med groene på og den andre halvparten er avgrodd. Disse settepotetene har den samme fysiologiske alder. Det eneste som skiller dem er de utviklede groene. Resultatene viser uten unntakelse at settepoteter med groer har gitt større avling, men utslaget har variert fra 4 kg knoller pr. dekar for Beate i 1971 til 513 kg knoller pr. dekar for Kerrs Pink i 1972. For praktisk talt alle sorter og år har vi fått større knoller med groer, noe som i første rekke må tilskrives tidligere ansettelse av knollene samtidig som utvikling av riset (rislengde og -vekt) i denne perioden har vært kraftigere med groer enn hos avgrodde. *Germann* (1960) og *Werner* (1947) fant at ugrodde settepoteter eller settepoteter som var avgrodd like før setting var mer mottagelige for sjukdomsangrep som for eksempel svartskurv, *Rhizoctonia solani*. Vi har også funnet at svartskurv opptrer relativt ofte hos ugrodde settepoteter og gjør mer skade enn de fleste er klar over.

Den store variasjonen vi finner fra plante til plante kan delvis forklares på bakgrunn av svartskurvangrep som fører til *sterk* svekkelse av plantene.

Antall ansatte knoller har vært større hos ledd med groer enn hos avgrodde for Kerrs Pink, Beate og Amelio, men er redusert hos Parnassia. Ser en alle sorter under ett, er det praktisk talt ingen forskjell mellom ledd med groer og avgrodde m. h. t. knollantallet. På den annen side er det forskjell på år. I 1970 var det færre ansatte knoller etter settepoteter med groer — en differanse på + 0,7 pr. plante. I alle de andre åra har ledd med groer gitt flere ansatte knoller enn avgrodde — med en forskjell på fra + 0,4 i 1973 og til + 1,1 i 1971.

Året 1970 skiller seg ut fra de andre åra ved en meget høy junitemperatur og samtidig lite nedbør både i mai og juni. I juli derimot har vi hatt den lågeste temperaturen i forsøksperioden kombinert med mye nedbør. For å få mange ansatte knoller var det derfor en fordel at ikke knollansettingen startet for tidlig dette året og settepoteter med groer ansetter som kjent knollene før enn avgrodde. Carlsson (1964) fant således god

sammenheng mellom antall ansatte knoller og nedbøren i slutten av juni og første uke av juli.

Det reduserte knolltallet i 1970 blir imidlertid mer enn oppveid av større knoller etter ledd med groer, slik at vi likevel har hatt avlingsøkning.

I år med *høgt avlingsnivå* har det vært størst nettoavling for store settepoteter (90 gram). Det er økende antall hovedstengler og antall knoller for økende settepotetstørrelse, og denne sammenhengen er meget sterk. Dette er i god overensstemmelse med undersøkelser av Roer (1955). Han fant ellers at avlingsøkningen for større settepoteter var proporsjonal med logaritmen til settepotetvekta — altså en sterk økning til å begynne med og avtagende etter hvert. Nettoavlinga var størst etter settepoteter på 50 gram hos Kerrs Pink, mens 100 grams settepoteter ga størst nettoavling hos Arran Consul som *ansetter svært få stengler*. Dette viser at ved siden av avlingsnivået, betyr *sorten* en god del m. h. t. hvilken settepotetstørrelse som gir størst nettoavling. Sortene i dette materialet har ikke vært så ekstreme, men i annet upublisert materiale har sorten Saphir reagert på tilsvarende måte som Arran Consul.

Summary

The present report deals with the effect of temperature on the quality of seed-potatoes.

The plans include four temperature levels for seed-potatoes during most of the storage period, six different potato varieties, sprouted contra desprouted seed, different sizes of the seed-tubers and five different times of lifting during the growing season.

The trial fields were located at the State Experiment Station, Møystad,

near Hamar, at about 61° N in the years 1970—1973.

The experiment was based on the harvesting and examination of single plants.

Warm storage conditions of the seed-tubers stimulate the sprouting ability of the seed. This leads to an earlier emergence and more vigorous growth of the haulm in the beginning of the growing season. The maximum haulm length and weight

will, however, be on a higher level for plants of young physiological age.

The tuber initiation starts earlier and the number of tubers is higher after warm storage of the seed. The tuber weight is also increased.

With planting in the middle of May, the start of tuber initiation was the last week of June. However, the main part of tuber initiation started in the first part of July, depending on variety and growing conditions.

At normal lifting time, the middle of September, the yield from seed of greater physiological age may be reduced compared with younger seed.

Thus seed of an old physiological age for the semi-early variety Amelio, reduced the tuber yield, while the late varieties Kerrs Pink and Parnassia had their yields increased.

The effect of the sprouts depends on the variety. The increased yield for sprouted seed is due to bigger tubers. On an average sprouted seed had about 10 per cent greater yield than desprouted seed.

Large seed-tubers resulted in more leaves, a larger number of stems, stolons, and tubers than the small ones. The net tuber weight was also increased with seed-tubers of 60 and 90 grams compared with those of 30 grams. The yielding capacity at the end of August and the beginning of September was higher for large seed-tubers than for the small ones.

Finally, a positive effect of high physiological age and of the sprouts at the same period of time has been found.

Litteratur

- Carlsson, H.*, 1970: Production of potatoes for chipping. Publications from the Department of Plant Husbandry at The Agricultural College of Sweden.
- Carlsson, H.*, 1964: Utvecklingsförlopp och tillväxt hos potatis under vegetasjonsperioden. Lantbrukshögskolans meddelanden. Serie A nr. 23.
- Germann, O.*, 1960: Einfluss ein — und mehrmaligen Abkeimens auf Entwicklung und Ertragsfähigkeit der Kartoffelpflanze. Z. Acker-u. PflBau. 111,73.
- Hagman, C. G.*, 1975: Potatisens utsädeskvalitet, egenskaper och samband. Lantbrukshögskolans meddelanden. Serie A, nr. 237: 1—45.
- Headford, D. W. R.*, 1962: Sprout development and subsequent plant growth. Eur. Potato Jour. 5: 14—22.
- Roer, L.*, 1955: Forsøk med forskjellige settepotetstørrelser og med ulike setteavstander. Forskn. fors. Landbr. 6: 17—41.
- Rønsen, K.*, 1969: Virkningen av lagring og kondisjonering på innholdet av reducerende sukker samt andre egenskaper av betydning ved videreføring av poteter. Forskn. fors. Landbr. 20: 1—47.
- Rønsen, K.*, 1976: I. Settepoteter lagret ved forskjellig temperatur 1956—68. Forskn. fors. Landbr. 27: 615—631.
- Sterten, A. K.*, 1953: Potetforsøk i fjellbygdene 1941—1947. Forskn. fors. Landbr. 4: 81—120.
- Werner, H. O.*, 1947: Commercial potato production in Nebraska. Bull. Neb. Exp. Sta. No. 384.

I redaksjonen 6.10.1976.

GJØDSLINGSFORSØK MED N, P OG K TIL HODEKÅL I PASVIKDALEN

*Experiment with N, P and K on white cabbage in Pasvikdalen
(69° 30' N, 29° 50' E)*

AV

RAGNAR T. SAMUELSEN OG NORA K. PETERSEN

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	98
II. Innledning	99
III. Materiale og metoder	99
A. Jord og klima	99
B. Forsøksplan, gjødsling, jord- og plantekultur	100
IV. Forsøksresultater	101
A. Avlingsresultater	101
1. Nitrogen	101
2. Fosfor	101
3. Kalium	102
4. Samspill mellom gjødselslagene	102
B. Jordanalyseresultater	103
1. Nitrogen	103
2. Fosfor	104
3. Kalium	105
4. Magnesium	105
5. Jordreaksjon (pH)	105
6. Samspill mellom gjødselslagene	105
V. Diskusjon	106
1. 0-ledd	106
2. Nitrogen	106
3. Fosfor og kalium	107
4. Samspill	108
VI. Summary	109
VII. Litteratur	110

I. Sammendrag

1. Et faktorielt 3 x 3 x 3 NPK gjødslingsforsøk i hodekål (sort 'Norsk Frø 50') ble i årene 1967—1972 gjennomført ved Statens demonstrasjons- og forsøksgård Svanhovd i Pasvikdalen (69° 30' N, 29° 50' Ø).

Forsøket lå på godt formoldet myrjord over leire. Jorda var rik på K og Mg.

2. Det var signifikant positiv virkning av stigende N-gjødsling på avling av Standard I hodekål bare de to første forsøksårene. De to siste forsøksår var det tendens til negativ virkning av sterkeste N-gjødsling, trolig på grunn av store mengder lettøselig N i jorda (figur 1).

3. Det var ingen signifikant virkning av stigende P-gjødsling på avlingsmengden, men gjødslingen økte P-innholdet i jorda sterkt (tabell 5).

I ett år (1970) ble det oppnådd økt hodestørrelse med stigende P-gjødsling.

4. En fant signifikant utslag for stigende K-gjødsling på avlingsstørrelsen bare i 1970. Størst avling dette år og i middel for forsøksårene ble oppnådd ved en midlere K-gjødsling (30,4 kg K pr. dekar). I 1970 hadde K-gjødslingen også virkning på hodestørrelsen.

5. Følgende positive samspill ble funnet:

N x P i 1970 på avling

N x K i 1970 på hodestørrelse

N x K i 1972, ettervirkning på avling

Jordanalysesjettene viste at N-gjødsling reduserte jordas K-innhold. Signifikant samspill mellom N- og P-gjødsling på K-HNO₃ i 1969 viste at reduksjonen forekom når det samtidig ble gitt sterkeste P-gjødsling. Det var også samspill mellom N- og K-gjødsling i 1969 på P-HCl.

6. Det synes å være nødvendig med en relativ sterk P-gjødsling for å oppnå virkning av N-gjødslingen. Det ser videre ut som en kan gå høgt i N-gjødselmengde uten at dette gir uønsket store hoder, når det samtidig blir gjødslet med minste eller en midlere K-mengde.

7. Selv om det ikke er påvist direkte skadelig virkning på avlingen av de største gjødselmengdene, kan det likevel være grunn til å anbefale gjødsling med P og K i laveste dosering.

På godt oppgjødslet myrjord i Finnmark på områder med omtrent samme antall vekstdøgn (75—105) og samme klimaforhold som i Pasvikdalen, kan følgende gjødselmengder tilrådes til hodekål:

20—27 kg N pr. dekar

4—5 kg P pr. dekar

15 kg K pr. dekar

På jord i mindre god hevd er det aktuelt å øke både P- og K-mengdene. Det samme er tilfelle i mer nedbørrike områder med jord som holder lite på gjødselstoffene. På slike steder kan det også være aktuelt med sterkere N-gjødsling.

II. Innledning

Et gjødslingsforsøk med stigende mengder N, P og K til hodekål ble i 1967 lagt ut på Statens demonstrasjons- og forsøksgård Svanhovd i Pasvikdalen (69° 30' N, 29° 50' Ø). Forsøksplanen var utarbeidet ved Statens forskingsstasjon Kvithamar av forsøksleder Jens Roll-Hansen. Resultater fra lignende forsøk er tidligere publisert fra Kvithamar (*Roll-Hansen*, 1966, 1973, 1974, 1976, *Weydahl*, 1968). Fra 1973 fortsatte forsøket med kålrot som forsøksvekst.

Det er tidligere publisert få resultater fra gjødslingsforsøk med grønnsaker i Nord-Norge. Gjødslingspraksisen har rettet seg etter erfaringer fra tidligere gjødsling, og etter forsøksresultater fra andre landsdeler og fra utlandet. Det har derfor lenge vært et sterkt ønske fra veilednings-

tjenesten om å få utført gjødslingsforsøk i Nord-Norge.

I framtidig veiledning om gjødsling vil det sannsynligvis bli større behov for kunnskaper om langtidsvirkningen av gjødslingen, og det kan være grunn til å vurdere balansen mellom tilførte og bortførte stoffmengder i sterkere grad enn det som har vært gjort tidligere. Knapp tilgang og økte priser på handelsgjødsel tilsier også at en mer nøktern vurdering av lønnsomme gjødselmengder vil bli nødvendig. På bakgrunn av dette er det verdifullt å få klarlagt virkninger av stigende mengder N, P og K på avling og jordanalysetall. Produktets lagringsevne og matkvalitet har naturligvis også stor interesse i denne sammenheng, men disse forhold er ikke nærmere undersøkt i dette forsøket.

III. Materiale og metoder

A. Jord og klima

Forsøket har ligget på godt formoldet, 20—50 cm dyp myrjord, over leire. Jorda var rik på lettløselig K

og Mg. Jordprøver tatt høsten 1966 viste følgende analyseresultater:

Litervekt	400—430 gram
P—Al	12,5—17,0 mg pr. 100 gram lufttørr jord
K—Al	63—75 mg pr. 100 gram lufttørr jord
Mg—Al	35—56 mg pr. 100 gram lufttørr jord
CaO	1,96—2,44 % av lufttørr jord
N	2,60—2,70 % av lufttørr jord
C/N	15—17
pH	5,20

Svanvik har innlandsklima med lite nedbør, lav vintertemperatur og relativt høy sommertemperatur. Årsnedbøren i «Pasvik», ved målestasjonen

på Vaggetem i Øvre Pasvikdalen, ligger på 365 mm etter Normalen 1931—60 (Det Norske Meteorologiske Institutt).

Tabell 1. Middeltemperatur og middelnedbør i veksttida i årene 1967—1972 i «Pasvik».

År	Temperatur i °C					Nedbør i mm				
	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Juni—sept.	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Juni—sept.
1967	10,1	13,8	13,6	8,3	11,45	37	69	44	37	187
1968	9,5	9,6	10,6	3,9	8,40	56	18	75	18	181
1969	8,3	12,9	11,8	5,8	9,70	17	74	32	37	160
1970	12,9	15,8	13,7	6,7	12,27	22	46	34	91	193
1971	9,0	12,9	11,7	5,4	9,75	19	36	110	61	226
1972	14,6	17,6	13,9	6,3	13,10	12	54	50	76	192
Middel 1968—1971:	9,9	12,8	11,9	5,4	10,03	28	44	63	52	187
Normalen 1931—60:	10,8	14,4	12,3	6,7	11,05	40	56	61	38	195

I forsøksårene lå lufttemperaturen under det normale, bare i ett av de fire årene (1970) lå temperaturen

over normalen. Nedbøren varierte mye i forhold til normalen.

B. Forsøksplan, gjødsling, jord- og plantekultur

Forsøket ble lagt ut som et faktorielt 3 x 3 x 3 NPK-gjødslingsforsøk.

Forsøksrutene var på 6 m x 10 m, og høsterutene utgjorde 4 driller,

hver med 15 planter.

Det ble i forsøksårene tilført følgende stoffmengder i kg pr. dekar på de forskjellige gjødseltrinn:

	Gjødseldose		
	1	2	3
N i: Kalkammonsalpeter, 26 % N	9,6	19,3	28,9
+ Kalksalpeter, 15,5 % N	3,8	7,7	11,5
P i: Kraftsuperfosfat, 13 % P	4,8	9,6	14,4
K i: Kaliumsulfat, 41 % K	15,2	30,4	45,6

Overgjødsling med kalksalpeter ble alltid gitt i en omgang.

Inntil det faktorielle gjødslingsforsøket lå tre kontrollruter som i forsøksårene bare fikk overgjødsling med N (0-ledd).

I blindforsøksåret 1967 ble hele feltet gjødslet likt med 21,8 kg N, 7,8 kg P og 24,6 kg K pr. dekar. I ettervirkningsåret 1972 ble hele feltet

gjødslet med 22,2 kg N, 7,7 kg P og 21,8 kg K pr. dekar.

De tre siste årene før gjødslingsforsøket ble anlagt hadde det vært dyrket potet på feltet, og jorda var derfor i god hevd. Som forsøksvekst ble hodekålsorten 'Norsk Frø 50' valgt, en sort som i Finnmark regnes som høstkål (eller tidlig vinterkål).

Frøet ble sådd i kasser i plasthus i begynnelsen av mai, plantene priklet i Jiffy-potter og plantet ut på fri-land mellom 9. og 15. juni. Drillavstanden var 60 cm og planteavstanden 45 cm. Veksttida fra planting til siste høstedata varierte fra 75 til 105 døgn, med 91 vekstdøgn i gjennomsnitt.

I 1970 og 1972 ble plantene sterkt angrepet av kålfluelarver. Virkningen av vanning mot kålflue uteble på grunn av sterk tørke under arbeidet.

I 1971 fikk en dårlig effekt av ugrassprøytingen på grunn av store nedbørmengder.

For årene 1970 og 1972 ble det undersøkt om gjødslingen hadde noen innvirkning på hodestørrelsen.

Jordprøver ble tatt hvert år i september, unntatt i 1970 og 1972. Det ble tatt mellom 10 og 12 stikk i drillene innenfor hver høsterute. Hver høst ble blad og røtter pløyd ned etter siste høsting.

Nitratanalyser etter Spurway-metoden ble tatt om høsten i 1968, 1969 og 1970. Jordanalyser for øvrig ble utført ved Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon Holt, Tromsø, etter de offisielle analysemetoder som brukes ved stasjonen.

IV. Forsøksresultater

A. Avlingsresultater

Avlinger av Standard I hodekål i kg pr. dekar ved ulike trinn av N, P og K er gitt i tabell 2. Tabellen viser også avlingen på ruter som bare fikk overgjødning med N (0-ledd), og som ikke var med i det faktorielle gjødslingsforsøket.

Det ble til dels oppnådd meget respektable avlinger av hodekål i dette forsøket, forsøksstedets nordlige beliggenhet og korte vekstsesong tatt i betraktning. Det meste av avlingen var Standard I, og bare en ubetydelig del var frasortert vare.

1. Nitrogen

Det var signifikant positiv virkning av stigende N-gjødsling på Standard I avlingen bare de to første forsøksårene (tabell 2). I middel for alle fire forsøksårene (1968—1971) var avlingene like store på N2 som på N3, og vel 600 kg større enn på N1. De to siste forsøksår var det tendens til negativ virkning av sterkeste N-gjødsling.

Grunnen til at N-gjødsling ikke gav utslag på avlingsmengde i 1970 og 1971, kan skyldes opphoping av lettøselig N i jorda. Dette underbygges av nitratanalysetall fra høsten 1969 og 1970 (Jfr. figur 1).

2. Fosfor

Det var ingen signifikant virkning av stigende P-gjødsling på avlingsmengde Standard I, og heller ingen ettervirkning av denne gjødslingen.

I 1970 var det positiv virkning av stigende P-gjødsling på hodestørrelsen. Hodestørrelsen økte med ca. 20 prosent for største i forhold til minste P-mengde.

	Gram pr. hode
P 1	1074
P 2	1159
P 3	1218
L.S.D., 5 %	136
C.V.	11,8 %

Tabell 2. Avling av hodekål 1967—1972. Differanser (\pm) i forhold til dose 1.

Ar	0	N1	N2	N3	F1	P2	P3	K1	K2	K3	L.S.D. 5 %	Signifikante effekter	C.V. %
Blindforsøk	4037	4369	175	6	4538	70	395	4442	181	142	428		9,6
1968	1163	2103	837	1147	2612	329	127	2695	250	43	364	N***	13,2
1969	1414	3001	1327	1631	3851	371	37	3908	87	150	564	N***	14,1
1970	1756	2859	58	138	2596	322	387	2275	966	706	547	K* NXP*	19,3
1971	2599	3603	364	97	3857	42	538	3560	48	347	541	NxK*	14,7
Ettervirkn. 1972	2907	3869	112	485	4056	90	54	4049	17	75	654		16,1
Middel 1968—1971	1733	2891	647	636	3229	266	3	3109	338	290			

Standard I avling av hodekål i kg pr. dekar

3. Kalium

En fant signifikant utslag for stigende K-gjødsling på avlingsstørrelsen bare i 1970. Dette året og i middel for alle forsøksårene ble det oppnådd størst avling for K2.

I 1970 var det også sikre positive utslag for stigende K-mengde på hodestørrelsen tilsvarende det utslaget en fant for P-gjødsling.

Gram pr. hode	
K 1	1013
K 2	1208
K 3	1230
L.S.D., 5 %	136
C.V.	11,8 %

Det var ingen ettervirkning av stigende K-mengder.

4. Samspill mellom gjødselslagene

I året 1970 fant en positivt samspill mellom N- og P-gjødsling. Avlingen var størst for største N- og P-mengde.

	Avling	
	N3-N1	Avvik fra P1
P 1	+ 895	0
P 2	+ 8	+ 903
P 3	+ 475	+ 1369
L.S.D., 5 %		1339
C.V.		19,3 %

Det var et tydelig positivt samspill mellom N- og K-gjødsling på hodestørrelsen i 1970, og utslaget på samme karakter var for N-gjødsling størst ved høyeste K-mengde:

	Hodestørrelse i gram	
	N3-N1	Avvik fra K1
K 1	÷ 129	0
K 2	+ 248	+ 377
K 3	+ 260	+ 389
L.S.D., 5 %		333
C.V.		11,8 %

	N-virkning på avling	
	N3-N1	Avvik fra K1
K 1	÷ 264	0
K 2	+ 257	+ 521
K 3	+ 1460	+ 1724
L.S.D., 5 %		1602
C.V.		16,1 %

I ettervirkningsåret fant en positivt samspill mellom N- og K-gjødsling på avlingen. Ettervirkningen av N-gjødsling var signifikant bare der K-gjødslingen var sterkest, og ettervirkningen av K-gjødsling var størst på de rutene som hadde fått størst mengde N.

	K-virkning på avling	
	K3-K1	Avvik fra N1
N 1	÷ 652	0
N 2	÷ 193	+ 458
N 3	+ 1072	+ 1723
L.S.D., 5 %		1602
C.V.		16,1 %

B. Jordanalyseresultater

Analysesjellene er ikke korrigert for volumvekt.

Sammenhengen mellom jordanalysetall, gjødslingsstyrke og avling er et interessant og viktig, men noe komplisert og usikkert område innen gjødsellæren. Det synes å fremgå av nyere forsøksresultater at det er stor forskjell mellom de ulike vekstslag når det gjelder krav til næring, jfr. *Roll-Hansen* (1974).

1. Nitrogen

Resultat av nitratanalyser tatt om høsten i 1968, 1969 og 1970, viste at nitratmengden var betydelig høyere i 1970 enn i 1968 og 1969. Det var signifikant økning i nitratinholdet ved stigende N-gjødsling i begge årene (figur 1).

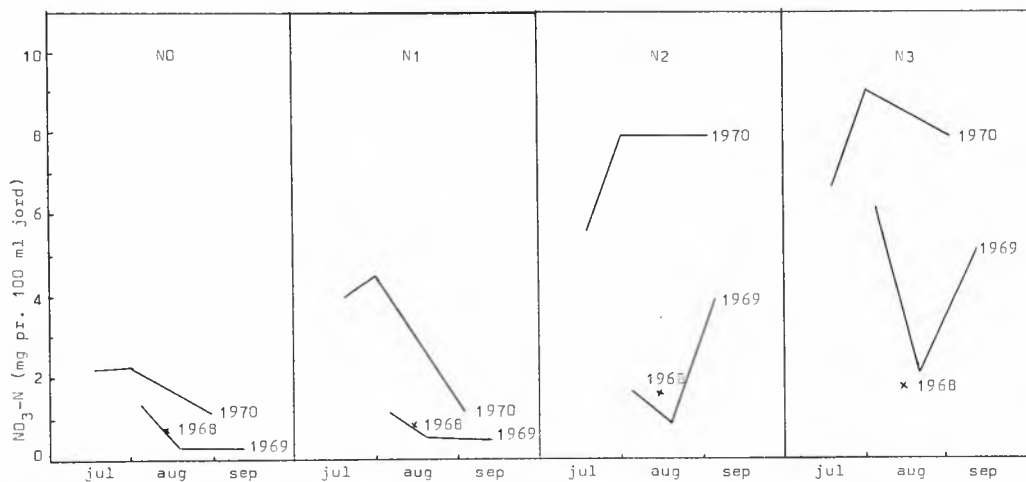
I 1968 og 1969 lå middeltemperaturen for vekstmånedene under det normale, samtidig som juni og august 1968 og juli 1969 hadde uvanlig store nedbørmengder. På grunn av den lave temperaturen har nitrifikasjonen

trolig vært liten, og en kan regne med at de relativt store nedbørmengdene har ført til stort tap av N.

Året 1970 var det eneste året i forsøksperioden som hadde høyere temperaturer enn normalt i vekstmånedene, og nedbøren var forholdsvis jevnt fordelt i vekstsesongen. En kan regne med at det har foregått en sterk nitrifikasjon, og at nitrattet ikke er ført bort med nedbøren i samme grad som i 1968 og 1969.

Blant annet på grunn av sterkt kålflueangrep i 1970 var avlingsmengdene betydelig større i 1969 enn i 1970. Noe av forskjellen i nitratinholdet i jorda de to årene kan forklares ved at opptaket av N i avlingen var større i 1969 enn i 1970.

Leddene N0 og N1 fikk mindre gjødsel enn N2 og N3, og det ser ut som det meste av matjordas nitratinhold er tatt opp av plantene på de to førstnevnte ledd. Dette kan være årsaken til det lave nitratinholdet i jorda om høsten på N0 og N1 sammenlignet med N2 og N3 (figur 1).



Figur 1. Virkning av N-gjødsling på jordas innhold av $\text{NO}_3\text{-N}$ i 1968, 1969 og 1970.
 Figure 1. Effects of N on the content of $\text{NO}_3\text{-N}$ in the soil in the years 1968, 1969, and 1970.

Ved å betrakte N2 og N3 i 1970, synes det som om N-innholdet har stabilisert seg på ca. 8 mg pr. 100 ml jord. Dette tilsvarer et innhold i matjordlaget på knapt 16 kg pr. dekar, som må sies å være meget høyt. Det er ikke usannsynlig at så store N-mengder har gitt ettervirkninger i de påfølgende år.

Nitratinnholdet er ikke blitt undersøkt om våren, men det er i denne

forbindelse interessant å konstatere at det i årene 1970—1971 ikke var signifikante utslag for N-gjødsling på hodekålavlingen (tabell 1).

2. Fosfor

P-gjødsling økte fosforinnholdet i jorda, og største P-mengde gav største økning. Økningen gjaldt både P-Al- og P-HCl-tallene.

Tabell 3. Virkning av P-gjødsling på P-Al og P-HCl. Avvik (\pm) fra P1.

År	0	P1	P2	P3	L.S.D. 5 %	C.V. %
P-Al (mg pr. 100 gram)						
1967	24,7	14,3	+ 2,2	+ 0,5	6,8	44,7
1968	18,8	12,4	+ 3,0	+ 5,6	5,0	32,6
1969	22,1	18,3	+ 5,6	+ 6,5	5,4	24,4
1971	22,8	18,8	+ 7,3	+ 12,1	6,0	23,7
P-HCl (mg pr. 100 gram)						
1969	129	135	+ 17	+ 30	20	13,4
1971	115	131	+ 22	+ 46	19	12,2

3. Kalium

Stigende K-gjødsling økte K-Al-tallet signifikant i de fleste årene, og virkningen holdt seg også i blindfor-

søksåret med kålrot (1973). Den samme tendens gjorde seg gjeldende for K-HNO₃ (tabell 4).

Tabell 4. Virkning av K-gjødsling på K—Al og K—HNO₃. Avvik (±) fra K1.

År	0	K1	K2	K3	L.S.D. 5 %	C.V. %
K—Al (mg pr. 100 gram)						
1967	37,7	41,7	+ 3,1	± 0,3	22,1	51,8
1968	32,7	31,0	+ 10,6	+ 21,9	13,3	31,7
1969	18,3	41,7	+ 9,6	+ 37,6	21,0	36,6
1971	24,7	38,0	+ 21,8	+ 50,6	12,9	20,9
K—HNO ₃ (mg pr. 100 gram)						
1969	42,7	76,6	+ 10,8	+ 55,5	23,0	23,3
1971	69,0	83,0	+ 15,0	+ 76,0	16,0	13,7

4. Magnesium

Det var ingen sikre utslag av gjødsling på Mg-Al-tallet.

Roll-Hansen (1973) fant lite forbruk av Mg til hodekål, spesielt når bladene ble pløyd ned.

5. Jordreaksjon (pH)

Jordreaksjonen ble undersøkt i 1967, 1969 og 1970, men den viste

ingen signifikante utslag for gjødsling.

6. Samspill mellom gjødselagene

Stigende N-gjødsling reduserte jordas K-Al-tall signifikant i 1968 og 1971. Den samme tendens fant en også på K-HNO₃-tallene, men her var det ikke sikre utslag.

Virkning av N-gjødsling på K-Al (mg pr. 100 gram):

År	0	N1	N2	N3	L.S.D. 5 %	C.V. %
1967	37,7	43,6	39,6	44,8	22,1	51,8
1968	32,7	54,1	37,1	34,3	13,3	31,7
1969	18,3	67,1	54,9	50,3	21,0	36,6
1971	24,7	69,8	58,4	56,2	12,9	20,9
1973	25,3	55,0	49,0	51,0	9,0	17,4

Det var signifikant samspill mellom N- og K-gjødsling på P-HCl-tallene i 1969. Ved minste K-mengde var det negativ virkning av N-gjødsling på P-HCl. Ved midlere og største K-

mengde var det positiv virkning av N-gjødsling på P-HCl. Mellom N- og P-gjødsling var det negativt samspill på K-HNO₃ i 1969 (figur 2).

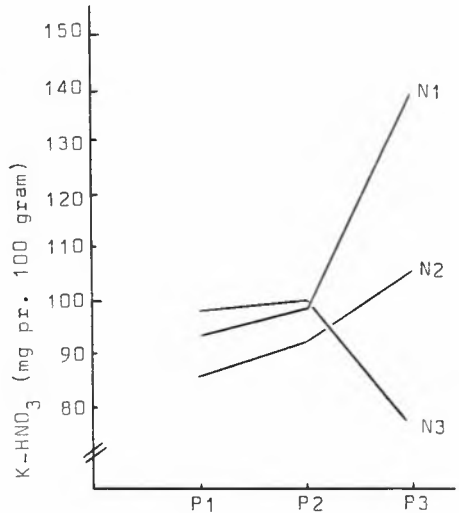
N-gjødslingen satte ned K-HNO₃-

innholdet i jorda bare ved sterkeste P-gjødsling. P-gjødslingen økte K-HNO₃-innholdet i jorda ved svakeste,

og satte det ned ved sterkeste N-gjødsling.

Årsaken til samspillvirkningene

kan være forbundet med avlingsstørrelsen eller bortførte stoffmengder med avlingen, med mekanismer i jorda som har gitt sterkere binding av P ved K1 enn ved K3, og sterkere ved N1 enn ved N2 og N3. Årsaken er ikke lett å forklare.



Figur 2. Samspill mellom N- og P-gjødsling på K-HNO₃ i 1969.

V. Diskusjon

1. 0-ledd

På ruter som ikke fikk grunn-gjødsling i forsøksårene, lå avlingsnivået i middel for fire forsøksår på 52 % av nivået på gjødslete ruter. Resultatene varierte fra 35 % i 1969 til 70 % i 1971.

Det relativt høye avlingsnivået viser at jorda har vært i god hevd, noe som også går fram av analysetallene. I 1967 var P-Al-tallet 24,7 og K-Al-tallet 37,7 på de ugjødslete rutene (tabell 3 og 4).

Sterk gjødsling i ettervirkningsåret 1972 (140 kg fullgjødsel B + 30 kg kalksalpeter pr. dekar) klarte ikke å få avlingsmengden på 0-leddet opp på samme nivå som på tidligere grunn-gjødslete ruter.

Resultatene tyder på at det ikke vil være tilstrekkelig med sterk gjødsling i ett enkelt år på felt som har vært mangelfullt gjødslet i flere år etter hverandre. Dette gjelder også på jord med høyt innhold av P og K. I 1971 var P-Al-tallet sunket til 22,8 og K-Al-tallet til 24,7 på ruter som ikke fikk grunn-gjødsling.

2. Nitrogen

Nitrogengjødsling til hodekål er behandlet grundig av *Roll-Hansen* (1973), som også har berørt ulike faktorer som virker inn på hvilke gjødselmengder en kan tilrå. Disse faktorene kan være klima, jord, forgrøde, sort, planteavstand og hensynet til kvalitet og lagringsevne.

Positive utslag for N-gjødsling til hodekål er også funnet i en rekke tidligere forsøk både på myr- og mineraljord, hvor det i enkelte tilfeller har vært avlingsøkning for opptil 40 kg N pr. dekar. Anbefalt mengde ligger som regel mellom 20 og 35 kg pr. dekar.

På forsøksfeltet i Pasvikdalen gav totalt 40,4 kg N pr. dekar (28,9 kg N i grunnjødsling og 11,5 kg N pr. dekar som overgjødsling) de største avlingene i de to første forsøksårene. En såvidt sterk gjødsling hadde tydelig ettervirkning i de påfølgende forsøksår.

På godt oppgjødslet myrjord i Øst-Finnmark kan en ut fra forsøksresultatene anbefale opp til 27 kg N pr. dekar, hvorav 6—8 kg kan gis som overgjødsling to ganger i vekstsesongen. Resultatene synes å stemme godt overens med det som er funnet i andre gjødslingsforsøk med hodekål.

3. Fosfor og kalium

Opphopingen av P og K må sies å ha vært betydelig i forsøksårene, og størst ved sterkeste gjødsling (tabell 5).

Tabell 5. Innhold av Al-løselig P og K i jorda, 1967—1973.

Table 5. Content of Al-soluble P and K in the soil, 1967—1973.

	1967	1968	1969	1971	1973	Forandring 1967—1973 Change 1967—1973
Kg Al-løselig P pr. dekar til 20 cm dybde 10 kg Al-soluble P per hectare to 20 cm depth						
P1	9,9	8,7	12,8	15,0	18,7	+ 5,1
P2	11,4	10,8	16,7	20,6	23,1	+ 9,2
P3	10,2	12,6	17,4	24,3	26,6	+ 14,1
Kg Al-løselig K pr. dekar til 20 cm dybde 10 kg Al-soluble K per hectare to 20 cm depth						
K1	28,3	21,7	29,2	29,9	25,9	+ 1,6
K2	30,7	29,1	35,9	48,6	37,8	+ 17,9
K3	29,3	37,0	55,5	67,4	46,8	+ 38,1

I det første året med forsøksgjødsling (1968) var det tendens til nedgang i lettløselig P og K for de to minste gjødselmengder. Nedgangen kan skyldes store nedbørmengder i juni dette året.

I det siste forsøksåret (1971) gav minste mengde av P og K like store avlinger som de større gjødselmengder. Det var imidlertid tendens til nedsatt avling for største P-mengde (tabell 2). Det synes å være unødvendig å gjødsle så sterkt at en på

felt hvor samme vekst dyrkes år etter år, får opphoping av næringsstoffer av en størrelsesorden som i dette tilfellet, hvor innholdet av Al-løselig P var på vel 24 kg pr. dekar høsten 1971 (tabell 5).

Roll-Hansen (1973) fant det lønnsomt å gjødsle med 3,9 kg P pr. dekar til hodekål på meget moldrik leire i Trøndelag, enda P-Al-verdiene var så høye som 20 mg pr. 100 gram jord. Analysetallene fra forsøksfeltet i Svanvik viste et P-innhold i jorda

siste forsøksår (1971) på vel 30 mg pr. 100 gram. En fikk ikke signifikant utslag for stigende mengder P, enda verdiene lå så lavt som 12—14 mg pr. 100 gram jord (tabell 3). Selv med minste gjødseldose (4,8 kg pr. dekar og år) fikk en opphoping av P i jorda på vel 5 kg pr. dekar i forsøksårene, slik at P-Al-verdien her var kommet opp i 18,8 mg pr. 100 gram i 1971. Med et såvidt høyt innhold av lettløselig P, var det ikke rimelig å vente ettervirkning av stigende P-gjødselmengder på avling i 1972, da det ble gjødslet med 7,7 kg P pr. dekar på hele feltet.

Roll-Hansen (1974) fant at avlingsresultatene for gulrot var signifikant dårligst ved lave K-Al-verdier i jorda. Dette så ut til å være tilfelle enten de lave K-Al-verdiene var framkommet som resultat av sterk gjødsling med kalkkammonsalpeter, eller fordi det var brukt svak kaliumgjødsling. Med de store mengdene av lettløselig K som var til stede i jorda i Svanvik (tabell 4), var det derfor rimelig at K-gjødsling ikke gav avlingsøkning.

Andersen (1966) fikk lite utslag for K på poteter på felt der undergrunnen var rik på K, som f. eks. i Svanvik.

Etter forsøksresultatene kan en på kaliumrik myrjord i Øst-Finnmark tilrå å bruke 15 kg K pr. dekar. Dette er betydelig mindre enn de mengder som er tilrådd på meget moldrik leirjord i Trøndelag (20—22 kg K pr. dekar) (*Roll-Hansen*, 1973).

På jord som er så sterkt oppgjødslet som hodekålfeltet i Svanvik var i slutten av forsøksperioden, må det være riktig å nytte ut de opparbeidete reservene ved at en tilfører mindre K enn det plantene tar opp. Det er neppe nødvendig å gi full erstatningsgjødsling med K på slik jord.

4. Samspill

Det påviste positive samspill som ble funnet mellom N- og P-gjødsling i 1970, tilsier at en i tillegg til den tilrådde N-mengde på opp til 27 kg pr. dekar må gi en P-gjødsling på opp mot 10 kg pr. dekar.

Celius (1970) og *Roll-Hansen* (1974) fant negativt samspill mellom N- og P-gjødsling til gulrot på myrjord i Trøndelag i tørre og varme somrer. *Roll-Hansen* (1974) har forklart dette på den måten at det sannsynligvis frigjøres mer N i jorda ved mineralisering når P-gjødslingen øker, noe som igjen fører til en unødvendig sterk N-forsyning til gulrotplantene. Forholdet kan være et annet for hodekål, som gjerne tåler sterkere N-gjødsling. Det kan være grunn til ikke å legge for stor vekt på samspillet som ble funnet mellom N og P i dette ene forsøksåret. En kjenner ikke til lignende samspill for hodekål fra andre steder, men i Canada fant *Cutcliffe & Munro* (1973) positivt samspill for kålrot der det var lite P i jorda. Det kan også nevnes at *Andersen* (1966) fant positivt samspill mellom N- og P-gjødsling til poteter i ett forsøksår på fosforfattig sandjord i Tana.

Det er kjent fra andre forsøk at stigende N-gjødsling gir økt hodestørrelse (*Flønes*, 1970, *Pestalozzi*, 1970). Resultatene fra 1970 tyder på at en eventuell økning i hodestørrelsen med stigende N-gjødsling er avhengig av K-gjødslingen. Med den K-mengde som er anbefalt (15 kg pr. dekar), skulle en kunne gjødsle med opptil 40 kg N pr. dekar uten at dette gir uønsket store hoder.

Det positive samspillet mellom N og K i ettervirkningsåret kan for en del skyldes antagonisme mellom ammonium- og K-ioner i jordvæska. K-Al-tallene høsten 1971 var svært høye for K2 og K3 (tabell 4), og som tidligere omtalt førte stigende N-gjøds-

ling til en reduksjon i K-Al-tallene både i 1968 og 1971. MacLeod et al. (1971) fant et lignende samspill for kålrot på mineraljord i veksthus.

Selv om det ikke er påvist direkte skadelig virkning av de største gjødselmengdene, kan det likevel være grunn til å anbefale gjødsling med P og K i laveste dosering. Dette kan forsvares når en ser på den betydelige opphopingen av disse to stoffene i jorda, frykt for knapphet i handelsgjødsselforsyningen i framtida, og fordi det ikke bør gjødsles sterkere enn behovet tilsier.

På godt oppgjødslet myrjord i Finnmark som ligger på områder med omtrent samme antall vekstdøgn (75—105 døgn) og samme klimaforhold som i Pasvikdalen, kan følgende gjødselmengder tilrådes til hodekål:

20—27 kg N pr. dekar
4—5 kg P pr. dekar
15 kg K pr. dekar

Dette kan dekkes ved bruk av f. eks.:

130—175 kg kalksalpeter (15,5 % N)
45—55 kg superfosfat (9 % P)
35 kg kaliumsulfat (41 % K)

eller

120 kg fullgjødsel 15-4-12 og
40 kg kalksalpeter

Ved begge alternativer kan 40 kg kalksalpeter gis som overgjødsling i to omganger.

Alternativet med fullgjødsel har fordeler ved at det er mindre gjødselmengder som skal strøs ut, og ved at det tilføres større mengder Mg og Cu enn ved det første alternativet.

På jord i mindre god hevd er det aktuelt å øke både P- og K-mengdene ut over det foreslåtte. Det samme er tilfelle i mer nedbørrike områder som har jord som holder lite på gjødselstoffene. På slike steder kan det være aktuelt med en sterkere N-gjødsling. Her kommer også spørsmål om kvaliteten og lagringsevne inn i bildet, men det er nødvendig med spesielle undersøkelser for å belyse disse spørsmål.

VI. Summary

1. A fertilizer trial with three quantities of the nutrients nitrogen, phosphorus, and potassium to the Norwegian cabbage variety 'Norsk Frø 50' was carried out during the years 1967 to 1972 in the eastern part of Finnmark (69° 30' N, 29° 50' E).

The trial was placed on well-moulded peat soil with clay underground. The soil was rich in potassium and magnesium.

2. In the years 1968 and 1969 nitrogen in increasing quantities had a positive influence on the yield. In 1970 and 1971 the greatest quantity

of nitrogen had a tendency to reduce the yield, probably because of a high content of nitrate-nitrogen in the soil (figure 1).

3. Phosphorus in increasing quantities had no significant effect on the yield, but caused a considerable accumulation of phosphorus in the soil (table 5).

In 1970 increasing phosphorus fertilizing gave a rise in the head size of the cabbage.

4. Increasing potassium fertilizer had a significant effect on the yield and the head size in one only year (1970). This year an amount of 304

kg K per hectare gave the highest yield, and 456 kg K per hectare gave the biggest heads.

5. The following significant positive interactions between fertilizer nutrients were found:

N x P on the yield (1970)

N x K on the head size (1970)

N x K, a post effect on the yield (1972)

Nitrogen fertilizer reduced the potassium content in the soil. A significant interaction between nitrogen and phosphorus on K-HNO₃ in 1969, showed that this reduction was significant only where the highest quantity of phosphorus was given simultaneously.

6. It seems to be necessary to keep a relatively high phosphorus status in order to get a positive effect of nitrogen. A strong fertilizing with nitrogen may not cause unwanted big

heads on the cabbage, if there at the same time are given potassium in small or moderate quantities.

Although the greatest quantity of nutrients did not have a negative influence upon the yield, it may be necessary to suggest the lowest quantities of phosphorus and potassium for practical use.

The following quantities of the nutrients N, P, and K can be suggested to peat soil with high nutritional status in parts of Finnmark with the same growing conditions as Pasvikdalen:

200—270 kg N per hectare

40—50 kg P per hectare

150 kg K per hectare

In other places which have higher precipitation and/or a low nutritional status, a stronger fertilization is recommendable both with nitrogen, phosphorus and potassium.

VII. Litteratur

- Andersen, I. L.*, 1966: Gjødslingsforsøk i potet i Troms og Finnmark. Forskn. fors. Landbr., 17: 261—279.
- Andersen, I. L.* og *Schjelderup, I.*, 1973: Gjødsling til eng i Troms og Finnmark. Forskn. fors. Landbr., 21: 90—125.
- Celius, R.*, 1970: Forsøk med gjødsling til gulrot på myrjord. Forskn. fors. Landbr., 21: 331—355.
- Cutcliffe, J. A.* and *Munro, D. C.*, 1973: Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium on rutabaga yields. Can. J. Plant Sci., 53: 357—361.
- Flønes, M.*, 1970: Virkningen av ulik planteavstand og mengde overgjødsling på avling, hodestørrelse og lagringsevne hos vinterkål. Gartneryrket, 60: 37—39.
- MacLeod, L. B.*, *Gupta, U. C.* and *Cutcliffe, J. A.*, 1971: Effect of N, P, and K on root yield and nutrient levels in the leaves and roots of rutabagas grown in a greenhouse. Plant Soil, 35: 281—288.
- Pestalozzi, M.*, 1970: Nokre røynsler frå kålforsøk på Jæren. Bondevennen, 73, 12/13: 400—401.
- Roll-Hansen, J.*, 1966: Forsøk med gjødsling til gulrot. Gartneryrket, 56: 90—92 og 111.
- Roll-Hansen, J.*, 1973: Gjødslingsforsøk med hodekål etter gulrot. Forskn. fors. Landbr., 24: 1—31.
- Roll-Hansen, J.*, 1974: Gulrot i gjødslingsforsøk på myrjord. Forskn. fors. Landbr., 25: 201—218.
- Roll-Hansen, J.*, 1976: Gulrot i gjødslingsforsøk på sandjord. Forskn. fors. Landbr., 27: 55—71.
- Weydahl, Esther*, 1968: Landbruket i Nord-Fennoskandia. Del III. B. Forsøk og undersøkelser i hagebruk. Nord. JordbrForsk., 50: 247—287.

I redaksjonen 13.10.1976

OVERVINTRING AV ENG ETTER FORSKJELLIG GJØDSLING OG HAUSTINGSPRAKSIS I SLUTTEN AV VEKSTTIDA

*Winter survival of grass sward after different fertilization
and autumn cutting practices*

AV
ADNE HALAND

INNHALD

	Side
I. Samandrag	112
II. Innleiing	112
III. Opplysningar om markforsøka	113
A. Forsøksplan	113
B. Opplysningar om felta	114
IV. Veret	115
V. Resultat av markforsøka	116
A. Vårgjødsling	116
B. Gjødsling etter første slått	117
C. Gjødsling etter andre slått	119
D. Gjødsling etter tredje slått	120
VI. Opplysningar om rammeforsøka	121
VII. Resultat av rammeforsøka	122
VIII. Diskusjon og konklusjon	124
IX. Summary	126
X. Litteratur	127

I. Samandrag

Meldinga legg fram resultat av 12 tre-årige markforsøk på eng i Rogaland og Vest-Agder og eit rammeforsøk på Særheim med reinbestand av timotei, engsvingel og raigras.

Forsøka blei gjennomførde i åra 1970—74, og dei tok opp spørsmålet om kva verknad forskjellig gjødsling gjennom sesongen har på overvint-ringsevna til engplantene målt på neste års avling. Ei hovudsak var likevel spørsmålet om korleis ei sein ekstra gjødsling og hausting verka på neste års avling.

Forsøksperioden hadde stort sett milde vintrar, og overvintringsskadane var små, men i 1970—71 var det likevel tydelege skadar på ruter som var sterkt gjødsla med nitrogen etter andre slått og tendens til det same for stor fullgjødselmengde etter første slått. Denne vinteren hadde ein heller kald mars månad. Gjødselmengdene som blei prøvde, går fram av tabell 1 og dei nemnde resultatata av tabell 5 og 6.

Dei to første forsøksåra blei halve felt hausta tre gonger i sesongen og den andre halvparten fire gonger. I det siste tilfellet blei tredje slått tatt tidlegare. Rutene blei så gjødsla med 3 kg N pr. dekar, og det blei tatt ein

fjerde slått i slutten av oktober. Dette førde i markforsøka til at første slått avling året etter auka noko i forhold til der det berre var tatt tre slåttar. Ved fire slåttar blei siste slått tatt i slutten av oktober, medan siste slått var i slutten av september der det berre blei hausta tre gonger. Slutten av september må truleg ha vore eit ugunstig haustetidspunkt for siste slått, slik at enga si overvint-ringsevne har blitt noko svekka.

Rammeforsøka kunne ikkje påvisa nokon forskjell mellom timotei, engsvingel og raigras når det gjeld verknaden av sterk gjødsling gjennom sesongen på overvintringa, men artane reagerte det eine året ulikt på dei forskjellige måtane å bruka enga på om hausten. Fire slåttar kombinert med ei sein, ekstra N-gjødsling var gunstig for raigraset og særleg ugunstig for timotei, men også engsvingel blei noko svekka.

Meldinga har også med resultat som viser den direkte gjødselverknaden på kvar hausting og dessutan etterverknaden på den etterfølgjande slåttan. Sterk gjødsling til ein slått viste positiv etterverknad på neste slått, og denne var sterkast ved den svakaste direkte gjødslinga.

II. Innleiing

I store deler av Rogaland og Vest-Agder har enga vanlegvis ein lang vegetasjonsperiode samanlikna med andre landsdeler. I milde periodar kan det på slike stader bli noko tilvekst ut over i oktober månad, og jamvel i november og desember hender det at grasartane har synleg vekst.

Vekstpotensialet i september og delvis i oktober blir i vanleg praksis

ofte prøvd nytta ut ved at ein over-gjødslar seint og tar ei tredje eller fjerde hausting anten som slått eller kanskje oftast som beiting. Eit vanleg spørsmål er om slik utnytting av enga svekker overvintringsevna og yteevna året etter.

Det er elles kjent frå fleire publikasjonar (f. eks. *Huokuna* og *Hivola*, 1974, *Håland*, 1974, *Pestalozzi*,

1974b) at eng som er sterkt gjødsla med nitrogen gjennom sesongen, ofte har nedsett produksjonsevne neste vår.

Forsøk på Jæren med italiensk rai-gras (*Pestalozzi*, 1974a, *Austvoll*, 1974) viste det same og samtidig at det var mest vinterskade der gjødsla var jamt fordelt gjennom sesongen, altså der relativt mykje nitrogen blei tilført seint i sesongen.

Når det gjeld spørsmålet om sein gjødsling til vanleg eng, så heng det-

te i praksis saman med bruken av enga ut over hausten, og i forsøks-serien som blir omtala i denne mel-dinga, blei derfor desse faktorane kopla saman. Dessutan blei det stilt spørsmål om ein ekstra nitrogendose om våren kunne retta opp att noko av det tapte etter ei eventuell svekka overvintring.

Dei nemnde spørsmåla blei i åra 1970—74 granska i markforsøk på vanleg eng og dessutan i rammefor-søk med reinbestand av tre grasartar.

III. Opplysningar om markforsøka

A. Forsøksplan

Forsøka starta etter første slått i anleggsåret og gjekk i tre vekstse-songar og dei to mellomliggjande

vintrane. Det blei prøvd fire forsøks-faktorar, slik tabell 1 viser.

Tabell 1. Gjødslingsplan, kg N pr. dekar.
N application, kg per 0.1 hectare.

	I fullgj. F 16—3—15 <i>In compound fertilizer</i>	I kalk- salpeter <i>In calcium nitrate</i>
Vårgjødsling 2. og 3. året	12	0
<i>Spring 2nd and 3rd year</i>	12	4
Etter 1. slått 1. og 2. året	6	0
<i>After 1st cut 1st and 2nd year</i>	12	0
Etter 2. slått 1. og 2. året	0	3
<i>After 2nd cut 1st and 2nd year</i>	0	6
	6	0
Etter 3. slått 1. og 2. året	0	0
<i>After 3rd cut 1st and 2nd year</i>	0	3

Forsøksplanen var faktoriell og split plot med rutestorleik på fire plan. Vårgjødsling blei prøvd på dei største rutene, og så følgde dei andre faktorane i rekkefølge etter minkan-de storleik: Etter tredje slått, etter første slått og etter andre slått.

Det var berre eitt fullstendig gjen-tak pr. felt bortsett frå første året då dei to ledda for vårgjødsling fun-gerte som gjentak.

Tredje slått blei tatt til to forskjel-lige tider, i gjennomsnitt for første og andre forsøksår 10/9 og 29/9. Som

tabell 1 viser, var det berre det andre leddet som blei overgjødsla etter tredje slått, og det blei der tatt ein fjerde slått i gjennomsnitt 26/10, medan det første leddet ikkje blei hausta meir før vinteren. Siste hausting var såleis anten 29/9 (3 haustingar) eller 26/10 (4 haustingar).

Tredje året, som først og fremst var eit etterverknadsår, blei alle ruter gjødsla med 9 kg N i fullgjødsl F 16-3-15 pr. dekar etter første slått, og det blei dette året berre tatt to haustingar.

B. Opplysninger om felta

I alt 12 felt blei lagt ut, og alle gjekk i tre år, som planen var. Startår var 1970 for 5 felt, 1971 for 3 og 1972 for 4. To felt låg i Vest-Agder og 10 i Rogaland. Av felta i Rogaland låg 3 på Statens forskingsstasjon Sørheim, 4 elles på Jæren, 1 i Dalane og 1 i Ryfylke. Feltet i Dalane låg 200 m over havet, elles låg alle lågare enn 100 m o. h.

Alle felta blei anlagt i ny eng, 10 i første års og 2 i andre års eng, og etter noteringar ved første slått andre forsøksåret var timotei, engsvingel og raigras dominerande grasartar. To felt hadde likevel ikkje engsvingel og 4 var utan raigras. I gjennomsnitt for alle felta var bestanden: 3 % kløver, 30 % timotei, 38 % engsvingel, 19 % raigras, 8 % andre gras og 2 % ugras.

Fire av felta låg på moldjord med glødetap høgare enn 25 %, og dei 2 felta i Vest-Agder låg på sandjord. Elles var det morene med lite, men noko varierende leirinnhald og dessutan eitt felt på forvittringsjord. Det manglar jordanalyse frå 2 av felta, men på dei andre felta var nærings-tilstanden ved start stort sett svært god. pH varierte frå 5,0 til 6,8 og glødetapet frå ca. 6 til 9 %. Det siste gjeld berre fastmarksfelta, bortsett frå dei to på sandjord som manglar jordprøve. Sannsynlegvis har sand-

jordsfelta mindre glødetap.

Haustetider var følgjande i gjennomsnitt for alle felta og åra (variasjon i parentes):

1. slått	.....	14/6	(5/6 — 28/6)
2. slått	.....	6/8	(29/7 — 25/8)
3. slått	.....	10/9	(2/9 — 22/9)
3. slått	.....	29/9	(18/9 — 5/10)
4. slått	.....	26/10	(19/10 — 3/11)

Ein relativt stor del av variasjonen i haustetider skuldast det eine feltet som låg 200 m over havet.

For alle ruter og felthaustingar er råvekta av avlinga registrert og tørrstoffprosenten bestemt, og det er rekna ut kg tørrstoff pr. dekar. Variasjonsanalyse er utført på tørrstoffavling for alle felthaustingar kvar for seg og for alle felt under eitt på kvar hausting gjennom forsøksperioden (2. slått første forsøksåret til og med 2. slått tredje året). Tilsvarende gjennomsnittresultat er rekna ut både for tørrstoffavling og tørrstoffprosent.

På 7 av felta er det tatt botanisk analyse ved første slått tredje forsøksåret, og gjennomsnittstal for kvar art er rekna ut.

For tørrstoffavling ved første slått er resultatene også rekna ut i gjennomsnitt for kvart kalenderår og for moldjord og andre jordartar kvar for seg.

IV. Veret

Når det gjeld veret i forsøksperioden, er det først og fremst vintertemperaturane som har interesse i denne samanheng fordi dei truleg er avgjerande for overvintringa til engplanter som på førehand er svekka

av intensiv drift. I tabell 2 er tatt med avvik frå normaltemperaturane for månadene oktober—april for kvar vinter og dessutan minimumstemperaturane alle månadene.

Tabell 2. Vintertemperaturar i °C ved verestasjonen Sola i forsøksperioden.

A = avvik frå normalen, M = minimum.

Winter temperatures in °C at the meteorological station Sola during the experimental period.

A = deviation from normal, M = minimum.

	1970—71		1971—72		1972—73		1973—74		Normal
	A	M	A	M	A	M	A	M	
Oktober	÷ 0,1	1,9	0,2	÷ 2,7	0,2	0,6	÷ 2,4	÷ 3,8	8,5
November	÷ 0,9	÷ 11,5	÷ 1,3	÷ 11,9	÷ 0,2	÷ 5,9	÷ 2,3	÷ 16,1	5,2
Desember	÷ 0,2	÷ 12,7	2,5	÷ 7,3	2,6	÷ 1,6	÷ 0,6	÷ 15,0	2,8
Januar	1,8	÷ 8,0	÷ 1,3	÷ 9,6	2,8	÷ 6,3	3,7	÷ 1,6	0,7
Februar	2,5	÷ 9,6	0,8	÷ 7,4	1,6	÷ 9,0	3,4	÷ 4,9	0,4
Mars	÷ 0,7	÷ 11,2	1,4	÷ 7,6	2,8	÷ 3,5	1,4	÷ 5,3	2,3
April	0,3	÷ 2,8	0,4	÷ 4,7	÷ 0,5	÷ 3,8	1,7	÷ 3,9	5,5

Vinteren 1970—71 var det kaldt i november—desember, medan januar og særleg februar var svært milde. I mars var det igjen ein frostperiode med minimumstemperatur ÷ 11,2° C.

I 1971—72 var det også kaldt i november, men langt over normaltemperatur i desember. Januar var kaldare enn normalt, medan februar og mars var relativt milde.

I 1972—73 var heile vinteren frå desember til mars uvanleg mild med middeltemperaturar langt over det normale. Graset var på Jæren grønt heile vinteren.

Også i 1973—74 var graset grønt på Jæren trass i frostperiodar i november—desember med svært låge minimumstemperaturar. Men det var

denne vinteren heilt uvanleg mildt i januar—februar og heller ikkje mykje frost i mars.

For heile forsøksperioden under eitt kan ein seia at det har vore milde vintrar med heller korte frostperiodar. Særleg har januar og februar hatt høge temperaturar i forhold til normalt.

I veksttida var juni 1970, juli 1973 og juni 1974 dei varmaste månadene i forhold til det normale, medan juli 1970, august og september 1972 og juli 1974 var dei kaldaste.

Særleg mykje nedbør var det i juli 1970 og juni 1972, og det var ein heller alvorleg tørkeperiode i mai—juni 1974. Dessutan var det tørt i juli 1973.

V. Resultat av markforsøka

Det var få signifikante samspeleffektar mellom dei fire forsøksfaktorane (sjå tabell 1), og forsøksresultata for dei enkelte faktorane blir derfor i hovudsak omtala kvar for seg.

Tabellane har med resultata for kvar hausting gjennom heile forsøksperioden og dessutan sumavling for kvar vekstsesong. Utslag som er signifikante ($P < 0,05$) er merka med ei stjerne.

I det følgjande er det for kvar forsøksfaktor tatt med gjennomsnittresultat for alle felt uavhengig av kalenderår. Det er elles for første slått

gjort ei gruppering etter kalenderår for å sjå korleis overvintringa har vore dei enkelte åra. Også dette blir omtala under avsnitta vedkomande dei enkelte faktorane. For første slått er det også rekna ut gjennomsnitt av dei fire felta på moldjord, men ikkje for nokon av forsøksfaktorane avvik resultata vesentleg frå gjennomsnittet av alle felta.

Dei botaniske analysane siste året viste ingen tydelege verknader av nokon av faktorane på artssamansetnaden, og dei blir ikkje omtala nærmare.

A. Vårgjødsling

Som nemnt starta forsøka etter første slått første forsøksåret. Det var såleis ikkje forskjellig vårgjød-

ling dette året, og tabell 3 viser derfor berre resultata for andre og tredje forsøksår.

Tabell 3. Verknader av forskjellig N-gjødsling om våren. Kg tørrstoff pr. dekar.

Effects of different N rates in the spring. Kg DM per 0.1 hectare.

	Kg N pr. dekar Kg N per 0.1 hectare	
	12	16
2. forsøksår <i>2nd experimental year</i>		
1. slått <i>1st cut</i>	654	+ 20
2. »	375	+ 5
3. »	167	+ 3
4. »	42	+ 3
Sum	1238	+ 31*
3. forsøksår		
1. slått	604	+ 23*
2. »	436	+ 14
Sum	1040	+ 37*

Tilleggsdosen på 4 kg N pr. dekar om våren ga ei meiravling på ca. 20 kg tørrstoff pr. dekar ved første slått både andre og tredje forsøksåret, samtidig som tørrstoffinnhaldet gjekk ned med 0,6 og 0,7 %. Etterverknaden

ved seinare slåttar var stort sett små og usikre, men for andre slått andre året var han avhengig av gjødselmengda etter første slått, slik det går fram av tabell 4 som viser dette signifikante samspelet.

Tabell 4. Verknader av forskjellige N-mengder om våren på andre slått avling ved forskjellige gjødselmengder etter første slått. Kg tørrstoff pr. dekar andre forsøksåret.

Effects of different N rates in the spring on the yield of second cut when using different fertilizer rates after the first cut. Kg DM per 0.1 hectare the second experimental year.

	Om våren <i>In spring</i>		Diff.
	12 kg N	16 kg N	
Etter 1. slått 6 kg N	347	365	+ 18
After 1st cut 12 kg N	402	396	+ 6
Diff.	+ 55	+ 31	

Det var ved andre slått ein klar positiv etterverknad av den ekstra N-dosen om våren når overgjødslinga etter første slått var 6 kg N, medan det var ein svak avlingsnedgang når det var brukt 12 kg N, som er ei heller sterk gjødsling.

Verknaden av vårgjødslinga på

overvintringsevna kan ikkje målset direkte i desse forsøka fordi den ekstra N-dosen kjem att også tredje året. Når utslaget likevel ikkje har minka frå andre til tredje året, tyder det på at dette ikkje spelar noko stor rolle.

B. Gjødsling etter første slått

Tabell 5 viser den direkte verknaden og etterverknadene av auka N-mengde i fullgjødsel F 16-3-15 tilført etter

første slått i første og andre forsøksåret.

Tabell 5. Verknader av forskjellig gjødsling etter første slått. Kg tørrstoff pr. dekar.

Effects of different fertilizer rates after the first cut. Kg DM per 0.1 hectare.

	Kg N pr. dekar Kg N per 0.1 hectare	
	6	12
1. forsøksår <i>1st experimental year</i>		
2. slått <i>2nd cut</i>	356	+ 51*
3. »	185	+ 11*
4. »	48	+ 2
Sum	589	+ 64*
2. forsøksår		
1. slått	667	÷ 6
2. »	356	+ 43*
3. »	159	+ 20*
4. »	42	+ 2
Sum	1224	+ 59*
3. forsøksår		
1. slått	617	÷ 3
2. »	446	÷ 6
Sum	1063	÷ 9
1. slått etter 1 eller 2 vintrar <i>1st cut after 1 or 2 winters</i>		
1971, 5 felt <i>5 fields</i>	657	÷ 19
1972, 8 »	596	÷ 1
1973, 7 »	678	+ 4
1974, 4 »	652	÷ 7

Begge åra var det bra avlingsauke ved andre slått for auka N-mengde frå 6 til 12 kg etter første slått, og det var klar etterverknad også ved tredje slått, men ikkje ved fjerde. Som tabell 4 viser, var det eit samspel mellom vårgjødsling og gjødsling etter første slått på avlinga ved andre

slått, då det var størst utslag der det var svakast gjødsling om våren. Denne samspelverknaden har ikkje forplanta seg vidare til tredje slått, men eit anna, tilsvarande samspel gjorde seg då gjeldande. Dette er framstilt i tabell 6.

Tabell 6. Verknader av forskjellige gjødselmengder etter første slått på tredje slåtts avling ved forskjellig N-gjødsling etter andre slått. Kg tørrstoff pr. dekar andre forsøksåret.

Effects of different fertilizer rates after the first cut on the yield of third cut when using different N rates after the second cut. Kg DM per 0.1 hectare the second experimental year.

	Etter 2. slått After 2nd cut		Diff.
	3 kg N	6 kg N	
Etter 1. slått 6 kg N	133	167	+ 34
After 1st cut 12 kg N	163	183	+ 20
Diff.	+ 30	+ 16	

Verknaden av auka gjødsling etter første slått var ved tredje slått sterkast der det var gjødsla svakast etter andre slått.

Auka gjødsling etter første slått har i gjennomsnitt for alle kalenderåra ikkje hatt nokon stor verknad på enga si overvintringsevne. Berre små og usikre avlingsreduksjonar er registrerte ved første slått andre forsøksåret og ved første og andre slått tredje året. Resultata frå dei enkelte kalenderåra (tab. 5) tyder likevel på at året 1971 skilde seg ut. Dei fem felta som hadde overvintra, viste då i gjennomsnitt eit avlingstap ved første slått på 19 kg tørrstoff pr. dekar for største N-mengde etter første slått året før, men dette utslaget var ikkje signifikant.

Eit av desse felta, som låg i Stavanger, hadde likevel avlingsauke. Dette

feltet var gunstig plassert klimatisk og blei dessutan noko uregelmessig behandla hausten før, då det hadde kome storfe inn på feltet og beita ein del. Ser ein bort frå dette feltet, var avlingsreduksjonen 29 kg pr. dekar for auka gjødsling etter første slått året før.

Verken i 1971 åleine eller for alle forsøksåra i gjennomsnitt var det ved første slått noko samspel mellom gjødsling etter første slått året før og vårgjødsling. Det vil seia at forsøka ikkje har vist at ei ekstra N-gjødsling om våren har kunna minska ein eventuell skade av sterk gjødsling etter første slått året før.

Utslaga på prosent tørrstoff var som vanleg klart negative når det var positive avlingsutslag.

C. Gjødsling etter andre slått

Etter andre slått blei det prøvd to N-mengder i kalksalpeter og dessutan eitt ledd med fullgjødsel F 16-3-15. Det siste blei tatt med for å undersøka om allsidig gjødsling på dette tidspunktet kunne ha positiv verknad på avling og overvintring samanlikna med ein-sidig N-gjødsling. Tabell 7 viser resultata gjennom heile forsøksperioden i middel for alle 12 felta og dessutan for overvintra felt kvart kalenderår.

Den direkte verknaden av auka N-gjødsling etter andre slått, som tala for tredje slått viser, var sterk og signifikant både første og andre forsøksåret, men det var ikkje signifikante skilnader mellom avlingstala for 6 kg N i kalksalpeter og same N-mengde i fullgjødsel. Andre forsøksåret var det ved tredje slått eit

samspel mellom gjødsling etter første og etter andre slått. Som tabell 6 viser, var det størst avlingsauke for auka gjødsling etter andre slått der det var svakast gjødsla etter første slått.

Eit anna signifikant samspel andre året viste at utslaget for auka gjødsling etter andre slått var mindre ved tidleg enn ved sein tredje slått.

Ved fjerde slått var det begge åra berre små og usikre etterverknader av forskjellig gjødsling etter andre slått. Men ved første slått andre forsøksåret var det klart negativ verknad av auka gjødsling etter andre slått året før. Dette synta seg likevel ikkje det tredje året, og denne skilnaden heng nok saman med at forsøksåra var ulikt fordelte på kalenderåra. Såleis var alle dei fem felta

Tabell 7. Verknader av forskjellig gjødsling etter andre slått. Kg tørrstoff pr. dekar.

Effects of different fertilizer rates after the second cut. Kg DM per 0.1 hectare.

	Kg N pr. dekar Kg N per 0.1 hectare		
	3	6	6 ¹⁾
1. forsøksår 1st experimental year			
2. slått 2nd cut	374	+ 11	+ 10
3. »	165	+ 38*	+ 39*
4. »	44	+ 7	+ 8
Sum	583	+ 56*	+ 57*
2. forsøksår			
1. slått	681	÷ 24*	÷ 26*
2. »	377	÷ 3	+ 4
3. »	148	+ 27*	+ 35*
4. »	40	+ 4	+ 7
Sum	1246	+ 4	+ 20
3. forsøksår			
1. slått	613	+ 5	+ 3
2. »	439	+ 4	+ 7
Sum	1052	+ 9	+ 10
1. slått etter 1 eller 2 vintrar 1st cut after 1 or 2 winters			
1971, 5 felt 5 fields	671	÷ 34*	÷ 37*
1972, 8 »	596	÷ 8	+ 5
1973, 7 »	691	÷ 12	÷ 21
1974, 4 »	639	+ 24	+ 6

¹⁾ I fullgjødsel F 16—3—15 *In compound fertilizer*

i 1971 (nedst i tabell 7) andre års felt.

Ekstra N-gjødsling om våren har ikkje kunna retta opp att skaden av

sterk N-gjødsling etter andre slått året før.

Også her har positivt avlingsutslag for auka gjødsling gitt lågare tørrstoffinnhald.

D. Gjødsling etter tredje slått

Resultata for denne forsøksfaktoren i tabell 8 viser ein kombinert verknad av gjødsling etter tredje slått og av tre eller fire haustingar. Han inneheld følgjande to forsøksledd:

a. 3. slått 29/9, inga gjødsling eller hausting etter 3. slått.

b. 3. slått 10/9, 3 kg N pr. dekar etter 3. slått, 4. slått 16/10.

Ved andre slått første forsøksåret hadde denne faktoren ikkje nokon verknad, og det vesle utslaget er heilt tilfeldig. Ved tredje slått skuldast det store utslaget ikkje anna enn forskjellen i haustetid. Sumavlinga frå og med andre slått var første året om lag den same anten det blei hausta to eller tre gonger. Det

Tabell 8. Verknader av forskjellig bruk av enga om hausten.

Effects of different autumn management of the ley: a) Third cut on September 29. b) Third cut on September 10, 30 kg N per hectare after third cut, fourth cut October 26.

	Kg tørrstoff pr. dekar Kg DM per 0.1 hectare	
	a	b
1. forsøksår <i>1st experimental year</i>		
2. slått <i>2nd cut</i>	376	+ 10
3. »	217	÷ 52*
4. »	—	49
Sum	593	+ 7
2. forsøksår		
1. slått	656	+ 17
2. »	378	÷ 1
3. »	191	÷ 45*
4. »	—	43
Sum	1225	+ 14
3. forsøksår		
1. slått	601	+ 29*
2. »	444	÷ 3
Sum	1045	+ 26*
1. slått etter 1 eller 2 vintrar <i>1st cut after 1 or 2 winters</i>		
1971, 5 felt 5 fields	635	+ 25
1972, 8 »	588	+ 15
1973, 7 »	672	+ 16
1974, 4 »	624	+ 49*

same gjeld andre året, når ein altså ser bort frå første slått.

Det viktigaste her er likevel utslaga ved første slått etter overvint-ring. Tredje året var det ei signifi-kant meiravling på 29 kg tørrstoff pr. dekar der det var tatt ein fjerde slått hausten før samanlikna med ber-re tre haustingar. Andre året gjekk

utslaget i same retning, men var ikkje signifikant.

Tilsvarande utslag var det alle kalenderåra, sterkast i 1974 då det også var signifikant.

Både andre og tredje forsøksår var den positive verknaden av ei sein ekstra gjødsling og hausting året før heilt borte ved andre slått.

VI. Opplysningar om rammeforsøka

Eit rammeforsøksanlegg på Sær-heim som tidlegare var brukt til gjødslingsforsøk med eitt-årig raigras (*Håland, 1976*), blei nytta til å prøva forsøkksspørsmåla som denne meldin-

ga omtalar, i reinbestand av timotei, engsvingel og raigras. Rammene var laga av trykkimpregnert trevyrke. Dei var 30 cm djupe, og rutene var 0,25 m².

Forsøket var delt i to med sandjord i rammene på den eine halvparten og morenejord på den andre. Sandjorda var tatt frå Vik i Klepp og var vanleg fykesand (middels fin sand) frå strandområda på Jæren. Analyser av jordprøve tatt før anlegg viste: pH 5,8, P-AL 16, K-AL 2,2, K-HNO₃ 13, Mg-AL 3,0, glødetap 4,0 %. Morenejorda, som blei tatt på Særheim, var noko leirholdig og viste følgjande analyseverdiar: pH 5,9, P-AL 6,2, K-AL 11, K-HNO₃ 115, Mg-AL 4,6, glødetap 9,2 %. Undergrunnsjorda under rammene var i begge tilfelle leirholdig morene.

Alle rutene blei ved anlegg gjødsla med 30 kg fullgjødsel F 16-3-15 pr. dekar, og det blei sådd Forus timotei, Løken engsvingel og Verna raigras i rammene den 24/4, 1972. Bestanden blei seinare tynna til nøyaktig 40 planter pr. rute, og den 16/6 blei det overgjødsla som planen i tabell 1 viser etter første slått, utan at graset var hausta. Seinare, då plantene hadde blitt kraftigare, blei feltet hausta etter planen for markforsøka. Graset blei hausta med saks og stubba på om lag 3 cm.

Haustetider gjennom heile forsøksperioden var følgjande:

1. *forsøksåret, 1972:*

2. slått	25/7
3. slått	23/8
3. slått	19/9
4. slått	19/10

2. *forsøksåret, 1973:*

1. slått	20/6
2. slått	25/7
3. slått	5/9
3. slått	26/9
4. slått	24/10

3. *forsøksåret, 1974:*

1. slått	13/6
2. slått	2/8

Avlinga frå kvar rute blei tørka i tørkeskap og vegen ut direkte som tørrstoff.

Forsøksplanen var for dei enkelte grasartane den same som for markforsøka (tab. 1) bortsett frå at leddet med fullgjødsel etter andre slått ikkje var med. Innan kvar jordart var planen faktoriell med i alt 48 ruter utan fullstendige gjentak. Det er likevel utført variansanalysar på avling med dei to ledda i faktoren vårgjødsling som gjentak. Dette skulle vera forsvarleg, då markforsøka ikkje viste noko samspel mellom denne og andre faktorar på første slått avling.

Artane var sådde på storruiter, og denne faktoren er testa mot samspelet art x gjentak. Kombinasjonane av dei andre faktorane var tilfeldig fordelte på småruter, og dei er alle testa mot same restvarians som var samansett av variansane for alle andre samspel med gjentak og alle tre- og firefaktorsamspela.

VII. Resultat av rammeforsøka

Hovudføremålet med rammeforsøka var å undersøka om timotei, engsvingel og raigras reagerte ulikt på forsøksbehandlingane, altså om det var samspel mellom art og nokon av

forsøksfaktorane (tab. 1) når det gjeld avling etter overvintring.

Variansanalysane viser berre eitt slikt samspel, nemleg mellom art og ulik haustingspraksis, det som er

kalla «etter 3. slått» i tabell 1. Dette samspelet var på morenejord signifikant for første slått og for sumavling siste året, 1974. I 1973 blei det ikkje påvist noko slikt samspel, men i gjennomsnitt for artane var det ved første slått 92 kg mindre tørrstoffavling pr. dekar etter fire slåttar året

før enn etter tre. Denne hovudeffekten var signifikant, medan ein tilsvarende avlingssvikt på sandjord på 25 kg ikkje var signifikant.

Det nemnde samspelet på morenejord i 1974 går fram av tabell 9, som også har med tala frå sandjord.

Tabell 9. Avlingsskilnader i 1974 for tre grasartar, sterk utnytting om hausten minus svak. Kg tørrstoff pr. dekar.

Yield differences in 1974 for three grass species, four cuts minus three. Kg DM per 0.1 hectare.

	Sandjord <i>Sandy soil</i>			Morenejord <i>Morainic soil</i>		
	Timotei <i>Phleum pratense</i>	Engsvingel <i>Festuca pratensis</i>	Raigras <i>Lolium perenne</i>	Timotei <i>Phleum pratense</i>	Engsvingel <i>Festuca pratensis</i>	Raigras <i>Lolium perenne</i>
1. slått <i>1st cut</i>	+ 9	÷ 11	+ 32	÷ 96	÷ 11	+ 33
1. + 2. slått						
<i>1st + 2nd cut</i>	÷ 44	÷ 41	+ 21	÷ 180	÷ 31	+ 34

Som nemnt var samspelet signifikant på morenejord, og det viser at engsvingel og særleg timotei har tatt skade av kombinasjonen av sein gjødsling og ei ekstra hausting, medan raigraset har reagert positivt på dette med ei auka avling året etter. På sandjord var tendensane stort sett dei same, men skaden for timotei var mindre i forhold til dei andre artane, enn han var på morenejord.

Av tabell 9 kan det også avleiest at den negative effekten på timotei og engsvingel har vore minst like stor ved andre slått som ved første slått.

I gjennomsnitt for artane hadde gjødselmengda etter første og etter andre slått i rammeforsøka ikkje signifikante verknader på første slått avling året etter.

Variasjonskoeffisientane ved første slått var både på sand og morene ca. 7 % i 1973 og ca. 14 % i 1974. Forsøksfeilen i rammeforsøka var altså heller stor det siste forsøksåret. For sumavling i 1973 var koeffisientane 6,0 % på sand og 5,3 % på morene, og tilsvarende for sumavling i 1974 var 8,5 % og 8,8 %.

Som nemnt var det frå starten av nøyaktig 40 planter på alle rutene. Våren 1973 blei plantene talde på nytt, og det viste seg at 2,6 % av timoteiplantene på heile feltet hadde gått ut, medan berre 0,2 % av engsvingelplantene og 0,1 % av raigrasplantenet var døde.

Gjødselmengda etter første og etter andre slått året før hadde ingen tydeleg verknad på prosent døde planter, men for timotei var det klart ut-

slag for forskjellig bruk av enga om hausten, slik følgjande tal viser:

3 slåttar	1,6 %
4 slåttar	3,6 %

Den seine slåttan med ekstra gjødsling førte altså til at fleire timoteiplanter gjekk ut.

Våren 1974 hadde plantene vokse saman, slik at det var uråd å telja enkeltplanter.

VIII. Diskusjon og konklusjon

Storleiken på engavlinga, særleg ved første slått, er ofte i stor mon bestemt av korleis engplantene har greidd seg gjennom vinteren. Her spelar vinterveret ei viktig rolle, men når overvintringstilhøva er ugunstige, kan også plantene sin tilstand frå hausten av vera avgjerande for kor godt dei toler vinteren. Særleg kan innhaldet av karbohydrat ha mykje å seia. Dette innhaldet minkar ut over vineren, og plantene blir etter kvart mindre herdige. Derfor har truleg låg temperatur i mars månad større skadeeffekt enn kuldeperiodar tidlegare på vinteren.

Karbohydratinnhaldet om hausten kan bli påverka av driftsmåten. Til dømes vil planter som er sterkt gjødsla med nitrogen ofte ha høgt nitrogeninnhald og nedsett karbohydratinnhald. Som nemnt i innleiinga har andre forsøk vist at sterk nitrogen-gjødsling gjennom sesongen kan svekka overvintringsevna.

I perioden då desse forsøka blei gjennomførte, var vinterveret ikkje særleg ugunstig for engplantene (tab. 2). Vinteren 1970—71, som hadde ein kald mars månad, var likevel den verste, og markforsøka viste ved første slått 1971 tydeleg nedsett avling for auka N-gjødsling etter andre slått året før og tendens i same lei for auka fullgjødselmengde etter første slått. Dei andre åra var det ikkje klare verknader på overvintringa for auka gjødsling verken etter første eller andre slått.

Rammeforsøka viste ikkje utslag som kan tolkast slik at gjødselmeng-

da etter første og etter andre slått hadde nokon verknad på avlinga året etter. Då desse forsøka ikkje var i gang vinteren 1970—71, kan ein likevel ikkje seia at resultatata på dette punktet avvik frå resultatata av markforsøka.

Under avsnitta om forsøksresultat er også tatt med dei direkte verknadene av auka gjødsling. Då materialet ikkje er særleg omfattande, har dette spørsmålet ikkje så stor interesse, og det blir derfor ikkje kommentert nærmare her. Derimot kan dei etterverknadene som blei påviste ved nærmaste etterfølgjande slått, ha noko større interesse. Både for gjødsling til første slått (vårgjødsling) og til andre slått blei det påvist positiv etterverknad på avlinga ved neste slått, men aldri ved seinare slåttar. Det var elles slik at etterverknaden var størst der det var svakest direkte gjødsling.

Hovudsaka i desse forsøka var spørsmålet om ei eller to haustingar etter andre slått, som for kvart felt blei tatt samtidig på alle ruter. Både i første og andre forsøksåret hadde dette lite å seia for avlingsstorleiken same året. Det ein tapte med tidleg tredje slått, blei tatt inn att i fjerde slått. Tre og fire haustingar i sesongen har altså her gitt same avling når ein ser bort frå avlingsskilnadene ved første slått, som er nemnde nedafor. Det er elles vanleg at tre haustingar gir større avling enn fire (Raustein, 1972), men då har det vore forskjellige haustetider ved alle slåttane med tidlegast første slått

der det skulle haustast fire gonger. Resultata kan såleis ikkje samanliknast.

Vinterskaden, som her er målt med storleiken på første slått avling, var i markforsøka noko mindre der det var gjødsla etter tredje slått og hausta fire gonger, enn der det var hausta berre tre gonger. Dette resultatet bryt med den vanlege oppfatninga at sein N-gjødsling er uheldig for enga si overvintringsevne, men gjødslinga var her kopla saman med ulikt tal haustingar og tidspunkt for siste hausting, som kan ha verka sterkare i motsett lei. Det kan tenkjast at ein har kome bort i slike verknader som er nemnde av *Østgård* (1962), *Bø* (1970) og *Huokuna* (1971), nemleg at middels sein siste slått er meir uheldig for overvintringsevna enn tidleg og sein siste slått. På Sør-Vestlandet må ein kunna rekna tidspunkta som er brukte i desse forsøka, slutten av september og slutten av oktober, som respektive middels og sein siste slått.

Huokuna og *Hüvola* (1974) meiner at ein siste slått 3—4 veker før vekstsesongen sluttar fører til at plantene brukar mykje av karbohydratreservane til å produsera nye blad. Dette kan truleg også i våre forsøk vera grunnen til at forsøksleddet med siste hausting i slutten av september har tolt vinteren noko dårlegare enn når siste slått blei tatt i slutten av oktober, med liten etterfølgjande bladvekst. Tal haustingar har i tilfelle hatt mindre å seia.

Endå om forsøksresultata ikkje kan forklara sikkert kva som har skjedd, så kan ein seia at markforsøka eintydig har vist at ei ekstra gjødsling kombinert med ei fjerde hausting seint i oktober ikkje verkar negativt på overvintringsevna når tredje slått blir tatt tidleg i september. Tvert i mot har det i forsøka vore ein liten positiv verknad saman-

likna med berre tre slåttar, med tredje slått i månadskiftet septem-ber—oktober.

Rammeforsøka viste i gjennomsnitt for dei tre grasartane motsett resultat, men i 1974 skilde raigraset seg ut frå timotei og engsvingel i og med at det då viste positiv verknad på første slått av den ekstra haustinga året før. Timotei hadde då særleg stor avlingssvikt.

Når resultata av rammeforsøka tilsynelatande avvik frå markforsøka, så kan det skuldast at vekstvilkåra kan ha vore litt kunstige, slik at til dømes haustetidene som var brukte, ikkje heilt tilsvarar haustetidene i markforsøka når det gjeld utviklingsstadiet til graset. Ved rettleiing for vanleg praksis må ein først og fremst leggja vekt på resultata av markforsøka, men resultata av rammeforsøka tyder likevel på at raigraset skulle tola betre og eventuelt gi større utbytte av ei ekstra gjødsling og sein hausting enn timotei og engsvingel. Av desse tre artane skulle det vera timotei som er mest utsett for skadeverknad av slik drift eller eventuelt gir minst utbytte.

Når fleire forsøks spørsmål blei tatt opp i same forsøk, var det først og fremst for å undersøka eventuelle samspel. Samspeleffektar mellom gjødsling til ein slått og gjødsling til den etterfølgjande slått er nemnde ovafor, men på første slått avling året etter var det ingen samspel. Gjødslinga tidlegare i sesongen har altså i desse forsøka hatt lite eller ingen ting å seia for verknaden av sein gjødsling og slått på overvintringsevna.

Det er grunn til å understreka at haustingane i markforsøka var vanleg slått med slåmaskin og heller låg stubbing. Ein kan såleis ikkje sjå bort frå at resultata kunne blitt annleis om ein hadde nytta andre haustemåtar som slaghaustar eller beiting.

IX. Summary

Results of 12 field experiments on ley in South Western Norway and of one micro plot experiment at Særheim Agricultural Research Station are reported. Each experiment continued during three successive seasons.

The experiments were carried out during the years 1970—74, and the effect of different fertilizer rates throughout the season on the following year's yield was investigated, and also the effect of late nitrogen application combined with a fourth cut. Dominating grass species in nearly all the experimental fields were *Pleum pratense*, *Festuca pratensis*, and *Lolium perenne*. In the micro plots the three species were tried separately.

The winters were mild during the experimental period, and the winter damages were not severe. At the first cut in 1971 there was, however, a marked yield decrease following the highest N rate after the second cut the previous year and also some decrease following the highest rate of compound fertilizer after the first cut. The fertilizer rates tried are shown in table 1 and the results noted in table 5 and 6. The damages which led to decreased yield in 1971 were probably caused mainly by rather low temperatures in March.

During the first and second years one half of the experimental fields was harvested three times with the third cut in late September. The other half was cut four times, the third cut being taken approximately September 10th and the fourth cut in

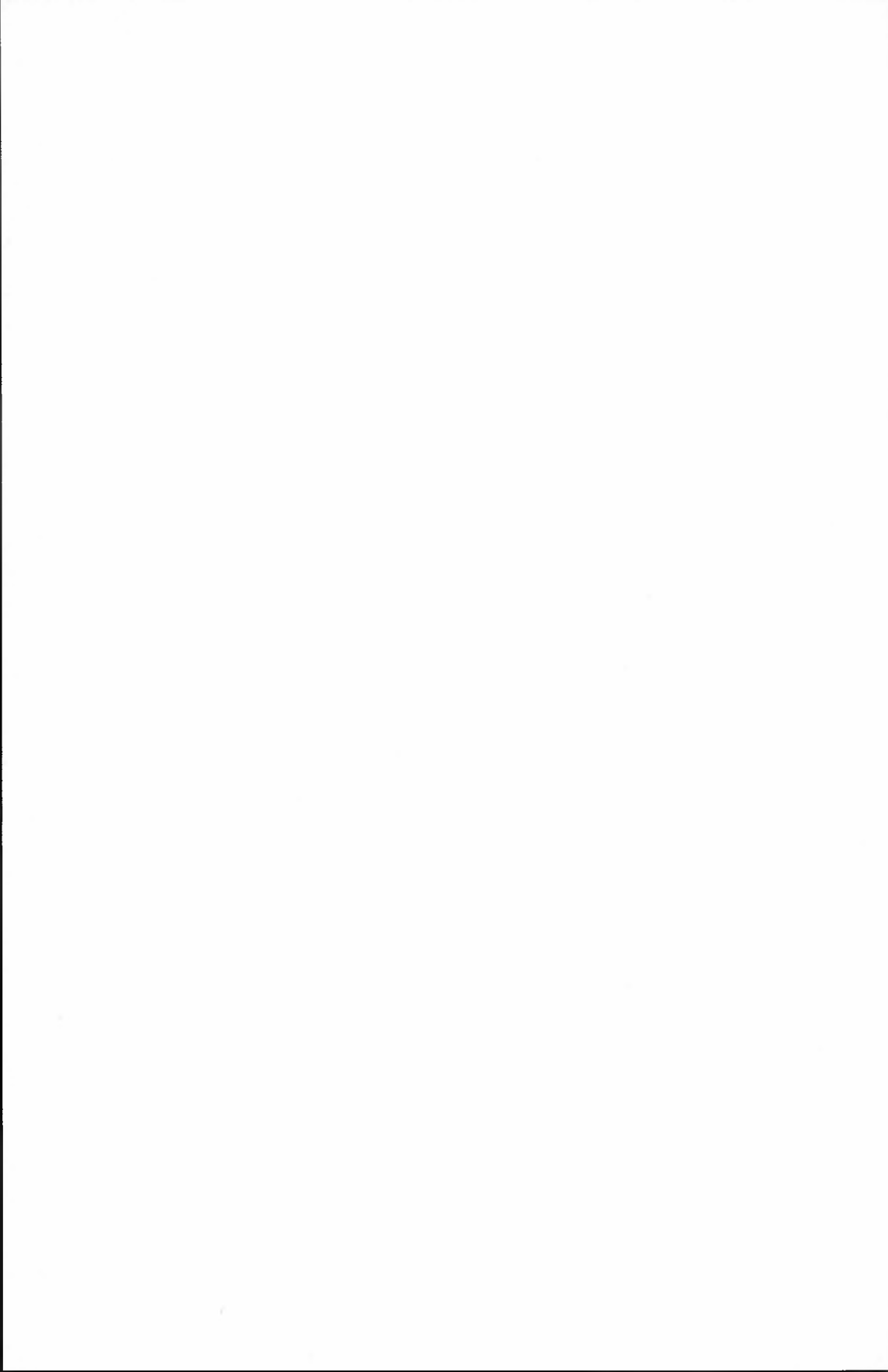
late October. This treatment caused, in the field experiments, a somewhat higher yield at the first cut the following year, compared to only three cuts. It seems that late September in this district is a rather unfavourable harvesting time for the last cut causing less resistance to winter stresses. Taking the last cut in late October is probably more favourable.

The micro plot experiment did not show any difference between the grass species in winter survival as far as the effect of different fertilizer rates is concerned. However, this experiment was not started until 1972, missing the somewhat unfavourable winter of 1970—71. The species responded differently to the two different autumn cutting practices. A fourth cut combined with an additional, late N application was favourable to *Lolium perenne*, while it was unfavourable to the other two species, although it was less severe to *Festuca pratensis* than to *Pleum pratense*.

Also included in the report are the results showing the direct effect of increased fertilizer rates on each harvesting and the after-effect on the following harvestings (tables 3—7). A heavy fertilizer (N) application before the first or second cut had a positive effect also on the yield of the second or third cut respectively, and there was an interaction showing the strongest effect where the application for the second or third cut was lowest.

X. Litteratur

- Austvoll, J.*, 1974: Verknad av ymis mengd og fordeling av nitrogengjødsel på avling og overvintring av italiensk raigras. Hovedoppgave NLH, 55 s.
- Bø, S.*, 1970: Grasarter, frøblandingar og gjødselmengder til langvarig eng på Tjøtta. Forskn. fors. Landbr. 21: 213—218.
- Huokuna, E.*, 1971: Gjødslingens inverkan på gräsens övervintringsförmåga. Ber. NJF's 14. kongress, Uppsala 1971, s. 315—316.
- Huokuna, E.* og *Hiivola, S. L.*, 1974: The effect of heavy nitrogen fertilization on sward density and winter survival of grasses. Ann. Agric. Fenn. 13: 88—95.
- Håland, A.*, 1974: Kalium og nitrogen til eng i Vest-Norge. Forskn. fors. Landbr. 25: 145—167.
- Håland, A.*, 1976: Verknader av kalium og nitrogen på K-innhald i jorda og på avling og forkvalitet av Westerwoldsk raigras. Forskn. fors. Landbr. 27: 307—326.
- Pestalozzi, M.*, 1974a: Virkningen av ulik gjødsling på overvintringen av italiensk raigras. LOT, Informasjonsmøte jordbruk 1974. Fortrykk s. 147—151.
- Pestalozzi, M.*, 1974 b: Store nitrogenmengder til engsvingeleng. NJF Grovfoder-symposium. Randers 27.—28. mai 1974. Konsulentavdelingens stencilserie — Husdjur 44 E1—E5.
- Raustein, D.*, 1972: Engfrøblandinger for intensiv drift på Jæren. Forskn. fors. Landbr. 23: 81—103.
- Østgård, O.*, 1962: Slåttetidsforsøk i timoteieng. Forskn. fors. Landbr. 13: 1—31.



I redaksjonen 7.11.1976.

TILSKUDD AV KALKSALPETER TIL HUSDYRGJØDSEL OG PK-GJØDSEL PÅ ENG

*Addition of nitrate of lime to farmyard manure
and PK artificial fertilizer to pasture land*

AV
ODD HERNES

INN H O L D

	Side
1. Sammendrag	130
2. Innledning	130
3. Opplysninger om forsøkene	131
4. Forsøksresultater	132
a. Avlinger	132
b. Botaniske analyser	135
c. Fóranalyser	135
d. Jordanalyser	138
5. Summary	138
6. Litteratur	139

1. Sammendrag

I årene 1969—1976 ble det på Løken og Berset utført forsøk i eng med tilskudd av kalksalpeter til husdyrgjødsel og til PK i handelsgjødse. Forsøksplanen er gjengitt på side 131. Det ble anlagt tre felt på Løken og et på Berset.

Det var ganske stor meravling for stigende nitrogenmengde opp til nest største mengde. Større mengder ga stort sett mindre og usikre utslag. Et unntak var det for feltet på Berset hvor en de første par årene fikk jamn avlingsøkning opp til største nitrogenmengde.

Sammenlignet med PK i handelsgjødse gjorde husdyrgjødsle det forholdsvis best på leddene som fikk de minste nitrogenmengdene. For disse leddene lå avlingen tildels betydelig over leddene som ble grunngjødset med PK. Ved sterkere nitrogengjødsling fikk en også tildels størst avling på de husdyrgjødslede ledd, men i de fleste tilfeller fikk en, sammen med de store nitrogenmengdene, størst avling på leddene som ble grunngjødset med PK.

På Løkenfeltene hadde gjødslingen forholdsvis liten innflytelse på den

botaniske sammensetning. På Berset var det derimot tydelig at både husdyrgjødsle og nitrogengjødsle hadde positiv innflytelse på plantebestanden.

Nitrogengjødsle har resultert i høyere innhold av råprotein, Mg og Ca i fóret, men lågere innhold av K. Nitrogengjødsle har dessuten virket litt negativt på fordøyeligheten av fóret. De husdyrgjødslede ledd har litt høyere innhold av råprotein, P og Mg og bedre fordøyelighet enn de PK-gjødslede ledd. På den annen side er innholdet av Ca høyest der det er brukt PK-gjødsle.

Resultatene av jordanalysene viser at innholdet av K, Mg og Mn har gått ned med stigende nitrogenmengde, mens pH verdiene har steget. For største husdyrgjødselmengde har en fått høyere innhold av fosfor og kalium enn på PK-leddene, mens en for minste husdyrgjødselmengde har fått lågere verdier. Analysetallene for Mg og Mn er derimot høyere for begge mengder av husdyrgjødsle enn for PK-gjødsle. For pH er det ingen forskjell mellom PK- og husdyrgjødsleleddene.

2. Innledning

For å få størst nytte av husdyrgjødsle bør den først og fremst brukes til åpenåkervektene. I fjellbygdene er det imidlertid forholdsvis mye eng og lite med åpenåker. Det er derfor ofte aktuelt med husdyrgjødsle i engårene.

Forsøk med tilskudd av kalksalpeter til fast husdyrgjødsle på eng er behandlet i melding nr. 38 fra Statens forskingsstasjon Løken, (Solberg, 1958). Han fant her at husdyrgjødsle

dekket behovet for fosfor og kalium, men at den var for nitrogenfattig som eneste gjødse til eng. For å oppnå en skikkelig engavling var det derfor nødvendig med tilskudd av kalksalpeter. I en annen serie ble det foretatt en indirekte sammenligning mellom nitrogen til PK og nitrogen til husdyrgjødsle, (Solberg, 1964). Solberg fant her at kalksalpeter ga omtrent like stor meravling enten det ble gitt som tilskudd til husdyrgjødsle

sel eller til PK i handelsgjødsel. For annen omløpsperiode av sistnevnte serie fant en at en ved svak nitrogen-gjødsling fikk størst avling på ledene som var grunn-gjødslet med husdyrgjødsel, mens det ved sterkere nitrogengjødsling ikke var noen vesentlig forskjell enten det var brukt

husdyrgjødsel eller PK som grunn-gjødsling, (Hernes, 1976). I en dansk serie med husdyrgjødsel og nitrogen til ren graseng ga husdyrgjødsel alle ikke tilfredsstillende avling. En fikk omtrent samme meravling for nitrogen enten det var brukt husdyrgjødsel eller ikke. (Nemming, 1976).

3. Opplysninger om forsøkene

Forsøksserien ble satt i gang i 1969 og avsluttet 1976. Det ble anlagt tre felt på Løken og ett på Berset. To av feltene på Løken ble høstet i fem år, mens det tredje måtte gå ut etter to år på grunn av dårlig overvintering. Feltet på Berset er høstet i åtte år.

Feltene på Løken ble høstet to ganger årlig, i middel henholdsvis 23. juni og 2. september. For første slått

vil det si noenlunde normal tid for siloslått. Fra gjødsling til første slått er det middel 46 dager.

På Berset var den gjennomsnittlige høstedata 18. august. Det må vel nærmest karakteriseres som litt sen høyslått. Fra gjødsling til slått var det i middel 76 dager.

Feltene ble gjødslet etter følgende plan:

	3 kg P + 10 kg K				2 tonn husdyrgj.				4 tonn husdyrgj.			
Kg N til 1. slått	4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16
Kg N til 2. slått	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8

Alle mengdene ble tilført hvert år. Feltet på Berset ble høstet bare en gang pr. år og fikk gjødsel bare om våren.

Hvert år ble det tatt analyser av husdyrgjødsla. Det prosentiske innhold i middel for alle år er gjengitt nedenfor:

	Tørrstoff	Total N	NH ₃ N	Aske	P	K	Ca	Mg
Løken	19,5	0,41	0,14	3,0	0,15	0,38	0,23	0,10
Berset	20,6	0,49	0,07	5,1	0,09	0,27	0,18	0,09

Husdyrgjødsla på Løken er rikere på P, K, Mg, og Ca enn gjødsla på Berset. Videre er innholdet av am. N høyere på Løken enn på Berset, mens total-N er høyest på setra.

Med to tonn husdyrgjødsel er det på Løken tilført 3 kg P og 7,6 kg K. Fosformengden tilsvarende det som ble tilført med handelsgjødsla, mens kalsiummengden er mindre og sannsyn-

ligvis i minste laget bedømt ut fra resultatene av våre forsøk med kalium på Løken.

Med to tonn husdyrgjødsel ble det på Berset tilført 1,8 kg P og 5,4 kg K. Det er mindre enn de mengdene som er brukt i PK-leddene og for lite

ifølge våre forsøk med fosfor og kalium.

Med den dobbelte husdyrgjødselmengde, 4 tonn, har en begge steder fått tilført vel så store mengder av fosfor og kalium som i handelsgjødsla. Særlig på Løken skulle mengdene være tilfredsstillende.

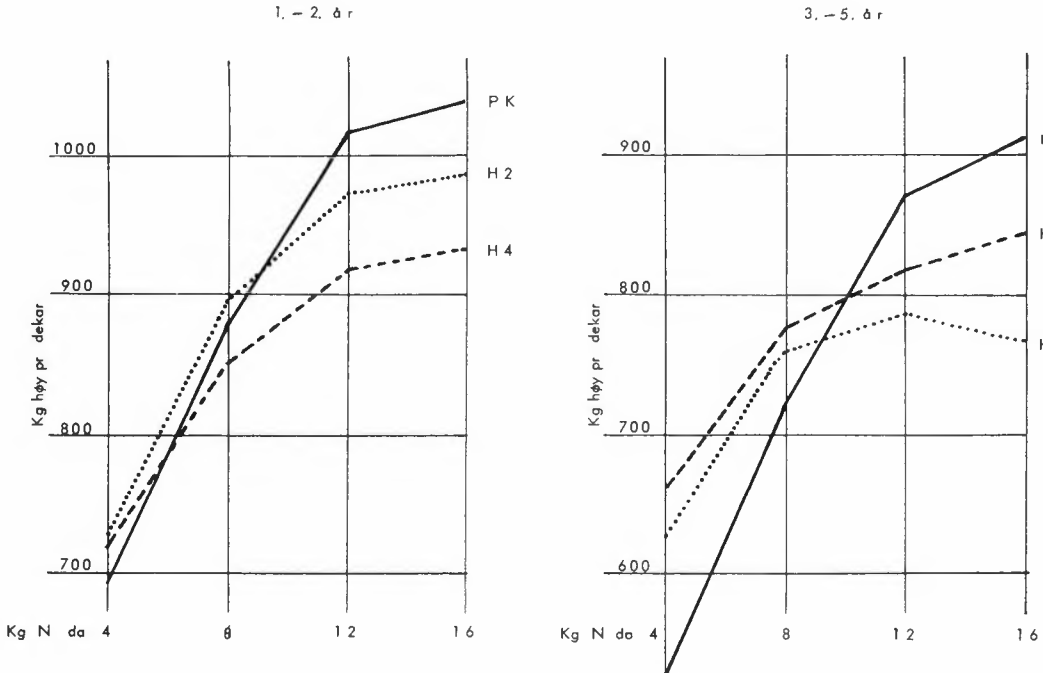
4. Forsøksresultater

a. Avlinger

Resultatene av forsøkene er gjengitt som avlingsdiagrammer i figurene 1 til 3. Avlingen er gjengitt i sum for første og annen slått.

De to femårige feltene på Løken har reagert temmelig likt og er derfor behandlet under ett. Venstre del av figur 1 viser resultatet for de to første år og høyre del for de tre siste år.

Ved svak nitrogengjødsling var det de første årene ikke noen sikker forskjell mellom leddene med PK-gjødsel og husdyrgjødsel. Det tyder på liten eller ingen nitrogeneffekt av husdyrgjødsla. Ved sterkere nitrogengjødsling ligger avlingen for de husdyrgjødslede ledd betydelig under de som er grunnjødslet med PK. Det



Figur 1. Avling 1.+2. slått. Middel for de to femårige felt på Løken.

tyder på at plantene ikke fullt ut har kunnet nytte fosfor- og kaliuminnholdet i husdyrgjødsla. Det kan også se ut som om husdyrgjødsla har hatt en viss negativ effekt, ettersom en har fått minst avling på leddene med største husdyrgjødselmengde.

Avlingskurvene for de tre siste høstarene viser at en sammen med de to minste nitrogenmengdene har fått størst avling på de husdyrgjødslede ledd. Etter hvert er det således blitt en viss nitrogeneffekt av husdyrgjødsla. Sammenlignet med PK-kurven så har en for største husdyrgjødselmengde fått en nitrogeneffekt på ca. 4,3 kg N ved svakeste nitrogengjødsling, og ca. 3,1 kg N for minste husdyrgjødselmengde.

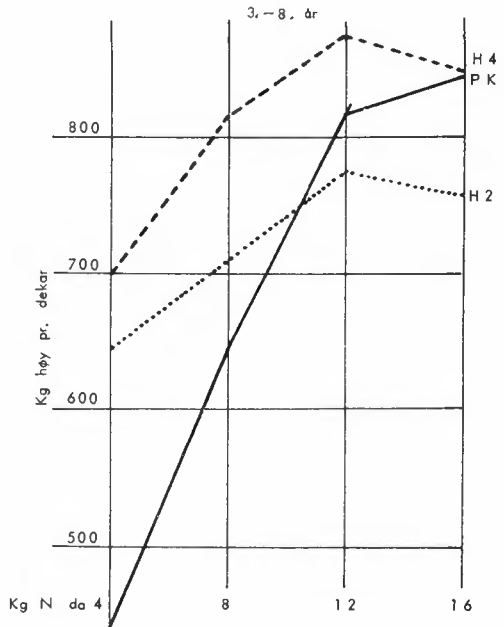
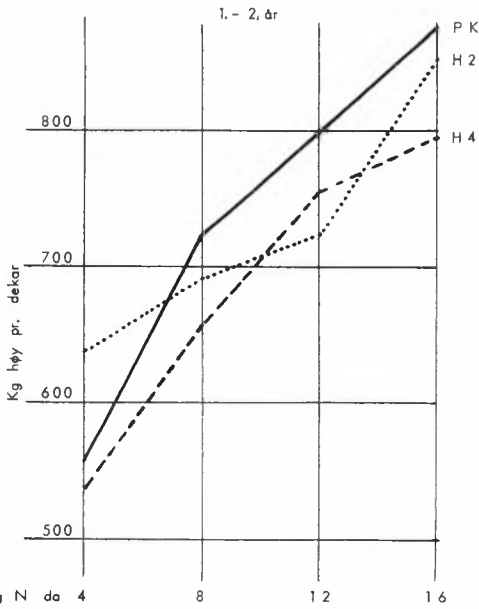
Sammen med største nitrogenmengde er det imidlertid også i siste del av forsøksperioden minst avling på de husdyrgjødslede ledd. Ifølge gjødselanalysene skulle største husdyrgjødselmengde inneholde tilstrekkelig

med fosfor og kalium, men har allikevel ikke kunnet konkurrere med PK i handelsgjødsel. Det kunne tenkes at tørken var årsak til dette resultatet, men selv i tre år med rikelig nedbør i vekstsesongen fikk en mindre avling på de husdyrgjødslede ledd enn på de som var grunnjødslet med fosfor og kalium.

Uansett grunnjødsling har en fått lite igjen for større nitrogenmengder enn 12 + 6 kg N. I siste del av forsøksperioden ser selv denne mengden ut til å være i største laget sammen med minste husdyrgjødselmengde.

Resultatet for feltet på Berset er gjengitt i figur 2. Venstre del av figuren viser resultatet for de to første år.

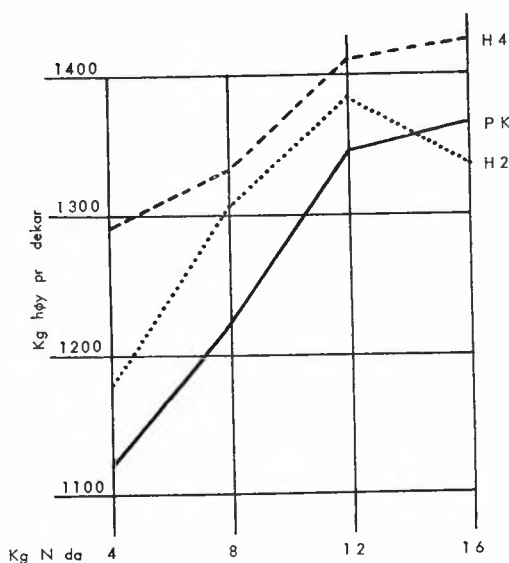
De første par årene var det jamn avlingsøkning opp til største nitrogenmengde. Leddene som var grunnjødslet med PK lå stort sett over de husdyrgjødslede ledd.



Figur 2. Avling 1.+2. slått på Berset.

Kurven til høyre i figur 2 viser avlingsresultatet for de seks siste høsteårene. For leddene som er grunn-gjødset med minste husdyrgjødsel-mengde har en fått noenlunde samme resultat som for de to femårige fel-tene på Løken. Ved svak nitrogen-gjødsling var det størst avling på led-dene som hadde fått husdyrgjødsel, mens det motsatte var tilfelle ved sterkere nitrogen-gjødsling. Det tyder på at to tonn husdyrgjødsel ikke var tilstrekkelig som PK-kilde sammen med 12—16 kg N.

For leddene som er grunn-gjødset med største husdyrgjødselmengde ligger avlingen uansett nitrogen-mengde over avlingen for PK-led-dene. Til tross for dårligere kvalitet av husdyrgjødsel på Berset enn på Løken har en altså fått relativt bedre virkning av store husdyrgjødsel-mengder deroppe enn nede på gar-den. Årsakene kan være flere. Bl. a. kan plantebestanden ha betydd en



Figur 3. Avling 1.+2. slått på det to-årige felt på Løken.

del. Feltet på Berset ble tilsådd med en treblanding av timotei, engsvingel og engkvein. Timoteien holdt seg best der en tilførte største husdyr-gjødselmengde. Dette har sannsyn-ligvis ført til større produksjonsevne. En viss betydning har det vel også hatt at feltet deroppe ble høstet som høy mens avlingen nede på garden ble tatt som siloslått. Videre kan jordsmonnet og de klimatiske forhold ha vært medvirkende.

De første par årene var det jamn avlingsøkning opp til største nitrogen-mengde. I siste del av forsøksperi-oden var det imidlertid lite å vinne ved å bruke større nitrogenmengder enn 12 kg N pr. dekar.

Resultatet for det to-årige feltet på Løken er gjengitt i figur 3.

Dette feltet lå på mer råmerik jord enn de to femårige feltene på Løken og skiller seg ut fra disse bl. a. med betydelig høyere avlingsnivå. Plante-bestanden var også en annen. På de to femårige feltene var det hovedsa-kelig timotei og ubetydelig med kløver. Det toårige feltet var derimot svært kløverrikt, med 50—60 prosent kløver første året og 10—30 prosent andre året.

Dette er muligens årsaken til at en på det toårige feltet har fått et annet resultat enn på de to femårige fel-tenne. Leddene som er grunn-gjødset med husdyrgjødsel ligger stort sett over leddene hvor en har brukt PK-gjødsel.

Også på dette feltet var det jamn avlingsøkning opp til 12 + 6 kg N og små og usikre utslag for større nitro-genmengder.

b. Botaniske analyser

De to femårige feltene på Løken ble anlagt i ren timoteieng. På begge feltene holdt timoteien seg godt gjennom hele forsøksperioden. I middel for siste treårsperiode var det i gjennomsnitt fortsatt ca. 90 prosent timotei i enga. På det ene feltet var det litt kveke. Den gjorde seg mest gjeldende på leddene som hadde fått største nitrogenmengde, og det var mer på PK-leddene enn der det var brukt husdyrgjødsel.

Det toårige feltet på Løken ble anlagt på svært kløverrikt eng. De botaniske analysene for andre høsteåret viser at kløveren har holdt seg best på

leddene som har fått minst nitrogen. Derimot er det ingen vesentlig forskjell enten det var brukt husdyrgjødsel eller PK-gjødsel.

Feltet på Berset ble anlagt i annet års eng på nydyrket jord. Enga var tilsådd med en frøblanding som besto av timotei, engsvingel, engkvein og rødkløver. Den botaniske analysen som ble utført høsten 1969, d.v.s. i anleggsåret, viste at det i middel var 9 % kløver, 81 % timotei og 10 % engsvingel. Engkveinen hadde enda ikke begynt å gjøre seg gjeldende.

I tabell 1 er gjengitt den botaniske sammensetningen i middel for de fire siste høsteårene.

Tabell 1. Berset, botanisk sammensetning, middel for de 4 siste høsteår.

	% timotei			% engsvingel			% engkvein			% kløver		
	PK	H2	H4	PK	H2	H4	PK	H2	H4	PK	H2	H4
N ₄	21	45	48	14	30	37	60	22	11	5	3	4
N ₈	38	52	66	30	29	24	29	17	8	3	2	2
N ₁₂	55	63	77	31	25	18	13	11	4	1	1	1
N ₁₆	65	69	82	27	21	15	8	10	3	0	0	0

Både husdyrgjødsel og nitrogen-gjødsel har hatt positiv innflytelse på plantebestanden. I middel for de siste fire år besto plantedekket fortsatt av ca. 80 prosent timotei på leddene hvor en hadde brukt mest husdyrgjødsel og de største nitrogenmengdene, d.v.s. omtrent samme timoteiprosent som i anleggsåret. På leddet som var gjødslet med PK og minste nitrogenmengde var det derimot bare ca. 20 prosent timotei igjen. Plassen som timoteien hadde avgitt var for en stor del overtatt av engkvein. Mengden av engkvein er der-

for størst der timoteien har gått mest ut. For engsvingel var det positiv virkning av husdyrgjødsel på leddene som hadde fått minste nitrogenmengde, ellers var virkningen negativ. For leddene som var grunn-gjødslet med husdyrgjødsel var det nedgang i prosent engsvingel med stigende nitrogenmengde.

I siste fireårsperiode var det ubetydelig med kløver igjen på feltet, og mindre jo mer nitrogen en hadde brukt. Mellom leddene som hadde fått husdyrgjødsel og PK-gjødsel var det ingen nevneverdig forskjell.

c. Fôranalyser

For råprotein, P, K, Mg og Ca har vi analyser for de syv første år for feltet på Berset. For det ene av de to

femårige feltene på Løken har vi analyser fra alle høstinger unntatt annen slått første høsteåret. For

trevle- og askeinnholdet, og likeså for NO₃N og in vitro har vi litt færre analyser.

Som tidligere nevnt ble feltet på Berset høstet på et relativt sent utviklingsstadium i forhold til første slått på Løken. Det er derfor en viss forskjell i nivået mellom analysetalene på de to stedene. En viss for-

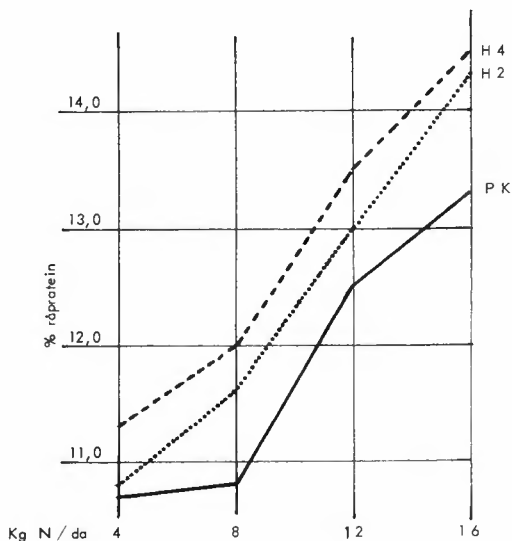
skjell er det også mellom første og annen slått på Løken. Men når det gjelder virkningen av nitrogen-gjødsel og likeså av husdyrgjødsel i forhold til grunnjødsling med PK, så stemmer resultatene meget godt overens. I tabell 2 er derfor gjengitt middeltallene for alle analyseresultatene.

Tabell 2. Fôranalyser. Middelt av alle analyser.

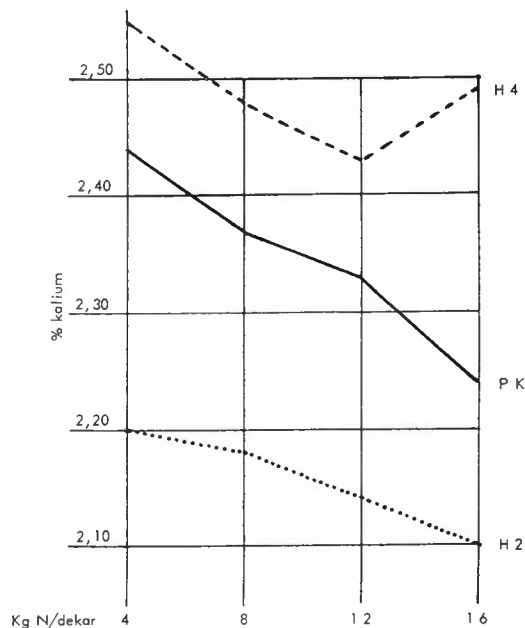
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	PK	H2	H4
% råprotein	10,9	11,5	13,0	14,0	11,8	12,4	12,8
NO ₃ N mg/100 g	17,1	22,5	37,1	59,4	23,4	30,1	43,6
% P	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27
% K	2,40	2,34	2,30	2,28	2,35	2,15	2,49
% Mg	0,16	0,16	0,17	0,18	0,15	0,18	0,17
% Ca	0,60	0,55	0,60	0,63	0,63	0,59	0,56
% Aske	7,4	7,0	7,1	7,0	7,5	6,6	7,2
% trevler	28,5	28,8	29,1	29,7	28,7	28,8	29,5
In vitro	70,1	69,6	69,3	69,0	68,9	69,6	70,2

Stigende mengde nitrogen resulterte i høyere innhold av råprotein i fôret. Den samme virkningen har en også fått for husdyrgjødsel sammenlignet med leddet som er grunnjødslet med

PK i handelsgjødsel. Figur 4 viser at den positive virkningen som husdyrgjødsel har hatt på proteininnholdet er den samme uansett nitrogenmengde.



Figur 4. Råprotein i fôret.



Figur 5. Kalium i fôret.

Virkningen av nitrogen gjødsling har vært litt varierende når det gjelder forforinnholdet i fôret. På Løken har en både i dette og noen andre forsøk fått litt positivt utslag, mens det på Berset tildels var negativ virkning. Største husdyrgjødselmengde har økt innholdet av fosfor i fôret. Utslaget er ikke stort, men statistisk sikkert.

Innholdet av kalium har gått litt ned med stigende mengde nitrogen. Som figur 5 viser så var nedgangen størst for leddene som ble grunnjødslet med PK. Største husdyrgjødselmengde resulterte i høyere kaliuminnhold, mens minste husdyrgjødselmengde ga lågere kaliuminnhold enn PK-gjødsling. Det synes å bekrefte det som er nevnt tidligere at to tonn husdyrgjødsel er for svakt som eneste kaliumkilde.

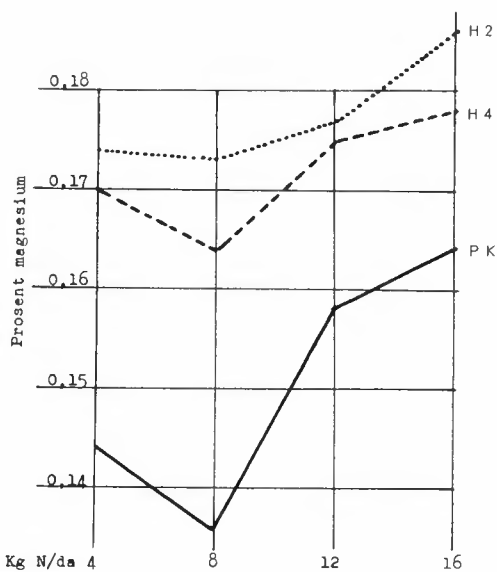
De største nitrogenmengdene virket positivt på magnesiuminnholdet i fôret. Det var også høyere innhold på leddene som fikk husdyrgjødsel enn de som ble gjødslet med PK. Magne-

siuminnholdet er litt høyere for minste husdyrgjødselmengde enn for største. Det er vanskelig å gi noen forklaring på dette resultat, men som figur 6 viser så er det tilfelle uansett nitrogenmengde.

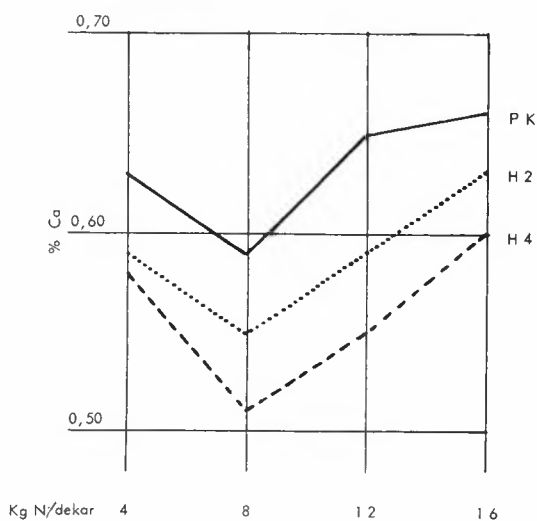
Kalsiuminnholdet er størst der det er brukt mineralgjødsel og minker med stigende mengde husdyrgjødsel. Det har gått litt ned for økning av nitrogenmengden fra 4 til 8 kg N, men stiger igjen for større mengder. Som figur 7 viser så følger de tre kurvene hverandre ganske jamt.

Innholdet av trevler har økt litt med stigende nitrogenmengde. Mellom de tre grunnjødslingene er det ingen sikker forskjell.

Innholdet av aske er høyest i leddene som har fått minste nitrogenmengde. Ellers er det liten forskjell mellom nitrogenleddene. Mellom PK-leddene og største husdyrgjødselmengde er det ingen sikker forskjell i askeinnhold, mens innholdet er klart lågere for minste husdyrgjødselmengde.



Figur 6. Magnesiuminnhold i fôret.



Figur 7. Kalsium i fôret.

In vitro analysene viser nedgang i fordøyeligheten med stigende nitrogenmengde. Størst er nedgangen for leddene som er grunnkjødslet med PK. Husdyrgjødsel har virket positivt på fordøyeligheten, og best virkning har en fått for største mengde.

Innholdet av NO_3N øker med stigende nitrogenmengde og med stigende husdyrgjødselmengde, men selv ved

en kombinasjon av største husdyrgjødselmengde og største nitrogenmengde, ligger analysetallene under den kritiske verdi.

Analyseresultatene viser at husdyrgjødsel har hatt til dels meget stor positiv innflytelse på førkvaliteten. Det samme gjelder også delvis for stigende mengde nitrogen.

d. Jordanalyser

Det ble tatt jordprøver ved anlegg av feltene og ved avslutningen. I ta-

bell 3 er gjengitt resultatene av analysene.

Tabell 3. Analyser av jorda ved anlegg og avslutning. Middel 3 felt.

	Ved anlegg	Ved avslutning						
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	PK	H2	H4
P—AL	9,7	10,0	10,4	9,7	10,0	9,9	9,0	11,2
K—AL	9,8	8,2	6,8	5,6	5,9	6,5	5,3	8,0
K—HNO ₃		46	44	43	43	44	42	46
Mg—AL	10,3	11,0	10,6	9,7	8,3	7,2	10,1	12,5
Mn	200	198	194	194	192	191	197	195
pH	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,2	6,2	6,3

Økning av nitrogenmengden har redusert innholdet av K, Mg og Mn i jorda, mens det for P ikke er noe klart utslag. For pH har en, som vanlig når en bruker kalksalpeter, fått stigende verdier.

Med største husdyrgjødselmengde fikk en betydelig høyere innhold av fosfor og kalium enn på PK-leddene, mens en for minste husdyrgjødsel-

mengde fikk lågere innhold. Nok et tegn på at to tonn husdyrgjødsel er i knappest laget som fosfor- og kaliumkilde. Derimot har begge husdyrgjødselmengdene ført til høyere innhold av magnesium og mangan enn for leddene som er grunnkjødslet med PK. For pH er det ingen sikker forskjell mellom grunnkjødslingsleddene.

5. Summary

Pasture land trials with the addition of nitrate of lime to farmyard manure and PK artificial fertilizer respectively were carried out at Løken Agricultural Research Station, altitude 550 metres, and at the station's mountain farm Berset, altitude 1 000 metres.

The trial plan will be found on p. 131. The yield results are shown graphically in figs. 1, 2 and 3. There was a relatively big increase in the yield with increased addition of nitrogen up to the greatest quantity but one. Above this level, increased amounts

had, on the whole, smaller and uncertain effects.

By comparison with PK fertilizer farmyard manure fared relatively best in those sections of the trials in which least nitrogen was used. In these cases the yields were sometimes considerably greater than where PK was used as basic fertilizer. With stronger applications of nitrogen it sometimes happened that farmyard manure gave the bigger yields, but in most cases with these greater quantities of nitrogen the biggest yields followed basic fertilizing with PK.

At Løken the dressing had little effect on the botanical composition. At Berset, on the other hand, there was a positive effect both from farmyard manure and from nitrogen dressing. See table 1.

The fodder analyses are shown in table 2 and figs. 4 to 8. Nitrogen dressing resulted in a higher content of crude protein, magnesium and calcium, but a reduced content of po-

tassium. Nitrogen dressing also had a slightly negative effect on the digestibility of the fodder. Where farmyard manure was used there was a slightly higher content of crude protein, phosphorus and magnesium, and better digestibility than with PK fertilizer. On the other hand the content of calcium was higher when PK fertilizer was used.

The results of the soil analyses are shown in table 3. Potassium, magnesium and manganese decreased as the quantity of nitrogen increased, while pH values rose. From the greater quantities of farmyard manure there resulted a greater content of phosphorus and potassium than from PK, while for the smaller quantities the opposite results were observed. The analysis figures for magnesium and manganese are, however, higher for both quantities of farmyard manure than for PK fertilizer. For pH there is no difference between PK and farmyard manure.

6. Litteraturliste

- Hernes, O.*, 1976: Parallele sorts- og gjødslingsforsøk i eng på Løken og Berset. Forskn. fors. Landbr. 27: 475—494.
- Nemming, O.*, 1976: Husdyrgødning til kløvergræs og rent græs. Tidsskrift for planteavl. 80: 239—257.
- Solberg, P.*, 1958: Tilskudd av kalksalpeter til fast husdyrgjødsel. Forskn. fors. Landbr. 9: 59—82.
- Solberg, P.*, 1964: Dyrking av eng i fjellet, sammenliknet med dalen, og orienterende analyser av jord- og planteprøver. Forskn. fors. Landbr. 17: 407—433.



Fellesmelding fra Institutt for jordkultur (melding nr. 88), Norges landbrukshøgskole og Statens forskingsstasjon Kvithamar, Avdeling Moldstad.

Joint report from Department of Soil Fertility and Management (Report No. 88), Agricultural University of Norway and Kvithamar Agricultural Research Station, Substation Moldstad.

I redaksjonen 22.11.1976

MARKFORSØK MED KOPPER OG JERN

Field Experiments with Copper and Iron

AV

A. SORTEBERG OG N. K. ØIJORD

INNHOOLD

	Side
I. Sammendrag	142
II. Undersøkelsens formål og omfang	142
III. De enkelte felter	143
A. Felt 19. Stigende mengder koppersulfat kombinert med ulike kalkmengder	143
Feltet før 1960	143
Feltet etter 1961	143
Avlinger og botanisk sammensetning	143
Kjemiske avlingsanalyser	145
Kjemiske jordanalyser	146
B. Felt 20. Stigende mengder hytteslagg ved to ulike kalkmengder	148
Feltet før 1960	148
Feltet etter 1961	148
Høyavlinger og botanisk sammensetning	148
Kjemiske avlingsanalyser	150
Kjemiske jordanalyser	150
C. Felt 22. Jern og mineraljord i kombinasjon med stigende kalkmengder	151
Feltet før 1960	151
Feltet etter 1961	151
Avlinger og botanisk sammensetning	151
Kjemiske avlingsanalyser	153
IV. Diskusjon	155
V. Summary	156
VI. Litteratur	157

I. Sammendrag

Meldingen omfatter tre flerårige forsøksfelter på forsøksgården Moldstad på Smøla. Feltene har ligget på lyngrik eller grasrik hvitmoosemyr som ble oppdyrket i 1945. I meldingen her er det forsøksperioden etter 1961 fram til 1970 eller litt lenger det er gjort rede for. Feltene har nesten utelukkende ligget i eng.

Forsøksplanene omfatter stigende mengder koppersulfat, stigende mengder hytteslagg fra Røros (et kopperholdig jernrikt slagget fra gruvevirksomheten) og hytteslagg av ulik kornstørrelse samt tilførsel av mineraljord, alt i kombinasjon med ulike kalkmengder.

De første år etter oppdyrking har avlingen uten kopper vært liten og meravlingen for koppertilførsel stor. Etter hvert som feltene ble eldre, har avlingen uten kopper økt sterkt og

virkingen av kopper avtatt tilsvarende.

Tilførsel av 5 kg koppersulfat pr. dekar i 1945 har i forsøksperioden økt det relative kopperinnholdet i avlingen til det 2—3-dobbelte, mens 30 kg koppersulfat har økt kopperinnholdet til det 3—6-dobbelte. Ved kjemisk analyse av jordprøver ble etter tur ca. 40 og 60 pst. av det tilførte kopper gjenfunnet som relativt lett løselig i disse to ledd. Hytteslagg tilført i mengder på ca. 200 kg pr. dekar i 1945 har fortsatt hatt god virkning mot jernklorose hos timotei. Best har virkingen vært når slagget har vært knust finere enn til 1 mm. Samme gode virkning har tilførsel av 6 m³ mineraljord hatt.

Vanligvis har jernklorosen avtatt ved stigende kalkmengder.

II. Undersøkelsens formål og omfang

Markforsøkene tok ved anlegget særlig sikte på raskt å finne botemidler mot kopper- og jernmangel ved oppdyrkingen av de store myrvidder på Smøla. Etter hvert ble det klart at forsøkene kunne gi resultater også sett på lengre sikt, og feltene ble liggende for å måle ettervirkingen av forsøksbehandlingen.

Meldingen omfatter tre forsøksfelter som har ligget på forsøksgården Moldstad på Smøla. Feltene ble utlagt på nyland i 1945. Resul-

tatene er publisert fram til og med 1959 (*Sorteberg, 1961*), da feltene ble omgrøftet, pløyd og sådd til på nytt med engvekster. Forsøkene ble avsluttet omkring 1970. Resultatene fra den siste forsøksperioden på ca. 10 år blir lagt fram her.

Til kjemiske analyser av jord og avling i forsøksperioden som denne melding omfatter, er bidrag mottatt av *Professor M. Ødeliens fond til støtte for jordkulturforskning*. Det takkes for det mottatte bidrag.

III. De enkelte felter

A. Felt 19. Stigende mengder koppersulfat kombinert med ulike kalkmengder

Feltet før 1960.

Forsøket ble ved anlegget i 1945 utlagt med disse ledd for kalk: 0, 300, 500, 700 og 900 kg beregnet som CaO pr. dekar. I 1951 ble feltet ompløyd og alle ledd kalket med 200 kg CaO. I 1946 ble ulike ledd for kopper innlagt med disse mengder koppersulfat pr. dekar: 0, 0,2, 1,0, 5,0 og 5,0 kg. Det siste ledd, som ved anlegget var avvikende behandlet m.h.t. bor, ble i 1951 tilført ytterligere 25 kg koppersulfat pr. dekar.

For å hindre overføring av kopper til ubehandlede ledd er de ulike ledd for kopper lagt i lange teiger. Det har vært en teig for hver koppermengde, og all jordarbeiding er utført langs med kopperteigene. Kalkteigene er lagt på tvers, med to paralleller for hver mengde. Da avlingsdifferansen for kopperleddene derfor ikke kan feilberegnes, må en være forsiktig med vurderingen av avlingsdifferanser, framfor alt differanser mellom ulike ledd der kopper er tilført.

Forsøksperioden fram til 1959 omfatter to engperioder, 1948—50 og 1952—59, den første med rødkløver i reinbestand og den siste med en engfrøblanding. I begge engperioder var det meget store utslag for kopper. I annen periode er det også sterk avlingsøkning fra 0,2 til 1,0 kg koppersulfat. Uten koppersulfat er høyavlingen i annet forsøksår bare ca. tredjeparten av avlingen på ledd med 1 kg koppersulfat og mer. Mot slutten av engperioden øker høyavlingen uten koppersulfat betydelig ved at timoteien etter hvert er blitt erstattet av ulike rapp- og kveinarter.

Ledd uten kalk ga vesentlig mindre avling enn ledd med kalk i første eng-

periode. I annen engperiode, da alle ledd ble kalket med 200 kg CaO, var det liten forskjell i avling mellom de forskjellige kalkledd.

Feltet etter 1961.

Etter ompløying ble feltet våren 1962 sådd til med rødkløver. Gjenlegget ble lite vellykket på grunn av frøugras. Våren 1964 ble feltet derfor sådd til på nytt, denne gang med timotei, og våren 1965 prøvde en å forbedre gjenlegget uten jordarbeiding ved å så ut noe kløverfrø. En ny tilsåing med kløver våren 1967 ble helt mislykket, hvorpå det ble sådd havre på feltet i 1968. Endelig ble det sådd timotei igjen våren 1969.

Frøgraset har vært svært leit på feltet hele denne siste perioden, og i engårene ble feltet forsøkshestet bare i 1962, 1966 og 1970. Dertil ble havren i 1968 forsøkshestet. Fra 1960 blir avlingstallene for teigen med 1,0 kg koppersulfat ikke tatt med da teigen ble brukt til en annen undersøkelse.

De ulike ledd på forsøksfeltet er ellers gjødslet ens med N, P og K i vanlig brukte mengder. Tilførsel av kalk og kopper er ikke gjentatt i forsøksperioden. I 1968 og 1970 ble feltet sprøytet med en jernsulfatoppløsning mot jernklorose.

Avlinger og botanisk sammensetning.

Avlinger for de ulike kalkmengder er oppført i tabell 1 som middel for alle kopperledd. Utslagene for kalk er ikke særlig store. Til havre øker avlingen til nest minste kalkmengde,

300 + 200 kg CaO, mens det i alle engår er en moderat avlingsøkning opp til største eller nest største kalkmengde. Den relativt store avlings-

nedgang for største kalkmengde i 1966 er noe overraskende og harmonerer ikke med avlingstallene for 1970.

Tabell 1. Felt 19. Avlinger ved stigende kalkmengder av høy og korn (havre), kg pr. dekar, der den frøsådde vekst er rødkløver i 1962 og timotei i 1966 og 1970. Middel av alle kopperledd.

Kg CaO pr. dekar	1962, høy	1966, høy	1968, korn	1970, høy
0 + 200	100	228	279	752
300 + 200	111	262	328	768
500 + 200	130	272	302	803
700 + 200	147	284	298	807
900 + 200	145	202	300	840

Tabell 2. Felt 19. Avlinger ved stigende mengder koppersulfat av høy og havre, kg pr. dekar, der den frøsådde vekst er rødkløver i 1962 og timotei i 1966 og 1970. Middel for alle kalkmengder.

Kg koppersulfat pr. dekar	1962, høy	1966, høy	1968, havre		1970, høy
			korn	lo	
0	118	202	246	1237	833
0,2	126	280	328	1245	811
5,0	129	254	334	1112	790
5 + 25	130	261	297	994	741

Virkningen av koppersulfat i de ulike engår er nokså forskjellig fra middeltallene i de tidligere engperioder. Avlinger, middel for alle kalkmengder, er oppført i tabell 2. Bare i 1966 er det en litt større meravling for kopper, da avlingen uten koppertilførsel i middel for de ulike kalkledd var 202 kg høy pr. dekar, mens den for de ulike koppertilførsler lå på 254—280 kg. På den annen side gikk avlingen ned med stigende koppertilførsel i 1970 fra 833 kg høy uten koppertilførsel til 741—811 kg for de ulike ledd med koppertilførsel.

Havre (1968) har gitt betydelig meravling i korn for koppertilførsel. Meravlingen blir her ellers enda større om leddene uten kalk (0 + 200 kg CaO) holdes utenfor. På den annen

side har *loavlingen* gått noe ned for 5 kg koppersulfat og vesentlig mer for 5 + 25 kg. Dette står ganske sikkert i forbindelse med en tiltakende jernklorose ved økt koppertilførsel, som altså har gått særlig sterkt ut over halmmengden. Økt jernklorose som følge av koppertilførsel, er ellers velkjent både fra praksis og på andre forsøksfelter på disse myrene (Sor-teberg, 1947 og 1961).

Engas botaniske sammensetning er skjønnsmessig bestemt før høsting. I tabellene 3 og 4 er det prosentiske innhold av den frøsådde vekst oppført i middel for henholdsvis stigende kalkmengder og stigende koppermengder.

For stigende kalkmengder er det i 1962 en svak, men regelmessig ned-

Tabell 3. Felt 19. Prosentisk innhold i enga av den frøsådde vekst (skjønnsmessig bedømmelse) ved stigende kalkmengder. Middell av alle kopperledd.

Kg CaO pr. dekar	1962 rødkløver	1966 timotei	1970 timotei	Middel 1966 og 1970
0 + 200	97	7	25	16
300 + 200	95	29	39	34
500 + 200	93	60	57	58
700 + 200	88	58	65	61
900 + 200	86	59	68	63

gang i kløverinnholdet (tabell 3). Dette er et felles trekk for alle kopperledd. Det er uklart hva årsaken til dette er. Mest nærliggende er det å anta at grasartene har hatt bedre vekstbetingelser på de sterkere kalkede ledd ved at noen av grasartene, bl. a. timotei, har vært mindre utsatt for jernklorose. (Som kjent reagerer kløver så å si ikke for jernmangel.)

Innholdet av timotei er svært lågt ved de minste kalkmengdene. I 1970 var det notert avtakende klorose for økt kalking, derimot ikke i 1966. I og for seg er ikke dette urimelig, da en blandingseng der mengden av timotei allerede er redusert, kan få mindre klorose etter som flere av de grasarter som da gjerne tar timoteiens plass, er relativt sterke mot jernklorose (t. eks. engkvein og rapparter). For avlingen i 1966 er det opplyst at ugrasmengden var liten og at høymengden foruten timotei vesentlig besto av «andre grasarter». Av de to engår er det ellers bare 1970 som har normal avling. Stigende timotei-

prosent for økt kalking følges her av stigende høyavling (jfr. tabell 3 og tabell 1).

Virkingen av ulik koppertilførsel på den botaniske sammensetning i 1962 da det var sådd kløver, er ikke merkbar (tabell 4). Heller ikke i tidligere forsøk samme sted har koppermangel hatt nevnte virkning på dekningsprosenten av kløver i enga i frøsåingsåret (*Sorteberg, 1947*), men kløvermengden er blitt sterkt redusert i løpet av første vinteren uten koppertilførsel. Resultatet for 1962 for dette forsøket, som bare gjelder frøsåingsåret, står derfor neppe i strid med tidligere forsøk.

Det prosentiske innhold av timotei i 1966 og 1970 etter ulik koppertilførsel viser til dels motstridende trekk. Vurderingen blir ellers vanskelig i og med at det begge år har vært mye jernklorose på feltet.

Kjemiske avlingsanalyser.

Kopperinnholdet er bestemt i den botaniske hovedfraksjon av høyet, dvs. i rein kløver eller rein timotei

Tabell 4. Felt 19. Prosentisk innhold i enga av den frøsådde vekst (skjønnsmessig bedømmelse) ved stigende mengder koppersulfat. Middell av alle kalkmengder.

Kg koppersulfat pr. dekar	1962 rødkløver	1966 timotei	1970 timotei
0	91	16	67
0,2	94	58	49
5,0	91	59	43
5 + 25	90	36	42

Tabell 5. Felt 19. Innhold av kopper i tørrstoffet av kløver (1962) og timotei (1966 og 1970), mg pr. kg. Høstetid: 1962 før skyting, 1966 ved slutten av blomstring, 1970 ved begynnende blomstring.

Kg koppersulfat pr. dekar	Tilført kalk, beregnet som CaO, kg pr. dekar								
	0 + 200			500 + 200			900 + 200		
	1962 Kløv.	1966 Timot.	1970 Timot.	1962 Kløv.	1966 Timot.	1970 Timot.	1962 Kløv.	1966 Timot.	1970 Timot.
0	6,9	2,8	1,7	4,0	1,8	0,9	4,5	1,8	1,5
0,2	8,9	2,4	1,6	5,9	2,4	1,5	5,5	2,4	1,8
5,0	21,2	5,1	5,4	17,9	5,6	6,4	15,6	5,1	4,7
5 + 25	25,7	7,0	10,4	25,7	8,8	10,6	24,6	7,0	10,8
Middel	15,7	4,3	4,8	13,4	4,7	4,9	12,6	4,1	4,7

(tabell 5). I kløver avtar innholdet ved økt kalkmengde. For opptatt kopper i alt blir dette mer enn oppveid ved den større avling. (Samlet kopperopptak i høyavlingene kan ellers ikke beregnes da det bare er kløveren som er analysert.) Kopperinnholdet i timotei viser ingen bestemt tendens til endring for den ulike kalking. Opp-tatt kopper i alt vil derfor i hovedtrekk følge avlingsstørrelsen.

Ulik koppertilførsel har derimot virket sterkt på kopperinnholdet i både kløver og timotei 15—25 år etter tilførsel. En merker seg ellers det velkjente forhold at kopperinnholdet i rødkløver er mye høyere enn i timotei. I kløver nærmer kopperinnholdet seg selv uten koppertilførsel hva som tidligere, med mye høy i foringen, ble regnet som nødvendig for at kopperbehovet hos storfe og sau skulle bli dekket. Ender (1942) oppgir således at kopperinnholdet i høy vanligvis ligger under 6 mg pr. kg hvor en har slikkesyke av kysttypen. For timotei har derimot en tilførsel av 5 kg koppersulfat knapt kunnet sikre et slikt kopperinnhold. Kopperinnholdet etter tilførsel av 5 + 25 kg koppersulfat er tydelig høyere enn ved tilførsel av 5 kg. Det er ellers mulig at kopperinnholdet i kløveren er blitt særlig høgt på grunn av at avlingen be-

står av unge planter etter frøsaing samme vår.

Kopperinnholdet i timoteihøy fra samme felt var i 1955 ca. 4 og 10 mg pr. kg etter tilførsel av henholdsvis 5 og 5 + 25 kg koppersulfat. Dette gjelder for ledd som var kalket med 500 + 200 kg CaO. Innholdet har altså ikke endret seg etter 11—15 år (jfr. tabell 5).

Også jerninnholdet i avlingen er bestemt i ren kløver i 1962 og i timotei i 1966 og 1970. Det er noe større i kløver enn i timotei med variasjoner i tørrstoffet på 99—147 ppm (middel 127) for kløver og 35—95 ppm (middel 68) for timotei. Ved sammenligningen må en ha i minne at kløverplantene var unge ved høstingen.

Verken ulik tilførsel av kopper eller kalk har hatt noen tydelig virkning på jerninnholdet i de to vekstene.

Kjemiske jordanalyser.

Sommeren 1973 ble det fra en av teigene med største kalkmengde tatt jordprøver fra de ulike ledd for kopper til kopperbestemmelse. Det ble tatt prøver fra det øverste 20 cm sjikt og fra sjiktet 30—50 cm under overflaten. Prøver for volumvektbestemmelse ble ikke tatt. Volumvekt-

Tabell 6. Felt 19. Gjenfunnet kopper i ulike jordsjikt (1973) ved trinnvis økt tilførsel.

Tilført Cu *) kg/dekar i 1946 1951		Innhold av Cu, kg/dekar, i sjikt			Gjenfunnet Cu i sjikt 0—50 cm % av tilført
		0—20 cm	20—50 cm	0—50 cm	
0,25		0,13	0,08	0,21	41
1,25		0,44 (+ 0,31)	0,18 (+ 0,10)	0,62 (+ 0,41)	
1,25	6,25	3,63 (+ 3,19)	0,70 (+ 0,52)	4,33 (+ 3,71)		59

*) Cu tilført i koppersulfat med ca. 25 % Cu.

prøver pleier erfaringsmessig å svinge noe av forskjellige grunner, bl. a. beroende på tykkelsen av matjordsjiktet. På forsøksfelter som ikke er avsluttet, vil dertil uttaking av slike prøver til litt større dybde føre med seg uønsket mye graving på forsøksruta. Med støtte i tidligere volumvektbestemmelser på forsøksgården har vi som grove middeltall gått ut fra en volumvekt av 150 g tørr jord pr. liter for det øverste 20 cm sjikt og 100 g for dypere sjikt. Med basis i disse volumvekter er kopperinnholdet beregnet for de ulike kopperledd. Da både matjordsjiktet og sjiktet 30—50 cm viser større kopperinnhold der det ikke er tilført kopper enn hvor 0,2 kg koppersulfat er tilført, er begge disse ledd sløyfet i sammenstillingen. (Muligens er leddene blitt forbyttet.) Kopperinnholdet er bestemt etter *Henriksen og Jensen* (1958) med en 0,02 M EDTA-oppløsning som ekstraksjonsmiddel.

Tall for tilført og gjenfunnet kopper går fram av tabell 6.

Av tabell 6 går det fram at med de tall for volumvekt som er brukt, er ca. halvparten av det tilførte kopper fortsatt igjen i jorda i en relativt lett løselig form. I karforsøk ved instituttet (upublisert materiale) der samme analysemetode er brukt, er det blitt gjenfunnet helt opp til ca. 90 pst. av tilført kopper etter noen tids lagring av hvitmosetorv. Selv om en neppe kan vente så høgt prosent-

tall fra dette feltet der myrjorda har ligget under kultur i mange år, er det ingen tvil om at svært mye av jordas kopperinnhold har blitt ekstrahert ved denne metode. Ved vurdering av den framgangsmåte vi har brukt for å beregne kopperinnholdet, kan en ikke se bort fra at noe kopper kan være vasket dypere ned enn til 50 cm. Sjiktet 20—30 cm er dertil muligens vurdert for lågt ved å bruke analysesaltet for sjiktet 30—50 cm. Til tross for de mange usikkerhetsmomenter er det likevel ingen tvil om at ved tilførsel av 5 kg koppersulfat pr. dekar er det etter 27 år fortsatt en betydelig mengde igjen i jorda i en relativt lett løselig form. Kopperanalysene viser likeså at en del av det tilførte kopper i løpet av dette tidsrom (for 5 + 25 kg blir perioden 22 år) er blitt vasket ned til større dybde i jorda, noe sannsynligvis så dypt at det er kommet ned til grunnvatnet.

Jordprøver til bestemmelse av pH ble uttatt i 1960 og i 1963. I 1960 ble prøvene tatt fra det øverste 20 cm sjikt, mens det i 1963 ble tatt prøver fra det øverste 15 cm sjikt og fra sjiktet 15—30 cm.

I 1960 var pH med økende kalkmengder henholdsvis 4,20, 4,65, 4,85, 4,95 og 5,20. De tilsvarende verdier for det øverste 15 cm sjikt var i 1963 etter tur 4,10, 4,10, 4,40, 4,50 og 4,80. For sjiktet 15—30 cm varierte pH fra 4,00 til 4,40, stort sett med økende pH for økende kalkmengde.

B. Felt 20. Stigende mengder hytteslagg ved to ulike kalkmengder

Feltet før 1960.

Forsøket ble anlagt på nyland i 1945 med to ledd for kalk, 300 og 600 kg beregnet som CaO pr. dekar, kombinert med 4 ledd for hytteslagg, 0, 75 150 og 225 kg pr. dekar (med ca. 40 pst. Fe og 0,62—0,71 pst. Cu). Forsøksbehandlingen er ellers nærmere omtalt i melding om forsøket fram til og med året 1959 (Sorteberg, 1961). I 1950 ble de to ledd for kalk tilført ytterligere etter tur 150 og 300 kg CaO.

Forsøket har tidligere gitt store meravlinger for hytteslagg til timotei. Uten hytteslagg har timoteien blitt uttynnet som følge av jernklorose. Minste kalkmengde ga størst høyavling.

Feltet etter 1961.

Etter ompløying ble feltet våren 1962 tilsådd med rein timotei. Forsøksbehandlingen ble ikke gjentatt. Feltet er alle år gjødslet med vanlig brukte mengder fullgjødsel. Det er forsøkshestet hvert år i 10-årsperioden 1962—71 med én slått alle år når unntas 1964, 1967 og 1970 da det også er tatt en håslått.

I flere av årene har det vært endel jernklorose på feltet, tydelig mest

uten hytteslagg og avtakende klorose for stigende mengder slag. Største slaggmengde ser ut til å ha virket helt forebyggende mot klorosen. Oftest har klorosen vært sterkere ved svakere enn ved sterkere kalking.

Høyavlinger og botanisk sammensetning.

Avlinger og skjønnsmessig botanisk sammensetning av enga vurdert før høsting er oppført i tabell 7.

Av tabell 7 går det fram at høyavlingene stiger helt opp til største mengde hytteslagg. Avlinger og meravlinger differerer lite for de to kalkmengder. En ser videre at selv uten tilførsel av hytteslagg er høyavlingene i middel for hele forsøksperioden for en gangs slått kommet opp i ca. 750 kg pr. dekar. Da disse ledd i flere år hadde ikke ubetydelig klorose, er det neppe tvil om at avlingen ville blitt høyere om plantenes jernbehov hadde vært dekket. Det er ellers ikke mulig nærmere å fordele sumvirkingen av hytteslagget på de ulike enkeltvirkninger. En kan heller ikke uten videre gå ut fra at en bare har med kopper- og jernvirkning å gjøre, men muligens også virkning av andre mineralstoffer, selv om de to

Tabell 7. Felt 20. Avlinger og meravlinger av høy i kg pr. dekar og botanisk sammensetning av enga skjønnsmessig bedømt før høsting, middel for årene 1962—71.

CaO, pr. dekar	300 kg i 1945 + 150 kg i 1950				600 kg i 1945 + 300 kg i 1950			
	0	75	150	225	0	75	150	225
Hytteslagg, kg/dek.								
Høyavl. 1. slått ..	750	+ 73	+ 118	+ 150	755	+ 83	+ 130	+ 140
Høyavl. 1. + 2. slått *) ..	838	+ 90	+ 141	+ 182	840	+ 101	+ 164	+ 175
Timotei, %	63	76	81	85	62	74	83	85
Andre gras, % ..	35	22	17	14	34	23	15	13
Ugras, %	2	2	2	1	4	3	2	2

*) To ganger i 1964, 1967 og 1970, ellers bare én.

nevnte ganske sikkert er de viktigste.

Når det gjelder høyets botaniske sammensetning, er det klart at hytteslagg har økt timoteiens prosentiske andel, mens andre grasarter (og ugras) er blitt tilsvarende redusert. Heller ikke her har den ulike kalking betydd noe. Den botaniske sammensetning av høyet i de ulike ledd gjenspeiler timoteiens betydning for høy-

avlingens størrelse. Dette har også vært meget tydelig i tidligere forsøk. Det kan derfor virke noe overraskende når timoteiprosent og avling de ulike år for dette feltet viser negativ, men ikke signifikant korrelasjon ($r = \div 0,58$). Timoteiprosent, middel for alle ledd, og avling ved første slått de ulike år i middel for de samme ledd har vært (gjenleggsåret 1962 er sløyfet):

Ar	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Kg høy	949	779	847	610	662	764	1150	1099	1178
Pst. timotei . . .	93	92	80	85	75	68	74	63	34

Avlingsstørrelsen de ulike år viser i grove trekk at nedgang i prosent timotei følges av nedgang i avling den første del av forsøksperioden, mens resten av perioden, som fortsetter med nedgang i timoteiprosent, viser avlingsøkning.

Det er vanskelig å ha noen mening om hvor mye denne avlingsøkning skyldes t. eks. gode høyår, eller mulige forskyvninger i tidspunktet for høsting. Å slutte at timoteien har gitt mindre avling enn «andre grasarter», er noe forhastet. En må likevel anta at en gradvis reduksjon av

timoteiinnholdet i enga gjennom en lengre periode virker mindre negativt på avlingsstørrelsen enn endringer mellom ulike ledd som følge av ulik sterk klorose, slik som tidligere vist.

Den svært store høyavling siste forsøksår, da det samtidig inntreer en sterk reduksjon av timoteiprosenten, må helst forklares ved at det har vært et ekstra godt høyår.

I tre av årene er enga blitt høstet to ganger. Avlinger og meravlinger, middel for de tre år og for de to kalkmengder har vært:

Hytteslagg, kg/dekar	1. slått				2. slått			
	0	75	150	225	0	75	150	225
Høy, kg/dekar, avling og meravling	759	+ 72	+ 120	+ 160	288	+ 59	+ 97	+ 113
Rel. avlinger ..	100	109	116	121	100	120	134	139

Sammenstillingen viser at det har vært relativt større avlingsøkning for hytteslagg i annen enn i første slått. Erfaringsmessig kniper det ofte med plantenes jernforsyning til gjenveksten under forhold der denne er knapp. Avlingstallene ovenfor kan

derfor tyde på at den positive virkning av hytteslagget i betydelig grad er en jernvirkning. For gjenveksten betyr også et plantenæringsstoff som svovel mye. Opplysninger som kan tyde på svovelmangel på feltet, foreligger ikke. En bør likevel ikke se

bort fra en mulig svoveffekt av slagget, da feltet helt siden 1963 er gjødslet med bare svovelfattig gjødsel (fullgjødsel A).

Legdeprosenten er notert hvert år for alle ledd. De fleste år har det vært ubetydelig med legde. Bare i årene 1963 og 1970 var det 14—15 pst. legde og i 1971 32 pst. (middel for alle ledd). Det er notert noen prosent mindre legde ved de to største mengder hytteslagg enn uten slagget og for 75 kg. I eldre forsøk samme sted (*Sorteberg*, 1974) er det funnet at timotei ved koppermangel har hatt mer

legde enn der koppersulfat er tilført. Det er særlig bladverket som er blitt mindre saftspent og dermed svakere.

Kjemiske avlingsanalyser.

Innholdet av kopper og jern er bestemt i timotei for årene 1963 og 1969. Siste året er de samme analyser også tatt for «andre grasarter». Nedfor er kopperinnholdet, mg pr. kg tørrstoff, oppført. Da det ikke er noen tydelig forskjell for de to kalkmengder, er det middeltallene som er brukt. Timoteien var begge år avblomstret da den ble høstet.

Tilført hytteslagg, kg pr. dekar	0	75	150	225
Timotei 1963	2,4	3,0	3,4	3,6
Timotei 1969	2,4	4,0	4,4	4,6
Andre grasarter 1969	3,7	4,0	6,3	6,0

Analyses tallene viser tydelig økt kopperinnhold ved tilførsel av hytteslagg, og stort sett økende innhold for økende mengde. En sammenligning med kopperinnholdet i timoteien på felt 19 kan tyde på at koppereffekten av 225 kg hytteslagg kanskje kan svare til det halve av 5 kg koppersulfat. Etter den kjemiske analyse av hytteslagg inneholder 225 kg hytteslagg ca. 10—30 pst. mer kopper enn 5 kg koppersulfat. Etter dette kan tallene for kopper i avlingen tyde på at koppervirkningen av samme mengde kopper i hytteslagg har knapt halv virkning av kopper i koppersulfat. M.h.t. husdyras behov for kopper er dette for timoteien i knappest laget, selv ved de største mengder hytteslagg. Kopperinnholdet i «andre grasarter» er noe høyere enn i timotei.

Jerninnholdet i timotei varierer

ganske mye, men viser liten sammenheng med tilførte mengder av kalk og slagget. Stort sett ligger innholdet på 20—40 mg pr. kg tørrstoff. For *andre grasarter* varierer jerninnholdet tilsynelatende helt tilfeldig for slaggtilførsel ved minste kalkmengde, mens det er sterk og rettlinjert økning for stigende slaggmengder ved største kalkmengde. Jerninnholdet er ellers vesentlig høyere enn i timotei og ligger stort sett på 50 til 80 mg pr. kg tørrstoff.

Kjemiske jordanalyser.

Jordprøver til bestemmelse av pH ble tatt fra matjordsjiktet i 1965 med fire prøver fra hvert av de to kalkledd. Prøvene for minste kalkmengde (300 + 150 kg CaO) viste alle pH = 4,1. For den dobbelte kalkmengde varierte pH fra 4,1 til 4,7.

C. Felt 22. Jern og mineraljord i kombinasjon med stigende kalkmengder

Feltet før 1960.

Forsøket ble anlagt på nyland i 1945 med 4 ledd for kalk (300, 500, 700 og 900 kg beregnet som CaO pr. dekar) kombinert med følgende 4 ledd: *a.* ubehandlet, *b.* 5 kg ferrosulfat, *c.* 10 kg ferrosulfat og *d.* 6 m³ mineraljord, alle mengder pr. dekar. I 1951, etter at feltet var pløyd, ble leddene *b* og *c* tilført 150 kg hytteslagg pr. dekar, med samme innhold av jern og kopper som oppgitt for felt 20. Slagget i ledd *b* har hatt en særlig fin partikkelstørrelse, mens slagget i ledd *c* var relativt grovt. Hele feltet ble dertil tilført 4,5 kg koppersulfat pr. dekar.

I forsøksperioden 1952—59 har etter en vanlig engfrøblanding leddene *b* og *d* i middel gitt 700—800 kg høy pr. dekar og år. Det er liten forskjell mellom ulike kalkmengder. På leddene *a* og *c* har høyavlingene vært vesentlig mindre, og avlingen har økt med stigende kalkmengde. For de samme ledd har det vært nær sammenheng mellom høyavling og timoteiprosent i enga. Feltet hadde endel

jernklorose i første engår, særlig leddene *a* og *c*. Mye tyder på at timoteien er blitt redusert vesentlig dette året i de to nevnte ledd.

Feltet etter 1961.

Etter ompløying ble feltet våren 1962 tilsådd med en engfrøblanding. De ulike forsøksledd ble gjødslet ens med N, P og K i vanlig brukte mengder. I flere år har det vært noen klorose på feltet, mest på *a*-rutene og minst på rutene med mineraljord.

Stort sett har klorosen avtatt ved økende kalking.

Avlinger og botanisk sammensetning.

Feltet er høstet forsøksmessig alle år i forsøksperioden 1962—73. I årene 1964, 1967 og 1970 er det høstet to ganger, de øvrige år bare én. Høyavlingene går fram av tabell 8.

Tabell 8. Felt 22. Årsavlinger i kg høy pr. dekar i middel for perioden 1962—73. To gangers slått i 1964, 1967 og 1970, én gang i de øvrige år.

Forsøksbehandling (Alle ledd har fått 4,5 kg koppersulfat pr. dekar)	CaO, kg/dekar				
	300	500	700	900	Middel
a. Ubehandlet	689	661	683	723	689
b. 5 kg ferrosulfat i 1945 ... + 150 kg hytteslagg*) i 1951	790	817	854	894	839
c. 10 kg ferrosulfat i 1945 ... + 150 kg hytteslagg**) i 1951	806	821	891	856	844
d. 6 m ³ mineraljord i 1945	939	929	870	846	896
Middel	806	807	825	830	817
Middel a+b+c	762	766	809	824	790

*) Partikkelstørrelse < 1 mm.

**) Partikkelstørrelse 1,9—2,7 mm.

Stort sett har kontroll-leddet (*a*) og de to ledd med hytteslagg reagert positivt for stigende kalkmengder. Feilberegning av forsøket for hele forsøksperioden viser signifikant utslag for jern-/ mineraljord-leddene og samspillvirkning jern/mineraljord x kalk, men ikke utslag for kalk. Utslaget for jern/mineraljord er også signifikant de fleste enkeltår og for annen høsting de år feltet er høstet to ganger.

Av tabell 8 går det ellers fram at stigende kalkmengder stort sett har gitt økende avling for kontrollleddet og de to ledd med hytteslagg, men avlingsnedgang ved mineraljordtilførsel. Både avlingsøkningen for kalk for leddene *a*—*c* og avlingsnedgangen for ledd *d* er signifikant hele forsøksperioden sett under ett.

Den stigende høyavling i leddene *a*, *b*, og *c* for økt kalking faller sammen med avtakende klorose for økende kalking. Den positive virkning av kalken må således antas i større eller mindre monn å skyldes at det er blitt mindre klorose. At dette må ha betydning mindre ved tilførsel av mineraljord som på det nærmeste har hindret opptreden av klorose, er naturlig. Det er likevel noe overraskende at økte kalkmengder kombinert med mineraljord har ført til *redusert* høyavling. Dette var ikke tilfelle i tidligere engperioder. Økte kalkmengder hadde da liten eller ingen betydning for avlingens størrelse både for mineraljord og for finknust slag, dvs. de to tilsetningene som den gang merket seg ut som gunstige mot klorosen.

Ubehandlet (ledd *a*) har gitt vesentlig mindre avling ved alle kalkmengder enn ledd med hytteslagg eller mineraljord. Det kan neppe være tvil om at den langt sterkere klorose i ledd *a* enn i de andre ledd i stor monn er årsak til dette.

Avlingsnedgangen for stigende kalkmengder ved mineraljordtilførsel

er overraskende for denne forsøksperiode som ligger 17—28 år etter kalkingen. Dette var således ikke tilfellet i engperioden 7—14 år etter kalkingen, da også storparten av høyet besto av timotei. Noen rimelig forklaring er vanskelig å finne. Nedgangen *kan* muligens skyldes samspillvirkning med et plantenæringsstoff (sink?) som måtte ha blitt tynne tilgjengelig ved kalking. Følger en denne tankegang videre, kan årsaken til at avlingsnedgang for kalking er uteblitt i første engperiode, komme av at jordas eget bidrag ennå har vært tilstrekkelig for dette næringsstoff, men omsider er det altså blitt for lite. Når stigende kalkmengder i denne siste engperiode ikke har ført til avlingsnedgang i leddene *a*, *b* og *c*, måtte forklaringen søkes i at i disse ledd har kalkens positive virkning på jernforsyningen mer enn oppveid avlingsnedgangen. Ellers *kan* avlingsnedgangen for kalk i siste forsøksperiode ved mineraljordtilførsel naturligvis være tilfeldig selv om den statistisk er signifikant.

Skjønnsmessig bedømmelse av engas botaniske sammensetning er utført alle år straks før første slått. Middeltallene for avlinger og botanisk sammensetning for hele forsøksperioden går fram av tabell 9.

Tabell 9 viser at timoteiinnholdet er sterkt redusert i kontrollleddet (*a*) sammenlignet med ledd hvor hytteslagg eller mineraljord er tilført, og at timoteiinnholdet stiger med økende kalkmengde. Da ugrasmengden er lik i alle ledd, unntatt for ledd *a*, og enga praktisk talt var fri for kløver, vil innholdet av *andre grasarter* stort sett variere motsatt med timoteiinnholdet. Tabellen gir også et vink om at det må være sammenheng mellom avlingsstørrelse og timoteiprosent for de forskjellige ledd. En korrelasjonsberegning mellom middeltallene for avlingsstørrelse og ti-

Tabell 9. Felt 22. Avlingsmengde og botanisk sammensetning av enga bedømt før høsting. Middel 1962—73.

Middelverdier for	300 og 900 kg CaO				Leddene a, b, c, og d			
	a	b	c	d	300	500	700	900
Ledd								
Kg høy pr. dekar	689	839	844	896	806	807	825	830
Pst. i eng a av:								
Timotei	38	68	69	71	56	60	64	65
Andre grasarter ...	57	29	28	26	40	36	32	31
Ugras	5	3	3	3	4	4	4	4

moteiprosent i tabell 9 gir $r = 0,97$. Brukes i beregningen avlingstallene bare for første slått, blir $r = 0,96$. Etter alt å dømme er det klorosen, dvs. jernmangelen, som har betydd mest for reduksjonen av timoteiprosenten.

Kjemiske avlingsanalyser.

Innholdet av kopper, jern og kalsium er bestemt i ren timotei i 1963, 1967 og 1969 for de to kalkledd 300 og 900 kg CaO pr. dekar. I 1967 er analyser tatt også fra annen slått. Middeltall for innholdet de tre år går

fram av tabellene 10 og 11, mens tabell 12 viser en sammenligning av innholdet i første og annen slått i 1967.

Tabell 10 viser, noe overraskende, at i middel for de to kalkmengder er kopperinnholdet i timoteien størst for ledd a, dvs. uten tilførsel av hytteslagg. Den store differanse i middeltallene skyldes særlig ett av årene (1963), men også de to andre år ligger a høyest. Virkningen på kopperinnholdet i høyet (timotei) har således vært en annen her enn i felt 20. Noe kan det vel skyldes at meravlingen for hytteslagg har vært større

Tabell 10. Felt 22. Innhold av kopper, jern og kalsium i timotei, middel for 300 og 900 kg CaO. Middel 1. slått for årene 1963, 1967 og 1969.

Innhold av	Tilført hytteslagg/mineraljord			
	a. Uten	b. Fint slag	c. Grovt slag	d. Mineraljord
Cu, mg/kg	9,6	5,4	5,9	4,1
Fe, mg/kg	30	36	39	32
Ca, g/100 g	0,26	0,22	0,23	0,34

Tabell 11. Felt 22. Innhold av kopper, jern og kalsium i timotei, middel for leddene a, b, c og d. Middel 1. slått for årene 1963, 1967 og 1969.

Innhold av	Tilført CaO, kg pr. dekar	
	300	900
Cu, mg/kg	6,8	5,6
Fe, mg/kg	33	30
Ca, g/100 g	0,20	0,27

enn i felt 20, men selv med en noe mindre avling i ledd *a* enn i de andre ledd har avlingen i dette ledd opptatt mest kopper.

Av tabell 11 går det fram at kopperinnholdet er litt større ved svake-re kalking. Isolert er det ikke grunn til å legge noen vekt på denne forskjell da variasjonen mellom år er stor. På den annen side har også mineraljord senket det relative kopperinnhold. I jordprøver uttatt etter at feltet ble avsluttet, har pH vært ca. en halv enhet høyere i mineraljordleddet enn i kontrollleddet. Antakelig må dette skyldes at mineraljorda har inneholdt noe kalk (skjellsand).

Jerninnholdet er i middel litt høyere i ledd med tilførsel av hytteslagg eller mineraljord enn i kontrollleddet, med minst effekt av mineraljord (tabell 10). For de to ledd med hytteslagg er innholdet større også i alle enkeltår. Den vesle differansen i jerninnhold mellom 300 og 900 kg CaO (tabell 11) bør en ikke legge vekt på da variasjonen for enkeltårene er stor.

I de tre år det er utført kjemisk analyse av første slått, 1963, 1967 og 1969, er timoteien høstet henholdsvis *etter*, *før* og *ved slutten* av blomstring. En sammenligning i kjemisk innhold mellom ulike utviklingsstrinn for timoteien vil naturligvis kunne bli mer eller mindre påvirket av ulike

heter mellom år. Med dette i minne nevner vi at innholdet av kopper i middel for leddene *a*, *b*, *c* og *d* ved 300 og 900 kg CaO alle år har vært ca. 6 mg/kg tørrstoff. Jerninnholdet er ca. dobbelt så høgt i 1963 da timoteien var kommet lengst i utvikling ved høsting (47 mg/kg) som i 1967 (22 mg/kg) og i 1969 (25 mg/kg). Innholdet av kalsium er i middel for de tre år henholdsvis 0,28, 0,19 og 0,24 g/100 g tørrstoff, dvs. innholdet i timoteien har økt med utviklings-tidspunktet.

En sammenligning av innholdet av kopper, jern og kalsium i første og annen slått av avlingen i 1967 framgår av tabellene 12 og 13. Innholdet er jevnt over betydelig høyere i annen enn første slått for alle stoffer. Hovedårsaken til dette er etter alt å dømme dels tidligere høsting ved annen enn ved første slått, dels at timoteien ved annen slått har vært mer bladrik enn ved første. Særlig er forskjellen i kopperinnhold stort, således i flere sammenligninger dobbelt så stort ved annen som ved første slått.

Stort sett er det god overensstemmelse mellom kjemisk innhold i avlingen for første og annen slått, både om en betrakter de ulike ledd av hytteslagg/mineraljord (tabell 12) eller ulike kalkmengder (tabell 13).

Tabell 12. Felt 22. Innhold av kopper, jern og kalsium i timotei, 1. og 2. slått i 1967. Middel for 300 og 900 kg CaO.

Innhold av	Tilført hytteslagg/mineraljord					
	b. Fint slag		c. Grovt slag		d. Mineraljord	
	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått
Cu, mg/kg	6,0	11,0	5,6	11,9	3,0	4,0
Fe, mg/kg	28	40	26	39	29	35
Ca, g/100g	0,21	0,32	0,19	0,34	0,28	0,45

Tabell 13. Felt 22. Innhold av kopper, jern og kalsium i timotei, 1. og 2. slått i 1967. Middel for leddene *b*, *c* og *d*.

Innhold av	Tilført kalk pr. dekar			
	300 kg		900 kg	
	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått
Cu, mg/kg	4,5	9,5	5,2	8,4
Fe, mg/kg	24	36	31	40
Ca, g/100g	0,19	0,33	0,27	0,40

IV. Diskusjon

De tre felter som det er gjort rede for, er alle anlagt på myrjord som den første tid etter oppdyrking har gitt store utslag for koppertilførsel til forskjellige vekster. Her er det gjort rede for en forsøksperiode som strekker seg ca. 15—25 år etter feltene ble oppdyrket. For ett av feltene (felt 19), der virkningen av koppersulfat de første ca. 15 år var meget stor, har meravlingen for koppertilførsel nå vært relativt beskjeden, ja i enkelte år er det ingen meravling i det hele tatt. Utviklingen følger for så vidt godt hva som bl. a. er kjent fra Nederland og Tyskland, at koppermangelen ofte er sterkest de første år etter oppdyrking (Urbar-machungskrankheit).

I 1948—49 viste det seg at så liten mengde koppersulfat som 0,2 kg pr. dekar ga svært stor meravling på felt 19. I andre markforsøk på Smøla har *Ødelien* (1965) fått tilnærmet full kjerneavling av havre for 15 g kopper (ca. 60 g koppersulfat) pr. dekar. Lignende virkning har *Sorteberg* (1966) og *Martinsen* (1976) fått i karforsøk med hvitmosetorv fra Åsmyra. Med et så lite kopperbehov er det klart at overføringen fra rute til rute ved jordarbeiding m. v. også kan virke utjevne og etter hvert føre

til mindre utslag for kopper. Det relative innhold av kopper i timotei har derimot vært meget lågt uten koppertilførsel (ca. 1—3 ppm) og er brakt opp i 5—6 ppm med 5 kg koppersulfat og helt opp i ca. 10 ppm med 5 + 25 kg koppersulfat pr. dekar. Den gode virkning av tidligere tilført kopper stemmer godt med at det ved kjemiske jordanalyser er gjenfunnet som løselig 40—60 pst. av den koppermengde som ble tilført ca. 25 år tidligere.

Hyttelagget i mengder på ca. 200 kg pr. dekar har 15—25 år etter tilførsel fortsatt hatt god effekt mot jernklorose hos timotei og økt høyavlingen betydelig. Det relative jerninnhold i timoteien har også økt. God effekt mot jernklorose har også små mengder mineraljord hatt. Da mineraljordtilførsel samtidig har økt pH noe, er det mulig at den gode virkning delvis skyldes innhold av skjellsand i mineraljorda, etter som stigende kalkmengder på denne jorda oftest fører til mindre klorose de første år etter oppdyrking.

Hyttelaggetts koppervirkning kan en bare ha en grov ide om da slaggets virkning er en sumvirkning av framfor alt kopper og jern. Første årene etter oppdyrking av felt 20 var det

på dette feltet sterk koppermangel hos havre uten slaggtilførsel, og økende avling med økende slaggmengde. Seinere har koppermangelen etter hvert blitt sterkt redusert. I denne siste periode har stigende mengder hytteslagg ført til tydelig økning i kopperinnholdet i timotei og andre grasarter. I felt 22 har derimot hytteslagg (og mineraljord) redusert kopperinnholdet.

Stigende kalkmengder har vanligvis hatt en gunstig effekt i å hindre utbredelse av jernklorose. Av denne grunn blir kalkens sumvirkning sterkt avhengig av graden av klorose på feltet. For felt 19 har det neppe vært noe å vinne ved en sterkere kalking enn 500 + 200 kg CaO for denne 10-års perioden. Da høyavlingen i den forutgående ca. 10-års periode var størst for 300 + 200 kg CaO, synes det som at denne mengde er til-

strekkelig for de første 10—15 år og at en så bør tilføre kalk på nytt. Felt 20 har gitt litt større avling for 600 + 300 kg CaO enn for 300 + 150 kg pr. dekar denne siste 10-årsperioden. I den første ca. 10-årsperioden var avlingene derimot *mindre* for sterkeste kalking. Også for dette feltet ser det således ut til at ca. 500 kg CaO pr. dekar har vært tilstrekkelig for de første ca. 10—15 år. For felt 22 har avlingen i middel for alle ledd stort sett steget med stigende kalkmengder fra 300 til 900 kg CaO. Dette gjelder også den første 8-årsperiode. I denne første perioden er det imidlertid å merke at ved tilførsel av mineraljord har høyavlingen ikke steget ved stigende kalkmengder, og ved tilførsel av 150 kg finknust hytteslagg er meravlingen noe redusert.

V. Summary

At the Experiment Farm Moldstad on the west coast of Norway 3 field experiments were started on new reclaimed peat land in 1945. By nature this peat soil is rich in sphagnum mosses and poor in lime and nutrients. This report accounts for the results achieved from the experiments between 1961 and 1973. Every crop but one (oats in one of the experiments in 1968) was hay.

The experimental plans comprised increasing amounts of copper sulphate, increasing amounts of molten slag from the copper mines at Røros, Norway, and a small amount of mineral soil, all combined with varying rates of lime. The size of the slag particles has also been varied. This

slag contained about 40 per cent iron and 0,6 — 0,7 per cent copper.

The first 10—15 years after the tillage in 1945, the yields were high only when adding copper, but low when not being added. After 1960 the yields without adding copper increased considerably and the effect of additional copper decreased correspondingly (Table 2).

Adding of 50 kg copper sulphate pr. hectare in 1945 resulted in a doubling to tripling of the copper content in the crops, while adding of 300 kg copper sulphate increased the copper content 3—6 times (Table 5). 40 respectively 60 per cent of the added copper was by chemical analysis (extracted with 0,02 M EDTA-solu-

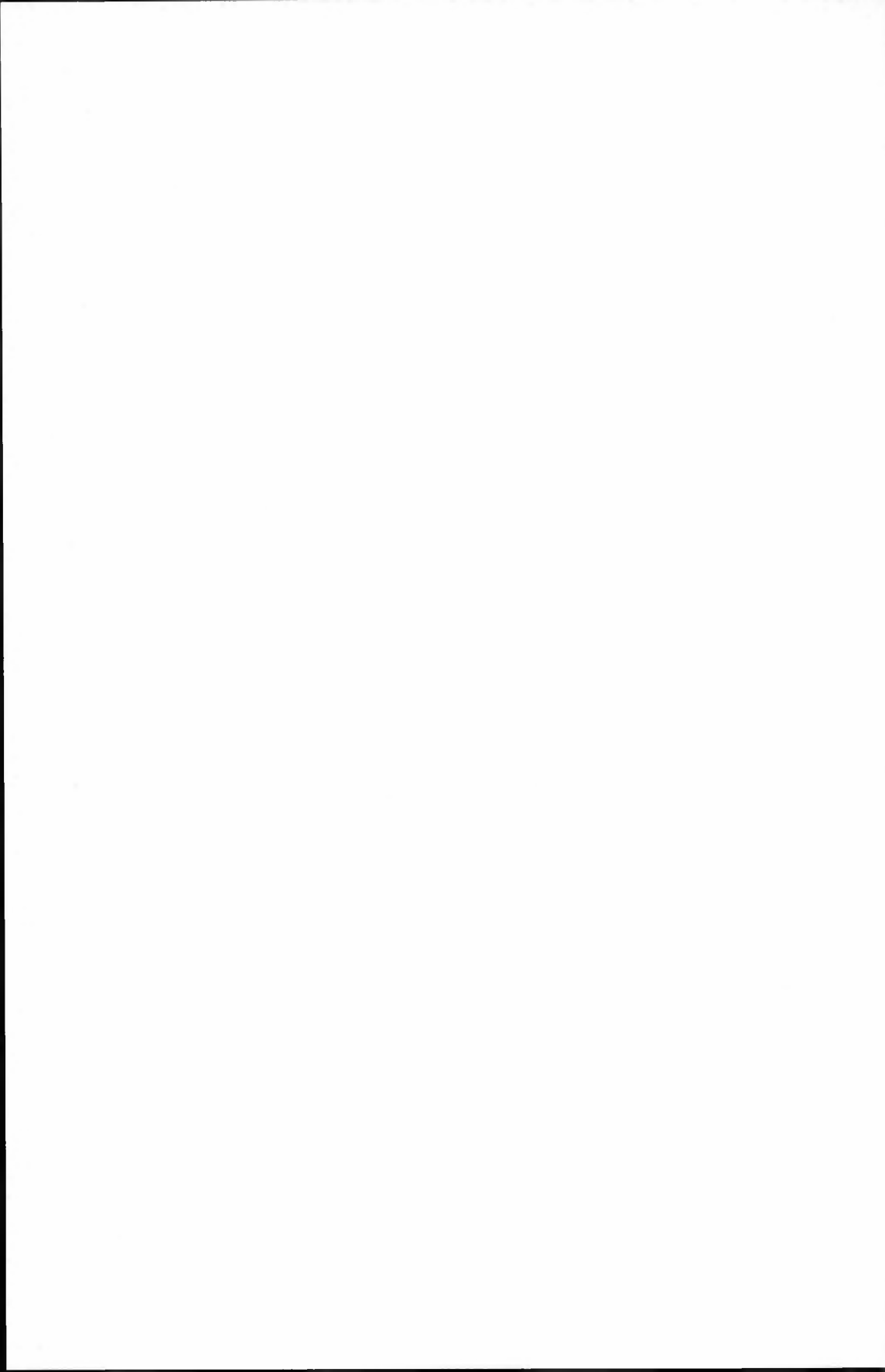
tion) recovered from the soil in these two treatments. Adding of 2 tons per hectare of molten slag in 1945 has even to-day a good effect on iron chlorosis in timothy. Slag particles finer

than 1 mm size has had the best effect. Adding of 60 m³ pr. hectare of mineral soil has also had good effect.

The iron chlorosis decreased as a rule with increased quantity of lime.

VI. Litteratur

- Ender, F.*, 1942: Undersøkelser over slikkesykens etiologi i Norge. Norsk Veterinær-Tidsskrift 3—27, 78—127, 137—158.
- Henriksen, Aa.* and *Jensen, H. L.*, 1958: Chemical and microbiological determinations of copper in soil. Acta Agric. Scand. 8: 441—469.
- Martinsen, Jan*, 1976: Kloakkslam som kopperkilde for korn. Norsk Landbruk 7, 60—61.
- Sorteberg, A.*, 1947: Melding fra Ny Jords forsøksgard på Smøla. Ny Jord, 55—113.
- Sorteberg, A.*, 1961: Kar- og markforsøk med kopper og jern. Forskn. og fors. i landbruket. 81—139.
- Sorteberg, A.*, 1966: Kopperinnholdet i husdyrgjødsel. Norsk Landbruk, 22, 16—17, 20—21.
- Ødelien, M.*, 1965: Noen eksempler på virkningen av små mengder av visse mikronæringsstoffer. Beretning om NJF's tolvte kongress, Helsingfors 1963, Del I, Sektion I—IV, 72—78.



I redaksjonen 21.12.1976

RADGJØDSLING TIL KORN. FORSØK I PERIODEN 1966—75

*Placement of fertilizers for spring cereals.
Experiments during the period 1966—75*

AV
INGVAR LYNGSTAD

INNHold

	Side
Sammendrag	160
Innledning	161
Maskiner og metoder	161
Forsøksplaner og forsøksmateriale	162
Forsøk med stigende gjødselmengder	163
1. Oversikt	163
2. Radgjødslingseffekt i relasjon til værforhold	164
3. Radgjødslingseffekt i relasjon til jordart	166
4. Radgjødslingseffekt i relasjon til driftsform	167
5. Virkningen av radgjødsling på modning og mengden av grønnskudd	168
6. Legde og avlingsutslag for radgjødsling	169
7. Hl-vekt og kornstørrelse	170
8. Kjemiske avlingsanalyser	170
Forsøk med ulike gjødselslag	171
Forsøk med ulike labbavstander for gjødsel	173
Diskusjon	173
Summary	175
Litteratur	176

Sammendrag

Virkingen av radgjødsling til korn er undersøkt i 141 forsøk på Sør-Østlandet i åra 1966—75 og i 12 forsøk på Sør-Vestlandet (Særheim) i åra 1966—69. Radgjødsling ble sammenliknet med breigjødsling og vanlig nedmolding ved 3 ulike gjødselmengder. I de fleste forsøka på Østlandet ble det brukt fullgjødsling, tilsvarende 4, 8 og 12 kg N/dekar, og gjødslinga ble i de fleste tilfelle utført med kommersielle maskiner av typen gjødselharv eller kombinasjonsmaskin. På Særheim og dels på Østlandet i åra 1966—69 ble det utført parallelle forsøk med fullgjødsling, kalkkammonsalpeter og urea. I disse forsøka ble det prøvd N-mengder på 3, 6 og 9 kg/dekar, og gjødslinga ble her utført med en kombinasjonsmaskin konstruert ved Landbruksteknisk institutt. Med samme maskin ble det dessuten utført noen forsøk hvor en sammenliknet 2 ulike labbavstander for gjødsling, 13 og 26 cm. Resultatene er vist i tabellene 1—15.

I middel for 141 forsøk på Sør-Østlandet har radgjødsling økt avlinga med 14 kg korn pr. dekar eller ca. 4 prosent i forhold til breigjødsling. Resultatene viser en tendens til størst utslag for radgjødsling ved den midlere gjødselmengden.

Middeltalla for de enkelte år viser en variasjon i utslaget for radgjødsling fra 0 til 17 prosent. Denne variasjonen skyldes for en stor del virkingen av ulike værforhold i vekstperioden. Utslaget for radgjødsling er størst i nedbørfattige år.

En gruppering av forsøka etter leirinnhold viser betydelig større utslag for radgjødsling på jord med mer enn 15 prosent leir enn på leirfattigere jord. Utslaget for radgjødsling i de to gruppene utgjør henholdsvis 18 og 3 kg korn pr. dekar. De små utslag i den leirfattige grup-

pen skyldes for en stor del resultatene av forsøk på mjelejord, hvor radgjødsling på grunn av sterkere legde, stort sett ga mindre avling enn breigjødsling. Forsøka på sandjord viste stort sett positive, men i middel mindre utslag for radgjødsling enn forsøka på leirjord.

Resultatene tyder på at virkingen av radgjødsling er større ved utvidet korndyrking enn ved allsidig drift. Dette henger sannsynligvis sammen med at det i et åker-engomløp er større N-reserver i jorda, slik at plantenes N-forsyning, særlig i første del av vekstperioden, i mindre grad blir avhengig av gjødsling. De jevnt over små meravlinger for radgjødsling som er oppnådd på steder med allsidig drift, gjør at lønnsomheten ved investering i radgjødslingsutstyr blir noe usikker.

Virkingen av radgjødsling på modninga ble ikke systematisk undersøkt, men det ble i flere tilfelle observert tidligere og jevnere modning på rad- enn breigjødsla ruter. I ett av forsøksåra ble det foretatt telling av grønnskudd før høsting i en del forsøk, og resultatene viste ca. 10 prosent mer grønnskudd ved breigjødsling enn ved radgjødsling.

Legdeprosenten var noe større på rad- enn breigjødsla ruter. Ved største gjødselmengde utgjorde forskjellen hele 10 prosent. Når det gjelder hl-vekt og 1000-kornvekt, var det ubetydelige forskjeller mellom de to gjødslingsmetodene.

Kjemiske analyser av korn og halm fra en del forsøk viste ubetydelig forskjell i prosentisk innhold av N og P. Det samme gjaldt K-innholdet i korn, mens innholdet i halm var litt mindre ved rad- enn ved breigjødsling.

Parallelle forsøk med kalkkammonsalpeter og urea på Sør-Østlandet og

Sør-Vestlandet viste større utslag for radgjødning av urea enn av kalkammonsalpeter. De to gjødselslagene ga tilnærmet samme kornavling ved radgjødning. I noen få forsøk var også fullgjødning med, viste resultatene større avlingsøkning for radgjødning av fullgjødning enn for radgjødning av kalkammonsalpeter.

I forsøk hvor en sammenliknet ulike labbavstander for gjødning, fant en ingen tydelig forskjell i utslaget for radgjødning ved å øke labbavstanden fra 13 til 26 cm.

Radgjødning ga tydelig mindre avlingsøkning på Sør-Vestlandet enn på Sør-Østlandet.

Innledning

Radgjødningsprinsippet er kjent fra gammelt av, men det er først i den seinere tid at denne gjødningsmetoden har fått noen praktisk betydning i Norden.

Forsøk i Finland i begynnelsen av 1960-åra viste relativt store meravlinger for radgjødning i forhold til vanlig breigjødnings, særlig i distrikter med forsommertørke. Disse resultatene, sammen med utviklingen av hensiktsmessige maskiner, førte til at radgjødningsmetoden i løpet av få år fikk stor utbredelse i praksis, særlig i Sør-Finland.

De lovende resultater av de finske

forsøk aktualiserte spørsmålet om også å prøve metoden her i landet. Forsøk i korn ble startet i 1966 med ei spesialbygd kombinasjonsmaskin for gjødning og korn. Seinere ble kommersielle maskiner i stor utstrekning brukt i forsøk.

Denne publikasjonen behandler resultatene av forsøk på Østlandet (hovedsakelig Sør-Østlandet) i åra 1966—75. Dessuten er tatt med resultater av noen forsøk i Rogaland i åra 1966—69. En del av materialet er publisert tidligere (*Lyngstad*, 1970, 1972).

Maskiner og metoder

I 1966—67 og dels i 1968—69 ble det ved anlegg av forsøk brukt en kombinasjonsmaskin konstruert av førsteamanuensis E. Øyjord ved Landbruksteknisk institutt. Denne maskinen har samme avstand mellom korn- og gjødsellabber, ca. 13 cm. Gjødsel ble veid til hver rute, slik at en hadde god kontroll med mengdene som ble tilført.

I de fleste forsøk ble det imidlertid brukt kommersielle maskiner av ulike typer. Radgjødsler eller gjødselharv har vært det mest vanlige, men

særlig i de siste åra ble det brukt kombinasjonsmaskiner i en del forsøk. Avstanden mellom gjødsellabber på de kommersielle maskinene er vanligvis 16—17 cm for radgjødslere og ca. 25 cm for kombinasjonsmaskiner.

Ved anlegg av forsøk ble breisåing og radsåing av gjødsel utført med samme maskin. Ved breispreiding ble sårøra tatt av. Dette gir tilfredsstillende jevn spredning med radgjødsler. For å få jevn spredning med kombinasjonsmaskinene, var det nødvendig å

feste et skråstilt bord under utmater-
åpningene.

I disse forsøka tok en sikte på mest mulig lik jordarbeiding over hele feltet. For å oppnå dette, måtte blant annet gjødsellabbene gå i jorda også ved breigjødsling. En vet imidlertid ikke med sikkerhet om dette ble gjort i alle forsøk.

For å få ut tilnærmet de fo-
skrevne gjødselmengder, ble innstil-
lingen på de kommersielle maski-
nene justert ved dreieprøve. En må
likevel regne med at det har vært en
viss variasjon i gjødselmengdene fra
sted til sted. Dette er imidlertid av
mindre betydning. Det som er viktig,
er at en har vært nøye med å inn-

stille maskinene likt ved brei- og rad-
gjødsling av samme mengde.

Også når det gjelder plasserings-
dybden for gjødsla, må en regne med
at det har vært noe variasjon. Fore-
skrevet dybde var 8—10 cm, men
plassering i sjiktet 7—10 cm er til-
strekkelig. Dybdeinnstillingen juste-
res ved å prøvekjøre maskinen og
måle plasseringsdybden.

Ved bruk av radgjødsler ble korn-
såinga utført med vanlig såmaskin.
For å unngå at korn og gjødsel kom
i samme rad, ble det anbefalt å kjøre
såmaskinen på tvers eller på skrå av
gjødselradene. Der det ble brukt
kombinasjonsmaskin, ble både gjøds-
ling og såing utført med samme mas-
kin på alle ruter.

Forsøksplaner og forsøksmateriale

I åra 1966—69 ble det i alt utført
31 forsøk hvor en brukte den spesial-
bygde kombinasjonsmaskinen. Disse
forsøka ble anlagt på Ås, Øsaker i
Tune og Særheim i Rogaland. På
hvert sted ble det i alle år utført pa-
rallelle forsøk med radgjødsling av
kalkammonsalpeter og urea, og i
noen tilfelle ble også fullgjødsel tatt
med. Dessuten ble det i en del av dis-
se forsøka prøvd 2 ulike radavstan-
der for gjødsel, nemlig 13 og 26 cm.
I alle forsøka med denne maskinen
ble det prøvd gjødselmengder tilsva-
rende 3, 6 og 9 kg N pr. dekar.

I 1968 ble kommersielle maskiner
tatt i bruk i forsøka, og for perioden
1968—75 foreligger resultater for i
alt 122 slike forsøk, som for en ve-

sentlig del er utført i regi av forsøks-
ringer. I disse forsøka ble det som
oftest brukt fullgjødsel C eller D, og
mengdene skulle tilsvare 4, 8 og 12
kg N pr. dekar.

Bortsett fra et par felt med vår-
hvete, har kornartene vært bygg og
havre. De fleste felt ble tilsådd med
bygg.

I de fleste tilfelle ble det uttatt 1
jordprøve fra hvert felt. Jordarten
ble bestemt ved mekanisk analyse og
viser størst antall av leirjordsfelter.
Fordelingen av felta på ulike pH-om-
råder, P-AL- og K-AL-klasser er vist
nedenfor. For storparten av felta
ligger fosfor- og kaliumtalla i klasse
II og III, dvs. middels til god nær-
ringstilstand.

pH	Antall	P-AL	Antall	K-AL	Antall
5,0—5,5	20	I	0	I	2
5,6—6,0	50	II	51	II	63
> 6,0	51	III	55	III	50
		IV	15	IV	6

Ved anlegg av disse forsøka var en stort sett henvist til å plassere dem hos verter som hadde anskaffet utstyr for radgjødsling, og dette har til en viss grad begrenset muligheten til å prøve metoden under ulike jord-

arts- og driftsforhold. De fleste forsøk har ligget på leirjord, og ellers i stor utstrekning vært plassert på steder med utvidet korndyrking. I en del tilfelle ble det anlagt forsøk hos samme vert i flere år.

Forsøk med stigende gjødselmengder

I dette avsnitt behandles resultatene av radgjødsling med stigende gjødselmengder på Østlandet. Dette omfatter forsøka på Ås og Øsaker i åra 1966—69 og de lokale forsøk som ble utført i perioden 1968—75. Da gjødselslag og -mengder til dels har variert noe, har en i tabellene bare angitt mengdene som gjødseltrinn 1, 2 og 3.

Korn- og halmavlinger er omregnet til 15 prosent vanninnhold på grunnlag av tørrstoffprøver. Halmavlingene ble veid i en del forsøk fram til 1971, men dette ble sløffet i de seinere år. Hl-vekt og kornstørrelse er bestemt i prøver fra de fleste forsøk, mens kjemiske avlingsanalyser omfatter et begrenset antall forsøk.

1. Oversikt

Forsøksperioden omfattet flere gode kornår med til dels meget store avlinger i forsøka. Middeltalla for alle forsøk viser kornavlinger i overkant av 400 kg ved sterkeste gjødsling, som i de fleste forsøk har vært 75 kg fullgjødsling C eller 60 kg fullgjødsling D pr. dekar (Tabell 1). Middeltalla viser for øvrig signifikant ($P < 0,001$) og lønnsom avlingsøkning opp til største gjødselmengde.

Resultatene for alle forsøk under ett viser signifikant ($P < 0,001$) utslag for radgjødsling i forhold til breigjødsling. Meravlingene utgjør

henholdsvis 12, 16 og 14 kg korn pr. dekar ved de tre gjødselmengdene etter tur. Dette gir i middel ei avlingsøkning på 14 kg korn eller ca. 4 prosent. Det er ikke signifikant samspill mellom gjødselmengde og gjødslingsmåte, men resultatene viser en tendens til størst utslag for radgjødsling ved den midlere gjødselmengden.

Halmen ble veid i knapt halvparten av forsøka. Som følge av skurtresking har halmvektene til dels blitt for små. For sammenlikningens skyld har en i tabell 1 også tatt med de tilsvarende kornavlinger. Rad-

Tabell 1. Radgjødsling til korn 1966—75. Korn- og halmavlinger.

Gjødseltrinn	Breigjødsling			Radgjødsling		
	1	2	3	1	2	3
Kg korn/da., 141 forsøk	331	384	410	343	400	424
Kg korn/da. 57 forsøk	332	388	416	343	407	432
Kg halm/da.	246	293	331	256	316	351
Kornavl. i % av totalavl.	57,4	57,0	55,7	57,3	56,3	55,2

gjødsling har gitt litt større meravling av halm enn av korn ved de to største gjødselmengdene. Tar en middel for alle gjødselmengder, har radgjødsling økt halmavlinga med ca. 6 prosent, mens tilsvarende økning i kornavlinga utgjør ca. 4 prosent.

Middelresultatene dekker over til dels betydelige variasjoner. I oppstillingen nedenfor er foretatt en gruppering av forsøka etter utslaget for radgjødsling.

Gruppering	Antall forsøk
Positivt utslag	
(> 5 kg korn/da)	99
Signifikant positivt utslag	58
Negativt utslag	
(> 5 kg korn/da)	26
Signifikant negativt utslag	11
Utslag mindre enn	
5 kg korn/da	16

Variasjonen i utslagene for radgjødsling skyldes flere forhold, og noen av disse vil bli behandlet i de følgende avsnitt.

2. Radgjødslingseffekt i relasjon til værforhold

Det er vanlig oppfatning at værforholdene i veksttida, særlig nedbøren, i stor grad påvirker effekten av radgjødsling. Særlig tillegges fuktighetsforholdene i jorda på forsommeren stor betydning. Med utgangspunkt i meteorologiske data for Ås skal en her se nærmere på resultatene i de enkelte år i forhold til nedbøren i veksttida (Fig. 1).

Sum nedbør for perioden mai—august lå under normalen i de fleste år. For forsøksperioden som helhet var juni- og julinedbøren omtrent som normalen, mens nedbøren i mai lå litt over normalen. Augustnedbøren var jevnt over liten i forsøksperioden, og dette var hovedårsaken til at nedbørsummen for mai—august var mindre enn normalen i de fleste år. Sum nedbør for perioden mai—juli lå nemlig over normalen i 8 av de 10 forsøksåra. Flere av forsøksåra kan ellers karakteriseres ved en meget ujevn fordeling av nedbøren i veksttida. Nedbørmengdene gir derfor ofte et ufullstendig bilde av hvordan plantenes vannforsyning har vært, og fig. 1

viser heller ingen entydig sammenheng mellom nedbøren i veksttida og utslaget for radgjødsling.

Antall forsøk varierer mye fra år til år, og dette gjør at sammenlikningen av resultatene for de ulike år blir noe usikker. I 1966—67 lå imidlertid alle forsøka på samme sted, og forskjellen i utslagene for radgjødsling i de to åra skyldes derfor hovedsakelig ulikheter i værforholdene i veksttida. Tørke i juni førte til at radgjødsling ga relativt stor avlingsøkning i forhold til breigjødsling i 1966. I 1967 var det muligens noe tørt i juli, men meravlinga for radgjødsling ble halvert i forhold til i 1966. Resultatene for 1968 og 1969 viser samme meravling for radgjødsling som i 1966, ca. 20 kg korn. I 1968 var vekstforholdene meget gode. Nedbørsummen for perioden mai—juli lå betydelig over normalen, men ujevn fordeling førte til at det delvis ble for tørt på forsommeren. Også i 1969 var ujevn fordeling av nedbøren årsak til at det oppsto tørkeperioder på forsommeren.

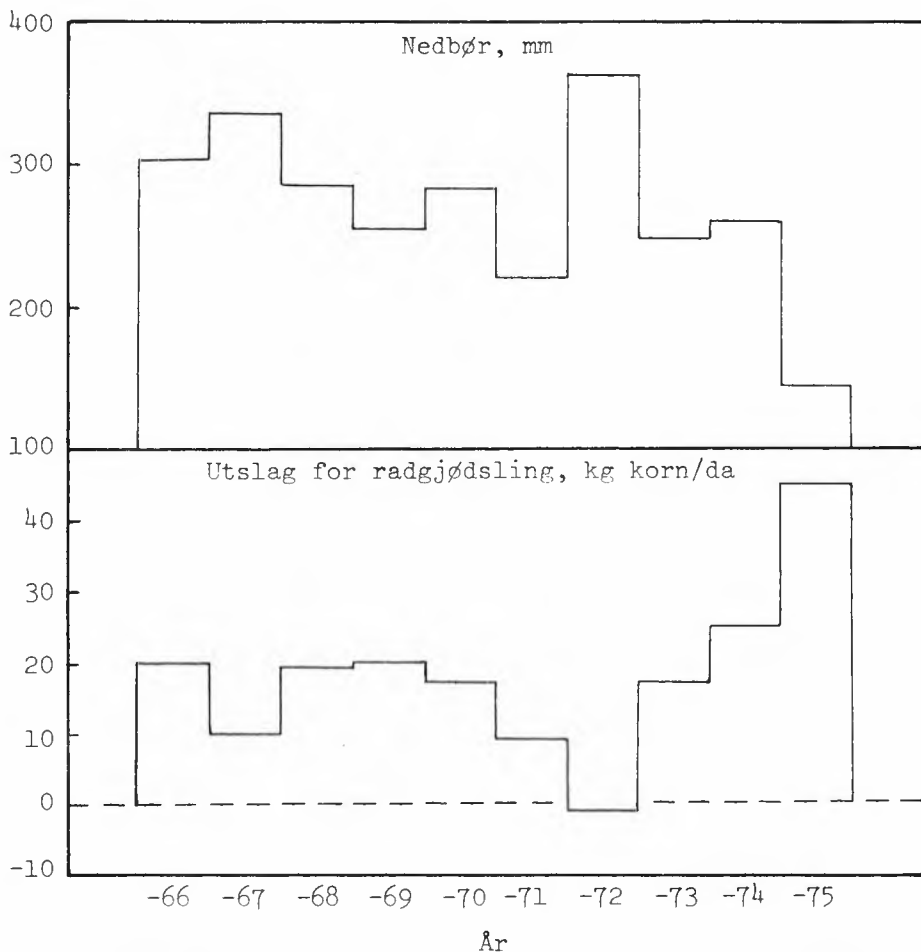


Fig. 1. Utslag for radgjødsling og nedbørssum mai—august i de enkelte år.

I 1970 var mai uvanlig tørr og mesteparten av nedbøren i juni kom sist i måneden. Dette gjorde at forsommeren ble meget tørr. Rikelig nedbør i juli førte til at en fikk en mengde seine buskingsskudd, som for en stor del gikk fram til modning, takket være gunstige værforhold på etter sommeren og høsten. Middel meravling for radgjødsling ble 17 kg korn, men utslagene var meget varierende fra forsøk til forsøk. Den sterke etterbuskingen førte sannsynligvis til at avlingsforskjellen mellom rad- og breigjødsling til en viss grad ble utjevnet.

Middeltalla for 1971 viser relativt små utslag for radgjødsling, og resultatene harmonerer ikke med de sparsomme nedbørmengdene på forsommeren. Middeltemperaturen for juni var imidlertid relativt låg i 1971. Dette kan ha påvirket den vegetative utvikling slik at plantene blant annet har hatt bedre tid til å utvikle rot-systemet, og dermed redusert betydningen av konsentrert gjødselplassering. Et annet forhold er at det både i 1971 og 1972 var forholdsvis flere forsøk på tørkesterk jord enn i de andre åra.

Vekstsesongen 1972 var nedbørrik, og resultatene viser ingen forskjell mellom de to gjødslingsmetodene. Dette året var det for øvrig flere forsøk som viste signifikant mindre kornavling ved rad- enn ved breigjødsling. I noen tilfelle var dette et resultat av sterkere legde som følge av frodigere vekst på radgjødsla ruter. Forsommertørken kom imidlertid igjen i 1973 og resulterte i positive utslag for radgjødsling. I 1974 var det lite nedbør om våren. Ås hadde ikke nedbør i april og stort underskudd i mai, mens juni lå litt under normalen. Samtlige forsøk ble sådd i april og utslaget for radgjødsling ble i middel større enn i tidligere år. I 1975 ble det anlagt bare noen få

forsøk, og tørke gjennom mesteparten av vekstperioden resulterte i små avlinger. Radgjødsling ga imidlertid betydelig større kornavling enn breigjødsling.

Tabell 2 viser et sammendrag av resultatene for de enkelte år. Talla for avling og meravling er middel for alle gjødselmengder. Når det gjelder utslaget for stigende gjødselmengder, viser resultatene økning i kornavlinga opp til største gjødselmengde i alle år, og bortsett fra i 1972 er meravlingene for siste gjødseldose med basis i middeltalla for de enkelte år viser signifikant ($P < 0,001$) samspill mellom gjødslingsmåte og år og mellom gjødslingsmengde og år.

Tabell 2. Avlingsutslag for radgjødsling i de enkelte år.

År	Antall forsøk	Kornavling v/breigjødsling	Meravling for radgjødsling	
			kg korn/da.	%
1966	5	257	+ 20	8
1967	5	273	+ 10	4
1968	11	417	+ 19	5
1969	13	358	+ 20	6
1970	15	437	+ 17	4
1971	30	392	+ 9	2
1972	26	337	÷ 1	0
1973	15	367	+ 17	5
1974	16	442	+ 25	6
1975	5	265	+ 45	17

3. Radgjødslingseffekt i relasjon til jordart

I tabellene 3 og 4 er foretatt en gruppering av forsøka etter jordartstype. Grupperingen omfatter de lokale forsøk i perioden 1968—75. I tabell 3 har en delt forsøka i to grupper etter leirinnholdet og satt grensen ved 15 prosent leir. Mekanisk sammensetning varierer mye innen hver gruppe. Eksempelvis forekommer både grovere sandjord og mjelejord i gruppen med mindre enn 15 prosent leir.

Forsøka på jord med over 15 prosent leir har i middel gitt betydelig

større utslag for radgjødsling enn de på jord med mindre leirinnhold. I den førstnevnte gruppen utgjør meravlingene 17, 21 og 15 kg korn pr. dekar for de tre gjødselmengdene etter tur, mens de tilsvarende tall i gruppen med mindre enn 15 prosent leir er -1, 6 og 3 kg korn. Utslaget for radgjødsling i sistnevnte gruppe er ikke signifikant. Flere av forsøka i denne gruppen viser negative utslag for radgjødsling. Dette gjelder særlig forsøka på mjelejord, og skyldes i en-

Tabell 3. Gruppering av forsøka etter leirinnhold. Kg korn/dekar.

Gruppering	Antall forsøk	Breigjødsling			Meravling for radgjødsling		
		1	2	3	1	2	3
< 15 % leir	36	353	399	409	+ 1	+ 6	+ 3
> 15 % leir	86	335	389	423	+17	+21	+15

Tabell 4. Utslag for radgjødsling på sand- og mjelejord. Kg korn/dekar.

Jordart	Antall forsøk	Breigjødsling			Meravling for radgjødsling		
		1	2	3	1	2	3
Sandjord	26	346	391	410	+ 6	+14	+11
Mjelejord	10	369	418	408	+17	+14	+18

kelte tilfelle sterkere legde ved radenn ved breigjødsling. Resultatene på mjelejord må sees i sammenheng med at denne jordarten har god vannledningsevne, og at en derfor sjelden vil få uttørking i de øverste sjikt. Under slike forhold er det rimelig å vente små meravlinger for radgjødsling. Tabell 4 viser kornavlingene for forsøka på mjelejord og sandjord for seg. Resultatene i middel for de 10 forsøka på mjelejord viser signifikant ($P < 0,001$) negativt utslag for radgjødsling. På sandjord skulle en vente relativt store meravlinger for radgjødsling, da denne jordtypen ofte er tørkesvak. Resultatene i tabell 4 viser imidlertid at utslagene for radgjødsling er noe mindre her enn på leirjord. På grovere sandjord kan det tenkes at uttørkingen på forsommeren kan gå så dypt at også den plasserte gjødsla kan bli liggende i et tørt sjikt, og effekten av radgjødsling kan dermed bli sterkt redusert. For noen av forsøka synes en slik forklaring å være rimelig. Antall forsøk på mjele- og sandjord er ellers lite i forhold til på leirjord, og en kan derfor ikke på grunnlag av dette materialet trekke sikre slutninger med hensyn til virkningen av radgjødsling på de ulike jordtypene.

tatene i tabell 4 viser imidlertid at utslagene for radgjødsling er noe mindre her enn på leirjord. På grovere sandjord kan det tenkes at uttørkingen på forsommeren kan gå så dypt at også den plasserte gjødsla kan bli liggende i et tørt sjikt, og effekten av radgjødsling kan dermed bli sterkt redusert. For noen av forsøka synes en slik forklaring å være rimelig. Antall forsøk på mjele- og sandjord er ellers lite i forhold til på leirjord, og en kan derfor ikke på grunnlag av dette materialet trekke sikre slutninger med hensyn til virkningen av radgjødsling på de ulike jordtypene.

4. Radgjødslingseffekt i relasjon til driftsform

Flesteparten av forsøka ble anlagt på steder med utvidet korndyrking, og resultatene gjelder derfor i første rekke denne driftsformen. I tabell 5 er foretatt en sammenlikning av resultatene av forsøk på steder med utvidet korndyrking og på steder med allsidig drift. Grensen mellom de to gruppene er noe flytende. Den førstnevnte gruppen omfatter bruk med

overveiende korndyrking, mens den andre gruppen utgjøres av bruk hvor planteproduksjonen i større eller mindre grad er basert på husdyrhold. Når det gjelder resultatene ved ensidig korndyrking, har en i tabell 5 i tillegg til gruppemiddel tatt med resultatene av forsøka på leirjord for seg.

Tabell 5. Gruppering av forsøka etter driftsform. Kg korn/dekar.

Gruppering	Antali forsøk	Breigjødsling			Meravling for radgjødsling		
		1	2	3	1	2	3
Allsidig drift	33	360	391	404	+ 5	+13	+ 4
Utvidet korndyrking	89	333	392	425	+14	+18	+14
Utvidet korndyrking, leirjord	66	332	394	434	+21	+22	+18

Forsøka i gruppen med allsidig drift viser noe varierende resultater, men utslagene for radgjødsling er jevnt over små. I middel har radgjødsling gitt meravling av betydning bare ved den mellomste gjødsmengden. Variasjoner av tilfeldige årsaker synes i sterk grad å ha påvirket resultatene i noen av forsøka, og som til dels forklarer den relativt store forskjellen i middel meravling for radgjødsling ved de to minste gjødsmengdene. Flere av forsøka i denne gruppen hadde sterk legde, og dette har bidratt til å jevne ut eventuelle forskjeller mellom rad- og breigjødsling, særlig ved sterkeste gjødsling. For alle forsøk under ett har radgjødsling likevel gitt signifikant ($P < 0,05$) meravling i forhold til breigjødsling. Resultatene for gruppen med overveiende korndyrking viser betydelig større meravlinger for radgjødsling enn gruppen med allsi-

dig drift. Her er det også størst utslag for radgjødsling ved den mellomste gjødsmengden, men forskjellen til de to andre gjødsmengdene er mindre enn i den andre gruppen. Ved å ta middeltalla bare for forsøka på leirjord i gruppen med ensidig korndyrking, øker meravlinga for radgjødsling med 5 kg korn i middel for alle gjødsmengder i forhold til totalmiddel for gruppen. En kommer da opp i ei avlingsøkning for radgjødsling i forhold til breigjødsling på ca. 20 kg korn pr. dekar.

Avlingstalla i tabell 5 viser ellers en tydelig forskjell i gjødslingsbehovet ved de to driftsformene. Mens en tilnærmet har nådd avlingstoppen ved den mellomste gjødsmengden i gruppen med allsidig drift, er det en betydelig avlingsøkning opp til største gjødsmengde i gruppen med ensidig korndyrking.

5. Virkningen av radgjødsling på modning og mengden av grønnskudd

Jevnere og tidligere modning har vært fremhevet som en av fordelene med radgjødsling i forhold til vanlig breigjødsling. Dette spørsmålet ble ikke systematisk undersøkt i våre forsøk. Imidlertid ble det i flere tilfelle observert til dels tydelige forskjeller med hensyn til modning mellom rad- og breigjødsla ruter. I 1970 var det uvanlig mye seiene buskingsskudd, og dette året

ble det foretatt tellinger av grønnskudd før høsting i en del forsøk. Et sammendrag av resultatene er vist i tabell 6. Ser en alle gjødsmengder under ett, er mengden av grønnskudd ca. 10 prosent større ved breigjødsling enn ved radgjødsling. I enkelte forsøk var forskjellen betydelig større. Resultatene viser ellers en tydelig økning i antall grønnskudd ved stigende gjødsmengder.

Tabell 6. Mengden av grønnskudd før høsting. Middell 11 forsøk 1970.

Gjødseltrinn	Breigjødsling			Radgjødsling		
	1	2	3	1	2	3
Antall grønnskudd/m sårad	46	60	67	43	52	63

6. Legde og avlingsutslag for radgjødsling

Legdeprosent ved høsting ble notert i alle forsøk. Bortsett fra i 1972 har det vært relativt få forsøk med sterk legde. I middel for alle forsøk ligger legdeprosenten på ca. 30 ved største gjødselmengde. Knapt halvparten av forsøka hadde mer enn 10 prosent legde, og i tabell 7 er gjengitt middelresultatene for disse forsøka. Bortsett fra minste gjødselmengde er legdetalla noe større ved rad- enn ved breigjødsling. Forskjellen ved sterkeste gjødsling er såpass stor som 10 prosent. I tabell 8 er foretatt en sammenlikning av utslagene for radgjødsling for forsøk med legde under, henholdsvis over 30 prosent. Avlingsutslaget for radgjødsling er størst for

gruppen med minst legde. Videre er det ingen nedgang i meravlingene for radgjødsling ved stigende gjødselmengder i denne gruppen, mens forskjellen mellom de to gjødslingsmetodene er helt utjevnet ved sterkeste gjødsling i gruppen med over 30 prosent legde. Disse resultatene er en bekreftelse på at vær- og vekstforhold er av stor betydning for virkningen av radgjødsling. Betydelig legde i første del av vekstperioden vil ofte medføre små eller ingen meravlinger ved radgjødsling. Ved sterk gjødsling kan plassering av gjødsla føre til mer legde enn ved vanlig breigjødsling, og dette kan resultere i negative utslag for radgjødsling.

Tabell 7. Legdeprosent. Forsøk med mer enn 10 prosent legde.

Gjødseltrinn	Breigjødsling			Radgjødsling		
	1	2	3	1	2	3
Middel 64 forsøk	18	32	55	18	36	65

Tabell 8. Utslag for radgjødsling ved ulike legdeprosent. Kg korn/dekar.

Gjødseltrinn	Breigjødsling			Meravling for radgjødsling		
	1	2	3	1	2	3
< 30 % legde, 91 forsøk ..	304	359	390	+16	+22	+22
> 30 % legde, 50 forsøk ..	381	428	447	+ 5	+ 7	÷ 1

7. Hl-vekt og kornstørrelse

Hl-vekt og 1000-kornvekt ble bestemt i prøver fra 87 forsøk i bygg og 17 i havre. Middeltalla, som ikke tas med her, viser ubetydelige forskjeller i både hl-vekt og 1000-korn-

vekt. For bygg er det en svak tendens til positivt utslag for radgjødsling. Det samme gjelder hl-vekten av havre, mens tendensen er motsatt når det gjelder 1000-kornvekten.

8. Kjemiske avlingsanalyser

Avlingsprøver til kjemisk analyse ble for det meste uttatt fra forsøk hvor radgjødsling ga relativt stor avlingsøkning. Total N i korn ble bestemt i prøver fra 40 forsøk, som i middel ga vel 20 kg korn i meravling for radgjødsling. Halmen ble analy-

sert for total N i 22 forsøk. Når det gjelder fosfor og kalium, har en analyse av korn og halm fra henholdsvis 17 og 10 forsøk. Avlingsprøvene stammer dels fra forsøk hvor bare nitrogenet ble radgjødslet og dels fra forsøk med fullgjødsel.

Tabell 9. Prosent N i korn- og halmtørrstoff og opptatt N i avling.

Gjødseltrinn	Breigjødsling			Radgjødsling		
	1	2	3	1	2	3
% N i korn, 40 forsøk ..	1,73	1,86	1,98	1,72	1,84	2,02
% N i halm, 22 forsøk ..	0,59	0,64	0,71	0,58	0,61	0,70
N i kornavling, kg/da.	4,8	6,2	7,2	5,0	6,5	7,7
N i halmavling, kg/da.	1,0	1,2	1,5	1,0	1,3	1,6

Tabell 10. Prosent P og K i korn- og halmtørrstoff.

Gjødseltrinn	Breigjødsling			Radgjødsling		
	1	2	3	1	2	3
% P i korn, 17 forsøk	0,41	0,40	0,40	0,41	0,40	0,39
% P i halm, 10 forsøk	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
% K i korn, 17 forsøk	0,49	0,48	0,49	0,48	0,48	0,48
% K i halm, 10 forsøk	1,14	1,18	1,25	1,09	1,12	1,15

Det framgår av tabell 9 at det er ubetydelig forskjell i prosentisk N-innhold i avlingsprøvene ved rad- og breigjødsling. Økningen i N-opptaket ved radgjødsling vil derfor omtrent tilsvare meravlingene av korn + halm. I middel for de 40 forsøka utgjør meropptaket for korn 0,5 kg N pr. dekar ved største gjødselmengde, mens meropptaket av N i halm i middel for 22 forsøk utgjør 0,1 kg pr. dekar.

Prosentisk innhold av P i korn og halm er praktisk talt likt ved begge gjødslingsmetoder og ved alle gjødselmengder. Det samme gjelder K-innholdet i korn, mens halmen inneholder litt mer kalium ved breigjødsling enn ved radgjødsling. Denne tendensen gjør seg gjeldende i prøvene fra alle 10 forsøk, og kan henge sammen med ulik modning ved rad- og breigjødsling (Tabell 10).

Forsøk med ulike gjødselslag

Radgjødsling av kalkkammonsalpeter og urea ble utført i parallelle forsøk på Ås, Øsaker og Særheim i åra 1966—69. På Øsaker og Særheim ble det dessuten utført noen forsøk med fullgjødsel. For øvrig er det gitt en del opplysninger om disse forsøka i tidligere avsnitt.

Særlig ulikheter i vær- og vekstforhold ga grunn til å vente mindre

utslag for radgjødsling på Særheim enn på Ås og Øsaker. Middelresultatene viser likevel signifikant ($P < 0,01$) positivt utslag for radgjødsling på Særheim, hvor avlingsøkningen utgjør 9 kg korn pr. dekar. Tilsvarende meravling i middel for forsøka på Ås og Øsaker utgjør 19 kg korn (Tabell 11).

Tabell 11. Sammenlikning av radgjødslingsmetoden på Sør-Vestlandet og Sør-Østlandet. Kg korn/dekar.

Gjødseltrinn	Breigjødsling			Meravling for radgjødsling		
	1	2	3	1	2	3
Sør-Vestlandet, 12 forsøk ...	269	338	382	+ 4	+11	+11
Sør-Østlandet, 19 forsøk ...	273	332	354	+15	+16	+25

Virkningen av urea er vanligvis noe dårligere enn av kalkkammonsalpeter når gjødsla breispres og nedmoldes med harv. Dette har også vært tilfelle i disse forsøka. Radgjødsling av urea har imidlertid gitt relativt stor meravling av korn i forhold til breigjødsling, og dette har ført til at forskjellen i virkning mellom de to gjødselslagene stort sett er utjevnet når gjødsla er plassert (Tabell 12). Når virkningen av radgjødsling er større for urea enn for kalkkammonsalpeter, henger dette sannsynligvis sammen med at plasse-

ring av urea i større grad motvirker tap av ammoniakk-N enn når gjødsla breispres og nedmoldes med harv. I forsøka på Særheim var det således små utslag for radgjødsling av kalkkammonsalpeter, mens radgjødsling av urea ga tilnærmet samme meravling av korn i forhold til breigjødsling som på Ås og Øsaker.

Radgjødsling av kalkkammonsalpeter har gitt tilnærmet de samme meravlinger av korn og halm, mens radgjødsling av urea har resultert i betydelig mindre utslag i halm- enn i kornavling.

Tabell 12. Sammenlikning av kalkkammonsalpeter og urea. Avling i kg/dekar.

Gjødsling, kg N/da.		Breigjødsling			Meravling for radgjødsling		
		3	6	9	3	6	9
Kalkkammonsalpeter, 12 forsøk	Korn	281	341	376	+ 9	+11	+10
	Halm	217	273	305	+ 9	+ 8	+12
Urea, 12 forsøk	Korn	273	334	360	+ 9	+17	+26
	Halm	215	260	304	+ 3	+ 7	+ 4

Tabell 13. Sammenlikning av kalkammonsalpeter og urea. Prosent N i korn- og halmtørrestoff.

Gjødsling, kg N/da.		Breigjødsling			Radgjødsling		
		3	6	9	3	6	9
Kalkammonsalpeter, 6 forsøk	Korn	1,82	1,92	2,03	1,80	1,90	2,06
	Halm	0,68	0,76	0,92	0,68	0,74	0,87
Urea, 6 forsøk	Korn	1,76	1,92	2,01	1,76	1,87	2,01
	Halm	0,67	0,74	0,80	0,65	0,68	0,79

Kjemiske avlingsanalyser ble utført bare i prøver fra forsøk på Ås og Øsaker. Prosentisk N-innhold er jevnt over litt lågere ved gjødsling med urea enn med kalkammonsalpeter. Dette gjør at N-opptaket også blir litt mindre ved gjødsling med urea. Når det gjelder gjødslingsmetodene, er det ingen nevneverdig forskjell i N-innholdet i korn, mens det synes å være en tendens til litt større prosentisk N-innhold i halmen ved breigjødsling enn ved radgjødsling. Dette kan henge sammen med litt seinere modning på breigjødsla ruter (Tabell 13). Opptatt N i kornavling, som ikke er vist i tabell, er signifi-

kant større ved rad- enn breigjødsling både for kalkammonsalpeter ($P < 0,01$) og urea ($P < 0,05$), mens N i halmavling viser ubetydelige forskjeller.

Fullgjødsel C ble sammenliknet med kalkammonsalpeter og urea i noen få forsøk på Øsaker og på Særheim. I disse forsøka ble fosfor- og kaliumgjødsla breispredd der det var brukt kalkammonsalpeter og urea, og mengdene av P og K var til dels forskjellig fra det som ble tilført med fullgjødsel. En gjengir her bare kornavlingene i middel for forsøka med fullgjødsel og kalkammonsalpeter (Tabell 14).

Tabell 14. Sammenlikning av fullgjødsel og kalkammonsalpeter. Kg korn/dekar.

Gjødseltrinn	Breigjødsling			Meravling for radgjødsling		
	1	2	3	1	2	3
Fullgjødsel, 7 forsøk	252	323	356	+16	+14	+23
Kalkammonsalpeter, 7 forsøk	272	326	365	+ 3	+ 4	+ 4

Fullgjødsel har gitt noe mindre avling enn kalkammonsalpeter ved breigjødsling. Meravlingene for radgjødsling er imidlertid klart større for fullgjødsel, slik at avlinga ved de to største gjødselmengdene er på samme nivå som for kalkammonsalpeter. Forskjellen i kornavlingene mellom fullgjødsel og kalkammonsal-

peter er ikke entydig i alle forsøk, og resultatene bør derfor ikke tillegges stor vekt. Når det gjelder radgjødsling, er det i alle forsøk større utslag for fullgjødsel enn for kalkammonsalpeter. Dette tyder på at gjødselplassering også er av betydning for virkningen av fosfor og/eller kalium.

Forsøk med ulike labbavstander for gjødsel

På de fleste kombinasjonsmaskiner er antall gjødsellabber halvparten av antall sålabber. Dette gjør at avstanden mellom gjødselradene blir ca. 25 cm. Spørsmålet om en såvidt stor labbavstand reduserer effekten av radgjødsling, ble undersøkt i noen forsøk på Ås og Særheim i åra 1967—69. Ved anlegg av forsøka ble

brukt den spesialbygde maskinen som er omtalt tidligere, og hvor gjødsla ble tilført i hver eller annen hver labb. Avstanden mellom gjødselradene ble dermed ca. 13 og 26 cm. I forsøka, hvorav 6 ble anlagt på Ås og 3 på Særheim, ble det brukt kalkammonsalpeter eller urea.

Tabell 15. Sammenlikning av ulike avstander mellom gjødsellabber. Kg korn/dekar.

Labbavstand, cm	13			26		
	1	2	3	1	2	3
Middel 9 forsøk	311	380	416	314	381	432

Økningen i radavstand fra 13 til 26 cm har i middel ikke ført til avlingsreduksjon (Tabell 15). Ved sterkeste gjødsling er det tvært imot større kornavling ved 26 enn ved 13 cm radavstand. Dette går igjen i flere forsøk, men for materialet under ett er

det ikke signifikant samspill mellom gjødslingsmengde og radavstand. Konklusjonen blir derfor at de to radavstandene står tilnærmet likt med hensyn til utslaget for radgjødsling. Tilsvarende resultater er funnet i svenske forsøk (*Huhtapalo, 1971*).

Diskusjon

Virkingen av radgjødsling på avlingsmengden vil være bestemt av en rekke forhold. Generelt vil plassering av gjødsla føre til større næringsopptak og bedre vekst tidlig i vekstperioden. Hvorvidt den gunstige virkning av radgjødsling i startfasen vil resultere i økt avling i forhold til breigjødsling, avhenger av flere faktorer. Av særlig betydning er vannfaktoren, og her kommer rotutviklingen inn i bildet. Undersøkelser har vist at plassering av gjødsla fremmer rotutviklingen og dermed setter plantene i stand til å greie seg bedre gjennom tørkeperioder enn ved brei-

gjødsling (*Duncan & Ohlrogge, 1958, Kähäri & Elonon, 1969*)

Opptak av næringsstoffer fra gjødsla tidlig i vekstperioden kan være betydelig større ved plassering enn når gjødsla breispres. Dette er mest framtreddende for nitrogen, men gjelder også fosfor og kalium (*Aura, 1967*). På jord i god fosfor- og kaliumtilstand er det sannsynlig at avlingsøkningen som følge av radgjødsling for en stor del er knyttet til nitrogen, og i mindre grad til fosfor og kalium. På jord i dårlig næringstilstand har en imidlertid fått betydelig meravling ved radgjødsling

av fosforgjødsel (*Franck*, 1948). Om det ikke lar seg gjøre å øke avlingene ved plassering av fosforgjødsla på jord i god næringstilstand, vil radgjødsling av fosfor likevel være av betydning ved at en på denne måten kan få en større utnyttelse av gjøds-la, og dermed kunne redusere P-mengden i forhold til ved breigjødsling. Dette er et spørsmål som ikke er tilstrekkelig undersøkt. For øvrig har enkelte undersøkelser vist at en har fått større optak av P når nitrogen- og fosforgjødsel ble plassert sammen enn når N og P ble plassert i ulike rader (*Miller & Ohlrogge*, 1958).

Et spørsmål som berører effekten av radgjødsling, er plasseringsdybden for gjøds-la. I disse forsøka var det foreskrevet 8—10 cm, men variasjonen i plasseringsdybden har sannsynligvis vært større. Optimal plasseringsdybde vil blant annet være avhengig av jordart og fuktighetsforhold under vårarbeidet. Gjødsling til større dybder enn 8—10 cm vil vanligvis ikke øke effekten av radgjødsling (*Aura*, 1967). Dessuten kan for dyp innstilling av gjødsellabbene virke uheldig på spiring og utvikling av kornplantene. Dette gjelder særlig på leirjord. Ved tidlig såing vil en her sannsynligvis få full effekt av radgjødsling ved en plasseringsdybde på 7 cm. På lettere jord bør gjøds-la plasseres noe dypere.

Effekten av radgjødsling har vært større ved ensidig korndyrking enn ved allsidig drift. Dette kan skyldes flere forhold. Vanligvis er N-reservene i jorda større ved allsidig drift, og kan medføre større frigjøring av organisk N enn ved ensidig korn-drift. Dette kan være utslagsgivende med hensyn til plantenes næringsforsyning, særlig i første del av vekst-perioden. Ellers kan ulikheter med hensyn til jordstruktur og vannkapasitet som følge av ulik driftsform

være medvirkende til forskjellen i effekten av radgjødsling.

Når det gjelder jordarten, tyder resultatene på at en ikke kan regne med positivt avlingsutslag for radgjødsling på jord med god kapillær ledningsevne. Dette gjelder i første rekke på mjelejord. For sandjord er resultatene mer varierende, men viser i middel mindre utslag for gjødsel-plassering enn på leirjord. Forsøk i Trøndelag har derimot vist større utslag for radgjødsling på sand- enn på leirjord (*Tranmæl*, 1972).

Forsøka viser at urea er på høyde med kalkkammonsalpeter i virkning når gjøds-la plasseres. Tilsvarende resultater er funnet i flerårige forsøk i Danmark og Sverige (*Skriver*, 1973, *Mattson*, 1974). Urea er et konsentrert gjødselslag og skulle derfor egne seg godt ved bruk av kombinasjonsmaskiner. Dette har imidlertid ikke slått til i praksis, og skyldes vel at spredningen av PK-gjøds-la krever ei ekstra kjøring. Dessuten vil urea + PK-gjødsel med dagens priser falle noe dyrere enn fullgjødsel.

Det foreliggende materiale skriver seg hovedsakelig fra forsøk utført på Sør-Østlandet. Tilsvarende forsøk med stigende mengder fullgjødsel er dessuten utført på Nord-Østlandet og i Trøndelag (*Ekeberg*, 1977, *Tranmæl*, 1972). Resultatene for Nord-Østlandet viser i middel omtrent samme virkning av gjødselplassering som på Sør-Østlandet. Det samme gjelder forsøka i Trøndelag, hvor en kanskje skulle vente noe mindre utslag enn på Østlandet. Forsøksmaterialet er imidlertid betydelig mindre her enn for de to distriktene på Østlandet.

Når det gjelder resultater fra andre nordiske land, har radgjødsling gitt betydelige meravlinger i Finland og i østre del av Midt-Sverige. I middel for et stort antall forsøk gjennom flere år, er det i Finland oppnådd ei

meravling for radgjødning på hele 14 prosent (Kara & Räsänen, 1974). Disse resultatene må sees på bakgrunn av en sterk og årviss forsommertørke i den sørlige del av landet. Forsommertørke preger også østre del av Midt-Sverige, hvor gjødselplassering i middel for flere år har økt kornavlingene med 9 prosent i forhold til vanlig breigjødning (Huhtapalo, 1971). Forsøk i vestre del av Midt-Sverige viser utslag for radgjødning på linje med det som er oppnådd på Østlandet, dvs. 4—5 prosent avlingsøkning (Jonsson, 1973). Distriktene det her gjelder kan sammenliknes når det gjelder graden av forsommertørke, og en kan derfor si at det er godt samsvar mellom de norske og svenske forsøksresultatene. I sørlige del av Sverige, som blant annet omfatter Skåne, har gjødselplassering bare gitt små avlingsutslag i forhold til breigjødning.

Svensson & Johansson, 1972). Noe større avlingsøkning er oppnådd i danske forsøk fra de seinere år, særlig ved bruk av kombinasjonsmaskiner Skriver, 1975).

Da det i mesteparten av forsøka på Sør-Østlandet ble brukt gjødselharv, har en ikke funnet grunn til å foreta gruppering av materialet med hensyn til maskintyper. Forsøk med sammenlikning av ulike maskiner er av flere grunner vanskelig å utføre tilfredsstillende. I samarbeid med blant andre Landbruksteknisk institutt har en utført en del forsøk hvor flere maskintyper ble prøvd. Når det gjelder virkningen av radgjødning, tyder resultatene på at kombinasjonsmaskiner gir noe større meravling enn vanlige radgjødslere. Dette er i samsvar med forsøk i andre nordiske land (Huhtapalo, 1971, Larpes 1971, Skriver, 1975).

Summary

The effect of placement of fertilizers to spring cereals was investigated in 141 field experiments in southeastern part of Norway during 1966—75. The major part of the experiments included 3 rates of NPK-fertilizers (20—5—9) or (16—7—12), corresponding to 40,80 and 120 kg N/ha. Ammonium nitrate limestone and urea were compared in 24 experiments at 3 rates of N (30, 60 and 90 kg/ha) during 1966—69. Eight of these experiments were carried out in the southwestern part of Norway.

The fertilizer was placed at a depth of 8—10 cm with fertilizer cultivators or machines which place fertilizer and drill seed at the same time, but in separate coulters. Using the fertilizer cultivators, sowing of cere-

als was carried out with an ordinary seed drill driven crosswise the fertilizer rows.

On the average placement of fertilizer increased grain yield over broadcast application by 140 kg/ha or 4 percent. Yield response to fertilizer placement was highest at the second fertilizer rate (Table 1).

The effect of fertilizer placement varied from year to year, mainly due to differences in the precipitation rates during the growing period. The highest yield response was obtained in dry seasons (Table 2).

As soil test indicated medium to high content of plant-available phosphorus and potassium, the yield response to NPK-fertilizers is mainly an effect of fertilizer-N. For the same reason it is assumed that the effect

of placement of NPK-fertilizers is chiefly related to nitrogen.

The results indicate a relationship between yield response to fertilizer placement and soil texture (Table 3). On the average soils containing more than 15 percent clay gave a significant higher grain yield response (180 kg/ha) than soils lower in clay content (30 kg/ha). The lower yield response in the latter group is mainly due to the results on silt loam soils, where fertilizer placement frequently reduced grain yield compared to broadcast application. This may partly be explained by more severe lodging on the placement plots. The high capillary conductivity and water storage capacity of the silt loam soils delay the drying up of the upper soil. This indicates that yield response to fertilizer placement is of less significance on these soils.

The yield increase due to fertilizer placement was significantly higher by continuous grain cropping than in rotations including ley (Table 5). This may partly be explained by a higher N-supplying power of soils in a ley-rotation, the plants being less dependent on N-dressing, especially

in the early part of the growing period.

Fertilizer placement accelerated ripening of the grain and reduced the number of unripened straw. Hectolitre weight and weight of 1000 kernels, however, were practically unaffected by the method of fertilizer application.

Lodging was increased by fertilizer placement, mainly due to higher yield. At the highest fertilizer rate the difference in lodging between the application methods amounted to 10 percent (Table 7).

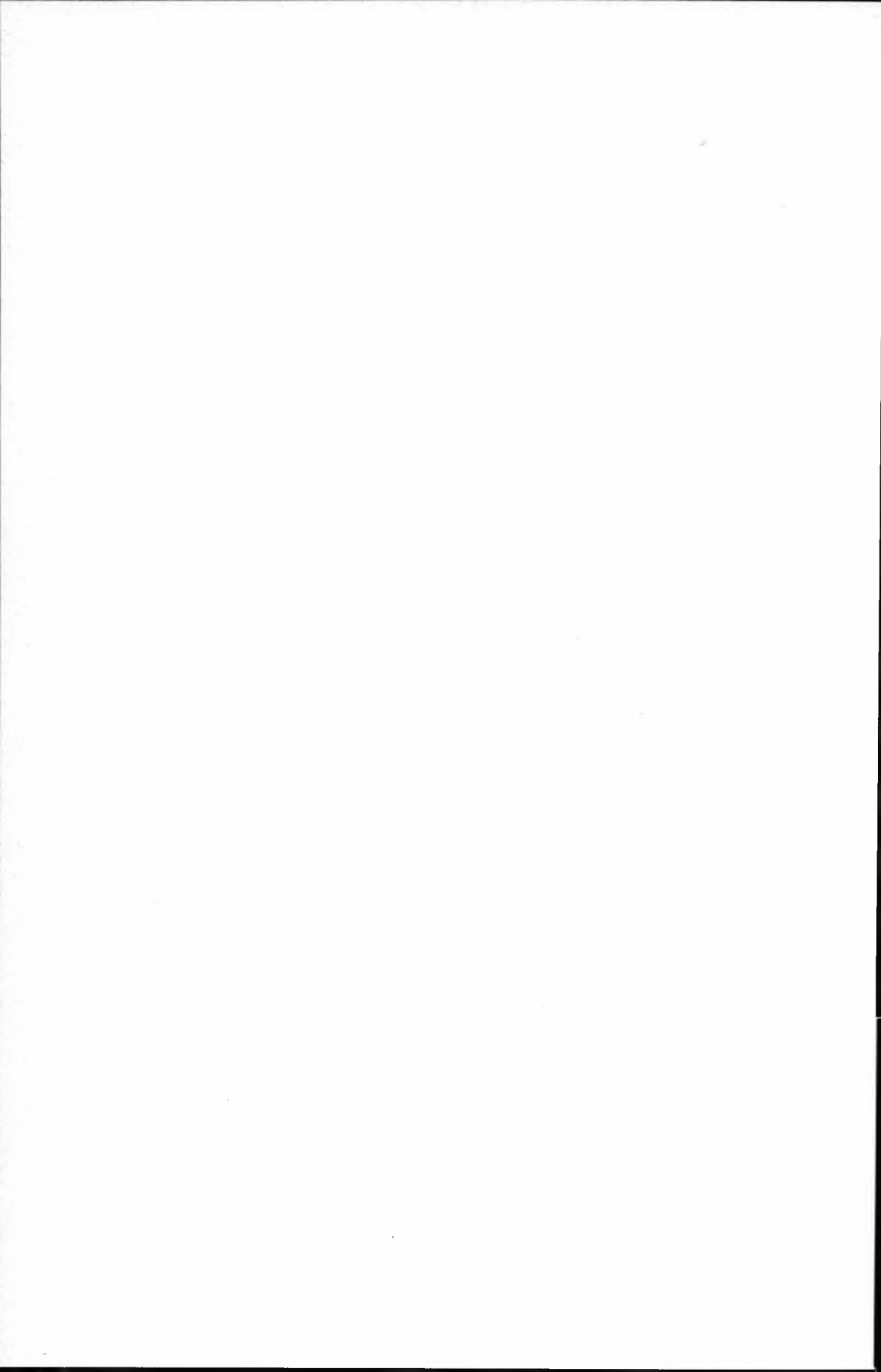
The content of total N and P in grain and straw was only slightly affected by the application method. The K content of grain was also unaffected, whereas the K content of straw was significantly higher by broadcast application compared to the placement method (Tables 9, 10).

Urea was inferior to ammonium nitrate limestone by broadcast application, whereas they gave approximately the same yield increase by concentrated placement (Table 12). The effect of placement of urea is partly due to the reduction or inhibition of N loss through NH_3 -evaporation.

Litteratur

- Aura, E.*, 1967: Effect of the placement of fertilizer on the development of spring wheat. *J. Sci. Agr. Soc. Finland* 39, 148—155.
- Duncan, W. G. & Ohlrogge, A. J.*, 1958: Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. II. Root development in the band. *Agron. J.* 50, 605—608.
- Ekeberg, E.*, 1977: Forsøk med radgjødsling til korn i Hedmark og Oppland 1968—73. Melding nr. 38 fra Statens forskingsstasjon Kise.
- Franck, O.*, 1948: Försök med nedmyllning av handelsgödsel, Lantbrukshögskolan, Jordbruksförsöksanstalten, Medd. nr. 26, 1—26.
- Huhtapalo, A.*, 1971: Radmyllning 1970: Försök i nya grödor. *Lantmannen* nr. 1, 6—9.
- Jonsson, L.*, 1973: Rapport från försök med radmyllning av gödsel. Lantbrukshögskolan, Avd. f. växtnäringslära, Rapport nr. 64, 1—36.
- Kara, O. & Raisänen, L.*, 1974: Sijoituslannoituksen kehityksestä ja tutkimustoiminnasta Suomessa. *J. Sci. Agr. Soc. Finland* 46, 175—184.

- Kähäri, J. & Elonen, P.*, 1969: Effect of placement of fertilizer and sprinkler irrigation on the development of spring cereals on the basis of root investigations. *J. Sci. Agr. Soc. Finland* 41, 89—104.
- Larpes, G.*, 1971: Radgödsling och kombinationsmaskiner. Lantbrukets forskningscentral, Dickursby. Stensiltryck, 2 pp.
- Lyngstad, I.*, 1970: Radgödsling til korn. Rådet for jordbruksforsøk, Informasjonsmøte, Fortrykk, 23—25.
- Lyngstad, I.*, 1972: Radgödsling til korn. Plantedyrkingsmøte, NLH, Fortrykk, 4 pp.
- Mattson, L.*, 1974: Rapport från försök med radmyllning av gödsel. Lantbrukshögskolan, Avd. f. växtnäringslära, Rapport nr. 83, 1—44.
- Miller, M. H. & Ohlrogge, A. J.*, 1958: Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. I. Effect of placement of nitrogen fertilizer on the uptake of band-placed phosphorus at different soil phosphorus levels. *Agron. J.* 50, 95—97.
- Skriver, K.*, 1973: Nedfældning af kalkammonsalpeter, urea og flydende ammoniak. Planteavlssarbejdet i Landbo- og Husmandsforeningerne, 2095—2096.
- Skriver, K.*, 1975: Placering af gödning. Planteavlssarbejdet i Landbo- og Husmandsforeningerne, 101—102.
- Svensson, E. & Johansson, O.*, 1972: Rapport från försök med radmyllning av urea. Lantbrukshögskolan, Avd. f. växtnäringslära, Rapport nr. 51, 1—13.
- Tranmæl, T.*, 1972: Radgödsling til korn. Landbrukstidende nr. 12, 244—247.



I redaksjonen 7.12.1976.

DYRKINGSMEDIUM FOR GRASBANER

Soil mixtures for athletic fields

AV
ATLE HÅBJØRG

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	180
II. Innledning	180
III. Materiale og metoder	181
IV. Resultater og diskusjon	181
V. Summary	187
VI. Litteratur	188

I. Sammendrag

I 1972—73 ble det foretatt vegetasjonsanalyser, tatt jordprøver og innhentet opplysninger om anlegging og bruk av et 60-talls grasbaner i Norge. Videre ble det i 1973—76 gjennomført to jordartforsøk på NLH, Ås, og ett i Hammerfest.

Resultatene viser at standard-oppskrifter for oppbygging av grasbaner i Norge er tvilsomme på grunn av de store variasjoner i klima.

På Østlandet hvor det er varmt og med forsommertørke, bør voksemediet lages slik at det har god evne til å holde på vatn og at den kapillære ledningsevne ikke brytes. Streng sjikting av voksemediet bør derfor unngås.

På Vestlandet og i Trøndelag hvor det normalt er rikelig med nedbør og tilfredsstillende temperaturforhold, kan et modifisert grusbilmedium anbefales. Også der bør den strenge sjiktingen unngås og overflatesjiktet på 7—8 cm bør blandes med de øverste 5—8 cm av grusen.

Langs kysten i Nord-Norge bør det legges opp til et mer mineralrikt voksemedium. Dette vil på grunn av

raskere temperaturstigning føre til tidligere vekststart om våren, men også tidligere vekst avslutning om høsten og dermed bedre avherding og større overvintringsevne. Videre bør banene så sant det er mulig legges med en overhøgde på ca. 50 cm. Dette øker avrenningen av vatnet og dermed raskere opptørring og redusert fare for isbrannskader. Også i de indre strøk på Østlandet bør banene konstrueres noenlunde som banene i Nord-Norge.

Ellers viser undersøkelsene at pH i voksemediet helst bør ligge mellom 6,0—7,0 og kvaliteten på grasmatta ble best ved hyppig gjødsling, men med små gjødselmengder hver gang. Klippehøgden var stort sett for låg på alle baner. Særlig var det tilfelle på Østlandet hvor den i tørkeperioden ikke bør være kortere enn 5 cm. Artsanalyser viste dessuten at det av de flerårige artene bare var *Poa pratensis* som tålte den store slitastjen og følgelig må den danne hovedbestanddelen i alle frøblandinger for grasbaner.

II. Innledning

Disse undersøkelsene har vært mulig å gjennomføre takket være økonomisk støtte fra Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd og Statens Ungdoms- og Idrettskontor. Hammerfest kommune v/bygartneren har vært behjelpelig med anlegging og observasjoner av feltene i Hammerfest. Alle takkes, også de som har gitt opplysninger om vedlikehold og bruk av banene.

Det er utarbeidd en rekke oppskrifter på hvordan grasbaner skal kon-

strueres for å gi det beste resultat (*Langvad*, 1964, *Daniel*, 1970, *Daniel*, 1972, *Petersen*, 1974 m.fl.). Enkelte av disse systemer har fått stor utbredelse. Særlig har det vært lett å slippe til med nye metoder i Norge, fordi vi her ikke har hatt egen forskning på dette området. Felles for de fleste av anleggingsmetodene er at de krever relativt avanserte folk for å stelle dem. Og er det noe vi ikke har, så er det tradisjoner og kunnskaper når det gjelder anlegging og drift av gras-

baner. Dessuten er klimaforholdene her i landet så varierende at det er umulig å lage og bruke en oppskrift som kan brukes over heile landet.

På Østlandet er klimaet kontinentalt med varme og tørre forsomre, mens det på Vestlandet er rikelig med nedbør og milde vintre som delvis gjør det mulig med helårsbruk av banene. I kyststrøkene i Nord-Norge er det også rikelig med nedbør, men sommertemperaturen er vanligvis låg og vinterklimaet ustabilt. I innlands-

strøk i Sør-Norge er klimaet svært kontinentalt med varme og tørre somre og kalde og stabile vintre.

For å få et inntrykk av hvordan ulike dyrkingsmedium egnet seg i ulike landsdeler, ble det i 1972—73 foretatt analyser av et 60-talls grasbaner i Norge. Resultatene var imidlertid såpass vanskelige å tolke at det som et supplement til disse undersøkelsene ble lagt ut jordartsforsøk på Norges landbrukshøgskole, Ås, og i Hammerfest.

III. Materiale og metoder

Analysene av norske grasbaner startet i 1972 samtidig med en innsamling av norske typer av plen gras. På alle baner ble det foretatt botaniske analyser på i alt 8 steder på hver bane. Videre ble det tatt jordprøver i to dybder, 0—8 cm og 10—20 cm. Prøvene ble analysert ved Statens Jordundersøkelse, Ås, og følgende prøver ble tatt: Glødetap, Volumvekt, pH, P-AL, K-AL, Mg-Al og Ca-AL.

I tillegg ble det innhentet opplysninger om oppbyggingen av banen, anleggsår, vedlikehold og bruksfrekvens.

Jordtypeforsøkene startet 1973. På NLH ble det anlagt et felt med 7 ulike dyrkingsmedier:

1. 20 cm sand
2. 20 cm sand + 8 cm torv på toppen
3. 20 cm sand + 8 cm torv frest 8 cm ned i sanda

4. 20 cm sand + 8 cm jord frest 8 cm ned i sanda
5. Leirholdig moldjord
6. Leirholdig moldjord + 8 cm torv på toppen
7. Leirholdig moldjord + 8 cm torv frest ned i sanda

I disse jordtypene ble det så lagt temperaturfølere 5 og 20 cm ned i bakken. Disse ble koplet til en temperaturskriver. Feltene ble så tilsådd med 3 plengraser i reinbestand:

Agrostis tenuis 'Mikro'
Festuca rubra 'Veni'
Poa pratensis 'Loba'

Samtidig med disse forsøkene ble det også lagt ut forsøk med vanlig jord og modifisert grusbed-medium tilsvarende behandling 4 i ovennevnte forsøk i Hammerfest og på NLH (Håbjørg, 1977). Også der ble temperaturen registrert i ulik jorddybde.

IV. Resultater og diskusjon

Kvaliteten på norske grasbaner varierer svært, men stort sett er den dårlig. Av de ca. 60 baner som ble besøkt i 1972—73, var det mindre enn

10 % som hadde god graskvalitet. Som det går fram av Tabell 1, er det tilsynelatende mange årsaker til det. Primært skyldes det nok ugunstige

Tabell 1. Graskvaliteten, arts-sammensetningen og næringsinnholdet i jorda på 60 norske grasbaner. Med i undersøkelsen er minimum 4 år gamle baner.

Table 1. The quality of the turf, pH and contents of phosphorus, potassium, magnesium and calcium in the soils at 60 different athletic fields in Norway.

	Gode	Tilfredsstillende	Dårlige	Svært dårlige
Helhetsinntrykk (0—9) . . .	7—9	5—7	3—5	1—3
Antall baner	5	17	21	17
Arts-sammensetning i %				
<i>Poa pratensis</i>	60—90	25—50	< 25	+
<i>Phleum pratense</i>	5	5	5	5
<i>Lolium perenne</i>	—	+	+	+
<i>Festuca</i> spp.	—	+	+	+
<i>Agrostis</i> spp.	—	—	—	—
<i>Poa annua</i>	< 25	< 50	< 75	> 75
Ugras	5	10	10	20
Næringsinnhold i jorda				
pH	6,5—7,2	6,0—7,5	5,0—6,5	4,5—8,1
P-AL	15—50	8—60	2—80	1—80
K-AL	10—35	5—40	3—40	1—80
Mg-AL	8—16	8—80	3—620	1—1000
Ca-AL	360—700	170—700	50—250	10—14100

klimaforhold sammen med et lite vinterherdig sortsmateriale. Det faktum at alle baner som hadde god graskvalitet lå langs kysten, den nordligste lå i Lødingen, synes å peke i den retning. Imidlertid må nok også en stor del av årsaken til den dårlige kvaliteten tilskrives et ufullstendig vedlikehold. Delvis skyldes nok det faglig utilstrekkelighet, men også at de dyringsmedier som er brukt har vært for kravfulle eller dårlig tilpasset de lokale forhold.

De siste 10 år har de fleste nye baner i Norge blitt anlagt etter den såkalte grusbed-metode (*Langvad*, 1964). Denne metode foreskriver et 20 cm tykt sand-gruslag med et 7—8 cm tykt lag med sandblandet torv på toppen. Med god drenering under sandlaget vil et slikt medium gi rask avrenning av vatnet og dermed opp-tørking av banedekket. Og ettersom fuktig jord er lettere å komprimere enn tørr jord, vil det være lettere å holde en god jordstruktur ved bruk

av grusbed-medium. Metoden har da også i disse undersøkelser vist seg å gi best resultat i de nedbørrike strøk. Men også der har den sine svakheter. Jordanalyser fra slike baner viser at det er praktisk talt umulig å holde et akseptabelt innhold av viktige næringsstoffer i jorda. Det gjelder særlig kalium og nitrogen som lett vaskes ut, men det er også problemer med å holde innholdet av to-verdige kationer oppe. Dette har meget alvorlige konsekvenser på Sørlandet hvor pH i regnvatnet på enkelte steder i perioder kan ligge godt under 4,0 (*Falconbridge nikkilverk A/S*, 1973) og hvor pH i vatningsvatnet ligger under 4,5. På grusbed-banene i Flekkefjord-Sira har det f.eks. vist seg umulig sjøl med årlige tilførsler av dolomitt- og kalksteinsmjøl å få pH i jorda opp i et nivå som er tilfredsstillende for at *Poa pratensis* kan trives. Ved tilførsler av 200 kg dolomitt-mjøl pr. da har det vært mulig å heve pH fra 4,8 til 5,6, men alle-

rede ett år etter har den igjen vært nede på 5,0. På grunn av denne sterke utvaskingen har man i Sira gått over til å bruke skjellsand istedenfor dolomitt- og kalksteinsmjøl og tilsynelatende med godt resultat. Under slike forhold må imidlertid grusbed-metoden absolutt frarådes.

Også på steder med forsommer-tørke slik det er på Østlandet, bør grusbed-metoden anvendes med forsiktighet. Den strenge sjiktingen fører til brudd i den kapillære ledningsevne slik at alt vatn som forbrukes må tilføres ovenfra. Ettersom sand-grus sjiktet ikke inneholder kolloider, vil det ikke holde på næringsstoffer

og det vil også holde bare små mengder vatn, og dermed er det lite attraktivt for røttene (Tabell 2). Med et toppsjikt av leirholdig moldjord som i Tabell 2, vil en del næringsstoff holdes i det øvre sjikt. Om derimot toppsjiktet består av en blanding av lite omdannet torv og sand, vil det skje en rask utvasking av stoffer fra dette sjiktet. Det var tilfelle på Bislett grasbane da den var nyanlagt. Grunn-gjødslingen i grus-sand sjiktet og toppsjiktet var der til sammen over 200 kg pr. da. Og ettersom det var oppholdsvær etter såing, ble saltkon-sentrasjonen i overflata så stor at spirene ble svidd. Vatning førte til

Tabell 2. Næringsinnhold i topp- og sandsjikt i voksemediet på Koppang grasbane.

Table 2. Soil analysis of the top- and sand-layer of a athletic field at Koppang.

Jord-dybde	Volumvekt	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL
0— 8 cm	1,0	6,4	20,0	32,0	11,0	285
10—20 cm	1,6	5,6	2,2	3,8	0,4	19

Tabell 3. Kvaliteten av graset hos *A. tenuis* 'Mikro', *F. rubra* 'Veni' og *P. pratensis* 'Loba' dyrket i 7 ulike voksemedier på NLH, Ås. Skala 0—9 (9 = best).

Table 3. The quality of the turf of *A. tenuis* 'Mikro', *F. rubra* 'Veni' and *P. pratensis* 'Loba' grown in 7 different soils at Ås. Scala 0—9 (9 = best).

Jordtype	Oktober 1974				Oktober 1976			
	Mikro	Veni	Loba	\bar{x}	Mikro	Veni	Loba	\bar{x}
Sand	4	5	7	5,3	3	5	5	4,3
Sand + torv	7	6	7	6,7	3	6	3	4,0
Sand + torv (blandet)	8	7	8	7,7	4	6	5	5,0
Sand + jord (blandet)	9	7	8	8,0	4	8	7	6,3
Jord	9	9	9	9,0	6	9	8	7,7
Jord + torv	8	9	8	8,3	6	8	5	6,3
Jord + torv (blandet)	9	9	8	8,7	5	8	6	6,3
Gj.snitt	7,7	7,4	7,9	7,7	4,6	7,1	5,7	5,8

rask utvasking både fra topp- og sandsjiktet. Jordanalyser kombinert med avrenningsundersøkelser viste at 30—40 mm nedbør var nok til å redusere kalium-innholdet fra 60 mg pr. 100 g jord (K-AL) til ca. 5 i toppsjiktet og ned til ca. 1 i sandsjiktet. Praktisk talt alt kalium og nitrogen ble funnet igjen i drengvatnet.

Grunngjødsling i hvert fall med kalium og nitrogen i grusbedmedium er derfor temmelig bortkastet. Derimot kan det se ut som fosforgjødsling kan ha noe mer for seg.

Resultatene av jordartsforsøkene på Ås, peker i samme retning. Utvaskingen fra toppsjiktet der det var brukt rein torv var mye større enn der det var brukt kulturjord og dette virket nok også på graskvaliteten. Som Tabell 3 viser var graskvaliteten på de felt som var anlagt etter den tradisjonelle grusbedmetode og med torv som toppdekke absolutt dårligst av samtlige kombinerte voksemedier. Dette stemmer også med de registreringer som ble gjort på baner rundt om på Østlandet. Noen av de beste baner ble der funnet på god moldjord eller til og med myr. På de sistnevnte baner var det naturligvis en del setninger, men grasdekket var usedvanlig tett og slitesterkt. Noen få nyere anlagte grusbedbaner synes å være bedre. Imidlertid kan også dette få ganske kort varighet da banene i tørkeår som 1975—76 nødvendigvis må vatnes så ofte at grasdekket da lett blir for sterkt drevet og dermed glissent og lite slitesterkt.

I jordartsforsøkene var graskvaliteten høsten 1976 best på feltene med leirholdig moldjord. Men ettersom det ikke var særlig belastning på disse felt, er det nærliggende å anta at denne jordtypen ikke passer på grasbaner. Vatngjennomgangen blir for dårlig. Jorda blir fuktig og det blir sterk komprimering. Resultatet blir som re-

gistrert på en rekke baner — tett og hardt banedekke som umuliggjør utvikling av underjordiske utløpere og dermed vekst av *Poa pratensis*. Det endelige resultat blir derfor et grasdekke bestående av bare ettårige gras, *Poa annua*. Et modifisert grusbed-medium kan derfor både som Tabell 3 og praktiske prøver har vist være det riktige for Østlandsforhold. Først grovplaneres undergrunnen og deretter påkjøres et 10—15 cm tjukt sandlag om ikke grunnen på forhand er vatngjennomtrengelig nok. Sanda grovplaneres og det kan også gjerne grubbes for å få bedre kontakt mellom undergrunn og sandsjiktet. Deretter kjøres det på et 10—12 cm tjukt lag med godt omdannet torv eller en blanding av torv og jord. Før finplanering blandes så torva med de øverste 8—10 cm av sanda. En slik oppbygging av voksemediet skulle sikre en bedre kapillær ledningsevne i jorda og større evne til å holde på vatn og næringsstoff. Dermed skulle det kunne bli et medium som både er bedre for plantene og lettere å stelle.

Ifølge temperatur-observasjonene har et blandingsmedium også betydelig bedre varmeledningsevne enn et grusbed med torv på toppen (Figur 1). Et topplag av lite omdanna torv virker i praksis som et isolasjonssjikt. Varmen har vanskeligere for å trenge ned og temperaturen både 5 og 20 cm ned i bakken er som Figur 1 viser, betydelig lågere enn om sand og torv blandes eller om sand og jord blandes. En slik temperaturøkning er naturligvis av en viss betydning også på Østlandet, men den er en absolutt nødvendighet i høgereliggende strøk på Østlandet og framfor alt i Nord-Norge. Temperaturen er der den absolute minimumsfaktor og følgelig må jorda gjøres så lett og mineralrik som mulig. Anlegging av grasbaner på myr er derfor meget tvilsomt i Nord-Norge.

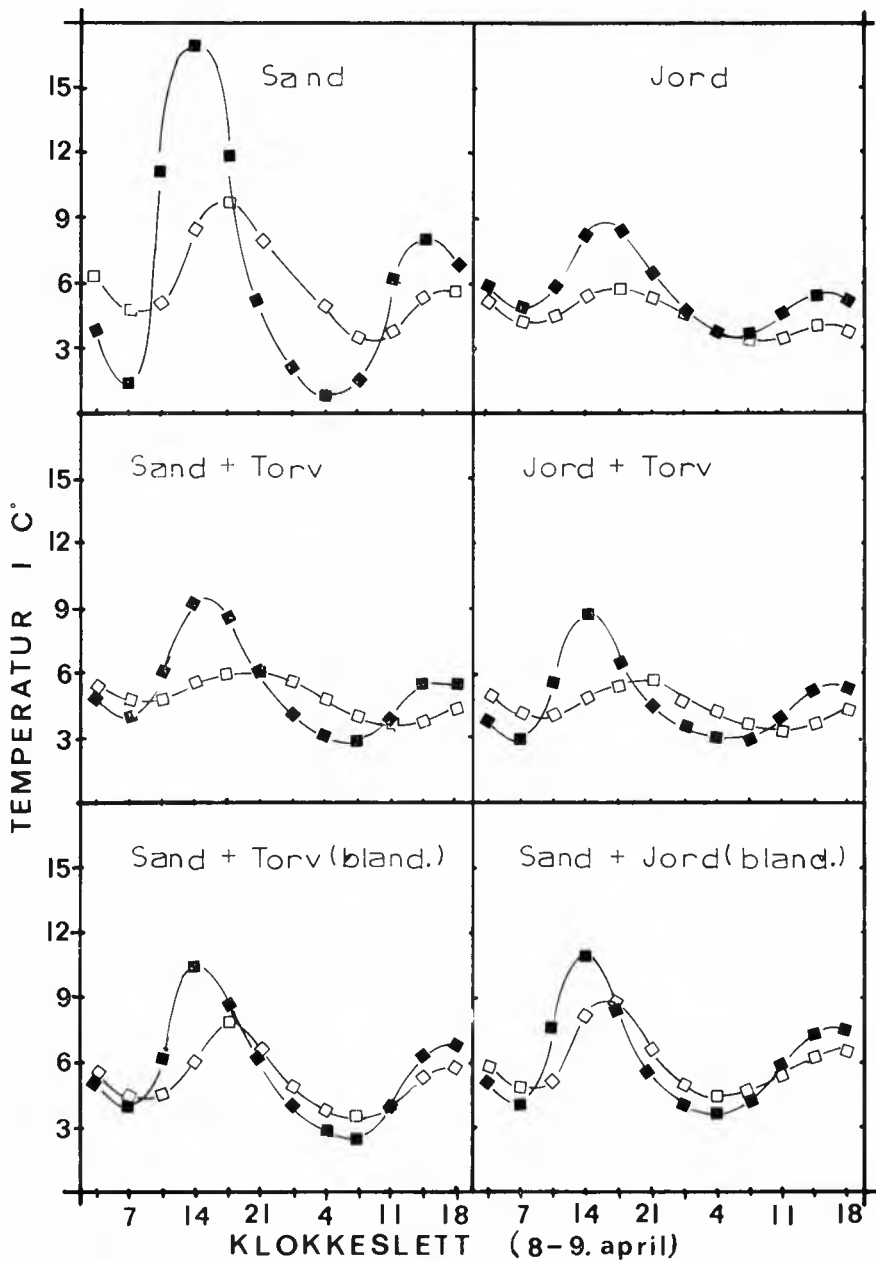


Fig. 1. Daglig temperaturvariasjon i jorda i ulike jordtyper.

—■— 5 cm dypt
 -□- 20 cm dypt

The daily fluctuation in soil temperature in different soil mixtures.

Tabell 4. Virkningen av dyrkingsmedium på vekststart hos *Agrostis tenuis* Sieb.

Table 4. The effect of soils on the start of growth of *Agrostis tenuis* Sieb.

	Høgde i cm			Helhetsinntrykk Skala 0—9		
	5/5	15/5	26/5	5/5	15/5	26/5
Sand	4	9	14	1	3	4
Sand + torv	0	2	6	0	2	3
Sand + torv (blandet)	1	5	11	0	5	6
Sand + jord (blandet)	3	8	14	2	6	7
Jord	3	7	13	2	7	7
Jord + torv	1	5	7	1	4	4
Jord + torv (blandet)	2	7	12	1	7	7

En økning av jordtemperaturen vil som Tabell 4 viser føre til en raskere vekststart om våren, men det vil også betinge en raskere temperatursenkning om høsten og dermed til en tidligere vekstavslutning (*Håbjørg*, 1976). Så lenge vi er henvist til å bruke underherdige plengras-sorter, er dette en viktig faktor for overvint-ringsevnen.

Tidligst vekststart ble det som tabellen viser på de felt hvor det var sådd direkte på sand, men også på de felt hvor jord var blandet med sand var det en nesten tilsvarende tidlig start. Veksten kom seinest i gang på de felt hvor torva og dernest jorda ikke var blandet med sanda. Ved en blanding av torv og sandsjikt kom veksten i gang nesten 1 uke tidligere enn ublandet torv og sand. De dårlige varmelednings-egenskaper som lite omdanna torv har, gjør at den ikke bør brukes på de klimatisk ugunstige steder. I fall ikke annet alternativ finnes bør den i det minste blandes med sand — gjerne skjellsand. Noen av de fineste banene i Nord-Norge ligger på skjellsand. En skal imidlertid være klar over at pH i enkelte tilfelle da kan bli for høg, slik at det oppstår problemer med tilgangen av enkelte næringsstoffer.

Ellers er det svært viktig at grasbanene i Nord-Norge legges med større overhøgde enn vanlig. Om graset blir stående i isvatn eller blir islagt om våren vil det føre til isbrann og plantedød i løpet av kort tid. Når forholdene er verre i Nord-Norge enn sørpå, henger det delvis sammen med den lengre soldagen. I tillegg til at overhøgden helst bør være over 50 cm. bør dessuten banen heves noen cm over terrenget rundt, slik at vatnet kan renne av. Det er også viktig å sørge for at avløpsrørene for overflate-vatn holdes åpne.

Som det går fram av Tabell 1, er det også andre forhold som virker inn på graskvaliteten. En av de viktigste faktorer synes å være pH og næringstilgangen i jorda. Ettersom *Poa pratensis* synes å være en av de få flerårige gras som tåler slitasjen på grasbanene og særlig ettersom det er den mest krevende arten med hensyn til pH og næringstilgang, bør pH ikke tillates å komme under 6.0. Videre bør innholdet av lettøselig fosfor og kalium helst ikke gå under 10 mg pr. 100 g jord, men gjerne holdes på bortimot 30—40. For å makte å holde næringsinnholdet på dette nivå, må det overgjødsles ofte og kalking bør på Sørlandet sannsynligvis

skje minst hvert annet år (*Håbjørg*, 1974).

Også klippehøgden har som tidligere påpekt en vesentlig betydning for graskvaliteten. Stort sett klippes grasset for kort. Det gjelder særlig i tørkeperioder. Helst burde det da ikke klippes, men om det gjøres, bør det ikke klippes kortere enn 5 cm. Klipping ned til 2—2.5 cm sammenlignet med 5 cm førte til betydelig høyere jordtemperatur og dermed også til økt fordamping. I tillegg vil også rottybden reduseres fordi det alltid er et visst forhold mellom rottybde og grashøge. Totalt vil derfor sterk

klipping av grasset føre til meget redusert tørkeresistens.

Ellers er det verd å merke seg at *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra* og delvis *Phleum pratense* ikke tålte den sterke slitasjen på grasbanene og at de derfor bare var å finne langs banens ytterkanter. *Lolium perenne* maktet heller ikke å gjøre seg særlig gjeldende, sannsynligvis på grunn av liten herdighet. Det forhold at disse artene ikke klarer seg på grasbanene må naturligvis føre til den konklusjon at andelen av disse i blandingene må reduseres sterkt. Kanskje bør de utelukkes heilt.

V. Summary

In 1972—73 about 60 athletic fields from all over Norway were examined in respect to structure, mineral content, and pH of the soil, and botanical composition of the turf in order to gain information on proper construction and maintenance of the fields. In addition two soil modification experiments were carried out at Ås (ca. 60° N) and Hammerfest (ca. 70° N).

The results show that the great variations in climate, in maintenance and in use make it impossible to use a standard method for construction of athletic fields in all of Norway. For instance, the lower areas in the south-eastern part of Norway have dry and quite warm weather in spring and early summer. The drainage layer should therefore be only 10—15 cm and good capillary connection should be maintained with the eunderground. In addition the top-soil should be 10—12 cm and partly mixed with the drainage layer so a high water-holding capacity can be maintained.

In the maritime areas along the west coast the precipitation is excessive and the temperature conditions allows use of the field some in the winter. The drainage conditions must therefore be extremely good and the surface layer must have a sufficient water permeability and stability to prevent development of a soft and soggy surface. A modified «sand-bed» method with 12—18 cm drainage layer of sand and 7—8 cm of top-soil mixed with the upper part of the drainage layer is recommended.

The precipitation is excessive also in the coastal areas in the northern part of Norway so the drainage and permeability of the soil must be good. However, here soil temperature is obviously one of the most limiting factors. The top-layer should, if possible, be crowned 50—60 cm to facilitate surface runoff and thereby avoid damage of the turf by ice and ice-water in the spring.

The investigations further show that the pH in the soil should be between 6 and 7 and that the quality of the turf increased with increasing fertilization frequency. It also showed that the cutting height was mostly too short on all fields — especially

on the fields in the dry and warm areas in the south-eastern part of the country.

The botanical analysis also showed that *Poa pratensis* was the only perennial grass which survived the intensive wear on the athletic fields.

VI. Litteratur

- Daniel, W. H., 1970: Purr-wick rootzone system for turf. *Midwest Turf Bull.* 40.
- Daniel, W. H., 1972: Perscription for athletic turf — The PAT system. *Grounds Maintenance* 7 (2): 43—6.
- Falconbridge Nikkelverk A/S, 1973: Resultater fra nedbørundersøkelser 1973. Upubl.
- Håbjørg, A., 1974: Anlegging og vedlikehold av grasbaner. 5. konferanse for ledere av kommunale idrettsanlegg i Trondheim 25.—27. sept. Utgitt av KUD, Statens Ungdoms- og idrettskontor, s: 16—38.
- Håbjørg, A., 1976: Effects of photoperiod and temperature on vegetativ growth of different Norwegian ecotypes of *Poa pratensis*. *Meld. Norg. landbr.høgsk.* 55 nr. 16.
- Håbjørg, A., 1977: Kunstig oppvarming av grasarealer. *Forskn. og forsøk i landbr.* Under trykking.
- Langvad, B., 1964: W:S-metoden for anlegging av avancerade sportytør. *Grastips* 1964.
- Petersen, M., 1974: Construction of sports grounds based on physical soil characteristics. *Proc. Second Int. Turf Res. Conf.* s: 270—6.

I redaksjonen 20.12.1976.

JORDHERBICID I KORNAKER

Soil herbicides in spring sown cereals

AV
ROLF SKUTERUD

INNHold

	Side
Sammendrag og konklusjoner	190
Innledning	190
Forsøksmetodikk	191
Omtale av herbicidene	191
Resultater og diskusjon	192
1. Virkningen på ugraset	192
2. Virkningen på kornavlinga og kornkvaliteten	195
Summary and conclusions	198
Litteratur	199

Sammendrag og konklusjoner

I 34 markforsøk er herbicidene prometryn, diuron, linuron, nitrofen, pyrazon og pyrazon + cycluron sammenlignet i vårkorn. Sprøytinga ble utført så fort som mulig etter såing. Forsøkene ble utført på distriktsforsøksgarder og i forsøksringer.

Virkningen mot ugraset var ikke tilfredsstillende for noen av de forsøkte herbicidene, verken for den enkelte ugrasart eller for frøugraset samlet. Etter linuron og diuron, som virket best, overlevde henholdsvis 36 og 39 % av ugraset. Dette er ikke bedre enn den virkningen en får etter bruk av MCPA som bladherbicid.

Virkningen på ugraset ble ikke forskjellig for ulikt innhold av organisk materiale i jorda, ulik temperatur etter sprøyting eller ulikt tidspunkt for nedbør etter sprøyting. Derimot viste en lineær regresjonsanalyse mellom prosent overlevende frøgras (X) og mm nedbør første 10 døgn etter sprøyting (Y) en sikker negativ sammenheng. ($r = -0,36$, $P = 0,05$ og $X = 52,9 - 0,34 Y$).

Oppspiringen av kornet ble noe redusert for linuron og nitrofen i byggåker. Men i gjennomsnitt for 27 forsøk ble det ikke funnet noen sikker påvirkning på avlingen for noen av behandlingene. Det var likevel en ten-

dens til at prometryn og diuron ga en liten meravling. I 3 forsøk i havreåker ga alle forsøkte herbicid unntatt nitrofen og pyrazon en sikker meravling. Meravlingene var større i havreåker enn i byggåker. Dette henger trolig sammen med at det var mer ugras i havreåkeren. I byggåker var det ingen forskjell i meravling på forsøk med mye eller lite ugras. Men hvis 5 byggforsøk, hvor det var tatt jordprøve, ble gruppert etter innhold av organisk materiale i jorda, var det sikker forskjell i avlingsutslagene for sprøyting. Lite organisk materiale førte til redusert avling.

Spireprosenten, hl-vekten, 1000-kornvekten og avrensprosenten ble ikke påvirket av noen av behandlingene, verken i bygg eller havre.

Ingen av de forsøkte behandlinger kan konkurrere, verken i ugrasvirkning eller med hensyn til avlingsøkning, med de beste bladherbicid som brukes i kornåkeren i dag. Men i en situasjon med knapphet på mer egnete herbicid, kan linuron eller diuron i en mengde på 100 g v.s. pr. dekar brukt som jordherbicid gi et brukbart resultat. På skarp humusfattig jord kan ingen av de forsøkte herbicid og doser anbefales brukt på grunn av fare for redusert kornavling.

Innledning

Sprøyting mot ugras i kornåker foretas nå nærmest utelukkende med bladherbicid. Vanlig sprøytetid er når kornplantene har 3—4 blad. Norske forsøk har vist at en slik sprøyting fører til en avlingsøkning på ca. 10 %, (*Vidme*, 1959, *Bylterud*, 1969, *Jakobsens*, 1972, *Skuterud*, 1974). Men når kornplantene har 3—4 blad, har de fleste ugras også minst 2 varige blad.

Næringsforrådet i ugrasfrøet er brukt opp, og ugrasplantene har begynt å bruke næring og vann fra jorda. De har med andre ord begynt å konkurrere med kornplantene. Det var derfor naturlig å undersøke om en ville kunne få ytterligere avlingsøkninger dersom en greidde å drepe ugraset på et tidligere stadium, f.eks. i spiringsfasen. Andre momenter som talte for

at dette burde undersøkes nærmere, var at en da ville unngå kjørespor i kornåkeren, og at en kunne bruke litt større sprøytedråper slik at faren for skadelig avdrift kunne reduseres.

Ved Statens plantevern, Ugrasbiologisk avdeling, ble det i 1961 og 1962 utført orienterende forsøk med jordherbicid i kornåker. Disse resultatene

var så lovende at en fant å ville undersøke forholdet nærmere. I perioden 1963—1966 ble det derfor utført i alt 34 forsøk etter samme plan i forskjellige korndistrikter spredt over hele landet. De fleste forsøkene ble utført av forsøksringer og forsøksgarder.

Forsøksmetodikk

Forsøkene ble sprøytet med rygg-sprøyte så snart som mulig etter kornsåing. Foreskrevet væskemengde var 100 l pr. dekar. Forsøkene ble anlagt som blokkforsøk med 3 gjentak. I de fleste forsøk var anleggsruta 3,0 m x 7,0 m mens høsteruta var 2,0 m x 6,0 m. Ugrastelling ble foretatt på 4 tilfeldig valgte steder à $\frac{1}{2}$ m² innen hver rute tidligst 5 uker etter sprøyting. Arter som forekom i større antall enn 10 stk. pr. m² ble spesifisert. Vassarve ble veid.

Kornprøver fra de ulike ledd ble

analysert ved Statens frøkontroll, Ås-NLH. Resultatene av forsøkene er tilrettelagt for statistisk analyse av førsteaman. P. Jacobsons. De er satt opp og analysert (regresjonsanalyse, F- og t-test) dels av siv.agr. O. K. Fladby og dels av forfatteren. Variansanalysen er utført ved Sentral for forsøksmetodikk og databehandling, Ås-NLH. Utslag på 5 %-nivået har blitt regnet som sikkert, mens usikre utslag er betegnet med NS. Strek (—) betyr at det ikke er foretatt noen statistisk analyse.

Omtale av herbicidene

Følgende 3 ureaderivater var med i forsøkene: Linuron, diuron og cycluron. Alle disse ureaderivatene har herbicidal virkning i jorda. I tillegg kan også linuron brukes som bladherbicid. I små doser virker de selektivt. Linuron brytes ned i jorda i løpet av 6—12 mnd., mens diuron trenger 10 mnd., kanskje flere år før det er forsvunnet fra jorda (Haas, 1971). Cyclurons persistens er mindre undersøkt. Linuron er det eneste av de 3 forsøkte ureaderivat som er godkjent til bruk her i landet.

De øvrige forsøkte herbicid var pyrazon, prometryn og nitrofen. Disse 3 herbicid kan virke både gjennom jord og blad. Alle er godkjent for bruk her i landet. Prometryn og nitrofen brytes ned i løpet av 1—6 mnd., mens pyrazon holder seg i jorda i fra 3—6 mnd. etter sprøyting (Haas, 1971).

Selektivt bruk av disse herbicid i kornåker muliggjøres ved at de bindes sterkt til det kolloide materialet i jorda, både organisk og uorganisk. Innholdet av kolloidmateriale betyr

mer for hvor langt ned i jorda herbicidene vandrer, og eventuelt skader kornplantene, enn hvor lett løselige de er i vann. Mesteparten av de tilførte herbicidene forblir altså i det

øvre jordsjiktet, spiresjiktet for frøugraset.

De forsøkte mengdene av de ulike herbicid framgår av tabellene.

Resultater og diskusjon

1. Virkningen på ugraset

Tabell 1 viser virkningen på ugraset av de ulike herbicid. I gjennomsnitt for alle frøugas var virkningen ikke tilfredsstillende for noen av de forsøkte behandlinger. Linuron og diuron ga best virkning. Linuron ga sikkert bedre virkning enn alle de øvrige behandlinger unntatt diuron. I gjennomsnitt for alle arter kan ugrasvirkningen av linuron sammenlignes med virkningen av MCPA brukt alene (Vidme, 1959, *Bylterud*, 1969, *Jakobsons*, 1972 og *Skuterud*, 1974). Men de ulike ugrasarter reagerte ikke likt. Ingen av de forsøkte behandlingene ga tilfredsstillende virkning på vassarve. Etter nitrofenbehandling har det til og med blitt en sikker økning i mengden av vassarve. Fra andre forsøk er det også kjent at nitrofen har svært dårlig virkning mot vassarve (*Bylterud*, 1968 og *Fiveland*, 1972). Siden nitrofen dreper endel andre ugrasarter, vil vassarve få gode betingelser på nitrofensprøyta ruter. Dette er trolig årsaken til økningen i vassarvemengden.

Mot meldestokk og linbendel virket linuron sikkert bedre enn de øvrige behandlinger, unntatt diuron. Men selv denne virkningen er knapt tilfredsstillende. Nitrofen virket dårligst. Mot dårter, hønsegrasarter og åkerstemorsblom var det ingen sikre forskjeller mellom behandlingene. Alle behandlinger viste dårlig ugrasvirkning. Det samme kan sies om ugrasvirkningen på jordrøyk, penge-

urt, rødtvetann og tungras.

Mot åkergull ble det generelt oppnådd best virkning. Linuron og diuron ga svært god virkning, mens prometryn og pyrazon alene eller i blanding med cycluron ga tilfredsstillende virkning. Ledd med pyrazon ga også tilfredsstillende virkning mot åker-svineblom.

Åkerdylla ble som ventet ikke redusert av noen av behandlingene. Samtlige av de forsøkte herbicid karakteriseres som spiregifter for frøugras.

Generelt sett har ingen av de forsøkte jordherbicid gitt god nok ugrasvirkning. Ugrasbestanden er så stor etter sprøyting at det vil bety en kraftig frøformering og konkurranse med kornplantene om næring og vann. Siden flere av de herbicid/herbicidblandinger som er på markedet i gjennomsnitt dreper minst 90 % av ugraset ved sprøyting på 3-bladstadiet i kornåkeren (*Bylterud*, 1969, *Jakobsons*, 1972, *Skuterud*, 1974), er ingen av de forsøkte jordherbicid konkurransedyktige i dagens situasjon. Forsøk utført i Australia (*Pearce*, 1967) og ved Statens plantevern (upublisert) tyder på at linuron alene sprøytet på 2—3-bladstadiet av kornplantene i en dose på 25—30 g v.s. pr. dekar vil gi enda bedre ugrasvirkning enn funnet i disse forsøk.

Jordherbicidene trenger god jordfuktighet for å gi god ugrasvirkning. Hvis det ikke er jordråme nok til at

Tabell 1. Overlevende ugras etter ulike jordherbicid.
 Table 1. Survived weeds after treatment with some soil herbicides.

Behandling Treatment	Ube- handlet pl/m ² (g/m ²) Untr. pl/m ² (g/m ²)	Prom- etryn	Diuron	Linu- ron	Nitro- fen	Pyrazon		LSD 5 %	Antall forsøk No. of exp.
						Pyrazon	+ cycluron		
g v.s./daa	g a.i./1000 m ²	100	100	100	300	300	240 + 60		
		Relative tall. Ubehandlet = 100 Relative figures. Untreated = 100							
		Abs. tall Abs. fig.							
Vassarve (<i>Stellaria media</i>)	(192)	58	43	37	150	60	50	36	21
Meldestokk (<i>Chenopodium album</i>)	154	52	42	29	66	52	44	15	19
Då-arter (<i>Galeopsis</i> spp.)	47	62	50	70	54	57	62	NS	14
Linbendel (<i>Spergula arvensis</i>)	200	59	39	21	92	54	56	20	10
Hønsgrasarter (<i>Polygonum</i> spp.)	50	68	69	51	54	41	44	NS	9
Åkerstemorsblom (<i>Viola arvensis</i>)	20	55	50	38	45	47	64	NS	4
Jordrøyk (<i>Fumaria officinalis</i>)	80	48	87	111	68	93	98	—	3
Åkergull (<i>Erysimum cheiranthoides</i>)	55	11	6	6	44	16	15	—	3
Pengeurt (<i>Thlaspi arvense</i>)	23	60	47	80	114	41	30	—	3
Åkerstemorsblom (<i>Viola arvensis</i>)	18	38	60	29	63	10	10	—	3
Rødtvetann (<i>Lamium purpureum</i>)	60	66	39	47	86	53	30	—	2
Tunbalderbrå (<i>Matricaria matricarioides</i>)	24	31	33	35	140	59	20	—	2
Tungras (<i>Polygonum aviculare</i>)	11	247	114	87	122	82	110	—	2
Alle frøgras. All weeds	221	53	39	36	62	45	46	9	34
Åkerdylle (<i>Sonchus arvensis</i>)	25	70	191	74	84	189	167	—	2

Tabell 2. Overlevende frøgras i alt gruppert etter ulike nedbørforhold etter sprøyting.
 Table 2. *Survived weeds at various intervals/precipitation after spraying.*

Behandling Treatment	Ube- handlet pl./m ² Untr. pl./m ²	Prom- etryn	Diuron	Linu- ron	Nitro- fen	Pyrazon	Pyrazon + cycluron	Gj.sn. alle ledd Average	Antall forsøk No. of exp.
g v.s./daa. g a.i./1000 m ²	0	100	100	100	300	300	240 + 60		
Døgn fra sprøyting til første regn Days from spraying to first rainfall	Abs. tall Abs. fig.	Relative tall. Ubehandlet = 100 Relative figures. Untreated = 100							
Nedbør første 10 døgn e. sprøyting Precipitation first 10 days after spraying									
< 1 døgn	263	40	29	24	58	42	41	39	15
1-5 døgn	291	59	51	51	65	49	53	55	8
> 5 døgn	101	67	46	44	67	46	50	53	10
Forskjell	NS NS NS NS NS NS NS NS NS								
Significance									

Tabell 3. Overlevende frøgras i alt ved ulik lufttemperatur etter sprøyting.
 Table 3. *Survived weeds at various air temperatures after spraying.*

Behandling Treatment	Ube- handlet pl./m ² Untr. pl./m ²	Prom- etryn	Diuron	Linu- ron	Nitro- fen	Pyrazon	Pyrazon + cycluron	Gj.sn. alle ledd Average	Antall forsøk No. of exp.
g v.s./daa. g a.i./1000 m ²	0	100	100	100	300	300	240 + 60		
Lufttemp. kl. 13.00 de 10 første døgn etter sprøyting Air temperature at 1.00 p.m. the 10 first days after spraying	Abs. tall Abs. fig.	Relative tall. Ubehandlet = 100 Relative figures. Untreated = 100							
< 14° C	207	42	26	28	58	44	36	39	11
14-20° C	221	58	47	40	65	51	60	53	12
> 20° C	236	60	45	43	64	38	42	49	10
Forskjell	NS NS NS NS NS NS NS NS NS								
Significance									

herbicidet fordeler seg i spiresjiktet til ugraset, vil ugrasvirkningen bli dårlig. For å undersøke om virkningen på ugraset ble forskjellig ved ulik tid fra såing til første nedbør, ble materialet gruppert, tabell 2. Tabellen viser også at det var en nær sammenheng mellom ulik tid til første nedbør og sum nedbør første 10 døgn etter sprøyting. Der det begynte å regne først kom det også mest nedbør.

Ingen av behandlingene ga sikker forskjell i ugrasvirkning etter ulik tid til første nedbør. Dog var det en tendens til at både linuron, diuron og prometryn ga best virkning når det kom regn straks etter sprøyting. Den samme tendens viste seg for gjennomsnittet av alle behandlinger. Men selv om det kom regn straks etter sprøytingen, var fortsatt ugrasvirkningen for dårlig.

En regresjonsanalyse for den lineære sammenheng mellom prosent overlevende frøgras (X) og mm nedbør første 10 døgn etter sprøyting (Y) ga imidlertid en sikker negativ korrelasjonskoeffisient ($r = -0,36$ og $P = 0,05$) og regresjonslikningen $X = 52,9 - 0,34 Y$. Ugrasmengden minket altså med 3,4 % for hver 10 mm nedbør. Etter dette må det falle svært mye nedbør for at ugrasvirkningen skal bli god nok.

Antall døgn fra såing til sprøyting varierte fra 0 til 7. I gjennomsnitt gikk det 2 døgn. En regresjonsanalyse viste imidlertid ingen sammenheng mellom prosent overlevende frøgras og antall døgn fra såing til sprøyting.

2. Virkningen på kornavlinga og kornkvaliteten

Virkningen på vekst, kornavling og kornkvalitet av de ulike herbicid går fram av tabell 4.

I byggåker ble oppspiringen på linuron- og nitrofenbehandla ruter

I tabell 3 er vist virkningen på ugraset ved ulik lufttemperatur kl. 13.00 de første 10 døgn etter sprøyting. Verken for hver enkelt eller for gjennomsnittet av alle herbicid ble det funnet noen forskjell på de ulike temperaturgrupperinger. Tabellen viser likevel en tendens til best virkning ved laveste temperatur.

Håkansson (1973) har undersøkt temperaturens innvirkning på flere herbicid, blant annet linuron. Han fant at den jordherbicide virkning var dårligst ved en døgnmiddeltemperatur på 12—14° C, og at den økte både for høyere og lavere temperatur. Som en mulig forklaring på dette anfører han at veksten av plantene øker raskere med økende temperatur enn opp-taks- og transporthastigheten for herbicidet. På samme måte som vist for linuron har trolig de andre forsøkte herbicid sine optimumstemperaturer i så måte.

I våre forsøk var det en tendens til best virkning ved en temperatur mindre enn 14° C. Denne temperaturen var målt kl. 13.00, og kan således ikke direkte sammenlignes med den døgnmiddeltemperatur som Håkansson oppgir.

Mange jordherbicide bindes så sterkt i humusrik jord at ugrasvirkningen blir dårlig (Haas, 1971). For å se om ulikt humusinnhold i jorda ga ulik ugrasvirkning i disse forsøkene, ble det foretatt en gruppering. Humusinnholdet ble registrert på 7 forsøksfelter. Ved en inndeling i jord med mer eller mindre enn 7 % organisk materiale, ble det ikke funnet noen forskjell i ugrasvirkningen.

sikkert redusert i forhold til ubehandlet, mens de øvrige behandlinger bare ga små og usikre utslag. I havreåker ble oppspiringen ikke påvirket.

Da disse forsøkene ble sprøytet mellom såing og oppspiring av kornet, skulle herbicidet ideelt sett ha fordelt seg i spiresjiktet for frøugraset, mens kornet skulle være vernet av et jordlag. Regner en med at den vertikale transport er størst for de preparater som er mest vannløselige, skulle en ikke vente at linuron og nitrofen ville gitt de største negative utslagene. Årsakene til reduksjon i oppspiringen må derfor søkes i andre forhold enn vannløseligheten av herbicidene. Sådybden av kornet kan ha noe betydning. Hvis den var ujevn, slik at noen korn ble liggende i herbicidsjiktet, kan dette ha gått ut over spiringen. Men da såmåten var lik over hele feltet, skulle dette virke likt for alle herbicid. Det er derfor nærliggende å tenke på ulik binding i jorda og ulik selektivitet overfor kornet som årsaker til at noen av herbicidene reduserte oppspiringen.

Tabell 4 viser ingen klar sammenheng mellom reduksjon i oppspiring og kornavling i byggåker. Dette kan henge sammen med det forhold at byggplanter gjennom busking har stor evne til å kompensere for manglende tetthet i spirefasen.

Ingen av herbicidene førte til sikre avlingsutslag i byggåker. Likevel var det en tendens til at prometryn og diuron ga litt meravling, mens nitrofen, pyrazon og blandingen pyrazon + cycluron ga omtrent samme avling som på ubehandlet.

Bare 3 forsøk ble utført i havreåker. En analyse viser likevel en sikker meravling for alle behandlinger, unntatt for nitrofen og pyrazon. Disse to herbicid ga minst avlingstall både i havre- og byggfeltene. Litt uforståelig er det at blandingen pyrazon + cycluron ga sikkert større meravling enn pyrazon alene i havrefeltene. *Magnus* (1964) fant at pyrazon ga mindre byggavling enn diuron og linuron mens *Bartlett* et al. (1968) ikke

fant sikre avlingsutslag for bruk av nitrofen. *Isom* et al. (1969) fant at det under californiske forhold var nødvendig med minst 110 g herbicid pr. dekar av linuron eller diuron for å få en brukbar ugrasvirkning. De fant videre at under tørre forhold uten vanning førte 110 g pr. dekar eller større doser av diuron til skader på neste års kornavling. I de norske forsøk ble det ikke foretatt noen observasjoner påfølgende år, men diuron er ifølge litteraturen det mest persistente av de forsøkte herbicid.

I havreåker ble det til dels store meravlinger, sammenlignet med byggåker. Dette må ses i sammenheng med svært lavt avlingsnivå og med mye ugras på havrefeltene. På havrefeltene var det 823 frøugras pr. m², mens det på byggfeltene var 165 frøugras pr. m². Vassarve, som ble veid, ble ikke regnet med ved denne gruppering.

For å studere sammenhengen mellom kornavling og antall frøugras nærmere, ble byggfeltene inndelt i 2 grupper med henholdsvis lite frøugras, $\bar{x} = 82$ pl./m², og med mye frøugras, $\bar{x} = 317$ pl./m². Men verken for gjennomsnittet av alle herbicid eller for noen av de enkelte herbicid, ble det funnet noen sikker forskjell i avlingen betinget av ugrasmengden.

En regresjonsanalyse viste heller ingen sammenheng mellom meravling for sprøyting og mm nedbør første 10 dogn etter sprøyting.

Foruten de forsøk som framgår av tabell 4, ble det utført 1 forsøk i vårhvete. Behandling med prometryn, diuron og linuron ga alle en meravling på ca. 50 kg pr. dekar. Nitrofen, pyrazon og blandingen pyrazon + cycluron ga bare ubetydelige avlingsutslag.

I forsøk med bladherbicid er det som nevnt innledningsvis funnet en avlingsøkning på ca. 10 %. Økningen har vært noe større i forsøk med mye

ugras enn i forsøk med lite ugras. (Vidme, 1959, Jakobsons, 1972, Skuterud, 1974, Fiveland, 1975.)

De små avlingsutslag, fra -2 til +7 %, som ble funnet i byggforsøkene i dette tilfelle, skyldes trolig flere forhold. Det kan være en forholdsvist liten ugrasbestand, den dårlige ugrasvirkningen og at de forsøkte jordherbicidene ikke er like selektive under alle forhold som de nevnte bladherbicidene.

Ingen av de undersøkte kvalitetsegenskaper ved kornet ble påvirket av de ulike behandlinger, verken i bygg, havre eller hvete. Legde ble registrert på 7 byggfelt, men heller ikke her ble det funnet noen forskjell mellom behandlingene.

På 3 av forsøksfeltene var det rød-kløvergjenlegg. Prometryn og nitrofen skadet ikke kløvergjenlegget,

mens de øvrige herbicid drepte fra 50 til 80 % av kløverplantene.

Kornavlinga fra 5 byggforsøk ble gruppert etter ulikt innhold av organisk materiale i jorda, tabell 5. Det kan innvendes at 5 forsøk er for lite til å foreta en slik gruppering. Resultatene må derfor vurderes forsiktig. Resultatene viser at på jord som inneholder mer enn 7 % organisk materiale har en fått en meravling for sprøyting, mens på jord som inneholder mindre enn 7 % har en fått en avlingsreduksjon. Dette passer inn med det kjente forhold at humusrike jordarter binder jordherbicidene på en slik måte at plantene ikke får tak i dem. Det kan som tidligere nevnt virke til at ugrasvirkningen blir dårlig, og som tabell 5 viser, at det er mindre fare for skade på kulturvekstene under slike forhold.

Tabell 5. Byggavling ved ulikt innhold av organisk materiale i jorda.

Table 5. Yield of barley at various content of organic matter in the soil.

Behandling <i>Treatment</i>	Ubehandlet <i>Untreated</i>	Gj.sn. alle forsøkte herbicid <i>Average of all treatments</i>	Antall forsøk <i>No. of exp.</i>
Byggavling <i>Yield of barley</i>	Kg/dekar <i>Kg/1000 m²</i>	Rel. avling <i>Rel. yield</i>	
Organisk materiale <i>Organic matter</i> ≥ 7 %	220	109	3
Organisk materiale <i>Organic matter</i> < 7 %	226	92	2
Forskjell. <i>Significanse</i>		**	

Summary and conclusions

In 34 field experiments six soil herbicides were tested in spring sown cereals. The herbicides were: Prometryne, diuron, linuron, nitrofen, pyrazon and pyrazon + cycluron. The spraying was performed post sowing-preemergence. The experiments were

coordinated by the Norwegian Plant Protection Institute.

None of the tested herbicides caused satisfactory control of the weeds. After treatment with 1 kg linuron or diuron per hectare, which appeared superior to the other herbicides tes-

ted, respectively 36 % and 39 % of the weeds survived. This is approximately at the same level as when using MCPA at the 3-leaf stage of the cereals.

No correlation was found between the degree of weed control and various temperatures the first days after spraying. Neither were the results influenced by the content of soil organic matter. There was, however, a significant negative correlation between percentage survived weeds (X) and precipitation (mm) the first 10 days after spraying (Y), ($r = -0,36$, $P = 0.05$ and $X = 52,0 - 0,34 Y$).

The germination of barley in the field was reduced by linuron and nitrofen. However, on an average of 27 experiments none of the tested herbicides caused a significant effect on the yield of barley. Although, prometryne and diuron seemed to give some increase of the yield. In oats, however, all herbicides except nitrofen and pyrazon caused a significant yield increase (3 experiments). On an average, the yield increase in oats was

found to be superior to that in barley. The reason for this may be differences in weed density. No correlation was found between weed density and yields of barley. Regarding the content of organic matter in the soil, there was a significant higher yield at a content of more than 7 per cent than below.

None of the herbicides did affect neither the germination nor the weight of one hectolitre or the weight of 1000 seeds of barley and oats.

It may be concluded that, compared to the most common foliar applied herbicides used in spring sown cereals, no one of the tested soil herbicides showed up with any benefits, neither concerning the control of the weeds nor what regards the effect on the yield. In lack of more suitable herbicides, linuron or diuron at a rate of 1 kg per hectare can be applied as a soil herbicide in spring sown cereals. In soil poor in organic matter, no one of the tested herbicides can be recommended.

Litteratur

- Barlett, D. H., Jones, R. A., Savidge, M. & Sumpter, D. W. F., 1968: The Preemergence use of nitrofen for the control of *Alopecurus myosuroides* in cereals. Proc. 9th. Br. Weed control Conf. 30—4.
- Bylterud, A., 1968: Nitrofen — nytt spesialmiddel mot ugras i kålrot. Norsk Landbruk 87: (9) s. 13.
- Bylterud, A., 1969: Linuron mot ugras i kornåker. Jord og avling, 12: (1) 28—29.
- Fiveland, T. J., 1972: Forsøk med herbicider i kålrot, forraps, oljeraps og formargkål 1965—1970. Forskn. fors. Landbr. 23: 459—478.
- Fiveland, T. J., 1975: Hva oppnås ved ugrasbekjempelse? Stensiltrykk nr. 19 fra Statens plantevern, 31 s.
- Haas, H., 1971: Principper for herbicidenes forhold i jordbunden. Landbrugets Plantekultur, stencilserie s 2. København, 38 s.
- Håkansson, S., 1973: Temperaturinnflytande på effekten av linuron som jord- resp. bladherbicid. Ogräs och ogräsbekämpning, 14:e svenska ogräskonferensen. F 9 —F16.
- Isom, W. H., Jordan, L. S., Russel, R. C., & Wright, W. W., 1969: Control of weeds in small grains with diuron, linuron and Igran. Proc. 21st. Calif. Weed Conf., 54 —60.

- Jakobsons, P.*, 1972: Forsøk med kjemiske midler mot ugras i kornåker, 1954—67. Forskn. fors. Landbr. 23: 323—387.
- Magnus, H. A.*, 1964: Førspiringsmidler mot ugras i byggåker. Hovedoppgave ved NLH. 58 s.
- Pearce, G. A.*, 1967: Linuron — a success in 1966? The journal of agriculture of Western Australia. 8: (4).
- Skuterud, R.*, 1974: Herbicid i kornåker, 1968—1972. Forskn. fors. Landbr. 25: 443—461.
- Vidme, T.*, 1959: Forsøk med kjemiske midler mot ugras i kornåker, 1948—1956. Forsk. fors. Landbr. 19: 127—177.

I redaksjonen 21.12.1976.

VATNING ETTER NEDBØRSUNDERSKUDD

Irrigation according to precipitation deficit

AV
EINAR MYHR

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	202
II. Innledning	202
III. Materiale og metoder	203
IV. Resultater	206
1. Avlinger	206
2. Fuktighet i jorda	209
V. Diskusjon	210
VI. Summary	211
VII. Litteratur	212

I. Sammendrag

I årene 1970—75 ble det ved Institutt for hydroteknikk ved Norges landbrukshøgskole utført et forsøk hvor en undersøkte effekten av ulike vassmengder ved vatning. Det ble gitt ulike vassmengder i forhold til nedbørsunderskuddet og hvor dette ble bestemt som differansen mellom fordampning fra en fri vassflate og nedbøren i samme tidsrom.

Det ble vatnet etter følgende program:

- A Uvatnet
- B 20 mm ved underskudd 20 mm
- C 25 mm ved underskudd 20 mm
- D 30 mm ved underskudd 20 mm
- E 35 mm ved underskudd 20 mm

På grunn av praktiske forhold fikk en noe avvik i programmet ved at det ved enkelte vatninger ble noe større nedbørsunderskudd enn forutsatt. I 1972 ble ikke feltet vatnet da det dette året ikke var nedbørsunderskudd som betinget vatning.

Resultatet viser at det i alle år ble oppnådd meravling for vatning, og i middel for alle år fikk en størst avlingsauke ved å tilføre underskuddet eller 25 % større mengde enn dette. I 2 av 5 år har en fått størst avling ved å gi mengden tilsvarende underskudd (B), mens en i de 3 andre år

fikk størst avling ved å gi et tillegg på 25 % i forhold til dette (C). I middel for alle år er forskjellen mellom disse to ledd ubetydelig. En ytterligere auke i vassmengdene ut over dette har igjen ført til noe nedgang i avling. De relative avlingstall i middel for alle år, når uvatnet (A) er satt lik 100 er:

- A = 100
- B = 123
- C = 123
- D = 116
- E = 113

Nedgangen for de to største vassmengder skyldes trolig nedvasking av næringsemner og kanskje temporær oksygenmangel i jorda.

Tensiometerobservasjoner viser at på de uvatnede ruter har vegetasjonen de fleste år stått med vatningsbehov i mere enn halvparten av vekst-tida. Vatningene har redusert dette tidsrom, men selv for de største vassmengder viser målingene at engårlig har stått med vatningsbehov i 3—4 uker.

Dette, sammen med avlingsresultatene, indikerer at en har fått bedre utnyttning av vatnet ved å bruke moderate mengder med noe kortere intervaller heller enn større mengder med lengre mellomrom.

II. Innledning

Vegetasjonens vassforbruk blir til vanlig bestemt av spesifikke planteegenskaper, meteorologiske forhold og vasstilgangen i rotsonen. Men så lenge en har optimale fuktighetsforhold og friske planter i vekst, er vassforbruket — den potensielle fordamp-

ning — vesentlig bestemt av klimaet, mens planteslaget er av underordnet betydning (*Aslyng*, 1965).

Ved vurdering av vatningsbehovet på et sted, er det ved siden av nedbøren og jordartsforholdene nødvendig å kjenne den potensielle fordamp-

ning. Dette kan bestemmes i lysimetre og ved beregninger ut fra meteorologiske data. Begge metoder forlanger kostbart utstyr og tildels kompliserte beregninger. Slike data vil derfor bare i de færreste tilfeller være tilgjengelige ved lokal vurdering av det aktuelle vatningsbehov.

Undersøkelser har vist at det på samme sted er et noenlunde fast forhold mellom den potensielle fordampning og fordampningen fra en fri vassflate (evaporasjon), da det i begge tilfeller er den disponible energi som bestemmer fordampningen. På grunn av noe større refleksjon av innstrålt energi fra en grønn vegetasjon enn fra en fri vassflate er den potensielle fordampning ca. 10 % mindre enn fordampningen fra en vassflate (Aslyng, 1965). Lukking av plantenes spalteåpninger om natta kan også bidra noe til forskjellen.

Fordampningen fra en fri vassflate er forholdsvis enkel å måle, og på grunn av det noenlunde konstante

forhold har en her en mulighet til å kunne bestemme det lokale nedbørsunderskudd ved enkle målinger.

Ved Institutt for hydroteknikk har en lagt dette til grunn i et forsøk hvor en undersøkte effekten av ulike vassmengder i forhold til nedbørsunderskuddet, og hvor dette ble bestemt som differansen mellom fordampningen fra en fri vassflate og nedbøren i samme tidsrom. Underskuddet som framkommer på denne måten ligger ca. 10 % høyere enn det virkelige underskudd en har ved potensielle fordampningsforhold.

Hensikten med forsøket var å undersøke hvor mye vatn en måtte tilføre i forhold til dette underskudd for å få optimale avlingsutslag og om det på dette grunnlag kan utarbeides en metode til rettledning for vatning i praksis.

Undersøkelsen er støttet av Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd.

III. Materiale og metoder

Undersøkelsene ble utført i årene 1970—75 på instituttets forsøksstasjon på Syverud i Ås.

Jordarten på feltet kan karakteriseres som en middels stiv til stiv leir-

jord med et ca. 30 cm djupt moldrikt matjordsjikt.

En teksturanalyse fra 3 ulike djup i profilet viser følgende partikkelfordeling i prosent av materialet mindre enn 2 mm.

Djup cm	Grovsand 2,0— 0,2 mm	Finsand 0,2— 0,02 mm	Grovleire 0,02— 0,002 mm	Finleire < 0,002 mm
20	5	30	37	28
40	1	16	37	46
60	2	15	37	46

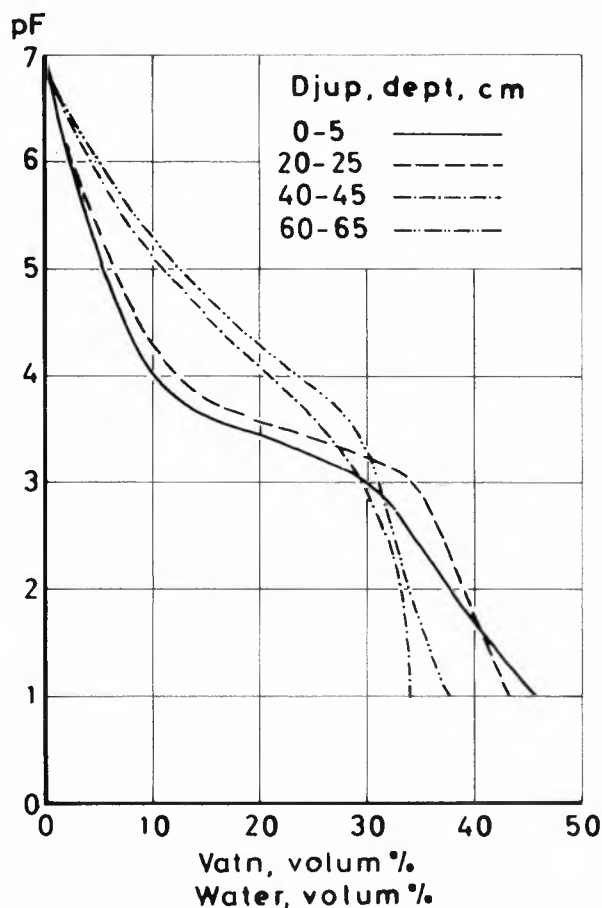


Fig. 1.
Retentionskurver fra feltet.
Soil moisture retention curves from the field.

Retentionkurver fra fire djup i profilet (fig. 1) viser at matjordsjiktet har betydelig evne til magasinering av nyttbart vatn. Ut fra kurveforløpet kan de nyttbare mengder i matjordsjiktet anslås til vel 60 mm. Under plogsjiktet synes de tilsvarende mengder pr. volumenhet å være knapt det halve. Det var forholdsvis bra rotutvikling i grunnen og profilet kan

betegnes som tørkesterkt.

Forsøksveksten var gras, vesentlig timotei.

Feltet ble årlig høstet to ganger, 1. juli og 1. sept. Det ble om våren gjødslet med 60 kg fullgjødsel A pr. dekar og overgjødslet med 30 kg kalksalpeter etter 1. slått.

Det ble vatnet etter følgende plan:

- A Uvatnet
- B Vatnet med 20 mm ved underskudd 20 mm
- C Vatnet med 25 mm ved underskudd 20 mm
- D Vatnet med 30 mm ved underskudd 20 mm
- E Vatnet med 35 mm ved underskudd 20 mm

Hvert forsøksledd hadde 3 gjentak. Vatnet ble tilført rutene ved et dryppvatningsanlegg med 33 dryppsteder pr. m².

Jordfuktigheten ble målt med tensiometre på 20 cm djup i alle forsøksledd.

Fordampningen som ble lagt til grunn for vatningen ble registrert fra et 50 cm djupt kar med 0,25 m² overflate, som var gravd ned i bakken slik at kanten stakk opp 4 cm over

terrengnivå. Karet var fylt med vatn til terrengnivå (4 cm under kanten). Graset rundt karet ble holdt kortklipt. Avlesningsutstyret gjorde det mulig å registrere fordampning med en nøyaktighet på 0,1 mm (Myhr, 1972).

Fordampningen fra karet vil p.g.a. turbulens være forholdsvis størst langs kantene, og det antas at verdiene som ble målt tilsvarte noenlunde maksimale verdier for fordamp-

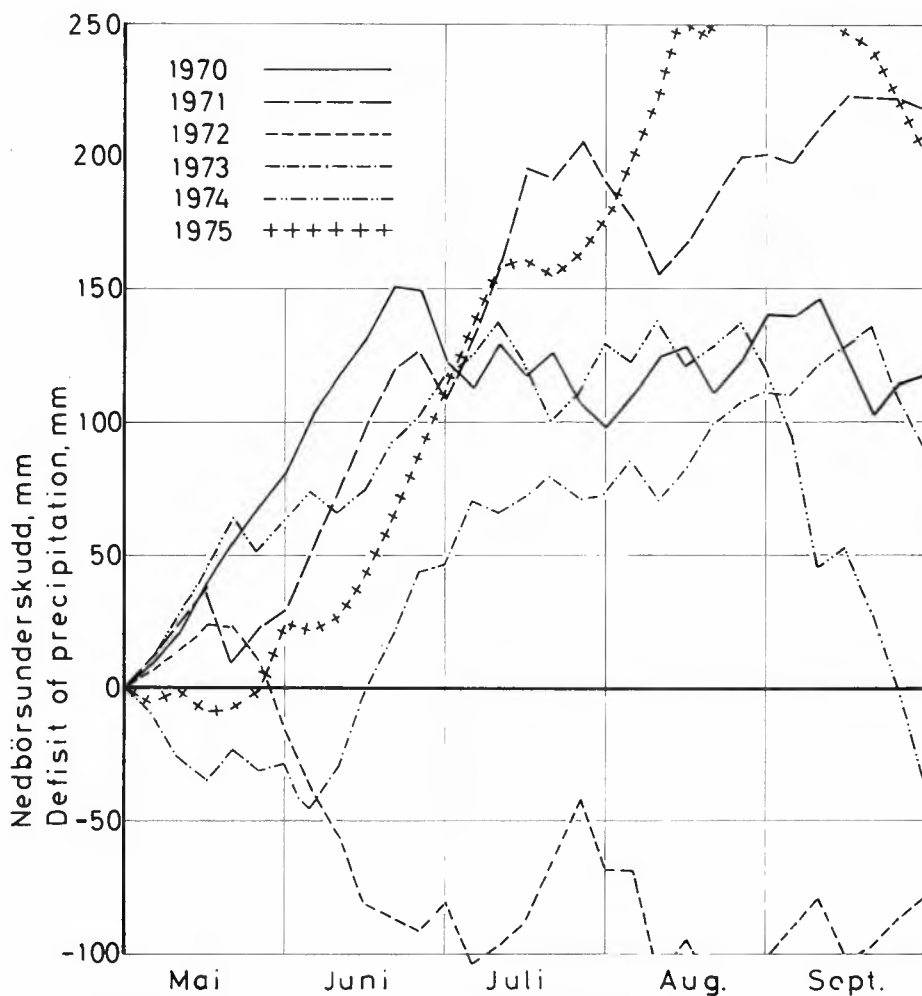


Fig. 2. Akkumulert nedbørsunderskudd for årene 1970—75.
Accumulated deficit of precipitation for years 1970—75

ning fra store sjøflater (*Hetager* et al, 1974).

Nedbøren ble registrert både med automatisk måler (pluviograf) og manuelt ved vanlig nedbørmåler.

De manuelle målinger av fordampning og nedbør ble foretatt tre ganger i uka.

Fig. 2 viser kurver for akkumulert nedbørsdefisit, bestemt ved de nevnte målinger, de enkelte år. Som figuren viser, er det tildels betydelig variasjon i det årlige underskudd, spesielt skiller 1972 seg sterkt ut. På grunn av stor nedbør og tilsvarende liten fordampning, var det dette året, fra 1. mai til utgangen av august, et nedbørsoverskudd på 102 mm. Bortsett fra en mindre tørkeperiode i siste halvdel av juli, var det hele sommeren rikelig jordfuktighet. Feltet ble ikke vatnet og avlingstallene er ikke tatt med i meldinga.

De andre år var det betydelig nedbørsunderskudd. Spesielt var det tørt i 1971 og 1975, med akkumulerte underskudd ved utgangen av august på henholdsvis 200 og 292 mm. I 1970, — 73 og — 74 var det tilsvarende underskudd i samme tidsrom på fra 110 til vel 140 mm.

Underskuddet som her er beregnet på grunnlag av nedbør og fordamp-

ning fra en fri vassflate ligger som før nevnt, trolig ca. 10 % høyere enn det virkelige underskudd ved potensielle fordampningsforhold.

Det må også tilføyes at størrelsen av underskuddet heller ikke er noe helt eksakt mål for det aktuelle vatningsbehov, da regnmengdene som går inn i beregningene kan ha noe ulik effekt avhengig av intensitet og fordeling.

Etter planen skulle feltet vatnes ved underskudd på ca. 20 mm. På grunn av at det ble foretatt avlesninger bare 3 ganger i uken og at det ikke var folk på feltet lørdag og søndag, ble det tildels noe større underskudd mellom enkelte vatninger enn fastsatt. Da det etter programmet ble vatnet etter underskudd på 20 mm, ble det enkelte ganger påført noe mindre vatn enn hva planen forutsatte. Dette gjorde seg spesielt gjeldende i 1971 og 1975.

På grunn av de praktiske vanskeligheter med å gjennomføre vatningsprogrammet og de nevnte uregelmessigheter, er det ikke riktig å vurdere resultatet bare ut fra forutsetningene i forsøksopplegget. Det kan være vel så interessant å se resultatet på bakgrunn av effekten ved bruk av stigende vassmengder ved vatning.

IV. Resultater

1. Avlinger

Ved høstingene ble det uttatt tørkeprøver og grasavlingene ble omregnet til kg høy pr. dekar.

Avlingsresultatet for de enkelte år går fram av tab. 1. Fig. 3 viser midlere avlinger for hele forsøksperioden.

Det er i alle år oppnådd meravling for vatning, og største avlingsauke har en fått ved å tilføre underskud-

det eller 25 % større mengde enn dette. I 2 av 5 år har en fått størst avling ved å gi mengder tilsvarende underskuddet (B), mens en i de 3 andre år har fått størst avling ved å gi et tillegg på 25 % i forhold til dette (C). I middel for alle år er forskjellen mellom disse to ledd ubetydelig. En ytterligere auke i vassmengdene

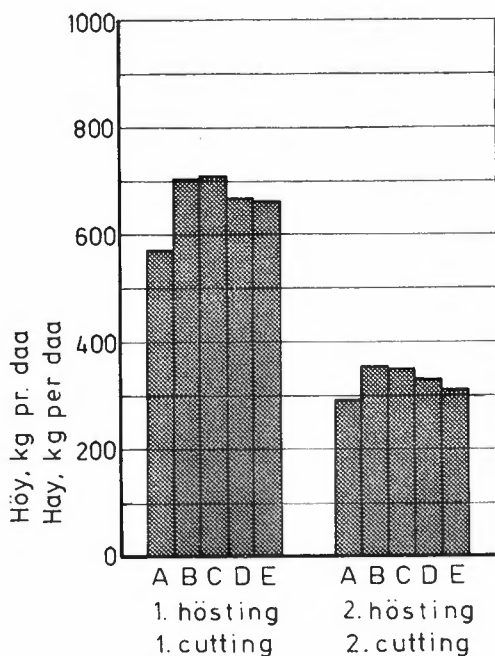


Fig. 3. Midlere avlinger for ulik vatning.
Mean crop yields for different irrigation.

ut over dette har igjen ført til noe nedgang i avling. Årsaken til dette kan skyldes at en her er ved en grense for jordas vasskapasitet i matjord-sjiktet og at større mengder siger ned og vasker ned næringsemner til djupere sjikt med mindre rotintensitet. Faren for nedvasking ved regn er også større desto bedre fuktighets-

forholdene er i forveien. Ved bruk av store vassmengder er det heller ikke usannsynlig at en i denne jordarten periodevis kan få oksygenmangel i rotsonen som igjen kan hemme veksten.

Det første året, i 1970, var det sterk tørke i mai og juni med et nedbørsunderskudd ved utgangen av juni på vel 100 mm. I juli og august var det tilstrekkelig nedbør til å kompensere for fordampningen (fig. 1). Feltet ble vatnet 5 ganger før 1. slått. Etter denne tid var det etter programmet ikke vatningsbehov.

Ved 1. slått ga en vassmengde tilsvarende nedbørsunderskuddet (B) en meravling på 211 kg høy pr. dekar i forhold til uvatnet. En auke i vassmengden på 25 % i forhold til underskuddet (C) ga hele 326 kg pr. dekar i meravling. Ytterligere tilskudd ga igjen en betydelig avlingsreduksjon.

Ved 2. slått var det størst avling for det uvatna leddet, noe som må skyldes at gjødsla som på grunn av tørke ikke kom til nytte før 1. slått, nå var utnyttet.

I 1971 var det forholdsvis lite nedbørsunderskudd og vatningsbehov i mai. Derimot var det store nedbørsunderskudd i juni og juli. Ved utgangen av august var det totale underskudd hele 200 mm. Feltet ble vatnet 6 ganger, 5 ganger før og 1 gang etter første høsting.

Tabell 1. Avlingsresultater, høy kg pr. dekar.

Table 1. Crops, hay kilogram per decare.

Forsøksledd	1970			1971			1973		
	1. høst	2. høst	2. høst	1. høst	2. høst	2. høst	1. høst	2. høst	2. høst
A	389	423	812	401	278	679	689	348	1037
B	600	405	1005	499	361	860	766	439	1205
C	715	398	1113	531	333	864	791	452	1243
D	605	365	970	483	370	853	716	390	1106
E	562	369	931	479	312	791	772	344	1116
	574	392	966	478	331	809	747	394	1141

Tabell 1. Forts.
Table 1. Continued.

Forsøks- ledd	1974			1975			1970—75		
	1. høst	2. høst	2. høst	1. høst	2. høst	2. høst	1. høst	2. høst	2. høst
A	751	371	1122	621	47	668	570	293	863
B	916	367	1283	742	195	937	705	353	1058
C	848	378	1220	655	199	854	708	352	1060
D	842	350	1192	698	178	876	669	331	1000
E	869	335	1204	642	194	836	665	311	976
	845	360	1205	671	163	834	663	328	991

På grunn av tidligere nevnte forhold kom en dette året noe i etter-skudd med vassmengden i forhold til planen. Som i 1970 fikk en også nå betydelige utslag for vatning hvor en tilskattet underskuddet (B) og 25 % i auke i forhold til dette (C). Større mengder ga også nå mindre avlings-utslag.

Sommeren 1972 var det rikelig nedbør og ved utgangen av august var det et nedbørsoverskudd etter målinger på hele 102 mm. Feltet ble ikke vatnet og høsteresultatet er ikke tatt med her.

I 1973 var det nedbørsoverskudd til midt i juni. Etter denne tid var det flere forholdsvis sterke tørkeperioder og ved utgangen av august var nedbørsunderskuddet kommet opp i vel 100 mm. Feltet ble vatnet 6 ganger, 3 ganger før og 3 ganger etter første slått.

Dette år ga et tillegg på 25 % i forhold til underskuddet størst avlingsauke, både ved første slått og totalt for begge høstinger. De største mengder ga også nå betydelig mindre avlingsauke, spesielt ved 2. høsting.

Sommeren 1974 var det lite nedbør og forholdsvis tørt i mai og juni. Juli hadde rikelig nedbør og nedbørsoverskudd. I august var det igjen lite nedbør og flere tørkeperioder. Ved utgangen av august var det totale nedbørsunderskuddet på 120 mm. Feltet

ble vatnet 5 ganger, 2 ganger før og 3 ganger etter første slått.

Dette år ga vassmengder tilsvarende underskuddet størst avling ved første slått. Ved siste slått ga neste mengde størst avling, men forskjellene var små. Også nå ga de to største mengder noe nedgang i avling.

Sommeren 1975 var meget tørr. I forsøksstida mai—august kom det bare 136 mm nedbør, eller bare 46 % av det normale. Månedsmiddeltemperaturerne både for juli og august lå også betydelig over det normale. Disse forhold førte til et betydelig nedbørsunderskudd både i juni, juli og august. Feltet ble vatnet 6 ganger, 2 ganger før og 4 ganger etter første slått. På grunn av den daglige store fordampning og at det som før nevnt ikke alltid var mulig å få vatnet feltet til eksakt tid, ble det denne sommeren, spesielt etter første høsting, gitt en del mindre vatn enn hva programmet tilsa. Dette må tas i betraktning ved vurdering av resultatet.

Ved første slått, 1. juli, var nedbørsunderskuddet i likhet med flere tidligere år på vel 100 mm, og det ble oppnådd avlinger uten vatning på vel 600 kg høy pr. dekar. Minste vassmengde ga en avlingsauke på 121 kg pr. dekar. Neste mengde ga noe mindre avling og en ytterligere auke i vassmengdene førte til enda noe nedgang.

Ved 2. slått ble det uten vatning oppnådd snaut 50 kg høy pr. dekar. De ulike vassmengder ga nå alle en avlingsauke på ca. 150 kg høy pr. dekar i forhold til uvatnet. At en ikke fikk større avlingsauke ved de største

mengder kan tyde på at en også under ekstrem tørke kan få visse negative virkninger av relativt store vassmengder, og at det er mere fordelaktig å vatne hyppigere med heller moderate mengder.

2. Fuktighet i jorda

Fuktighetsforholdene i rotsonen ble observert på 20 cm djup med tensiometre i 2 av 3 samruter for hvert forsøksledd. Tensiometrene ble avlest 3 ganger i uka.

Fig. 4 viser hvor lenge de enkelte forsøksledd har stått med vatningsbehov de enkelte år. Det er forutsatt vatningsbehov ved tension $< 0,5$ bar på 20 cm djup. Figuren viser bare

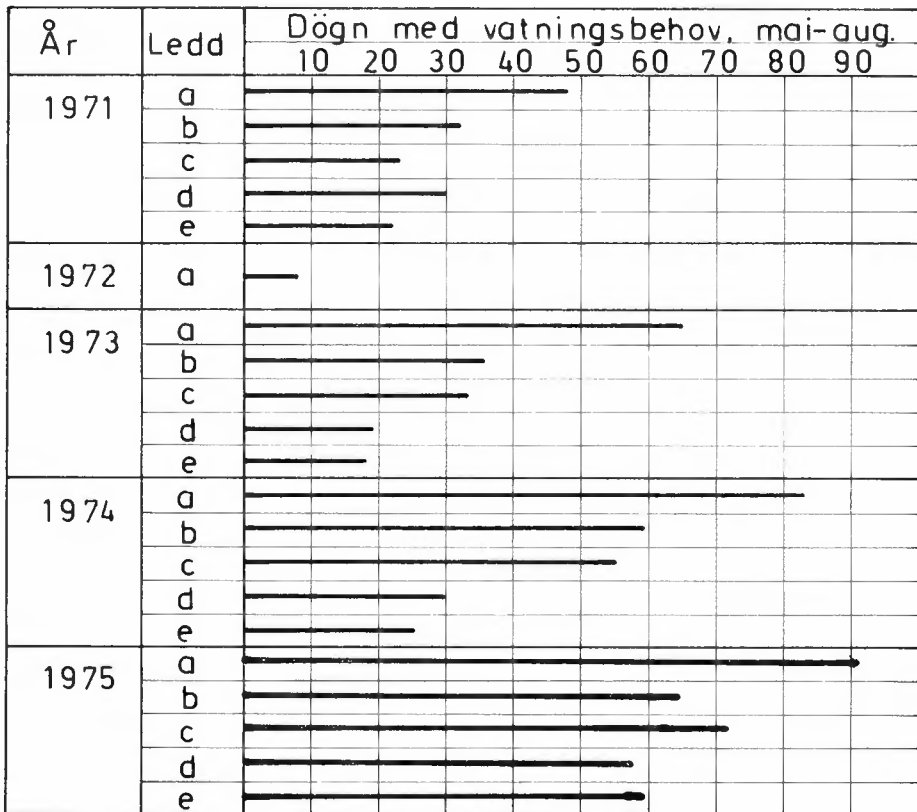


Fig. 4. Dager med vatningsbehov for de enkelte forsøksledd og år.
Days with need for irrigation at different treatment and year.

hvor lenge de enkelte ledd har stått med uttørking over nevnte nivå og ikke graden av uttørking i nevnte tidsrom. Målingene er middel av to tensionverdier for de enkelte ledd.

Bortsett fra i 1972 med ekstremt stor nedbør, viser målingene at enga de andre år, uten vatning, har stått med vatningsbehov fra ca. 50 til vel 90 dager i mai—august (123 dager). Dette indikerer at eng, under de forhold hvor forsøket ble utført, i vanlige år kan stå med vatningsbehov i halvparten eller mer av veksttida.

Vatningene har redusert tida med vatningsbehov betydelig, men selv med de største vassmengder har enga stått med vatningsbehov i 3—4 uker.

De reduserte tidsrom for vatningsbehov som følge av vatningene har for de største vassmengder ikke gitt seg tilsvarende utslag i avling. Dette bekrefter også at de største vassmengder må ha hatt en negativ virkning ved nedvasking av næringsstoffer og kanskje ført til temporær oksygenmangel i rotsonen.

V. Diskusjon

Undersøkelsen ble lagt opp med særlig tanke på å undersøke mulighetene for å kunne utvikle en metode til rettleiding for vatning i praksis.

Det ble i forbindelse med undersøkelsen utviklet en del utstyr for registrering av fordampning. Dette har vist seg å være tilstrekkelig robust, nøyaktig og raskt i bruk til at det tilfredsstillende de praktiske krav.

Under gjennomføringen av undersøkelsen fikk en enkelte år en del praktiske vansker med å følge opp forsøksplanen tilstrekkelig nøyaktig. Materialet fra bare dette ene forsøket er følgelig for spinkelt grunnlag til at en slik metode kan introduseres på det nåværende tidspunkt. Men resultatene både fra fordampningsmålingene og avlingsforsøket viser at det etter nærmere undersøkelser trolig kan anvises en metode som vil kunne komme til nytte for praktisk bruk.

Det kan nevnes at i Danmark blir den potensielle fordampning bestemt på ca. 30 steder og publisert ukentlig gjennom landbrukspressen og fra 1975 også gjennom Danmarks Radio. Det er utarbeidet retningslinjer for

bruk av slike data i forbindelse med lokale nedbørsmålinger for bestemmelse av vatningstidspunkt og bruk av riktige vassmengder (*Statens Forsøgsvirksomhed i plantekultur*, 1967).

På grunn av de store lokale klimavariasjoner i vårt land, vil en slik regional tjeneste neppe være til stor hjelp. Her må registreringene utføres noenlunde i nærheten av stedet de skal brukes.

Avlingsresultatet viser at størst avlingsutslag har en fått ved å tilføre en vassmengde som tilsvarende 100—125 % av underskuddet, bestemt som differansen mellom fordampningen fra en fri vassflate og nedbøren i samme tidsrom. Større vassmengder viser igjen noe avlingsnedgang og uøkonomisk bruk av vatnet.

Ved eventuelt bruk av et slikt system til veiledning for vatning er det en rekke spørsmål som må avklares, både generelt og i de enkelte tilfeller.

Jordarten på stedet må være avgjørende for hvor stort underskudd en kan tillate før vatning. I forsøket, hvor det var en relativt tørkesterk jord, ble det vatnet ved et under-

skudd på 20 mm. Ved lettere jord må denne grensen settes noe lavere.

Et annet spørsmål er hvilken vekt en skal tillegge små regnskurer som ikke direkte gir jordråme. Det er neppe riktig å sette en nedre grense. Selv om vatnet ikke trenger ned i marka, vil det spare jordråme så lenge plantene står våte. Derimot må det settes en øvre grense for store konsentrerte regnmengder som fører til sigevassavrenning. Denne grensen må også vurderes og avpasses etter jordarten på stedet. I dette forsøket ble grensen satt ved 30 mm. På lettere jordarter bør den kanskje ligge på 20—25 mm.

Spørsmålet melder seg også når en skal starte «regnskapet» om våren. For eng som dekker marka tidlig bør en trolig starte allerede først i mai, mens en for korn, poteter og rotvekster bør vente til plantene har kommet i god vekst etter oppspiringen.

Som en ser, er det ved siden av de direkte målinger en rekke forhold som blir gjenstand for subjektivt skjønn. En eventuell anvisning om vatning på det skisserte grunnlag, vil derfor aldri kunne bli helt fullkommen, men må mere betraktes som en nyttig rettleiding ved vatning i praksis.

VI. Summary

In the years 1970—75 there was carried out an experiment at the Department of Agricultural Hydrotechnics to investigate the effects of different amounts of irrigation water applied to grassland. The water was applied in relation to the difference between evaporation from a free water surface and precipitation in the same periode.

The program for irrigation was:

- A No irrigation
- B 20 mm water at 20 mm deficit
- C 25 mm water at 20 mm deficit
- D 30 mm water at 20 mm deficit
- E 35 mm water at 20 mm deficit

The results show that in all years the yield increased with irrigation. In average greatest yield was obtained in two out of five years on plots irrigated with an amount of water corresponding to the deficit. In three years greatest yield was obtained on plots receiving 25 % more than the deficit calculated. In average for all

five years the relativ yields were (A = 100):

- A = 100
- B = 123
- C = 123
- D = 116
- E = 113

The reduction for the two largest amounts of water is probably caused by downwards transpiration of plant nutrition and temporary oxygen shortage in the soil.

Soil moisture observations with tensiometers show that on not irrigated plots, the vegetation in most of the years had a shortage of water and need for irrigation in more than half the time of the growing season. Irrigation reduced this periode of time, but even for the largest amount of water, the observations show that the grass was in lack of water 3—4 weeks or more. Better water utilization was obtained by giving moderate amount of water at shorter intervals, than greater amount with longer intervals.

Litteratur

- Aslyng, H. C.*, 1965: Evaporation, Evapotranspiration and Water Balance Investigation at Copenhagen 1955—64. *Acta Agric. Scand.* 15 (3—4).
- Hetager, S. E.* og *Lystad, S. Linge*, 1974: Fordampning fra fri vannflate. Den norske komité for Den internasjonale hydrologiske dekade. Rapport nr. 5.
- Myhr, E.*, 1972: Vatning etter nedbørsdeficit. Aktuelt fra Landbruksdepartementets opplysningstjeneste. Nr. 3: 145—149.
- Penman, H. L.*, 1948: Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. Roy. Soc., A* 193: 120—146.
- Statens Forsøgvirksomhed i plantekultur*, 1967: 818 Meddelelse. Nr. 22. København.

I redaksjonen 22.12.1976.

FORSØK MED RADGJØDSLING TIL KORN I HEDMARK OG OPPLAND 1968—1973

*Field Trials with Fertilizer Placement in Cereals
in Central part of South Norway*

AV
EGIL EKEBERG

INN H O L D

	Side
Sammendrag	214
Innledning	214
Gjødslingsmetoder	214
Tidligere forsøksresultater	215
Opplysninger om forsøkene	216
Resultater	219
Kontaktgjødsling	219
Radgjødsling med gjødselharv eller kombimaskin	220
a. Kornavling	220
b. Halmavling	221
c. Kvalitet	222
Vurdering av resultatene	224
Summary	226
Litteratur	227

Sammendrag

Denne meldinga omhandler resultatene av 89 ettårige forsøk med gjødslingsmetoder. På 83 forsøksfelt er virkningen på avling og kvalitet av radgjødsling med gjødselharv eller med kombimaskin som legger kunstgjødsla under og til siden for såkornraden sammenlignet med tradisjonell bredgjødsling. På 6 felt er virkningen av kontaktgjødsling undersøkt.

Kontaktgjødsling førte til forsinket spiring uten avlingsreduksjon ved bruk av fullgjødsling 19-5-9 og kalkammonsalpeter. Kalksalpeter og urea ga sterk spirehemning og markert avlingsnedgang i forhold til bredgjødsling.

På næringsfattig jord ga radgjødsling henholdsvis 3,8 %, 5,8 % og 7,5 % større avling enn bredgjødsling ved fullgjødselmengder tilsvarende 4, 8 og 12 kg N pr. dekar. På næringsrik jord og etter gode forgrøder var det liten avlingsøkning etter radgjødsling.

På siltrik sedimentær jord og på leirrik morenejord var det størst avling etter radgjødsling. På sandjord og leirfattig morenejord var det liten avlingsforskjell mellom gjødslingsmetodene.

Når radgjødsling førte til avlingsfremgang ble følgende virkninger registrert:

1. Frodigere åker og sterkere grønnfarge.
2. Mindre etterrenninger.
3. Mere legde.
4. Lengre halm og større halmavling.
5. Jevnere modning og tørrere korn ved høsting.
6. Høgere hektolitervekt og 1000-kornvekt.
7. Høgere N- og K-innhold i plantene tidlig i veksttiden.
8. Lågere N- og K-innhold i halmen ved høsting.

Innledning

Denne meldinga omhandler resultatene av 89 ettårige forsøk hvor fullgjødsling er plassert i 6—10 cm dybde ved hjelp av spesialmaskiner. Disse maskiner sår gjødsla i rader i ønsket dybde i jorda, og metoden kalles derfor ofte radgjødsling.

I Sverige brukes helst uttrykket «radmyllning», i Danmark «gødsel-

placering» og i engelsktalende land «fertilizer placement», eller «band placement».

Da gjødslingsmetoden har vært under rask utbredelse er resultatene publisert fortløpende. (Ekeberg, 1969, 1970, 1971, 1972).

Gjødslingsmetoder

Bredgjødsling av kunstgjødsling har vært vanlig i Norge i lengre tid nå. Gjødsla blir moldet ned med harv eller såmaskin. Ved denne metoden blir det meste av gjødsla liggende i det øvre jordsjikt (Aura, 1967).

Bredgjødsling av PK-gjødsling før såing og *overgjødsling* med fast nitrogen-gjødsling i veksttiden er vanlig til høstkorn. I Sverige brukes metoden en god del også til vårkorn. I Norge er den lite brukt til vårkorn, og i

følge forsøk er den heller ikke lønnsom (Hernes, 1962).

PK-gjødsel eller fullgjødsel bredgjødslet eller radgjødslet om våren og kalksalpeter som *suspensjon* sammen med ugrassprøytevæska, såkalt bladgjødsling, blir heller ikke anbefalt i Norge (Lyngstad, 1972).

PK-gjødsel eller moderate mengder fullgjødsel om våren og nitrogengjødsel i *vanningsvannet* er aktuelt på bruk med kunstig vanning. Tørkesvak jord med lågt moldinnhold vil sannsynligvis gi gode avlinger etter denne metoden i tørre år. Det er naturlig å tro at vann og gjødsel må tilføres ofte og i små mengder hver gang. Metoden er ikke forsøksmessig belyst i korn hos oss. Forsøk i andre land og tildels til andre kornslag viser at metoden er anvendbar (Rehm et al., 1975).

I Danmark og USA gis størstedelen av nitrogengjødsla som *flytende ammoniak* eller *anhydrert ammoniak*. Dette krever spesialutstyr for lagring, distribuering og spredning. Ammoniakken må moldes ned for å unngå tap til atmosfæren mens de andre gjødselstoffer må gis separat. Denne metoden er ikke i bruk i Norge.

Tidligere forsøksresultater

Fram til begynnelsen av 1950-årene regnet man med at den eventuelle positive virkningen en fikk etter radgjødsling besto i en bedre utnyttelse av tilført fosfor. En stor del av verdens jordbruksareal var fattig på lett tilgjengelig fosfor og fosforgjødsla ble ofte sterkt bundet i jorda, særlig i sur jord. Etter sterk fosforgjødsling i en årrekke er store jordarealer etter hvert blitt fosforrikere, og forsøkene vedrørende gjødselplassering gjelder

Kontaktgjødsling hvor såkorn og gjødsel føres ned i samme sålabb har vært vanlig i USA, England, Tyskland og Frankrike fra før siste verdenskrig (Cooke, 1952). Et mindre antall slike kombinerte såmaskiner var i bruk i Norge i slutten av 1960-årene. Prinsippet ble prøvd allerede i 1840-årene i England (Page, 1968). Etter hvert som gjødselmengdene økte etter siste verdenskrig ble man klar over at enkelte gjødselslag bevirket spirehemming (Olsen, 1956, Robertson, 1962).

Radgjødsling til ønsket dybde med *gjødselharv* ble mulig etter at egnede maskiner kom på markedet i slutten av 1960-årene. Metoden er mye brukt i flere jordbruksstrøk i Norge nå.

Samtidig med gjødselharva kom kombinerte såmaskiner på markedet. Disse legger gjødsla i rader i jorda i bestemt avstand fra såkornet. (Heinonen, 1961 og 1963, Nieminen, 1964). Metoden kalles *eksaktgjødsling* eller *bandgjødsling* og er under sterk utbredelse i enkelte distrikter i vårt land.

I denne meldinga er de tre sistnevnte gjødslingsmetoder, kontaktgjødsling, gjødselharving og bandgjødsling, sammenlignet med førstnevnte, bredgjødsling.

nå for det meste nitrogenvirkninger.

I forsøk på fosforfattig jord i Sverige under siste verdenskrig ga radgjødsling av fosforgjødsel 3—5 % større kornavling enn bredgjødsling. (Franck, 1949). Lignende norske forsøk først i 1950-årene ga ingen virkning (Sorteberg, 1957). Jorda i denne forsøksserien var ikke spesielt fosforfattig.

Forsøk i de senere år med nitrogengjødsel viser en avlingsøkning på 8—

9 % i Øst-Sverige, og 3—5 % i Vest- og Nord-Sverige (Bondesson, 1973).

I Danmark viser de senere års forsøk at det er realistisk å forvente lignende avlingsøkning som i Vest- og Nord-Sverige (Olesen, 1975 s. 2093).

I Finland er ofte den positive virkningen etter radgjødsling langt større enn i Sverige og Danmark (Aura, 1967, Larpes, 1968).

Senere års forsøk i Norge viser at den positive virkningen etter radgjødsling er minst på Jæren, og noe

større på Sør-Østlandet (Lyngstad, 1968) og i Trøndelag (Tranmæl, 1972). I middel av forsøksseriene ligger avlingsøkningen på samme nivå som i Danmark og i Vest- og Nord-Sverige, 3—5 %.

Det er påvist at radgjødselvirkningen er størst på næringsfattig jord (Isfan, 1965, Bondesson, 1973) og at virkningen er ubetydelig på lett porøs jord (Bondesson, 1973, Lyngstad, 1974, Larpes, 1968).

Opplysninger om forsøkene

Forsøksplan.

Forsøkene er utført etter en split-plot plan med gjødslingsmetoder på småruter og gjødselmengder på stor-ruter.

Gjødslingsmetoder:

- Radgjødsling (R)
- Bredgjødsling (B)

Gjødselmengder:

- 4 kg N i fullgjødsling (N 4)
- 8 kg N i fullgjødsling (N 8)
- 12 kg N i fullgjødsling (N 12)

Omfanget av forsøkene.

Tabell 1 viser omfanget av forsøks-serien. I årene 1969 til 1972 var det stor aktivitet i de fleste forsøksrin-ger vedrørende radgjødsling til korn.

Tabell 1. Antall forsøk på forsøksgardene Møystad og Staur og i forsøks-ringene i distriktet i årene 1968—1973.

År	Møystad /Staur	Solør— Odal	Sør- Østerdal	Hed- mark	Sør- Gudbr.- dal	Toten	Hade- land	Sum
1968	2							2
1969	7	1	3	6		2		19
1970	2	5	6	9		3	3	28
1971	1	4	1	1	1	4	5	17
1972	1	3	1	2	1	5	4	17
1973		1		2		3		6
	13	14	11	20	2	17	12	89

Jorda på forsøksfeltene.

60 forsøksfelt lå på morenejord, 28 på sedimentær jord og ett på myr-

jord. Fra 66 av feltene ble det tatt prøver til kjemiske analyser med følgende resultat:

	Antall felt	Glødetap %	pH	P-AL mg/100 g	K-AL mg/100 g
Morenejord	45	7,7	6,1	8,9	12,7
Sedimentær jord . .	21	4,5	6,0	7,5	10,6
Variasjon		2,2—17,0	4,8—7,6	0,6—31,0	2,6—52,0

Morenejorda har markert større egenskaper viser små forskjeller mellom glødetap enn den sedimentære jorda. Midlere jordartene. Midlere fosforinnhold er gunstig i begge jordarter.

Midlere kornstørrelsesfordeling av mineralmaterialet i matjordlaget var i vektprosent:

Jordart	Ant. felt	Materiale < 2 mm			
		Grus > 2 mm	Sand 2,0—0,06 mm	Silt 0,06—0,002 mm	Leir < 0,002 mm
Morene	33	23	49	38	13
Sedimentær	13	0	36	58	6
Variasjon		0—82	9—82	19—82	3—21

Morenejorda kjennetegnes ved å ha alle kornstørrelser i relativt jevn fordeling. Leirinnholdet er ofte på et gunstig nivå. Den sedimentære jorda mangler grus og domineres av sand og silt. Leirinnholdet er lågt.

Som en ser er det store variasjoner fra felt til felt i alle undersøkte egenskaper i jorda. Dette er vanlig i forsøksdistriktet og kompliserer vurderingen av resultatene med henblikk på rettleddning for praksis.

Nedbørsforholdene.

Det var store variasjoner i nedbørsforholdene fra år til år i forsøksperioden. Nedbøren i juni f.eks. varierte fra 6 mm i 1969 til 111 mm i 1972 (tabell 2). Sammenligner en med middelnedbøren i årene 1944—1975 ser en at august og september var bety-

delig tørrere i forsøksperioden enn midlet for de siste 32 år.

Månedsmidlene i forsøksperioden for værstasjonene «Kise», «Ø. Toten» og «Flisa», avvek lite fra de refererte tall i tabell 2.

Forgrøde.

På 46 felt var det korn som forgrøde, på 11 felt potet og på 4 felt forvekster og grønnsaker.

Såtid.

Såtiden på feltene har variert fra 26. april til 8. juni. Midlere såtid var 18. mai. Det var ikke markerte forskjeller i såtid mellom de ulike distrikt eller de ulike jordarter.

Kornart.

Det er dyrket bygg på 66 felt, havre på 18 felt og hvete på 5 felt.

Tabell 2. Nedbøren i mm i vekstmånedene på Statens forsøksgard Møystad.

År	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Sum
1968	60	83	56	10	32	241
1969	33	6	68	32	55	194
1970	31	58	126	39	66	320
1971	73	43	63	28	41	248
1972	46	111	40	88	22	307
1973	53	47	122	43	41	306
Middel	49	58	79	40	43	269
Middel (1944—75)	40	61	71	68	63	303

Maskiner.

Forsøksfeltene er gjødslet og sådd med de til enhver tid tilgjengelige maskiner. Fordi forsøksserien startet samtidig med maskinfabrikantenes introduksjon av radgjødslingsmaskiner er det brukt ulike maskintyper, som vist i tabell 3.

De to kombinasjonene med 25 cm radavstand har 12,5 cm avstand mellom kornsålabbene. Gjødsla blir lagt mellom to og to kornrader og noe dypere. Teoretisk vil gjødsla bli liggende i ca. 7 cm's avstand fra såkornet. Forsøksåmaskina ble brukt i 1968 og 1969 før de kommersielle maskiner var særlig utbredt.

Tabell 3. Oversikt over radgjødslingsmaskiner brukt i forsøkene.

Gjødslingsmetode		Antall forsøk	Gjødslas radavstand cm
Kontakt gjødsel—såkorn	Mc.Cormick	6	17,8
Radgjødsling før såing	Tume gjødselharv	42	16,7
	Fiona harvsåmaskin	5	15,0
	Hankmo såmaskin	5	13,0
Kombinert gjødsling og såing	Juko	15	25,0
	Forsøkssåmaskin*	12	13,3
	Tume	2	25,0
	McCormick	2	17,8

* Maskinen er konstruert av førsteamanuensis Egil Øyjord.

Andre opplysninger.

Det er prøvd å få helt lik jordarbeiding på forsøksleddene. For felt anlagt med gjødselharv er det bredgjødslede areal harvet en gang med gjødselharva uten gjødsel.

Etter planen skulle gjødsla plasseres 3—4 cm dypere enn såkornet. Dette er vanskelig å kontrollere med gjødselharver da bærehjula ofte er

smale og synker dypt i løs jord, mens de flyter høyere på fastere jord. Det kan derfor ha forekommet avvik fra den planlagte dybden på enkelte felt.

På alle felt unntatt der det er brukt kombimaskin er kornet sådd på tvers av gjødslingsretningen.

Alle felt fra og med 1969 er høstet med skurtresker. Halmen er forsøks- høstet på fire felt.

Resultater

Kontaktgjødsling

I 1969 og 1970 ble virkningen av kontaktgjødsling med kommersielle maskiner undersøkt på seks felt. Fem felt ble anlagt etter den foran nevnte forsøksplan, og resultatene av disse blir behandlet samlet. Ett felt lå på forsøksgården og resten i forsøksringene, to i Hedmark, ett i Toten og ett i Sør-Østerdal. På alle felt ble det brukt fullgjødsel.

Antall spirer pr. m² etter bredgjødsling (B) og kontaktgjødsling (K) en uke etter første spiring var:

	B	K
N 4	356	— 34
N 8	377	— 108
N 12	374	— 155

Spirehemningen etter kontaktgjødsling tiltok med stigende gjødselmengde, som vist ovenfor.

Etter buskinga jevnet åkeren seg ut og ved høsting var det ikke forskjell å se mellom gjødslingsmetodene. Avlinga i kg korn pr. dekar var:

	B	K
N 4	232	— 1
N 8	264	+ 9
N 12	272	+ 4

Spirehemningen førte ikke til redusert avling i disse forsøkene. Avlingsnivået var lågt grunnet tørken i 1969.

Vanninnholdet i kornet ved høsting var 1,5 % lågere ved kontaktgjødsling enn ved bredgjødsling i middel for de fem forsøkene.

I et forsøk på Staur i 1969 ble fire gjødselslag prøvd, hver med fem mengder. Feltet ble anlagt 20. mai og tilsådd med toradsbygg. Figur 1 viser spiringa ved kontaktgjødsling i forhold til bredgjødsling den 2. juni. Spirehemningen var sterkest etter urea og kalksalpeter, og betydelig svakere etter kalkkammonsalpeter og fullgjødsel 19-5-9.

For alle gjødselslag var det spirehemning ved minste prøve mengde, 3 kg N pr. dekar. Spirehemningen økte med stigende gjødselmengde og for urea og kalksalpeter var forsøksrutene nesten uten spirer ved sterkeste gjødsling, 15 kg N pr. dekar. Også på dette feltet jevnet åkeren seg ut utover sommeren på de fleste forsøksruter. Avlingsutslaget for kontaktgjødsling i forhold til bredgjødsling ble i prosent:

Fullgjødsel 19-5-9	+ 14
Kalkkammonsalpeter	+ 12
Kalksalpeter	— 5
Urea	— 33

For fullgjødsel og kalkkammonsalpeter var det entydig størst avling etter kontaktgjødsling ved alle prøve gjødselmengder. Kontaktgjødsling med kalksalpeter ga større avling enn bredgjødsling opp til 9 kg N pr. dekar, mens større gjødselmengder førte til avlingsnedgang. For urea inntraff avlingsnedgangen allerede ved 3 kg N pr. dekar.

Prosent

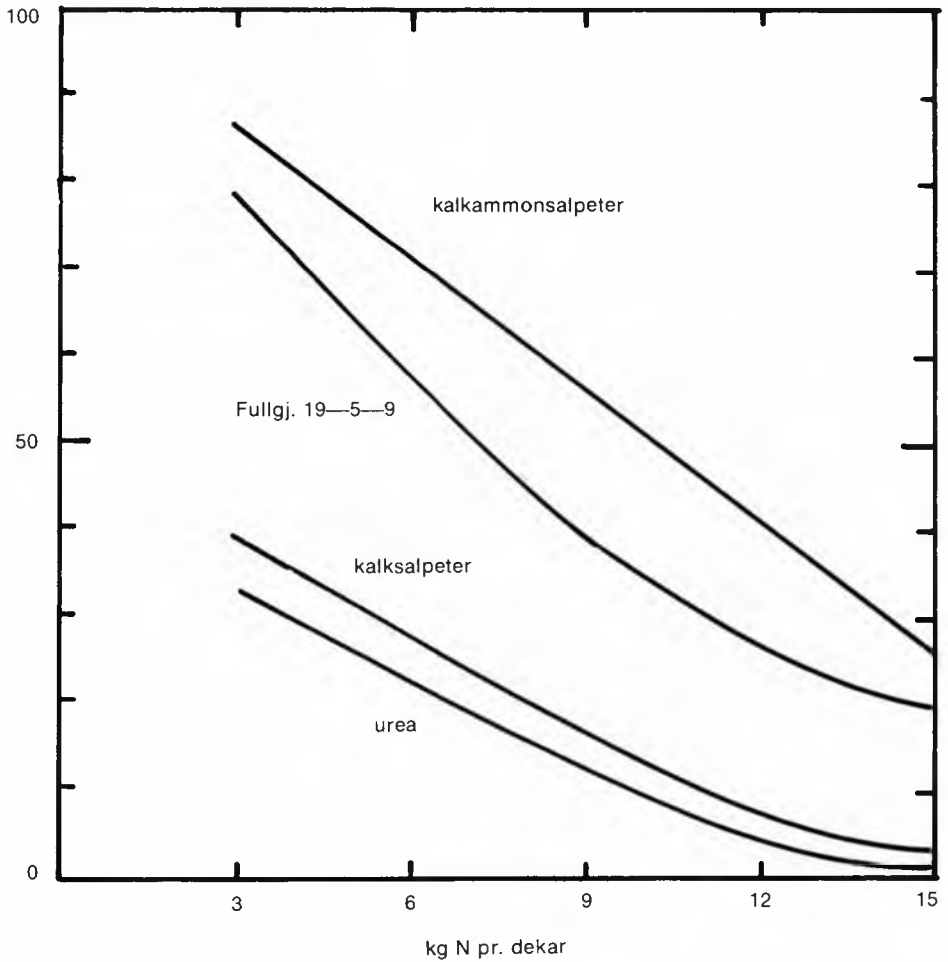


Fig. 1. Prosent synlige spirte korn ved kontaktgjødning i forhold til bredgjødning en uke etter første spiring. Fra et forsøk på Staur i 1969.

Radgjødning med gjødselharv eller kombimaskin

Da det ikke er påviselig forskjell i radgjødselvirkning mellom disse to ulike gjødslingsmetoder i denne forsøksserien, blir resultatene behandlet samlet.

a. Kornavling

I middel av alle 83 forsøk ble resultatet i kg korn pr. dekar:

Radgjødslet	354
Bredgjødslet	341

Tabell 4. Avlinga i kg korn pr. dekar ved bredgjødsling (B) og meravlinga ved radgjødsling (R) gruppert etter gjødselvirkningen.

Størst avling ved:	Antall felt	Kg N pr. dekar					
		4		8		12	
		B	R	B	R	B	R
N 12	31	318	+ 12	364	+ 21	398	+ 30
N 8	28	332	+ 5	368	+ 11	356	+ 2
N 4	13	361	+ 4	329	+ 7	306	+ 5

Avlingsøkningen for radgjødsling tilsvarer 3,8 %. Det var 19 forsøk med signifikant størst avling etter radgjødsling og ett etter bredgjødsling.

På 31 felt var det avlingsøkning opp til 12 kg N pr. dekar ved bredgjødsling (tabell 4). Det gir uttrykk for at jorda var næringsfattig, — i hvert fall fattig på lett tilgjengelig nitrogen. Den positive virkningen av radgjødsling steg med stigende gjødselmengde og var etter tur 3,8 %, 5,8 % og 7,5 % ved de tre gjødselmengder. Felt med størst avling ved 8 kg N og ved 4 kg N pr. dekar hadde mye mindre radgjødselvirkning på kornavlinga, bare 1,7 % i middel.

Forgrøden hadde også betydning for virkningen av radgjødsling, tallene i kg korn pr. dekar:

Forgrøde	Ant. felt	B	R
Andre vekster	15	384	+ 4
Korn	46	355	+ 14

Korn som forgrøde har gitt minst avling og best radgjødselvirkning. Korn er en dårligere forgrøde enn «andre vekster» som i dette tilfellet var potet og forvekster. Kravet til N-gjødsling blir størst etter korn og under slike betingelser var det positivt å plassere gjødsla i rotsonen.

Mineralkornstørrelsesfordelingen i jorda, har hatt betydning for radgjødselvirkningen. Oppstillingen nedenfor viser avlinga i kg korn pr. dekar:

Sand,		Ant. felt	B	R
2—0,06 mm	< 40 %	15	354	+ 23
40—60 %	> 60 %	23	354	+ 12
		10	352	— 1

Leir,		Ant. felt	B	R
< 0,002 mm	< 15 %	37	361	+ 7
	> 15 %	11	338	+ 34

Jord, som er rik på finpartikler, mye silt og leir, og dermed lite sand, har gitt positiv radgjødselvirkning, mens sandrik jord har gitt lite eller ingen positiv radgjødselvirkning.

Meravling i kg korn pr. dekar ved ulike P-AL-tall i jorda var:

P-AL	Antall felt	P-AL mg/100 g	Meravl. for radgj.
< 6,0	25	3,9	+ 12
> 6,0	40	11,1	+ 10

Oppstillinga ovenfor viser at P-AL-tallet i jorda ikke har hatt betydning for virkningen av radgjødsling i denne forsøksserien.

De sent sådde felt hadde minst kornavling mens virkningen av gjødslingsmetodene var den samme uansett såtid.

Avlingsøkningen for radgjødsling de ulike år var etter tur 27 kg, 22 kg, 12 kg, 9 kg, 10 kg og 6 kg.

b. Halmavling

Strålengda, i cm, ble målt på tilsammen 21 felt i to år:

År	Ant. felt	B	R
1969	3	49	+ 3
1970	18	80	+ 2

Oppstillingen viser at i tørkeåret 1969, var halmen svært kort, mens den var mer normal i 1970. Det var liten forskjell mellom gjødslingsmetodene. På to andre felt med stor positiv radgjødelselvirkning på avlinga, var halmen ca. 5 cm lengre ved radgjødsling enn ved bredgjødsling.

Halmen ble forsøkshestet på fire felt, alle med størst kornavling ved radgjødsling. I middel ga bredgjødsling 355 kg pr. dekar og radgjødsling 372 kg.

c. Kvalitet

Etterrenninger oppstår når det er for tørt i buskingsfasen, og det senere kommer tilstrekkelig fuktighet. Observasjoner på 21 felt ga i middel følgende antall etterrenninger pr. m²:

År	Ant. felt	B	R
1969	3	557	— 195
1970	18	479	— 29

Som en ser var det mye etterrenninger begge år og mest ved tradisjonell bredgjødsling.

Legde. Det var 50 felt som hadde legde i denne forsøksserien med i middel følgende legdeprosent ved høsting:

	B	R
N 4	17	+ 2
N 8	41	+ 2
N 12	59	+ 3

Som ventet steg legdegraden med stigende gjødselmengde. Det var liten forskjell i legde mellom gjødslingsmetodene. Syv felt hadde signifikant mest legde etter radgjødsling og ett felt etter bredgjødsling.

Ett felt på Møystad i 1970 med 63 kg korn i meravling for radgjødsling

hadde 55 % legde ved bredgjødsling og 93 % ved radgjødsling.

Modning. På flere felt var det tydelig jevnere og dermed tidligere modning etter radgjødsling enn etter bredgjødsling. I et felt på Staur i 1968 ble det på et bestemt tidspunkt registrert 90 % fullmodne aks ved radgjødsling og 50 % ved bredgjødsling.

Vanninnholdet i kornet ved høsting er også et uttrykk for modninga. Innholdet i prosent i middel av de 81 felt som ble skurtresket var:

	B	R
N 4	20,3	— 0,2
N 8	21,1	— 0,7
N 12	21,9	— 0,6

Ved stigende gjødselmengde steg vannprosenten noe ved begge gjødslingsmetoder. På 16 felt var det signifikant minst vann i kornet etter radgjødsling mens to felt hadde signifikant mest vann ved denne gjødslingsmetoden. Største differanse i middel på et enkeltfelt var 5,7 % til fordel for radgjødsling.

Ser en på vanninnholdet i kornet ved høsting i sammenheng med leirinnholdet i jorda, viser oppstillingen nedenfor at det er størst differanse mellom gjødslingsmetodene på den mest leirrike jorda:

Leir, prosent	Ant. felt	B	R
< 15	37	21,8	— 0,2
> 15	11	21,2	— 1,7

Som før vist var det størst positiv virkning på kornavlinga av radgjødsling på den mest leirrike jorda.

Hektolitervekt. Denne er bestemt på prøver fra 65 av felta. Resultatet ble i kg korn pr. hektoliter:

	B	R
N 4	65,0	+ 0,1
N 8	64,2	+ 0,4
N 12	63,3	+ 0,5

Middeltallene viser at hektolitervekta var størst og dermed kornkvaliteten best etter radgjødning. Nedgangen ved stigende gjødselmengde var større ved bredgjødning enn ved radgjødning. Dette viser at kvalitetsforringelsen ved stigende gjødselmengde var minst ved radgjødning.

En vil nevne at på åtte felt hvor leirinnholdet i jorda var over 15 %, var midlere hektolitervekt etter bredgjødning 66,6 kg og etter radgjødning 67,8 kg. Dette viser tydelig kvalitetsforbedringen etter radgjødning i forhold til bredgjødning, der en har positiv radgjødselvirkning på kornavlinga.

Tusenkorntvekt. Denne er bestemt på prøver fra de samme 65 felt som hektolitervekta. Etter bredgjødning var den i middel 41,3 g og etter radgjødning 41,5 g. Gjødselmengden påvirket ikke tusenkorntvekta. I middel for åtte felt fra den mest leirrike jorda var tusenkorntvekta 37,8 g etter bredgjødning og 38,6 g etter radgjødning. Dette viser at kornet blir noe tyngre etter radgjødning enn etter bredgjødning når en får avlingsøkning for radgjødning.

Kjemisk innhold. Fra ett felt på forsøkgarden Staur i 1970, ble det tatt plantepøver til kjemisk analyse tidlig i veksttiden. Feltet var sådd 15.

Tabell 5. Det prosentvise og totale innhold av en del stoffer i 5 uker gamle kornplanter.

	Prosent av tørrstoff		Kg pr. dekar	
	B	R	B	R
Tørrstoff			230	+ 8
Trevler	20,4	— 0,6	46,9	+ 0,2
Aske	9,3	+ 0,6	21,4	+ 2,4
N	2,83	+ 0,54	6,51	+ 1,51
P	0,27	0	0,62	+ 0,02
K	3,57	+ 0,36	8,21	+ 1,14
NO ₃ -N	0,05	+ 0,10	0,115	+ 0,240

B = bredgjødning. R = radgjødning.

Tabell 6. N, P og K i avlinga. Middell av 8 felt for korn og 4 felt for halm.

	Kg N pr. dekar i fullgjødning					
	4		8		12	
	B	R	B	R	B	R
Korn, kg pr. dekar						
m/15 % vann	311	341	367	407	380	424
N, % av tørrstoffet	1,91	1,85	1,97	1,98	2,13	2,13
P, % av tørrstoffet	0,44	0,45	0,44	0,44	0,44	0,45
K, % av tørrstoffet	0,77	0,78	0,77	0,75	0,73	0,79
Halm, kg pr. dekar						
N, % av tørrstoffet	0,67	0,59	0,78	0,66	0,80	0,74
P, % av tørrstoffet	0,13	0,12	0,13	0,10	0,12	0,11
K, % av tørrstoffet	1,48	1,44	1,50	1,48	1,93	1,61

B = bredgjødning. R = radgjødning.

mai og prøvene tatt ut 23. juni. Resultatene er vist i tabell 5.

Analysene (tabell 5) viser at det var stor forskjell i opptak av plantenæringsstoffer mellom gjødslingsmetodene på dette utviklingsstadiet, selv om avlinga var lite påvirket. Det var markert størst innhold av nitrogen, nitrat-nitrogen og kalium etter radgjødsling. En bør merke seg at det var tre ganger så mye nitrat-nitrogen etter radgjødsling som etter bredgjødsling. Plantenes fosforopptak var ikke påvirket av de to gjødslingsmetodene i dette forsøket.

Tabell 6 viser kornets innhold av N, P og K ved høsting i middel av 8 felt hvor alle hadde entydig avlingsøkning for radgjødsling. I tillegg sees innholdet i halmen fra fire av feltene. N-innholdet i kornet steg med stigende gjødselmengde mens P- og K-innholdet var uforandret. Gjødslingsmetodene har hatt liten påvirkning på N-, P- og K-innholdet i kornet.

Halmen har mindre innhold av N og K etter radgjødsling enn etter bredgjødsling.

Vurdering av resultatene

Forsøksserien har avslørt at det er store variasjoner i radgjødslingsevne på avling og kvalitet i forsøksdistriktet. Største positive avlingsutslag var 76 kg på ett felt og største negative utslag 56 kg på et annet. Ved gruppering av materialet har en kunnet avsløre enkelte lovmessigheter. Det går klart fram at jordas næringsinnhold er avgjørende for virkningen av radgjødsling. Både ved gruppering etter virkningen av stigende gjødselmengder og etter ulike forgrøder, går det fram at det er på jord med lite tilgjengelig nitrogen om våren en får størst avlingsframgang etter denne gjødslingsmetoden. Dette er som en må vente da plantene i N-rik jord får nok nitrogen i etableringsfasen uansett gjødslingsmetode, mens de i N-fattig jord kan bli hemmet i veksten i denne fasen ved bredgjødsling.

Gruppering etter jordarten har vist at denne spiller en avgjørende rolle for virkningen av radgjødsling. På tett jord er det ofte positiv radgjødselvirkning, mens dette er sjeldnere tilfelle på porøs jord. En må regne med at denne forskjellen mellom jord-

artene har sammenheng med vannfaktoren. I tett jord vil det ta lengre tid før bredsådde plantenæringsstoffer når ned til røttene enn i porøs jord. Det er vanligvis små nedbørmengder om våren på Nord-Østlandet, og under slike forhold vil bredsådd gjødsling i tett jord neppe komme plantene til gode før det er gått noen tid, mens den som er radgjødsling er tilgjengelig med en gang. Store nedbørmengder kort tid etter såing vil utviske noe av forskjellen mellom gjødslingsmetodene i tett jord. I porøs jord vil faren for utvasking av tilførte gjødselstoffer være stor under slike forhold, mens gjødslingsmetodene neppe har betydning.

I denne forsøksserien har det ikke vært mulig å påvise noen sammenheng mellom nedbøren om våren og virkningen av radgjødsling. I Finland (*Elonen*, 1967) viser vanningsforsøk at den positive virkningen av radgjødsling på avlinga kan være like stor der det er tilført vann som der det er bare naturlig nedbør.

Jordas innhold av lett-løselig fosfor har ikke hatt betydning for radgjødselvirkningen. Årsaken er å finne i

det forhold at forsøkene er utført på eldre kulturjord med sterk fosforgjødsling de siste 20—25 år. De 25 felt hvor P-AL-tallene var under 6,0 hadde middeltall på 3,9 og dette er egentlig ikke fosforfattig jord.

Forsøksmaterialet er gruppert etter en del andre kriterier som avlingsnivå, såtid, distrikt, kornart og en del kjemiske forhold i jorda, uten at disse har bidratt til å klarlegge årsaksforholdet vedrørende virkningen av radgjødsling.

Det er ikke samspill mellom gjødslingsmetoder og gjødselmengder på avlinga, hvis en ser hele forsøksmaterialet under ett. Forsøkene som ble utført på næringsfattig jord derimot viste tydelig positivt samspill mellom disse forsøksfaktorer (tabell 4, øvre linje). Det samme er påvist i forsøk med rot- og grønnfôrvekster i Mjøstraktene. (Ekeberg, 1974).

I et forsøk i bygg på Jønsberg landbrukskole i 1969 med markert positiv virkning av radgjødsling, ble bl.a. stråtype og stråtetthet registrert. Antall strå pr. m² ved bredgjødsling (B) og radgjødsling (R) var:

	B	R
Hovedstrå	252	+ 66
Buskingsstrå	70	+ 80
Etterrenninger	258	— 80
Totalt	580	+ 66

På dette feltet var det flest hovedstrå og buskingsstrå etter radgjødsling. Det var, som vanlig, flest etterrenninger etter bredgjødsling. Det ble registrert flere korn pr. aks ved radgjødsling enn ved bredgjødsling i mid-del av hovedstrå og buskingsstrå. Hvis etterrenningene på dette feltet hadde gått fram til modning må en anta at den positive virkningen av radgjødsling på avlingsmengden var blitt redusert i og med at det var flest etterrenninger etter bredgjødsling.

I 1970 og 1971 var det mye etterrenninger i forsøksområdet. Da disse

gikk fram til modning på forsøksfeltene kan dette forklare noe av årsaken til den uventet beskjedne avlingsøkning en fikk for radgjødsling.

Forsøksserien har vist at det er tendens til mest legde etter radgjødsling. I de tilfelle det blir lengre og mer halm og større kornavling, må en tro at dette er realistisk.

Det er tydelig at radgjødsling åker har jevnere utvikling og modning av kornplantene enn bredgjødsling. Dette er konstatert ved at det ble lågest vannprosent ved høsting der det var radgjødsling. På mange felt var dette lett å se i tiden før høsting. Årsaken til dette er at ved radgjødsling vil alle planter ha kort veg til gjødselstoffer tidlig i veksttiden og dermed like vekstforhold, mens det etter bredgjødsling blir ujevne avstand mellom gjødselpartikler og kornrøttene og dermed ujevne vekst tidlig i veksttiden. Det kan også tenkes at ved bredgjødsling vil enkelte såkorn komme i kontakt med gjødselpartikler med spirehemning og ujevn vekststart som følge. Denne ujevne vekststarten ved bredgjødsling lar seg ikke rette opp i veksttiden og gjør seg gjeldende som ujevn og dermed senere moden åker ved bredgjødsling enn ved radgjødsling.

Under modningsprosessen mister plantene vann, samtidig forsvinner noe kalium. Lyngstad (1977) har påvist at ved høsting var halmen kaliumfattigere etter radgjødsling enn etter bredgjødsling. Dette er også et uttrykk for raskest modning etter radgjødsling. Det samme synes å være tilfelle i dette forsøksmateriale selv om vi har resultater fra bare fire forsøk. Halmen synes også å være nitrogenfattigst ved radgjødsling, noe som også må skyldes ulikt modningsforløp ved radgjødsling og bredgjødsling.

Også i potet (Højmark, 1976) og i kålrot (Ekeberg, 1974) er det ved

radgjødsling påvist minst kalium i avlinga ved høsting.

Det synes altså å være generelt for flere vekster at modningen og dermed bl.a. nedgangen i kaliuminnholdet er raskest etter radgjødsling. En må regne med at dette er mest markert under forhold som gir avlingsøkning for radgjødsling.

Hektolitervekta er størst og dermed er kornkvaliteten best etter radgjødsling der en har positivt radgjødslingsutslag på avlinga. Årsaken til dette synes å være den jevnere utvikling og modning en får etter radgjødsling enn etter bredgjødsling.

Spørsmålet om en bør forandre gjødselmengdene ved overgang fra

bredgjødsling til radgjødsling er vanskelig å svare på. Da faren for legde vanligvis er størst etter radgjødsling synes det klart at en i hvert fall ikke bør øke gjødselstyrken, men heller justere den noe ned.

Analysen av 5 uker gamle planter fra forsøket på Staur i 1970 viser interessante resultater. Det er tydelig at det på dette tidspunkt er tatt opp mer N og K i planta ved radgjødsling enn ved bredgjødsling. Hvorfor P-opptaket ikke følger samme mønster, da det er brukt NPK-gjødsel, er det vanskelig å gi noen forklaring på. Det mest sannsynlige er at plantene lettere foretar luksusopptak av N og K enn av P.

Summary

The report deals with a series of fertilizer placement trials carried out in Eastern Norway 1968—1973.

Four methods of fertilizer application were compared:

- a. Broadcast before sowing.
- b. Placement before sowing (Fertilizer harrow)
- c. Side-band placement (Combined grain/fertilizer seeder)
- d. Contact placement at sowing (in the seed furrow).

As the results from the methods b. and c. did not differ, they are treated under one heading below and called side-band placement. This two treatments were compared with treatment a. in 83 field trials. Treatment a. and d. were compared in 6 field trials.

The contact method (d.) delayed germination when a combined fertilizer (Fullgjødsel 19-5-9) and ammonium nitrate was used as fertilizer. The yield, however, was not affected. When calcium nitrate and urea was

applied, germination was delayed and the yield reduced.

On soils with low fertility, side-band placement gave increasing yield with increasing amount of fertilizer, when compared with broadcast placement. This effect was not found on the richer soil types.

On clayey moranic soils and on silty sedimentary soils sideband placement resulted in significantly higher yields than broadcast. The difference was most pronounced on plots where cereals had been grown the year before. On gravel and sandy soils the method of placement did not affect yield.

When side-band method increased yield the following effects could be observed:

1. More vigorous growth and darker leaf colour.
2. Reduced number of lower-order tillers.

3. More lodging.
4. Increased plant height and higher yield of straw.
5. More uniform ripening and lower water content in the grain at harvest.
6. Higher grain volume weight and increased weight per 1000 grains.
7. Higher N and K content in plants early in the growing season.
8. Lower N and K content in the straw at harvest.

Litteratur

- Aura, E.*, 1967: Effect of the placement of fertilizer on the development of spring wheat. *Maataloust. Aikakausk.* 39: 148—155.
- Bondesson, C. G.*, 1973: Kombisådd eller ej? *Aktuellt från Lantbrukshögskolan* nr. 198. Allmänt 13.
- Cooke, G. W.*, 1952: Försök i England rörande sådd av handelsgödselmedel. *Växt-Närings-Nytt* 9: 28—34.
- Ekeberg, E.*, 1969: Radgödsling. *Samvirke* nr. 19: 707—709.
- Ekeberg, E.*, 1970: Erfaringer med radgödslingsmetoder til korn. *Norsk Landbruk* nr. 7: 14—16.
- Ekeberg, E.*, 1971: Radgödslingsförsök i Hedmark og Oppland 1970. *Samvirke* nr. 5: 173—175.
- Ekeberg, E.*, 1972: Variable utslag for radgödsling på Opplandene 1971. *Samvirke* nr. 4: 157—160.
- Ekeberg, E.*, 1974: Försök med N, NPK og radgödsling til rot- og grönforvekster i Hedmark og Oppland 1957—1973. *Forskn. fors. Landbr.* 25: 285—306.
- Elonen, P.*, 1967: Sprinkler irrigation on clay soils in southern Finland. *J. Sci. Agr. Soc. Finland*, 39: 78—88.
- Frank, O.*, 1948: Försök med nedmyllning av handelsgödsel. *Jordbruksförsöksanstaltens Meddelande* nr. 26.
- Heinonen, R., Nieminen, L.*, 1961: Trials on placement of fertilizer. *Maatalous ja Koetointiminta* 15: 7—14.
- Heinonen, R.*: 1963: Vilka krav bör man ställa på en kombinerad såmaskin? *Jord och Skog* 15: 508—510.
- Hernes, O.*, 1962: Försök med ulik spredningstid av salpeter til korn. *Forskn. fors. Landbr.* 13: 257—266.
- Højmark, J. V.*, 1976: Placering og bredsåning af NPK-gødning til sildige kartofler. *Tidsskrift for planteavl* 80: 211—220.
- Isfan, D., Oproiv, E.*, 1965: The effect of placement of mineral N and P to wheat on slightly leached chernozem in southern Rumania. *Anal. Inst. Cerc. Agron.* 21 B: 87—97.
- Larpes, G.*, 1968: Radgödslingsförsök 1965—67. *Lantmän och Andelsfolk* nr. 7.
- Lyngstad, I.*, 1968: Radgödsling til korn. *Norsk Landbruk* nr. 5.
- Lyngstad, I.*, 1972: Sprøyting med urea og kalksalpeter i kornåker. *Forskn. fors. Landbr.* 23: 105—118.
- Lyngstad, I., Bøhn, K., Bærug, R.*, 1974: Radgödsling. *LOT-småskrift* nr. 12.
- Lyngstad, I.*, 1977: Radgödsling til korn. Försök i perioden 1965—75. *Meld. nr. 89 fra Institutt for jordkultur.*
- Nieminen, L.*, 1964: Det lönar seg at utveckla placeringsmaskiner för handelsgödsel. *Växt-Närings-Nytt* 1: 14—17.
- Olesen, J.*, 1975: Planteavlssarbejdet i landbo- og husmandsforeningerne. *Andelsbogtrykkeriet i Odense.*
- Olsen, R. A., Dreies, A. F.*, 1956: Fertilizer Placement for Small Grains in Relation to Crop Stand and Nutrient Efficiency in Nebraska. *Soil Sci. Soc. of. Am.* 20: 19—24.

- Page, E. R.*, 1968: Fertilizer Placement. Rep. Prog. Appl. Chem. 52: 279—294.
- Rehm, G. W., Wiese, R. A.*, 1975: Effect of nitrogen application on corn (*zea mays* L.) grown on sandy soils. Soil Sci. Soc. of Am. Proc. 39 (6): 1217—1220.
- Robertson, L. S., Hansen, C. M., Retzer, H. J.* et. al., 1962: Fertilizer placement and row spacing for small grains. Proc. 37th annu. Meet. Coun. Fertil. Appl. 1961: 44—49 (Michigan St. Univ.).
- Sorteberg, A., Bærug, R.*, 1957: Sammenligning mellom forskjellige fosforgjødselslag, mellom pulverformig og granulert superfosfat og mellom bredsådd og rad-sådd granulert superfosfat. Forskn. fors. Landbr. 8: 203—238.
- Tranmæl, T.*, 1972: Radgjødsling til korn. Landbrukstidende 78: 244—247.

I redaksjonen 29.12.1976.

**FORSØK MED ETTÅRIG RAIGRAS (*LOLIUM MULTIFLORUM*
LAM. SSP. *WESTERWOLDICUM*). GJØDSLINGSSTYRKE
OG SÅMENGDER**

*Trials with annual ryegrass (Lolium multiflorum
Lam. ssp. westerwoldicum). Fertilizing and seed rates*

AV
IVAR L. ANDERSEN

INNHold

I. Sammendrag	230
II. Innledning	231
III. Omtale av forsøkene	231
1. Forsøksopplegg	231
2. Klimaet i vekstida	232
IV. Forsøksresultater	232
1. Tørrstoffavling	232
2. Stoffinnhold i plantene	233
V. Summary	239
VI. Litteratur	240

I. Sammendrag

1. Meldingen omhandler forsøk i westerwoldsk raigras med stigen- de mengder fullgjødning A kombi- nert med ulike såmengder. Den tetraploide sorten *Tewera* ble nyt- tet i alle forsøk. Forsøkene ble ut- ført i perioden 1966—1971.

Forsøksplanen var en split-plot plan med følgende leddordning:

Gjødsling på storruiter:

I. 75 kg fullgjødning A pr. dekar		
II. 100	—»—	—»—
III. 125	—»—	—»—
IV. 150	—»—	—»—

Ulike såmengder på småruiter:

- a. 1.5 kg frø pr. dekar
- b. 3,0 —»—
- c. 4,5 —»—

All gjødning ble gitt ved anlegget av feltene.

2. *Avlingsresultater*: Med økt gjødning var det klar økning i tørrstoffavling opp til ledd III. Fra ledd III til ledd IV var økningen ubetydelig. Med økte såmengder var det en økning på 30—35 kg tørrstoff pr. dekar for hvert såmengde-trinn. Det ble ikke påvist signifikant samspill gjødning x såmengder.
3. *Avlingsnivået* varierte sterkt med årene. I gode år lå gjennomsnittsavlingene på 500—600 kg tørrstoff pr. dekar, mens det i det ekstremt dårlige året 1968 bare ble høstet i underkant av 300 kg tørrstoff pr. dekar.
4. *Stoffinnhold*: Med sterkere gjødning fulgte stigning i innhold av råprotein og askebestanddelene fosfor, kalium, kalsium og magnesium. Ved 1. slått var det et svakt fall i trevleinnhold etter sterk gjødning. Med økte såmengder var det ved 1. slått et klart fall i innhold av råprotein og aske, mens trevleinnholdet økte.

Både for råprotein og askebestand- deler var nivået relativt høgt. For rå- protein var verdiene (prosent av tørr- stoffet) ved 1., 2. og 3. slått henholds- vis 21, 17 og 25, mens verdiene for aske var 13, 11 og 12. Fosforinnhol- det var særlig høgt (0,6—0,7 pro- sent). Det relativt høge kalsium- og magnesiuminnhold førte til at de høyeste verdier for milligramkviva- lentforholdet (K/Ca + Mg) ikke lå stort over den antatte faregrense på 2,2, det til tross for høgt kaliuminn- hold.

Undersøkelser over nitratinholdet gjort i 1971 viste at dette var høgt for gjødslingsleddene II—IV ved 1. slått, med verdier over 400 mg NO₃- N/100 gram tørrstoff. Ved 2. slått var det bare for ledd IV at verdiene lå over dette nivå. Ved 3. slått lå alle verdiene klart under.

Når det gjelder de praktiske slut- ninger som kan dras ut av disse og andre nyere undersøkelser i ettårig raigras i landsdelen, kan kanskje føl- gende uttales:

Gjennomføres én gangs gjødning, vil det bl.a. av omsyn til nitratinholdet ved 1. slått være nødvendig å moderere gjødselmengdene. Dermed må en også gi avkall på de store avlinger. En øvre grense tilsvarende 70—80 kg fullgjødning A synes å være aktuell her. Ved sterkere gjødning gis ho- vedmengden om våren og resten etter 1. slått. Ved å utsette 1. slått noe oppnåes for det første mindre NO₃- innhold, og for det andre vil det sam- let bli større avling. Sein gjødning frarådes p.g.a. faren for sterk nitrat- opphopning i plantematerialet.

Når det gjelder såmengdene, så gir f.eks. 1,5 kg pr. dekar for tynt og ikke sjelden ugrasfullt plantedekke. Dette fører bl.a. til betydelig reduk- sjon i avlingsmengde. Såmengde på

3—4,5 kg pr. dekar har gitt 35—70 kg større tørrstoffavling pr. dekar enn minste såmengde. Liten såmengde har ved 1. slått gitt høgre innhold

av råprotein og askebestanddeler, men lågere trevleinnhold enn de større såmengder.

II. Innledning

Ettårig raigras har i de seinere år fått et visst innpass som førvekst i Troms og Finnmark. Det er særlig som tilskottsfor på ettersommeren og om høsten, eller som «erstatning» for engvekstene i år med store overvint-ringsskader, det har fått betydning. Tetraploid, westerwoldsk raigras har vært mest nyttet.

Westerwoldsk raigras (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *westerwoldicum*) er et ettårig raigras, mens italiensk raigras (*L. multiflorum* Lam. ssp. *italicum*) kan være både ett- og toårig (Haan, 1955, Jenkin, 1959, Skaland, 1966).

En rekke forsøk utført i Nord-Norge og Nord-Sverige har belyst dyrkingstekniske spørsmål, krav til jord og gjødsling, produksjonsevne og kvalitet hos ulike arter og sorter (Andersson, 1968, Furunes, 1967, Skaland, 1966, Skaland og Østgård, 1969, Skaland og Volden, 1974 og Stabbetorp, 1969).

Ved tidlig såing om våren på ikke for tørrlendt jord, er det oppnådd betydelige avlinger når været på ettersommeren og høsten har vært mildt.

I Troms er avlinger på 500—600 kg og i Nordland på 700—800 kg tørrstoff pr. dekar oppnådd i gode år. I dårlige år har avlingsnivået ligget ned mot det halve. Raigraset er ikke så dyrkingssikkert som fôrrips og grønnfôrnepe, og dette gjør seg mer gjeldende jo lengre nord en kommer.

Raigraset anses ikke som noen god dekkvekst ved vanlige såmengder. Det blir ofte for tett og dominerende, og engplantenes utvikling hemmes sterkt (Hillestad m.fl., 1970, Rapp, 1973, Steen, 1970).

Tørrstoffinnholdet hos ettårig raigras er betydelig større enn hos fôrrips og grønnfôrnepe. Dette skulle kanskje tilsi at raigraset egner seg bedre som silovekst enn de nevnte korsblomstrete fôrplanter. Nyere undersøkelser av *Mo* (1975 a og b) har belyst egenskapene til ettårig raigras som silovekst. Det ansees ikke som noen ideell silovekst, da det blir vel stort pressafttap. Det kan dog være forskjell mellom ulike sorter. Den relativt tørrstoffrike sorten *Tewera* angis å høve bedre til ensilering enn den noe tørrstofffattigere *Tetila*.

III. Omtale av forsøkene

1. Forsøksopplegg

Formålet med denne forsøksserien var å undersøke gjødslingsstyrken sett i sammenheng med ulike såmengder (plantetetthet), når all gjødsel ble gitt ved såing av raigraset. Videre var det av interesse å få greie på hvilket avlingsnivå som kunne oppnås ved en gangs gjødsling, og

hvorledes stoffinnholdet ble påvirket til ulike høstetider.

Forsøkene ble lagt ut etter en splitplot plan, hvor gjødslingsleddene utgjorde storrutene og såmengdeleddene smårutene.

Gjødselleddene, I—IV, var følgende: 75, 100, 125, 150 kg fullgjødsel A

pr. dekar. Dette gir følgende mengder av N, P og K pr. dekar:

Ledd	Nitrogen	Fosfor	Kalium
I	9,4	4,1	11,3
II	12,5	5,5	15,0
III	15,6	6,9	18,8
IV	18,8	8,2	22,5

Såmengdeleddene a—c var: 1,5, 3,0 og 4,5 kg pr. dekar. I alle år ble den tetraploide sorten *Tewera* nyttet.

Feltene skulle høstes to ganger pr. vekstsesong, men dette programmet lot seg ikke gjennomføre helt p.g.a. svært ulike vekstforhold i ulike år. I uåret 1968 ble feltet høstet bare en gang, i 1971 hele tre ganger.

2. Klimaet i veksttida

I perioden 1966—1971 varierte vekstklimaet meget sterkt fra år til år, og flere månedsmiddel var ekstre-

me. Temperatur- og nedbørforhold i veksttida går fram av tabell 1.

Tabell 1. Lufttemperatur og nedbør ved Værvarslinga for Nord-Norge.

År	1966	1967	1968	1969	1970	1971
<i>Lufttemperatur:</i>						
Juni (8,8)	10,2	8,3	7,7	9,9	10,3	10,4
Juli (12,4)	12,4	10,8	8,9	12,9	13,1	10,2
August (11,0)	10,0	11,1	8,9	12,1	11,1	10,9
September (7,2)	3,5	9,2	5,7	7,1	6,9	6,1
<i>Nedbør:</i>						
Juni (59)	42	97	117	80	47	6
Juli (56)	82	136	80	97	96	114
August (80)	163	109	117	32	65	143
September (109)	170	113	37	107	79	114
Normaler 1931—1960 i parentes.						

Av de seks årene hadde 1968 det ugunstigste klima, med middeltemperaturer under normalen for alle oppførte måneder. September 1966 var den kaldeste septembarmåned som er registrert i Tromsø. I 1967 var derimot temperaturen meget høy i september. Temperaturen i juli var

høgst i 1970. Når det gjelder nedbørforholdene, nevnes spesielt den tørre sommeren 1971 og august måned i 1969 som periodevis var svært tørr. Høstene 1966 og 1971 var nedbørrike. Bare vekstsesongen 1970 hadde mindre nedbør enn normalt.

IV. Forsøksresultater

1. Tørrstoffavling

Avlingsnivået varierte sterkt med årene, fra under 300 kg tørrstoff pr. dekar i 1968 til om lag 600 kg tørrstoff pr. dekar i 1970. De store varia-

sjoner i vekstklima fra år til år er hovedårsaken til dette. Sommeren 1968 var rå og kald. I 1966 var perioden juni—august relativt varm, men

det var unormalt kaldt i september med til dels vinterlig vær. Både i 1966 og i 1968 ble det små avlinger. Det ser ut til, og som også *Stabbetorp* (1969) har pekt på, at de største tørrstoffavlinger av ettårig raigras

oppnås når temperaturen på ettersommeren og høsten er relativt høg.

Avlingsnivået i de ulike år, og gjennomsnittstallene for de forskjellige forsøksledd, går fram av tabell 2.

Tabell 2. Tørrstoffavling i ulike år og i gjennomsnitt — kg pr. dekar.

Forsøksledd \ Ar		1966	1967	1968	1969	1970	1971	Gjen- snitt
Gjødsling	I	366	471	277	465	540	527	440
	II	391	490	294	456	611	530	462
	III	396	494	285	488	646	575	482
	IV	416	479	309	528	598	695	488
Såmengde	a	362	435	238	471	575	527	434
	b	394	476	294	484	597	572	469
	c	423	537	341	500	631	576	501

Variansanalyse over gjødselvirkningen viser at det er signifikant økning i tørrstoffavling fra ledd I til ledd II og ledd III, mens gjødselmengder ut over ledd III (125 kg fullgjødsel A pr. dekar) delvis gav økning og delvis fall i avlingsmengde. Den midlere økning var derfor beskjeden.

Ser en mer detaljert på utslagene i de ulike år ved ulike høstinger, viser det seg at det i 1971 var meget store utslag for sterkeste gjødsling ved 3. slått. Den nedbørrike høsten og det forhold at det allerede var høstet to ganger tidligere, kan være årsaken til den sterke virkning. Settes avlingene ved 3. slått til 100 for ledd I, blir verdiene for ledd II, III og IV etter tur: 120, 145 og 187. En økning i frø-

mengde på 1,5 kg pr. dekar fra ledd a til b og videre fra ledd b til ledd c gav dette ene året en meravling på 30—35 kg tørrstoff pr. dekar for hvert såmengde-trinn ($p < 0,001$).

Virkingen varierte nokså mye med årene. I 1967 var det f.eks. en økning fra ledd a til b på 41 kg og fra ledd b til ledd c på hele 61 kg tørrstoff pr. dekar. Størst avlingsforskjell mellom de forskjellige såmengdeledd ved 1. slått hadde en i 1971. Det tørre og varme været førte til dårlig etablering av raigraset, og det var tydelig at største frømengde da hadde gitt det beste grasdekket. Settes avlingsmengden for ledd a til 100, blir den for ledd b 147 og for ledd c 157.

2. Stoffinnhold i plantene

Fra et fôringsmessig synspunkt er kjennskapet til stoffinnholdet i avlingene av stor betydning, og det ble derfor i årene 1969—1971 gjort kjemiske analyser av plantematerialet. Det ble gjort analyser over innhold av råprotein, trevler, aske, fosfor, ka-

lium, kalsium og magnesium i alle tre år. I 1971 ble det i tillegg gjort nitratanalyser.

Råprotein.

Råproteininnholdet i raigraset varierer med art og sort. Italiensk rai-

gras synes å være rikere på protein enn westerwoldsk raigras. Tetraploide sorter av sistnevnte underart har høyere innhold enn diploide sorter (Bengtsson & Lustig, 1962, Skaland & Østgård, 1969). Dyrkingsstedet synes også å bety noe. Stabbetorp, (1969) angir verdier for råproteininnhold på 18—20 prosent som vanlig i Troms. Det synes å være slik at nivået i Nord-Norge ligger noe høyere enn i Sør-Norge (Skaland & Østgård, 1969).

Nitrogengjødslingen virker generelt positivt inn på innholdet av råprotein i gras (Homb, 1952, Andersen & Schjelderup, 1973 bl.a.). Dette gjelder også for raigras (Skaland & Østgård, 1969, Skaland & Volden, 1974).

Resultatene av råproteinanalysene er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Prosent råprotein i tørrstoffet ved ulike høstinger 1969—71.

Forsøksledd	1. slått	2. slått	3. slått ¹⁾	
<i>Gjødsling:</i>	I	19,5	15,1	24,6
	II	20,2	17,2	25,5
	III	21,3	16,9	25,9
	IV	22,7	18,6	25,8
<i>Såmengde</i>	a	21,8	17,9	26,4
	b	20,9	16,7	24,9
	c	20,0	16,4	25,1

1) 3. slått bare i 1971.

Ved 1. og 2. slått er det signifikant økning i innhold av råprotein med økte gjødselmengder ($p < 0,05$). Ved 3. høsting i 1971 var det en lignende tendens, men den er ikke sikker. Den høye verdien ved 3. slått i 1971 beror nok vesentlig på at graset ble høstet på et meget tidlig utviklingstrinn (bladstadiet). Dette skulle ellers kunne gå fram av det meget låge trevleinnholdet, jamfør neste avsnitt om trevler. Når det gjelder plantetettheten etter ulike såmengder, var det

klar nedgang i innhold av råprotein ved 1. slått når frømengden økte ($p < 0,05$). Det er mulig at den noe sparsommere lystilgang i en tett plantebestand fører til mindre bladandel og dermed lågere innhold av råprotein. Jamfør Ødelien (1951) og Tychesen (1975). Et tettere og mindre utviklet rotsystem kan muligens også ha spilt en rolle. Det økte trevleinnholdet tyder dog mest på at det er forholdet mellom blad og stengel som har endret seg i negativ retning. Også ved 2. og 3. slått er der en viss tendens til fall i råproteininnhold med økte frømengder.

Trevler.

Trevleinnholdet i gras øker med den fysiologiske alder hos plantene (Homb, 1952, Østgård, 1962). Når Ødelien (1951) og Vik (1955) fant lågere trevleinnhold ved 2. enn ved 1. slått, kom det av at det var relativt større bladmengde ved 2. slått. I nevnte arbeider til Homb og Østgård ble det vist negativ korrelasjon mellom trevleinnhold på den ene side og innhold av råprotein og mineralstoffer på den andre side.

Analysene over trevleinnholdet i dette forsøksmaterialet viste følgende resultater — se tabell 4.

Tabell 4. Prosent trevler i tørrstoffet ved 1., 2. og 3. slått¹⁾

Forsøksledd	1. slått	2. slått	3. slått	
<i>Gjødsling:</i>	I	27,4	27,2	20,9
	II	27,9	28,1	20,2
	III	26,9	27,6	21,1
	IV	26,9	27,9	21,2
<i>Såmengde</i>	a	26,3	27,2	20,6
	b	27,2	27,3	21,0
	c	28,3	28,4	21,0

1) 3. slått bare i 1971.

Ved 1. slått er der en klar tendens til fall i trevleinnhold med sterkere

gjødsling ($p < 0,05$). Ved 2. og 3. slått er virkningene mer uklare.

Med økte frømengder — tettere plantebestand — er det særlig ved 1. slått en betydelig økning i trevleinnholdet ($p < 0,001$). Også ved 2. og 3. slått er bildet lignende, om ikke så klart.

Det midlere trevleinnhold har ved 1. og 2. slått ligget på 26—28 prosent av tørrstoffet. Ved 3. slått i 1971 var trevleinnholdet lågt, bare 20—21 prosent. Dette kom av at grasets, som ble høstet da, for det meste bestod av blad. Jamfør avsnittet foran om råprotein.

Aske.

Tidligere undersøkelser har vist at intensivert gjødsling fører til økt innhold av askebestanddeler i grasets (*Homb, 1952, Andersen & Schjelderup, 1973*). Innholdet av askebestanddeler avtar med den fysiologiske alder (*Homb, 1952, Østgård, 1962, Skaland & Østgård, 1969*).

Resultatene fra denne forsøkssekken er gitt i tabell 5.

Tabell 5. Prosent aske i tørrstoffet ved 1., 2. og 3. slått¹⁾

Forsøksledd	1. slått	2. slått	3. slått
<i>Gjødsling:</i> I	12,0	9,7	10,9
II	12,3	10,9	11,2
III	13,3	11,1	11,6
IV	13,6	11,6	12,3
<i>Såmengde</i> a	13,4	11,0	11,6
b	12,6	10,9	11,4
c	12,5	10,6	11,6

1) 3. slått bare i 1971.

Både ved 1., 2. og 3. høsting har økt gjødsling resultert i høyere innhold av aske, men bare ved 1. slått er denne økning sikker ($p < 0,05$). Med økt såmengde er det både ved 1. og 2. slått reduksjon i askeinnholdet. Ved 1. slått er reduksjonen klart signifikant ($p < 0,01$).

Askeinnholdet har vært relativt høgt ved samtlige høstinger, på 12—14 prosent ved 1. slått, 10—12 prosent ved 2. slått og ved 3. slått i 1971.

Fosfor.

Fosforinnholdet var høgt ved alle høstinger, 0,5—0,7 prosent av tørrstoffet. Virkningen av ulike forsøksbehandlinger går fram av tallene i tabell 6.

Tabell 6. Prosent fosfor i tørrstoffet ved 1., 2. og 3. slått¹⁾

Forsøksledd	1. slått	2. slått	3. slått ¹⁾
<i>Gjødsling:</i> I	0,59	0,52	0,62
II	0,60	0,56	0,61
III	0,63	0,58	0,63
IV	0,66	0,60	0,66
<i>Såmengde</i> a	0,63	0,57	0,64
b	0,60	0,56	0,63
c	0,63	0,56	0,63

1) 3. slått bare i 1971.

Økt gjødsling har ført til økning i fosforinnholdet ved samtlige høstinger, men bare ved 2. høsting er økningen signifikant ($p < 0,05$). Ulike såmengder har bare i liten grad virket inn på fosforinnholdet i raigraset.

Kalium.

Fra et fôringsmessig synspunkt er det av interesse å se på kaliuminnholdet i relasjon til innholdet av kalium og magnesium, fordi et høgt kaliuminnhold samtidig med at kalium- og magnesiuminnholdet er lågt, kan føre til grasetani hos mjølkekyr. Se ellers avsnittet om milligrammekvivalentforholdet $K/Ca + Mg$ på side 237.

Geografisk sett er Troms og Finnmark ikke av de områder der kaliuminnholdet i grovfôret er særlig høgt om en samtidig tar med engplantenes utviklingstrinn i bildet. Dette har sannsynlig sammenheng med at mye av jorda er kaliumfattig. Jamfør *Andersen og Schjelderup (1973)*.

I dette materialet er innholdet av kalium til dels meget høgt, fra omkring 3,5 til over 5,0 prosent i tørrstoffet. Virkningene av ulike forsøksbehandlinger går fram av tabell 7.

Tabell 7. Prosent kalium i tørrstoffet ved 1., 2. og 3. slått¹⁾

Forsøksledd	1. slått	2. slått	3. slått
<i>Gjødsling:</i> I	4,4	3,5	3,3
II	4,6	3,8	3,3
III	4,8	3,9	3,7
IV	5,4	4,3	4,3
<i>Såmengde</i> a	5,0	3,9	3,9
b	4,6	3,9	3,8
c	4,8	3,8	3,6

1) 3. slått bare i 1971.

Kaliuminnholdet har steget betydelig med stigende gjødselmengder. For 1. og 3. høsting er stigningen mest signifikant ($p < 0,001$) for 2. høsting ikke så markert ($p < 0,05$).

Virkningene av økte såmengder var beskjeden med bare svakt fall i kaliuminnhold med økte såmengder.

Kalsium.

Grasprodukter blir sett på som en god kalsiumkilde (*Breirem*, 1938, *Breirem*, *Homb* m.fl., 1970). I dette materialet er innholdet meget høgt til gras å være — fra 0,6 til opp mot 0,9 prosent i tørrstoffet.

Virkningene av de ulike forsøksbehandlinger går fram av tabell 8.

Tabell 8. Prosent kalsium i tørrstoffet ved 1., 2. og 3. slått¹⁾

Forsøksledd	1. slått	2. slått	3. slått
<i>Gjødsling:</i> I	0,76	0,59	0,83
II	0,73	0,64	0,88
III	0,80	0,65	0,86
IV	0,81	0,67	0,87
<i>Såmengde</i> a	0,81	0,63	0,88
b	0,77	0,63	0,83
c	0,75	0,66	0,87

1) 3. slått bare i 1971.

Gjødslingsstyrken har ved alle høstinger vist seg å bety en del for kalsiuminnholdet, slik at sterkere gjødsling har ført til noe høyere innhold.

Ved 1. slått er det en tydelig tendens til fall i kalsiuminnholdet med økte såmengder.

Magnesium.

Innholdet av magnesium i gras er av stor interesse sett fra et fôringsmessig synspunkt. Grastetani hos mjølkeku og sau synes å ha noen sammenheng med magnesiuminnholdet i beitegras (*Breirem*, *Homb* m.fl., 1970). Lågt magnesiuminnhold hos eng- og beitegrasarter er ingen sjeldenhet i Nord-Norge. Verdier på omkring 0,10 prosent og enda lågere hos timotei sees ikke sjelden. Det er særlig i kjølige og regnvåte somre at verdiene er låge (*Andersen & Schjelderup*, 1973). *Semb* (1965) viste at områder med lite nedbør er mindre ut-satt for magnesiummangel enn områder med mye nedbør. *Semb* (1965) viste ellers at det er klar positiv korrelasjon mellom magnesiuminnhold i jord og planter.

I forsøkene med ettårig raigras på Holt lå verdiene høgt ved 1. slått, noe lågere ved 2. slått, og ved 3. slått (i 1971) mellom verdiene for 1. og 2. slått.

Virkningene av de ulike forsøksbehandlinger går fram av tabell 9.

Tabell 9. Prosent magnesium i tørrstoffet ved 1., 2. og 3. slått¹⁾

Forsøksledd	1. slått	2. slått	3. slått
<i>Gjødsling:</i> I	0,20	0,15	0,19
II	0,21	0,16	0,19
III	0,23	0,17	0,20
IV	0,22	0,17	0,20
<i>Såmengde</i> a	0,23	0,16	0,20
b	0,20	0,16	0,19
c	0,21	0,17	0,19

1) 3. slått bare i 1971.

Med økte gjødelsmengder har det jamt over vært tendens til høgre magnesiuminnhold. Tendensen var klarest for 1. slått.

Ved 1. slått var magnesiuminnholdet klart høgst ved minste såmengde ($p < 0,05$). Ved 2. og 3. slått var der ingen eller ubetydelig virkning slik.

Milligrammekvivalentforholdet

K/Ca + Mg

Denne kvotient er vanlig nyttet i fôringslæren. Når verdiene av denne kvotient når opp til eller over 2,2, er det mulig fare for grastetani hos beitende kyr og sau (*Kemp & 't Hart*, 1957). *Ødelien* (1960) viser imidlertid at nevnte grenseområde ikke er noe sikkert kriterium, da grastetani også er registrert ved lågere verdier enn 2,2.

Sjøl om kaliuminnholdet i dette materialet var svært høgt ved 1. og 2. slått, lå de høgste milligrammekvivalentverdier ikke stort over 2,2. Dette kommer av at også kalsium- og magnesiuminnholdet var høgt. Verdiene var markert lågere ved 3. enn ved 1. og 2. slått, en følge av relativt lågt kaliuminnhold, mens kalsium- og magnesiuminnholdet fortsatt var høgt.

Ca/P-forholdet.

I fôringslæren angis Ca/P-verdier på 1,5—2,0 som akseptable. I dette materialet er verdiene noe lågere, fordi fosforinnholdet relativt sett er meget høgt. Ved 1., 2. og 3. slått var Ca/P-forholdet henholdsvis: 1,2—1,3; 1,1—1,2 og 1,3—1,4.

Nitrat.

Høgt nitratinnhold i grovfôret kan være skadelig for husdyra. I litteraturen sees oppgitt fareområde når nivået kommer opp på 350—400 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ pr. 100 gram tørrstoff (*Wright & Davidson*, 1964).

Giftvirkningen er på en måte indirekte fordi det er etter at nitrat er redusert til nitrit i vomma at giftvirkningene oppstår. Nitritet oksyderer blodets jern, slik at dets evne til å transportere oksygen til vevene svekkes. Det oppstår *methemoglobinemi* (*Kennedy & Crawford*, 1960, *Hvidsten & Carlsson*, 1963). Nitratforgiftning etter inntak av nitratrikt gras er i vårt land bl.a. omtalt av *Frøslie* (1970 og 1974). Av sistnevntes publikasjoner går det fram at fôrets innhold av lettøselige karbohydrater er av betydning for om det skal oppstå forgiftning. Dette fordi karbohydratene er viktige for den mikrobielle aktivitet som fører til økt reduksjon av nitrat i vomma. Uheldigvis ser det ut til at karbohydratinnholdet øker når nitratinnholdet reduseres og omvendt. Jamfør *Deinums* (1969) undersøkelser over virkningene av ulike lys- og temperaturforhold på stoffsammensetningen hos raigras. Ved liten lysmengde økte nitratinnholdet mens karbohydratinnholdet avtok. Sultne dyr som tar opp mye fôr på kort tid er mer utsatt enn dyr som har en del ufordøyd mat i seg og som eter langsommere (*Frøslie*, 1974).

Det er flere forhold som virker inn på nitratinnholdet i graset.

Mengden av nitrogen gjødsel betyr mest, spesielt om nitrogenet gis i nitratform (*Scharrer & Seibel*, 1956, *Nowakowski & Cunningham*, 1963, *Steen*, 1968, *Liebenow*, 1971). Sterk kaliumgjødsling synes å kunne være medvirkende til økt nitratinnhold (*Scharrer & Seibel*, 1956). Jo mindre tidsintervall mellom gjødsling og høsting, desto større positiv virkning har N-gjødslingen på nitratinnholdet (*Skaland*, 1966, *Skaland & Østgård*, 1969, *Skaland & Volden*, 1974).

Lysforholdene i veksttiden er meget viktige for nitratomsetningen i planten (*Scharrer & Seibel*, 1956, *Bathurst*

et al., 1958, *Deinum*, 1969). I forsøk med tetraploid, westerwoldsk raigras på Ås og Holt fant *Hunstad* (1972) at en reduksjon i lysmengde på 50—60 prosent gav en økning i nitratinholdet med 40 prosent for Ås og med 200 prosent for Holt. *Hunstad* antyder videre at gjødsling seinere i veksttida kan føre til enda sterkere økning fordi lysmengden og temperaturen er nedsatt, samtidig som næringsopptaket fra jorda ennå er relativt sterkt.

Geografisk sett synes det å være mer nitrat i raigras dyrket i Nord-Norge enn i raigras dyrket i Sør-Norge (*Skaland & Østgård*, 1969, *Hunstad*, 1972, *Skaland & Volden*, 1974).

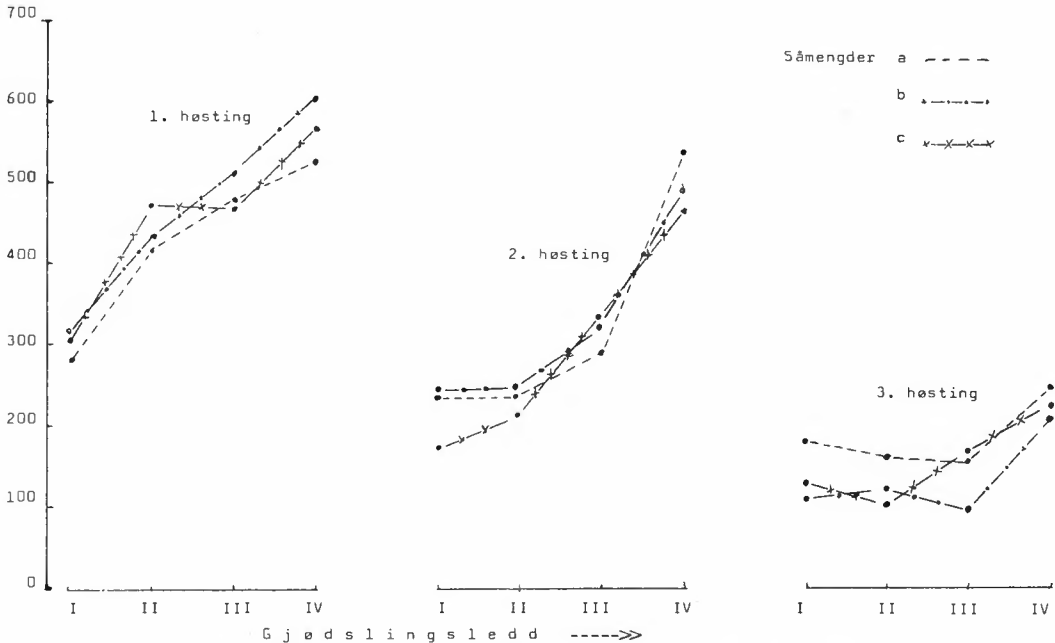
Arts- og sortsspørsmålet er også viktig når det gjelder innholdet av nitrat. Korsblomstrete grønnfôrvekster har jamt over høyere innhold enn grasarter. Artsforskjellene er vanligvis større enn sortsforskjellene (*Ken-*

nedy & Crawford, 1960). *Kokulla* (1970) viste at hundegras og engsvingel var rikere på nitrat enn engrapp og timotei, og *Steen* (1968 og 1970) angir likeens engsvingel som en nitratrikere grasart enn engrapp og timotei.

Innen raigras er det funnet betydelige forskjeller. Italiensk raigras hadde større nitratinhold enn diploid westerwoldsk raigras. Dette hadde igjen større innhold enn tetraploid westerwoldsk raigras (*Andersson*, 1960, *Skaland & Østgård*, 1969). *Andersson* (1960) viste ellers at strået var rikere på nitrat enn bladene, og særlig gjaldt det den nedre delen av strået.

Tørking av gras ved høge temperaturer kan gi økt nitratinhold. Dette er bl.a. registrert ved grasbrikettering (*Purcell* m.fl. 1971).

Resultatene av de kjemiske analyser av forsøksmaterialet på Holt i 1971 går fram av figur 1.



Figur 1. Milligram NO₃-N pr. 100 gram tørrstoff ved ulike høstinger i 1971.

Ved 1. høsting er det bare ved svakeste gjødsling (ledd I) at nitratinnholdet har ligget under det angitte fareområde på 350—400 mg NO₃-N pr. 100 gram tørrstoff. For ledd II ligger verdiene så vidt over, mens de for ledd III og IV går opp mot 500—600. Det er tendens til at minste såmengde har ført til noe mindre nitrat i plantene enn større såmengder. Dette har sannsynlig sammenheng med at den tettere bestand har hatt noe større stengelandel enn den åpne. Ulik lystilgang kan også ha betydning noe.

Ved 2. høsting er det en meget klar nedgang i nitratinnholdet for gjødslingsleddene I—III. For ledd IV er verdiene ennå meget høye, 480—580.

Ved 3. høsting ligger alle verdiene klart under det angitte fareområde. Verdiene for gjødslingsledd IV er nå kommet ned på omkring 200. Som ved 2. høsting er det kombinasjonen minste såmengde og største gjødselmengde som har høgst nitratinnhold. Noe signifikant samspill gjødsling x såmengde er dog ikke påvist.

V. Summary

This report deals with fertilizer and seed quantity trials on *Lolium multiflorum* Lam., ssp. *westerwoldicum*. The tetraploid strain Tewera was used in all trials, which were carried out at the State Experimental Station Holt, Tromsø (Northern Norway) in the period 1966 to 1971.

Four different quantities (I—IV) of triple fertilizer A (12,5 % N, 5,5 % P, 15,0 % K): 75, 100, 125 and 150 kg per decare were applied before sowing in spring. This fertilizing was combined with different seed rates (a—c): 1,5, 3,0 and 4,5 kg per decare.

With heavier fertilizing, the yield increased up to level III, but beyond this increased fertilizer gave no significant increase in yield. An increased quantity of seed was followed by significant increase in yield, amounting to 20—25 kg of dry matter per decare for every kg of seed sown over

and above 1,5 kg. The yield level varied from 300 to 600 kg of dry matter in different years.

The content of crude protein, ash, phosphorus, potassium, calcium and magnesium increased with heavier fertilizing, while the fibre content decreased. At the first cut the proportions of crude protein and ash components were highest for the smallest quantities of seed, while the fibre content was lowest. As the quantity of seed increased, so did the fibre content. The nitrate content was very high at the first cut (1971) for fertilizer levels II to IV more than 400 mg NO₃-N per 100 grams of dry matter. The average of nitrate content dropped sharply from the first (>500 mg) to second (300 mg) cut, and again from the second to the third (<200 mg).

VI. Litteratur

- Andersen, I. L. & Schjelderup, I.*, 1973: Gjødsling til eng i Troms og Finnmark. Forskn. fors. Landbr., 24: 89—125.
- Andersson, S.*, 1968: Raigräs i norra Sverige. Aktuellt från Lantbrukshögskolan, Nr. 117.
- Bathurst, N. O. & Mitchell, K. J.*, 1958: The effect of light and temperature on chemical composition of pasture plants. N. Z. J. agr. Res., 1: 540—552.
- Bengtsson, A. & Lustig, H.*, 1962: Försök med grönfoderväxter i södra och mellersta Sverige. Statens Jordbruksförsök. Medd. Nr. 127.
- Breirem, K.*, 1938: Vitaminer og mineralstoffer i husdyrenes ernæring. Oslo.
- Breirem, K., Homb, T. m.fl.*, 1970: Förmidler og förkonservering. Gjøvik.
- Bryan, W. B., Wedin, W. F. and Ryan, M.*, 1972: Nitrat-N levels of perennial grasses as effected by time and level of nitrogen application. Agr. J., 64: 165—168.
- Deinum, B.*, 1969: Proc. 3. Gen. Meet. Europ. Grassland Fed. Braunschweig, June 1969.
- Frøslie, A.*, 1970: Forgiftning med nitratrike grönnfövekster. Norges Veterinærtidsskrift, 82: 643—646.
- Frøslie, A.*, 1974: Forgiftning med nitratrike grönnfövekster. Veterinærinstituttet, Oslo. Stensiltrykk. 7 sider.
- Furunes, J.*, 1967: Ti års forsøksvirksomhet med grönnfövekster i Nordland. Norden, 71: 196—197, 234.
- Haan, H. De.*, 1955: Origin of westerwold ryegrass (*Lolium multiflorum westerwoldicum*). Euphytica, 4: 206—210.
- Hillestad, R. m.fl.*, 1970: Grönnfövekster som dekkvekster ved gjenlegg til eng i ulike landsdeler. Forskn. fors. Landbr., 21: 411—463.
- Homb, T.*, 1952: Kjemisk sammensetning og fordøyelighet av engvekster. Norges landbrukshøgskole. Förlingsforsökene, 71. Beretning.
- Hunstad, I.*, 1972: Virkning av forskjellige faktorer på nitratakkumulasjon i plantemateriale før og etter høsting, og ulike skadevirkninger av nitratrikt för til drøvtyggere. Hovedoppgave ved Norges landbrukshögskole.
- Hvidsten, H. & Carlsson, J. R.*, 1963: Virkningen av nitrat i föret til drøvtyggere. Forskn. fors. Landbr., 14: 443—457.
- Jenkin, T. J.*, 1959: The ryegrass (*Lolium L.*) Handbuch der Pflanzenzüchtung. 2. Aufl., Band IV: 435—452.
- Kemp, A. and 't Hart, M. L.*, 1957: Grass tetany in grazing milking cows. Netherl. J. Agric. Sci., 5: 4—17.
- Kennedy, W. K. and Crawford, R. F.*, 1960: Nitrate poisoning. Proc. Cornell Nutrient Conference. Nov. 30—34.
- Kokulla, I.*, 1970: Influence of nitrogen fertilization and environmental conditions on the nitrate content of grasses. Pace Komisj Nauk Rolniczych i nauk Lesnych, Pozranskie Towarzystwo Przyjaciol Nauk, 29: 219—256.
- Liebenow, H.*, 1970: Nitrates and nitrites and their relationship to animals and man. 4. Factors causing a concentration of nitrates in fodder crops; their dependence upon ecological factors and length of storage period. Archiv für Tierernährung, 21: 635—648.
- Mo, M.*, 1975: Maursyresurför av ettårig raigras. I. Ensilering av ettårig raigras. Norges landbrukshögskole, Inst. for husdyrernæring og förlingsläre. Melding nr. 171.
- Mo, M.*, 1975: Maursyresurför av ettårig raigras. II. Förling med surför av westerwoldsk raigras til melkekyr. Norges landbrukshögskole, Inst. for husdyrernæring og förlingsläre. Melding nr. 172.
- Nowakowski, T. Z., and Cunningham, R. K.*, 1966: Nitrogen fractions and soluble carbohydrates in Italian ryegrass. II. Effects of light intensity, form and level of nitrogen. J. Sci. Fd Agric., 17: 145—150.

- Purcell, D. A., Raven, A. M. & Thompson, R. H.*, 1971: High nitrogen grass cubes as a source of nitrite poisoning in cattle. *Res. Vet. Sci.*, 12: 209—213, 598—600.
- Rapp, K.*, 1973: Timotei-gjenlegg med ulike dekkvekster. *Norden*, 31: 240, 243.
- Scharrer, K. und Seibel, W.*, 1956: Über den Einfluss der Ernährung und Belichtung auf den Nitratgehalt von Futterpflanzen. *Landwirtsch. Forsch.*, 9: 168—178.
- Semb, G.*, 1965: Magnesiummangel og magnesiuminnhold i norske jordprøver. Statens Jordundersøkelse. Særtrykk 104.
- Skaland, N.*, 1966: Ettårig raigras i variasjoner. *Jord og Avling*, 1: 17—22.
- Skaland, N.*, 1970: Italiensk og westerwoldsk raigras. Sortsforøk 1956—57 og 1965—66. *Forskn. fors. Landbr.*, 21: 111—123.
- Skaland, N. & Østgård, O.*, 1969: Dyrkingsforsøk med grønnfôrvekster 1962—1965. *Forskn. fors. Landbr.*, 20: 107—138.
- Skaland, N. & Volden, B.*, 1974: Diploid og tetraploid italiensk og westerwoldsk raigras. Høstefrekvenser, nitrogengjødsling, stubbhøgder. *Forskn. fors. Landbr.*, 25: 117—143.
- Stabbetorp, H.*, 1969: Fôrraps, ettårig raigras og grønnfôrnepe. *Norden*, 73: 429—432.
- Steen, E.*, 1968: Inverkan av kvävegjødsling på kvaliteten hos fyra vallgräs på betesstadiet. *Lantbrukshögskolans Medd. Nr. 92*.
- Steen, E.*, 1970: Anläggning av vall i ettåriga rajgräs. *Lantbrukshögskolans Medd. Serie A. Nr. 138*.
- Steen, E.*, 1970: Försök med grönfoderväxter. *Aktuellt från Lantbrukshögskolan. Nr. 146*.
- Tychesen, K.*, 1975: Lysets indflydelse på grønne planters kvælstofskifte. *Ugeskr. for Agron. og Horton.*, 121: 859—864.
- Vik, K.*, 1955: Försök med engvekster og engdyrking II. *Forskn. fors. Landbr.*, 6: 173—318.
- Wright, J. M. and Davidson, L. K.*, 1964: Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agr.*, 16: 197—247.
- Ødelien, M.*, 1951: Bladprosenten hos timotei og dens betydning for høyest förverdi. *Forskn. fors. Landbr.*, 2: 53—62.
- Ødelien, M.*, 1900: Kan gjødsling være årsak til hypomagnesemi og tetani hos storfe? *Tidsskr. for Det Norske Landbruk*, 67: 353—371.
- Østgård, O.*, 1962: Slåttetidsforsøk i timoteieng i Troms og Finnmark. *Forskn. fors. Landbr.*, 13: 1—36.



I redaksjonen 5.1.1977.

FORDØYELSESFORSØK MED LAV OG UREA TIL REIN

Experiments with digestion of lichen and urea in reindeer

AV
DAG LENVIK OG PAUL FJELLHEIM

INNHold

I. Sammendrag	244
II. Innledning	244
III. Metodikk	244
IV. Kjemisk sammensetning av lavet	246
V. Fordøyelighet	248
VI. Beregnet energiverdi	250
VII. Diskusjon	250
VIII. Summary	252
IX. Litteratur	253

I. Sammendrag

Meldingen omfatter resultatet fra seks fordøyelsesforsøk med kvitkrull (*Cladonia alpestris*) til rein. I to av forsøkene er det gitt et tilskudd av 23 gram urea pr. rein og dag uten at dette har hatt innvirkning på fordøyeligheten. Ureatilskuddet («animal feed grade, 46 % N») ble fordøyd med 98,8 %. I relasjon til sau fordøyer rein karbohydratene i lav meget godt. Særlig gjelder dette trevlefraksjonen som hos rein har omlag samme fordøyelighet som N-frie ek-

straktstoffer. Kjemisk sammensetning og fordøyelighet av lav går frem av tabellene 1 og 3. Som før til rein har lav en betydelig energiverdi. Etter kjemiske analyser og fordøyelighetskoeffisienter er det beregnet at 1000 gram tørrstoff i lav har gitt 1360 NKF eller 0,82 f.f.e. Til en f.f.e. gikk det 1,22 kg lavtørrstoff. Lavet hadde negativ N-, Ca- og P-verdi. Ved opptak av en f.f.e. var tapet av fordøyelig råprotein ca. 10 gram.

II. Innledning

Forskjellige lavarter hører til reinens viktigste beiteplanter. Lav beites fra tidlig om høsten til langt utover våren, da grønnvegetasjonen etter hvert utgjør en større og større del av beiteopptaket. Gjennom barmarksperioden beites ikke tørr lav, men når det blir fuktig og mykere etter nedbør kan man, særlig om ettersommeren, se at reinen foretrekker lav fremfor et frodig gras og urtebeite.

Lav inntar således en sentral plass i reinens ernæring og av denne grunn er det viktig å få flere data for vurderingen av lav som før. *Presthegge* (1954) har lagt ned et stort arbeid for å klarlegge næringsverdien av reinlav i forsøk med sau og svin. Han fant at reinlavets førverdi til sau var 45 f.e. pr. 100 kg tørrstoff. Svenske forsøk med rein utført av *Nordfeldt*

et al. (1961) viste derimot en førverdi av reinlav hos rein på hele 90 f.e. pr. 100 kg lavtørrstoff. Dette bekrefter for såvidt angivelsen fra Sovjetunionen (*Druri*, 1955) at reinen fordøyer lavets karbohydrater med 80—90 %, mens sau og hornkveg bare nytter ut 40—50 %. Forsøkene er så få og variasjonene i førverdi så store at vi har ment det berettiget med flere forsøk med reinens utnyttelse av reinlav.

Da reinlav, som vanligvis utgjør den alt vesentlige del av reinens vinterfôr, er meget proteinfattig, er det av interesse å undersøke effekten av proteintilskudd til reinlav. Som et preliminært forsøk har en villet undersøke fordøyeligheten av urea hos rein, og om tilskudd av urea har noen innvirkning på fordøyeligheten av lav.

III. Metodikk

Vårvinteren 1968 ble førverdien av *Cladonia alpestris* (kvitkrull) undersøkt i seks fordøyelsesforsøk med rein. Forsøkene ble utført på Rein-forsøksstasjonen i Lødingen. Seks

forsøksdyr ble delt i to grupper med tre dyr i hver gruppe. Den ene gruppe ble føret utelukkende med lav. Den annen gruppe fikk samme mengde lav samt et tilskudd av urea. Alle

dyr var født våren 1967. I tillegg ble en to-års kastrat (rein nr. 8) tatt med som reserve i den rene lavgruppen. I løpet av forberedelsestiden ble rein nr. 2 (ureagruppen) tatt ut av forsøket, da den viste seg helt uegnet som forsøksdyr.

Forsøket ble gjennomført med 10 dagers tilvenning og 20 dagers forsøksperiode. Den siste periode ble delt i to like avsnitt for forberedelse og gjødselopsamling.

Lavet var innkjøpt fra Kautokeino i Finnmark. Partiet besto av frosne klumper med vekter mellom 5 og 10 kg. Det ble opptint innendørs, slik at det meste av is- og snøvann kunne renne av. Ved gjentatt vending, omkasting og blanding forsøkte en å få partiet så homogent som mulig før det ble splittet i forsøksrasjoner. Kvitkrull (*Cladonia alpestris*) var den dominerende art i lavpartiet (80—85 %), men med innblanding av 8—10 % lys og grå reinlav (*Cladonia silvatica* og *Cladonia rangiferina*). Gulsjenn (*Cetraria nivalis*), islands-lav (*Cetraria islandica*) og vanlig saltlav (*Stereocaulon paschale*) representerte tilsammen 3—4 %. Disse lavarter sammen med små kvist, lauv og moser som var innblandet med et par prosent ble ikke fjernet. Derimot ble alt en kunne finne av vanlig vran-genever (*Nephroma arcticum*), en proteinrik bladlav, samt større kvister og andre iøyenfallende forurensninger plukket ut.

I forsøkene ble det føret med 4,5 kg lav, eller 1148 gram lavtørrstoff pr. rein og dag. To rein fikk i tillegg 23 gram urea av type «animal feed grade, 46 % N», ekvivalent med 66,1 gram råprotein. Ureatilskuddet var på forhånd veid opp i føringstrasjoner à 11,5 gram.

Under første del av tilvenningspe-rioden ble urea strødd over lavrasjonen. Dette medførte en del spill. En gikk derfor over til å gi urea oppløst

i vann med flaske før føring med lav. Reinen reagerte på dette ved å vise sløvhet, ukontrollerte bevegelser og liten interesse for føret når dette ble servert. Forgiftningssymptomene, som viste seg umiddelbart etter at urea var gitt, varte i 20—30 minutter. Ved å dele rasjonen av urea i to og gi dem med flaske etter at det meste av lavrasjonen var oppspist, unngikk en helt forgiftningssymptomene. I hele forberedelses- og oppsamlingsperioden ble urea gitt på denne måten.

Gjennom tilvenningsperioden økte man ureatilskuddet gradvis til full rasjon, 11,5 gram pr. føring eller 23 gram pr. dag. I tilvenningsperioden ble lavet tilmålt skjønnsmessig for å utgjøre full rasjon også i denne periode.

Alle lavrasjoner ble veid opp som dagsrasjoner før forsøkene begynte. Dette arbeidet ble utført på samme dag. Utføringen skjedde med frossent lav og hver dagsrasjon ble skjønnsmessig fordelt med en halvpart ved hver føring. Samtidig med at lavrasjonene ble veid opp, tok man ut en neve lav for hver forsøksrasjon. Med dette fyltes syv pappkartonger à 4—5 kg lav. Fra hver kartong ble det tatt ut en ny lavprøve med 1—1,5 kg's råvekt. Disse prøvene ble frosset ned og senere brukt ved tørrstoffbestemmelsen. I middel viste de et tørrstoffinnhold på 25,5 % (s = 0,47). Ved den videre foranalyse ble de syv prøvene slått sammen til en prøve. Alle analyser ble utført ved Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon, Holt, Tromsø.

Før hver føring ble krybbene rengjort, og det som fantes av fôrrester ble veid tilbake og konservert ved frysing. Ved forsøkens slutt ble det for hver rein tatt ut en råvektprøve på 10 % (50 % for rein nr. 8) av vraket fôr for kjemisk analyse og tørrstoffbestemmelse. Gjødsel ble samlet

opp i poser av samme type som brukes til sau ved fôringsforsøkene, Norges Landbrukshøgskole. Gjødselepp-samlingsposene ble tømt ved hver fôring og umiddelbart etter tømning ble det tatt ut prøver à 10 % råvekt som også ble frosset ned.

Forsøksdyrene gikk enkeltvis i binger på 4,5 m² i et uisolert hus med spaltegulv. Den ene vegg i huset var

åpen. Hver bingefortsatte i en løpekve på 15 m² under åpen himmel, der reinen kunne gå fritt ut og inn. Her ble det daglig skuffet inn ren snø som vannforsyning. Løpekvene var gjennom hele forsøksperioden dekket av et tykt, fast snølag som en sikker hindring mot at dyrene kunne ta opp fôr fra bakken.

IV. Kjemisk sammensetning av lavet

Tabell 1 viser den kjemiske sammensetning av lavrasjonen, av tilbakkevide lavrester og av det opptatte fôr.

Av tabell 1 fremgår at vraket lav inneholder noe mer protein og fett, men mindre trevler enn fôrrasjonen. Dette er motsatt av det man finner

Tabell 1. Kjemisk sammensetning i % av tørrstoff av:

Table 1. The chemical composition (in %) of dry matter of:

	Gitt lav <i>Lichen fed</i>	Fôrrester <i>Lichen rejected</i>	Opptatt lav <i>Lichen consumed</i>
Råprotein	3,4	5,2	2,9
<i>Crude protein</i>			
Råfett	2,1	2,7	1,9
<i>Ether extract</i>			
N-frie ekstrakt st.	52,3	54,1	51,8
<i>N-free extract</i>			
Trevler	40,1	34,2	41,7
<i>Crude fibre</i>			
Aske	2,1	3,8	
<i>Ash</i>			

ved fôring med høy og surfôr til storfe og sau.¹⁾ Lav smuldrer lett i krybbene. Det som ligger igjen som fôrrester er helst de minste og fineste thalluspartiklene.

Tabell 2 viser lavrasjonens stoffinnhold i gram pr. dag slik den ble fôret, samt beregnet stoffopptak pr. rein og dag etter at vraket fôr er trukket fra.

Av tabell 2 går det frem at rein nr. 1 og 3 har fått 66,1 gram råprotein pr. dag, ekvivalent med 10,6 gram N (N x 6,25), gjennom ureatilskuddet.

For disse to dyrene har urea-N i middel dekket 72 % av total-N i fôrøppetaket, henholdsvis 69,9 % for rein nr. 1 og 74,3 % for rein nr. 3. Man ser videre at der det ikke er tilskuddsfôret med urea, inneholder forsøksrasjonene ekstremt lite råprotein. Rein nr. 8 (to års kastrat) har vraket mindre fôr enn de øvrige forsøksdyr (ett års bukker). Rein nr. 8 har tatt opp 92 % av dagsrasjonen mens fôrøppetaket i gjennomsnitt for de øvrige 5 rein har vært 78 % av dagsrasjonen.

¹⁾ Saue, O., personlig opplysning.

Tabell 2. Næringsinnhold i tildelt og opptatt forrasjon.
 Table 2. Nutrient content of forage, fed and consumed (gram).

I gram:	Næringsinnhold i dagsrasjonen Nutr. cont. in daily ration (gram).	Næringsinnhold i opptatt for pr. dag. Nutr. cont. in daily consumed ration (gram).							
		Rein nr. 1 Reindeer no. 1	Rein nr. 3 Reindeer no. 3	Rein nr. 4 Reindeer no. 4	Rein nr. 5 Reindeer no. 5	Rein nr. 6 Reindeer no. 6	Rein nr. 8 Reindeer no. 8		
Torrstoff	1148,—	963,—	812,—	841,—	905,—	934,—	1054,—		
Dry matter									
Org. tørrst.	1123,—	945,—	800,—	828,—	889,—	918,—	1035,—		
Org. dry matter									
Råprot. i lav	39,—	28,5	22,9	24,—	25,9	27,5	33,2		
Crude protein in lichen									
Råprot. i urea*	66,1	66,1	66,1	—	—	—	—		
Crude protein in urea									
Sum råprotein	—	94,6	89,—	24,—	25,9	27,5	33,2		
Crude protein totally									
Råfett	24,1	18,6	16,—	16,1	18,3	17,5	20,8		
Ether extract									
N-frie ekstr. st.	601,—	501,—	421,—	424,—	472,—	488,—	551,—		
N-free extract									
Trevler	461,—	399,—	342,—	360,—	375,—	388,—	432,—		
Crude fibre									
Aske	24,1	17,—	11,7	12,8	16,4	15,1	19,3		
Ash									
Ca	1,03	0,73	0,59	0,63	0,69	0,73	0,87		
P	0,60	0,49	0,42	0,45	0,47	0,49	0,53		

* Rein nr. 1 og 3 er tilskuddsføret med 23 gram urea.
 «Animal feed grade, 46 % N».

V. Fordøyelighet

I tabell 3 er fordøyelighetskoeffisienten for de enkelte forsøk samlet. Fordøyeligheten av lavet (*Cladonia alpestris*) er beregnet som middel for hver av gruppene og for alle seks forsøk samlet. Det siste har en kunnet gjøre fordi ureatilskuddet ikke har hatt innvirkning på fordøyeligheten av stoffgruppene i lavet. Middellavviket for fordøyelighetskoeffisienten er her ført opp for alle seks forsøk.

Det kan synes som om ureatilskuddet har fremmet fordøyeligheten av trevlefraksjonen samtidig som det har skjedd en nedgang i fordøyeligheten av N-frie ekstraktstoffer. Det er her gjort for få forsøk til at det kan trekkes noen konklusjon om dette. En må nok regne med at analysefeil som skyldes vanskeligheter med å splitte karbohydratfraksjonen i lav kan spille inn. Velger en derfor å se N-frie ekstraktstoffer og trevler under ett, vil denne tilsynelatende effekt av urea komme helt bort. I middel for alle seks forsøk er karbohydratfraksjonen fordøyd med 74,5 % ($s = 2,1$). En ser at trevlefraksjonen i lav, som utgjør hele 41 % av organisk stoff, har en fordøyelighet som

er tilnærmet lik fordøyeligheten av N-frie ekstraktstoffer. Det samme forhold finner man i fordøyelsesforsøk med ungt gras til sau.²⁾ Organisk stoff er i middel for de seks forsøkene fordøyd med 71,3 % ($s = 2,0$).

For råprotein er det funnet negativ verdi, idet det tapes 7,8 gram ($s = 2,4$) pr. kg opptatt lavtørrstoff.

Også aske har det skjedd et nettotap av gjennom gjødsla. I middel for alle seks forsøk er tapet 5,2 gram ($s = 2,5$) pr. kg lavtørrstoff.

Ser man resultatene i tabell 3 under ett, er det relativt små variasjoner i fordøyeligheten av de enkelte stoffgrupper. Størst variasjon er det innen råfett, der middellavviket er 5,1. I de to forsøkene der det ble gitt tilskudd av urea er fordøyelighetskoeffisienten for urea-N beregnet til 98,8 i gjennomsnitt (98,8 og 98,7 for rein nr. 1 og 3). Som ventet er tapet av urea-N gjennom gjødsla praktisk talt lik null. Det som har størst interesse i denne sammenheng er likevel ikke fordøyeligheten av N-tilskuddet, men hvor mye som kommer dyret til nytte. Her kan bare balanseforsøk gi svar.

²⁾ Homb, T. personlig opplysning.

Tabell 3. Fordøyelighet av lav (*Cladonia alpestris*) hos rein.
 Table 3. Digestibility of lichen (*Cladonia alpestris*) in reindeer

	Fordøyelighetskoeffisienter						Gram ford. råprot. pr. 1000 g tørrst. Gram dig. crude prot. pr. 1000 g dry matter
	Tørrst. Dry matter	Org. tørrst. Org. dry matter	Råfett Ether extr.	N-frie ekstr. st. N-free extr.	Trevler Crude fibre	N-frie ekstr. st. og trevler N-free ekstr. and Crude fibre	
Lav/urea gruppe:							
<i>Lichen/urea group:</i>							
Rein nr. 1	69,2	70,8	61,6	72,6	76,3	74,2	
Reindeer no. 1							
Rein nr. 3	70,5	72,4	65,8	74,5	77,2	75,7	
Reindeer no. 3							
Middel 2 forsøk	69,9	71,6	63,7	73,6	76,8	75,0	
Mean 2 trials							
Lavgruppe:							
<i>Lichen-group:</i>							
Rein nr. 4	66,3	68,1	59,5	73,3	68,4	71,1	— 11,3
Reindeer no. 4							
Rein nr. 5	72,6	74,1	70,1	78,7	75,4	77,3	— 7,3
Reindeer no. 5							
Rein nr. 6	69,6	71,4	69,2	73,5	75,5	74,4	— 5,8
Reindeer no. 6							
Rein nr. 8	69,1	70,9	57,9	74,4	74,3	74,3	— 6,3
Reindeer no. 8							
Middel 4 forsøk	69,4	71,1	64,2	75,0	73,4	74,3	— 7,8
Mean 4 trials							
Begge grupper:							
<i>Both groups:</i>							
Middel 6 forsøk	69,6	71,3	64,0	74,5	74,5	74,5	
Mean 6 trials							
Middelavvik	2,1	2,0	5,1	2,2	3,2	2,1	2,4*
Standard error							

* Lavgruppen med 4 forsøk. Lichen group with 4 trials.

VI. Beregnet energiverdi

Vurdert som fôr til rein, viser forsøkene at lav (*Cladonia alpestris*) er et ensidig karbohydratfôr, men med en betydelig energetisk verdi. Pr. 1000 gram tørrstoff har lavet gitt 1360 NKF, eller 0,82 f.f.e. (0,77 n.f.e.). Beregningen er foretatt i overensstemmelse med *Presthegge* (1943 og 1954). Det er regnet med en energiverdi på 2,36 NKF pr. gram fordøyelig næringsstoff og en reduksjon for ballast på 1,04 NKF.

Her har et fôropptak av lavet som tilsvarer en f.f.e. ført til et direkte tap av 9,5 gram fordøyelig råprotein, 0,73 gram Ca og 0,12 gram P. Med et tørrstoffinnhold i lavet på 25,5 %, som i disse forsøkene, vil det gå 4,8 kg lav pr. f.f.e. (Lavet var i dette tilfellet meget fuktig, men ikke så fuktig at det rant vann av det.)

VII. Diskusjon

Fra svenske fordøyelsesforsøk med lav (*Cladonia alpestris*) til rein (*Nordfeldt et al.*, 1961) er det nedenfor referert fem forsøk, utført årene 1957—58, 1958 og 1960, der middelavvik for sammenligningens skyld er beregnet av oss.

Disse forsøkene er sammenholdt med våre seks fordøyelsesforsøk på rein og *Presthegges* (1954) 36 forsøk med kvitkrull (*Cladonia alpestris*) til sau.

Tabell 4. Fordøyelighetskvotienter for reinlav. En sammenligning av resultater.

Table 4. Digestibility of reindeer lichen. Comparison of results.

Fordøyelighet av: Digestibility of:	<i>Nordfeldt et al.</i> (1961)	Egne forsøk <i>Our experiments</i>	<i>Presthegge</i> (1954)
	Rein <i>Reindeer</i>	Rein <i>Reindeer</i>	Sau <i>Sheep</i>
Organisk stoff	77,6 % (s = 1,5)	71,3 % (s = 2,0)	47,8 % (s = 13,6)
<i>Organic matter</i>			
Råfett	56,7 % (s = 10,7)	64,0 % (s = 5,1)	70,6 % (s = 16,9)
<i>Ether extract</i>			
N-frie ekstr. st.	78,6 % (s = 3,7)	74,5 % (s = 2,2)	55,5 % (s = 12,5)
<i>N-free extract</i>			
Trevler	84,3 % (s = 1,3)	74,5 % (s = 3,2)	47,3 % (s = 18,5)
<i>Crude fibre</i>			
N-frie ekstr. st. og trevler	—	74,5 % (s = 2,1)	52,1 % (s = 14,7)
<i>N-free extract and crude fibre</i>			
Ford. råprot. pr. 1000 g tørrst.	— 3,0 gram	— 7,8 g (s = 2,4)	— 34,5 g (s = 10,2)
<i>Digest. crude protein per 1000 g dry matter</i>			

Av tabell 1 går det frem at lavet, slik det ble føret i våre forsøk, inneholdt 3,4 % råprotein (av tørrstoff). Råproteininnholdet i fôrrestene var høyt, hele 5,2 %, slik at det bare ble 2,9 % råprotein i opptatt lavtørrstoff. Lavtørrstoffet i forsøkene til *Nordfeldt* et al. (1961) og *Presthegge* (1954) hadde i middel et innhold på henholdsvis 2,8 og 2,4 % råprotein.

De svenske forsøkene viser en gjennomgående høyere fordøyelighet av lavet enn våre forsøk. Særlig gjelder dette trevler, som i de svenske forsøkene er fordøyd bedre enn N-frie ekstraktstoffer. Også i de svenske forsøkene er det funnet negativ fordøyelighet for råprotein. I middel er tapene 3 gram pr. kg lavtørrstoff. For de enkelte forsøk har tapene variert fra 0 til 5,3 gram, mens tapene i våre forsøk har variert mellom 5,8 og 11,3 gram pr. kg lavtørrstoff. I fordøyelsesforsøk med sau har *Presthegge* (1954) funnet en negativ råproteinverdi på 34,5 gram pr. kg lavtørrstoff. For de enkelte forsøk varierte tapene innen vide grenser, fra 13,5 gram til 57,6 gram. Foruten en liten fordøyelighet av lav, viser disse forsøkene med sau en uvanlig stor variasjon i fordøyelighetskoeffisientene. Det er da å tilføye at forsøkene har gått over seks år og at lavkvaliteten har vekslet langt mer enn hva tilfellet er i de svenske og norske forsøkene med rein. I tillegg er *Presthegge's* (1954) forsøk utført som differanseforsøk. *Ringén* (1940) viser at variasjonen på fordøyelighetskoeffisienten stiger når denne avtar, et forhold som er av stor betydning når et fôrmiddel må bestemmes i differanseforsøk. Dette kan lett føre til at

feilen i fordøyelighetskoeffisientene for grunnfôret føres over på fordøyelighetskoeffisientene for tilleggsfôret. *Presthegge* (1954) har da også funnet at grunnfôret har hatt innvirkning på fordøyeligheten av lav. I forsøkene med sau er lavets trevlefraksjon fordøyd signifikant dårligere enn de N-frie ekstraktstoffene. Dermed vil fordøyeligheten av organisk stoff påvirkes av varierende trevleinnhold i de ulike lavpartier. *Presthegge* (1954) fant ikke noe som kunne tyde på at sau fordøyde lav bedre etter lengre tids tilvenning. Evnen til å fordøye lavets karbohydrater er utvilsomt avhengig av mikrobevirsomheten i fordøyelsessystemet. Det er derfor noe uforståelig at tilvenning på lav ikke har gitt utslag i forsøkene med sau.

Sammenlignet med sau viser reinen en større evne til å utnytte karbohydratene i lav, Nitrogenutskillelse i gjødsla er også mindre. Man vet foreløpig ikke hva som ligger til grunn for denne forskjell i evnen til å nyttiggjøre seg næringsementene i lav.

I de svenske forsøkene med rein (*Nordfeldt* et al., 1961) er fôrverdien av kvitkrull beregnet til 0,90 n.f.e. pr. 1000 gram tørrstoff. Dette korresponderer med vanlig beregningsmåte av melkeproduksjonsverdien, der stivelsesverdifaktoren for fett er satt til 1,91. For å få en direkte sammenligning av lavets fôrverdi i svenske og norske forsøk, har vi foretatt en omregning av de svenske forsøkene, slik at disse kan tre frem på samme grunnlag som de norske. (Tabell 5). Fôrenhetsverdiene, beregnet som referert tidligere (*Presthegge*, 1943 og 1954) gir følgende fôrverdi av lav (*Cladonia alpestris*) til rein og sau.

Tabell 5. Förverdi av reinlav. Sammenligning av resultater.
 Table 5. Feed value of reindeer lichen. Comparison of results.

	F.e. pr. 100 kg tørrstoff F.u. per 100 kg dry matter		Tørrstoff pr. f.e. Dry matter per f.u.		Tap av råprotein Loss of crude protein
	N.f.e. Sc.f.u.*	F.f.e. F.f.u.**	N.f.e. Sc.f.u.	F.f.e. F.f.u.	g/1000 g tørrst. g/1000 g dry matter
<i>Nordfeldt et al. 1961</i>					
Rein 5 forsøk	86	92	1,16	1,09	— 3,0
<i>Reindeer 5 trials</i>					
Egnc forsøk					
<i>Our experiment</i>					
Rein 6 forsøk	77	82	1,30	1,22	— 7,8
<i>Reindeer 6 trials</i>					
<i>Presthegge 1954</i>					
Sau 36 forsøk	31	36	3,23	2,78	— 34,5
<i>Sheep 36 trials</i>					
* Scandinavian feeding units.					
** Fattening feeding units.					

VIII. Summary

The report is dealing with the results from six trials with digestibility of lichen (*Cladonia alpestris*) in semi-domestic reindeer carried out at the reindeer experimental station, Lødingen. In two of the trials a supplement of 23 g urea was given daily without any influence of the digestibility of the lichen. The urea supplement («animal feed grade», 46 % N) was digested 98,8 %. Opposite to sheep, the reindeer were digesting the carbohydrates in lichen very good. Especially this is the matter with the crude fiber fraction which, in reindeer, has the same digestibility as N-free extracts. The chemical composition and digestibility of lichen are given in table 1 and 3. Fed to reindeer lichen has a considerable value. From the chemical analyses

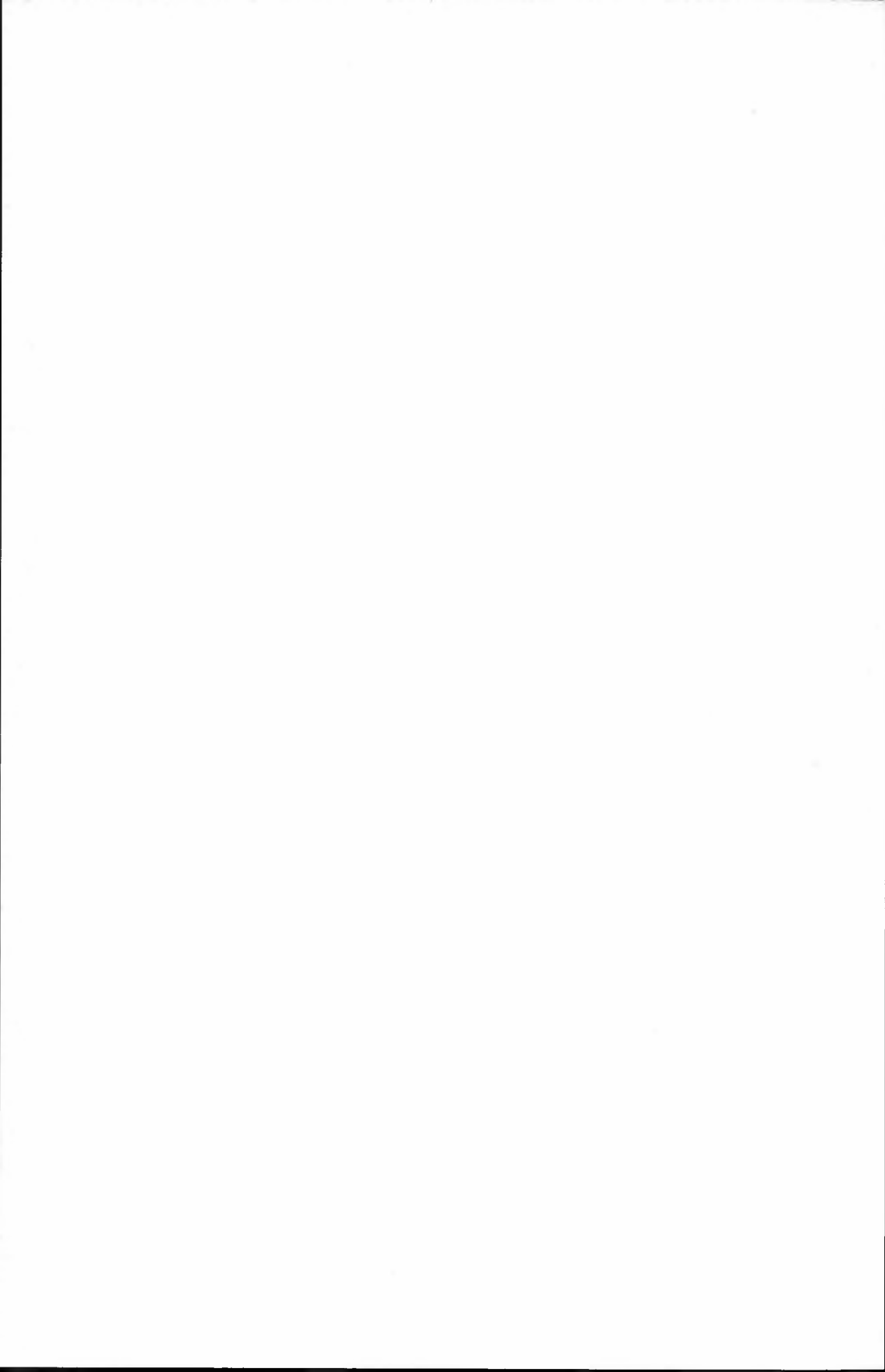
and the per cent digestibility is calculated that 1000 g of dry matter has the value of 0,82 fattening feed units. One f.f.u. is equal to 1,22 kg dry matter of lichen. The feed values of N, Ca and P are negative. The consumption of 1 f.f.u. caused a loss of about 10 g of crude protein.

Vi vil gjerne rette en takk til professor dr. Thor Homb og forsøksleder Oddmund Saue ved Institutt for husdyrnæring og fôringslære, Norges landbrukshøgskole, for gode råd og hjelp i forbindelse med forsøket og meldingen.

Likeledes er vi Statens Landbrukskjemiske Kontrollstasjon, Holt, Tromsø, v/bestyrer Herbjørn Lysnes stor takk skyldig for all velvilje ved analysearbeidet.

IX. LITTERATUR

- Druri, I. V.*, 1955: Reindrif. Moskva — Leningrad. 255 pp. (På russisk.)
- Homb, T. og Nedkvitne, J. J.*, 1956: Forsøk over føring av slaktelam. 80. beretning. Føringforsøkene, Norges Landbrukshøgskole, Vollebekk.
- Nordfeldt, S., Cagell, W. og Nordkvist, M.*, 1961: Smältbarhetsforsøk med renar, Öjebyn 1957—60. Särtryck och förhandsmeddelande nr. 151. Statens husdjurforsök, Kungl. Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Presthegge, K.*, 1943: Sammensetning av skogsavfall og annet hjelpefôr. 54. beretning. Føringforsøkene, Norges Landbrukshøgskole, Vollebekk.
- Presthegge, K.*, 1954: Forsøk med lav til drøvtyggere og svin. Norges Landbrukshøgskole. Føringforsøkene 76, beretning.
- Ringen, J.*, 1940: Nøyaktigheten av fordøyelighetsforsøk. 48. beretning. Føringforsøkene. Norges Landbrukshøgskole, Vollebekk.



I redaksjonen 5.1.1977.

**RESISTENS OG TOLERANSE OVERFOR ÅTAK AV POTET-
CYSTENEMATODE *HETERODERA ROSTOCHIENSIS*
WOLL. RASE A HOS 13 POTETCULTIVARER**

*Resistance and tolerance to potato cyst nematode *Heterodera
rostochiensis* Woll. pathotype A among thirteen potato
cultivars*

AV
JOHANNES ØYDVIN

INNHALD

I. Samandrag	256
II. Innleiing	256
III. Materiale og metodar	257
IV. Resultat	258
V. Diskusjon	264
VI. Summary	265
VII. Litteratur	266

I. Samandrag

Verknader av sterke åtak av gul potetcystenematode *Heterodera rostochiensis* Woll. rase A på knollavlinga hos mottakelege og resistente potetcultivarar er studert i uavhengig utlagde forsøk i Akershus (1973—74) og i Rogaland (1970).

På usmitta og svakt smitta jord viser resultatata liten skilnad mellom mottakeleg og resistant cultivargruppe.

Nematoderesistente cultivarar gav stor avling også på sterkt infisert jord med rundt 3300—3800 kg totalavling pr. da, mot 1800—2800 kg for mottakelege. I høve til på uinfisert og på svakt infisert jord vart det på sterkt infisert oppnådd avlingar på 54—69 prosent hos mottakelege, mot 92—99 prosent hos resistente. Knollavling over 40 mm gav om lag same prosenttala.

På sterkt smitta jord i høve til svakt smitta gjekk knolltalet pr. plante ned til 77 prosent hos mottakelege, og 82 prosent hos resistente.

Endringane i middel knollstorleik tilsvara i same rekkjefølgja 90 og 124 prosent. Dei resistente cultivarane kompenserte såleis langt på ved nedgangen i knolltal med større middel knollstorleik.

Innan resistant gruppe viser 'Proton' og 'Prevalent' tendens til større toleranse for larveåtak enn 'Saturna' i forsøka i Akershus, og 'Amva' tendens til større avling enn andre nematoderesistente cultivarar som var med i forsøka i Rogaland.

Innan mottakeleg gruppe har 'Pimpernel' størst relativ toleranse, men ligg på eit lågt avlingsnivå på alle smittegrader. Dei andre mottakelege cultivarane viser liten toleranse for larveåtak. Av alle i denne gruppa gav 'Leila' og 'Beate' dei største avlingane på sterkt infisert jord.

Resultata er diskuterte med tanke på bruken av resistente cultivarar til å redusere høge nematodepopulasjonar.

II. Innleiing

Forholdet vertplante/parasitt har vanlegvis fleire interessante sider. Dei fleste granskingar av potet/potetcystenematode tek for seg skilnader i resistens hos verten og i åtaksevne hos parasitten med tanke på varig bruk av planteresistens. Få arbeid gjeld toleranse overfor larveåtak, dvs. evna til å overleve åtak med minst mogeleg skade på rot og avling same året.

Resistens og toleranse er uavhengige karakterar. Resistente/tolerante cultivarar er kjende så vel som mottakelege/tolerante (*Huijsman*, 1974).

Seinhorst (1965) definerte toleransesegre overfor nematodar som det høgste smittenivået som kan tolast

utan å gi avlingstap. *Huijsman* et al. (1969) peikar på at for potetcystenematode ligg denne grensa kring 1 nematode/g jord for noverande cultivarar. I pottetforsøk fann *Seinhorst & den Ouden* (1971) toleransesgrenser på 1,5 egg/g jord for 'Libertas' og 6 egg for 'Multa'. 'Multa' gav igjen høgre minimumsavling enn mindre tolerante cultivarar og seleksjonar slik *Huijsman* et al. (1969) hadde vist i markforsøk med kring 500 egg/g jord.

Høgre toleranse kan bli nådd ved å heve grensa for begynnande skade, og ved å heve minimumsavlinga ved eit bestemt høgt smittenivå.

Steller & Vogel (1961) og *Bumbu-*

Lucz & Øydvin (1976) viste at på sterkt infisert jord blir skaden mindre på seinare modne enn på tidleg opptekne cultivarar med kort veksttid. Stelter & Raeber (1968) refererar Schmidt (1952) og Stelter (1955) som fann at av seine cultivarar rea-

gerte 'Gerlinde' med mindre avlingstap enn andre med same modningstid.

Denne meldinga omfattar resistens og toleranse overfor potetcystenematode i uavhengig utlagde forsøk i Akershus og i Rogaland.

III. Materiale og metodar

A. Forsøk i Frogn

Forsøket vart utført med *Heterodera rostochiensis* rase A på 3 smittenivå i 1973 og på 4 smittenivå i 1974 på Zoologisk avdeling sitt forsøksfelt på garden Solberg i Frogn. På kvar av forsøksrutene vart det i perioden 1963-1972 kontinuerlig dyrka fangstplante av potet, nematoderesistent potet, mottakeleg potet og korn/gras. *Bumbulucz & Øydvin* (1976) har gjort greie for endringane i nematodepopulasjonen til og med 1970.

Einsidig dyrking av mottakeleg potet etterlet 173 nematodeegg/g jord, og er kalla forsøksledd C i 1973 (tabell 1). Forsøksledda A og B vart til ved å blande inn ulike mengder med sterkt infisert jord i rutene etter fangstplante og etter korn/gras. Dyrking av potet auka smittenivået så forsøksrutene for A, B og C første året, svarar til rutene for B, C og D andre året. For igjen å få med for-

søksleddet A med svak smitte, vart det våren 1974 blanda inn ei viss mengd med sterkt infisert jord i dei rutene etter einsidig dyrking av nematoderesistent cultivar som då var blitt nærmast smittefrie.

Berre 3 av dei 5 opphavlege gjentakta i forsøksplanen vart nytta i dette forsøket. Kvar rute vart splitta opp i småruter med ei rad à 5 planter av kvar potetcultivar. Planteavstanden var 60 x 30 cm. Etter første året vart jorda i kvar storrute grundig omkasta og blanda, og potetradene vart sette på tvers av radretningen året før. Begge forsøksåra vart det tilført 100 kg fullgjødsel B om våren, og vatna i tørkeperiodar.

Forsøket omfatta 8 potetcultivarar, og dei same cultivarane begge åra; 5 mottakelege: 'Kerrs Pink', 'Pimpernel', 'Beate', 'Vestar' og 'Leila'; og 3 nematoderesistente: 'Saturna', 'Proton' og 'Prevalent'. Institutt for plantekultur, Norges landbrukshøgskole, leverte setjepotetene til dette forsøket. Potetene kom i jorda den 21. og 8. mai desse åra, og vart opptekne sist i september.

Avlinga vart registrert for kvar cultivar og rute ved totalt knolltal, total knollavling og vekt av knollar under 40 mm, 40-60 mm og over 60 mm i diameter.

Resultat med dei same cultivarane på smittefri jord er stilt til disposisjon av Institutt for plantekultur, NLH. 'Kerrs Pink', 'Saturna' og 'Pro-

Tabell 1. Smittenivå av potetcystenematode før potetsetjing.

Forsøk i Frogn 1973-74.

Table 1. Population density of potato cyst nematode before planting. Field trial at Frogn,

Smittenivå Infection level	Egg/g jord 1973	Eggs/g soil 1974
A	2,4	2,8
B	24	37
C	173	365
D		421

ton' var med begge åra, og her er brukt gjennomsnittlege prosenttal til jamføring med prestasjonar på svakt smitta jord. 'Pimpernel', 'Beate', 'Ves-

tar' og 'Prevalent' var berre med første forsøksåret. For 'Leila' manglar resultat på smittefri jord desse åra.

B. Forsøk i Rogaland

Statens forskingsstasjon Særheim starta i 1970 forsøk med potet på jord infisert med potetcystenematode av rase A. For å unngå vidare øksling av nematoden skulle berre nematoderesistente cultivarar vere med. Ved eit mistak kom også to mottakelege potetcultivarar inn i desse forsøka første året.

Forsøka var utlagde hos Kristian L. Sola, Sola, og hos Mandius Hennes, Karmøy, som blokkforsøk med 4 gjentak og 10,8 m² rutestorleik. Potetene vart sette den 4. og 11. mai, og

opptekne den 8. og 21. september med registrering av total knollavling.

Smittenivåa er ukjende. Men det vart notert sterke åtak på 'Tylva' og åtak på seleksjonen 59-JE-3. Det vart og observert nokre cyster på 'Kiva'. Forsøka omfatta følgjande nematoderesistente cultivarar: 'Saturna', 'Prevalent', 'Amva', 'Ehud' og 'Kiva'.

Materialet er velvillig stilt til disposisjon for oss saman med resultat med dei same cultivarane på nematodefri jord på Særheim i 1970.

IV. Resultat

Forsøk A (1973—74)

1. Mottakeleg versus nematoderesistent potet.

Det var små skilnader mellom smittegrad C og D siste året. Difor er resultatata for desse forsøksledda slått

saman og dividert med 2.

Av venstre sida i tabell 2 går det fram at for knolltal pr. plante er det i middel av åra ingen skilnad mellom mottakeleg og nematoderesistent ved

Tabell 2. Knollar/plante og middel knollvekt for 5 mottakelege og 3 resistente potetcultivarar ved ulike smittenivå i Frogn.

Table 2. Tubers/plant and mean tuber size for five susceptible and three resistant potato cultivars at various infection levels at Frogn.

Smittenivå Infection level		Knollar/plante Tubers/plant			G/knoll G/tuber			Rel. tal Rel. values	
1973	1974	1973	1974	Middel Mean	1973	1974	Middel Mean	Knollar/ plante Tubers/ plant	g/knoll g/tuber
<i>Mottakeleg Susceptible</i>									
A	A	13,5	11,0	12,2	64	58	61	100	100
B	B	9,6	10,9	10,2	59	53	56	84	92
C	C + D	10,1	8,8	9,4	55	55	55	77	90
<i>Resistent Resistant</i>									
A	A	14,0	10,8	12,4	56	55	55	100	100
B	B	12,4	10,4	11,4	62	65	63	92	115
C	C + D	12,6	7,9	10,2	60	76	68	82	124

svak smitte, smittegrad A. Stigande smittegrad og sterkare larveinvasjon reduserar knolltalet, med tendens til større nedgang for mottakeleg enn for resistent både i tal og prosent.

Middel knollvekt for mottakeleg går og ned med stigande smitte i jorda som vist til høgre i tabell 2, men i prosent er denne nedgangen

knapt så stor som for knolltalet. For nematoderesistent stig middel knollvekt med stigande smittegrad, og er 24 prosent høgre for dei sterkaste smittegradene enn for den svakaste.

Som vist i tabell 3 har dei nematoderesistente cultivarane som gruppe kompensert nedgangen i knolltal med større middel knollvekt sidan

Tabell 3. Middel knollavling for 5 mottakelege og 3 resistente potetcultivarar ved ulike smittenivå i Frogn.

Table 3. Mean tuber yield for five susceptible and three resistant potato cultivars at various infection levels at Frogn.

Smittenivå Infection level		Total knollavling kg/da Total tuber yield kg/decare			Avling av knollar over 40 mm, kg/da Yield of tubers above 40 mm, kg/decare			Rel. avling Rel. yield	
1973	1974	1973	1974	Middel Mean	1973	1974	Middel Mean	Total 1973	Salsvare Ware
Mottakeleg <i>Susceptible</i>									
A	A	4629	3388	4008	4155	3068	3611	100	100
B	B	3137	3164	3150	2732	2713	2722	79	75
C	C + D	2955	2612	2784	2558	2328	2443	69	68
Resistent <i>Resistant</i>									
A	A	4324	3287	3805	3834	3015	3424	100	100
B	B	4101	3720	3910	3723	3428	3575	103	104
C	C + D	4169	3372	3770	3747	3228	3487	99	102

dei kjem ut med om lag same totalavling og avling over 40 mm på høgt som på lågt smittenivå. Hos mottakeleg går total knollavling ned frå rundt 4000 kg pr. da ved svak smitte til knapt 2800 kg ved dei sterkaste smittegradene i middel av begge åra. Også vekta av knollar over 40 mm går ned med ca. 1200 kg pr. da og år.

2. Dei enkelte cultivarane.

To-års middel for dei enkelte cultivarane ved svak nematodesmitte i jorda (A) og ved sterkare smittegrader (middel av B + C + D) er vist ved grafiske framstillingar.

I knolltal (figur 1) har 'Beate' og 'Leila' stor nedgang, medan 'Pimpernel' og 'Proton' har like mange knol-

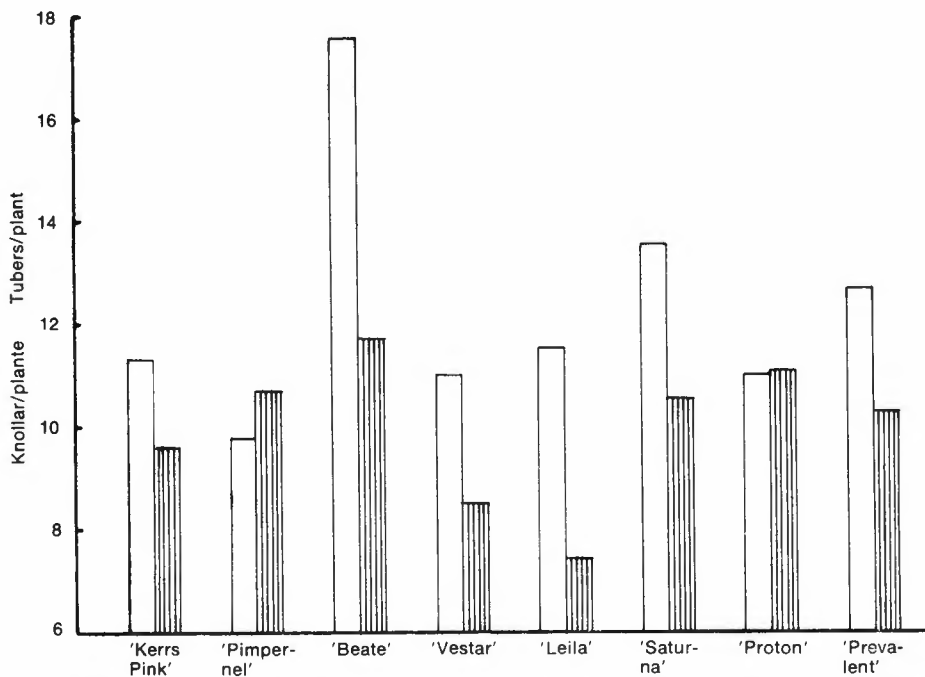


Fig. 1. To-års middel for knolltal/plante for ulike cultivarar. Blank søyle: svak nematodesmitte (A). Streka søyle: middel for sterkare smittegrader (B + C + D). Jmf. tabell 1.

Two-years mean of tuber number/plant for various cultivars. Bright column: low nematode density (A). Ruled column: mean of higher densities (B + C + D). See Table 1.

lar pr. plante ved sterkare som ved svak smittegrad. Samspelet cultivar/smittegrad er signifikant begge åra innan mottakeleg gruppe, berre første året innan resistent.

I middel knollstorleik (figur 2) viser 'Kerrs Pink' størst nedgang. Mid-del knollvekt hos dei resistente culti-varane og hos den knollrike 'Beate'

stig med sterkare smittegrad. Den mest storknolla cultivaren, 'Leila', har likevel størst middel knollstorleik også på sterkt smitta jord. For denne eigenskapen er samspelet cultivar/smittegrad svært signifikant siste året. Delt analyse viser høg signifi-kans innan mottakeleg gruppe, men ikkje sikkert samspel innan resistent.

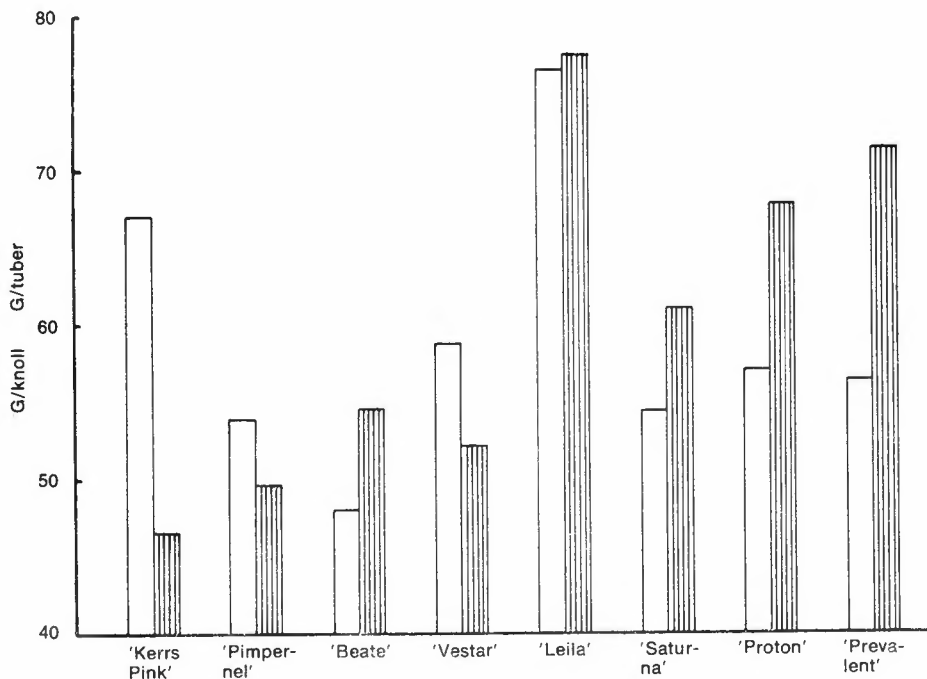


Fig. 2. To-års middel for knollvekt for ulike cultivarar. Blank søyle: svak nematode-smitte (A). Streka søyle: middel for sterkare smittegrader (B + C + D). Jmf. tabell 1.

Two-years mean of tuber size for various cultivars. Bright column: low nematode density (A). Ruled column: mean of higher densities (B + C + D). See Table 1.

I knollavling over 40 mm (figur 3) står 'Leila', 'Beate' og 'Kerrs Pink' best ved svak smitte, og dei tre resistente cultivarane best ved sterkare smittegrader etterfølgd av 'Leila' og 'Beate'. 'Kerrs Pink' og 'Vestar' står dårlegast av alle på sterkare smitta jord. Minst påverka av smittegraden

er 'Pimpernel', 'Prevalent' og 'Proton'. Den siste viser jamvel tendens til større avling ved sterkare smittenivå. Dei statistiske analysane for totalavling viser at innan mottakeleg gruppe er samspelet cultivar/smittegrad signifikant begge åra. Innan resistant er det tendens til samspel første året.

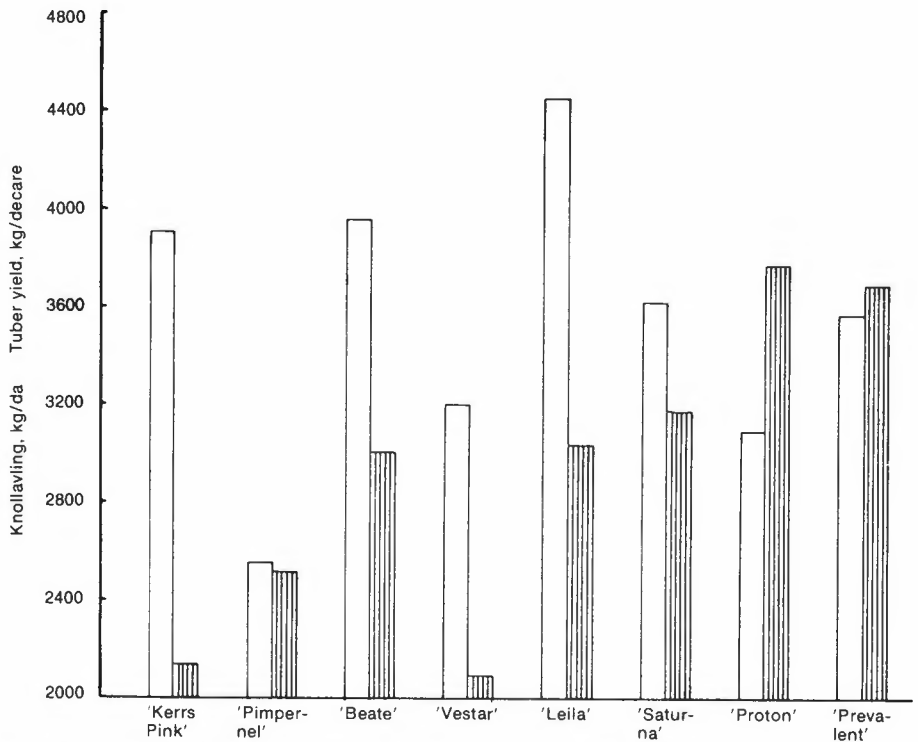


Fig. 3. To-års middel for vekt av knollar over 40 mm for ulike cultivarar. Blank søyle: svak nematodesmitte (A). Streka søyle: middel for sterkare smittegrader (B + C + D). Jmf. tabell 1.
Two-years mean for weight of tubers above 40 mm for various cultivars. Bright column: low nematode density (A). Ruled column: mean of higher densities (B + C + D). See Table 1.

Forsøk B (1970)

1. *Mottakeleg versus nematode-resistant potet.* nematodesmitte gav resistant potet over 1500 kg større knollavling pr. da

Tabell 4 syner at på jord med sterk enn mottakeleg. Resultat på usmitta

Tabell 4. Middel knollavling for 2 mottakelege og 5 resistente potetcultivarar dyrka på usmitta og på sterkt nematodesmitta jord. Forsøk i Rogaland 1970.

Table 4. Mean tuber yield for two susceptible and five resistant potato cultivars grown on uninfected and on heavily nematode infested soil. Field trials in Rogaland 1970.

Smittegrad Infection level	Knollavling kg/da Tuber yield kg/decare		Rel. avling Rel. yield	
	Mott. Susc.	Res.	Mott. Susc.	Res.
Usmitta Uninfested	3316	3615	100	100
Sterkt smitta Heavily infested	1797	3316	54	92

jord med dei same cultivarane kan berre forklare 300 kg av denne skilnaden. Avlinga på sterkt smitta jord i høve til usmitta er 54 prosent for mottakeleg, mot 92 prosent for resistent. Nematodepåverknaden på re-

sistent potet er difor langt mindre alt første året.

2. Dei enkelte cultivarane.

Resultata med dei enkelte cultivarane gir eit eintydig bilete (figur 4).

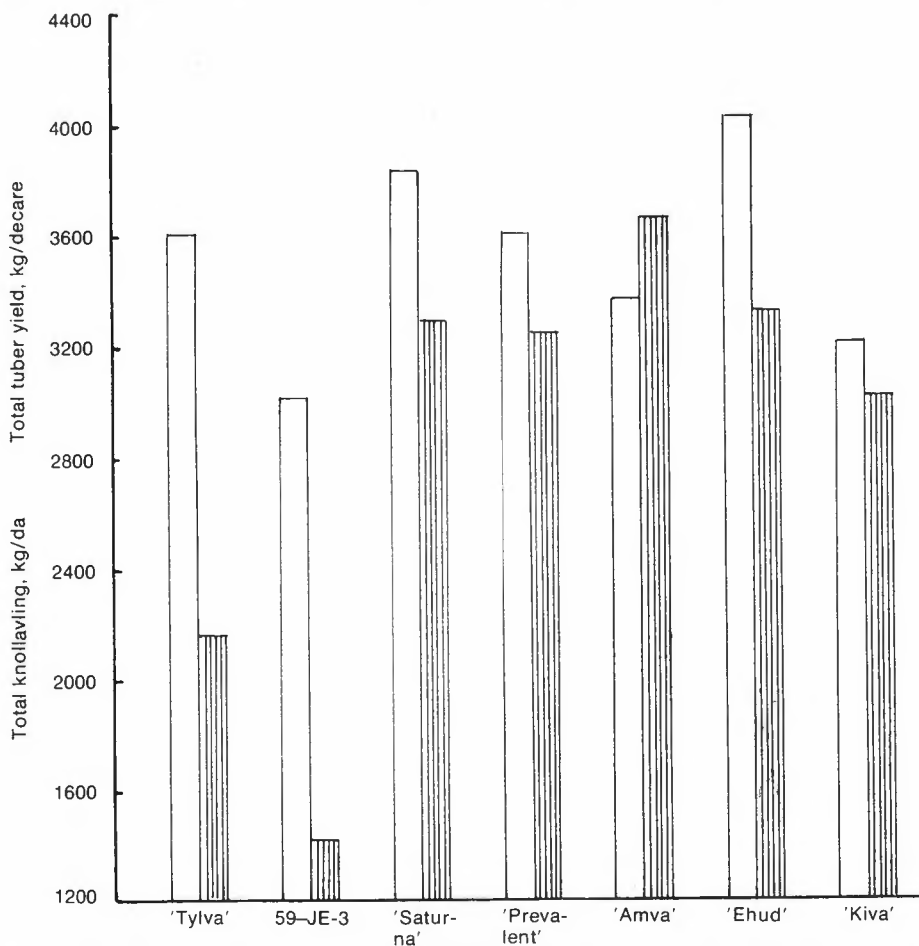


Fig. 4. Total knollavling for ulike cultivarar i forsøk i Rogaland. Blank søyle: utan smitte av potetcystenematode. Streka søyle: med sterk smitte i jorda.
Total tuber yield for various cultivars in field trial in Rogaland. Bright column: without infection of potato cyst nematode. Ruled column: with high infestation in the soil.

På sterkt smitta jord har alle resistente klart seg bra og gitt gode knollavlingar. Best står 'Amva'. Begge mottakelege derimot gav ringt utbytte. Avlingssvikten jamført med

utbyttet på nematodefri jord er 1200 og 1600 kg for 'Tylva' og seleksjon 59-JE-3, og fleire gonger større enn for resistente potetcultivarar.

V. Diskusjon

Det er godt samsvar mellom resultatata for ulike forsøksfelt og år. Effekten av nematoderesistens på potetavlinga er langt sikrere og større enn skilnader i toleranse innan cultivargrupper.

Resistent potet tek mindre skade av ein bestemt sterk invasjon av potetecystenematode enn mottakeleg plante. Dette er i samsvar med *Anonymus* (1966), og var venta sidan plantene reagerar så ulikt på åtak.

Hos mottakeleg plante klarar inntrengjaren å få løyst opp cellevegger i omliggjande vev så den blir liggjande i ei «kjempecelle» (Cole & Howard, 1958, Piegat & Wilski, 1963, Huijsman et al., 1969).

Det er ikkje fullgodt kjent korleis resistent plante reagerar på ulike patotypar av nematoden. Effektiv resistens synes vera av hypersensitiv karakter med nekrosedanning av cellevev som omgir den inntrengde larva (Wilski & Giebel, 1966, Huijsman et al., 1969). Planta klarar å eliminere nematodane før dei har fått utvikle særleg mange kjempeceller, og skaden på rotsystemet blir mindre alt første året med resistent cultivar.

Til skilnad frå lite tolerante cultivarar viser tolerante større regenerasjonsevne hos skadd rotvev, og har sannsynlegvis også større evne til ny rotdanning (Huijsman et al., 1969).

Det var ønskjeleg med langt større materiale for grundig vurdering av dei enkelte cultivarane.

Ved første augnekastet på figur 1—3 kan det sjå ut som 'Pimpernel' og 'Proton' har relativt god toleranse. Hos desse cultivarane har sterkare larveåtak ikkje redusert knollsettinga merkbart. For 'Proton' er det tendens til auka middel knollvekt og større avling som følgje av sterkare åtak. Resultata kan ha ein viss samanheng med at 'Pimpernel'

har eit kraftig rotsystem. 'Proton' har og eit høgt avlingspotensial, men er for sein til å kunne utnytte dette fullt ut hos oss. Det er rimeleg at 'Vestar', som har eit svakt rotsystem og er tørkesvak, også lir sterkt av sterke larveåtak. Av dei resistente er 'Saturna' relativt tørkesvak, og har sameleis reagert med større avlingstap på sterke åtak enn 'Prevalent' og 'Proton'.

Nematodesmitte på 2,4 og 2,8 egg/g jord desse åra er sannsynlegvis litt over skadegrensa uten å vere så langt over at det påverkar forholdet cultivarane i mellom i vesentleg grad. Dette kan vi sjå ved å jamføre cultivarane på svakt smitta jord med 'Kerrs Pink' som målestokk, med resultat på smittefri jord ved Institutt for plantekultur i parentes: 'Kerrs Pink' 100 (100), 'Pimpernel' 65 (76), 'Beate' 101 (94), 'Vestar' 82 (83), 'Leila' 114 (—), 'Saturna' 93 (95), 'Proton' 79 (88) og 'Prevalent' 91 (95). Rønsen (1970) viste at i åra 1966—68 gav 'Beate' minst like stor avling som 'Kerrs Pink', medan 'Leila' låg litt under i forsøk ved Institutt for plantekultur. På alle andre forsøksstader gav derimot 'Leila' i gjennomsnitt 15 prosent større avling enn 'Kerrs Pink', mot 14 prosent i forsøket i Frogn. Dette tyder på at resultatata på svakt smitta jord gir eit godt samanlikningsgrunnlag for prestasjonar til dei same cultivarane ved sterkare nematodesmitte i jorda.

Særleg i 1973 er det oppnådd store avlingar. Generelt vil sannsynlegvis både god gjødsling og påpasseleg vatning virke til å redusere avlingstapet så lenge nematodeeggetalet pr. g jord ikkje har fått byggje seg opp så det ligg på eit altfor høgt nivå for vidare potetdyrking.

For praktisk utnytting har ikkje relativ, men absolutt ytevne og tole-

ranse størst verde. Av dei mottakelege står då 'Leila' og 'Beate' best. Av dei resistente står 'Proton' og 'Prevalent' litt over 'Saturna' i forsøket i Frogn, og 'Amva' litt bedre enn dei andre nematoderesistente cultivarane i forsøka i Rogaland.

På kva smittenivå er så overgang til nematoderesistent cultivar avlingsmessig best alt første året? Resultata frå 1973 (tabell 4) tyder på at med desse cultivarane ligg nivået generelt mellom 2,4 og 24 egg/g jord. Nivået vil til ein viss grad avhenge av kva cultivarar det er valgt mellom. For 'Kerrs Pink' og 'Vestar' ligg grensa sannsynlegvis ikkje langt over lågaste smittenivået som er med. Til presis estimering av slike nivå trengst fleire smittegrader i det aktuelle området, og forsøk med mange gjentak.

Av praktiske konklusjonar som ligg nær å dra er: 1) Berre påvising av frisk nematodesmitte i ein vanleg jordprøve på 250 g (1 nydanna cyste inneheld ca. 200—300 egg) gir grunn til å vurdere øyeblikkeleg overgang

til nematoderesistent cultivar. 2) Når mottakeleg og resistant cultivar blir brukt i veksling og i kombinasjon med skifte til ikkje-vertplante, bør resistant kome føre mottakeleg så lenge smittenivået ligg klart over skadegrensa for den mottakelege.

Vi takker Statens forskingsstasjon Særheim ved forskar M. Pestalozzi for å få bruke materiale innsamla i Rogaland. Vidare rettar vi takk til forsøksleiar L. Roer, Institutt for plantekultur, NLH, for å ha vore med og planlagt forsøket i Akershus og skaffa setjepotet, for medverking til utvida tilgang til forsøksmateriale og for å ha lese manuskriptet. Fagassistent B. Hammeraas og laboratorieassistent Elida Berg har hjelpt til med den tekniske gjennomføringa av forsøket i Akershus. Statistiske analyser er gjort av Datasentralen på Ås. Bortsett frå forsøka i Rogaland er undersøkingane finansiert av Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd.

VI. Summary

Effects of heavy attack by the yellow potato cyst nematode *Heterodera rostochiensis* Woll. pathotype A on tuber yields of susceptible and resistant potato cultivars have been investigated in independently performed field trials in Akershus (1973—74) and in Rogaland (1970). Infection levels in spring are shown in Table 1. The Rogaland trials are lacking records of the nematode densities. Heavy attacks were seen on susceptible roots.

Susceptible and resistant cultivar groups show fairly equal performances on uninfested and on lightly infested soils (Table 3, 4).

On heavily infested plots the nematode resistant cultivars outyielded the susceptible ones, giving a total tuber

yield of about 3300—3800 kg and 1800—2800 kg per decare, respectively. That makes 54—69 per cent for the susceptible, and 92—99 per cent for the resistant group compared to the outcome on uninfested and on lightly infested soils. Yield of tubers above 40 mm gives about the same percentages.

On heavily infested soils the tuber number per plant decreased to 77 per cent for the susceptibles and to 82 per cent for the resistants; the mean tuber size changed in the same sequence to 90 and 124 per cent (Table 3). Thus, the resistant cultivars compensated to a large degree the loss in tuber number by increased mean tuber size. (Fig. 1, 2.)

Within the resistant group, 'Pro-

ton' and 'Prevalent' showed slightly higher tolerance than 'Saturna' in Akershus, and 'Amva' revealed a tendency to higher yield than the other resistant cultivars in the Rogaland trials. (Fig. 3, 4.)

Within the susceptible cultivar group, 'Pimpernel' showed the highest relative tolerance; however, the

yields were low on all infection levels. Other susceptible cultivars tested showed small or no tolerance against mass attack of larvae. In this group 'Leila' and 'Beate' outyielded the others on heavily infested soils.

The results are discussed in relation to the use of resistant cultivars to reduce high nematode populations.

VII. Litteratur

- Anonymus*, 1966: Forty sixth report of the council. Rep. natn. Inst. agric. Bot. Cambridge for 1965: 66 pp.
- Bumbuluc z, L. &  ydvin, J.*, 1976: Populasjonstettleik hos gul potetecystenematode *Heterodera rostochiensis* Woll. og potetavlingar ved einssidig dyrking av mot-takeleg og ex. *andigena* nematoderesistent cultivar med genet H₁, 1963—1970. Forskn. fors. Landbr. 27: 731—743.
- Cole, C. S. & Howard, H. W.*, 1958: Observations on giant cells in potato roots infected with *Heterodera rostochiensis*. J. Helm. 32: 135—144.
- Huijsman, C. A.*, 1974: Host-plants of *Heterodera rostochiensis* Woll. and the breeding for resistance. EPPO Bull. 4 (4): 501—509.
- Huijsman, C. A., Klinkenberg, C. H. & den Ouden, H.*, 1969: Tolerance to *Heterodera rostochiensis* Woll. among potato varieties and its relation to certain characteristics of root anatomy. Eur. Potato J. 12: 134—147.
- Piegat, M. & Wilski, A.*, 1963: Changes observed in cell nuclei in root of susceptible and resistant potato after their invasion by potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.) larvae. Nematologica 9: 576—580.
- R nson, K.*, 1970: Sortsforsøk med poteter ved norske fors ksstasjoner 1966—1968. Forskn. fors. Landbr. 21: 59—74.
- Seinhorst, J. W.*, 1965: The relation between nematode density and damage to plants. Nematologica 11: 137—154.
- Seinhorst, J. W. & den Ouden, H.*, 1971: The relation between density of *Heterodera rostochiensis* and growth and yield of two potato varieties. Nematologica 17: 347—369.
- Stelter, H. & Raeber, A.*, 1968: Ein Beitrag über die Schadwirkung des Kartoffelnematoden, *Heterodera rostochiensis* Woll. Biol. Zentralbl. 87: 91—96.
- Stelter, H. & Vogel, J.*, 1961: Untersuchungen über den Kartoffelnematoden. VI. Die Beeinflussung der Boden versuchung und des Knollenertrages durch Sorten verschiedener Reifezeit. Z. Landw. Versuchs- und Untersuchungswesen 7: 5—10.
- Wilski, A. & Giebel, J.*, 1966: β -Glucosidase in *Heterodera rostochiensis* and its Significance in Resistance of Potato to this Nematode. Nematologica 12: 219—224.

I redaksjonen 11.1.1977.

ANGREP OG SKADE AV BRINGEBÆRBARKGALLMYGG,
THOMASINIANA THEOBALDI BARNES
(DIPT., CECIDOMYIDAE)

Observations on the biology of the raspberry cane midge
(*Thomasiniana theobaldi* Barnes)
and the damage caused by it

AV
CHRISTIAN STENSETH

INN H O L D

Sammendrag	268
Innledning	268
Metoder	269
Fremkomst av overvintret bestand	269
Eggleggingsperioder	269
Betydning av bekjempelse	269
Resultater	270
Fremkomst av overvintret bestand og egglegging	270
Betydning av bekjempelse	273
Diskusjon	274
Summary	274
Litteratur	275

Sammendrag

Meldingen omfatter undersøkelser av bringebærbarkgallmyggens (*Thomasi-niana theobaldi* Barnes) opptreden i en bringebærplanting av sorten 'Veten' og betydningen av å hindre angrep på skottene.

Avhengig av året hadde gallmyggene 2—3 generasjoner i løpet av vekstsesongen. Første generasjon svermet i juni og sverming var mer og mindre sammenhengende fram til

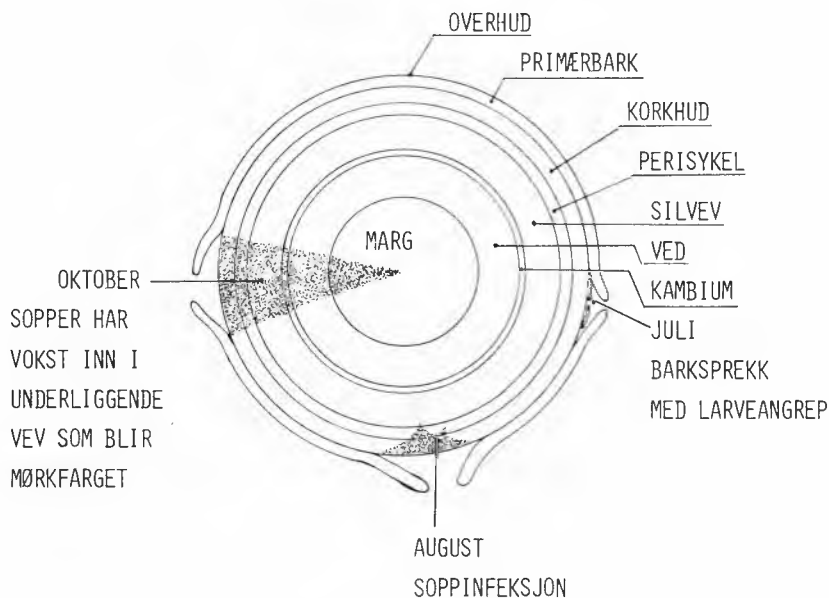
september. Larveangrep forekom på skottene fra siste halvdel av juli. Dette angrepet hadde betydning for stenglenes levedyktighet og avling året etter.

Larveutvikling ble også registrert på stengler i juni. Dette antas å ha betydning for bestandens overleving, inntil det forekommer naturlig barksprekking på skottene.

Innledning

Bringebærbarkgallmygg (*Thomasi-niana theobaldi* Barnes) legger sine egg i sår og barksprekker på bringebærskott (*Pitcher*, 1952, *Nijveldt* et al., 1963). Larvene lever under primærbarken og suger næring fra korkhuden (*periderm*). Skaden er begrenset til de øvre cellelag og uten betyd-

ning for neste års stengler. Skade av økonomisk betydning oppstår når sopper setter seg fast i gallmygglarvenes angrepssteder og vokser inn i skottenes silvev (*phloem*) og ved (*xylem*) som blir delvis ødelagt (*Pitcher & Webb*, 1952, *Nijveldt* et al., 1963). Dette hemmer vann og næ-



Figur 1. Snitt av bringebærskott. Angrep av bringebærbarkgallmygg (*Thomasi-niana theobaldi*) og etablering av soppsykdommer. (Etter *Pitcher*, 1952). *Transvers section of raspberry cane illustrating attack by raspberry cane midge and the sequence of development of fungal lesion.*

ringstransporten i stenglene neste år og i verste fall dør stenglene før bærene kan høstes.

Fra England og Nederland (*Pitcher*, 1952, *Nijveldt* et al., 1963) er angitt 3 generasjoner av bringebærbarkgallmygg i løpet av vekstsesongen. De største skader ble påvist etter 2. generasjons angrep i juli. Angrep og skadeforløp er vist i figur 1. Larvenes angrepssted vises som brunfarging av korkhudens overflate (2—3 cellers tykkelse). Veksten i korkhuden stopper mens omkringliggende ikke angrepet cellevev utvikles normalt. To til tre uker etter at larvene har sluppet seg til jorda for forpopping blir angrepsstedet mørkfarget og svakt innsunken. Etter kort tid utvikles sopper i skadde områder. De trenger radiallyt inn i underliggende silvev, ved og marg. Soppinfiserte deler av skott og stengler blir mørkfarget. Soppinfeksjon etter tredje generasjons angrep av gallmygg er min-

dre skadelig og ofte uteblir soppinfeksjon helt.

Sopper nevnt i forbindelse med angrep av bringebærbarkgallmygg er *Camarosporium rubicolum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cyryneopsis rubi*, *Didymella applanata*, *Fusarium* spp., *Leptosphaeria coniothyrium*, *Phoma* spp. og *Phomopsis corticis*. (*Pitcher & Webb*, 1952, *Nijveldt* et al., 1963). *L. coniothyrium*, *P. corticis*, *D. applanata*, *C. gloeosporioides* og *Fusarium* spp. gir de alvorligste skader. Dette gjelder særlig *L. coniothyrium* som nesten alltid forårsaker stengeldød.

I en tidligere publikasjon (*Stenseth*, 1972) er omtalt bringebærbarkgallmyggs livssyklus ved ulike temperaturforhold. De undersøkelser som legges fram her hadde til formål å undersøke gallmyggs opptreden i felten og betydningen av å hindre angrep av bringebærbarkgallmygg.

Metoder

Undersøkelsene ble utført ved Statens plantevern, Zool. avd., Ås, 1972

—75 med bringebærsorten 'Veten'.

Fremkomst av overvintret bestand

Fullvoksne larver ble samlet inn i august og september i 1971 og 1972. Larvene ble lagt utendørs i torvblandet moldjord for videre utvikling.

Fremkomst av voksne gallmygg neste vår ble registrert i klekkesylindrer, som beskrevet av *Nijveldt* (1959).

Eggleggingsperioder

Egglegging ble registrert hele vekstsesongen. Med ukentlige mellomrom ble 25 bringebærskott såret med 10 cm risper i primærbarken. En

uke etter såring ble skottene høstet og antall egg registrert. Undersøkelsene ble utført i årene 1972 til 1975.

Betydning av bekjempelse

Et bringebærfelt ble tilplantet, smittet med bringebærbarkgallmygg

og forsøk lagt ut med følgende handlinger:

1. Sprøyting hver 7. dag med 0,05 % fenthion
2. Sprøyting hver 14. dag med 0,05 % fenthion
3. Sprøyting hver 7. dag med 0,077 % malathion
4. Sprøyting hver 14. dag med 0,077 % malathion
5. Ubehandlet

Sprøytingene ble utført fra begynnende barksprekking i siste halvdel av juli og til 1. september i 1973 og 1974. Nedre 60 cm av skottene ble sprøytet. Antall bringebærskott angrepet av bringebærbarkgallmygg ble

registrert i september. Avling og antall visne stengler ble kontrollert etterfølgende sommer.

Forsøket ble gjennomført med 3 gjentak.

Resultater

Fremkomst av overvintret bestand og egglegging

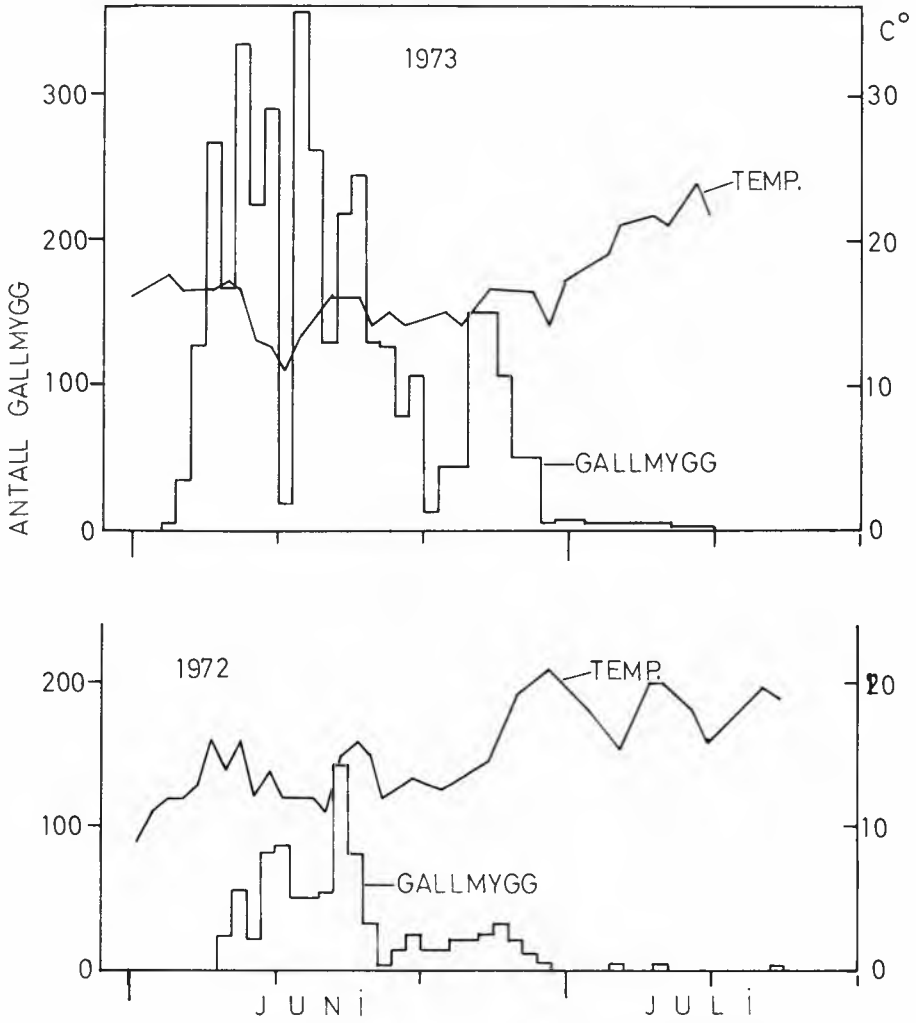
Figur 2 viser fremkomst av voksne gallmygg fra overvintret gallmyggmateriale i 1972 og 1973. Fremkomsten startet i de første 10 dager av juni. De fleste voksne kom fram før 20. juni, men fremkomsten var først avsluttet i midten av juli.

Egglegging gjennom vekstsesongen fremgår av figur 3. Avhengig av året startet eggleggingen i slutten av mai eller begynnelsen av juni og ble avsluttet i september. I 1972 ble det registrert en eggleggingsperiode i juni og en ny periode fra midten av juli til slutten av september. I 1973 var eggleggingen mer og mindre sammenhengende, men markert med en eggleggingstopp i begynnelsen av juni og en i midten av juli. I 1974 var

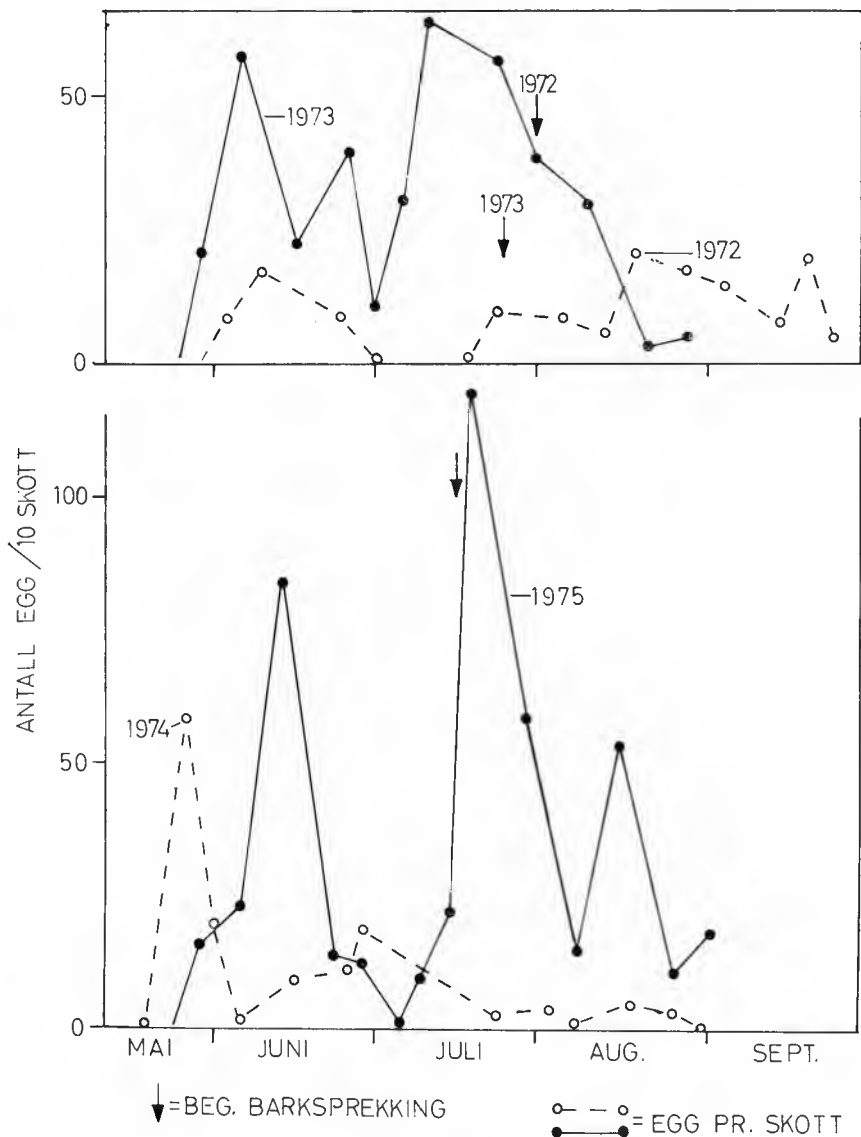
det en eggleggingstopp i siste halvdel av mai og en ny, men mindre topp i månedsskiftet juni—juli. 1975 hadde tre markerte eggleggingsperioder med topper i henholdsvis juni, juli og august.

Av figur 3 fremgår videre at barksprekking på skottene startet i siste halvdel av juli. Larveangrep på skottene startet i siste halvdel av juli. Larveangrep på skottene ble registrert så snart den naturlige barksprekking startet og fortsatte ut i september.

Larveangrep og fullvoksne larver ble også registrert på stengler i juni. I forhold til angrep på skottene var disse angrepene tallmessig svake.



Figur 2. Fremkomst av voksne bringebærbarkgallmygg (*Thomasiniana theobaldi*) fra overvintret bestand. Temperaturkurven viser maksimumstemperatur i 5 cm jorddybde.
 Emergence of adult raspberry cane midge from hibernated population and maximum soil temperature at 5 cm depth.



Figur 3. Egglegging av bringebærbarkgallmygg (*Thomasiniana theobaldi*) på kunstig sårete bringebærskott.
 Oviposition of raspberry cane midge in artificial splits on first-year raspberry canes.

Betydning av bekjempelse

Resultatene fremgår av tabell 1. Tabellen viser % angrepne skott om høsten, avling etterfølgende sommer og døde stengler i mai og august 1975.

Forsøksleddene 1 (fenthion hver 7. dag) og 2 (fenthion hver 14. dag) var uten larveangrep i både 1973 og 1974. Forsøksledd 3 (malathion hver 7. dag) hadde henholdsvis 16,2 % og 19,2 % angrepne skott de to årene. Forsøksledd 4 (malathion hver 14. dag) hadde henholdsvis 30,8 % og 23,8 % angrepne skott. På forsøksledd 5 (ubehandlet) var 50,4 % skott angrepet i 1973 og 47,7 % i 1974.

I 1974 varierte avlingen på de ulike forsøksledd fra 12 kg (ledd 2) til 7,7 kg (ledd 5) pr. 5 m planterad. Avlingsforskjellene var statistisk sikre bare mellom disse ytterpunktene. Behandlingene i 1974 ga i 1975 signifikant mindre avlinger på forsøksleddene 3, 4 og 5, enn på leddene 1 og 2. Settes avlingen på ledd 2 for de to årene lik 100 hadde ubehandlet en avlingsreduksjon på 36,1 %. Forsøksledd uten angrep av bringebærbarkgallmygg på skottene i 1974 var mindre utsatt for stengelvisning i 1975 enn forsøksledd med angrep. Økende angrepsgrad førte til økende visning.

Tabell 1. Bringebærbarkgallmygg (*Thomasimiana theobaldi*). Bekjempelsens betydning for angrep, stengeldød og avling av bringebærsorten 'Veten'.

Table 1. Influence of control measures on larval attack of raspberry cane midge, yield and dead second-year canes.

Forsøksledd Treatment	% angrepne skott attached canes		Kg avl. pr. 5 m rad. yield		% angrepne skott attached canes 1974	Kg avl. pr. 5 m rad. yield 1975	Sum avl. Total yield		1975 % visne stengler % dead canes	
	1973	1974	1974	1975			Kg	Rel. tall	20/5	14/8
1	0	0	10,9	9,9	0	9,9	20,8	95,0	1	13,7
2	0,2	0	12,0	9,9	0	9,9	21,9	100	1	13,9
3	16,2	19,2	8,0	6,8	19,2	6,8	14,8	67,6	2	35,8
4	30,8	23,8	9,7	6,4	23,8	6,4	16,1	73,5	3	40,2
5	50,4	47,7	7,7	6,3	47,7	6,3	14,0	63,9	3	47,5
Minste sign. forskjell LSD (P = 0,05)	—	—	3,5	3,4	—	3,4	4,0	—	—	9,5

Diskusjon

Ved 15° og 21° er bringebærbarkgallmyggenes livssyklus henholdsvis 44—67 dager og 23—47 dager. En del av larvebestanden blir imidlertid liggende i pre-puppestadiet og utvikles til voksne først etter å ha vært utsatt for lave temperaturer f.eks. under overvintring (*Stenseth*, 1972). Dette gir muligheter for flere generasjoner i en vekstsesong samtidig som det blir oppsamling av larvemateriale til en forholdsvis tallrik overvintret generasjon. Dette understøttes av de foreliggende undersøkelser som viser at egglegging på Ås foregår fra ca. 1. juni og ut i september. Fremkomst av gallmygg fra overvintret larvemateriale og eggleggingsintensiteten gjennom vekstsesongen markerer forekomst av 2—3 generasjoner. Resultatene for sommeren 1975, som var den varmeste i de fire forsøksårene (*Fysisk institutt*, 1972 til 1975), tyder på forekomst av tre generasjoner. Eggleggingskurvene alle år viser en forholdsvis tallrik første generasjon i juni. Avhengig av året hadde 2. generasjon eggleggingstopper fra begynnelsen til slutten av juli. En mer eller mindre markert 3. generasjon forekom i august—september.

Naturlig barksprekking og mulighet for egglegging og larveutvikling på skottene forekom etter midten av juli. Når det sees bort fra mekanisk skade e.l. var det således ikke etableringsmuligheter for 1. generasjon på skottene, men bare for senere angrep. Observasjonene viser imidlertid

at egglegging og larveutvikling kan foregå på stenglene i juni. Dette er antakelig den vesentlige årsak til at bringebærbarkgallmygg overlever i den tid det ikke er naturlig barksprekking på skottene.

Bekjempelse av bringebærbarkgallmyggenes angrep på skottene gir i forhold til ubehandlet sikker avingsøkning og større levedyktighet hos stenglene etterfølgende år.

Soppangrep som etableres i gallmyglarvenes angrepssteder er ifølge tidligere undersøkelser (se innledning) årsak til for tidlig stengeldød. Soppangrepenes betydning i denne sammenheng er ikke kjent under norske forhold.

Bringebærsorten 'Veten' ble i årene 1968 til 1972 høstet i tiden 26/7 til 19/8 (*Ljones*, in lit.). Dette er den tid etablering av bringebærbarkgallmygg kan forventes på skottene. Høstingen hindrer imidlertid bruk av kjemiske skadedyrmidler i dette tidsrom. Eventuell bekjempelse med kjemiske skadedyrmidler kan rettes mot 1. generasjon i juni eller angrep etter avhøsting.

Barkrisper på skottene og registrering av egglegging kan nyttes for bestemmelse av svermeperiode og sprøytetidspunkt for 1. generasjon. Sprøyting hver 14. dag med diazinon eller fenthion hindrer egglegging og larveutvikling av bringebærbarkgallmygg (*Gjærum* og *Stenseth*, upubliserte data).

Summary

This report deals with investigations made on the occurrence of the raspberry cane midge (*Thomasiniana theobaldi* Barnes) in a raspberry field, and the effect of attack on the

yield of the raspberry variety 'Veten'. The investigations were made at Ås, Akershus during 1972—75.

Emerging of adult midges from overwintered material was registered

in emerging cages in the field, and the occurrence of adult midges throughout the growth season was based on the oviposition frequency.

Midges emerging from overwintered material showed skew and prolonged emerging period (Fig. 2) but the main part of these midges emerged during June. Between two and three generations occurred during each season (Fig. 3).

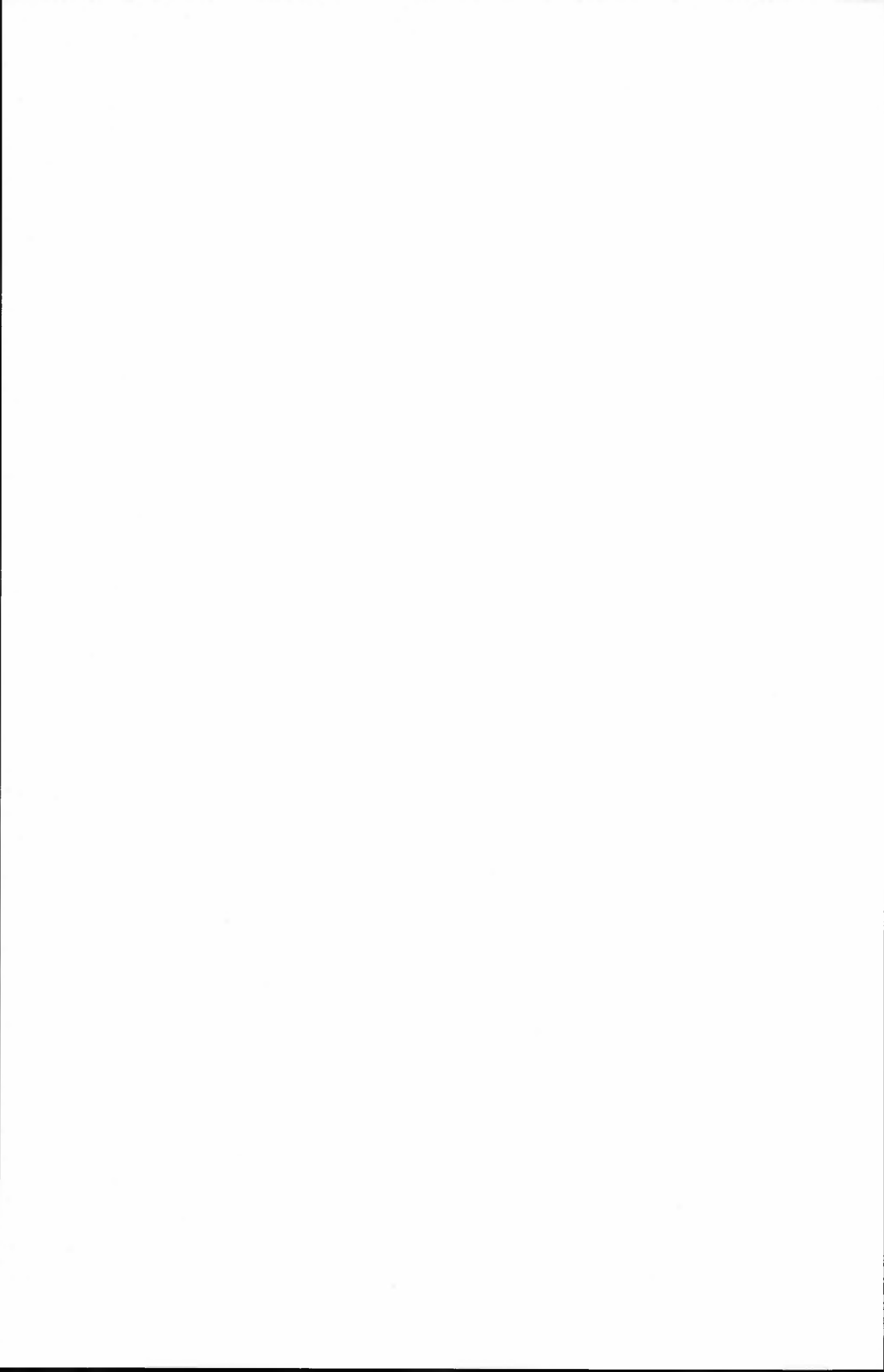
In June, the development of first generation larvae was observed on second year canes, though very few larvae matured on these canes. Natural splitting of the skin on the first-year

canes started in the second half of July and was followed by larval attack in these splits till the end of September. It is assumed that survival of the midge population in the period without natural splits on first-year canes is caused mainly by larval development on second-year canes.

Compared with plots without larval attack on first-year canes the yield was reduced significantly the following year on plots with attack by larvae on first-year canes (Tab. 1). The higher yield were due to more healthy or long lasting second-year canes.

Litteratur

- Fysisk institutt, Norges Landbrukshøgskole, 1972, 1973, 1974 og 1975: Meteorologiske data for Ås 1972, 1973, 1974 og 1975.*
- Nijveldt, W., 1959: Over het gebruik van vangkegels bij het galmügenderzoek. — Tijdschr. PlZiekt. 65: 56—59.*
- Nijveldt, W., Labruyere, R. E. og Engels, G.M.M.T., 1963: Het stengleziektevraagstuk van de framboos. — Neth. J. Plant Path. 69: 221—257.*
- Pitcher, R. S., 1952: Observation on the raspberry cane midge (*Thomasiniana theobaldi* Barnes). I. Biology. — J. hort. Sci. 27: 71—94.*
- Pitcher, R. S. og Webb, P. C. R., 1952: II. 'Midge Blight' a fungal invasion of the raspberry cane following injury by *T. theobaldi*. — J. hort. Sci. 27: 95—100.*
- Stenseth, C., 1972: The effect of temperature on development of *Thomasiniana theobaldi* Barnes. — Norsk ent. Tidsskr. 19: 33—37.*



I redaksjonen 11.1.1977.

KUNSTIG OPPVARMING AV GRASAREALER

Artificial heating of turfgrasses

AV
ATLE HÅBJØRG

INN H O L D

I. Sammendrag	278
II. Innledning	278
III. Materiale og metoder	279
IV. Resultater	281
A. Hammerfest	281
Temperaturforholdene i jorda	281
Grasvekst	288
B. Norges landbrukshøgskole, Ås	291
Temperaturforholdene i jorda	291
Grasvekst	296
V. Diskusjon og praktiske anbefalinger	299
VI. Summary	301
VII. Litteratur	303

I. Sammendrag

Meldingen behandler kunstig oppvarming av grasarealer med sikte på utvidet brukstid. Forsøksfelt ble lagt ut i Hammerfest, (70°45' N) og på Norges landbrukshøgskole, Ås (59°45' N). Forsøkene startet i 1973 og varte til 1975. Virkningen av oppvarming med elektriske varmekabler og plastdekking på jordtemperaturen og på vegetativ vekst hos ulike sorter av *Poa pratensis*, ble studert. I samme tidsperioden ble også kvaliteten på de 5 eksisterende kunstig oppvarma grasbaner i Norge undersøkt.

Resultatene viser at en kombinasjon av elektrisk oppvarming og plastdekking ga tidligst og størst lengdetilvekst på begge steder. Det graset som ble produsert på denne måten var imidlertid meget løst i veksten og med svært liten skuddtetthet. Graset tålte derfor lite både av slitasje og vanskelige klimaforhold. Og nettopp dette forholdet sammen med sterk belastning om våren antas å være den viktigste årsak til at graskvaliteten på de kunstig oppvarma grasbanene i Norge er så dårlig.

For å gjøre dette graset mer slitesterkt ble plasten tatt av om dagen fra graset var 2—3 cm. Denne behandling som pågikk i 1—2 uker, førte til større skuddtetthet og et mer slitesterkt gras som tålte større klimapåkjenninger da plasten ble fjer-

net. Luftingen var særlig viktig i Hammerfest hvor soldagen var 22—24 timer i den perioden dekkningen pågikk.

Den lange dagen i Hammerfest førte til at plastdekking uten oppvarming ga et nesten like bra resultat som kombinasjonen elektrisk oppvarming/plastdekking. På Ås førte denne behandling til temmelig forsinket vekststart. Dette syntes delvis å henge sammen med tele i bakken. Plastdekking før telen har gått, bør derfor unngås.

Virkningen av elektrisk oppvarming uten plastdekking var liten i Hammerfest, især i regnvær. På Ås var derimot virkningen meget god. Riktignok kom veksten noe seinere i gang enn ved kombinasjonen oppvarming/plastdekking, men graset syntes å bli noe tettere og mer slitesterkt. Oppvarmingsutgiftene ble imidlertid 15—20 % høyere.

Ved anlegging av kunstig oppvarma baner er det viktig med et vatngjennomtrengelig voksemedium og stor overhøgde på midtbanen, slik at overflatevatn raskt renner av. Videre er sortsspørsmålet viktig. Av de prøvde sortene var det bare 'Nugget' som tilfredsstilte kravene i Nord-Norge. I Sør-Norge var det prøvd bare 3 sorter og av disse var både 'Baron' og 'Nugget' tilfredsstillende.

II. Innledning

Etter hvert har det også her i landet blitt et krav at fotballkamper i det minste i de høyre divisjoner, skal foregå på grasbaner. Dette har ført til en økende interesse for og bygging av grasbaner på klimatisk ugunstige steder, slik at vi i dag har grasbaner fra Mandal i sør — ca. 58° N til Me-

hamn i nord — ca. 71° N. Videre har et øket kamp-program gradvis gjort det nødvendig å gå til utvidelser av spillsesongen — utvidelser som av slitasjemessige og biologiske synspunkter er vanskelig å gjennomføre på andre steder enn i de klimatisk aller beste kyststrøk i Sør-Norge. Det

faktum at klubber fra innlandsstrøk og nordfra, steder som har sein vår og kort sommer, i stadig sterkere grad vil gjøre seg gjeldende i toppfotballen, gjør at behovet for en utvidelse av brukstiden på grasbaner ved kunstig oppvarming av grasmatta så absolutt er til stede.

Utvidet brukstid og helårsdrift på grasbaner ved hjelp av kunstig oppvarming, er problemstillinger som er tatt opp til forsøksmessig vurdering i flere land (*Escritt*, 1951 og 1959, *Barrett*, 1966, *Barrett* og *Daniel*, 1966, *Janson* og *Langvad*, 1968, *Skirde*, 1974 m.fl.). På grunnlag av disse forsøk er det funnet fram til gode tekniske konstruksjoner som i 1972 da forsøkene ble lagt ut, allerede var tatt i bruk på 2—3 grasbaner her i landet. Siden er det kommet til nok et par anlegg, slik at følgende norske anlegg har kunstig oppvarma grasbaner i dag:

Tromsø	ca. 69°45' N
Trondheim	ca. 63°30' N
Hamar	ca. 61° N
Bergen	ca. 60°30' N
Porsgrunn	ca. 59° N

De klimatiske forhold i Norge er svært varierende og ettersom de skiller seg ganske mye fra de klimaforhold som er i de land hvor forsøk med

kunstig oppvarming har vært gjennomført, er det bare i liten grad mulig å overføre resultatene fra disse forsøk til våre forhold. Det ble derfor i 1972 i samarbeid med Statens Ungdoms- og Idrettskontor, Standard Telefon- og Kabelfabrikk og Hammerfest kommune satt i gang forsøk med elektrisk oppvarming og plastdekking av grasarealer for å studere virkningen av de ovenfor nevnte faktorer på vekst og slitestyrke hos ulike graslag dyrket i ulike medium. Hensikten var å få en vurdering av de to oppvarmingsmetodene, samt å finne fram til en driftsform for kunstig oppvarma grasarealer som ga minst mulig skade på graset. Videre ble alle kunstig oppvarma grasbaner her i landet besøkt for å vurdere kvaliteten på disse.

Forfatteren ønsker å takke Standard Telefon og Kabelfabrikk for den velvillighet de viste ved å bygge og stille forsøksanleggene gratis til disposisjon. Videre takkes Hammerfest kommune v/bygartneren for anlegging, drift og observasjoner på forsøksanlegget der. Likeså takkes Statens Ungdoms- og Idrettskontor og Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd for økonomisk støtte til forsøkene.

III. Materiale og metoder

Forsøkene ble gjennomført i Hammerfest, ca. 70°45' N og på Norges landbrukshøgskole, ca. 59°45' N. Daglei- og middeltemperatur på de to forsøkssteder i perioden 1861—1955 er oppgitt i Tabell 1 (*Det norske meteorologiske institutt*, 1957).

I Hammerfest ble forsøksfeltene lagt til Hammerfest stadion og på NLH til Planteskolen. Feltene ble tilsådd henholdsvis 20. juni og 10. august 1972. Umiddelbart før såing foretok Standard Telefon- og Kabelfabrikk nedpløying av varmekablene.

De ble plassert med en senteravstand på 35 cm og en forlegningsdybde på ca. 25 cm. På NLH - Ås var den installerte effekt ca. 60 W/m², mens den i Hammerfest var ca. 75 W/m². Forsøksarealet ble på begge steder delt opp i mindre felt som ved hjelp av termistorfølere kunne gis individuell temperaturstyring. Videre ble det på hvert sted nyttet to dyrkingsmedium, flere grassorter og det ble eksperimentert med plastdekking. Det ende-

Tabell 1. Månedsmiddeltemperatur og soldagens lengde i Hammerfest og på NLH.
Mean monthly air temperature and the length of the solar day at Hammerfest and NLH, As.

	Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oktober	Nov.	Des.
Hammerfest												
Daglengde	0,0	6,9	11,6	16,3	23,9	24,0	24,0	18,7	13,7	9,0	3,4	0,0
Temperatur	÷ 3,6	÷ 3,6	÷ 2,6	0,3	3,5	7,2	11,7	10,3	7,4	2,1	÷ 0,3	÷ 2,5
NLH, As												
Daglengde	6,8	9,1	11,8	14,5	17,1	18,7	17,9	15,6	13,0	10,2	7,7	6,1
Temperatur	÷ 4,0	÷ 3,5	÷ 0,7	3,9	9,5	13,8	16,4	14,3	10,3	5,2	0,0	÷ 3,3

lige forsøksopplegg fikk dermed følgende omfang:

NLH-Ås

Dyrkingsmedium:

Vanlig jord.

Grusbed (15 cm sand + 7 cm toppsjikt av jord)

Oppvarmingsfelt:

4 (3 oppvarmet + 1 uoppvarmet)

Plastdekking:

3 felt.

Grassorter:

3 *Poa pratensis*, sorter

'Holt' fra ca. 69° N

'Nugget' fra ca. 60—61°N

'Baron' fra ca. 53—54°N

Totalt areal:

35 x 13 m = 355 m².

Hammerfest stadion

Dyrkingsmedium:

Som på NLH-Ås.

Oppvarmingsfelt:

3 (2 oppvarmet + 1 uoppvarmet)

Plastdekking:

Som på NLH-Ås.

Grassorter:

1. *Poa pratensis* dansk
2. » —»— 'Petit'
3. » —»— 'Løken I'
4. » —»— 'Prato'
5. » —»— 'Nugget'
6. » —»— 'Holt'
7. » —»— 'Loba'
8. » —»— 'Vollebekk'
9. » —»— 'Baron'
10. » —»— 'Løken II'
11. *Phleum pratense* 'Bodin'
12. 40 % 'Nugget', 40 % 'Holt' og 20 % 'Bodin'.
13. 40 % 'Loba', 40 % 'Holt' og 20 % 'Bodin'.

Totalt areal:

100 x 13,5 m = 1350 m².

På begge steder ble det lagt temperaturfølere ned i bakken i ulike dybde — 50, 20, 10 og 5 cm og lufttemperaturen ble målt i graset, 25 cm og 200 cm over bakken. Ved hjelp av temperaturskrivere var det mulig å foreta kontinuerlige temperaturregistreringer og med større eller mindre tidsintervall. Videre ble grasveksten målt og vurdert ukentlig under igangsettingen om våren. Langtidsvirkningen av behandlingene ble el-

lers vurdert ved minimum 3 bedømminger i løpet av vekstsesongen.

Det ble ellers på begge steder gjennomført spesielle forsøk for å studere virkningen av høstoppvarming på overvintringsevnen hos ulike graslag.

Forsøkene startet våren 1973 og fortsatte i 1974 og 1975 etter noe reviderte opplegg. Også våren 1976 ble det foretatt en del supplerende registreringer.

IV. Resultater

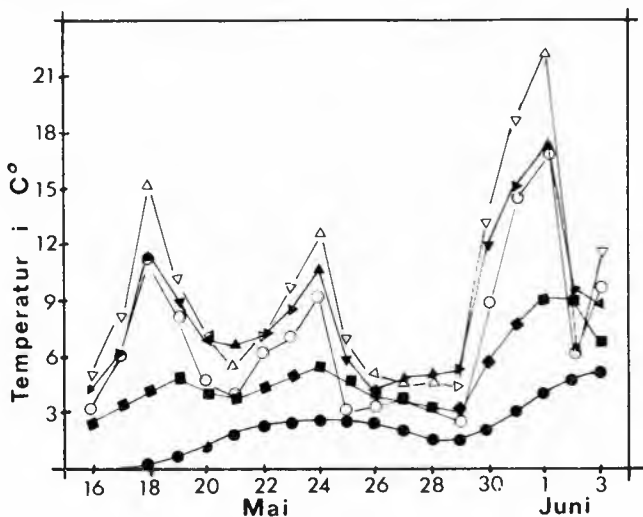
A. Hammerfest

Temperaturforholdene i jorda

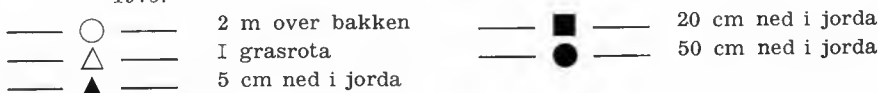
Oppvarmingen startet hvert år 25. —26. april og pågikk i ca. 3 uker til graset hadde vokst til skikkelig. I 1973 fortsatte oppvarmingen videre utover forsommeren og det ble foretatt en rekke forskjellige observasjoner. Blant annet viste målinger foretatt 5 cm ned i jorda og med 5 og 10

cm avstand mellom målepunktene at temperaturen i dette sjiktet var den samme enten registreringene var foretatt rett over eller mellom kablene. Forholdet mellom kabeldybde og -avstand må derfor sies å være tilfredsstillende.

Som figur 1 viser ble det også foretatt temperaturregistreringer i ulike



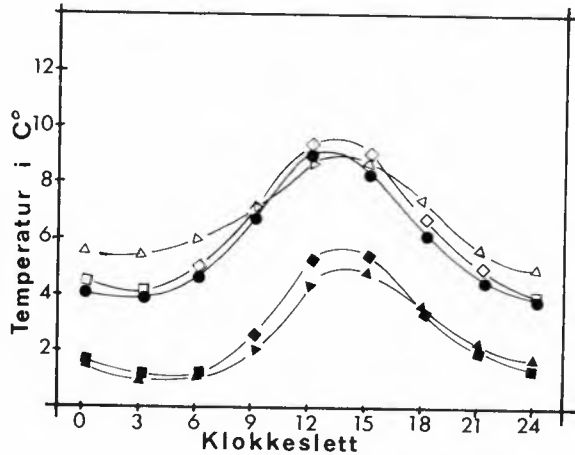
Figur 1. Luft- og jordtemperaturer i Hammerfest i tiden 16. mai—3. juni 1973.
The air- and soil temperatures in Hammerfest 16th of May—3rd of June 1973.



jorddybde. Disse registreringene sammenholdt med tilvekstmålingene viste at jordtemperaturen i ca. 5 cm dybde var den mest praktiske for vurdering av oppvarmingseffekten på grasveksten. Praktisk talt alle temperaturregistreringer som tok sikte på å studere virkningen av elektrisk oppvarming, plastdekking og dyrkingsmedium ble derfor foretatt i 5 cm

dybde. Også termistorfølerne som hadde med temperaturstyringen på kablene, ble av den grunn plassert i 5—7 cm dybde.

En rekke faktorer virker på og kan komplisere temperaturregistreringene. Blant de som har en viss betydning, er kvaliteten på grasdekket (Figur 2). Sorter med stor skuddtetthet og utløperantall samt utbredt vekst



Figur 2. Virkning av graskvalitet på døgn-fluktuasjonene i jordtemperatur i oppvarma (åpne symbol) og uoppvarma jord (fylte symbol).
The effect of grass-quality on the daily fluctuations in temperature in heated (open symbols) and unheated soils (filled symbols).

—●— Luft-temperatur
—▲— 'Nugget'
—△— 'Nugget'
—■— 'Holt'
—□— 'Holt'

som 'Nugget' bygger raskt opp et tjukt lag av organisk materiale i overflata. I løpet av 4 år hadde denne sorten i Hammerfest bygd opp et 17 mm tjukt lag, mens dette laget hos en glissen og opprett sort som 'Holt' bare var 3 mm. Et tjukt lag av organisk materiale på toppen fører som vist i Figur 2 til betydelig mindre døgnfluktuasjoner i temperaturen. Dette var særlig tydelig på de oppvarma felt der dette laget opplagt reduserte utstrålingen om natta, slik

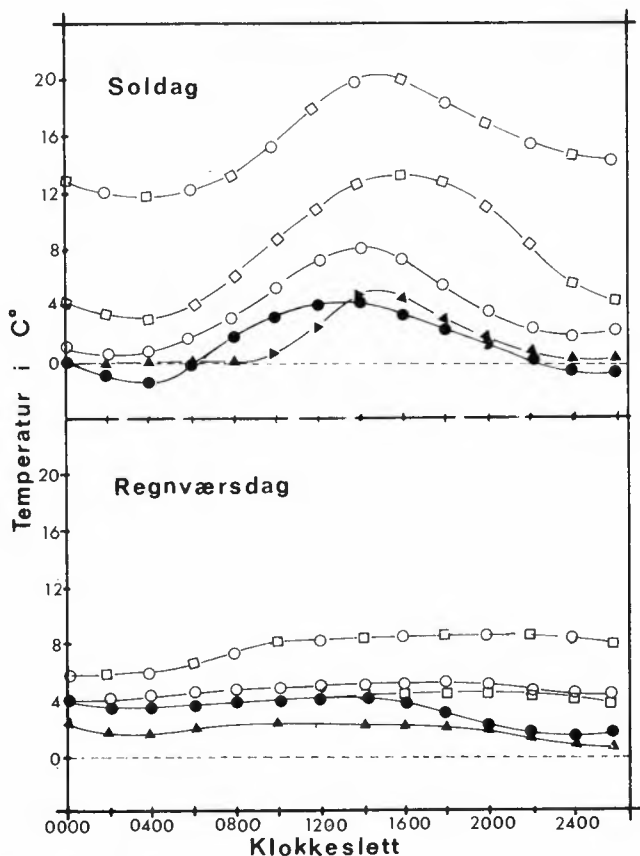
at temperaturen da var opptil 3° høyere enn på tilsvarende felt med 'Holt'. På grunn av denne sortseffekten ble alle målepunkter plassert i felt som var tilsådd med 'Nugget'.

I spesielt interessante perioder ble temperaturen registrert kontinuerlig, men ellers bare med 4 timers intervall. Sjøl ved intervall-registrering ble datamengden enorm og det er derfor ikke mulig å presentere temperaturdata fra mer enn to tidspunkt pr. døgn, kl. 0100 og kl. 1300, for hver

behandling gjennom heile oppvarmingsperioden. For å vise hvordan temperaturen varierte gjennom døgnet på de ulike behandlingene, er det i Figur 3 presentert temperaturdata for en dag med klarvær og sol og en med regnvær. Begge registreringene er foretatt 11 dager etter igangsettning om våren eller ca. 5. mai i to på

hverandre følgende år, 1973 og 1974. Om været i de to årene, se nedenfor.

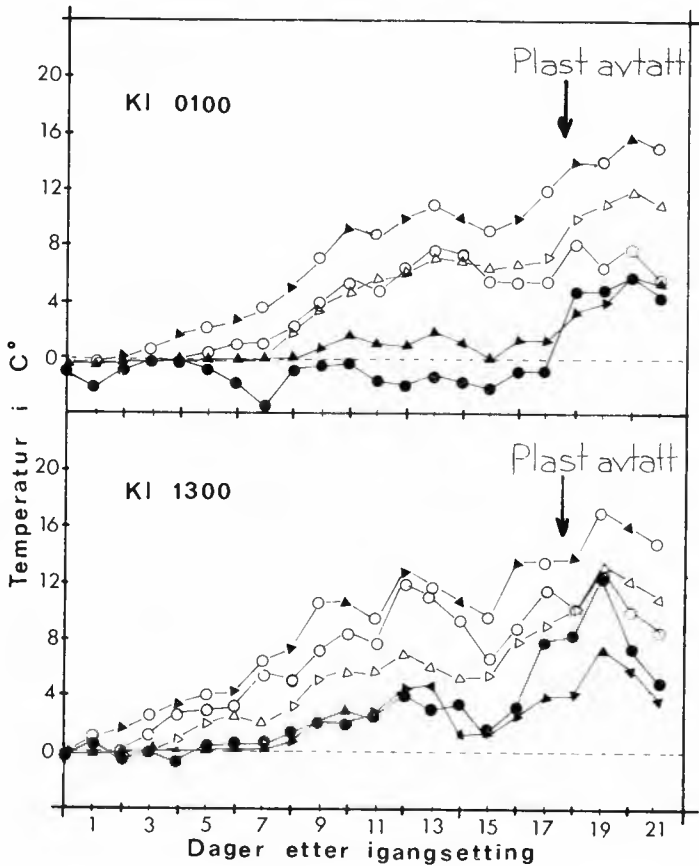
Virkingen av elektrisk oppvarming og plastdekking på jordtemperaturen under oppstartingsperioden om våren, er vist i Figurene 4 og 5. Figur 4 viser resultatene fra 1974 hvor det i forsøksperioden stort sett var overskyet med enkelte regnskurer, men



Figur 3. Virkingen av klima på døgntemperaturfluktuationene i jordtemperatur i ulikt oppvarma grasarealer.

The effect of climate on the daily fluctuations in temperature in differently heated turf areas.

- ○ — □ — Oppvarming og plastdekking
- ○ — Oppvarming
- □ — Plastdekking
- ▲ — Ubehandlet
- ● — Luft-temperatur



Figur 4. Virkningen av oppvarming og plastdekking på temperaturen i jorda kl. 0100 og kl. 1300 i en periode med overskyet vær.

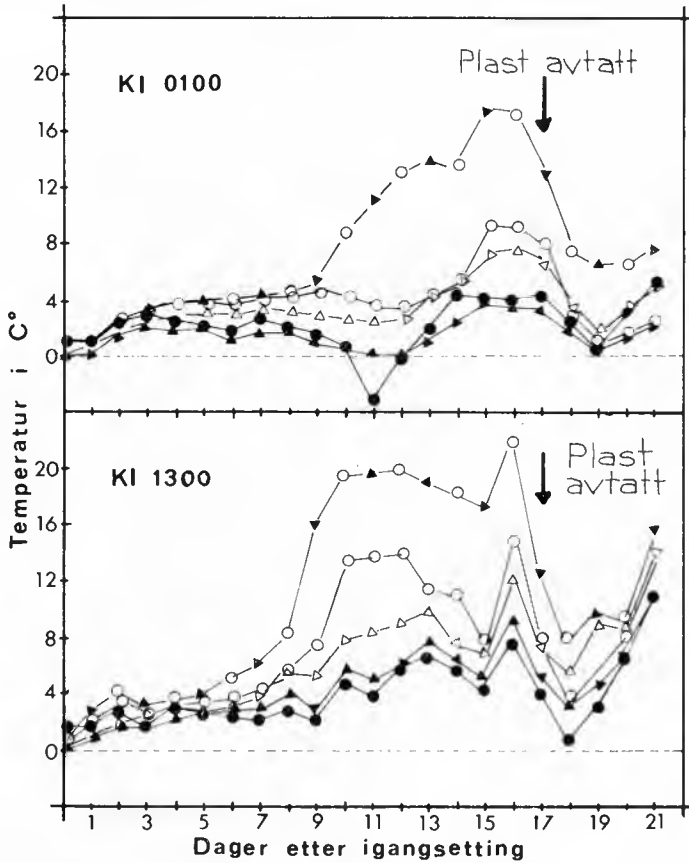
The effects and interaction of heating and plastic covering on soil temperature 0100 A.M. and 1300 P.M. in a period with cloudy weather.

- ▲—○— Oppvarming og plastdekking
- △— Oppvarming
- Plastdekking
- ▲— Ubehandlet
- Luft-temperaturer

også små solgløtt flere ganger daglig.

Som det også går fram av Figurene 1 og 3 var jordtemperaturen 5 cm ned i bakken på de ubehandlede feltene om dagen nær opp til lufttemperaturen, og denne temperaturen lå høyt under de to siste periodene klart under de feltene som var kunstig oppvarma. Høgst jordtemperatur var det natur-

ligvis i de felt som både var elektrisk oppvarma og dekket med klar plast. Denne behandlingen skilte seg særlig om natta godt ut fra det felt som bare var plastdekket og/eller elektrisk oppvarma. På de to sistnevnte felt var jordtemperaturen om natta praktisk talt lik fram til 14. dag etter igangsetting da plasten på alle felt



Figur 5. Virkningen av oppvarming og plastdekking på jordtemperaturen kl. 0100 og kl. 1300 i en godværs-periode (fra den 8. dagen).
The effects and interactions of heating and plastic covering on soil temperature 1 A.M. and 1 P.M. in a period with sunny weather (from the 8th day).

- ● — ○ — Oppvarming og plastdekking
- △ — Oppvarming
- ○ — Plastdekking
- ▲ — Ubehandla
- ● — Luft-temperatur

ble fjernet. Om dagen var forskjellen mellom de plastdekte felt og de som var elektrisk oppvarma betydelig større.

I 1973 og dels 1975 var værforholdene nokså annerledes. De første 8 dagene etter igangsetting var det regn og overskyet. Som det går fram

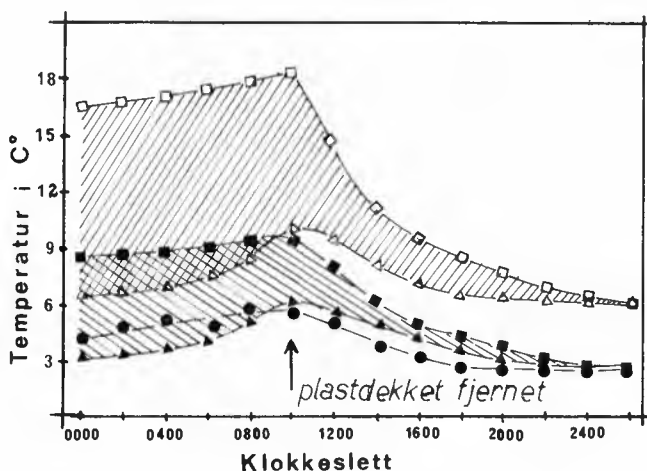
av Figur 5 var det i denne perioden liten forskjell på de ulike behandlingene, men det er verd å merke seg at jordtemperaturen i de plastdekte felt også i denne perioden var høgre enn i de felt som bare var elektrisk oppvarma. Dette skyldes det kalde regnvatnet. Det hadde så låg temperatur

at effekten av kablene ikke kunne makte å varme opp jorda.

Fra den 8. til den 17. dagen var det klarvær med sol. Jordtemperaturen om dagen på det elektrisk oppvarma og plastdekte felt økte da svært og nådde i løpet av et par dager opp i ca. 20° C kl. 1300 og 12—14° C kl. 0100. Også temperaturen på det uoppvarma plastdekte felt økte sterkt om dagen og nådde ca. 12° C, mens den kl. 0100 holdt seg noe over eller på samme nivå som de felt som var elektrisk oppvarma. Jordtemperaturen i de elektrisk oppvarma felt kunne om dagen ikke framvise tilnærmedesvis

samme temperaturøkning som de plastdekte felt. Til det var luft-temperaturen for låg. I slutten av perioden steg luft-temperaturen om natta og dermed også temperaturen i de elektrisk oppvarma felt.

På formiddagen 17. dagen etter igangsetting, ble plasten på alle felt fjernet og ut på ettermiddagen begynte det å regne så smått og om natta kom det en del snø. Temperaturen i jorda falt da raskt, og i løpet av 12 timer hadde den i de tidligere plastdekte felt kommet ned på samme nivå som de felt som ikke var plastdekket (Figur 6). I oppholdsvær vil



Figur 6. Virkning av plastavdekking på jordtemperaturen i oppvarma (åpne symbol) og uoppvarma (fylte symboler) grasarealer.

The effect of plastic removal on the soil temperature on heated (open symbols) and unheated (filled symbols) turf areas.

- □ — Plastdekket og oppvarmet
- ■ — Uoppvarmet
- △ — Udekket og oppvarmet
- ▲ — Udekket
- ● — Luft-temperatur
- ////// Differanse plastdekket/udekket på oppvarma felt
- \\\\\\\\ Differanse plastdekket/udekket på uoppvarma felt

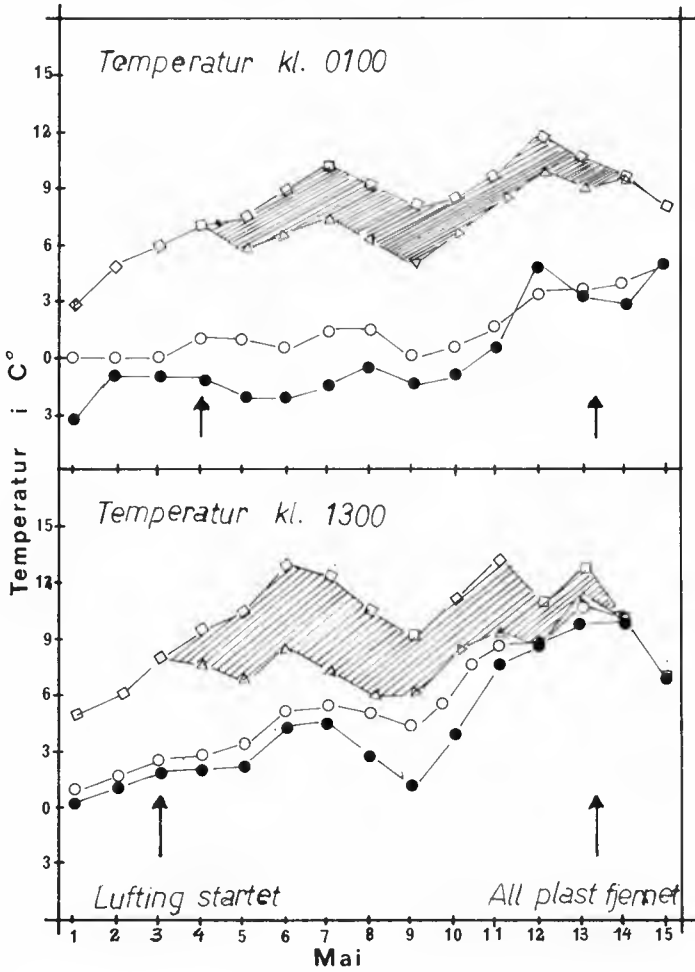
nok denne temperaturforskjellen holde seg lengre, men når nedbøren er så kald som i Hammerfest, skjer det en meget rask nedkjøling av jorda

når plasten fjernes og den kalde nedbøren trenger ned i jorda.

Som det går fram av Figur 5 vil temperaturen under plastdekket bli

svært høg i godværsperioder. Og fordi det såpass langt nord er bortimot kontinuerlig sollys i denne perioden, vil det være liten forskjell på dag- og natteremperatur. Videre vil luftfuktigheten under plasten bli svært høg.

Under slike vekstbetingelser vil graset vokse svært fort og bli glissent og lite slitesterkt. Det er derfor nødvendig etter at graset har blitt grønt å herde det ved å fjerne plasten om dagen. En slik lufting vil føre til re-



Figur 7. Virkning av lufting på jordtemperaturen i oppvarma grasfelt.
The effect of uncovering during daytime on soil temperature in heated turf areas.

- Oppvarming og plastdekking
- △— Oppvarming og luftet om dagen
- Oppvarming
- Luft-temperatur
- ////// Differanse mellom plastdekket/luftet

duisert temperatur i jorda. Størrelsen på denne temperatur-reduksjon vil avhenge av lengden på luftingsperioden, sted, lufttemperatur og antall soltimer. I praksis vil prosedyren bli at platen ligger på kontinuerlig de første 6—10 dagene til grasen har blitt 2—3 cm høgt og så deretter starte luftingen. I 1974 lå platen på 7 dager før lufting startet. På noen felt ble da platen tatt av i 8 timer hver dag, mens andre felt forble plastdekket. Denne behandling ble gjennomført både på elektrisk oppvarma og uoppvarma felt.

Figur 7 viser at jordtemperaturen i de lufta felt om dagen gradvis avtok og at den etter ca. 5 dager hadde stabilisert seg på et nivå som lå 1—2° C over jordtemperatur i de felt som var udekket, og 4—5° C under den som var i de felt som var plastdekket kontinuerlig.

Om natten var forskjellen i jordtemperatur mellom de kontinuerlig plastdekte felt og lufta felt betydelig mindre, ca. 2—3° C, mens den var 5—6° C høgre enn i de felt som var udekket. I det heile ble det ved lufting mulig å holde en relativt jevn jordtemperatur som i 1974 lå på 6—8° C. Ved kontinuerlig plastdekking var derimot temperaturen betydelig høgre, 9—13° C.

I regnværperioder vil jordtemperaturen som vist i Figur 6 opplagt falle mer om dagen. I slike perioder er det derfor lite aktuelt å lufte.

Grasvekst

Tidspunktet for vekststart kan variere svært i Hammerfest. Normalt vil grasveksten på kulturmark ta til de siste dager av mai, slik den gjør i de aller fleste kyststrøk i Finnmark (*Lauscher et al.*, 1959). I enkelte år kan imidlertid grasveksten komme i gang både 4 og 6 uker tidligere, men praktisk talt alltid vil det da komme snø og frost etterpå.

I de årene forsøkene pågikk i Hammerfest var det noe tele i bakken og delvis snø da forsøkene startet. Været i de ca. 3 uker oppvarmingen og forsøket pågikk var som nevnt nokså forskjellig — i 1973 med sol og klarvær og 1974 med mye overskyet vær. Resultatene fra 1973 og delvis 1975 viser at en kombinasjon av elektrisk oppvarming og plastdekking i klarvær kan framskynde grasveksten med minimum 3—4 uker (Tabell 2). Raskest vekststart ble det på de felt som både var elektrisk oppvarma og plastdekket. Knappt en uke etter forsøksstart begynte grasen der å grønnes og ved avslutningen av oppvarm-

Tabell 2. Virkning av plastdekking og elektrisk oppvarming på grasveksten våren 1973. Oppvarmingen og plastdekkingen startet 26/4 og platen lå på til 14/5.

Effects of electric heating and plastic covering on vegetative growth of the grass in the spring 1973. The treatment started 26th of April and continued to 14th of May.

Behandling	Grashøgd (cm)			Skuddantall/dm ²
	2/5	9/5	14/5	14/5
Ubehandla	0	0	0	—
Plastdekket	0	5	13	110
Elektrisk oppvarmet	0	1	4	225
Elek. oppv. + plastdekking	1	7	21	105

ingen etter ca. 18 dager var graset i gjennomsnitt ca. 21 cm høgt. På de felt som bare var plastdekket var graset da ca. 13 cm og på de som var elektrisk oppvarma ca. 4 cm, mens de ubehandla feltene så vidt hadde fått et lite grønnskjær.

Nå er det imidlertid ikke bare høgden av graset som er av interesse ved vurdering av gras som dekke på idrettsbaner. Minst like viktig er skuddtettheten. Som vist i Tabell 2 og 3 varierte den svært med behandling. Plastdekking førte til praktisk talt 100 % reduksjon i skuddantallet sammenlignet med udekket felt. I tillegg var graset også mye løsere i veksten, slik at slitestyrken var meget sterkt redusert foruten at graset også var svært ømtålig for ugunstige klimaforhold. Dette var svært tydelig i 1973 da det umiddelbart etter avdekking av plasten og klipping begynte å snø. I løpet av natta kom det et 10 cm tykt snølag. Dette viste seg å ha katastrofale følger for graset, særlig på de plastdekkte felt. Graset ble der i løpet av et par dager temmelig gult, og veksten stoppet heilt. Først etter 4—5 uker tok veksten seg opp igjen, men virkningene etter dette kuldesjokket kunne registreres langt

ut i juli måned. Også på de udekket feltene kunne det registreres en viss vekstreduksjon og noe misfarging i toppen av skuddene, men denne ettervirkningen forsvant i løpet av en ukes tid.

Ettersom det i 1973 ble registrert store, negative ettervirkninger av plastdekkingen, ble det i 1974 lagt inn et ledd hvor plasten etter at den hadde ligget på kontinuerlig i en uke, ble fjernet 10—12 timer hver dag. Som det går fram av Tabell 3 førte dette til noe redusert grasvekst og dessuten noe forsinket vekststart. Også skuddtettheten ble noe redusert i forhold til ubehandla felt, men sammenlignet med de felt hvor plasten lå på kontinuerlig fram til 15. mai var skuddtettheten mye bedre.

Virkningen av høstoppvarming på overvintringsevnen hos de ulike sorter ble undersøkt høsten 1973 og våren 1974. Denne undersøkelsen viste meget klart at kontinentale og sydlige sorter var meget ømtålig for høstoppvarming og at det ved bruk av slike sorter i praksis er meget tvilsomt å forlenge brukstiden om høsten ved plastdekking eller elektrisk oppvarming. Nordlige og maritime sorter tålte høstoppvarming be-

Tabell 3. Virkning av plastdekking og elektrisk oppvarming på grasveksten våren 1974 (skyet vær). Behandlingen startet 27/4 og varte til 15/5. *Effects of electric heating and plastic covering on vegetativ growth of the grass in the spring 1974 (Cloudy weather). The treatment started 27th of April and continued to the 15th of May.*

Behandling	Grashøgde i cm			Skuddantall/dm ²
	3/5	10/5	15/5	20/5
Ubehandla	0	0	1	220
Plastdekket heile døgnet	0	3	9	125
Plastdekket om natta	0	2	5	175
Elektrisk oppvarmet	0	0	3	205
Elek. oppv. + plastd. heile døgnet	0	6	15	95
Elek. oppv. + plastd. om natta	0	3	8	180

Tabell 4. Virkning av oppvarming på kvaliteten av grasdekket (Skala 0—9).
Effect of artificial heating on the quality of the turf (Scale 0—9).

	Uoppvarmet			Oppvarmet		
	—73	—74	—75	—73	—74	—75
<i>P. pratensis</i> dansk	5	3	2	5	3	1
'Petit'	4	4	3	5	4	2
'Løken I'	4	4	4	4	5	3
'Prato'	7	8	6	7	5	4
'Nugget'	7	8	9	8	8	9
'Holt'	5	4	2	5	4	2
'Loba'	5	6	6	7	6	5
'Vollebekk'	6	7	7	8	7	6
'Baron'	5	5	5	7	6	4
'Løken II'	4	4	4	4	3	2
<i>Phleum pratense</i> 'Bodin'	5	4	3	5	4	3
'Bodin', 'Holt' og 'Nugget'	5	7	8	6	7	8
'Bodin', 'Holt' og dansk	6	6	4	5	5	3
Gjennomsnitt	5,3	5,4	4,8	5,8	5,2	4,0

dre, men også der måtte temperaturen ved stor forlengelse av brukstiden avtrappes gradvis om overvintringsskader skulle unngås. Den omtalte undersøkelse vil ikke her bli presentert i detalj, men bli behandlet i en seinere melding.

Både vår- og høstoppvarmingen virket noe forskjellig på de ulike sorter og blandinger slik at det ved forsøkets avslutning i 1975 var stor forskjell på graskvaliteten på de ulike felt. Som vist i tabell 4 var plenkvaliteten det første forsøksår bedre på de oppvarma enn de uoppvarma felt. Årsaken til dette var trolig at kabelfeltene var innkoplet en tid sommeren 1972 og at grasset på disse felt derfor hadde utviklet seg noe bedre. Allerede høsten 1974 hadde imidlertid de oppvarma og uoppvarma felt praktisk talt samme middelværdi for plenkvalitet, henholdsvis 5,4 og 5,2, mens de uoppvarma feltene var best høsten 1975. Når graskvaliteten særlig på de oppvarma felt i gjennomsnitt ble dårligere år for år, skyldes det delvis høst- og våroppvarming, men også at det sortsmateriale som inngikk i forsøket stort sett var for lite

herdig. Bare på to felt kunne det registreres økning i plenkvaliteten med tiden. På disse felt var det dels brukt sorten 'Nugget' i reinbestand og dels inngikk 'Nugget' i blanding med 'Bodin' og 'Holt'. Plenkvaliteten på tilsvarende blandingsfelt med 'Bodin' og 'Holt' der 'Nugget' var erstattet av dansk engrapp, avtok derimot med tiden. Ved avslutning av forsøkene var det derfor bare sorten 'Nugget' som kunne sies å være tilfredsstillende på kunstig oppvarma og vanlige grasbaner i kyststrøkene i Finnmark.

På de uoppvarma felt var situasjonen noe bedre, men også der var det stor forskjell på kvaliteten av de enkelte sorter. De felt hvor 'Nugget' inngikk var også der best, men ellers syntes 'Vollebekk' — en type som er under utvikling — å være brukbar. I tillegg var 'Loba', 'Prato' og 'Baron' relativt bra, men disse sortene var noe glisne og de var hver vår en del skadd. Som ventet var også 'Petit' og den danske engrappen sterkt vinter-skadd. Uventet var det imidlertid at de to sortene fra Løken i Valdres klarte seg såpass dårlig. Også dette hang sammen med dårlig overvint-

ringsevne eller kanskje heller dårlig vinterfroststabilitet.

De to nord-norske sortene som var prøvd var blant de absolutt dårligste. Når disse var så dårlige, skyldes ikke det manglende overvintringsevne, men at både 'Holt', engrapp og 'Bo-

din' timotei er fôrgras-sorter med svært opprett vekst og lange internodier. Ved klipping ble grasdekket meget glissent og ettersom skuddtettheten generelt var dårlig, ble feltene gradvis invadert av tunrapp (*Poa annua*).

B. Norges landbrukshøgskole, Ås

Temperaturforholdene i jorda

På NLH startet forsøkene hvert år ca. 10. mars og varte da vanligvis fram til 25. mai. De viktigste temperaturobservasjoner ble imidlertid foretatt de første 3—4 uker etter oppstartingen.

I de 3 årene forsøkene pågikk, gikk telen i månedsskifte mars—april (*Fysiske institutt*, 1973—75). Ettersom forsøksfeltene var svakt hellende mot sør, gikk telen der som vist i Figur 8 noe tidligere. Figuren viser ellers temperaturen i ulike jorddybder samt i grasrota og 2 m over bakken. Registreringene ble foretatt i 1974 i et år med unormalt høge temperaturer i siste halvdel av mars. Til tross for det var temperaturen 5 cm ned i bakken i vanlig jord bare 2—4° C.

Figur 9 viser temperaturforholdene i de samme dybder i grusbed-medium. Som det går fram av figuren, varierte temperaturen der betydelig mer. Allerede før 15. mars kunne temperaturen 5 cm ned i bakken på varme dager gå opp i 2—3° C og den 23. mars var den heilt oppe i 8° C. Temperaturen 20 og 50 cm under bakken var også noe høyere enn hva den var i vanlig jord.

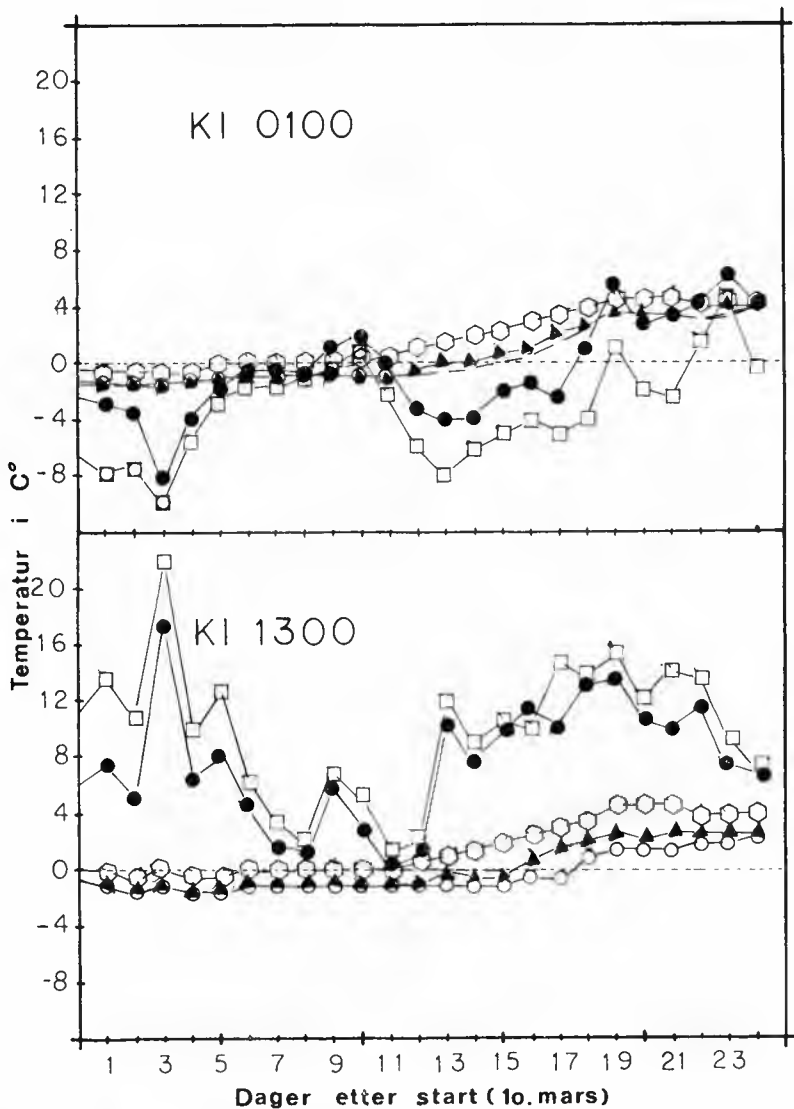
I grasrota var det praktisk talt ingen temperaturforskjell mellom grusbed og vanlig jord. Derimot varierte grasrot-temperaturen svært i løpet av døgnet. Om natta var den storparten av tida 2—4° C lågere enn luft-temperaturen, mens den om dagen stort

sett var tilsvarende høyere. Forskjellen i temperatur mellom grasrota og luft-temperaturen økte utover sommeren og i riktig klare dager ble det registrert temperaturer på 42—44° C i grasrota. Denne høge temperaturen ble for øvrig registrert på grusbed med sparsom grasvegetasjon. Der hvor graset var bedre utviklet, lå temperaturen 5—8° C lågere.

Virkningen av oppvarming og plastdekking på temperaturen i jorda, er vist i Figur 10. Temperatursvingningene var noe større i grusbed enn i vanlig jord, men forskjellene var så små at de ikke har noen praktisk betydning så lenge nedbøren er så liten som den var i 1973—75. I 1974 var det bare 6 nedbørsdager i den perioden registreringene pågikk og med en samlet nedbørsmengde på ca. 35 mm.

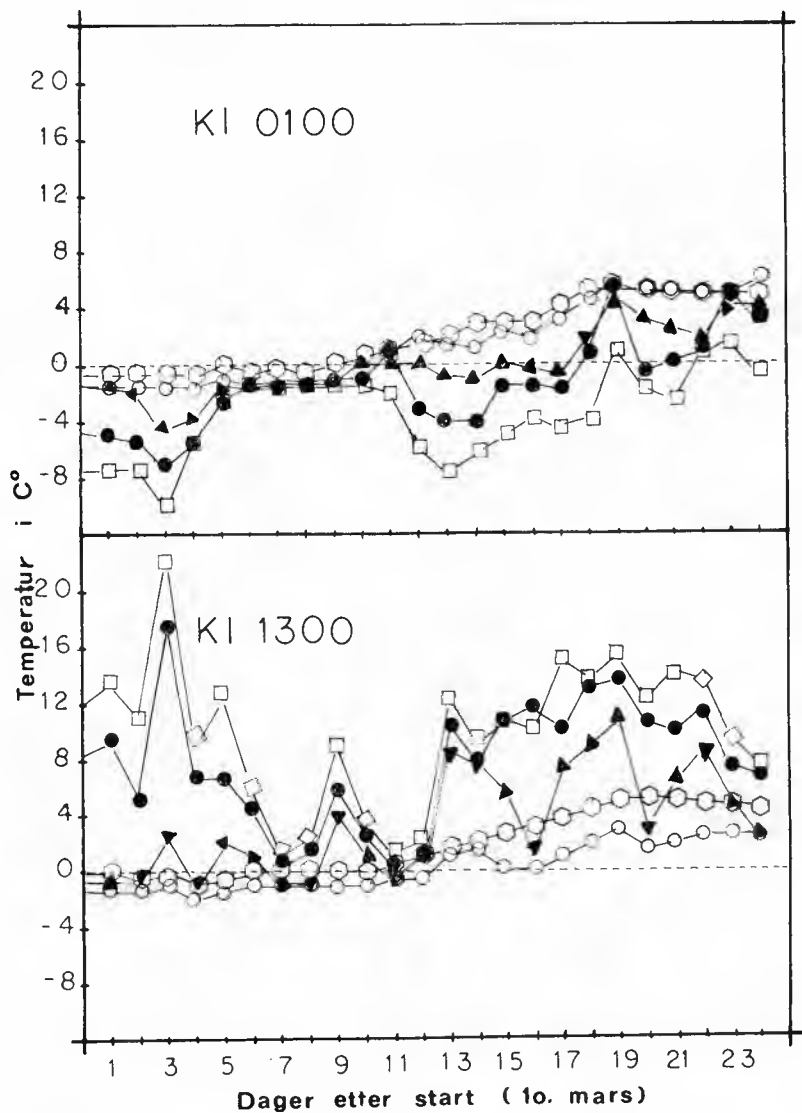
Som vist i Figur 10 førte elektrisk oppvarming til en rask økning i jord-temperaturen. Denne økningen var naturligvis størst på de felt som var plastdekket, og så lenge dagtemperaturen holdt seg under 10° C syntes differansen å stabilisere seg på ca. 2° C både natt og dag. Temperaturen kl. 0100 var heile tida noe lågere enn kl. 1300, men forskjellen var forbausende liten. Etter hvert som luft-temperaturen steg økte også forskjellen i jord-temperatur mellom de felt som både var oppvarma og plastdekket og de som bare var oppvarma. Ved luft-temperaturer over 10° C var denne differansen noe over 4° C.

I motsetning til forsøkene i Ham-



Figur 8. Temperaturen i lufta og ulike jord-dybder på Ås 10. mars—3. april 1974.
Air- and soil temperatures at Ås 10th of March—3rd of April 1974.

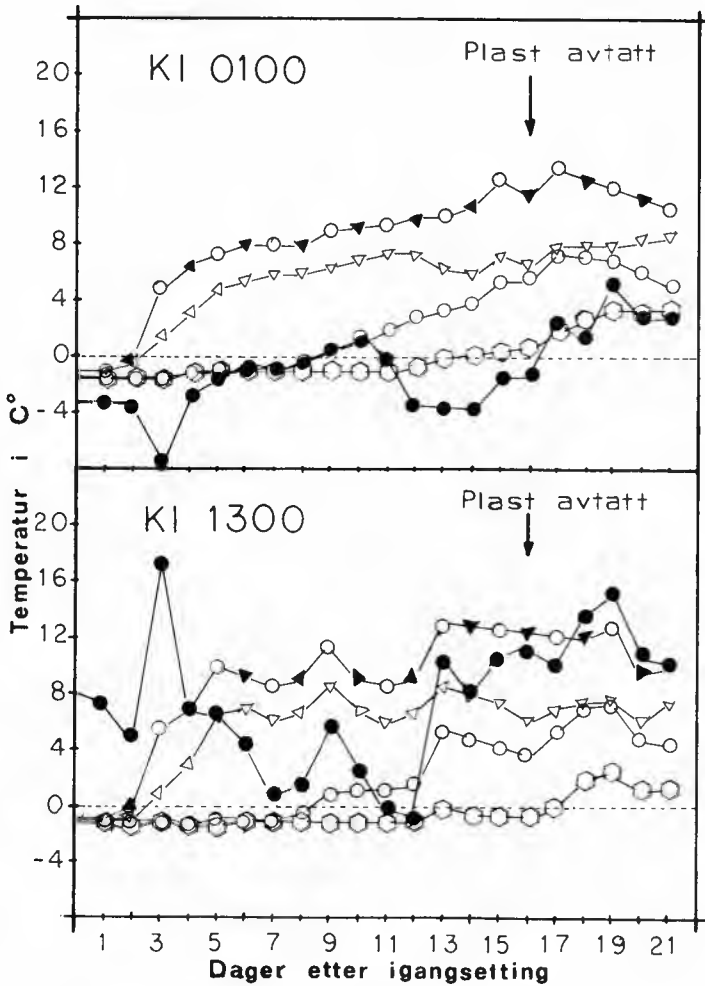
- 2 m over bakken
- Grasrota
- ▲— 5 cm ned i bakken
- 20 cm ned i bakken
- ◊— 50 cm ned i bakken



Figur 9. Temperaturen i lufta og ulike dybder i grusbed på Ås 10. mars—3. april 1974.

Air and soil temperatures in a modified soil mixture at Ås 10th of March — 3rd of April 1974.

- Luft-temperatur
- Grasrota
- ▲— 5 cm ned i bakken
- 20 cm ned i bakken
- ◑— 50 cm ned i bakken



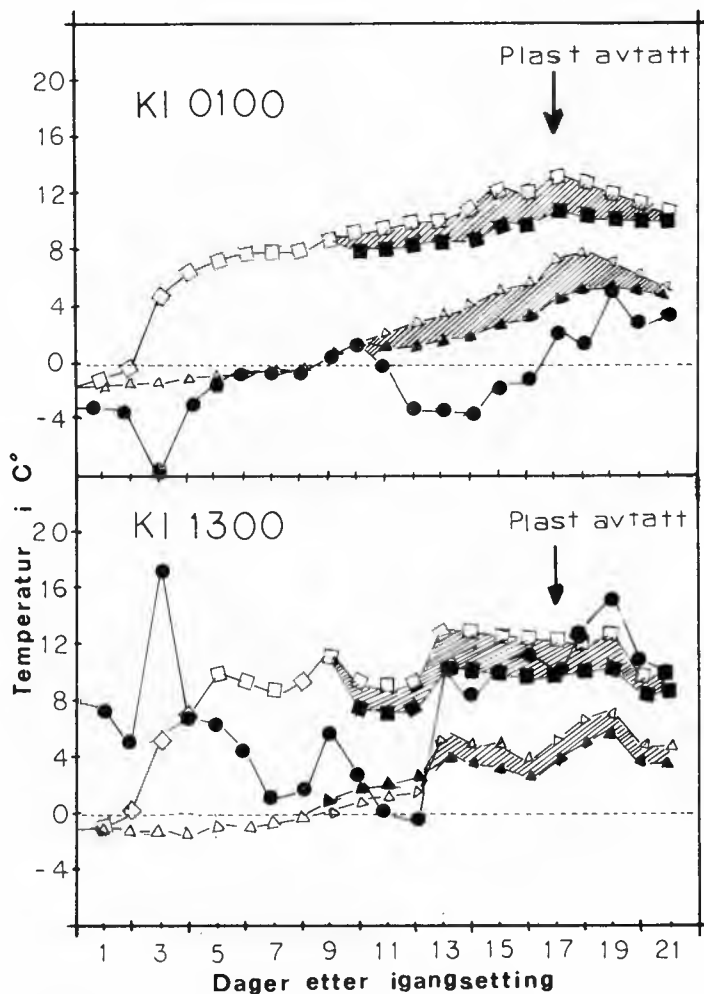
Figur 10. Virkningen av oppvarming og plastdekking på jordtemperaturen kl. 0100 og kl. 1300 i tiden 10. mars—3. april 1974 på Ås.

The effects and interactions of heating and plastic covering on soil temperature 1 A.M. and 1 P.M. at Ås—10th of March—3rd of April 1974.

- ▲—○— Oppvarming og plastdekking
- △— Oppvarming
- Plastdekking
- Ubehandlet
- Luft-temperatur

merfest hvor differansen i jordtemperatur mellom udekket og dekket felt ved avdekking av plasten ble eliminert i løpet av 12 timer, holdt den seg på Ås bortimot en uke. Årsaken

til dette var manglende nedbør. I 1975 kom det regn og sludd like etter at plasten ble tatt av. Da tok det mindre enn et døgn før temperaturen kom ned på samme nivå.



Figur 11. Virkning av lufting på temperaturen i oppvarma (firkantet symbol) og uoppvarma (trekantet symbol) grasarealer.

The effect of uncovering during daytime on soil temperature in heated (square symbols) and unheated (triangular symbols) turf areas.

- Apne symbol Plastdekket heilt til 17. dag
- Fylte symbol Luftet fra 9.—17. dag
- Luft-temperatur
- ////// Differanse mellom plastdekket/luftet

I de felt som ikke ble elektrisk oppvarma, holdt jord-temperaturen seg så vidt under 0° C i en heil uke. Temperaturen i de plastdekte felt begynte da å stige, men stigningen var

minimal de neste 5—6 dagene og først heilt mot slutten av forsøksperioden nådde den opp mot temperaturen i de udekte, elektrisk oppvarma felt — ca. 8° C.

I de ubehandla felt kunne det ikke registreres noen økning i temperaturen før etter ca. 14 dager og i løpet av neste uke steg den opp til 2—3° C.

Herdingen av graset eller avdekkingen av plasten om dagen for å redusere strekningsveksten og øke skuddtettheten, viste seg også å være aktuell på Ås. Som vist i Figur 11 førte 6 timer lufting pr. dag til en betydelig reduksjon i jord-temperaturen. Om natta var denne reduksjonen praktisk talt den samme enten jorda var elektrisk oppvarma eller ikke, ca. 2—3° C. Om dagen var derimot temperatursenkningen betydelig større i de elektrisk oppvarma felt enn de som ikke var det. En annen ting som er verd å merke seg og som kan ha en viss praktisk betydning, er den lille økning i temperatur som ble registrert ved lufting av de ikke oppvarma felt de første 4 dager etter oppstarting. Denne pluss-effekten må tydeligvis henge sammen med at det var tele i bakken da tildekkingen tok til. Ved tildekkingen ble da vatnet forhindret i å fordampe og resultatet ble at telen på de tildekte felt holdt seg lengre enn på de felt som ble luftet. En slik pluss-effekt av lufting kunne ikke registreres i grusbed. Det-

te synes å henge sammen med bedre dreneringsforhold. I dette tilfelle var pluss-effekten liten, sannsynligvis fordi det bare var et lite telelag, men om telen går djupere kan tildekking resultere i en større vekstforsinkelse.

Grasvekst

Gjennomsnittlig tidspunkt for når innmarka blir grønn på Ås, er 23. april (Lauscher et al., 1959). Etter som de vårene forsøkene pågikk var varmere enn normalt, kom også veksten raskere i gang. Ved hjelp av kunstig oppvarming og plastdekking viste det seg å være mulig å framskynde vekststart ytterligere flere uker (Tabell 5). Raskest vekststart ble det som ventet på de felt som både var elektrisk oppvarma og plastdekket. Der begynte veksten 5—6 dager etter igangsetting av forsøket, mens den på de felt som bare var elektrisk oppvarma tok til 2—3 dager seinere. På de felt som bare var plastdekket, kom veksten først i gang 12 dager etter at forsøket startet.

Plastdekking over en lengre periode hadde allerede i 1973 vist seg å gi et meget dårlig grasdekke. Derfor ble

Tabell 5. Virkningen av plastdekking og elektrisk oppvarming på veksten hos gras på NLH 1974—75.

Effects of electric heating and plastic covering on vegetativ growth of the grass at NLH 1974—75.

	Plantehøgde i cm målt etter (dager):			Tilvekst etter klipping	Skuddantall pr. dm ²
	9	16	23		
Ubehandlet	0	0	0	2	150
Plastdekket i 23 dager . .	0	2	9	1	150
Plastdekket luftet fra 9.—23. dag	0	1	5	5	170
Elektrisk oppvarmet . . .	1	3	7	8	215
Elektrisk oppvarmet + plastd. i 23 dager	2	8	17	3	130
Elektrisk oppvarmet + plastd. luftet 8.—23. dag	2	5	10	8	185

det i 1974 og 1975 gjort forsøk med lufting på en del felt. Luftingen startet den 9. dagen. Plasten ble da tatt av kl. 0930 på morgenen og rullet på igjen kl. 1530 om ettermiddagen. Begge år var veksten fram til den 16. dagen temmelig lik. På de felt som både var oppvarma og plastdekket hadde graset da nådd en høyde på 8 cm, mens den på tilsvarende felt som var luftet bare var 5 cm, og på de elektrisk oppvarma felt 3 cm. De felt som bare var plastdekket hadde da så vidt satt i gang å vegetere.

I 1975 ble det prøvd med plastdekking nok en uke. Dette førte til en formidabel vekstøkning på de felt som var kontinuerlig tildekket med plast. Graset på de felt som var oppvarma hadde da nådd en høyde på 17 cm, mens de uoppvarma var 9 cm. Tilsvarende høyder for de som var luftet var henholdsvis 10 og 5 cm, mens de som bare var elektrisk oppvarma og ikke plastdekket hadde nådd en høyde på 7 cm. På de ubehandla feltene hadde veksten enda ikke kommet i gang.

For å studere ettervirkningen av behandlingene, ble så all plast fjernet etter henholdsvis 16 dager i 1974 og 23 dager i 1975. To dager etter at plasten var fjernet ble så feltene slått og 12 dager deretter ble plantetilveksten og skuddantallet bestemt. Resultatene i Tabell 5 viser at kontinuerlig plastdekking førte til svært redusert vekst og dessuten til gule og utrivelige planter. Videre førte det til svært redusert skuddantall pr. flateenhet. Altså i virkeligheten et ømtålig og lite slitesterkt grasdekke. Ved lufting ble graskvaliteten betydelig bedre og skuddtettheten økte fra ca. 140 til ca. 180 skudd pr. dm². Tilveksten etter avdekking var også god. Det kunne ikke registreres noen særlig forskjell i tilveksten etter avdekking om luftingen hadde pågått 1 eller 2 uker. Normalt skulle man

anta at lufting i 14 dager ville gi et gras som tålte avdekking bedre enn lufting i en uke. Når dette ikke skjedde, kan det ha sammenheng med at været etter at plasten ble tatt av i 1974, var noe bedre enn i 1975. Forsøkene indikerte altså at en ukes lufting var nok, men de viste også at det seinere var viktig å tildekke graset hvis det ble kaldt vær med vind.

Da de avsluttende observasjoner ble foretatt var graskvaliteten i 1975 best på de felt som var elektrisk oppvarma uten dekking. Skuddtettheten var der heilt opp i 215 skudd pr. dm² i gjennomsnitt for de 3 sortene som var med i forsøket, og graset var friskt og fast. Også tilveksten etter klipping var absolutt på topp. Oppvarmingsutgiftene var imidlertid betydelig høyere enn på de felt som samtidig var luftet. Ut fra de data som ble samlet, er det vanskelig å gi noe eksakt tall. Energiforbruket varierte ganske mye mellom de oppvarma feltene alt etter hvilken temperatur termostatene ble innstilt på. Som en gjennomsnitt for de 2 år sammenligningene ble foretatt, kan antydes en forskjell i energimengde på fra 15—25 % i favor av de lufta felt. Det må samtidig gjøres oppmerksom på at det var uvanlig lite nedbør de to årene sammenligningen ble foretatt, og dette har nok også virket på resultatet.

I 1974 hvor plastdekkinga bare pågikk i 14 dager, hadde de elektrisk oppvarma og samtidig plastdekkta/lufta felt best kvalitet. Forskjellen i oppvarmingsutgifter var også da noe mindre.

Ved avslutningen av forsøkene høsten 1975 ble plenkvaliteten på alle felt vurdert for å se hvilken langtids-effekt det var av dyrkingsmedium og oppvarming. Dette ble gjort før det høsten 1975 ble gjort forsøk med høstoppvarming for å studere virkningen av denne på overvintringsev-

nen hos sortene. I motsetning til Hammerfest, er altså ikke virkningen av høstoppvarming innbefattet i de langtidseffektene som her behandles.

Resultatene av bedømmingen høsten 1975 viste at det ikke kunne påvises noen statistisk sikker forskjell i plenkvalitet mellom oppvarma og uoppvarma felt. Muligens var det en tendens til at kvaliteten på graset på grusbefeltene ble bedre med økende oppvarming og at den avtok på jordfeltene. En slik utvikling var for så vidt ventet, særlig når resultatene av temperaturobservasjonene tas i betraktning. Den raskere tining av telen og lettere transport av vatn bort fra rotsjiktet, var antagelig den utslagsgivende faktor her. I praksis vil antagelig dette ha enda større betydning ettersom en fotballbane alt med det samme telen går, vil bli utsatt for tråkk.

Som nevnt tidligere var det 3 sorter med i forsøkene — en nordlig, en middels og en sørlig sort. Som det går fram av Tabell 6 var kvaliteten på disse sortene svært forskjellig ved avslutningen av forsøkene, men temmelig lik første året både med hensyn til tetthet og helhet. Ugrasmengden var derimot nokså forskjellig allerede fra starten av. 'Holt' var betydelig mer ugrasbefengt enn de to andre og det var særlig *Poa annua* L. og *Alo-*

pecurus geniculatus L. som hadde etablert seg. Ettersom disse to artene praktisk talt bare forekom på disse felt, er det nærliggende å anta at de fulgte med frøet. Ugrasmengden økte fra år til år i alle felt og den økte mest hos sorten 'Holt' fra 2 til 4,7 og dernest hos 'Baron' fra 0 til 2,1 og 'Nugget' fra 0 til 0,9 bedømt etter en skala fra 0—9.

Skuddtettheten varierte også temmelig meget i løpet av forsøksperioden og mellom sortene. Hos sorten 'Holt' ble det allerede etter ett år oppnådd maksimal skuddtetthet, ca. 150 skudd pr. dm². Skuddmengden avtok noe hvert år og var siste året ca. 140 pr. dm². Også 'Baron' hadde noenlunde samme skuddantall første året, men der økte skuddtettheten betydelig andre året for så å avta noe og ende på ca. 160 skudd pr. dm² det tredje året. Hos 'Nugget' økte skuddtettheten heile forsøksperioden fra ca. 150 skudd pr. dm² første året til 234 og 240 andre og tredje året.

Ettersom skuddtettheten er en meget avgjørende faktor ved bedømming av kvaliteten hos plengras, ble det også registrert en utvikling i kvalitet som noenlunde tilsvarte tettheten. Hos 'Nugget' kunne det registreres en jevn økning i plenkvaliteten gjennom heile forsøksperioden slik at sorten avsluttet med karakteren 8,8 av 9,0

Tabell 6. Ugrasmengde, kvalitet og skuddtetthet hos 'Baron', 'Nugget' og 'Holt' på NLH. Bedømt hver høst i forsøksperioden.

Turf quality, weed and number of shoots per dm² of the 'Baron', 'Nugget' and 'Holt' variety. Evaluated each autumn.

Ugras: Skala 0—9
Kvalitet: » 0—9
Skuddtetthet: Skudd pr. dm²

Sort	1973			1974			1975		
	Ugras	Tetthet	Helhet	Ugras	Tetthet	Helhet	Ugras	Tetthet	Helhet
'Baron'	0	153	8,3	1,1	176	8,0	2,1	160	7,2
'Nugget'	0	175	7,2	0,5	234	8,3	0,9	240	8,8
'Holt'	2	150	7,0	3,6	148	5,9	4,7	140	4,5

mulige. Hos de to andre sortene avtok kvaliteten med tida. Dette skyldes først og fremst glissen vekst og dermed liten aggressivitet mot ugras. Hos 'Holt' skyldtes det nok også delvis tidlig vekst avslutning.

Tidspunktet for vekststart varierte ganske mye hos de 3 sorter. 'Holt' startet veksten tidligst om våren. Nesten på samme tid eller noe seinere

kom så 'Baron' i gang og først 3—5 dager deretter startet 'Nugget' veksten. En så sein vekststart er opplagt en stor svakhet hos sorter som skal brukes på kunstig oppvarma grasarealer. Delvis skyldes dette genetiske forskjeller, men delvis skyldes det nok også det tjukke laget av organisk materiale i overflata.

V. Diskusjon og praktiske anbefalinger

Kunstig oppvarming av gras på fotballbaner for å forlenge brukstiden har vært brukt i mange år i England og her i Norge i en 5—7 års periode. Ulike oppvarmingsmåter har vært prøvd — varmt vatn, varm luft og elektriske varmekabler (*Escritt*, 1951, *Barrett* og *Daniel*, 1966, *Janson* og *Langvad*, 1968, *Ede*, 1970 m.fl.). På grunn av frostproblemene i vinterhalvåret, er det her i Norge bare brukt elektriske varmekabler, og fordi banene også har vært benyttet til friidrett, har kablene vært lagt ca. 25 cm dypt med en senteravstand på ca. 35 cm. Dette har i disse forsøk vist seg å være en dybde og avstand som har gitt jevn temperatur i de øverste 5 cm av jorda både i Sør-Norge og Nord-Norge.

For å spare energi, og dermed redusere oppvarmingsutgiftene, har det vært brukt klar plast som dekke om våren. Dette plastdekket har seinere i sesongen og kanskje særlig om høsten i regnværsperioder vært brukt for å holde vatn borte. De fleste norske baner med plastdekke har installasjoner som gjør at på- og avdekking kan skje automatisk, men det finnes også eksempler på at dette blir gjort manuelt. I slike tilfelle trenges det minst 15—20 mann til av- og pådekking.

På tross av slike hjelpemidler, har det vist seg meget vanskelig å holde

en tilfredsstillende kvalitet på grasbanene. I England har det i en rekke tilfeller vist seg så komplisert å vedlikeholde banene at oppvarmings-systemene har blitt fjernet (*Fisher*, 1974). Undersøkelser av de eksisterende kunstig oppvarma baner i Norge i perioden 1972—76, viste at graskvaliteten på disse stort sett var under det som var normalt for tilsvarende uoppvarma baner på stedet. Grasmatta på 4 av banene besto av 90—100 % ettårig gras og ugras, for det meste *Poa annua* og *Polygonum* spp. og 0—10 % flerårig gras *Poa pratensis* L. På den femte banen var kvaliteten noe bedre. Der var det i gjennomsnitt ca. 50 % *Poa pratensis* og resten *Poa annua*.

Det er en rekke årsaker til at graskvaliteten på de kunstig oppvarma og plastdekte baner ikke heilt er som forventet. Først og fremst skyldes det at banene blir tatt i bruk for tidlig om våren og at de belastes for sterkt. Forutsatt igangsetting 1—1,5 måned før normal vekststart hos graset, har det ved en kombinasjon av elektrisk oppvarming og plastdekking vist seg mulig både i disse forsøk og i praksis å få i gang veksten i løpet av 6—8 dager. Og allerede i løpet av 10—12 døgn kan da graset ha nådd en høyde på 5—10 cm. I praksis har da banene svært ofte blitt tatt i bruk med flere timers trening hver dag. Men det er

heilt klart at det gras som produseres på denne måten er glissent og svært lite slitesterkt. Dessuten er det umåtelig ømtålig for vanskelige klimaforhold, låg temperatur, snø, tørr og kald vind osv. Det finnes da også eksempel på at praktisk talt alt flerårig gras har blitt ødelagt allerede første våren banene ble tatt i bruk. En slik endring skjer naturligvis ikke i løpet av en dag, men over flere uker hvor *Poa annua* gradvis overtar.

For å preparere graset til bedre å tåle de belastninger det blir utsatt for, bør ikke plasten få ligge på lengre enn til graset har blitt 2—3 cm. Plasten bør da, om været tillater, dvs. om det er oppholdsvær og temperaturen er over 4—5° C, tas av om dagen og rulles på om natta. Dette bør pågå minst en uke. Deretter bør graset klippes og så etter nok 3—5 dager kan banen tas i forsiktig bruk.

En slik prosess kan virke unødig omstendelig, men er absolutt nødvendig om flerårig gras skal beholdes. I de tilfelle en slik herdingsprosess ikke kan følges og også i de tilfelle hvor slitasjen vil bli maksimal heilt fra starten, bør man alt under planleggingen av banen ta konsekvensen av dette og heller legge opp til en kombinert grus- og grasbane. Penger og ergrelser kan dermed spares.

Ulike kombinasjoner av plastdekking og elektrisk oppvarming har vært vurdert. Både i Hammerfest og på Ås var kombinasjonen plastdekking og oppvarming den absolutt gunstigste. Graset kom da raskest i vekst og det var lettest å hindre skade på graset. Plastdekking var i Hammerfest praktisk talt like effektivt. I den perioden behandlingen pågikk var det 22—24 timer soldag. Og den solinnstråling som da skjer i klarvær, vil naturligvis langt overskride den energimengde som tilføres via kablene. Det kan imidlertid synes som om plastdekking fortrinnsvis bør skje et-

ter at telen er gått. Alternativet plastdekking uten oppvarming begrenser seg dermed kun til kyststrøk hvor det er lite tele. Vindforholdene setter imidlertid meget klare grenser for hvor plastdekking kan nyttes.

Varmekabler uten plastdekking hadde relativt liten virkning i Hammerfest. Særlig var virkningen liten i regnvær. Dette henger sammen med den kalde nedbøren. Sjøl om jordtemperaturen var høg, sank den i regnvær temmelig fort, opptil 12—15° C i løpet av 12 timer. Ettersom jordtemperaturen er den absolutte minimumstemperatur om våren og forsommeren i Nord-Norge, bør man av samme grunn også i det lengste unngå kunstig vatning av graset.

På Ås var derimot virkningen av varmekabler meget god. Sammenlignet med kombinasjonen varmekabler/plastdekking var det naturligvis noe seinere vekststart og dårligere lengdetilvekst på graset, slik at grasdekket først kunne tas i bruk noe seinere. Skuddtettheten var imidlertid større, slik at grasdekket var mer slitesterkt. Oppvarmingsutgiftene ble også større, mens arbeidet med avherdingen heilt kunne sløyfes. I det heile ser det ut for at elektrisk oppvarming uten plastdekking kan være et alternativ på steder med lite nedbør om våren. En må også ta med i betraktningen at dette er et oppvarmingsalternativ som er relativt lett å stelle, og så lenge temperaturen i jorda om natta ikke får gå særlig over 5—8° C og 10—15° C om dagen, skulle heller ikke vedlikeholdet by på særlige problemer.

For å få maksimalt utbytte av en kunstig oppvarma og/eller plastdekket bane må det dreneres skikkelig og det bør også helst brukes større overhøgde på midtbanen enn normalt, slik at overflatevatn så raskt som mulig renner av. Særlig viktig er det med god overhøgde og avrenning

foran målburene. Slitasjen er sterkest der og vokseforholdene bør derfor være de aller beste. Både for å spare anleggsutgifter, men kanskje særlig driftsutgifter, bør det kanskje vurderes om det bare kan legges varmekabler på midten av banen der slitasjen er størst. På de aller fleste baner er nemlig graskvaliteten tilfredsstillende langs sidelinjene og det er kvaliteten på midtbanen og målfeltene som setter begrensninger for bruken av banene.

Voksemediet må være så lett gjenomtrengelig for vatn som mulig, og det bør ha god varmeledningsevne. Det frarås imidlertid å bruke den tradisjonelle grusbedmetoden på steder med forsommertørke. Oppbyggingen av banen må tilpasses forholdene på stedet (Håbjørg, 1977).

Sortsspørsmålet har vært og vil også i de nærmeste år fortsatt være en av de største minimumsfaktorer for kvaliteten på grasbaner. I dag anbefales det grasfrøblandinger med minimum 60 % *Poa pratensis* og med de sorter som er prøvd i disse forsøk, er det bare 'Nugget' som kan anbefales for kyststrøkene i Nord-Norge. På grunn av sein vekststart, er kanskje ikke 'Nugget' den mest velegnete på kunstig oppvarma baner. Den seine vekststart bidrar til at oppvarmingsutgiftene blir noe høge. Det tjukke laget av organisk materiale i jordoverflata er nok delvis årsak til dette. Det virker som et isolasjons-sjikt, men nettopp dette sjiktet gjør at sorten tåler større klimapåkjenninger etter oppvarming om våren. Dessuten

at sorten blir mere stabil i vintertilstanden. Også på Ås var den best, men den avsluttet veksten for tidlig, slik at den ved sterk slitasje om høsten muligens ikke vil holde. Sortsvalget vil imidlertid bli noe lettere i 1977—78, da vil det også for *Poa pratensis* bli satt opp en anbefalt sortsliste for de enkelte landsdeler, slik det er gjort for *Festuca* spp. (Håbjørg, 1976).

Oppvarming eller plastdekking om høsten for å forlenge brukstiden bør begrenses til et minimum, da det lett fører til forsinkelser i herdingsprosessene hos graset og dermed til overvintringsskader. I tilfelle det brukes nordlige typer, er ikke høstoppvarming så skadelig. Vekst avslutningsprosessene hos disse er nemlig i vesentlig grad styrt av daglengden og en økning i temperaturene i en kort periode vil derfor ikke få så store konsekvenser (Håbjørg, 1976). Høstoppvarming av baner tilsådd med sørlige sorter kan derimot føre til store overvintringsskader om ikke temperaturen avtrappes gradvis. Plastdekking om høsten for å beskytte banene mot regn vil føre til økt temperatur og kan derfor få konsekvenser for overvintringen hos flerårig gras. Plasten bør derfor ligge på kortest mulig, helst ikke mer enn 2—3 dager. I de tilfelle det bare er 1-årig gras på banen er det naturligvis ingen betenkeligheter med oppvarming eller plastdekking. Da gjelder det bare å bruke banen, graset vil allikevel gå ut i løpet av vinteren, i hvert fall i innlandet.

VI. Summary

The present paper deals with the possibilities of prolonging the growing season for turf-grasses in Norway. Research fields were established in Hammerfest (70°45' N) and at the

Agricultural University of Norway, Ås (59°45' N). The experiments started in 1973 and were finished in 1975. The effects and interaction of artificial heating and covering of plastic

sheeting on the soil temperature and vegetative growth of different varieties of *Poa pratensis* L. were studied. Also the quality of the turf on the five existing artificially heated football fields in Norway was examined.

The results showed that the earliest and most vigorous growth occurred when the soil was artificially heated and, at the same time, covered with a plastic sheet. However, the plants produced by this method were very soft and the shoot density of the turf was low. Turf wearability and resistance against unfavourable climatic conditions after removal of the plastic covering was therefore very low. These qualifications of the turf and the intensive use of the fields just after removal of the plastic sheet are therefore supposed to be the main reasons for the low turf quality on the artificially heated football fields in Norway.

In an attempt to increase the wearability of the turf, the plastic covering was removed in the middle of the day when the plants reached the height of 2—3 cm. This treatment lasted for 1—2 weeks and led to increased shoot density and wearability of the turf. The daily uncovering of the plastic sheet was especially important in Hammerfest because of the 22—24 hours length of the solar day.

The long solar day in Hammerfest

also made the effect of plastic covering alone almost as efficient as the combination of heating and plastic covering. The plastic covering alone in the southern part of Norway led only to a small increase in earliness compared with untreated soil. The reason for this was mainly the short solar day, 12—13 hours, but also the fact that the plastic covering was put on frozen soil.

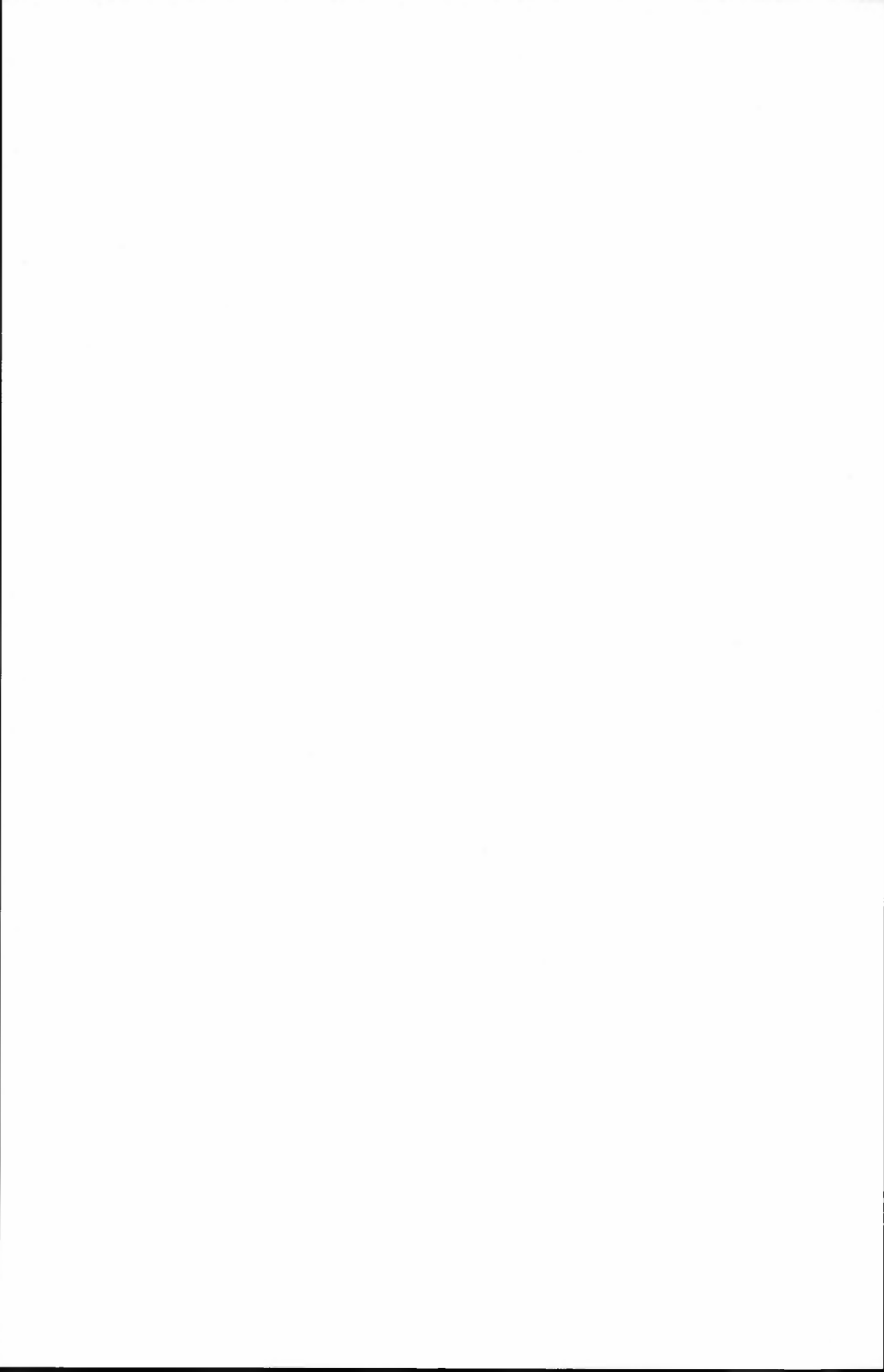
The effect of heating alone was minimal in Hammerfest, especially when raining. At Ås the effect was very good and the growth started just a few days later than on soil heated and covered with plastic sheets. Therefore the heating expenses was 15—25 % higher. However, the density and the wear resistance of the turf was better.

The construction of football fields are discussed in view of these results and other investigations and the choice of suitable varieties is described. Among the 10 varieties of *Poa pratensis* evaluated in Hammerfest only 'Nugget' is recommended for the maritime areas in northern Norway, while 'Baron' and 'Nugget' are recommended in southern Norway.

Also the effect of artificial heating on the winter survival of the grass is mentioned, however, this problem will be further discussed in a later paper.

VII. Litteratur

- Barrett, J. R.*, 1966: Turfheating with electric cable. *Agr. Engineering* 47: 526—9.
- Barrett, J. R.* and *Daniel, W. H.*, 1966: Turfheating with electric cables. Paper No. 65—841. Amer. Soc. of Agr. Meeting 1966.
- Det norske meteorologiske institutt*, 1957: Lufttemperaturen i Norge 1861—1955. Oslo.
- Ede, A. N.*, 1970: Soil heating system using warm air. *Journ. Sports Turf Res. Inst.* 46: 76.
- Escritt, J. R.*, 1951: Electrical soil warming as an antifrost measure for sports turf. *Ibid.* 8: 25—44.
- Escritt, J. R.*, 1959: Electrical soil warming as an antifrost measure for sports turf — A further report. *Ibid.* 10: 29—41.
- Fisher, G. G.*, 1974: Heating turf by underground warm-air. *Proc. of the Second Intern. Turfgrass Res. Conference 1974*: 215—20.
- Fysisk institutt*, 1973—75: Meteorologiske data for Ås 1973—75. Ås.
- Håbjørg, A.*, 1976: Sortsforsøk i *Festuca* spp. for grøntanlegg. *Forskn. og forsøk i landbr.* 27: 455—74.
- Håbjørg, A.*, 1976: Effects of photoperiod and temperature on vegetative growth of different Norwegians ecotypes of *Poa pratensis*. *Meld. Norg. landbr.høgsk.* 55 (16): 1—26.
- Håbjørg, A.*, 1977: Dyrkingsmedium for grasbaner. *Forskn. og forsøk i landbr.* 28: 179—88.
- Janson, L. E.* och *Langvad, B.*, 1968: Förlängning av vegetasjonsperioden för turfgräs gjennom artificiell tilførsel av varme i rotzonen. *Weibulls Grästips* 10—11: 318—54.
- Lauscher, A., Lauscher, F.* und *Printz, H.*, 1959: Die phänologie Norwegens. Teil II. Oslo.
- Skirde, D.*, 1974: Bodenbeheizung von Rasenspielfeedern mit Winterspielbetrieb—Erfahrungsstand 1973. *Neue Landschaft* 7: 414—22.



I redaksjonen 13.1.1977.

EN ANALYSE AV KLIMA- OG BIOLOGISKE FAKTORER I TOMATPRODUKSJONEN

*An analysis of climatic- and biological factors
in the production of tomato*

AV
GUNNAR GUTTORMSEN

INNHold

Sammendrag	306
Innledning	306
Materiale og metoder	307
Resultater	308
Diskusjon	313
Summary	315
Litteratur	316

Sammendrag

Den foreliggende undersøkelse er basert på korrelasjonsstudier mellom data for uteklima og veksthusklima og data for avling i tomatgartnerier i Rogaland fylke.

Undersøkelsen viser følgende:

1. Det ble som regel bedre sammenheng mellom klima og avlingsdata på ukebasis dersom en nyttet gjennomsnittsklimaet over flere uker mellom blomstring og modning.

2. Det var en nær positiv sammenheng mellom innstråling og kg total- eller kg standard I avling. Det var også relativt god korrelasjon mellom maks. temperatur og total- eller standard I avling.

3. Det var en negativ sammenheng mellom innstråling eller maksimumstemperatur og prosent standard I.

4. Standard I avlingens størrelse ble bestemt av totalavlingen i langt større grad enn av prosent standard I.

5. Det var en positiv sammenheng mellom innstråling og fruktvekt og mellom innstråling og prosent hule frukter.

6. Det var dårlig sammenheng mellom innstråling og vanntilførsel. Økende vanntilførsel i forhold til innstrålingen gav større fruktvekt, særlig i de siste ukene før høsting.

7. I de fleste perioder var fruktvekten av mindre betydning for kg totalavling og for prosent standard I. I to av tre år var imidlertid fruktvekten begrensende for kg standard I avling etter 24. juni.

8. På grunn av den nære sammenheng mellom innstråling og avling bør en prioritere tiltak som bedrer lysforholdene og som gir en bedre utnytting av sterk innstråling. Dette kan oppnås ved fjerning av overflødig varme og en bedre styring av vanning og luftfuktighet.

Innledning

I praksis finner en relativt store avlingsvariasjoner mellom tomatgartnerier med tilsynelatende samme kulturopplegg. Avlingsforskjellen er ofte langt større enn den en finner mellom de ulike sorter.

Formålet med å bruke regulert klima til plantedyrking er å gi plantene de beste muligheter for vekst og utvikling sett fra en økonomisk synsvinkel. Plantedyrking i regulert klima gir en lengre vekstsesong enn frilandsdyrking, dette medfører en bedre utnytting av den naturlige innstråling. Klimaregulering ved plantedyrking er i prinsippet å regulere de enkelte klimafaktorer så langt det er mulig med sikte på et best mulig totalklima. De viktigste av disse klimafaktorene er: Lys, temperatur,

vanntilgang og luftfuktighet, luftbevegelse og luftens CO₂-innhold.

Kartlegging av de enkelte klimafaktorens virkning på plantenes vekst og utvikling kan utføres ved forsøk hvor en systematisk varierer en eller flere faktorer samtidig. En kan på grunnlag av dette lage en modell som viser hvordan flere vekstfaktorer virker sammen. Ved hjelp av moderne klimareguleringsutstyr er det mulig å utarbeide svært detaljerte modeller over plantenes klimareaksjoner.

Den direkte praktiske nytte av forsøksresultatene blir bestemt av i hvilken grad de gir nye og pålitelige opplysninger om et praktisk problem. Plantenes vekst og utvikling er en sum-effekt av flere vekstfaktorer. Det må derfor også være et rimelig

forhold mellom forsøksbetingelsene og dyrkingsforholdene i de enkelte gartnerier. Dette er særlig viktig når intensiteten av en vekstfaktor ligger nær optimalområdet for vedkommenne faktor.

En mer systematisk kartlegging av de vekstfaktorer som begrenser plantenes vekst og utvikling i praktiske bedrifter, vil kunne bidra til en riktigere disponering av midler til forsøk og forskning innen dette området. En slik kartlegging vil selvfølgelig

også kunne ha stor verdi som direkte informasjon for veiledningstjenesten.

Med sikte på å kartlegge noe av sammenhengen mellom uteklimateklima og tomatavling ble det i 1973—75 utført undersøkelser i Rogaland. Undersøkelsen var en del av forskningsprosjektet «Tomatkvalitet». Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd har bevilget mesteparten av midlene til prosjektet.

Materiale og metoder

Den foreliggende undersøkelse er basert på korrelasjonsstudier med data for uteklimateklima, veksthusklima og data for avling. Data for utvikling og avling er fra sortsforsøk utlagt i fem gartnerier, og de presenterte data er gjennomsnittstall for sortene *Clavito* og *Extase*. En har nyttet følgende data:

1. Globalstråling beregnet på grunnlag av registrerte soltimer på ukebasis etter følgende ligning (*Kimball*, 1914), (*Heldal*, 1970):

$$R_g = R_a (a + b n/N)$$

R_g = globalstråling

R_a = globalstråling uten transmisjonstap i atmosfæren.

a og b = koeffisienter varierende med årstiden.

n/N = relativ solskinnstid.

Den anvendte ligning for beregning av globalstråling er anbefalt etter sammenligning av flere typer av multiple regresjonsligninger (*Heldal*, 1970). Ligninger av denne type har også vist seg hensiktsmessige i andre undersøkelser (*Kimball*, 1914, *Skarvteit*, 1974).

2. Vanntilførsel basert på avlesing av vannmåler en gang pr. uke. Vannmålingene ble utført i 1974 og 1975.

3. Døgnetts høyeste temperatur og

laveste relative luftfuktighet målt ved termohygrograf.

4. Settingsprosent og utviklings-tid (blomstring—modning) for klasesene 1, 2, 3, 6, 9, 12.

5. Avlingsdata: Totalavling, standard I avling, fruktvekt og hule frukter. Hule frukter ble bare registrert i Standard II avling.

Det er beregnet følgende lineære korrelasjonskoeffisienter:

1. Mellom klimadata på ukebasis for periodene: ca. 1. mars til ca. 1. mai (10.—17. uke), ca. 1. mai til ca. 1. september (18.—35. uke) og fra 1. mars til ca. 1. september (10.—35. uke).

2. Mellom klima- og avlingsdata. Perioder: Klimaet i uke 0 til uke 8 før høsting korrelert med avling på ukebasis, hvor U_0 er høsteuken, U_1 uken foran høsteuken osv. Klimadata er også uttrykt som et gjennomsnitt over flere uker før høsting, hvor klima i $U_1—U_2$ er gjennomsnittsklimaet i de to siste ukene før høsting osv. For å illustrere hvordan sammenhengen mellom klima og avling varierer med tiden er korrelasjonskoeffisientene også fremstilt som funksjon av tiden.

3. Mellom de enkelte avlingsparametere på ukebasis. Perioder: Høste-

sesongen før 24. juni og høstesesongen etter 24. juni.

4. Beregningene er utført for hvert enkelt gartneri, eller som gjennomsnitt av alle fem gartnerier. De angitte perioder går over ett eller flere år.

I tabellene er signifikante korrelasjonskoeffisienter angitt slik $xxx = P \leq 0.001$, $xx = P \leq 0.01$, $x = P \leq 0.05$, $ns = P > 0.05$. Tallverdien for ikke signifikante korrelasjonskoeffisienter (ns) er tatt med i tabellene.

Resultater

Korrelasjoner mellom klimadata. Klimaat er uttrykt med maksimums- og gjennomsnittstall i tabell 1. En valgte innstrålingen ved Sola værstasjon som mål for uteklimaet. Innstrålingen var her et bedre mål for uteklimaet enn temperaturen, fordi sammenhengen mellom maksimumstemperatur utenfor og inne i veksthusene

blant annet blir påvirket av vindfaktoren.

Sammenhengen mellom de forskjellige klimafaktorer er uttrykt med korrelasjonskoeffisienter, tabell 2. En liten sammenheng (liten korrelasjonskoeffisient) mellom ute- og veksthusklima er et uttrykk for en god klimaregulering. For perioden 10.

Tabell 1. Data for uteklima og for veksthusklima i fem tomatgartnerier. Tabellen viser maksimum-, minimum- og gjennomsnittstall på ukebasis for årene 1973, 1974 og 1975.

The climate outside and within the greenhouses. Max., min. and mean values on weekly basis 1973, 1974 and 1975.

Periode (uke nr.)	10—17			18—35			10—35		
	Maks.	Min.	Gj.snitt	Maks.	Min.	Gj.snitt	Maks.	Min.	Gj.snitt
<i>Kcal cm⁻² uke⁻¹, Sola</i>	3.4	1.0	2.0	4.7	1.6	3.0	4.7	1.0	2.7
<i>°C maks., veksthus</i>									
Gartneri									
1	28.6	21.3	24.5	28.6	21.6	25.3	28.6	21.6	24.7
2	28.7	23.8	26.8	32.3	23.0	26.8	32.3	23.0	26.8
3	28.3	21.0	24.3	31.7	20.1	25.5	31.7	20.1	25.4
4	28.6	24.0	25.9	33.2	20.1	25.6	33.2	20.1	26.1
5	29.6	22.7	25.7	28.4	20.1	24.3	29.6	20.1	24.8
<i>mm vann tilført uke⁻¹</i>									
Gartneri									
1	34.7	12.0	25.0	49.9	26.6	40.5	49.9	12.0	34.8
2	53.1	4.2	20.1	60.3	19.6	32.9	60.3	4.2	29.3
3	32.9	8.9	22.0	44.2	21.0	35.0	44.2	8.9	31.0
5	27.3	10.6	19.4	48.3	16.8	32.2	48.3	10.6	29.4
<i>mm vann tilført 100 cal⁻¹</i>									
Gartneri									
1	--	--	1.2	--	--	1.4	--	--	1.3
2	--	--	1.0	--	--	1.1	--	--	1.1
3	--	--	1.1	--	--	1.2	--	--	1.1
5	--	--	1.0	--	--	1.1	--	--	1.1

Tabell 2. Sammenhengen mellom ulike klimadata for fem tomatgartnerier uttrykt ved lineære korrelasjonskoeffisienter. Beregningen er utført på ukebasis for årene 1973, 1974 og 1975.

The relationship between the climatic factors in the greenhouses expressed as linear correlation coefficients. The calculations were made on weekly basis 1973, 1974 and 1975.

Periode (uke nr.)		10—17	18—35	10—35
<i>Cal cm-2 / °C maks. veksthus</i>				
Gartneri	1	ns	ns	0.28*
»	2	ns	ns	ns
«	3	ns	0.34*	0.34**
»	4	ns	0.58***	0.42***
»	5	ns	0.49***	ns
Gjennomsnitt		ns	0.55***	0.35**
<i>Cal cm-2 / % rel. fukt. min. veksthus</i>				
Gartneri	1	ns	-.40**	ns
»	2	ns	-.48*	ns
«	3	.48*	ns	ns
»	4	ns	-.69***	-.63***
»	5	ns	-.51**	-.44***
Gjennomsnitt		ns	-.60***	-.36**
<i>Cal cm-2 / mm tilført vann uke -1</i>				
Gartneri	1	ns	ns	0.52***
»	2	ns	ns	0.31*
«	3	ns	ns	0.61***
»	4	0.80***	0.73***	0.74***
»	5	ns	ns	0.41**
Gjennomsnitt		ns	ns	0.41**

—17. uke er det naturlig nok en stor grad av klimaregulering og følgelig heller ikke påviselig sammenheng mellom ute- og veksthusklima. Også etter 1. mai (18.—35. uke) var det i noen gartnerier en ikke-signifikant sammenheng mellom innstråling pr. uke og døgnets maksimumstemperatur i samme uke. Det var en bemerkelsesverdig dårlig sammenheng mellom innstråling og tilført vannmengde pr. uke.

Korrelasjoner mellom klima- og avlingsdata. Vekst, utvikling og avling uttrykt med maksimums-, minimums- og gjennomsnittstall er vist i tabell 3. Det fremgår av tabell 4 at innstrålingen var den av de registrerte klimafaktorer som viste størst sammenheng med tomatavlingens størrelse og kvalitet. Det var en nær sammenheng mellom innstråling og

total- eller standard I avling. Mellom innstråling eller maksimumstemperatur og prosent standard I avling var det en negativ eller for andre perioder en tendens til negativ sammenheng.

Figurene 1 og 2 illustrerer hvordan sammenhengen mellom klima og avling endres etter hvilke perioder som sammenlignes. Generelt var det slik at sammenhengen mellom klima og avling ble sterkere (større korrelasjonskoeffisient) når en forlenget klimaperioden fra en uke til de siste 6—8 ukene før høsting. Dette vil si at klimaet i hele perioden fra blomstring til modning hadde innvirkning på avlingsresultatet. For prosent standard I og fruktvekt viser figur 1 at innstrålingen hadde særlig stor effekt de første ukene etter blomstring. Den negative korrelasjon mellom inn-

Tabell 3. Vekst, utvikling og avling i fem tomatgartnerier. Tabellen viser maksimum-, minimum- og gjennomsnittstall.

Growth, development and yield in five tomato holdings. Max., min and mean values 1973, 1974 and 1975.

Periode:	Til 24. juni			Etter 24. juni			Hele sesongen		
	Maks.	Min.	Gj.snitt	Maks.	Min.	Gj.snitt	Maks.	Min.	Gj.snitt
<i>Kg m-1, total</i>									
1973	10.1	6.9	8.2	17.8	15.4	16.6	26.6	23.2	24.8
1974	11.8	7.6	10.2	17.5	14.5	15.8	28.9	22.1	25.9
1975	10.9	6.5	8.4	17.9	10.0	15.7	28.7	18.5	24.1
<i>Kg m-2, St I</i>									
1973	8.3	5.5	6.9	14.4	10.8	12.1	20.1	17.6	19.0
1974	10.8	6.8	9.3	14.4	12.2	13.5	24.9	19.4	22.8
1975	9.8	5.2	7.2	14.9	9.6	12.4	24.4	14.8	19.7
<i>Gram frukt-1</i>									
1973	56.3	47.5	51.1	61.5	54.7	58.1	57.3	53.4	55.5
1974	62.3	44.9	51.0	61.8	49.5	56.2	62.0	50.0	54.3
1975	62.2	42.9	52.4	60.3	49.0	56.3	60.9	47.0	54.5
<i>Prosent St I</i>									
1973	87	68	84	81	69	73	80	68	77
1974	94	88	93	90	81	86	91	85	89
1975	90	81	86	87	72	79	86	75	81
<i>Prosent hule frukter</i>									
1973	11	5	6	24	14	20	27	12	16
1974	3	0	2	3	1	2	3	1	2
1975	9	1	6	17	6	13	13	7	11
<i>Prosent setting</i>									
1973	—	—	—	—	—	—	90	70	82
1974	—	—	—	—	—	—	91	82	85
1975	—	—	—	—	—	—	94	70	82
<i>Døgn blomstring—modning</i>									
1973	—	—	—	—	—	—	62	43	53
1974	—	—	—	—	—	—	55	43	49
1975	—	—	—	—	—	—	62	47	55

Tabell 4. Korrelasjonskoeffisienter mellom data for klima og avling. Beregningen er utført på grunnlag av gjennomsnittsklimaet i de siste seks ukene før høsting.

The relationship between climatic and biological factors expressed as linear correlation coefficients. The calculations are based on the climate during the last six weeks before harvest.

	Ar:	1973	1974	1975
Globalstr., cal cm ⁻² uke ⁻¹ / Kg total		.86***	.75***	.66**
—»— / Prosent st. I		-.70***	-.73***	ns
—»— / Kg st. I		.72***	.67**	.57**
—»— / Fruktvekt		.63**	ns	ns
—»— / Prosent hule		.52*	ns	.71**
Døgnets maks.temp. °C / Kg total		.50**	.48*	ns
—»— / Prosent st. I		-.43*	ns	ns
—»— / Kg st. I		ns	.48*	ns
—»— / Fruktvekt		.72**	-.46*	.43*
—»— / Prosent hule		ns	ns	ns
Vanning, mm 100 cal ⁻¹ / Kg total		—	-.54*	ns
—»— / Prosent st. I		—	ns	ns
—»— / Kg st. I		—	-.55**	ns
—»— / Fruktvekt		—	.79***	.51*
—»— / Prosent hule		—	ns	ns

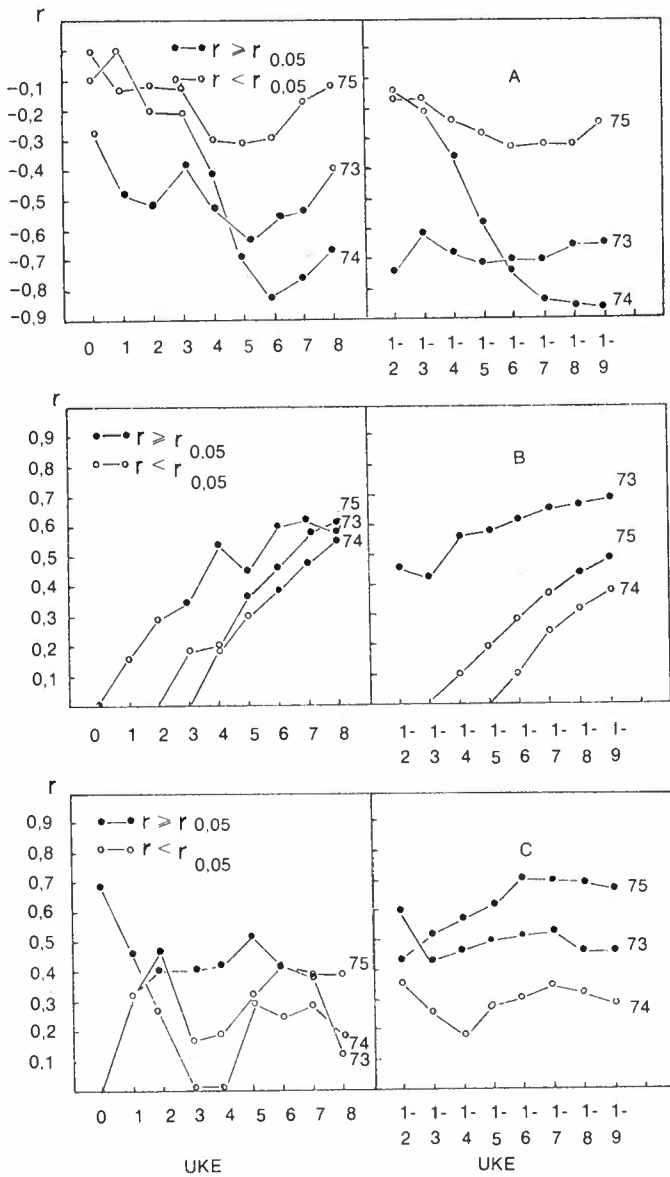


Fig. 1. Korrelasjonskoeffisienter (r) mellom globalstråling i uke U_0-U_9 før høsting og A: Prosent standard I, B: Fruktvekt, C: Prosent hule frukter. Avlingsdata er et gjennomsnitt for fem gartnerier.
The linear correlation coefficients (r) between global radiation during the weeks No. 0—9 before harvest A: Per cent of first quality. B: The weight of fruits, C: The relative number of hollow fruits.

stråling og prosent standard I er også illustrert i figur 1. Det ble også funnet tendens til eller en signifikant positiv korrelasjon mellom innstråling og fruktstørrelse. Det fremgår også av figur 1 at det gjerne var en positiv korrelasjon mellom innstråling og det prosentvise antall hule frukter i standard II.

Det var en positiv korrelasjon mellom vanning (mm pr. enhet innstrålte kalorier) og fruktvekten. For klima målt over enkeltuker var denne sammenhengen særlig tydelig for de siste tre ukene foran høsting, figur 2.

Korrelasjon mellom avlingsdata. Tabell 5 viser at totalavlingen var en

langt viktigere faktor enn prosent standard I med hensyn til antall kg standard I. Dette skyldes blant annet en relativt liten variasjon i prosent standard I. Med sikte på en stor standard I avling var det derfor viktigere å øke totalavlingen enn å bedre sorteringsresultatet. Dette til tross for at prosent standard I gjerne minket med økende total- eller standard I avling. I to av tre år var fruktvekten begrensende for størrelsen på standard I avling etter 24. juni. Det ble ikke påvist signifikant sammenheng mellom fruktvekt og prosent standard I.

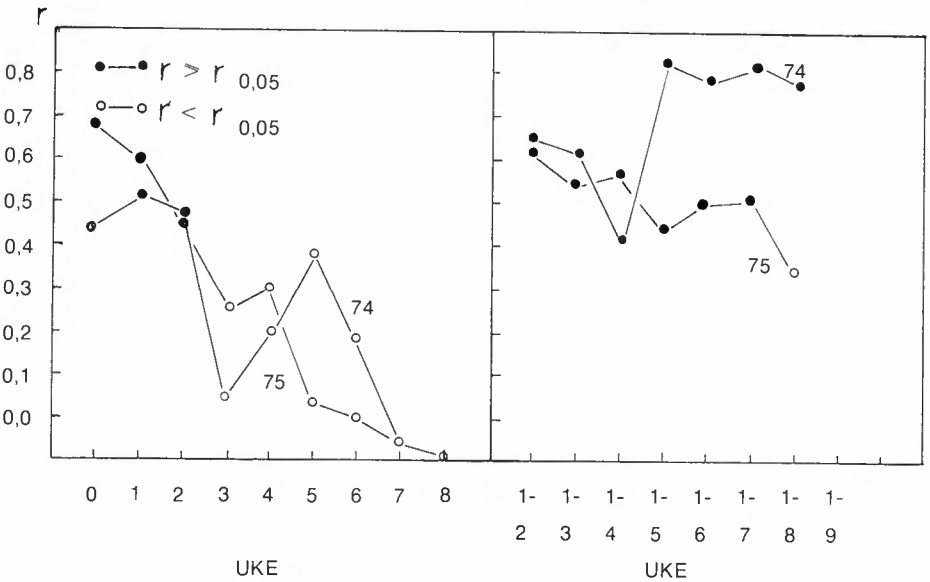


Fig. 2. Korrelasjonskoeffisienter (r) mellom vanning (mm 100 cal $^{-1}$) i uke U_0-U_8 før høsting og fruktvekt. Beregningen er utført på gjennomsnittstall fra fire gartnerier.

The linear correlation coefficients (r) between irrigation (mm 100 cal $^{-1}$) during the weeks No. 0—8 before harvest and the fruit weight.

Tabell 5. Korrelasjonskoeffisienter mellom avlingsparametere i fem tomatgartnerier. Beregningen er utført på ukebasis.

The correlation coefficients between different yield factors in five tomato holdings. The calculations were made on weekly basis.

Periode:	Til 24. juni			Etter 24. juni		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975
År:						
Total avl. / St. I avling	.82**	.99***	.99***	.83***	.99***	.96***
Total avl. / Prosent st. I	-.53*	-.65*	ns	ns	-.57*	ns
% st. I / St. I avling	-.87***	-.57*	ns	ns	-.48*	-.49*
Fruktvekt / Total avling	ns	ns	ns	.66**	ns	ns
Fruktvekt / St. I avling	ns	ns	ns	.60*	ns	.50*
Fruktvekt / Prosent st. I	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Diskusjon

Plantedyrking i regulert klima gir en lengre vekstsesong og muliggjør en bedre utnytting av den naturlige innstråling enn frilandsdyrking. Den aktuelle produksjon av salgbare planteprodukter er relativt liten i forhold til det som er mulig ved maksimal utnyttelse av innstrålingen. Dette gjelder både for plantedyrking i regulert klima og for frilandsdyrking. Det er derfor en sentral oppgave å kartlegge de faktorer som begrenser utnyttelsen av innstrålingen. Flere av de vanlige dyrkingstiltak tar nettopp sikte på en best mulig utnytting av innstrålingen ved å variere f.eks. såtid, plantestørrelse, plantetetthet, gjødsling etc. Figur 3 viser forøvrig at i vekstsesongen er lysforholdene i det sydlige Norge relativt gode sammenlignet med forholdene i Danmark og Nederland. Ved forlenging av vekstsesongen ved klimaregulering kan en også under norske forhold utnytte de relativt gode lysforholdene i februar, mars og april, noe en ikke kan ved frilandsdyrking.

Tidligere undersøkelser har blant annet vist at under gode lysforhold kan en heving av temperaturen medføre hurtigere fruktvekst, tidligere

avling, færre frukter, mindre avling, og at temperatureffekten blir mindre under dårlige lysforhold. (*Verkerk*, 1955.)

Det fremgår av tabell 3 at maksimalt 27 prosent av fruktene var hule. Tabell 5 viser at det ikke ble funnet signifikant sammenheng mellom fruktvekt og prosent standard I. Den positive effekt av en høy innstråling var langt viktigere enn reduksjonen i prosent standard I med hensyn til kg standard I avling. På grunnlag av disse resultatene er det viktig å rette oppmerksomheten mot tiltak som bedrer lysforholdene eller som medfører en bedre utnytting av innstrålingen også om sommeren. En bedrer lysforholdene ved bruk av tilleggslys og ved alle tiltak som gjør at bladene får tak i mest mulig av den naturlige innstråling. Vekster som tomat har et stort bladareal pr. m² veksthusareal. Derfor vil noe av bladarealet ha begrenset fotosyntese på grunn av lysmangel også ved den høyeste innstrålingen.

Virkingen av høy innstråling er tosidig. Den er fordelaktig på grunn av at en større del av bladarealet får nok lys. Høy innstråling vil samtidig

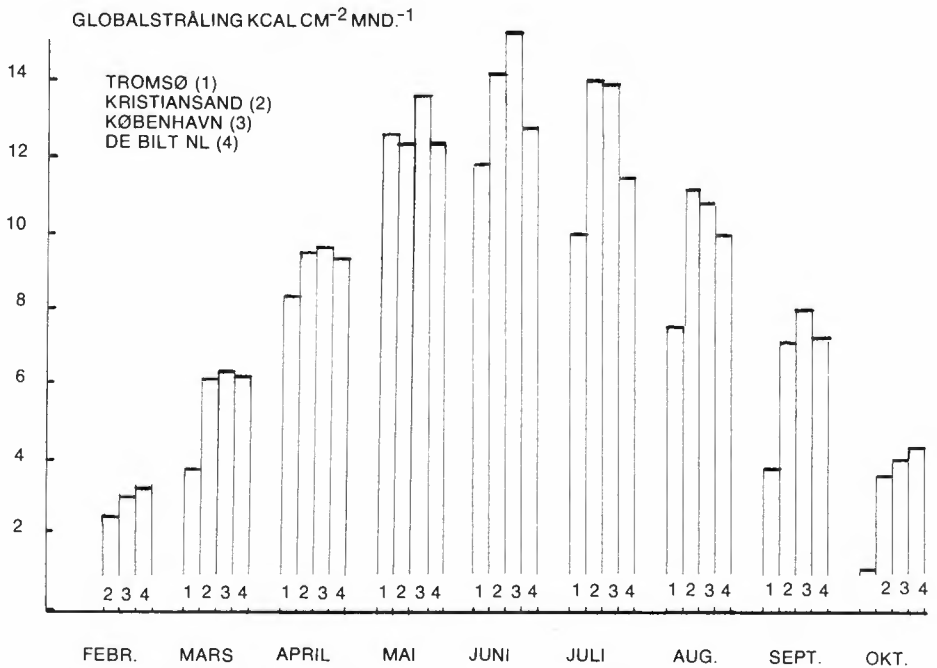


Fig. 3. Globalstrålingen i Norge, Danmark og Nederland.
The global radiation in Norway, Denmark and The Netherlands.

være uheldig dersom den medfører for høye temperaturer, hvis luften blir for tørr eller når det vannes for lite. Derfor er luftige veksthus med automatisk regulering av vanning og luftfuktighet et middel til god utnytting av den naturlige innstråling.

Etter 1. mai var den gjennomsnittlige innstråling $3000 \text{ cal cm}^{-2} \text{ uke}^{-1}$ (Tabell 1). Ved 70 prosent transmissjon blir den gjennomsnittlige innstråling i veksthusene $2100 \text{ cal cm}^{-2} \text{ uke}^{-1}$. Dersom 70 prosent av dette bindes ved evaporasjon, blir den potensielle evaporasjon $1470/59 = \text{ca. } 25 \text{ mm pr. uke}$. Størrelsen på den vekk-drenerte vannmengde vil avhenge av flere forhold. Det er f.eks. utført målinger hvor 30 prosent av tilført vann var dreneringsvann.

Dersom en setter dreneringsvannet til 30 prosent og trekker dette fra de tilførte vannmengder i tabell 1, får

en følgende antall mm for evaporasjon pr. uke: 28, 23, 25 og 23. Det er derfor sannsynlig at de totalt tilførte vannmengder var store nok til å dekke potensiell evaporasjon.

Det er utført flere undersøkelser som viser at veksthuskulturenes potensielle vannforbruk har en nær sammenheng med klimaet, blant annet av Morris et al. (1957), Guttormsen (1974) og Stanhill et al (1974). I den foreliggende undersøkelse var sammenhengen mellom tilført vann og potensielt vannforbruk med unntak av gartneri 4, bemerkelsesverdig dårlig. Dette til tross for at beregningene er basert på så lange enkeltperioder som en uke, mens plantene reagerer på vannforsyningen på time- eller døgnbasis. Resultatene viser at med unntak for gartneri 4 var vann-tilførselen ikke i takt med potensielt vannforbruk. Målingene viser at det

ble vannet like mye gjennom store store deler av vekstsesongen, mens vannbehovet medregnet dreneringsvann kunne variere fra ca. 20 mm i en uke til ca. 40 mm i neste uke.

Vannkapasiteten og dreneringsforholdene i dyrkingsmediet bestemmer i hvilken grad det er nødvendig å tilpasse vanntilførselen i takt med vannforbruket. Den påviste dårlige sammenheng her tyder på at det har vært perioder med unødig stor drene-

ring og utvasking av næringsstoffer, og at det har vært vannmangel i andre perioder. Utviklingen mot et mer begrenset volum på dyrkingssubstrat og mot en allsidig og dyrere overgjødning er forhold som tilsier vaning i takt med vannforbruket. Det er derfor flere grunner som taler for investering i utstyr for automatisk vanntilførsel basert på registrering av innstråling eller fordamping.

Summary

The relationship between some of the climatic and biological factors in five Norwegian tomato holdings was investigated. The study was carried out in 1973—75.

1. The various yield factors showed the best relationship with the previous climate when the calculations were based on the mean climate during several weeks between flowering and harvest.

2. It was a close relationship between the previous global radiation or max. temperatures and the yield.

3. The relative yield of first quality decreased with increasing global radiation or max. temperature in the greenhouses.

4. The total yield was the dominating yield factor for the level of first quality yield.

5. The fruit weight and the number of hollow fruits tended to increase with increasing global radiation.

6. There was a poor relationship between the global radiation and the water supply. More water gave higher fruit weight, specially during the last weeks before harvest.

7. In some periods there was a positive relationship between the fruit weight and the yield.

8. The results indicate that it is important to improve the light conditions and the utilization of high global radiation. This can be done by means of a sufficient ventilation and an automatic control of irrigation and air humidity.

Litteratur

- Guttormsen, G.*, 1974: The relationship between evaporation pan measurements and transpiration in glasshouse crops. *Plant and Soil* 40: 461—478.
- Heldal, B.*, 1970: Estimating the global radiation at Ås. *Meld. NLH* 49, nr. 11. 15 pp.
- Kimball, H.*, 1914: The total radiation received on a horizontal surface from the sun and the sky at Mount Weather, Va. *Monthly Weather Rev.* 42: 474—487.
- Morris, L. G., Neale, F. E., Postlethwaite, J. D.*, 1957: The transpiration of glasshouse crops, and its relationship to the incoming solar radiation. *J. Agr. Eng. Research* 2: 11—122.
- Stanhill, G., Scholte, A.*, 1974: Solar radiation and water loss from glasshouse roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99: 107—110.
- Skartveit, A.*, 1974: Netto strålingsbalanse og energibalanse ved jorddyta. Hovedfagoppgave i meteorologi ved Universitetet i Bergen. 144 pp.
- Verkerk, K.*, 1955: Temperature, light and the tomato. *Meded Landb. Hogesh, Wageningen* 55: 175—224.

**RESTER AV DDT OG PCB I OMGIVELSENE
I ET NORSK FRUKTDISTRIKT
FIRE ÅR ETTER FORBUDET MOT BRUK AV DDT**

*Residues of DDT and PCBs in a Norwegian fruitgrowing district
four years after the termination of the DDT usage*

AV

N. J. KVESETH¹, J. E. BJERK¹, N. FIMREITE² OG J. STENERSEN³

INNHOLD

Sammendrag	318
Innledning	318
Materiale og metoder	319
Resultater og diskusjon	319
1. Jord fra frukthage	319
2. Melkekyr	321
3. Marine evertebrater	322
4. Fisk	323
5. Måker og måkeegg	327
Summary	329
Litteratur	329

¹ Institutt for farmakologi og toksikologi, Norges veterinærhøgskole, Oslo, Norge.

² Institutt for biologi og geologi, Universitetet i Tromsø.

³ Statens plantevern, Zoologisk avdeling, 1432 Ås-NLH.

Sammendrag

Prøver av jord fra en frukthage, prøver av nyrefett fra melkekyr, marine evertebrater, fiskelever og diverse organer fra fiskemåker er samlet inn fra en norsk fruktbygd fire år etter DDT-forbudet og analysert gasskromatografisk med henblikk på DDT og PCB. Resultatene som må ses i sammenheng med en tilsvarende undersøkelse foretatt to år etter DDT-forbudet viser:

1. I det biologiske materialet ble det funnet enkeltverdier fra ikke påvisbar mengde (i.p.)* til 33 ppm Σ -DDT og i jord opptil 6,5 ppm (806 mg/m²), alle verdier beregnet på våtvektbasis.

2. Fordelingen av rester og restnivået i den undersøkte frukthagen var ikke påvisbart forskjellig fra den forrige undersøkelsen.

3. Nivået i fett fra melkekyr viser en klar tilbakegang. I kyr fra fruktbruk er det en tendens til høyere restnivå i eldre kyr. Kyr som kommer fra bruk der det ikke har vært frukt dyrking har meget lave rester (i.p.—0,07 ppm DDE). DDE var eneste resttype som ble påvist.

4. O-skjell (*Modiolus modiolus*) og sjøstjerne (*Asteria rubens*) ble analysert, men bare meget små rester ble påvist i organismene tatt nær

frukthager (i.p.—18 ppb** Σ -DDT) og enda mindre i organismer 4 km fra nærmeste frukthage (i.p.—3 ppb).

5. DDT-restnivået i fisk viser en tendens til nedgang i artene med mager lever, men ikke i torsk og hyse. Den relative mengden DDE er økt betraktelig i samtlige arter, mest i berggylt og minst i torsk og hyse. Det ble påvist en meget signifikant positiv korrelasjon mellom fettinnhold og restnivå for prøvene fra ulike arter, mens en slik korrelasjon er liten eller null for prøver fra samme art. For torsk kunne det påvises en svak, men signifikant sammenheng mellom fiskens vekt (alder) og restnivå.

6. Fiskemåkene har et lavere restnivå av DDE i alle organer, bortsett fra egg, enn det som ble funnet i 1972. DDE utgjorde omlag 95 % av DDT-restene.

7. Konsentrasjonene av PCB varierte fra ikke påvisbare mengder til 22 ppm beregnet på våtvektbasis. Nivåene i de forskjellige arter varierte lite fra 2 år tidligere.

8. Konklusjonen er at deler av materialet viser at det fortsatt er en DDT-kontaminering av miljøet i Sogndal som må skyldes den tidligere bruk av DDT i frukt dyrkingen.

Innledning

Vi rapporterer her rester av DDT og PCB i jord, melkekyr, marine dyr og måker fra et fruktdistrikt i Sogn innsamlet i 1974, to år etter forrige undersøkelse av tilsvarende materiale fra samme sted (*Stenersen et al., 1977*). Med DDT-forbudet i oktober 1970 venter vi med tiden en stadig

transformasjon av DDT såvel i jord som i det biologiske materialet. Resultatene i 1972 viste en klar DDT-kontaminering av alt materialet fra dette fruktdistrikt. Restnivået var relativt moderat, men med en tydelig artsvariasjon i det biologiske materiale med de høyeste verdier i arter med høyt fettinnhold.

* Nedre bestemmelsesgrense 0,001 ppm.

** 1 ppb = 1 μ g/kg.

Materiale og metoder

Innsamlingen ble også denne gang foretatt ved Sogndalsfjorden mellom Slinde, Nornes og Fimreite på samme måte og til samme årstid (juni 1974) som ved undersøkelsen i 1972 (Stenersen et al., 1977).

I forrige undersøkelse ble det skilt mellom flere innsamlingssteder (post 1, 2, 3, 4 og 5). Men ettersom det ikke kunne påvises noen forskjell på de tre første, vil det heretter ikke bli skilt mellom dem, og de vil alle betegnes post 1.

Nyretalgprøver fra kyr ble også denne gang levert av Sogn Slakteri, Sogndal, ved klassifiser E. Øygard. Prøvene ble holdt nedfrosset ved -20°C til analyse fant sted. Ekstraksjon og opprensning av ekstraktene og den gasskromatografiske analyse ble utført på tilsvarende måte som beskrevet tidligere (Stenersen et al. 1977 og Bjerk & Sundby 1970). Prøvene fra det humane materiale vil bli bearbeidet og publisert separat.

Resultater og diskusjon

1. Jord fra frukthage

Det ble funnet opptil 100 ganger høyere konsentrasjon av Σ -DDT i jorda inne i hagen enn like utenfor

(tabell 1). Dette henger sammen med at væskesprøyting som har vært benyttet i denne hagen gir forholds-

Tabell 1. DDT og prosentvis fordeling av DDT, DDD og DDE i jord fra en frukthage i Sogndal med en helling på ca. 6 grader. Frukthagen strekker seg fra 50 m og oppover til 160 m fra strandlinja. Prøvene er fra henholdsvis 1972 og 1974.

The DDT-residues and distribution of DDT, DDD and DDE in an orchard from Sogndal with a slope of about 6 degrees. The orchard starts 50 meter from the shoreline and goes up to 160 meter. The samples are from 1972 and 1974.

Avstand fra strand- linje Distance from shoreline	Distribusjon Distribution							
	Σ -DDT, ppm		% DDE		% DDD		% DDT	
	1972	1974	1972	1974	1972	1974	1972	1974
— 30a	0,005		100		0		0	
— 10a	0,004		100		0		0	
10b	0,03		27		0		73	
30	0,39	0,08	32	32	0	10	68	58
50	22	2,0	23	19	5	12	72	69
70	11,2	6,5	23	31	10	10	67	59
90		0,63		37		2		61
110	2,8	2,1	36	27	13	12	51	61
130		1,0		42		2		56
150	3,1	1,5	24	26	5	3	71	71
200	0,06	0,04	21	24	24	0	55	76
230	0,04	0,07	22	24	0	0	78	76

a) Tatt henholdsvis 30 og 10 m ut i vannet.

The samples are taken 30 and 10 meter from shoreline into the water.

b) Strandlinje ved flo sjø.

Shoreline at tide.

vis liten avdrift. Inne i hagen varierte konsentrasjonene noe uregelmessig. Dette skyldes antakelig prøvetakingen og den sprøyteteknikk som er benyttet som gir langt høyere konsentrasjon i jorda ved trærnes dryppelinje enn like til side for denne (Kuhr et al., 1972). Det ble også fun-

net mellom i.p. og 0,64 ppm o'p-DDT i jorda.

Med den metodikk som er nyttet er det umulig å påvise noen nedgang i restkonsentrasjonene i hagen. Prøvestedene ble ikke helt nøyaktig avmerket i 1972, slik at forskjellen mellom 1972 og 1974 (se fig. 1) godt kan skyl-

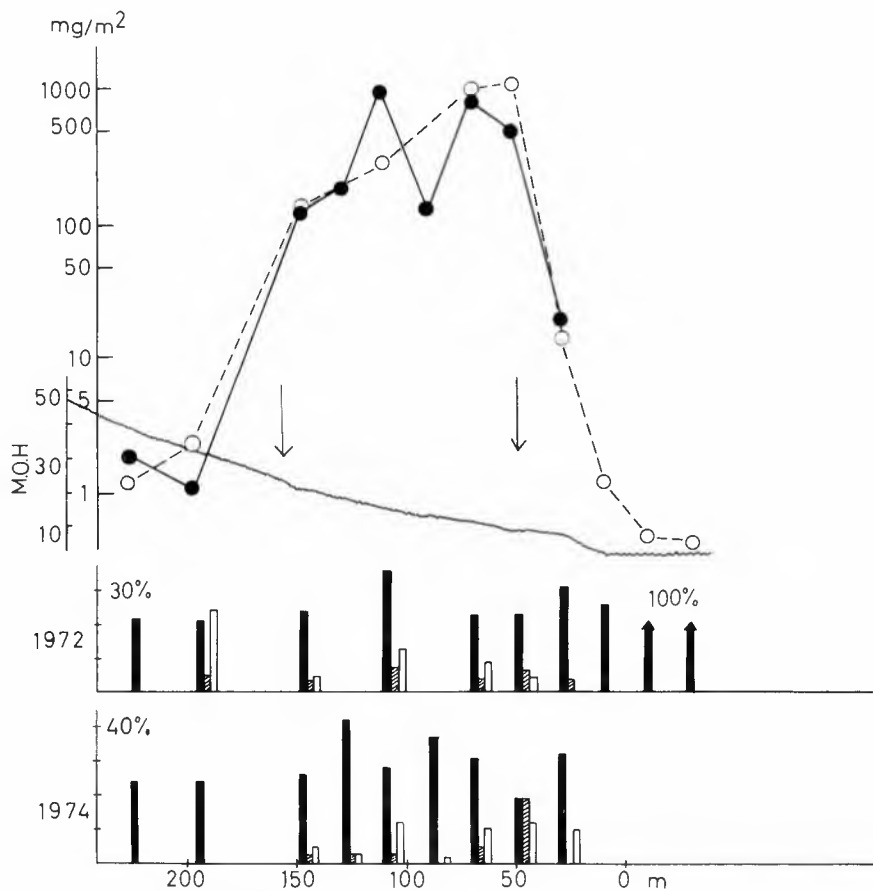


Fig. 1. Fordeling av Σ -DDT i en frukthage. Hagens helning er ca. 1 : 8 nederst og 1 : 6 øverst. — 1974 — 1972. Hagens utstrekning er angitt ved to lodrette piler og bakkens profil er tegnet inn. Stolpe-diagrammene viser den prosentvise mengde DDE (svarte stolper), o,p'-DDT (skraverte stolper) og DDD (hvite stolper) for henholdsvis 1972 og 1974. The distribution of Σ -DDT in an orchard. The slope decrease from 1 : 6 to 1 : 8 down hill through the orchard — 1974 — 1972. The orchard lies between the two arrows and the profile of the hill is given. The histograms show the percentage of DDE (dark bars), o,p'-DDT (shaded bars) and DDD (white bars) in 1972 and 1974.

des unøyaktig stedsangivelse. Men med økende tidsintervall fra DDT er benyttet er det registrert avtakende DDT-konsentrasjon i andre studier av jord (Kuhr et al., 1972). Stabiliteten av DDT i jord er avhengig av mange faktorer, ikke minst jordas beskaffenhet, dvs. de fysiske, kjemiske og biologiske egenskaper (Edwards, 1975). Det ble funnet nær samme prosentvise fordeling av DDT, DDD og DDE i 1972 og 1974 (tab. 1, fig. 1). Tidligere studier har imidler-

tid vist at det foregår en kontinuerlig omdannelse av DDT til DDE hvis det er aerobe betingelser (Lichtenstein et al., 1971) og til DDD ved anaerobe forhold (Guenzi & Beard, 1967). De lave konsentrasjoner av DDT på nedsiden av hagen og nær samme fordeling gjennom hagen med en topp nederst på tilsvarende måte som to år tidligere (fig. 1), tyder ikke på at det er foregått avrenning fra overflaten.

2. Melkekyr

Det ble tatt nyrefett fra 28 melkekyr, hvorav 11 kommer fra bruk hvor det drives fruktdyrking og 17 fra andre bruk. Som eneste DDT-metabolitt ble DDE påvist i tre fjerdedeler av prøvene fra gardsbruk med frukthager og i en tredjedel av de andre

(tab. 2), mens det i 1973 også ble påvist noe DDT og DDD (ca. 30 % av Σ -DDT). Dette stemmer godt overens med tidligere undersøkelser som viser at DDE er den mest persistente DDT-komponent i de forskjellige vev av storfe (McCully et al., 1966). Det er fortsatt stor forskjell i restnivå mellom kyr fra de to gruppene, siden middelverdiene var henholdsvis 0,2 og 0,006 ppm, (tab. 2). For begge grupper er dette en nedgang på 80–90 % sammenliknet med nivåene 1973. Vi ser av fig. 2 at fem av de yngste kyrne som har levd mesteparten av sitt liv etter DDT-forbudet har et lavere restnivå enn de eldste. To unge kyr bryter imidlertid med denne tendensen. En kan tenke seg at DDT har vært brukt etter forbudet, men dette stemmer dårlig siden det er kjent at DDT metaboliseres til DDD i vomma (Fries et al., 1969), og at man derfor også burde ha funnet DDD hvis disse kyrne nylig hadde blitt eksponert for DDT. DDD ble da også påvist i fire av de seks kyrne fra fruktbruk analysert i den forrige undersøkelsen.

PCB ble ikke påvist i noen av prøvene, mens det i forrige undersøkelse ble funnet 0,42 ppm i gjennomsnitt.

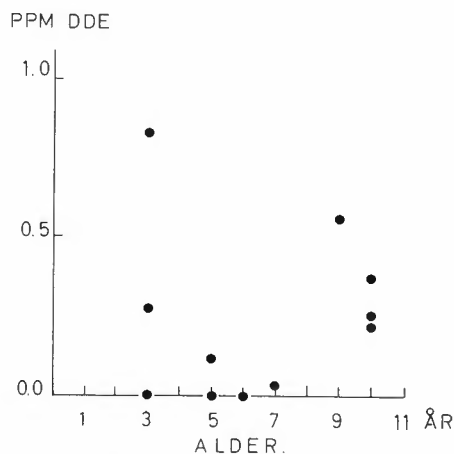


Fig. 2. Rester av DDE (ppm våtvekt) i nyretalg fra melkekyr fra fruktbruk levert til Sogndal slakteri vinteren 1974/75, plottet mot kyrnes alder.

Residues of DDE (ppm wet weight) in kidney fat from dairy cows delivered from fruitfarms to Sogndal slakteri 74/75 plottet against the age.

Tabell 2. Gjennomsnittlig restnivå av DDE, DDD og DDT, beregnet som Σ -DDT (ppm våtvekt) i nyretalg fra kyr levert til Sogndal Slakteri. *Average residue of DDE, DDD and DDT as Σ -DDT, in kidney fat from dairy cows delivered to Sogndal Slakteri.*

Innsamlingsår <i>Year of sampling</i>	Fruktbruk, <i>Fruitfarms</i>			Andre, <i>Others</i>		
	Antall <i>Number</i>	% DDE	Σ -DDT (spredning) (range)	Antall <i>Number</i>	% DDE	Σ DDT (spredning) (range)
1973	6	71	0,95 (0,06—2,4)	5	73	0,06 (0,01—0,17)
1975	11	100	0,20 (i.p.*—0,83)	17	100	0,006 (i.p.*—0,08)
Signifikans i forskjell (1973—1975) <i>Sign of the difference</i>			p = 0,026	p = 0,005		

* i.p. ikke påvist, dvs. mindre enn 0,001 ppm.
not detected, (analytical limit is 0,001 ppm).

3. Marine evertebrater

O-skjell (*Modiolus modiolus*) og sjøstjerne (*Asteria rubens*) ble valgt ut blant de marine evertebrater. I o-skjell ble det funnet fra i.p. til 24 ppb Σ -DDT og i sjøstjerner mellom i.p. og 33 ppb Σ -DDT, som er nær samme verdier som i 1972 (tab. 3). Prøver tatt 3 km unna nærmeste

frukthage (post 4) inneholdt ikke påvisbare DDT-rester, bortsett fra en prøve. DDE utgjorde 80 og 100 % av Σ -DDT i henholdsvis o-skjell og sjøstjerne mot 35 og 48 % to år tidligere.

Det finnes en del data i litteraturen hvor forskjellige typer av mus-

Tabell 3. Rester av DDT og PCB (ppb* våtvekt) i marine evertebrater. Gjennomsnittstall med spredning i parentes. *Residues of DDT and PCBs (ppb* wet weight) in marine invertebrates. Average values with the range in bracket.*

Art <i>Species</i>	Lokalitet <i>Locality</i>	Nr. <i>No.</i>	DDE	DDT	Σ DDT	PCB
O-skjell	4	2	i.p.**	i.p.		i.p.
<i>M. modiolus</i>	1	9	5 (i.p.—8)	4 (i.p.—18)	8 (i.p.—24)	20 (i.p.—52)
Sjøstjerne	4	4	1 (i.p.—3)	i.p.	1 (i.p.—3)	5 (1—10)
<i>A. rubens</i>	1	8	10 (i.p.—33)	i.p.	10 (i.p.—36)	5 (1—10)

* 1ppb = 1 μ g/kg

** i.p. ikke påvist, dvs. mindre enn 1 ppb.
not detected (analytical limit is 1 ppb).

linger er benyttet som biologiske indikatorer for forurensninger i sjøen, idet de raskt avspeiler fluktuasjoner av f.eks. DDT-rester (Butler, 1969). Blåskjell (*Mytilus edulis*), en nær slektning av o-skjell, ble benyttet som indikatororganisme i et internasjonalt program i 1967/68. I antatt forurensete vann inneholdt blåskjell fra Syd-Europa 20—500 ppb DDT-rester, fra Storbritannia 50—70 ppb,

fra Canada 40—100 ppb og fra Skandinavia omkring 10 ppb (Holden, 1970). Våre verdier indikerer derfor ubetydelige rester av DDT i Sogndalsfjorden på den tid prøvene ble tatt.

PCB kunne påvises som spor i de fleste prøvene. Høyeste verdi var 52 ppb for o-skjell. I sjøstjerner ble nivået bestemt til å ligge mellom 1 og 10 ppb.

4. Fisk

I leverprøver av 7 forskjellige fiskearter ble det påvist DDT, DDD, DDE og PCB. Gjennomsnittsverdien av Σ -DDT varierte mellom 0,05 og 3,4 ppm beregnet på våtvektbasis, på fettbasis mellom 1,4 og 10,9 (tab. 4). Det ble funnet mellom 0,03 og 1,2 ppm PCB, dvs. nær samme verdier som i 1972. Andre forfattere har registrert en tilsvarende stor forskjell i restnivå hos forskjellige arter (Edwards, 1970). Konsentrasjonen av Σ -DDT er opptil 300 ganger høyere enn i evertebratene. Høyere trofisk nivå og større fettinnhold enn i evertebratene er årsak til denne forskjellen på fisk og evertebrater. DDT-verdiene ligger stort sett noe lavere enn i 1972, men spredningen i enkeltverdiene er så stor at variansanalyse over arter og år ikke kan påvise noen signifikant nedgang i de aritmetriske middeltall. Foretas logaritmisk transformasjon kan vi derimot påvise en statistisk signifikant nedgang ($P < 0,01$) av DDT-rester, men ikke av PCB-restene. De derav følgende geometriske middeltall for de ulike artene framgår av fig. 3. En ser at det er de fiskeartene med fettfattig lever og laveste restnivå som viser nedgang, mens torsk og hyse har omtrent samme nivå de to år.

For hele materialet under ett er det en sammenheng mellom fettprosent

og restnivå av henholdsvis Σ -DDT og PCB. ($r_{\Sigma\text{DDT}/\text{Fett}} = 0,558$ og $r_{\text{PCB}/\text{Fett}} = 0,792$, $n = 95$, $P < 0,01$). Men innen de ulike arter synes det ikke å være en enkel sammenheng mellom restmengde og fettprosent. I torsk er f.eks. $r_{\Sigma\text{DDT}/\text{Fett}} = 0,1$ (ikke sign. forskjellig fra 0.) og $r_{\text{PCB}/\text{Fett}} = 0,398$ ($n = 30$, $P < 0,05$). Korrelasjonskoeffisientene for PCB og Σ DDT er signifikant positiv for 5 av de 7 artene, samt for hele materialet under ett. Det synes derfor åpenbart at restene av DDT og PCB følges nøye ad i det akvatiske miljø.

Undersøkelsen av torsk var noe utvidet i forhold til de andre arter. Figur 5 viser at det er en viss sammenheng mellom restnivå og fiskevekt (fra 0,3 til 1,8 kg) ($r = 0,411$, $P = 0,046$). En liknende sammenheng ble funnet ved en tidligere undersøkelse av torsk (Stenersen & Kvalvåg, 1972).

Vi finner i alle arter prosentvis mer DDE nå enn i 1972, men mengdeforholdet mellom DDT, DDD og DDE varierer fra art til art. Relativ mengde av DDE i berggyllt har gått fra 35 til 96 % på de to år, mens hyse og torsk også nå har minst prosentmengde DDE med henholdsvis 48 og 44 mot 24 og 37 % for to år siden. Dette er framstilt i fig. 3 og 4. Vi

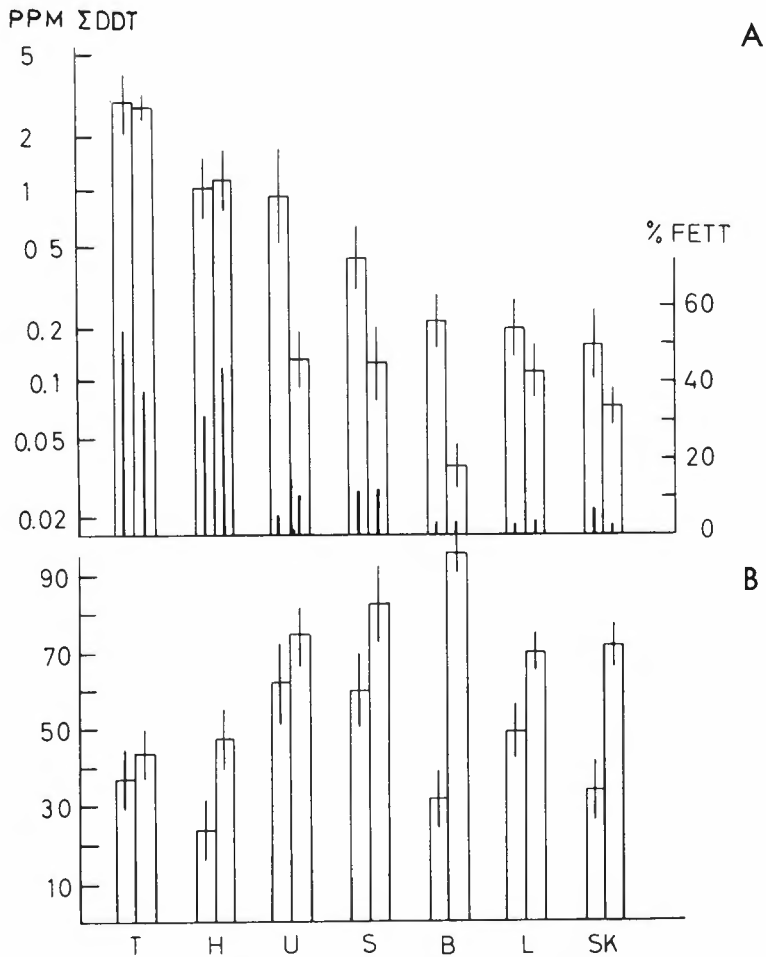


Fig. 3. A. Rester av Σ -DDT i lever uttrykt som geometriske middeltall for sju forskjellige fiskearter. Stolpene til venstre i hver part er for 1972 og de til høyre for 1974. Standardavvikene for gjennomsnittstallene er angitt som streker. Det gjennomsnittlige fettinnhold for de ulike arter er angitt.

B. Det prosentvise innhold av DDE med middeltallenes standardavvik angitt. T, torsk; H, hyse; U, ulke; S, steinbitt; B, berggyllt; L, lomre; Sk, skrubbflyndre.

A. Residues of Σ -DDT expressed as geometric means for seven fish species livers. The left bar in each pair are from 1972 and the right from 1974. The standard error are given as vertical lines. The average fat content for livers are given.

B. The average percentage of DDE in the residue with the standard error given as lines. T, *Gadus morhua*; H, *Melanogrammus aeglefinus*; U, *Myxocephalus scorpius*; S, *Anarhichas lupus*; B, *Labrus berggylta*; L, *Microstomus kitt*; Sk, *Platichthys flesus*.

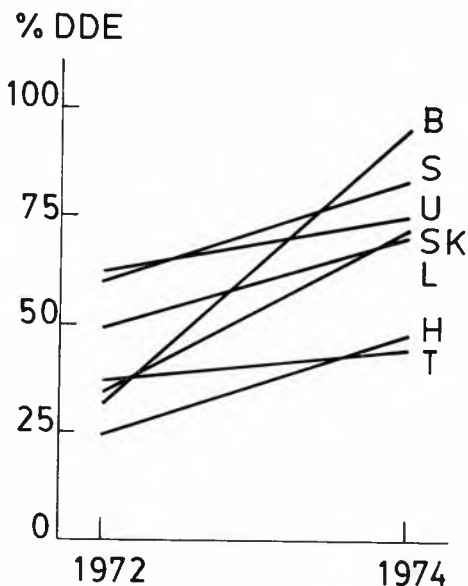


Fig. 4. Prosentmengde DDE i gjennomsnitt for de forskjellige fiskearter (for betegnelse se fig. 3). *The percentage of DDE in the different species of fish in 1972 and 1974 (see fig. 3 for explanation).*

kan ikke uten videre anta at det er fiskene selv som har ulik evne til metabolisering, siden næringsgrunnlag og oppholdssteder i vannet varierer fra art til art, og metaboliseringen i de forskjellige deler av det akvatiske miljø skifter (Johnsen, 1976). Men dette er sannsynligvis noe av forklaringen ettersom de to torskfiskene, torsk og hyse begge oppholder seg forskjellige steder i vannet og har noe forskjellig diett. Det er større artsforskjeller mellom prosentvis mengde DDE enn i forholdet mellom PCB og Σ -DDT. Dette indikerer at artsforskjellene kan komme av ulik evne til å metabolisere DDT til DDE. For enkelte arter kan hovedopptaket av DDT skje gjennom føden (Macek & Korn, 1970), mens for andre kan opptak gjennom gjellene være hovedruten (Holden, 1962, Gakstatter & Weiss, 1967). Dette kan derfor være noe av forklaringen på den ulike fordeling av DDT, DDD og DDE.

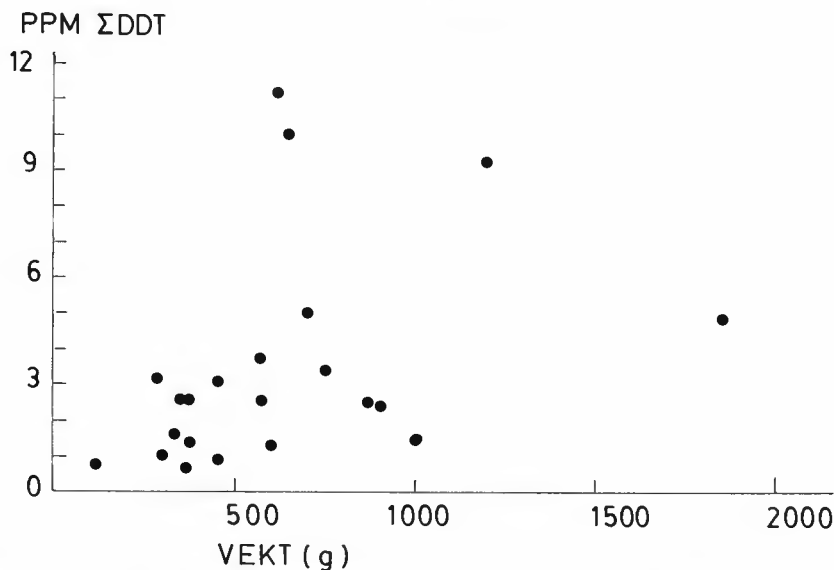


Fig. 5. Rester av Σ -DDT i torskelever plottet mot fiskens totalvekt ($r = 0.411$, $P = 0.046$). *Residues of Σ -DDT in cod liver plotted against the weight of the fish ($r = 0.411$, $P = 0.046$).*

Tabell 4. Rester av DDT og PCB i fiskelever fra ulike arter, ppm.
Residues of DDT and PCBs in liver from different fish species, ppm.

	Steinbit <i>Anarhichas lupus</i>	Berggylte <i>Labrus berggylta</i>	Lomre <i>Microstomus kitt</i>	Ulke <i>Myrocephalus scorpius</i>	Hyse <i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Torsk <i>Gadus morhua</i>	Skrubb- flyndre <i>Platichthys flesus</i>
Antall, Number	3	8	9	7	5	28	9
Kroppsvekt, (g) <i>Body weight</i>	1489	520	257	220	390	650	284
Spredning, Range	1154-1700	386-820	127-575	100-333	238-830	114-1886	162-666
Fett %, Lipoids	12	4	4	11	44	38	3
Spredning, Range	6.4-15.1	0.7-7.3	0.4-5.8	5.0-16.6	33.1-54.9	3.8-78.5	1.1-6.7
DDE, (% av Σ DDT)	0.11 (83)	0.04 (96)	0.13 (70)	0.13 (75)	0.69 (48)	1.5 (44)	0.06 (72)
Spredning, Range	0.10-0.13	0.01-0.07	0.02-0.41	0.03-0.52	0.04-1.4	0.33-5.5	0.01-0.35
DDD	0.007		0.03	0.01	0.19	0.50	0.02
Spredning, Range	i.p.*-0.02	i.p.	0.02-0.06	i.p.-0.10	i.p.-0.59	i.p.-2.8	i.p.-0.04
DDT	0.03	i.p.	0.04	0.06	0.87	1.6	0.04
Spredning, Range	i.p.-0.08	i.p.-0.02	0.05-0.14	i.p.-0.15	i.p.-1.9	0.08-5.1	i.p.-0.10
Σ DDT	0.15	0.05	0.21	0.21	1.8	3.4	0.10
Spredning, Range	0.11-0.21	0.01-0.07	0.02-0.66	0.04-0.83	0.19-4.0	0.65-11.4	0.01-0.25
PCB	0.17	0.03	0.09	0.18	0.66	1.18	0.08
Spredning, Range	1.15-0.18	i.p.-0.13	0.03-0.22	0.05-0.36	0.17-1.4	0.41-2.5	0.02-0.24
Våtvekts- basis							
Wet weight basis							
Σ -DDT	1.4	2.4	4.9	2.5	3.9	10.9	4.9
Spredning, Range	1.0-1.7	0.44-10.6	1.78-11.8	0.91-11.9	0.59-7.37	1.7-38	0.23-15.9
PCB	1.6	0.8	4.4	2.0	1.4	3.8	2.8
Spredning, Range	1.2-2.3	0.02-6.8	0.28-13.1	0.72-5.1	0.51-2.6	1.2-10.7	0.37-7.7

* i.p. ikke påvist, dvs. mindre enn 0.001 ppm.
 not detected (analytic limit is 0.001 ppm).

5. Måker og måkeegg

Rester av DDT og PCB ble også nå funnet i alle prøver av fiskemåke (egg, lever, hjerne, muskel og fett) (tab. 5). DDE utgjorde mellom 92 og 98 % av totale DDT-mengder hvilket er i god overensstemmelse med den fordeling man stort sett finner i ville fugler (*Keith, 1966, Risebrough et al., 1967*). I fugl som derimot tilføres ren DDT under kontrollerte betingelser gjenfinnes i de ulike organer omlag 30 % som DDE (*Cecil et al., 1971*). Hovedårsaken til denne forskjell mellom laboratorieforsøk og villlevende fugl kan komme av degradering av DDT i omgivelsene før det inntas av fuglene og at degradering

av DDE skjer ytterst langsomt hos fugl (*Stickel, 1973*).

DDE-nivået i eggene er uendret på de to år, mens det er en nedgang på 60—70 % regnet på våtvektsbasis i lever, muskel, hjerne og fett. PCB-innholdet er av samme størrelsesorden de to år. DDT-restene i eggene er på samme nivå som funnet i gråmåkeegg fra flere lokaliteter langs Norges kyst (*Fimreite et al., 1976*), hvilket ikke røper spesiell kontaminasjon i Sogndalsområdet. Nivået er også langt lavere enn det som er funnet i sjøfuglegg fra Østersjøen (*Jensen et al., 1969*).

Tabell 5. Rester av DDT og PCB i forskjellige organer og egg fra fiskemåke, ppm våtvekt.
Residues of DDT and PCBs in tissues and eggs from Common gulls, ppm wet weight.

	Egg <i>Eggs</i>		Muskel <i>Muscle</i>		Lever <i>Liver</i>		Hjerne <i>Brain</i>		Subkut. fett <i>Subcut. fat</i>	
	1972	1974	1972	1974	1972	1974	1972	1974	1972	1974
AntallNumber	5	10	2	6	6	6	2	6	4	6
Fett % <i>Fat %</i>	6.8	9.9	2.7	9.6	2.1	4.7	3.9	2.0	62	76
Spredning <i>Range</i>	6.0—7.7	3.2—13.4	1.8—3.5	4.7—24	1.4—2.7	2.4—7.2	3.8—4.0	1.2—2.6	34—65	50—90
Σ-DDT <i>Spredning</i>	2.1	1.9±0.51	4.4	1.3±0.32	1.9	0.8 ±0.47	0.7	0.2 ±0.14	52	16±4.3
<i>Range</i>	0.9—3.6	0.6—5.66	1.2—7.5	0.45—2.5	0.43—3.6	0.12—2.34	0.47—1.0	0.07—0.88	23—80	7.8—33
% DDE <i>Spredning</i>	91	98	96	92	98	94	98	94	97	95
<i>Range</i>	81—98	86—100	93—99	63—100	92—100	76—100	97—99	74—100	91—100	79—100
PCB <i>Spredning</i>	0.8	0.5	1.1	0.6	0.21	0.3	0.15	0.08	5.6	6.0
<i>Range</i>	0.3—1.2	0.12—0.8	0.8—1.3	0.13—0.85	0.07—0.45	0.005—0.59	0.10—0.2	0.005—0.20	1.7—10.4	0.94—22

Summary

Soil samples from an orchard, fat samples from dairy cows, marine invertebrates, fish livers and several different organs from the common gull were collected in a Norwegian fruit district four years after the suspension of DDT. The samples were analyzed by gas chromatography for DDT residues and PCBs. The results which have to be compared with those found in a similar investigation carried out two years after the termination of local DDT usage show:

1. The biological material had residues ranging from nothing detected (n.d.) to 33 ppm Σ -DDT (analytical limit of detection is 0.001 ppm), and the soil samples up to 6,5 ppm which represents 806 mg per square meter. All values are calculated based on wet weight.

2. The distribution of DDT, DDD and DDE and the residue level in the orchard under investigation had not changed drastically during the two years between this and the earlier investigation. The method of soil sampling might have been too rough to detect any minor decrease in residue level. Soil samples taken above or beneath the orchard had very low residue levels. (1 mg/m² Σ -DDT and 18 mg/m² respectively).

3. The level of DDT-residues in cows shows a very clear decrease. Younger cows from fruitfarms with the exception of two specimens, has lower levels than the older ones. Cows from farms without fruit growing had very

small residues (n.d.—0,07 ppm DDE). The only substance found as residue in the cows was DDE.

4. The mussels (*Modiolus modiolus*) and the starfish (*Asteria rubens*) contained very low residue levels, even those collected near orchards (n.d.—0,018 ppm Σ DDT).

5. The residues of Σ -DDT in fish liver were lower in the species having meagre livers, while cod and haddock had as high residue level as in 1972. The relative amount of DDE had increased considerably for all species although not to the same degree.

There was a good correlation between fat content and residue level when the average values for the different species were compared. On the contrary the correlation between fat content and residue level was very small between samples of the same species. There was a weak but significant correlation between fish weight and liver residue level for cod.

6. The common gull had a lower residue level of DDE in all organs analyzed. The eggs, however, had essentially the same level.

7. The residue level of PCBs varied between n.d. and 22 ppm calculated on wet weight basis. The levels were essentially the same in 1972 and 1974.

8. It can be concluded that there is some contamination in Sogndal due to the use of DDT in fruit growing even four years after the termination of DDT usage.

Litteratur

- Bjerk, J. E. & Sundby, R., 1970: Rester av klorinsekticider og polyklorerte bifenyler i testorganismer fra jord og vann. Norsk Vet. Tidsskr. 82: 241—246.
- Butler, P. A., 1969: The significance of DDT residues in estuarine fauna. In Miller, M. W. and Berg, G. G. Chemical fallout pp. 205—220. C. C. Thomas publisher, Springfield, III. USA.

- Cecil, H. C., Fries, G. F., Bitman, J., Harris, S. J., Lillie, R. J. & Denton, C. A.*, 1972: Dietary p,p'-DDT, o,p'-DDT or p,p'-DDE and changes in egg shell characteristics and pesticide accumulation in egg contents and body fat of caged white leghorns. *Poultry Science* 51: 130—139.
- Edwards, C. A.*, 1970: In CRC critical reviews in environmental control. R. G. Bond and C. p. Strauts, eds. 1, 7—68. The Chemical Rubber Co., Cleveland.
- Edwards, C. A.*, 1975: Factors that affect the persistence of pesticides in plants and soils. *Pure and appl. Chemistry* 42: 39—56.
- Fimreite, N., Bjerck, J. E., Kveseth, N. J. & Bruun, E.*: DDE and PCBs in eggs of Norwegian seabirds. Akseptert for trykking i *Astarte*, 10 (1).
- Fries, G. R., Marrow, G. S. & Gordon, C. H.*, 1969: Metabolism of o,p'- and p,p'-DDT by rumen microorganisms. *J. Agric. Food Chem.* 17:860—862.
- Gakstatter, J. H. & Weiss, C. M.*, 1967: The elimination of ¹⁴C—DDT, ¹⁴C—Dieldrin, and ¹⁴C—Lindane from fish following a single sublethal exposure in aquaria. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 96: 301—307.
- Guenzi, W. D. & Beard, W. E.*, 1967: Anaerobic biodegradation of DDT to DDD in soil. *Science* 156: 116.
- Holden, A. V.*, 1962: A study of the absorption of ¹⁴C—labelled DDT from water by fish. *Ann. Appl. Biol.* 50: 467—477.
- Holden, A. V.*, 1970: International cooperative study of organochlorine pesticide residues in terrestrial and aquatic wildlife, 1967/1968. *Pest. Monit. J.* 4: 117—135.
- Jensen, S., Johnels, A. G., Olsson, M., Otterlind, G.*, 1969: DDT and PCBs in marine animals from Swedish waters. *Nature* 224: 247—250.
- Johnsen, R. E.*, 1976: DDT metabolism in microbial systems. *Residue Reviews* 61: 1—28.
- Keith, J. A.*, 1966: Reproduction in a population of herring gulls (*Larus argentatus*) contaminated by DDT. *J. Appl. Ecol. (suppl.)* 3: 57—70.
- Kuhr, R. J., Davis, A. C. & Taschenberg, E. F.*, 1972: DDT residues in a vineyard soil after 24 years of exposure. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 8: 329—333.
- Lichtenstein, E. P., Fuhremann, T. W. & Schulz, K. R.*, 1971: Persistence and vertical distribution of DDT, Lindane, and Aldrin residues, 10 and 15 years after a single soil application. *J. Agric. Food Chem.* 19: 718.
- Macek, K. J. & Korn, S.*, 1970: Significance of the food chain in DDT accumulation by fish. *J. Fish. Research Board of Canada* 27: 1496—1498.
- McCully, K. A., Villeneuve, D. C., McKinley, W. P., Phillips, W. E. J. & Hidiroglou, M.*, 1966: Metabolism and storage of DDT in beef cattle. *J.A.O.A.C.* 49: 966—973.
- Risebrough, R. W., Menzel, D. B., Martin, D. J. Jr. & Olcott, H. S.*, 1967: DDT residues in Pacific sea birds: A persistent insecticide in maine food chains. *Nature* 216, 589—591.
- Stenersen, J. & Kvalvåg, J.*, 1972: Residues of DDT and its degradation products in cod liver from two Norwegian fjords. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 81: 120—121.
- Stenersen, J., Fimreite, N., Bjerck, J. E., Kveseth N. J.*, 1977: Rester av DDT og PCB i omgivelsene i et norsk fruktdistrikt to år etter forbudet mot bruk av DDT. *Forskn. fors. Landbr.* 28: 1—16.
- Stickel, L. F.*, 1973: Pesticide Residues in birds and mammals. pp. 254—312. In: Edwards, C. A. (ed.) *Environmental Pollution by Pesticides*, Plenum Press, London & N.Y. x + 542 pp.

I redaksjonen 10.2.1977.

SORTSFORSØK MED POTET 1966—1976

Variety Trials with Potatoes 1966—1976

AV
ODD ØSTGÅRD

INNHALD

Samandrag	332
Innleiing	333
Opplysningar om forsøka	333
Forsøksområde, haustear, sette- og opptakingsdato	333
Vertilhøva	334
Andre opplysningar	334
Forsøksresultat	335
Sortsforsøk i Sør-Troms	335
Sortsforsøk på Holt, Tromsøya	337
Sortsforsøk i Alta	339
Sortsforsøk i Pasvikdalen	340
Val av potetsort	341
Summary	343
Litteratur	343

Samandrag

I denne meldinga vert det gjort greie for forsøk med potetsortar i åra 1966—1976. Det er samla resultat frå 16 forsøksfelt på Statens forskingsstasjon Holt på Tromsøya, frå i alt 12 felt i Kvæfjord og Harstad, 9 i Alta og 11 forsøksfelt i Pasvikdalen.

Resultata for i alt 21 sortar er oppførte i tabellane 1—4. Av desse var forutan Beate, Jøssing, Laila og Ottar, 9 nummersortar frå Institutt for plantekultur ved Norges landbrukshøgskole. Til målestokksort er nytta Gullauge, som lenge har vore den mest dyrka matpotetsorten i Troms og Finnmark.

Den nye sorten Ottar har avlingsmessig stått likt med Gullauge i Sør-Troms. I Alta og Pasvikdalen gav Ottar størst matpotetavling, medan han låg noe under Gullauge i forsøka på Tromsøya. Det var særleg i kalde somrar at Ottar gav mindre avling enn samanlikningssorten. Tørrestoffinnhaldet var jamt over høgst hos Ottar. Og med omsyn til matpotetkvaliteten vurdert etter smak og totalinntrykk var det ingen sortar som fekk betre karakterar. Han har vore sterk mot skurvåtak, og har halde seg frisk under lagringa. I vekstrytme og knollutvikling kom Ottar nærmast i gruppa blant halvseine sortar. På grunnlag av forsøksresultata og kvalitetsdømminga er det i meldinga konkludert med at Ottar kan avløyse Gullauge i Sør-Troms, og elles i område med lagelege vekstvilkår for potetdyrking.

Ottar har rundovale raue knollar med gul kjøttfarge. Sorten er spiretreg, så han har ikkje lett for å gro under vanleg lagringstemperatur. Han brukar forholdsvis lang tid frå setting til oppspiring og danning av bladverk. Ei god lysgroing i noen fleire døgn enn vanleg er derfor tilrådeleg, for at sorten skal komme snøggare i gang med veksten.

Gullauge greidde seg såpass bra i konkurransen med dei andre matpotetsortane i avling og kvalitet at han enno kan tilrådest til dyrking, iallfall i Tromsø-området og nordover. I forsøka på Holt var det ingen av dei typiske matpotetsortane som gav større avling med betre smaks karakter enn Gullauge. Derimot fall sorten tilbake i avlingsrekkefølgen i Sør-Troms og i Alta og Pasvikdalen. Verste lyten med Gullauge er at han har dårleg knollform og er veik mot skurv og andre potetsjukdommar. Knollane har dessutan i einskilde år lett for sprekkdanning under opptaking, transport og lagring. Til salspotet kan derfor Gullauge somtid vere problematisk.

Kerrs Pink gav relativt stor matpotetavling på alle forsøksstadene, men tørrestoffprosenten var låg og matkvaliteten sjeldan tilfredsstillande. Sorten er berre aktuell for matpotetdyrking i dei varmaste bygdene med lengst veksttid, der tørrestoffinnhaldet kan komme på eit såvidt høgt nivå at avlinga vert godt brukande til matpotet.

Nummersorten T-67-42-89 kom blant dei aller høgste i knollavling i forsøka, bortsett frå Pasvikdalen. Han hadde medels høgt tørrestoffinnhald og bra matkvalitet. Knollane er velforma, raue med gul kjøttfarge. T-67-42-89 er halvtidleg, og skulle kunne dyrkast i heile landsdelen.

Pimpernel vart prøvd berre i Sør-Troms på i alt 5 felt. Han nådde ikkje riktig heilt opp til Gullauge i matpotetavling, men i dei beste potetåra var det nesten ingen avlingskilnad mellom desse. Tørrestoffinnhaldet heldt seg også jamhøgt hos sortane, og det same galdt karakteren for smaksegenskapen. Pimpernel har raue fine knollar med gul kjøttfarge. Han treng lang groingstid og ein vekstsesong på nærmare 4 måna-

der, for å kunne gi ei medels matpotetavling.

Mandel er ein særeigen kvalitetspotet, som vert mykje dyrka sjølv om han ikkje gir så stor avling som Gullauge og andre matpotetsortar. Sorten har alltid lege under dei beste sortane i matpotetavling. Men dyrka til eiga bruk på mindre areal er det likevel matkvaliteten som tel mest.

Saphir gav stor avling med medels høgt tørrstoffinnhald. Han hadde store ujamne knollar, som passa dårleg til mat. Sorten høver derimot godt til fôrpotetdyrking, da han er svært follikrik. Til fôrpotetdyrking går elles dei likaste matpotetsortane ofte best, ettersom dei er mest tørrstoffrike og derfor kan gi store tørrstoffavlingar eller fôravlingar.

Innleiing

I denne meldinga er samla resultat frå i alt 48 forsøk med potetsortar i Troms og Finnmark i åra 1966—1976.

Hovedsorten til matforsyning i distriktet har lenge vore Gullauge. Sorten er velkjend som kvalitetspotet med særskild god smaksegenskap. Gullauge har avlingsmessig hevda seg tolleg godt i tidlegare forsøk, og sortert etter minste soldvidde på 35 mm mot 40—45 mm for andre sortar, har han jamt over gitt størst salsavling

(Ingebrigtsen, 1956, Østgård, 1967, Rapp, 1969, Schjelderup, 1973).

Formålet med sortsforsøka har vore å finne ein matpotetsort som skulle vere minst like god som Gullauge i avling og smaks kvalitet, men betre i knollform og sterkare mot sjukdommar og sprekking. I tillegg til spørsmålet om ein alternativ sort til Gullauge har det også vore søkt etter ein høveleg fôrpotetsort.

Opplysningar om forsøka

Forsøksområde, haustear, sette- og opptakingsdato

Tabelloppstillinga nedafor viser lokaliseringa av forsøka i Troms og Finnmark. Haustear, feltfordeling, og

medel sette- og opptakingsdato i dei ulike forsøksområda framgår av oppstillinga:

Område	Ar	Felttal	Settedag	Opptakingsdag
Sør-Troms	1971/76	12	26/5	21/9
Tromsø	1966/74 og -76	16	2/6	14/9
Alta	1969/74 og -76	9	4/6	10/9
Pasvikdalen	1971/76	11	8/6	13/9

Tidsrommet mellom setting og opptaking var lengst i Sør-Troms med 118 dagar, mot 95 dagar i Pasvikda-

len. I Tromsø var veksttida i medel 104 dagar og i Alta 98 dagar.

Vertilhøva

I forsøksperioden 1966—1976 var det 2 uvanleg kalde somrar, nemleg i 1968 og 1975. Siste kaldsommaren slo potetavlinga totalt feil i sortsforsøka i Alta og Tromsø, slik at det ikkje ligg føre avlingsresultat for 1975 frå desse områda. Forsommartørke gjorde seg gjeldande i heile landsdelen i 1971, og i 1972 og 1973 vart potetavlingane på sandjordsfelt i Pasvikdalen sterkt reduserte på grunn av tørke i juni—juli. På myrjordsfelt i same området vart det derimot store potetavlingar.

Tidleg nattefrost førte nok til avlingsnedgang i einsskilte år både i Alta og Pasvikdalen, men total nedfrysing av riset inntraff berre nokre dagar før vanleg opptakingstid.

Vertilhøva var elles i dei fleste åra lagelege for potetdyrkinga. Det var litt varmare enn normalt i juli, og elles temperatur nær normalen i alle forsøksområda. Nedbøren kom stort sett passe fordelt på vekstmånadene, unntatt i dei nemnde åra med forsommartørke.

Andre opplysningar

Dei fleste forsøksfelta har lege på moldblanda sand- og grusjord i vanleg bra kulturtilstand. Noen felt låg på leirjord med høgt moldinnhald, og eit fåtal felt var lagt på godt forma myrjord.

Gjødsla svinga for det meste mellom 65 og 80 kg fullgjødsel B pr. dekar, eller tilsvarende mengder nitrogen, fosfor og kalium i andre gjødselslag. Gjødslingsstyrken syntes å vere høveleg på alle forsøksstadene bortsett frå visse felt i Kvæfjord, der det var gjødsla altfor sterkt å dømme etter det låge tørrstoffinnhaldet i knollavlinga.

Settepotetene av dei ulike sortane skulle vere av same storleik og elles likt stelte med omsyn til lagring og lysgroing. Men med innsetting av nye sortar i forsøka var det ikkje til å unngå at både lagringstilhøva og groingstida kunne verta forskjellig for sortane. Alle nummersortar som er prøvde og omtala i denne meldinga er frå Institutt for plantekultur ved Norges landbrukshøgskole.

Setteavstanden var 25 cm i dei fleste forsøka, berre i noen var det sett med 30 cm mellomrom. Avstan-

den mellom førene var frå 60 til 66 cm. Setting og opptaking vart gjort for hand. Knollavlinga er i dei fleste tilfelle maskinsortert. Tørrstoffinnhaldet er bestemt på vanleg måte etter veging av 5 kilos prøver i vatn med temperatur 17,5° C.

Matkvaliteten, vurdert etter smaksprøver og totalinntrykk, er fastsett av 2—4 familiar eller husstander straks etter sorteringa om hausten. Karakterane for smak gjeld også kor mjølne potetene er, og skal vere eit samla uttrykk for mateeigenskapen. Totalinntrykket går på knollform, kjøttfarge, mørkfarging etter koking, kokeeigenskapar og andre faktorar. Karaktarskalaen hadde denne formuleringa:

- 5 Toppkvalitet eller sær god
- 4 God
- 3 Medels god
- 2 Dårleg
- 1 Svært dårleg

Potetsjukdommar som stengelrâte og virus syntes seg i større eller mindre grad i somme forsøk. Det var ofte uråd å skaffe statskontrollerte settepoteter av einsskilte sortar, så kvali-

teten av utsæden var ikkje alltid så god som ønskeleg. Tørråte-åtak vart det ikkje sett teikn til i sortsforsøka,

men sjukdommen er registrert i fleire kommunar i Troms i forsøksperioden (Andersen, 1976).

Forsøksresultat

Sortsforsøk i Sør-Troms

Resultata i tabell 1 er henta frå forsøk med potetsortar i kommunane Harstad og Kvæfjord i åra 1971—1976.

Etter tabellen var det berre nummersorten T-67-42-89 som gav signifikant større samla knollavling enn Gullauge, som er nytta som målestokk. Knollavlinga er delt i matpoteter og småpoteter etter sorteringsgrense 40 mm. Når det gjeld matpoteter, har den nye norske sorten Ottar og Gullauge gitt like store avlingar. D x P — 31, ein systersort til Ottar, låg noe under i avling. T-67-42-89 synest å vere follik, men tørrstoffprosenten er lågare enn hos dei hine.

Kerrs Pink kom i medel litt over målestokksorten i matpotetavling. Pimpernel gav derimot mindre enn

målestokken. Saphir nådde avgjort høgst i denne sorteringsfraksjonen, medan Multa kom likt med Gullauge både i knoll- og tørrstoffavling.

Tørrstoffavlingane svinga rundt 700 kg pr. dekar. Den folrike og storknolla sorten Saphir, som i sortslistene nemnast under fôr- og fabrikkpoteter, hadde så lågt tørrstoffinnhald at avlinga ikkje rakk opp på høgde med dei beste. Dei tørrstoffrikaste sortane var Ottar og Mandel.

Resultata frå kvalitetsdømminga syner at Ottar fekk beste karakter både for smak og totalinntrykk. Deretter kom Mandel, Pimpernel og Gullauge. Kerrs Pink fekk jamt over dårlegare kvalitetskaraktarar enn dei andre typiske matpotetsortane. Nummersorten T-67-42-89 sto i denne vurderinga om lag midt i laget.

Tabell 1. Forsøk med potetsortar i Sør-Troms 1971—1976.
 Table 1. Variety trials with potatoes in Southern Troms 1971—1976.

Sort Variety	Felttal Number of trials	Kg pr. dekar Kg per decare		Tørrstoff Dry matter %	Kvalitetskarakteri) Quality	
		Knollar i alt Yield of tubers	Matpotet Table ware		Smak Taste	Totalinntrykk General impression
Gullauge	12	3248	2394	21.4	4.0	3.7
Ottar	12	+	+	+	4.2	4.0
Kerrs Pink	8	—	+	—	3.0	2.9
T-67-42-89	7	+	+	—	3.1	3.6
D x P — 31	6	205	—	+	3.8	3.5
Saphir	6	+	+	—	2.9	2.7
Pimpernel	5	—	—	+	4.0	4.0
Multa	5	+	+	—	2.2	2.5
Mandel	1	—	—	+	4.0	4.0

1) Kvalitetskarakter: 1 = mindre god, 5 = særs god
 Quality points: 1 = poor, 5 = excellent

Sortsforsøk på Holt, Tromsøya

Resultata frå tabell 2 er frå forsøk på Statens forskingsstasjon Holt i åra 1966—74 og 1976.

Totalavlinga av knollar låg i medel for serien på rundt 2500 kg pr. dekar. Dei sortane som gav relativt stor knollavling var: Saphir, Laila, Di Vernon, Beate og dei tre nummersortane T-67-42-89, T-67-42-52 og T-63-50-16. På den andre sida gav Ottar, Kerrs Pink, Eigenheimer, Jøssing og Ora mindre total knollavling enn målestokksorten Gullauge.

I knollfraksjonen over 40 mm står Saphir, Laila, Di Vernon og T-67-42-89 avgjort over Gullauge. Særleg overlegen i denne samanlikninga er Saphir og T-67-42-89. Av dei meir typiske matpotetsortane var det derimot ingen som slo Gullauge i avling. Ottar låg markert under, medan Kerrs Pink og Eigenheimer kom nærmast jamhøgt med målestokken i matpotetavling. Nummersorten D x P — 31 sto avlingsmessig dårleg på Holt.

Tørrstoffavlingane heldt seg nokolunde på same nivået. Det var berre i ein skilde år at det var visse sortskilnader, men då meir av tilfeldige årsaker. Derimot var det klare sortskilnader i det prosentiske tørrstoffinnhaldet. Her merkte særleg Ottar og D x P — 31 seg ut med høgt innhald. Gullauge, Eigenheimer, Jøssing og T-67-42-52 kom nærmast etter dei to tørrstoffrikaste sortane. Kerrs Pink og T-67-42-89 hadde snautt 2 prosenteningar lågare innhald enn Gullauge. Det prosentiske tørrstoffinnhaldet var lågast hos Laila, Di Vernon og Beate.

Den relative andelen av småpotet var minst hos Saphir, Ora og T-67-42-89, og størst hos Eigenheimer og Jøssing samt nummersortane T-67-42-52 og T-63-50-16. Småpotetandelen svinga mykje frå år til år, alt

etter avlingsstorleiken. I år med store knollavlingar var andelen nede i 4—5 prosent, mot 30—40 prosent i dårlege avlingsår. Årsvariasjonen gjorde seg mest gjeldande for dei seinaste sortane og dei med langoval knollform.

Matkvaliteten, uttrykt ved smaks-karakteren, ser ut til å vere nært knytta til tørrstoffinnhaldet. Ottar og dei andre med høgst tørrstoffinnhald har fått dei beste smaks-karakterane. Kerrs Pink har falle noe tilbake i denne rangeringa, som følge av for lågt tørrstoffinnhald. Matkvalitetsdømminga for dei sortane som har vore med på flest felt er sjølv-sagt mest pålitande. Men det er likevel grunn til å nemne at den folrrike nummersorten T-67-42-89 har fått tolleg lovande omtale med omsyn til mateigenskapen.

Totalinntrykket av sortane gjeld mellom anna knollform og mørkfarging etter koking. Høgst karakter for totalinntrykk fekk Ottar og deretter Laila, Beate og D x P — 31, medan Jøssing kom blant dei dårlegaste. Nummersorten T-67-42-89 oppnådde like godt resultat som Gullauge og Eigenheimer i denne kvalitetsvurderinga.

Ved Statens forskingsstasjon Holt har det i den siste 10-årsbolken også vore prøvd ei rekke andre sortar og foredlingsnummer enn dei som er oppførte i tabellen og omtala. Dei fleste er gått ut etter 1—2 års testing, eller så snart det synt seg at dei ikkje høvde for dyrking til matpotet eller som fôrpotetsort. Frå Institutt for plantekultur ved Norges landbrukshøgskole kjem det med visse års mellomrom nummersortar til prøving, og etter kvart vil det nok komme ut nye høvelege sortar til matproduksjon og fôrpotetdyrking, og dessutan sortar for tidleg opptaking.

Tabell 2. Sortsforøk på Holt, Tromsøya, 1966—74 og 1976.
 Table 2. Variety trials with potatoes at Holt, Tromsø, 1966—74 and 1976.

Sort Variety	Feltal Number of trials	Kg pr. dekar Kg per decaire				Tørrstoff Dry matter %	Knollar Tubers < 35 mm %	Kvalitetskarakter Quality	
		Knollar i alt Yield of tubers	Matpotet Table ware	Tørrstoff Dry matter	Smak Taste			Total- intrykk General impression	
Gullauge	16	2532	1652	570	22.5	16	4.2	3.5	
Ottar	9	— 259*	— 135	— 22	24.1	16	4.3	4.0	
Kerrs Pink	9	— 237	— 14	— 91	20.9	12	3.4	3.3	
Saphir	9	+ 191*	+ 695***	+ 25	21.9	9	3.8	3.0	
Laila	8	+ 181	+ 418***	— 19	20.4	11	3.3	3.7	
Di Vernon	7	+ 266	+ 293*	+ 3	20.5	12	3.1	3.1	
Beate	6	+ 336	+ 73	+ 13	20.4	19	3.1	3.6	
Eigenheimer	4	— 77	— 22	— 19	22.5	20	4.3	3.5	
Jøssing	4	— 210	+ 52	— 50	22.4	20	4.1	3.0	
Ora	4	— 58	+ 215	— 51	21.1	9	3.0	3.3	
D x P — 31	6	+ 396*	— 358*	— 64	23.7	15	4.3	3.7	
T-67-42-89	4	+ 379*	+ 625*	+ 36	20.8	9	4.0	3.5	
T-67-42-52	3	+ 260	+ 318	+ 58	22.5	24	4.0	3.5	
T-63-50-16	3	+ 419	+ 388	+ 68	21.6	24	3.6	3.0	

Sortsforsøk i Alta

Forsøka er utførte ved Statens forskingsstasjon Holt, avdeling Alta, i åra 1969—1974 og 1976. Sju felt har lege på sjølve stasjonen og to felt hos ein gardbrukar i Øvre-Alta. Resultata for dei mest prøvde og/eller aktuelle sortar er samla i tabell 3.

Samanlikninga Ottar med Gullauge viser at førstnemnde har gitt størst avling av knollar og tørrstoff pr. dekar. Elles tyder sorteringsresultatet på at Ottar hadde mindre småpotetfraksjon enn Gullauge. Tørrstoffinnhaldet heldt seg i overkant av 23 prosent i begge sortane.

Saphir gav jamt over stor knollavling, med mesteparten av totalavlinga fordelt på knollstorleiken over 45 mm. Matkvaliteten er ikkje tilfredsstillande, både på grunn av for lågt tørrstoffinnhald og dårleg knollform. Ein slik sort som Saphir høver best til fôrpotet.

Blant nummersortane i tabellen knyter det seg størst interesse til T-64-12-36 og T-67-42-89. Begge har gitt lovande avlingsresultat og har vore sterke mot skurvåtak. T-64-12-36 er vel så tørrstoffrik som Gullauge, men er seinare og enda meir småknolla i strøk med kort veksttid og liten varmesum. T-67-42-89 sto avgjort best i matpotetavling, som følge av høg totalavling og forholdsvis lite småpotet. Sorten har litt lågare tørrstoffinnhald enn Gullauge, så kvalitetsmessig kan nok ikkje T-67-42-89 hevde seg med dei beste.

I forsøka i Alta har elles vore med ei rekke andre nummersortar. Ein av desse var T-67-42-64, som både var tolleg follik og hadde høgt tørrstoffinnhald. Eittersom mange av nummersortane er prøvde berre eitt år eller to, er det for tidleg å vurdere dyrkingsverdien.

I forsøka var også med noen tidlege sortar. Av desse sto Alcmaria,

Tabell 3. Sortsforsøk i Alta 1969—1974 og 1976.
Table 3. Variety trials with potatoes in Alta 1969—1974 and 1976.

Sort Variety	Felttal Number of trials	Kg pr. dekar Kg per decare	Kg pr. dekar		Tørrstoff Dry matter %	Sortering, % Grading	
			Knollar i alt Yield of tubers	Matpotet Table ware		Store Big > 45 mm	Små Small < 35 mm
Gullauge	9	1957	2954	689	23.4	46	14
Ottar	9	213	157	67	+	52	10
D x L—165	7	313	212	87	—	76	6
D x L—159	6	343	188	136	—	70	7
Saphir	6	183	677	8	—	71	8
D x P—31	4	140	34	1	—	40	16
T-64-12-36	2	61	400	113	+	45	30
T-67-42-89	2	641	572	134	—	61	6

Barima og Jonsok høgst i knollavling. Ostara og Tanja gav noe mindre avling, men hadde høgare tørrstoffinnhald og vel også noe bedre matkvalitet.

Sortsforsøk i Pasvikdalen

Forsøka er utført ved Statens demonstrasjons- og forsøksgard Svanhovd i åra 1971—1976. Resultata er samanstilte i tabell 4, med Gullauge som målestokksort.

Det framgår av tabellen at det berre er ein sort som har gitt mindre samla knollavling enn Gullauge. Og i matpotetavling står samtlege over målestokksorten. Av dei mest prøvde sortane er det Kerrs Pink, Saskia og nummersorten T-67-42-1 som har hevda seg best i matpotetavling. Deretter kjem Ottar og nummersorten T-67-42-89. Sistnemnde sort har ikkje greidd seg så godt i Pasvikdalen som i Alta og i Troms, og småpotetprosenten var større enn venta av ein såvidt storknolla sort. Nummersorten T-69-5-7, som har vore prøvd berre i 2 år, gav ei storknolla avling med svært lågt tørrstoffinnhald. Ingen av dei andre sortane i tabellen kom på høgde med T-69-5-7 i knollavling over 40 mm grensa. I veksttid er denne nummersorten tidlegare enn Saskia som til vanleg vert dyrka for tidleg optaking. På Svanhovd er det også prøvd andre nummersortar frå Institutt for plantekultur ved Norges landbrukshøgskole, men ingen av desse har vist seg å vere noe betre enn dei som er oppførte i tabell 4.

Tørrstoffinnhaldet heldt seg på eit uvanleg lågt nivå for samtlege sortar. For ein medels tørrstoffrik sort som Gullauge til dømes låg innhaldet berre på 19 prosent. Ottar og nummersorten T-67-42-81 var dei tørrstoffrikaste sortane, og desse har og-

Tabell 4. Sortsforsøk i Pasvikdalen 1971—1976. Table 4. Variety trials with potatoes in Pasvikdalen 1971—1976.

Sort Variety	Felttal Number of trials	Kg pr. dekar Kg per decare			Tørrstoff Dry matter %	Knollar Tubers < 35 mm %	Kvalitetskarakter Quality	
		Knollar i alt Yield of tubers	Matpotet Table ware	Tørrstoff Dry matter			Smak Taste	Total- inntrykk General impression
Gullauge	11	2394	1104	462	19.0	36	2.5	2.3
Ottar	10	166	208	86	+	33	3.3	2.8
Kerr's Pink	10	165	472*	30	—	25	2.0	1.9
Saskia	10	381*	843***	49	—	19	1.7	1.7
T-67-42-1	7	1060**	760**	206**	+	28	2.5	2.5
T-67-42-52	7	129	8	0	+	31	2.8	2.3
T-67-42-81	7	150	21	84	+	35	3.0	2.5
T-67-42-89	7	47	231	21	+	33	1.7	1.4
T-69-5-7	4	91	966**	28	—	9	—	—

så fått dei beste smaks karakterane. Kvalitetsvurderinga gjeld berre prøver frå eitt av dei seks forsøksåra, så desse karakterane kan naturleg nok ikkje vere avgjerande i sortsvurderinga.

Kvart år, med unntak av det første forsøksåret, var det plassert 1 felt på sandjord og 1 felt på myrjord. Rekkefølgen mellom sortane i knollavlinga var stort sett den same på begge jordartene. Det var med andre ord ikkje noko samspel mellom sort og jordart.

	Kg knollar i alt pr. dekar	
	Sandjord	Myrjord
Gullauge	2121	2653
Ottar	2339	2768
Kerrs Pink	2349	2755
Saskia	2308	3227

Grunnen til mindre avlingar på sandjorda var sterk forsommertørke i 1972 og 1973. I åra 1974—1976 var derimot medelavlinga på sandjord 2485 kg mot 2058 kg på myrjord.

Val av potetsort

Valet av matpotetsort står først og fremst mellom Gullauge og Ottar i store delar av Troms og Finnmark. Gullauge har gitt noe mindre avling enn Ottar i Sør-Troms, Alta og Pasvikdalen, medan forholdet var omvendt i forsøka på Tromsøya. Ottar er seinare og har høgare temperaturkrav, og det var truleg derfor han gav minst avling i dette forsøksområdet som hadde lågaste medeltemperatur i veksttida.

Gullauge har lenge vore hovedsorten til matbruk i dei nordlegaste fylka, både fordi han har særleg god smaks kvalitet og fordi han er tolleg avlingssikker. Men knollane er ujamne og noe småfalne, og dei har ein lei tendens til sprekking under opptaking og lagring. Sorten har dessutan lett for å bli smitta av ymse potetsjukdommar, så det har vore vanskeleg å skaffe friske settepoteter til såvel forsøka som til den vanlege potetdyrkar. Frisk utsæd av *Gullauge* er no under oppformering i samband med ei potetsanering som skal komme i gang. Etter planen kan det då berre nyttast godkjent settepotetmateriale av *Gullauge* og andre tilrådde

sortar i dei aktuelle saneringsområda.

Ottar er ein ny norsk sort, foredla ved Institutt for plantekultur på Ås. Han har raue knollar med gul kjøttfarge. Knollane er rundovale og medels store, med grunne grohol. Sorten er sterk mot skurv og andre skjemmaende sjukdommar, og lagringsevna synest å vere god. I veksttid eller vekstrytme står han på overgangen halvtidleg til halvsein.

Gullauge og *Ottar* står avlingsmessig nokolunde likt i medel for heile forsøksdistriktet. I dei beste jordbruksbygdene vil *Ottar* kunne gi større avlingar av knollar og tørrstoff, medan *Gullauge* er meire avlingssikker der vekstvilkåra er mindre gode. *Ottar* liknar noe på *Pimpernel*, den eine av foreldresortane, i dette at han brukar forholdsvis lang tid frå setting til oppspiring og danning av bladverket. Han treng derfor ei god lysgroing for at risveksten skal komme fortare i gang.

Tørrstoffinnhaldet er svært høgt hos *Ottar*. I forsøka hadde han jamt over høgare innhald enn dei andre sortane. Med det høge tørrstoffinn-

haldet kom Ottar blant dei follikaste sortane når det galdt tørrstoffavling pr. dekar.

I vurderinga av matkvaliteten fekk Ottar oftast dei beste karakterane, både med omsyn til smaksegenskapen og det samla inntrykket av sorten som matpotet.

På bakgrunn av forsøksresultata i denne meldinga og dessutan mange lovord frå praktisk hald, må det vere riktig å tilrå at Ottar etter kvart avløysar Gullauge i Sør-Troms og andre områder eller bygder med lalege vekstvilkår.

Kerrs Pink har gitt relativt stor matpotetavling på alle forsøksstade- ne, trass i at han hører til i den halvseine sortsgruppa. Sorten er nærmast storknolla, så det går lite bort av totalavlinga i småpoteter. Men tørrstoffinnhaldet er heller lågt hos *Kerrs Pink* dyrka så langt mot nord. Det låge tørrstoffinnhaldet var utan tvil den viktigaste grunnen til at sorten sjeldan fekk godt resultat i kvalitetsdømminga, slik det er vanleg for *Kerrs Pink* dyrka lengere sør i landet. Konklusjonen er at *Kerrs Pink* kan gi tolleg store knollavlingar også i dei nordlegaste fylka, men toppkvalitet av avlinga kan ikkje ventast. Til dyrking av kvalitetspotet bør derfor ikkje valet først falle på *Kerrs Pink*. Sorten kan berre tilrådest for dyrking i dei varmaste bygdene, der det er størst sjanse for at han får såpass høgt tørrstoffinnhald at matkvaliteten vert tilfredsstillande. Ein annan faktor som truleg dreg *Kerrs Pink* ned i kvalitetsdømminga, er at sorten har kvit kjøttfarge. I den nordlege landsdelen vil folk flest ha poteter med gult kjøtt.

Mandel er kjend for framifrå god matkvalitet, og vert derfor mykje

dyrka sjølv om sorten ikkje er tevl- før med Gullauge og andre matpotet- sortar i avling. På varme jordartar i indre og sørlege strøk av Troms kan *Mandel* gi tilfredsstillande matpotet- avlingar i vanlege gode år.

Pimpernel har raue fine knollar med gul kjøttfarge, og særns god mat- kvalitet. Tørrstoffinnhaldet er høgt når sorten får vekse fram til mod- ning. Men han er så sein at vekst- tida vert for kort og varmesummen i dei fleste bygdene for låg til at han kan gi tilstrekkeleg stor avling med god matkvalitet. *Pimpernel* er spire- treg, så han treng noe ekstra groings- tid. Velgrodd *Pimpernel* dyrka på god potetjord kan gi brukande mat- potetavlingar i visse bygder, slik det har synt seg både i forsøk og prak- tisk dyrking i Kvæfjord og på Gryt- øy ved Harstad.

Nummersorten T-67-42-89 har gitt såpass lovande resultat at han bør komme på lista over tilrådde sortar. Sorten er follik og har bra mat- kvalitet. Knollane er raue i skallet og gule inni. Knollforma er rundoval med grunne grohol. Denne nummer- sorten reknast som halvtidleg og gir for det meste ei storknolla avling. Han skulle kunne dyrkast i heile landsdelen, kanskje særleg til skrelle- potet ettersom knollane er store og velforma.

Saphir er truleg den høvelegaste fôrpotetsorten i store deler av lands- delen. Sorten er follik og storknolla med medels høgt tørrstoffinnhald. Til fôrpotet er det likevel mest aktuelt for dei fleste å dyrke den matpotet- sorten som går best og gir størst av- ling på garden. Dei likaste matpotet- sortane er gjerne dei som også gir størst tørrstoffavling eller fôravling.

Summary

This paper deals with the results of field trials with potato varieties, carried out during the period 1966—1976. Sixteen of the trials were located at Holt Agricultural Research Station, near Tromsø (60° 39' N). Twelve trials were on farms in the southern part of Troms county, nine in Alta and eleven in Pasvikdalen in Finnmark county.

Out of a total of 21 varieties listed in the tables 1—4, *Beate*, *Jøssing*, *Laila*, *Ottar* and nine new breeds are from Farm Crops Institute, Agricultural University of Norway. The principal results for the varieties are to be found in the preceding tables. The varieties are compared with *Gullauge*, an old local table potato which is very common in the two counties.

On the basis of the trial results the following varieties can be recommended for practical cultivation:

Ottar, Gullauge, Mandel, and the new breed T-67-42-89 as table potatoes in both counties. In addition Kerr's Pink and Pimpernel can be grown in Southern Troms. *Saphir* is pointed out as a fodder potato.

Ottar is a new semi-early variety

with high contents of dry matter and particularly good table quality. The variety gave approximately as high yield of tubers as Gullauge altogether in the district. Ottar is immune to wart disease and has a very good resistance against the most common type of scab, *Streptomyces scabies*.

Gullauge has during many years given a satisfactory yield of tubers. The table quality, especially the taste, is very good. But the tubers have a tendency to fissure formation, and are liable to be affected by various rot organisms. The variety is not immune to black wart, and it is very susceptible to late blight and virus diseases.

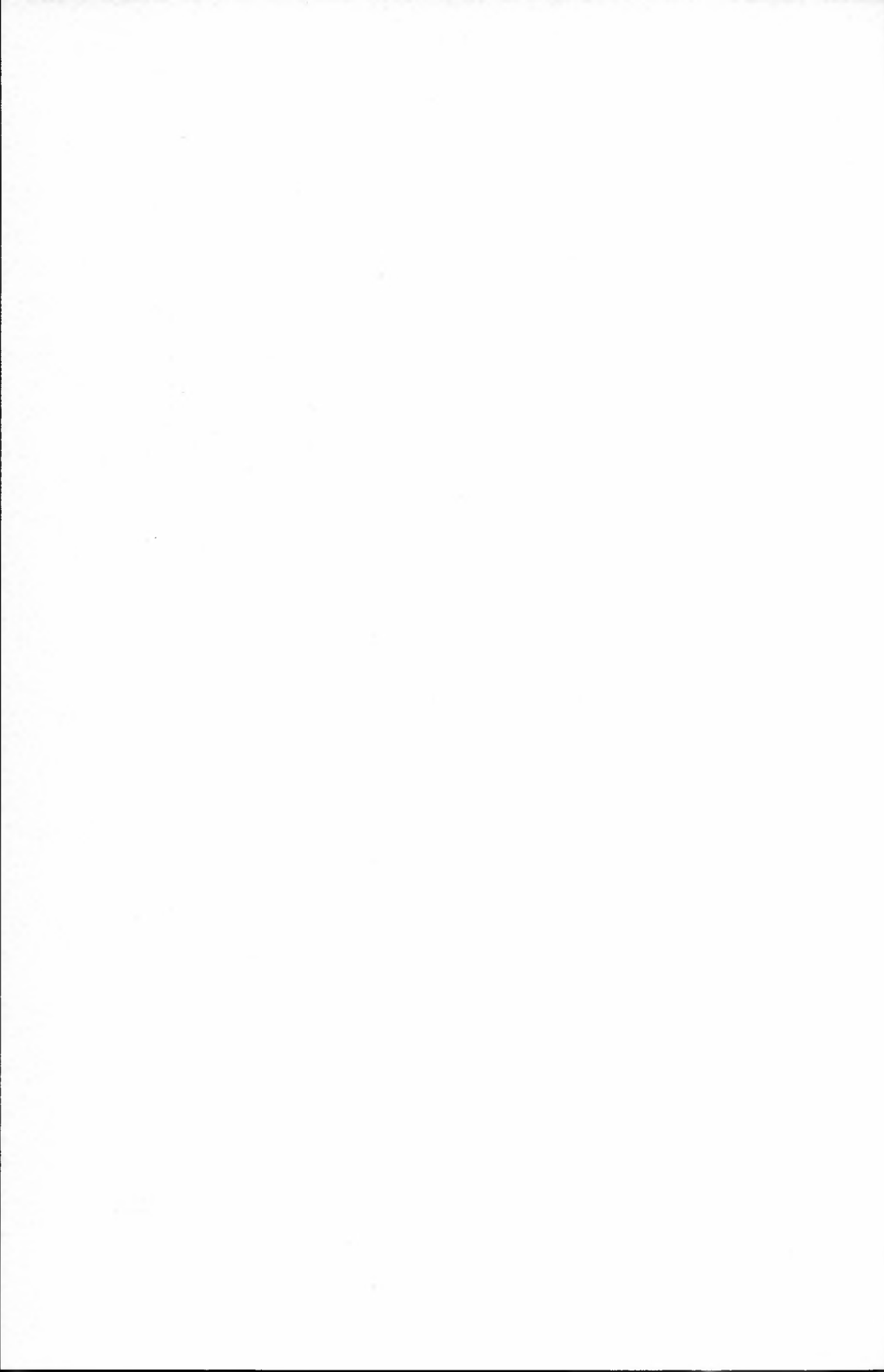
Mandel is an excellent table potato. The variety gives usually lower yield than Gullauge.

The new breed T-67-42-89 gave significantly higher yield of tubers than Gullauge. T-67-42-89 has well formed, red-skinned tubers, with medium cooking quality.

Kerrs Pink and *Pimpernel* are well-known and earlier described in several publications.

Litteratur

- Andersen, I. L., 1975: Tørråte på potet i Troms fylke i år (1975) 25 år etter det første, sterke angrepet viste seg i Sør-Troms. Norden, 79: 646—649.
- Ingebrigtsen, S., 1956: Forsøk med potetsorter. Forskn. fors. Landbr. 7: 459—476.
- Rapp, K., 1969: Forsøk med potetsorter i Øst-Finnmark 1954—66. Forskn. fors. Landbr. 20: 187—198.
- Schjelderup, I., 1971: Potetforsøk i Finnmark. Norden, 75: 391—395.
- Østgård, O., 1967: Sortsforsøk med potet 1953—65. Forskn. fors. Landbr. 18: 41—56.



I redaksjonen 23.3. 1977.

RESTER AV LINURON OG PROMETRYN I GULROT OG NEDBRYTING I JORD I SØR- OG NORD-NORGE

*Residues of linuron and prometryne in carrots and decomposition
in soil in the South- and the North part of Norway*

AV
TOR JOSTEIN FIVELAND

INNHold

	Side
I. Sammendrag	346
II. Innledning	346
III. Forsøksplan	347
IV. Resultater	348
1. Avlingsutslag	348
2. Rester i planter og jord	352
V. Diskusjon	361
VI. Summary	362
VII. Litteratur	363

I. Sammendrag

I 1973 ble det anlagt ett forsøk ved Statens plantevern, Ås og ett ved Statens forskningsstasjon Holt, Tromsø. Det ble brukt to herbicider, linuron og prometryn med følgende dosering: 150 og 300 g like før gulrota spirte, 150 + 150 og 300 + 300 g med sprøyting henholdsvis like før gulrota spir-

te og når gulrotplantene hadde 1—2 varige blad. I 1974 ble rutene delt. På den ene halvparten ble det dyrket gulrot med gjentatt behandling og på den andre halvparten ble det dyrket fórraps. I 1975 sådde en fórraps på hele feltet.

Resultater

Gulrot: Både linuron og prometryn var selektive selv ved største dosering.

Fórraps: Ved normal dosering av linuron og prometryn ble avlingen av fórraps ikke påvirket, derimot av største mengde linuron.

Rester i produktene: På Ås resulterte linuron-sprøyting i små rester i gulrot. Restinnholdet var større 8 uker etter sprøyting enn ved normal høstetid.

På Holt inneholdt gulrota lite linuron etter 150 g utsprøyta før oppspiring. Ved større dosering og sprøyting etter oppspiring ble restinnholdet større, helt opp i 1,45 ppm etter 600 g linuron i 1974. Også på Holt var restinnholdet mindre om høsten enn 8 uker etter siste sprøyting. Fórraps dyrket etter linuronbehandlingen inneholdt < 0,1 ppm på Ås. Etter 600 g linuron fant en 0,1 ppm i fórraps på Holt, de andre prøvene inneholdt mindre.

Prometryninnholdet i gulrot var < 0,1 ppm etter alle behandlingene både på Ås og Holt.

Persistens: Etter 150 g linuron utsprøyta i 1973 kunne en ved kjemisk analyse ikke påvise linuron i jord høsten 1975 på Ås, derimot etter de andre doseringene. Gjentatt behandling påfølgende år resulterte i større rester i jorda høsten 1975 enn bare ett års behandling. På Holt ble linuron seinere inaktivert enn på Ås. Prometryn, derimot ble raskest nedbrutt på Holt. 150 g prometryn utsprøyta i juni 1973 kunne ikke påvises i jorda samme høst. Gjentatt behandling påfølgende år resulterte ikke i opphoping av prometryn i jorda. På Ås ble prometryn seinere nedbrutt og en gangs behandling med 150 g prometryn kunne påvises ett år lengre enn på Holt. Gjentatt behandling påfølgende år resulterte ikke i noen opphoping av prometryn i jord.

II. Innledning

Ved bruk av kombinerte jord- og bladherbicider er det ønskelig med en viss varighet på ugrasvirkning, altså en persistens som er tilpasset formålet og klimaet på stedet de brukes. Persistensen er avhengig av flere faktorer som dosering, jordart, pH, jord-

fuktighet og temperatur. Derfor ville det vært ønskelig at herbicider som brukes i distrikter med kort veksttid hadde kortere nedbrytningstid enn de herbicidene som brukes under mer gunstige klimaforhold. For å få størst mulig nytte av et herbicid er det me-

get viktig at en har kjennskap til persistensen under ulike forhold.

I Sør-Norge har det bare unntaksvis vært rapportert om skade på etterfølgende kulturer etter bruk av linuron. Derimot har linuron i flere tilfelle gitt skade på etterfølgende kulturer i Troms (*Andersen og Samuelsen, 1974*). Skadesymptomer har blitt registrert i gulrot, kålrot, potet og timotei.

Her i landet blir linuron mye brukt til frøgrasbekjempelse både i gulrot og potet. Derfor er det meget viktig å ha kjennskap til persistensen under

ulike klimaforhold, ved ulik dosering og om årlig behandling er tillatelig. Denne meldingen redegjør for resultatene av ett forsøk på Ås og ett i Tromsø i 1973—1975.

Jeg vil herved få takke Statens forskingsstasjon Holt, ved forsker Ivar L. Andersen for gjennomførelsen av markforsøket på stasjonen. Dessuten vil jeg takke Kjemisk analyselaboratorium ved forsøksleder Håkon Friestad som har utført de kjemiske restanalyser i plantematerialet og jordprøvene.

III. Forsøksplan

Det ble gjennomført 2 forsøk, ett ved Statens plantevern, Ås (60° N) og ett på Statens forskingsstasjon Holt, Tromsø, (70° N) etter følgende plan:

	Behandlingstid		
	Like før gulrota spirte	Gulrota 1—2 varige blad	
1. Usprøyta			
2. linuron	150 g/daa	x	
3. —»—	300 »	x	
4. —»—	150 »	x	x
5. —»—	300 »	x	x
6. prometryn	150 »	x	
7. —»—	300 »	x	
8. —»—	150 »	x	x
9. —»—	300 »	x	0

Forsøket ble lagt opp som blokkforsøk, med 3 gjentak. Anleggstrutene var 3,9 x 4,0 m = 15,6 m². I 1973 ble det sådd gulrot på hele feltet, og behandlingen ble utført som angitt i planen. I 1974 ble anleggstrutene delt på langs. På den ene halvparten ble det sådd gulrot med gjentatt behand-

ling. På den andre halvparten ble det sådd fórraps. I 1975 ble det sådd fórraps på hele feltet.

Prøvetaking: Jordprøvene ble tatt ut i en dybde av 0—10 cm. Tidspunktet for uttak av jordprøver går fram av figurene.

Gulrot til restanalyse ble tatt ut 8 uker etter siste behandling og ved ordinær høstetid. Prøve av fórraps til restanalyse ble tatt ut ved høsting.

På Statens forskingsstasjon Holt ble feltet pløyd, mens feltet på Ås ble freset.

Jordarten på Ås var en skjør leire med et humusinnhold på 6 %, mens jorda i Troms hadde et humusinnhold på 9 % og et stort innhold av finsand, hele 56 %. Mekanisk sammensetning og næringsinnhold i de 2 jordartene går fram av tabell 1.

Temperatur og nedbør i vekstsesongen går fram av tabell 2 og 3.

Linuron i plantemateriale ble analysert ved Kjemisk analyselaboratorium, NLH etter en metode beskrevet av *Friestad (1974)*. Linuron i jord og prometryn i jord- og plantemateriale ble analysert ved Kjemisk analyselaboratorium, NLH etter en metode utarbeidet av *Friestad (1977)*.

Tabell 1. Mekanisk sammensetning og næringsinnhold.
Composition of soils.

	Ås	Holt
Andel > 2 mm (%)	14	12
Mekanisk analyse < 2 mm (%)		
Grovsand 2,0—0,2 mm	43	31
Finsand 0,2—0,02 mm	21	56
Grovleir 0,02—0,002 mm	20	9
Leir < 0,002 mm	16	4
Humus %	6	9
pH	5,6	6,3
P-AL	57	15
K-AL	28	4,6

Tabell 2. Gjennomsnittlig temperatur på forsøksstedene.
Average temperature at Ås and Holt.

	Mai— Sept.	Okt.— April	År
Holt			
1973	8,5	— 1,2	2,3
1974	9,3	— 0,8	3,7
1975	7,1	— 0,8	2,7
Ås			
1973	13,5	— 0,6	6,0
1974	15,3	1,9	7,9
1975	14,6	1,6	7,7

Tabell 3. Nedbør (mm) på forsøksstedene.
Precipitation (mm) at Ås and Holt.

	Mai— Sept.	Okt.— April	År
Holt			
1973	418	825	1243
1974	300	435	735
1975	502	1046	1548
Ås			
1973	327	216	543
1974	492	439	931
1975	271	341	612

IV. Resultater

1. Avlingsutslag

A. Gulrot

Både linuron og prometryn var selektive i gulrot selv ved 4 ganger normal dosering. Avlingene ble lite påvirket ved overdosering (tabell 4).

Ved gjentatt behandling påfølgende år var det en tendens til redusert avling etter linuron på Holt ved bruk av 4 ganger normal dosering.

B. Førraps

Ved normal dosering av linuron og prometryn ble avlingene lite påvirket

både på Ås og Holt (tabell 5). Største dosering av linuron (4 ganger normal mengde) reduserte førrapsavlingen, derimot var det ikke noen klar avlingsreduksjon etter høyeste dosering av prometryn.

C. Skade

Hverken linuron eller prometryn skadet gulrotplantene visuelt. På Ås ga hverken linuron eller prometryn visuell skade på førraps ved dosering opptil 300 g/daa etter ett års sprøy-

Tabell 4. Gulrot vekt (g/rot) etter ett og to års behandling med linuron og prometryn.
Effect of linuron and prometryne on the yield of carrot.

Like for oppspiring av gulrota <i>Pre-crop emergence</i>	Uspr. <i>Untr.</i>	linuron g/daa			prometryn g/daa		
		150	300	150	300	150	300
Gulrota 1—2 varige blad <i>Post-crop emergence</i>		0	0	150	300	0	150
1973							
Statens forskingsstasjon Holt							
Vekt/gulrot (gram): <i>weight/carrot (gram):</i>							
8 uker etter siste behandling	9,7	11,6	10,4	9,7	9,7	12,0	8,7
8 weeks after post-crop application							11,3
Ved vanlig høstetid	45,3	39,6	51,0	42,6	44,9	50,8	47,4
<i>At ordinary time of harvest</i>							
1974							
As							
8 uker etter siste behandling	16,7	27,4	25,9	24,4	20,5	27,4	27,1
8 weeks after post-crop application							21,4
Ved vanlig høstetid	85	86	108	91	85	85	120
<i>At ordinary time of harvest</i>							
Statens forskingsstasjon Holt							
8 uker etter siste behandling	6,6	7,1	7,2	4,7	3,8	5,9	7,3
8 weeks after post-crop application							3,8
Ved vanlig høstetid	71	85	74	66	64	63	55
<i>At ordinary time of harvest</i>							

Tabell 5. Førrapsavling etter foregående års sprøyting i gulrot i 1973.
The carry over effect on the yield of fodder rape.

Behandling <i>Treatment</i>	Uspr. <i>Untr.</i>	linuron g/daa			prometryn g/daa		
		150	300	300	600	300	300
		150	300	300	600	300	600
Tørrstoff kg/daa. 1974							
<i>Dry matter kg/1000 m²</i>							
Ås	823	- 32	+ 8	- 60	- 92	- 19	- 35
Holt	271	+ 54	- 15	- 24	- 139	+ 80	+ 48

ting. Ved større dosering ble førrapsen skadet allerede etter ett års behandling. Ved de store doseringene skadet linuron førrapsen mer enn prometryn.

På Holt ga selv minste dosering av både linuron og prometryn skade etter ett års sprøyting. Skaden ble større med økende dosering (tabell 6). Linuron skadet mer enn prometryn.

Etter 2 års sprøyting ble det ikke registrert skade og avlingsutslag av førraps på Holt p.g.a. de meget ugunstige vekstforholdene i 1975. På Ås ga ikke minste mengde linuron skade, men alle de andre linuronbehandlingene. Prometryn i en mengde opptil 300 g/daa pr. år skadet ikke førrapsen etter 2 års sprøyting. Ved å øke doseringen til 600 g/daa ble førrapsen skadet, tilsvarende samme skade som etter 300 g linuron pr. år.

Tabell 6. Skade på forraps etter ett og to års sprøyting i gulrot.
Damage to fodder rape after one and two years of application of linuron and prometryne to carrots.

Skala 1—10. 1 = ingen skade
 10 = alt drept
 1 = no damage
 10 = total damage

Behandling Treatment	Uspr. Untr.	linuron g/daa			prometryn g/daa		
		150	300	600	150	300	600
Ås							
1974. Skade på forraps etter sprøyting i 1973	1	1	1	4	1	1	2
1974. <i>Damage to fodder rape after application in 1973</i>							
1975. Skade på forraps etter sprøyting i 1973	1	1	1	3	1	1	1
1975. <i>Damage to fodder rape after application in 1973</i>							
Skade på forraps etter sprøyting i 1973 og 1974	1	1	3	6	1	1	3
<i>Damage to fodder rape after application in 1973 and 1974</i>							
Statens forskingsstasjon Holt							
1974. Skade på forraps etter sprøyting i 1973	1	3	4	9	2	4	4
<i>Damage to fodder rape after application in 1973</i>							

2. Rester i planter og jord

A. Planter

Resultatene går fram av tabell 7 og 8. Ved vurdering av resultatene må en være oppmerksom på at detekteringsgrensen for linuron i gulrot = 0,02 ppm, mens detekteringsgrensen for linuron i fôrraps og prometryn i gulrot = 0,1 ppm. Gulrotprøvene til restanalyse ble tatt ut 8 uker etter siste behandling og ved normal høstetid.

Linuron ga små rester i gulrot på Ås ved normal dosering (150 g/daa) utsprøya like før gulrota spirte både etter ett og to års behandling. Ved å fordoble doseringen ble det funnet små rester av linuron, disse ble redusert i løpet av vekstsesongen. To gangers sprøyting hvert år med normal dosering (150 g/daa) ga også ubetydelige rester i gulrota. Restene ble noe større etter to sprøytinger hvert år med dobbel dosering hver gang. Restinnholdet avtok utover i vekstsesongen (tabell 7).

På Holt inneholdt gulrota noe mer linuron enn på Ås ved normal dosering og særlig ved overdosering. Andre året inneholdt gulrota mer linuron enn første året. Mengden av linuron avtok utover i vekstsesongen (tabell 8).

Fôrraps som ble dyrket etter ett års sprøyting inneholdt ikke påvisbare rester av linuron på Ås. Derimot ble det funnet 0,1 ppm linuron etter 600 g linuron på Holt (Detekteringsgrensen = 0,1 ppm).

Prometryn ga ikke påvisbare rester i gulrot hverken på Ås eller Holt etter noen av behandlingene. (Detekteringsgrense = 0,1 ppm).

B. Jord

Resultatene går fram av fig. 1—6. Detekteringsgrense for linuron og prometryn = 0,1 ppm. Inaktivering

av linuron og prometryn foregikk forholdsvis raskt, og om høsten i sprøyteåret var mengdene kraftig redusert, størst for høyeste dosering.

Linuron viste ulik nedbrytingshastighet på Ås og Holt. I 1973 var nedbrytningshastigheten etter ett års behandling noenlunde den samme på begge steder. Om høsten i behandlingsåret lå restene på ca. 0,5 ppm linuron både på Ås og Holt etter normal dosering, mens restene var 1,5—2 ppm etter 4 ganger normal dosering. I 1974, året etter sprøyting, var linuroninnholdet i jorda noenlunde det samme begge steder, mens forskjellene var større i 1975. Da kunne det ikke påvises linuron etter 150 g linuron på Ås, mens innholdet i jorda på Holt var 0,15 ppm. Forskjellen var særlig stor etter bruk av 600 g linuron. Innholdet i jorda på Ås var 0,25 ppm og på Holt var innholdet 1,3 ppm.

Ved behandling i 2 år etter hverandre, var det større forskjell i nedbrytningshastighet enn etter 1 års sprøyting. Høsten 1974 inneholdt jorda på Ås 0,4 ppm og på Holt 0,75 ppm etter 150 g linuron utsprøya i 1973 og 1974. Det tilsvarende linuroninnholdet i jord etter 600 g linuron i hvert av årene 1973 og 1974 var 1,8 ppm på Ås og 4,1 ppm på Holt. Neste høst (1975) var linuroninnholdet redusert til 0,15 ppm på Ås og 0,6 ppm på Holt og 1,2 ppm på Ås og 2,1 ppm på Holt etter henholdsvis 150 og 600 g linuron utsprøya i 1973 og 1974.

Prometryn ble i motsetning til linuron raskere inaktivert på Holt enn på Ås. Normal dosering av prometryn, 150 g/daa, kunne ikke påvises om høsten i sprøyteåret på Holt, men innholdet på Ås var 0,5 ppm. Etter bruk av 4 ganger normal dosering var prometrynninnholdet i jord 0,5 ppm på Holt

Tabell 7. Rester av linuron i gulrot og forraps, Statens plantevern, Ås.
Residues of linuron in carrot and fodder rape. Norwegian Plant Protection Institute, Ås.

Behandlingsstid <i>Time of application</i>	linuron g/daa ved hver be- handling linuron g/1000 m ² at each appl.	linuron g/daa <i>Total linuron g/1000 m²</i>		Gulrot <i>Carrot</i>		Forraps <i>Fodder rape</i>			
		1973	1974	linuron mg/kg	Ant. dager etter be- handling <i>No. of days after applic.</i>	linuron mg/kg	Ant. dager etter siste behandling <i>No. of days after applic.</i>	linuron mg/kg	
									1973	1974
Like før gulrota spirte <i>Pre-crop emergence</i>	150	150	300	0,04 0,03	70 105	68 109	0,02 0,02	417	i.p.
Like før gulrota spirte. <i>Pre-crop emergence</i>	300	300	600	0,06 0,06	70 105	68 109	0,10 0,04	417	i.p.
Like før gulrota spirte <i>Pre-crop emergence</i>	150								
Gulrota 1—2 varige blad <i>Post-crop emergence</i>	150	300	600	0,08 0,04	56 91	42 82	0,08 0,05	404	i.p.
Like før gulrota spirte <i>Pre-crop emergence</i>	300								
Gulrota 1—2 varige blad <i>Post-crop emergence</i>	300	600	1200	0,07 0,11	56 91	42 82	0,12 0,08	404	i.p.

i.p. = ikke påvisbare rester i gulrot = <0,02 ppm
i.p. = ikke påvisbare rester i forraps = <0,1 ppm
i.p. = not detectable residues in carrot... = < 0,02 ppm
i.p. = not detectable residues in fodder rape = < 0,1 ppm

Tabell 8. Rester av linuron i gulrot og forraps. Statens forskingsstasjon Holt, Tromsø.
Residues of linuron in carrot and fodder rape.

Behandlingstid <i>Time of application</i>	linuron g/daa ved hver be- handling linuron g/1000 m ² at each appl.	linuron g/daa <i>Total linuron g/1000 m²</i>		Gulrot <i>Carrot</i>				Forraps <i>Fodder rape</i>	
		1973	1974	Ant. dager etter be- handling <i>No. of days after applic.</i>	linuron mg/kg	Ant. dager etter be- handling <i>No. of days after applic.</i>	linuron mg/kg	Ant. dager etter siste behandling <i>No. of days after applic.</i>	linuron mg/kg
				1973	1974		1974		
Like før gulrota spirte <i>Pre-crop emergence</i>	150	150	300	72 113	0,07 0,07	50 104	0,12 0,02	471	i.p.
Like før gulrota spirte <i>Pre-crop emergence</i>	300	300	600	72 113	0,11 0,06	50 104	0,33 0,05	471	i.p.
Like før gulrota spirte <i>Pre-crop emergence</i>	150								
Gulrota 1—2 varige blad <i>Post-crop emergence</i>	150	300	600	56 97	0,16 0,18	38 90	0,74 0,17	455	i.p.
Like før gulrota spirte <i>Pre-crop emergence</i>	300								
Gulrota 1—2 varige blad <i>Post-crop emergence</i>	300	600	1200	56 97	0,45 0,43	38 90	1,45 0,49	455	0,1

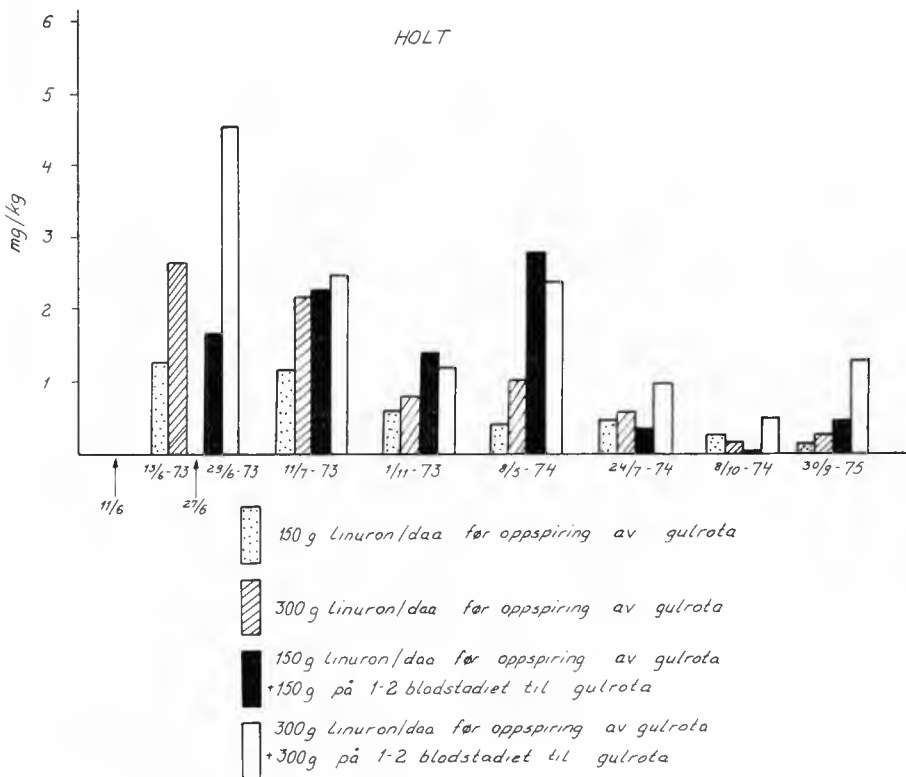
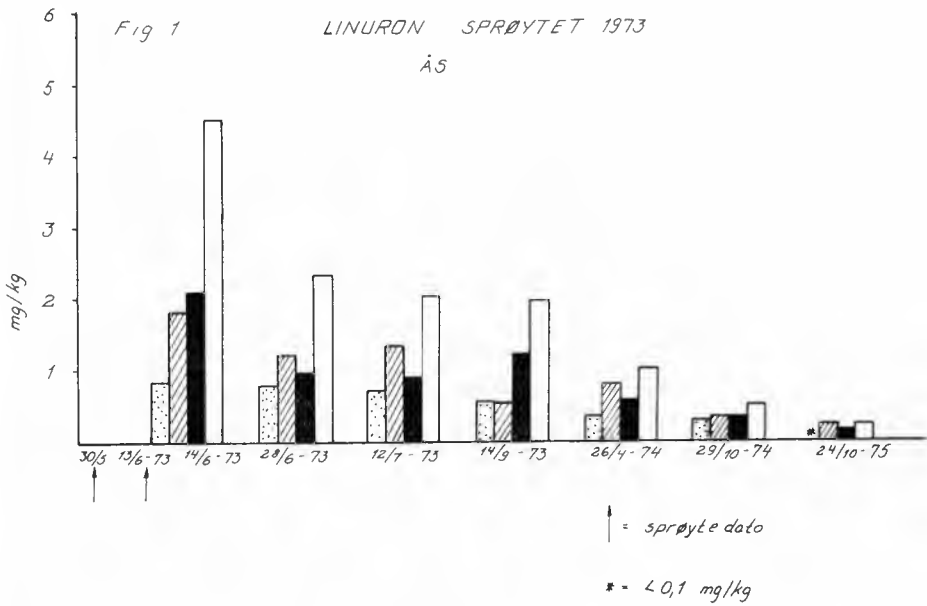


Fig. 2. LINURON SPRØYTET 1973 - 1974.

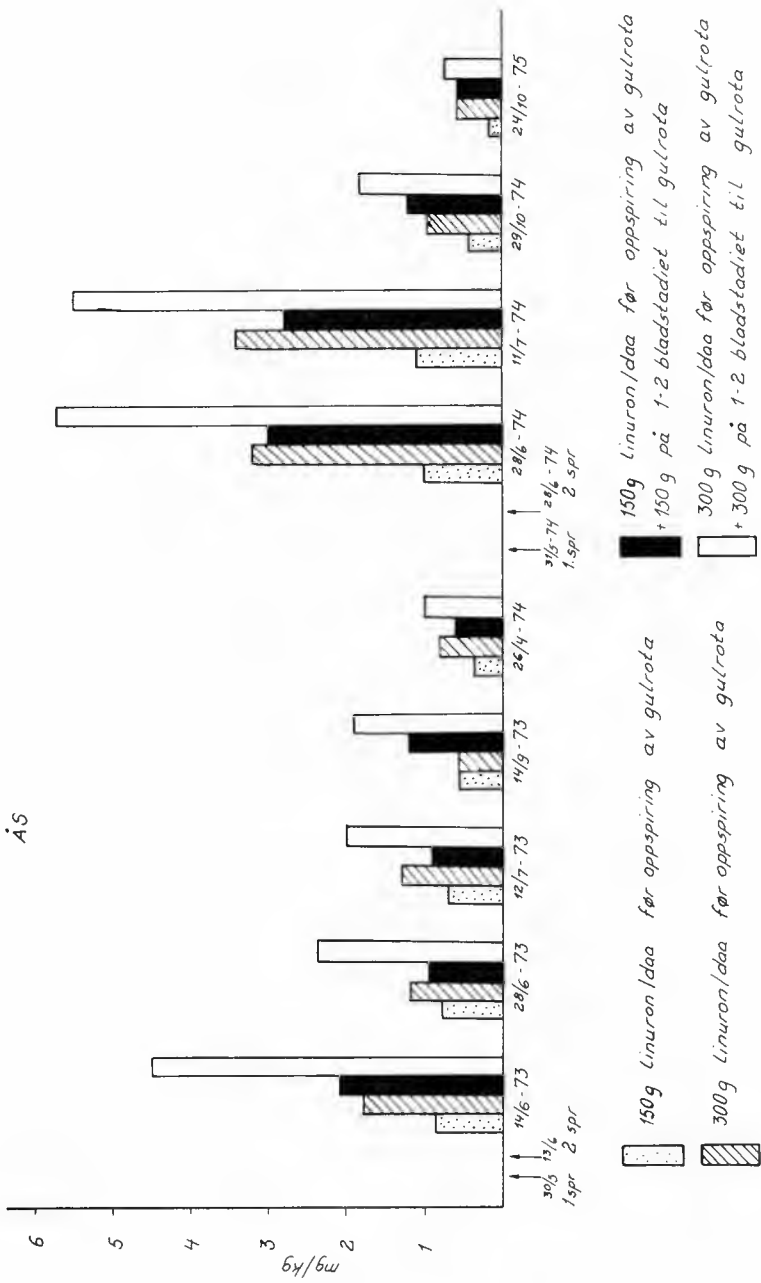


Fig. 3. LINURON SPRØYTET 1973 - 1974

HOLT

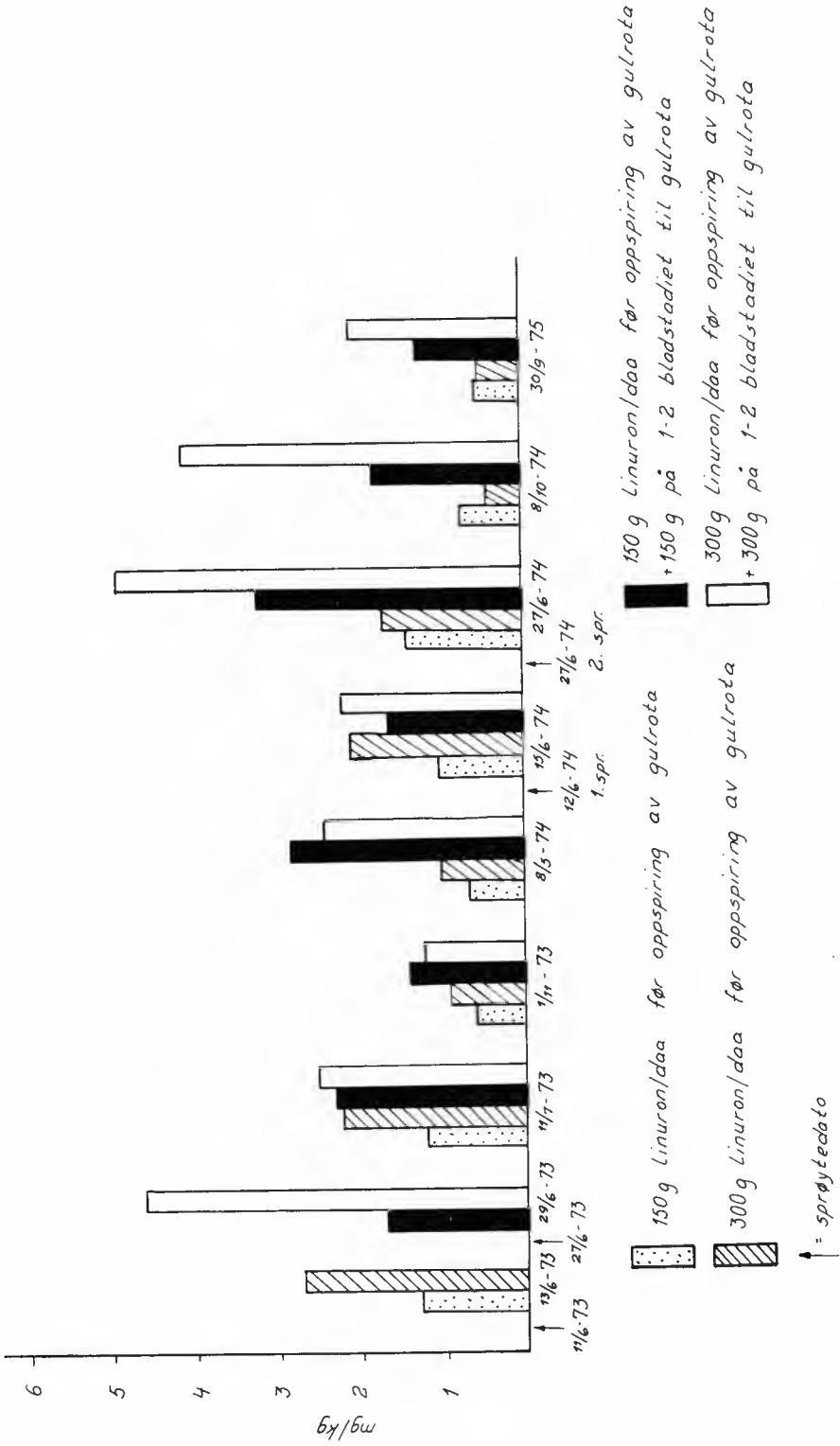
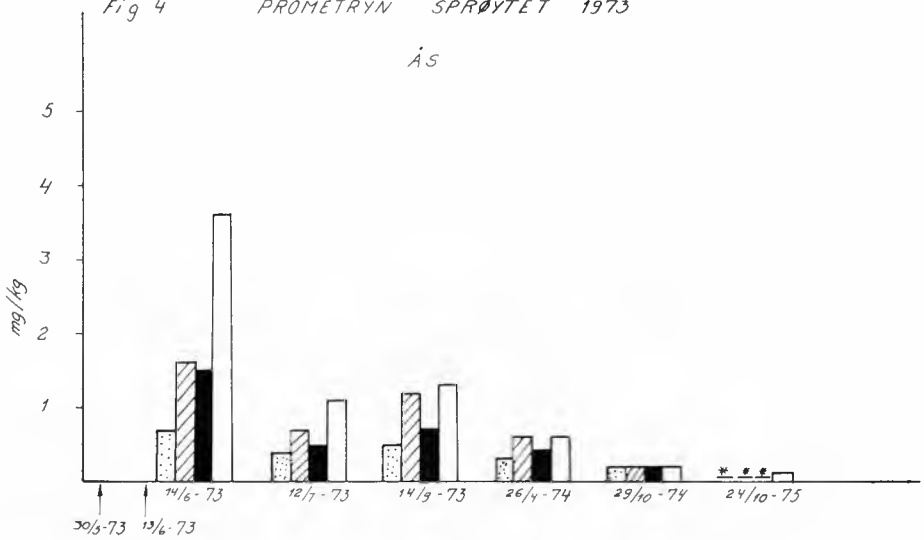


Fig 4 PROMETRYN SPRØYTET 1973

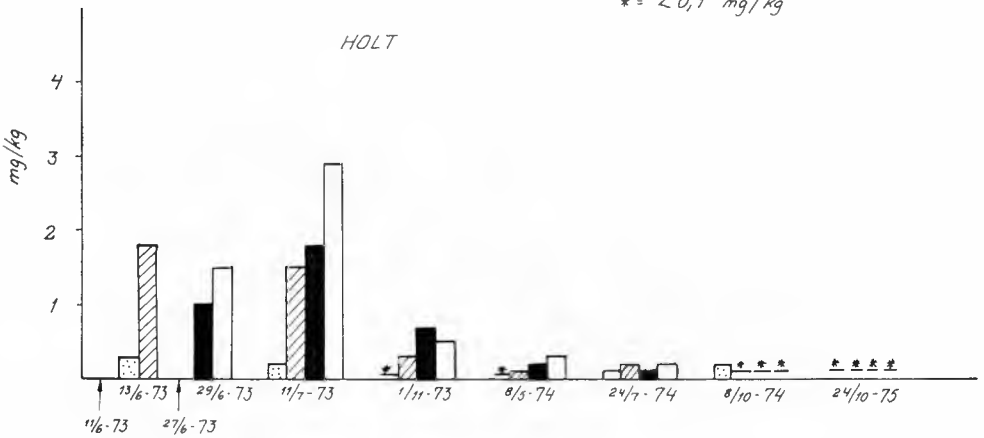
ÅS




↑ = sprøytedato


* = < 0,1 mg/kg

HOLT



 150g prometryn/daa før oppspiring av gulrota

 300g prometryn/daa før oppspiring av gulrota

 150g prometryn/daa før oppspiring av gulrota
+ 150g på 1-2 bladstadiet til gulrota


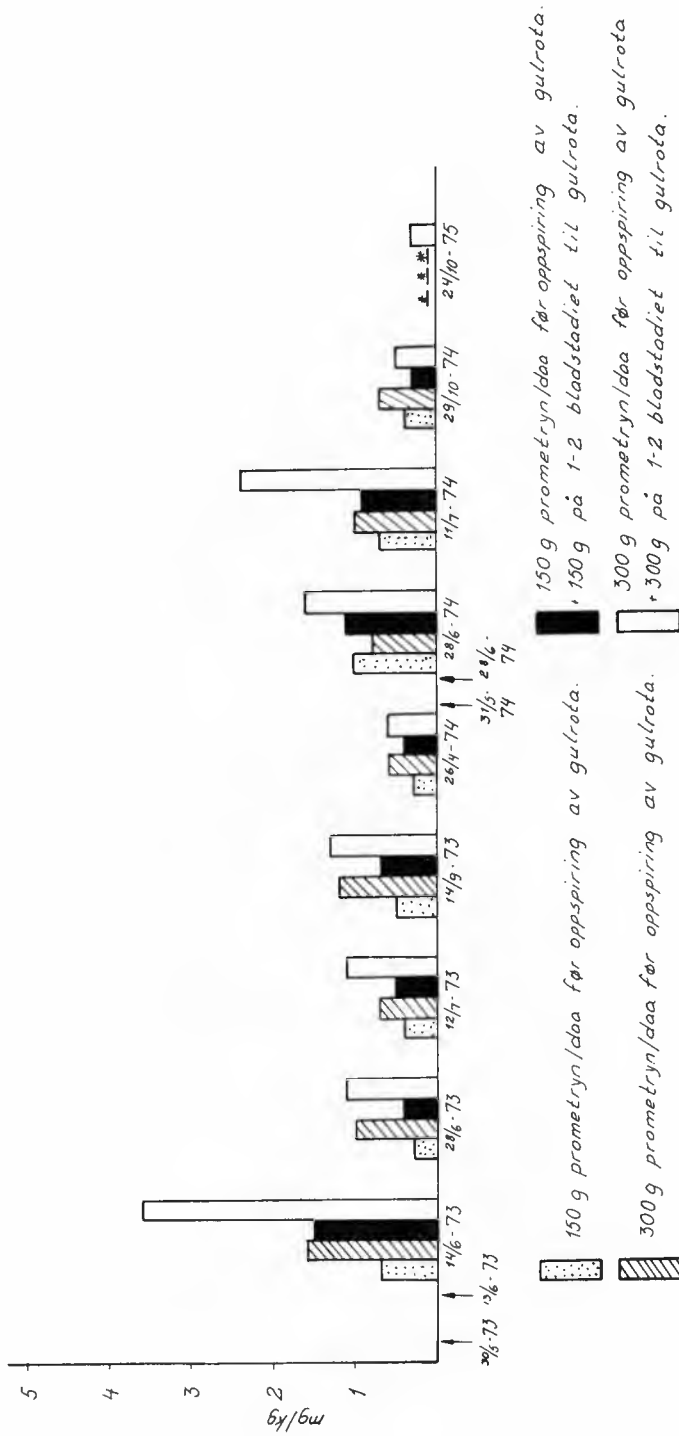
 300g prometryn/daa før oppspiring av gulrota
+ 300g på 1-2 bladstadiet til gulrota.

Fig. 5. PROMETRYN... SPRØYET 1973 - 1974

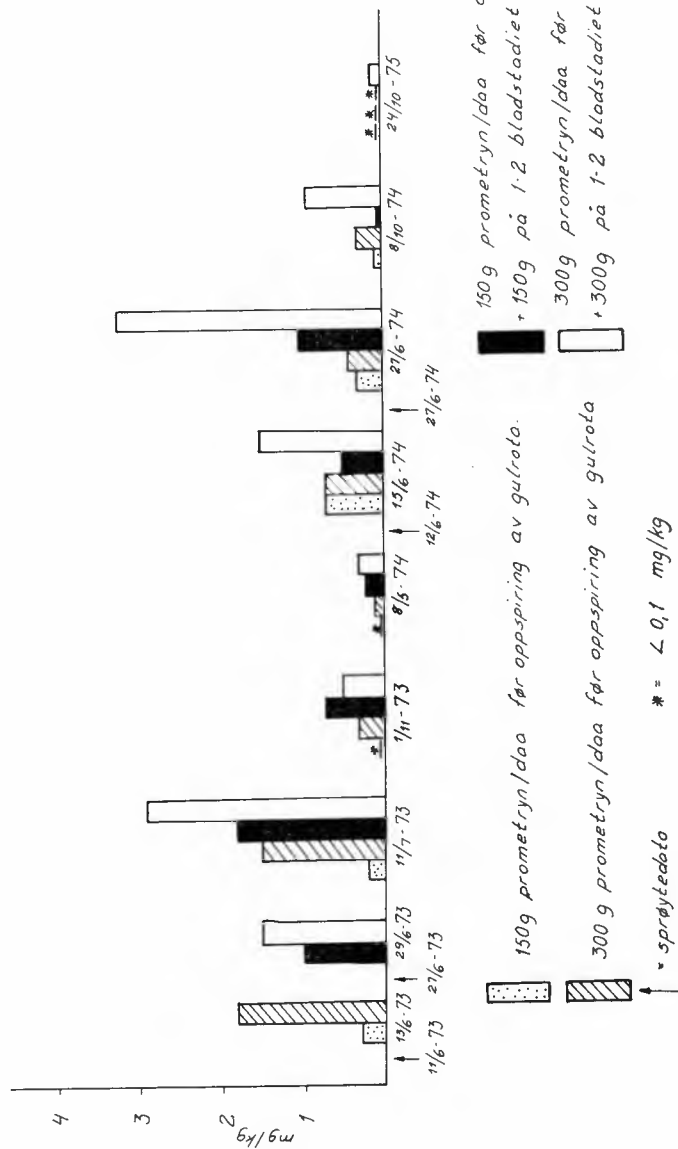
ÅS



* = < 0,1 mg/kg

Fig. 6. PROMETRYN SPRØYETET 1973 - 1974

HOLT



og 1,3 ppm på Ås. I 1974 var det bare ubetydelige rester igjen i jorda på Holt, mens det på Ås var ca. 0,2 ppm tilbake. Høsten 1975 kunne det ikke påvises prometryn på Holt, mens det på Ås var 0,1 ppm etter 600 g prometryn.

Etter sprøyting i 2 år, var det en liten opphopning av prometryn på Ås mens økningen var mye mindre på

Holt. To års sprøyting med 150 g prometryn resulterte i et restinnhold høsten 1974 på bare 0,1 ppm på Holt, mens restinnholdet var 0,4 på Ås. Høsten 1975 kunne det ikke påvises prometryn i jorda på noen av stedene, unntatt etter 4 ganger normal dosering. Da var restinnholdet 0,1 ppm og 0,3 ppm på henholdsvis Holt og Ås.

V. Diskusjon

Både linuron og prometryn er selektive i gulrot. Hvilket herbicid som skal brukes avhenger ikke av selektivitet, men i noen grad av ugrasvirkning og i særdeleshet av persistensen. Denne er igjen avhengig av klimaet på bruksstedet, jordarten og doseringen.

Linuron, opptil 150 g/daa vil trygt kunne brukes de fleste steder i Norge uten at det fører til så store rester i jorda neste år at det gir skade på kulturen. Flere behandlinger samme år kan gi større rester i jorda og særlig i distrikter med kort veksttid. Årlig behandling på samme åker kan også være risikabel enkelte steder.

Disse forsøkene viste at persistensen til linuron under norske forhold kan være opptil 2 år etter behandling med 150 g linuron/daa. Selv om det er små linuronrester tilbake i jorda vil dette ikke alltid ha noen innvirkning på veksten av ny kultur neste år. Således ga ikke 150 g linuron skade på fórrapsen neste år. Lode (1967) fann at jordarten hadde meget stor betydning for phytotoxiciteten. Etter sprøyting med 100 g linuron/daa kunne en så raigras straks etter sprøyting på myrjord (62,3 % humus) uten at plantene ble skadet. På leirjord (7,0 % humus) måtte såingen utsettes i 62 dager og på sandjord (3,8 % humus) 145 dager for ikke å få skade på raigraset. Linuron bindes meget sterkt

til humuskolloidene og årsaken til ulik phytotoxicitet på ulike jordarter finnes i ulikt humusinnhold (Sherburne og Freed, 1954).

Under norske forhold ble både linuron og prometryn raskere nedbrutt på sandjord enn på leirjord og myr med et humusinnhold på henholdsvis 2,6 %, 8,9 % og 42 % (Lode, 1975). Både prometryn og linuron ble raskere nedbrutt på Særheim enn på Vågå og prometryn hadde kortest persistens på begge lokaliteter. Lode (1975) konkluderte med at ulikt humusinnhold var den viktigste faktoren til ulik persistens i de 3 jordartene, men klimaet hadde også en viss betydning.

Persistensen til ulike herbicider kan også variere med breddegradene. I England fann Fryer og Kirkland (1970) bare ubetydelige linuronrester i jorda 6 måneder etter behandling med 112 g linuron/daa. Årlig behandling opptil 6 år med 112 til 224 g/linuron førte ikke til noen opphoping i jorda. I Uppsala (60° N bredde), Sverige var linuron inaktivert i løpet av 378 dager (Steckó, 1972). Nedbrytningen foregikk raskere på sandjord enn i leire. Prometryn hadde kortere persistens enn linuron.

I disse forsøkene var det en klar tendens til opphoping i jorda av linuron, særlig på Holt, noe mindre på Ås. Denne tendensen til opphoping

var mindre for prometryn og dessuten ble prometryn raskere inaktivert. Det er overraskende at prometryn hadde kortere persistens på Holt enn på Ås. Jordartene på de to stedene er noe forskjellig. Humusinnholdet er 6 % på Ås og 9 % på Holt, leirinnholdet er henholdsvis 16 % og 4 %. Temperaturen på Holt i vekstsesongen var 5—7° C lavere enn på Ås i forsøksperioden. Nedbøren varierte i vekstsesongen, og særlig i 1975 med 271 mm regn på Ås mot 502 mm på Holt. *Walter* (1976) fant at fuktighetsforholdene i jorda hadde større betydning enn temperaturen på persistensen til prometryn. I England hadde både prometryn og simazin noenlunde lik persistens i 1973 og 1974, mens persistensen til prometryn var større enn for simazin i tørkesommeren 1976. Dersom disse resultatene er gyldige under norske forhold, er prometryn et mer velegnet herbicid i nedbørsrike distrikter enn f.eks. linuron.

Ved vurdering av herbicidrestene i gulrot må en være oppmerksom på at detekteringsgrensen for linuron var 0,02 ppm mens den var 0,1 ppm for

prometryn. Alle gulrotprøvene av prometryn inneholdt mindre enn 0,1 ppm. På Ås var det bare ett ledd som inneholdt mer enn 0,1 ppm linuron og dette leddet hadde fått 4 ganger normal dosering. Overdosering på Holt resulterte i større rester av linuron i gulrota. Disse og andre forsøk (*Bylterud og Friestad, 1973*) har vist at tidsrommet mellom behandling og høsting er en viktig faktor. Ved sprøyting etter oppspiring av gulrota kan en finne betydelige mengder linuron 68 dager etter behandling, disse vil reduseres betraktelig innen normal høstetid. *Maier-Bode* (1971) konkluderte med at 100 g linuron har gitt rester som er mindre enn 0,1 ppm når det gikk minst 60 dager mellom sprøyting og høsting. Kortere tidsrom mellom behandling og høsting kan resultere i rester større enn 0,1 ppm.

Når kulturer dyrkes i jord som inneholder linuronrester, vil disse kulturrene inneholde lite linuron. I disse forsøkene var det bare 600 g linuron på Holt som ga et restinnhold på 0,1 ppm i fórraps.

VI. Summary

In 1973 two experiments were started, one at the Norwegian Plant Protection Institute (60° N) and one at the Experiment Station Holt, Tromsø (70° N). Two herbicides, linuron and prometryne were applied at rates of 1.5 and 3.0 kg a.i. pre-crop emergence of carrot. Two other treatments were made, 1.5 + 1.5 kg a.i. and 3.0 + 3.0

kg a.i. applied both pre- and post crop emergence. In 1974 the plots were divided. Carrot was seeded on half of the plot and the mentioned treatments were repeated. The other half was seeded with fodder rape. In 1975 the whole field was seeded with fodder rape.

Results

Carrot: Both linuron and prometryne were selective at all rates.

Fodder rape: The yield was not affected by use of 1.5 kg of linuron or

prometryne the previous year. Higher rates could affect the yield.

Residues in the plants: At Ås, the residues of linuron were less than 0.1

ppm for all treatments except 6 kg linuron. At Holt, the residues of linuron were 0.12 ppm at a rate of 1.5 kg/ha. At higher rates and especially post-crop application resulted in increasing residues. In 1974 6 kg linuron resulted in residues of 1.45 ppm. At both locations the residues of linuron decreased with increasing interval between spraying and harvesting.

The residue of prometryne was < 0.1 ppm at all treatments at Ås and Holt.

Residues in the soil: Residues after 1.5 kg linuron applied at the end of May 1973 could not be detected by

chemical analysis two years later at Ås. Higher rates in 1973 resulted in residues in the autumn of 1975. A build-up of residues occurred after repeated application. The decomposition rate of linuron was slower at Holt than at Ås. Residues of 1.5 kg prometryne applied pre-crop emergence at Holt could not be detected the following autumn. Higher rates, up to 6 kg a.i. applied 1973 resulted in no residues the autumn of 1975. Progressive build-up of prometryne did not occur. At Ås, residues of 1.5 kg prometryne could be found at least one year longer than at Holt.

VII. Litteratur

- Andersen, I. L.* og *R. T. Samuelsen*, 1974: Noen tilfelle av linuron-skade på kulturvekster i Troms fylke. Norden nr. 4.
- Bylterud, A.* og *H. Friestad*, 1973: Gir ugrasssprøyting rester i produktene. Gartneryrket 25. mai: 423—424.
- Friestad, H. O.*, 1974: Rapid screening method, including automated colorimetry, for low residue levels of linuron and/or chlorpropham in vegetables. J. of the AOAC 57 (1): 221—225.
- Friestad, H. O.*, 1977: Ikke publiserte opplysninger. Adr. Kjemisk analyselaboratorium, Boks 31, 1432 Ås-NLH.
- Fryer, J. D.* and *K. Kirkland*, 1970: Field experiment to investigate long-term effects of repeated applications of MCPA, tri-allate, simazine and linuron: Report after 6 years. Weed Res. 10: 133—158.
- Maier-Bode, H.*, 1971: Herbizide und ihre Rückstände. Eugen Elmer, Stuttgart.
- Lode, O.*, 1967: Decomposition of linuron in different soils. Weed Res. 7: 185—190.
- Lode, O.*, 1975: The influence of edafic and climatic factors on the persistence of linuron and prometryne in soil. Proc. VIII International Plant Protection Congress. Moscow. Section IV: 146—154.
- Sherburne, H. R.* and *V. N. Freed*, 1954: Adsorption of 3-(p-chlorophenyl)-1,1-dimethylurea as a function of soil constituents. J. agr. Fd. Chem. 2: 937—939.
- Steckó, V.*, 1972: The behaviour of six soil-applied herbicides in soil—a comparison. Proc. 11th Br. Weed Control Conf. 818—821.
- Walker, A.*, 1976: Effect of varying weather conditions on the persistence of three herbicides in soil. Proc. Br. Crop Protection Conference—Weeds: 635—642.



I redaksjonen 25.3. 1977.

VIRKNINGER AV SALTING, GJØDSLING OG UTVASKING PÅ JORD OG PLANTER

*Effects of salting, fertilizing and leaching
on soils and plants*

AV
JAN E. SANDA

INNHold

	Side
I. Sammendrag	366
II. Innledning	367
III. Materiale og metoder	368
IV. Resultater	370
A. Virkninger av salting og gjødsling på jord og planter	370
B. Virkninger av salting og utvasking på jord	373
V. Diskusjon	377
VI. Summary	380
VII. Litteratur	382

I. Sammendrag

Et faktorielt forsøk med ulik salting, gjødsling og voksemedium ble utført i 3,5 l kar med vanlig alm, *Ulmus glabra*. Dessuten ble det undersøkt virkninger av salting og utvasking på 3 jordarter med 1 m høge dreneringsdybder. Forsøkene ble utført ved Institutt for dendrologi og planteskole-drift ved Norges landbrukshøgskole i årene 1974 og 1975.

Ulmus glabra vokste bedre i torv enn i sand i 3,5 l kar. Videre var skadene noe større i sand enn i torv ved salting med sjøsalt (NaCl) og gjødsling.

Det var en klar sammenheng mellom økende saltmengder, redusert vekst og økende skade i både sand og torv. Jo større saltkonsentrasjonene var, jo større var skadene og skadene var noe større i sand. I karforsøket hadde ikke tilførsel av sjøsalt noen nevneverdig virkning på pH, men ledningsevnen økte med økende saltmengder.

Det er verdt å merke seg at i karforsøket med 16 cm høye pletter var ledningsevnen større i sand enn i torv, men i forsøket hvor 1 m høye jordsøyler ble brukt var forholdet omvendt. Det antas at disse forskjeller skyldes forskjell i kapillær stigeevne, kapillær metning og permeabilitet hos torv og sand. Dertil vil forskjell i dreneringshøyde virke inn. I mindre grad vil også tilførsel av gjødsel, men ikke i jordsøylene, virke inn.

Tilførsel av gjødsel (ammoniumsulfat, urea, fullgjødsel B og kaliumnitrat) har ført til økt vekst sammenlignet med ugjødslede planter. Men største gjødselmengde (6 ‰) har ikke ført til noen nevneverdig tilvekst sammenlignet med 2 ‰. Gjødselen har økt ledningsevnen noe, men størst innvirkning har den hatt på pH. pH har blitt redusert fra 6,3 for ugjødslet

jord til 4,7 for gjødslet jord. Den sannsynlige årsak til dette er at det er brukt sure gjødselslag i forsøket.

Forsøket viste at gjødsel kan redusere saltskader, spesielt ved lavere konsentrasjoner av salt. Ved større saltmengder i jorda kan imidlertid tilførsel av gjødsel øke skadene. Dette kan bl.a. forklares med at tilførsel av gjødsel vil bidra til å øke det osmotiske potensialet i jorda ytterligere.

Når det saltes med så store saltmengder som 50 ‰ sjøsalt (NaCl) og 5 l hver gang, har det hatt forskjellig virkning på de tre jordartene med 1 m høge dreneringsdybder. I leire har ledningsevnen og innhold av natrium og klor steget hele tiden, mens i torv og sand har man fått en avflatning. Særlig tydelig var denne avflatning hos sand. Dessuten inneholdt sand betraktelig mindre natrium og klor enn de andre jordartene etter 37 dager med salting. Videre var ledningsevnen også mindre. Stort sett var det også en klar sammenheng mellom innhold av natrium/klor og ledningsevne.

Stadig tilførsel av sjøsaltoppløsninger hadde en tendens til å fjerne andre ioner, som kalium, magnesium og kalsium. Dette gikk tydelig fram for torvjord hvor innholdet av disse var nokså bra fra før.

Utvasking med vann hadde en meget god virkning. Det meste av saltet ble vasket ut av de øverste 20 cm i løpet av 15 dager, særlig i sandjorda. I leirjorda gikk det ikke så fort.

Utvaskingen noe lengre ned i profilet krevde noe lenger tid og større vannmengder.

Ved tilførsel av saltoppløsninger ovenfra blir de største konsentrasjonene å finne i overflaten så lenge saltingen pågikk. For sand var det imidlertid ikke så stor forskjell på dybdene 0—20, 20—40 og 40—60 cm.

Utvasking med vann har hatt stor virkning på å fjerne natrium og klorid i alle dybder, men særlig rask og stor var virkningen i overflaten. For-

holdet var her altså omvendt for hva som fant sted under saltingen. Spesielt var sand lett å vaske ut.

II. Innledning

Her i landet har det blitt brukt salt til å dempe støv på grusveiene om sommeren og til å smelte is og snø på veiene om vinteren. Til støvdemping brukes det særlig CaCl_2 (kalsiumklorid, veisalt), mens om vinteren er det særlig NaCl (sjøsalt, middelhavs-salt, koksalt) som blir brukt, (*Sanda, 1973, Fossheim, 1972*).

En av ulempene ved bruk av salt er at det fører til skade på vegetasjonen, (*Sanda, 1976*). Det er derfor av interesse å finne ut hvordan saltet virker og hvilke tiltak man kan gjøre mot saltskadene.

Foruten en direkte skade på vegetasjonen kan NaCl også ha en skadelig virkning på jorda ved at jordas aggregater går over til enkeltkornstruktur, spesielt er leirjordartene utsatt. (*U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954, Westing, 1969*). Slik strukturødelagt jord har nedsatt permeabilitet og vann- og oksygentilførselen til røttene er redusert. Vekstbetingelsene blir altså dårligere for plantene.

Når natrium vaskes gjennom jorda kan det erstatte andre kationer som er adsorbert til kolloidene. Innhold av f.eks. kalium, magnesium og kalsium kan altså bli lavere, (*Bernstein & Hayward, 1958, Bernstein, 1964, Hvass 1968*).

Ved lengre tids salting med NaCl , spesielt på leirjordarter, fører dette til at pH øker, (*Sanda, 1976, Fireman & Wadleigh, 1951, U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954*). Høy pH kan føre til mangel av viktige næringsstoffer, f.eks. bor, mangan, jern og zink.

Ensidig tilførsel av NaCl kan altså

føre til ei mer næringsfattig jord. Dessuten kan ensaltopplysninger virke giftige i motsetning til balanserte løsninger. Det var derfor av interesse å se hvilken virkning tilførsel av gjødsel kan ha, og om fysiologisk sure gjødselslag kunne senke pH.

I jorda transporteres saltet med grunnvann, sigevann og kapillærvann. Saltet blir også vasket ut av jorda med tiden hvis nedbøren er større enn fordampingen fra jorda, (*Hutrinson, 1967, Prior & Berthouex, 1967, Sanda, 1976*). Nå er også utvasking med vann et av de mest brukte tiltak mot saltskader, (*Bernstein, 1964, Hvass, 1968, U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954*).

I byene er som regel både fortau og gater asfaltbelagt, også der hvor gatetrærne står. Dette fører ofte til at salter, som løses opp i smeltevannet, vil renne ned i sprekker, sluk og lignende langs veiene på ettervinteren (*Sanda, 1976*). Dette kan føre til store saltkonsentrasjoner på begrensede områder. Dessuten er det som regel en forholdsvis lang periode med underskudd på nedbør i sommerhalvåret på Østlandet og saltet vil i liten grad vaskes ut av jorda i denne perioden. Imidlertid kan kunstig tilførsel av vann vaske ut saltet.

I det følgende vil det derfor bli gjort rede for et faktorielt forsøk for å undersøke eventuelle samspilleffekter mellom salting, gjødsling og jordart på plantenes vekst og utvikling. Dessuten hvordan salting og utvasking virker i 3 jordarter.

III. Materiale og metoder

Et faktorielt forsøk ble utført med 1-års frøplanter av *Ulmus glabra*, vanlig alm. Disse ble pottet i 3,5 l plastpotter med drenering i bunnen, i slutten av mai 1974. Det var i alt 216 almeplanter med i forsøket og disse ble klippet en del ned ved forsøkets start.

I forsøket ble det brukt 2 jordarter, sand og torv. Opprinnelig var det også skjær leirjord med, men denne sprakk så opp i 3,5 l karene at tilførsel av salt og gjødsel ble svært ujevne. Leirjorda er derfor holdt utenfor beregningene i dette forsøket. Torva som ble brukt var Floralux veksttorv for planteskoler med omdannings-grad H-3. Sandjorda besto av ugraderte sandpartikler (støpesand). Denne ble grunnjødslet med 1 kg fullgjødsel B og $\frac{1}{2}$ kg kaliumnitrat pr. m³ før forsøkets start.

Saltet som ble tilført var middelhavssalt eller sjøsalt, som for det aller meste består av NaCl. Før saltingen startet fikk plantene anledning til å gjennomrote potteklumpen. Saltingen startet den 10. juli 1974 med konsentrasjonene 5, 10 og 20 ‰, men utvaskingen på karplanteplassen var stor p.g.a. rikelig nedbør, og de synlige saltskadene på bladene var små. Derfor ble saltkonsentrasjonene fordoblet til 10, 20 og 40 ‰ fra den 16. august for å framtvinge saltskader. Alle saltkonsentrasjonene ble gitt i en mengde av 100 ml til hver potte/plante en gang i uken. Konsentrasjonene 5, 10, 20 og 40 ‰ NaCl ble gitt i en mengde av 100 ml i 3,5 l kar, og dette tilsvarer ca. 20 kg, 40 kg, 80 kg og 160 kg pr. da hver uke.

Det ble brukt 3 gjødselslag, fullgjødsel B, urea + kaliumnitrat og ammoniumsulfat + kaliumnitrat. De to sistnevnte ble gitt i forholdet 1 : 1 på vektbasis. Gjødselen ble tilført i konsentrasjonene 2 og 6 ‰ (ca. 8 og

24 kg gjødsel pr. da hver gang) foruten at man hadde ugjødslede ledd. Gjødsel ble tilført hver uke, 3 dager før saltingen i 100 ml glass til hver potte/plante.

Forsøket ble avsluttet 16. september 1974, og observasjoner for friskvekt, skadeklasse, pH og ledningsevne ble tatt. Friskvekt ble målt ved at plantene ble kuttet av i rothalsen. De saltskadede plantene er delt inn i 5 skadeklasser etter Sanda (1973).

Skadeklasse 1. Ingen skade, (friske, grønne blad).

Skadeklasse 2. Svak skade.

Skadeklasse 3. Moderat skade.

Skadeklasse 4. Alvorlig skade.

Skadeklasse 5. Meget alvorlig skade (helt brune blad).

Ledningsevnen ble målt i SSE mmhos/cm og pH ble målt ved at 10 g tørr jord ble tilført 25 ml destillert vann og ekstraktet målt.

I det andre forsøket ble det brukt 3 jordarter, nemlig leire, sand og torv. Leirjorda var skjær leire fra åker. Sand- og torvjorda var de samme som i det faktorielle forsøket, men sandjorda var ikke grunnjødslet i dette forsøket.

Disse jordartene ble plassert i 3 beholdere i april 1975. Hver beholder hadde en grunnflate på 60 x 60 cm og en høyde på 100 cm. Innvendig var beholderne kledd med plastfolie, men de hadde fullt dren i bunnen. På toppen av beholderne ble det lagt lokk for å hindre nedbør i disse. Beholderne sto ute på et skyggefullt sted. Jordartene fikk anledning til å sette seg inntil 12.5.75 før saltingen startet med sjøsalt (NaCl).

Det ble saltet 2 ganger i uken, mandag og torsdag med 50 ‰ sjøsalt, og det ble tilført 5 l hver gang for hver jordart. Dette tilsvarer 695 kg sjøsalt pr. da hver gang det ble saltet.

Før saltingen startet ble det tatt jordprøver. Disse analyseresultater framgår av tabell 1. Til sammenligning kan det nevnes at i frukthager ligger optimumsområdene for plantenæringssemne på (Ljones, 1968): pH

5,5—6,5, P-AL 5—10, K-AL 15—25, Mg-AL 8—10, Ca-AL 100—200. Verdierne er oppgitt etter AL-metoden (mg/100 g). Vi ser at sandjorda inneholder lite plantenæringssemner.

Tabell 1. Analyseresultat av 3 jordarter før salting med middelhavssalt startet. Korrigert for vekt pr. volumenhet.

	Leire	Sand	Torv
Vekt pr. volumenhet kg/l	1.1	1.6	0.1
Glødetap %	7.4	0.6	88.2
pH	5.7	7.9	4.9
P-AL mg/100 g	20.9	2.4	7.4
K-AL mg/100 g	19.8	2.2	24.5
Mg-AL mg/100 g	8.7	4.6	17.2
Na-AL mg/100 g	1.3	1.1	3.3
Ca-AL mg/100 g	132	384	77.5
Cl mg/100 g	0.2	0.2	1.5
Mn ppm	93.5	130	4.4
SSE mmhos/cm	0.10	0.12	0.90

Videre ble det tatt jordprøver 8 dager etter at saltingen startet, 20.5. Seinere ble det tatt jordprøver 18.6. og 11.8., henholdsvis 37 og 91 dager etter at saltingen startet. Saltingen ble avsluttet 10.8. Jordprøvene ble tatt i 3 dybder, nemlig 0—20, 20—40 og 40—60 cm. For hver jordprøve som ble tatt ble jorda samlet fra hele beholderens grunnflate.

Etter dette ble det fortsatt gitt 5 l vann to ganger i uken pr. jordart uten salt for å se forløp av utvasking. Dette tilsvarer 13,9 l pr. m² hver gang det vannes.

15 dager etter at saltingen ble avsluttet, 25.8., ble det tatt jordprøver bare i det øverste laget, 0—20 cm. Den 25.9. (46 dager) ble det igjen tatt jordprøver i dybdene 0—20, 20—40 og 40—60 cm. Alle jordprøvene

ble tatt dagen etter salting eller utvasking.

I forsøket med 3,5 l kar er det valgt å gi saltet i promille hver uke, da dette sikrer jevnlig tilførsel av salt i rotmediet. Slik tilførsel gir også en forholdsvis jevn fuktighet og et jevnt osmotisk potensial.

I søyleforsøket er det tilført meget store salttilførsler i promille. Dette er gjort for å se hvilken virkning store saltmengder har på jorda, hvordan jevnlig tilførsel av oppløst salt virker med tiden og hvor lett store saltmengder vaskes ut av jorda ved kunstig vanning.

Jordprøvene ble analysert ved Statens Jordundersøkelser, NLH.

Disse to forsøkene ble utført ved Institutt for dendrologi og planteskoledrift ved Norges landbrukshøgskole.

IV. Resultater

A. Virkninger av salting og gjødsling på jord og planter

Tabell 2 viser hovedeffektene av salt og gjødsetilførsel på friskvekt og skadeklasse hos vanlig alm, foruten pH og ledningsevne. Vi ser at plantene har vokst bedre i torv enn i sand. Videre er skadene noe større i sand enn i torv. Det er også pH og ledningsevnen.

Tabell 2. Virkning av sjøsalt og gjødssel ved tilførsel i sand og torv på friskvekt og skadeklasse hos *Ulmus glabra*, foruten pH og ledningsevne.

	Friskvekt/g	Skadeklasse	pH	SSE mmhos/cm
Sand	23,2	2,9	5,6	4,1
Torv	32,9	2,6	5,3	3,4

Som ventet fører økende mengder av salt til en reduksjon i vekst og en økning i skade. Se tabell 3. Det er å merke at økende mengder salt ikke har ført til noen nevneverdig økning av pH. Imidlertid har ledningsevnen blitt fordoblet fra minste til største tilførte saltmengde.

Tabell 3. Virkning av økende mengde sjøsalt (NaCl) på friskvekt og skadeklasse hos *Ulmus glabra*, foruten pH og ledningsevne i torv og sand.

	Friskvekt/g	Skadeklasse	pH	SSE mmhos/cm
NaCl 1	38,4	1,9	5,4	2,4
NaCl 2	30,8	2,3	—	—
NaCl 3	14,9	4,1	5,5	5,1

I sandjord har veksten blitt mindre enn i torvjord ved alle saltkonsentrasjoner. Dessuten er det en klar sammenheng mellom redusert vekst og økende saltkonsentrasjoner i begge jordarter. Dårligst er veksten i sandjord ved største saltkonsentrasjon. Her er også saltskadene på bladene størst. For svakere saltkonsentrasjoner er det ikke synlig forskjell på saltskadene for de to jordartene.

Ulike saltkonsentrasjoner har ikke ført til noen nevneverdig endring av pH, men de har hatt stor innvirkning

på ledningsevnen. Økende saltmengder har ført til økende ledningsevne.

Tilførsel av gjødssel har ført til økt vekst sammenlignet med ugjødslede planter. Se tabell 5. Men største gjødselmengde, 6 ‰, har ikke ført til noen nevneverdig tilvekst sammenlignet med 2 ‰. Det er her vist middelvirkingen av alle gjødselslagene da det ikke var noen signifikant forskjell på dem.

Når det gjelder virkning av gjødssel på skadeklasse er virkingen ikke på langt nær så stor som av tilførsel av

Tabell 4. Virkning av økende mengde sjøsalt (NaCl) og jordart på friskvekt og skadeklasse hos *Ulmus glabra*, foruten pH og ledningsevne.

	Sand				Torv			
	Friskvekt/g	Skadeklasse	pH	SSE mmhos/cm	Friskvekt/g	Skadeklasse	pH	SSE mmhos/cm
NaCl 1	34,0	1,9	5,6	2,7	42,8	1,9	5,3	2,1
NaCl 2	25,8	2,3	—	—	35,8	2,3	—	—
NaCl 3	9,7	4,6	5,7	5,4	20,0	3,6	5,3	4,7

Tabell 5. Virkning av gjødsel på friskvekt og skadeklasse hos *Ulmus glabra*, foruten pH og ledningsevne.

	Friskvekt/g	Skadeklasse	pH	SSE mmhos/cm
Ugjødset	18,7	2,9	6,3	3,6
2 ‰ gjødsel	32,4	2,6	—	—
6 ‰ gjødsel	32,9	2,7	4,7	4,0

de større mengder av sjøsalt, men de ugjødslede plantene har fått litt større skade enn de gjødslede.

Som ventet har tilførsel av gjødsel øket ledningsevnen sammenlignet med ugjødslede ledd. Verdt er det å merke seg at pH har sunket en del p.g.a. tilførsel av gjødsel.

Tabell 6 viser virkningen av gjødseltilførsel på henholdsvis sand- og torvjord. Veksten er for alle gjødselnivåer bedre i torv enn i sand. Både for sand og torv er det ikke så stor

forskjell på 2 ‰ og 6 ‰ gjødseltilførsel. Den største forskjellen ligger mellom ugjødslede og gjødslede planter. Gjødsel har ikke hatt noen særlig virkning på skadeklassene, men skadene er litt større på sandjord enn på torvjord, og skadene er litt større hos ugjødslede planter enn hos gjødslede på begge jordarter.

Største gjødselmengde har økt ledningsevnen noe i begge jordarter sammenlignet med ugjødslet jord, men størst har virkningen vært på pH.

Tabell 6. Virkning av gjødsel og jordart på friskvekt og skadeklasse hos *Ulmus glabra*, foruten pH og ledningsevne.

	Sand				Torv			
	Friskvekt/g	Skadeklasse	pH	SSE mmhos/cm	Friskvekt/g	Skadeklasse	pH	SSE mmhos/cm
Ugjødset	17,1	3,0	6,4	3,8	20,4	2,8	6,1	3,3
2 ‰ gjødsel	26,9	2,8	—	—	38,1	2,4	—	—
6 ‰ gjødsel	25,6	2,9	4,9	4,4	40,2	2,5	4,5	3,6

Tabell 7. Virkning av økende mengde sjøsalt (CaCl) og gjødsel på friskvekt hos *Ulmus glabra*, foruten pH og lednings-
evne.

	Ugjødset			2 ‰ gjødsel			6 ‰ gjødsel		
	Friskvekt i g	pH	SSE mmhos/cm	Friskvekt i g	pH	SSE mmhos/cm	mmhos/cm i g	pH	SSE Friskvekt
NaCl 1	25,0	6,1	2,1	45,5	—	—	44,8	4,8	2,7
NaCl 2	18,5	—	—	34,5	—	—	39,4	—	—
NaCl 3	12,7	6,4	5,0	17,4	—	—	14,5	4,7	5,2

Gjødseltilførselen har ført til at begge jordartene har blitt surere.

Samspeilet mellom saltmengde og gjødselmengde er vist i tabell 7. Økende tilførsel av sjøsalt (NaCl) har ført til vekstreduksjon både når plantene var ugjødset og gjødset, men veksten var større hos de gjødsetlede enn hos de ugjødsetlede almeplantene. Forskjellen var ikke stor mellom de to gjødselnivåene 2 og 6 ‰. Ved minste saltmengde er virkningen stor av gjødseltilførsel. Ved saltmengde 2 var også virkningen god, men ved største saltmengde er ikke virkningen av gjødsel så framtrekkende lenger. Ved største salt- og gjødselmengde var friskvekten noe lavere enn ved 2 ‰.

Sjøsaltet har ikke hatt noen nevneverdig evne til å endre pH, men gjødselen har hatt det. Gjødselen har senket pH en del.

Gjødslingen har økt ledningsevnen noe, men det er særlig de store saltmengdene som har bidratt til dette.

B. Virkninger av salting og utvasking på jord

Ser vi på virkningene av middelhavssalt (NaCl) på de 3 jordartene etter 8, 37 og 91 dager (tabell 8), har

saltet ikke hatt noen særlig virkning på pH, men for sand har den steget noe i slutten av perioden.

Tabell 8. Virkning av middelhavssalt (NaCl) på 3 jordarter etter 8, 37 og 97 dager, middel for dybdene 0—60 cm. Korrigert for vekt pr. volumenheter (kg/l).

	Leire			Sand			Torv		
	Dager			Dager			Dager		
	8	37	91	8	37	91	8	37	91
pH	5,6	4,8	4,9	7,8	9,0	8,9	4,8	4,7	4,8
P-AL mg/100	22,3	25,0	23,1	2,2	2,9	2,2	8,0	7,1	—
K-AL »	16,2	17,3	14,6	2,1	2,1	2,1	19,3	8,4	3,6
Mg-AL »	9,9	7,8	5,5	3,7	2,9	2,9	15,7	8,3	3,1
Na-AL »	37	543	934	149	211	201	184	858	767
Ca-AL »	188	154	102	397	379	347	76	58	23
Cl »	56	651	1111	174	212	229	297	1130	1353
Mn ppm	—	104	92	—	138	128	—	3	2
SSE mmhos/cm	—	19,9	40,7	—	11,7	11,4	—	23,4	26,7

Innholdet av fosfor viser ingen særlig virkning av saltingen. I sand- og leirjord er det heller ingen særlig forandring av kalium-nivået, men for torv, som var gjødslet, ser vi en klar nedgang. Likeledes for magnesium. Det er også en mindre reduksjon av magnesiuminnholdet i leire- og sandjord, men her var innholdet av magnesium lavt fra før.

Det vi spesielt legger merke til i denne tabellen er den store endringen av natrium- og klorinnholdet foruten ledningsevnen. For leirjord er det en jevn økning av natriuminholdet så lenge saltingen pågikk. For sand og torv er det også økning, men det foregår en avflatning slik at innholdet er omtrent det samme etter 91 dager som etter 37 dager. Imidlertid er innholdet mye lavere i sandjord enn i de andre jordartene.

Klor viser omtrent samme forløp som for natrium, og verdiene er til-

nærmet ekvivalente når man gir saltet i form av NaCl. Ledningsevnen stiger også sterkt og forløpet er omtrent det samme som for natrium og klor.

Interessant er det å legge merke til at ledningsevnen er mindre i sand enn i torv i dette forsøket med 1 m høye jordsøyler, mens i det faktorielle forsøket med ca. 16 cm høye pletter var ledningsevnen noe større i sand enn i torv.

Innholdet av mangan viser ingen særlige virkninger av salttilførsel, men for kalsium ser vi også at innholdet reduseres noe utover i perioden.

Allerede 15 dager etter at saltingen ble avsluttet, har man fått en merkbar virkning av utvasking med springvann i de øverste jordlagene, 0—20 cm. Svært meget av natriumet og klorret har blitt vasket ut i sand- og torvjorda og da særlig klor. Tilsvarende

har ledningsevnen også blitt redusert. For sand har ledningsevnen sunket fra 11,4 til 1,7 og for torv fra 26,7

til 4,1. For leirjorda har virkningene av utvaskinga ikke vært så stor så kort tid etterpå.

Tabell 9. Virkning av utvasking med reint vann på 3 jordarter etter 15 dager etter siste salting i dybden 0—20 cm. Korrigert for vekt pr. volumenet (kg/l).

	Leire	Sand	Torv
pH	5.0	9.3	6
P-AL mg/100 g	22	2.2	8.7
K-AL mg/100 g	14.3	2.2	1.0
Mg-AL mg/100 g	5.5	4.0	1.5
Na-AL mg/100 g	873	72	278
Ca-AL mg/100 g	100	384	16
Cl mg/100 g	946	22.4	192
Mn ppm	101	128	1.5
SSE mmhos/cm	31	1.7	4.1

Tabell 10. Virkning av utvasking med reint vann på 3 jordarter 46 dager etter siste salting, middel for dybdene 0—60 cm. Korrigert for vekt pr. volumenhet.

	Leire	Sand	Torv
pH	5.1	9.4	5.7
P-AL mg/100 g	23.9	2.2	8
K-AL mg/100 g	15.4	2.1	2.3
Mg-AL mg/100 g	5.1	3.2	1.7
Na-AL mg/100 g	633	46	346
Ca-AL mg/100 g	99	355	21
Cl mg/100 g	700	6.6	328
Mn ppm	70	130	1.7
SSE mmhos/cm	20.8	0.64	6.4

Når det gjelder de andre verdiene er virkningene ikke så store at det i dette tilfelle er verdt å legge for stor vekt på de, men det ser ut som pH-verdiene har økt noe.

Tabell 10 viser virkningene av utvasking 46 dager etter at saltingen ble avsluttet i dybden 0—60 cm.

I leire har innholdet av natrium og klor blitt redusert en del og ledningsevnen har blitt halvert. De andre verdiene viser lite endring, men verdiene var fra før ikke særlig høye.

I sandjorda er det meste av natrium og klor vasket ut i hele prøve-

dybden, særlig klor. Tilsvarende har ledningstallet blitt redusert til bare 0,64. Ellers har pH steget noe til den høye verdi av 9,4 i sandjorda.

I torvjorda har også store deler av natrium- og klorinnholdet blitt vasket ut, og også her har klorinnholdet blitt noe mer redusert enn natriuminnholdet. Samtidig med disse reduksjoner har ledningsevnen blitt redusert fra 26,7 til 6,4. De andre verdiene viser også her lite påvirkning, men pH har også steget her som i de andre jordartene.

Hvordan natriuminnholdet i de 3

jordartene forandres p.g.a. salting og utvasking i de 3 jorddybdene kan vi se i fig. 1.

I leire øker natriuminnholdet for alle 3 dybder i hele perioden det blir saltet og innholdet er størst i over-

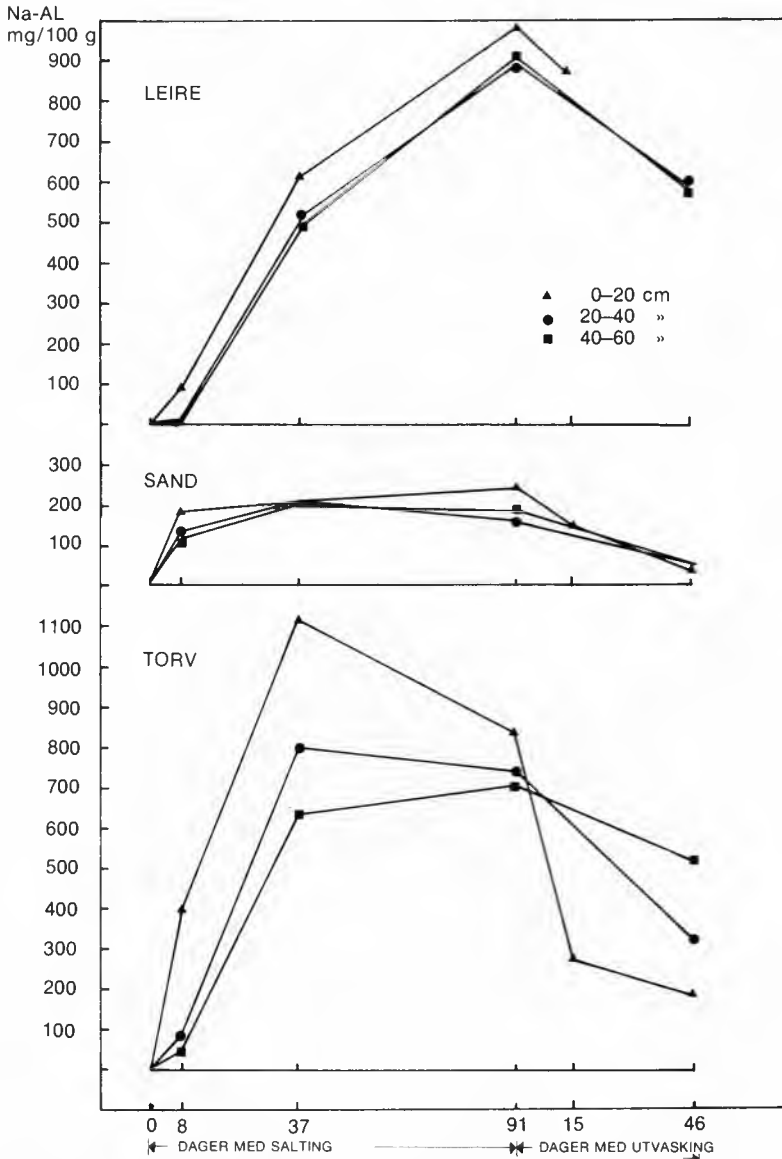


Fig. 1. Figuren viser innhold av natrium, korrigert for volumvekt i tre jordarter og tre jorddybder etter 8, 37 og 91 dager med salting med 50^{0/00} sjøsalt (NaCl). Det ble tilført 5 l hver gang for hver jordart 2 ganger i uken. Etter dette viser figuren virkningen av utvasking med springvann etter 15 og 46 dager ved at det ble gitt 5 l for hver jordart 2 ganger i uken.

flaten. Etter 15 dager er innholdet av natrium lavt i dybdene 20—40 og 40—60 cm, men øker så raskt, antakelig

også fordi rørhull etter prøvetakingen har økt nedsigingen. Utvaskingen

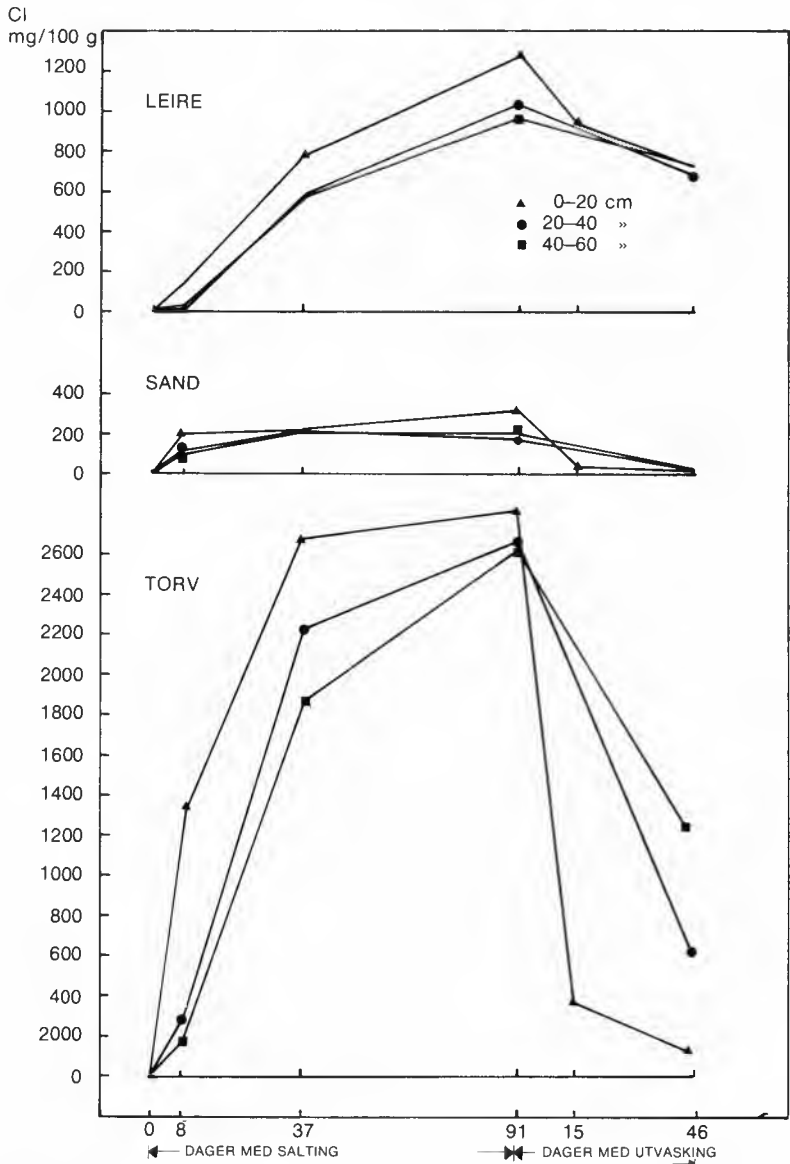


Fig. 2. Figuren viser innhold av klor, korrigert for volumvekt i tre jordarter og tre jorddybder etter 8, 37 og 91 dager med salting med 50/100 sjøsalt (NaCl). Det ble tilført 5 l hver gang for hver jordart 2 ganger i uken. Etter dette viser figuren virkningen av utvasking med springvann etter 15 og 46 dager ved at det ble gitt 5 l for hver jordart 2 ganger i uken.

med vann har redusert natriuminnholdet en del i alle 3 dybdene.

I sandjord er også konsentrasjonene av natrium størst i overflata, men det er ikke så store forskjellen på de 3 dybdene, antakelig fordi sandjord er lett gjennomtrengelig. Det ser også ut til at sand blir hurtig mettet og nye tilførsler av saltoppløsninger kan ikke øke innholdet av salt i sanda under de rådende forhold. Tilførsel av vann fører også til at natriumet blir vasket ut og virkningen er stort sett lik for alle 3 dybder.

Som for de andre jordartene er også innholdet av natrium størst i overflata så lenge saltingen pågår. I be-gynnelsen er det forholdsvis mest na-

trium i overflata, mens de dypere lag blir mettet etterhvert. Liksom for sand ser det ut som man når et metningsplatå. I torv fører også vanntilførsel til at natriuminnholdet blir redusert. Påfallende sterk er virkningen i overflata, mens virkningen er minst i det dypeste laget.

Figur 2 viser forløpet for klor under de samme betingelser. Som ventet viser klor omtrent samme forløp som natrium, bortsett fra at utvasking har en sterkere virkning. Klor vaskes noe lettere ut enn natrium ser det ut til. Som for natrium har utvas-kingen også størst virkning i overflaten.

V. Diskusjon

I 3,5 l kar vokste vanlig alm, *Ulmus glabra* best og fikk minst skade i torv ved tilførsel av sjøsalt og gjød-sel. Årsaken til dette er antakelig å finne i de forskjellige fysiske egen-skaper torv og sand har (*Klougart & Olsen, 1969*).

Et godt voksemedium har høy vann-kapasitet kombinert med tilstrekkelig luftrom. Dette gir anledning til en god rotrespirasjon og et godt vann-og næringsopptak. Torva har et stort porevolum og holder godt på fuktig-heten og tørker ikke så raskt opp som sandjord. Dessuten vil ledningsevnen vanligvis variere mer i sand, da ledningsevnen øker ved opptørking.

Nå er det noe vanskelig å sammen-ligne ledningsevnen direkte mellom de to jordartene, fordi ledningsevnen ble beregnet når jordartene var mettet med vann (flytegrensen) og det skal da mindre vann til sand enn til torv for å nå denne flytegrense. I virkelig-heten skulle da torv ha relativt større ledningsevne enn tallene i tabellene viser.

Interessant er det å merke seg at i karforsøket med 16 cm høye pletter var ledningsevnen større i sand enn i torv, men i forsøket hvor 1 m høye jordsøyler ble brukt var forholdet omvendt. Dette kan antakelig forklares med bl.a. forskjell i kapillær stige-evne og kapillær metning hos de 2 jordartene. I den brukte sandjorda hadde vannet bare kapillær stigeevne til ca. 24 cm i tørr sand etter 3 dager. Dessuten vil det være ulikt vanninn-hold ved ulike dreneringsforhold. Ved lave dreneringsdybder kan mediet nærmest være mettet med vann, men ved noe økende dreneringsdybder syn-ker ofte vanninnholdet merkbart. Sei-nere holder vanninnholdet seg mer konstant ved økende dreneringsdyb-der. Dette går fram av retensjonskur-ver, (*Semb et al., 1975*).

Det er å anta at sandjordas egen-skaper gjør at den har liten evne til å holde på vann og saltoppløsninger ved så store dreneringsdybder som 1 m og følgelig vil store deler av salt-oppløsningen vaskes ut i sandjorda.

Men ved så lave dreneringsdybder som 16 cm vil sandjorda lettere holde på vann og saltoppløsninger.

Torv har også større kationeombytningskapasitet enn sand, og torv vil lettere holde på næringsstoffene.

Som ventet har tilførsel av sjøsalt (NaCl) ført til vekstreduksjon og bladrandskader, og skadevirkningene har vært større jo større salttilførselen var. Dette er også vist hos andre forfattere, (*Wadleigh & Gauch*, 1944, *Wadleigh & Ayers*, 1945, *Rich*, 1972, *Zulauf*, 1966).

Dette kan forklares med at saltet har to hovedeffekter, nemlig en osmotisk virkning og en spesifikk ionevirkning, men det er som regel ikke noen klar grense mellom disse virkningene, (*Hayward*, 1955). Den osmotiske virkningen fører til økende vekstreduksjon med økende osmotisk potensial eller saltkonsentrasjon i jordvæsken. Vannopptaket i plantene blir vanskeligere og mer energikrevende. I tillegg til en vekstreduksjon p.g.a. det osmotiske potensial kan saltoppløsningene ha spesifikke giftige ionevirkninger. Klorid har f.eks. vist seg å være giftig til en del planter, f.eks. til fersken og andre steinfrukter, (*Hayward et al.*, 1946, *Brown et al.*, 1953). Nå regnes vanlig alm som et meget salttolerant treslag, (*Sanda*, 1973) og det er lite trolig at kloridionet har virket spesifikt giftig etter de skader som ble observert.

En del av saltet i jordvæska blir tatt opp av røttene, først og fremst klorid, men også natrium, og når først saltet har kommet inn i planten følger det transpirasjonsvannet ut i bladene. For kloridsaltene blir de synlige skadene i første omgang nekrotiske bladrender i fjørnervede blad. Seinere kan hele bladet bli brunt. Årsaken til dette er at saltet følger nervene ut i bladet. I bladkanten fordampes vannet mens saltet blir igjen. Resultatet blir at saltkonsentrasjonen

eller det osmotiske potensial blir for stort og bladverket dør, (*Bernstein*, 1964, *U.S. Salinity Laboratory Staff*, 1954). Det er denne form av skade som har blitt observert i dette forsøket.

Tilførsel av gjødsel har hatt positiv virkning på veksten, men det var omtrent samme virkning på 2 ‰ som av 6 ‰. Nå var ledningsevnen høy i jordarten p.g.a. sjøsaltet, men gjødselelen har også økt ledningsevnen noe. I karplantedyrkingen bruker man som regel ikke så store konsentrasjoner hvis gjødselelen tilføres jevnlig. I Danmark ofte bare 1 ‰, (*Bøvre*, 1975). Ved stor nedbør eller utvasking bør konsentrasjonene være større. Disse forhold kan forklare hvorfor ikke 6 ‰ var noe særlig bedre enn 2 ‰. Plantene har altså ikke klart å godtgjøre seg økt gjødsetilførsel. Det var ikke noen signifikant forskjell på gjødslslagene i dette forsøket.

I motsetning til sjøsalt (NaCl) har gjødselelen hatt stor innvirkning på pH. Den er sunket for begge jordartene ved gjødsetilførsel sammenliknet med ugjødslede ledd. Årsaken må være at det er brukt sure gjødslslag som ammoniumsulfat, urea og fullgjødsel, nevnt i den rekkefølge de har til å senke pH, (*Aasen*, 1968). Disse sure gjødslslagene vil legge beslag på jordas innhold av basiske stoffer og forskyver etter hvert reaksjonen i sur retning. Hvor mye pH vil forandre seg vil også avhenge av jordas bufferevne.

I dette forsøket fikk man også noe lavere pH ved bruk av ammoniumsulfat enn de andre gjødslslagene. Nå var ikke forskjellen så veldig stor, men det kan skyldes at både urea og ammoniumsulfat var blandet med kaliumnitrat.

Liksom skadevirkningene var minst av sjøsalt i torv, var også virkningene av gjødsel best i torv. Plantene vokste altså best i torv. Årsakene til dette

må være de samme som tidligere forklart. Nå har gjødsel ikke hatt noen virkning på skadeklasse, selv om skadene var litt større hos de ugjødslede plantene. Det var vel heller ikke å vente større forskjeller når gjødselkonsentrasjonene ikke var større enn 6 ‰. For sjøsaltets vedkommende var det nemlig den største saltkonsentrasjonen (20 ‰ og seinere 40 ‰) som ga særlige skader på plantene. Man må også regne med at svært mye av gjødselen foruten sjøsaltet har blitt vasket ut av jorda.

I alle tabellene har det vært en nær sammenheng mellom friskvekt og skadeklasse. Dette skyldes hovedsaklig at økende saltmengder reduserer vekst og øker skadene, men det kan også tyde på at små planter er mer utsatte for saltskader enn større. Tabell 5 og 6 viser noe større skade for ugjødslede planter enn gjødslede, men her var også friskvekten betraktelig mindre. Kan virkningen av gjødsel være at den øker veksten hos plantene og dermed gjør dem mer saltresistente, slik at det ikke bare er en god næringsstatus i plantene som gjør utslaget? *Zulauf* (1966) skriver at plantenes salttoleranse er et kompleks av flere faktorer. Han skriver at planter under spiring og ungplanter er mindre saltresistente enn utvokste planter. *Bernstein* (1968) skriver også at flere slags planter skades lettere av salt under spiring og tidlig vekst enn under seinere vekststadier, men jeg har ikke funnet noen forfattere som direkte sier at større planter er mer salttolerante enn mindre planter når rotvolumet er det samme.

Men kan nå gjødsling redusere saltskader? Resultatet av tabell 7 må være at ved lave konsentrasjoner av NaCl vil det være en positiv virkning. Økes saltmengdene reduseres veksten, men likevel er det en positiv virkning av gjødsel. Ved største saltmengde og gjødselmengde er virkningen lav og i

vårt tilfelle er 6 ‰ lavere enn for 2 ‰ gjødsel. Dette kan forklares med at gjødsel vil være med på å øke det totale osmotiske potensial ytterligere og virkningen av gjødsel kan bli negativ ved store saltkonsentrasjoner i jordbunnen fra før. Det er å anta at det beste vil være å gjødsle saltbefengt jord etter utvasking av saltet eller i samband med vanning.

Man bør ikke legge for stor vekt på alle resultatene fra forsøket med 1 m jordsøyler, da antall prøver var begrenset, men visse hovedvekter skulle være klare nok.

Når det saltes med så store saltmengder som 50 ‰ sjøsalt (NaCl) og 5 l hver gang to ganger i uken har dette forskjellig virkning på de 3 jordartene. I leire har ledningsevnen og innhold av natrium og klor steget hele tiden, mens i sand og torv har man fått en avflatning. Sand- og torvjorda makter altså ikke å holde på stort mer salt under de rådende forhold. Nå har sandjorda et betydelig lavere innhold av natrium og klorid enn de andre jordartene, og dette skyldes antakelig at sand har stor permeabilitet, lav kationeombyttingskapasitet, lav kapillær stigeevne og lav kapillær metning ved så høy drenering som 1 m. Leire og torv har høyere verdier av disse egenskapene.

Et annet trekk var også at stadig salting hadde en tendens til å fjerne andre ioner. Vi ser det tydeligst i torv (tabell 8) hvor innholdet av kalium, magnesium og kalsium har blitt redusert med tiden. For fosfor er det ikke så store forskjellen, men nå blir fosfor som regel sterkt bundet i jorda, spesielt mineraljord.

Etter de lyotropiske rekker er natrium løsere bundet til de negativt ladede jordkolloidene enn de fleste andre kationer, og følgelig lar det seg lettere skifte ut og vaskes ut av jorda, lettere enn de andre kationer. Men opptrer natrium i større mengder vil

det likevel etterhvert fortrenge andre kationer, og jorda vil bli mer mett av natrium. *Bernstein* (1964) skriver også at utbyttbart kalsium og magnesium minker ettersom mengdene av natrium øker. Det er å anta at reduksjonen av andre kationer ikke bare skyldes utbytting, men også utvasking p.g.a. de store mengder av saltoppløsninger som ble tilført. I hvert fall fører ensidig tilførsel av sjøsalt til at jorda blir mer næringsfattig.

Utvasking med springvann har hatt en meget stor virkning. Det meste av sjøsaltet har blitt vasket ut av de øverste 20 cm etter 15 dager, særlig i sandjorda, men også i torvjorda. Leirjorda henger noe etter. Årsaken til dette er nok de egenskaper disse jordartene har, som tidligere nevnt. Dessuten har leira lettere for å få ødelagt sin grynstruktur. Hvis natrium inntar ca. 15 % av den totale kationeombyttingskapasitet, begynner jordstrukturen å bli ødelagt (*Westing*, 1969). Slik jord kjennetegnes ved at den er tett og klebende og med ned-satt permeabilitet.

Da jordkolloidene vanligvis er negativt ladd, bindes ikke klorionet i jorda, men finnes oppløst i jordvæska. Dessuten har klorionet lett for å bli fortrent fra positivt ladede grupper av de fleste andre anioner. Derfor vaskes klorionet forholdsvis lett ut hvis forholdene ligger til rette for det.

Sand har høyere pH-verdier enn de

andre jordartene. Årsaken til dette kan være at det finnes en del fritt CaCO_3 tilstede.

Figurene 1 og 2 viser innhold av natrium og klor i 3 forskjellige dybder.

Ved tilførsel av saltoppløsninger ovenifra blir de største konsentrasjonene å finne i overflaten så lenge saltingen pågår. Dette må forklares med at det er en viss treghet i jordmassene. For sand var det ikke så stor forskjell på dybdene, og det skyldes nok den store permeabilitet og lave kationeombyttingskapasitet sand har.

Utvasking med vann har stor virkning på alle dybder, men særlig rask og stor var virkningen i overflaten. Forholdet var her altså omvendt og skyldes nok de samme forhold som nevnt foran. Dette går tydeligst fram fra kurvene for torv.

I dette forsøket var det brukt store tilførsler av vann, som har vist seg effektive til å vaske ut saltet. Imidlertid har undersøkelser av *Miller* et al. (1965) vist at noe større vannmengder fjernet kloridet i ei leirholdig jordart mest effektivt i de aller øverste jordlagene, mens mindre tilførsler av vann var mer effektivt til å fjerne kloridet noe ned i jordprofilen. *Miller* et al. (1965) viste også at man fikk vasket ut noe mer klorid ved å gi samme mengde av vann i puljer enn ved kontinuerlig tilførsel. Det tar noe lenger tid ved å gi vannet i puljer.

VI. Summary

A factorial experiment with different salting, fertilizing and growing medium has been carried out with Wych elm, *Ulmus glabra*, growing in 3,5 l containers. In addition the effects of salting and leaching out on 3 types of soil with 1 m high draining depths were examined. The experi-

ments were made in Ås, at the Institute of Dendrology and Nursery Management, at the Agricultural University of Norway, during the years 1974 and 1975.

Ulmus glabra was growing better in peat than in sand in the 3,5 l containers. And when salted with sea salt

(NaCl) and fertilized, the damages were somewhat greater in sand than in peat.

Both in sand and peat there was an evident connection between increasing quantities of salt, reduced growth and increasing damages. The greater the concentrations of salt, the worse the damages, and at its worst in sand. In the container experiment the supply of sea salt had no effect on the pH worth mentioning, but the electrical conductivity increased with increasing quantities of salt.

It is noteworthy that in the experiment with 16 cm high containers the electrical conductivity was greater in sand than in peat, while in the experiment with 1 m high columns of soil it was the other way round. Supposedly, these differences are due to variations in capillar climbing ability, capillar saturation and permeability in pea and sand. The differences in draining depth will also have a certain influence. Excepting the 1 m soil columns, the supply of fertilizer will influence too.

When compared to unfertilized plants supply of fertilizers (ammoniumsulphate, urea, complete fertilizer: «Fullgjødsel B», and potassium nitrate) has resulted in increased growth. But the greatest quantity of fertilizing (6 ‰), did not give any increase in growth worth mentioning, when compared with the 2 ‰. The fertilizing did to a degree increase the electrical conductivity, but had its greatest effect on the pH. The pH has been reduced from 6,3 for unfertilized soil to 4,7 for fertilized soil. This is probably caused by physiologically acid fertilizers being used in the experiment. The experiment proved that fertilizing can reduce salt damages, especially at lower concentrations of salt. With greater salt quantities in the soil, supplies of fertilizers can however increase the damages.

This can partly be explained by the fact that supplies of fertilizers will contribute to a further increase in the osmotic potential in the soil.

Salting with as great quantities of salt as 50 ‰ sea salt (NaCl), 5 l each time, has had different effects on the 3 kinds of soil with 1 m draining depths. In clay the electrical conductivity and the content of sodium and chloride have increased all the time, while in peat and sand there has been a levelling off. And after 37 days of salting the sand contained considerably less sodium and chloride than the other kinds of soil. In addition the electrical conductivity was also smaller. On the whole there was an evident connection between content of sodium/chloride and electrical conductivity.

Constant supply of sea salt dissolutions tended to remove other ions, e.g. potassium, magnesium and calcium. This was quite apparent with peat where the content of these ions was already sufficient.

Leaching with water had a very favourable effect. Most of the salt was leached out of the upper 20 cm in 15 days, especially in sand. In clay it did not work so fast.

Somewhat deeper in the profile the leaching demanded a little longer time and greater quantities of water.

By supply of salt dissolutions from above the greatest concentrations are to be found on the surface as long as the salting takes place. For sand, however, the differences were much smaller, in the depths 0—20, 20—40 and 40—60 cm.

The leaching with water has had a great effect on removing sodium and chloride in all depths, the effect being fast and great on the surface. So here the relations were opposite to what happened during the salting. Especially sand was easy to leach out.

VII. Litteratur

- Bernstein, L.*, 1964: Salt Tolerance of Plants. Agric. Inf. Bull. U. S. Dept. Agric. 283: 1—23.
- Bernstein, L. and H. E. Hayward*, 1958: Physiology of salt tolerance. Annual Rev. Plant Physiol. 9: 25—46.
- Brown, J. W., C. H. Wadleigh & H. E. Hayward*, 1953: Foliar analysis of stone fruit and almond trees on saline substrates. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 61: 49—55.
- Bøvre, O.*, 1975: Standardisert dyrking af containerplanter. Nordisk Jordbrugsforskning 2: 470—72.
- Fireman, M. & C. H. Wadleigh*, 1951: A statistical study of the relation between pH and the exchangeable-sodium-percentage of western soils. Soil sci. 71: 273—85.
- Fossheim, J.*, 1972: Resultat fra forsøk. Forslag til foreløpige retningslinjer for bruk av salt i vintervedlikeholdet. Rapport nr. 120. Vegdirektoratet, Oslo.
- Hayward, H. E.*, 1955: Factors affecting the salt tolerance of horticultural crops. Fourteenth Internat. Hort. Cong. Proc., Netherlands: 385—99.
- Hutchinson, F. E. & B. E. Olson*, 1967: Relationship of road salt applications to sodium and chloride ion levels in the soil bordering major highways. Highway Research Record 193: 1—7.
- Hvass, N.*, 1968: Saltet og vejtrærne. Horticultura 12: 187—96.
- Klougart, A. and B. Olsen*, 1969: Substratum for container crown plants. Acta Horticulturae 15: 21—6.
- Ljones, B.*, 1968: Gjødsling til frukttre og bærvekster. I håndbok i gjødsling (red. Uhlen, G.): 204—25. Oslo.
- Miller, R. J., J. W. Biggar & D. R. Nielsen*, 1965: Chloride Displacement in Panoche Clay Loam in Relation to Water Movement and Distribution. Water Resources Research 1(1): 63—73.
- Prior, G. A. & P. M. Berthouex*, 1967: Study of salt pollution of soil by highway salting. Highway Research Record 193: 8—21.
- Rich, A. E.*, 1972: Effects of salt on eastern highway trees. American Nurseryman 135 (11): 36—9, 42.
- Sanda, J. E.*, 1973: Saltskade på veivegetasjonen. Hovedoppgave, Inst. for dendrologi og pl.sk.drift, Norges landbrukshøgskole, As: 1—114.
- Sanda, J. E.*, 1976: Virkninger av NaCl og CaCl₂ på jord og vegetasjon langs veier. Forskn. Fors. Landbr. 27: 781—96.
- Semb, G., S. Volden & O. Prestvik*, 1975: Torvdominerte dyrkingsmedier. Det norske myrselskap 5: 121—75.
- U.S. Salinity Laboratory Staff*, 1954: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. Dept. Agr. Handbook 60.
- Wadleigh, C. H. and A. D. Ayers*, 1945: Growth and biochemical composition of bean plants as conditioned by soil moisture tension and salt ioncentration. Plant Physiol. 20: 106—32.
- Wadleigh, C. H. and H. G. Gauch*, 1944: The influence of high concentrations of sodium sulfate, sodium chloride, calcium chloride and magnesium chloride on the growth of guayule in sand culture. Soil Sci. 53: 399—403.
- Zulauf, R.*, 1966: Pflanzenschäden durch Streusalzverwendung im Winterdienst. Strasse und Verkehr 10: 519—26.
- Aasen, I.*, 1968: Handelsgjødsel. I håndbok i gjødsling (red. Uhlen, G.): 51—77. Oslo.

I redaksjonen 18.4. 1977.

KÅLFLUENE

HYLEMYA BRASSICAE (Bouché) og *H. FLORALIS* (Fall.)

(Dipt. : Muscidae)

BEKJEMPELSE I KÅLROT I NORDLAND OG TROMS

*The Cabbage Root Fly and the Turnip Root Fly
Investigations on Control in Swedes in Northern Norway*

AV
ARNSTEIN HALS

INNHold

	Side
1. Sammendrag	384
2. Innledning	384
3. Opplysninger om forsøkene	385
4. Resultat	387
A. Granulat	387
1. Angrep	387
2. Avling	388
B. Granulat og/eller sprøytevanning	389
1. Angrep	389
2. Avling	391
C. Restmengder	392
5. Diskusjon	392
6. Summary	394
7. Litteratur	394

1. Sammendrag

I meldinga er omtalt resultat fra 17 feltforsøk utført i årene 1965—69 og 1975—76 i Nordland og Troms for å bekjempe kålfluer i kålrot. Forsøkene er utført både i direkte sådd og i planta kålrot. Alle feltene med direkte sådd kålrot var plassert i Nordland. Jordtypen har variert fra sandjord til myrjord. Følgende midler har vært med: Granulat av carbofuran, chlorfenvinphos, fonofos, isophenphos og trichloronat; sprøytepulver av azinphos-methyl og emulsjon av diazinon. Av granulatene er brukt mengder tilsvarende 250 gram virksomt stoff pr. dekar, og av sprøytemidlene 0,5—1,0 dl væske pr. plante og tilrådd konsentrasjon.

Det er lagt vekt på å teste midlenes effekt på angrep og avling. I gjennomsnitt for 8 forsøk med granulat i 1975—76 gav chlorfenvinphos bedre virkning mot kålflueangrep enn de 3

andre midlene som var med begge årene. Midlene stod imidlertid likt når det gjaldt rotavling. En gangs sprøytevaning i veksttida med azinphos-methyl eller diazinon synes ikke å være en sikker behandlingsmetode. For å oppnå et sikrere resultat er to behandlinger nødvendig. Best virkning er oppnådd ved kombinasjon av granulat ved såing eller planting pluss én sprøytevaning i veksttida.

Det er ikke påvist forskjeller i resultatene av behandlingene i direkte sådd og i planta kålrot. God virkning av behandlingene er oppnådd både på myrjord og mineraljord.

Det er utført restmengdeanalyser etter bruk av granulat av chlorfenvinphos og trichloronat ved planting. Analysene viser at det er en viss fare for rester i røttene. Verdien fra de enkelte felt har variert fra ikke påvisbart til 0,22 mg/kg.

2. Innledning

Lita kålflue (*Hylemya brassicae* Bouché) og stor kålflue (*H. floralis* Fall.) må regnes som de mest ødeleggende skadedyr på våre korsblomstra kulturplanter (Rygg, 1962). Det er årvisse angrep i Nord-Norge, og selv om angrepene kan variere i styrke, er bekjempelse som regel nødvendig.

I Sverige arbeidet Lundblad (1933) med kålfluenes biologi. Senere er det gjort undersøkelser i Norge av Lein (1955) og Rygg (1962), og i Finland av Varis (1960, 1967).

Forsøk med bekjempelse av kålfluen har vært utført tidligere i Nord-Norge av Lein (1955), Rygg (1962) og Taksdal (1963). I disse seriene var det i første rekke ulike klorerte hydrokarboner som var med. Med unntak av lindan er ingen av

disse midlene lenger godkjente i Norge. I dag er det først og fremst fosformidler som er aktuelle i kålfluebekjempelsen. Forsøk hvor slike inngår er utført i Rana-distriktet av Taksdal (1966 a) i forbindelse med undersøkelser over stor kålflues resistens mot klorerte hydrokarboner, og av Samuelsen (1970).

Formålet med nye forsøk var å sammenlikne virkningen av ulike kjemiske midler mot kålfluen i kålrot i Nord-Norge. Det var av interesse å prøve behandlingsmetodene granulat ved såing eller planting, og sprøytevaning i veksttida, og dessuten kombinasjoner av de to metodene. Tidspunktet for sprøytevaningen er funnet å være viktig for resultatet (Nordby og Rygg, 1968). Det var

også ønskelig å få tatt restmengde-analyser av røttene. Siden det er sannsynlig at bruk av granulater gir høyere restmengder enn samme mid-

del sprøytet ut (*Renvall & Åkerblom, 1974*), er analyser bare foretatt etter bruk av granulater.

3. Opplysninger om forsøkene

I årene 1965—69 ble det av Statens p'antevern, Zoologisk avdeling, lagt ut flere felt i Nordland. Resultat fra 4 av disse er med i denne meldinga. I tillegg er med resultat fra 13 felt fra Nordland og Troms lagt ut i 1975—76 av Statens forskingsstasjon Holt.

I tabell 1 er det gitt en oversikt over forsøkssteder og -år, sorter som

har vært med, kulturmåter og antall felt på hver lokalitet. Sortene som har vært nyttet er omtalt av *Auran-aune (1958)*, *Opsahl* og *Ringlund (1961)* og *Svads (1969)*. Stamme nr. 1 har ikke vært med i tidligere publiserte forsøk.

Oversikt over kjemiske midler, formuleringer og konsentrasjoner finnes i tabell 2.

Tabell 1. Oversikt over forsøkssteder, forsøksår, kålrotssorter, plantet (P)/ direkte sådd (S) og antall felt.

Account of localities, years, varieties of swede, transplanted (P) or sown in the field (S), and number of experiments at each locality.

Forsøkssted <i>Locality</i>	År <i>Year</i>	Sort <i>Variety</i>	P/S <i>P/S</i>	Ant. felt <i>No. of exp.</i>
Nordland: Lillealteren, Rana	1967	Gøta	S	1
Straumbygda, Rana	1967	Trøndersk Hylla	S	1
Gladstad, Vega	1967	Bangholm Pajberg	S	1
Vågønes, Bodø	1965	Trøndersk Hylla	S	1
—»—	1976	Stamme nr. 1	P	1
—»—	1976	Stenhaug	S	1
Tjøtta, Alstahaug	1976	Stamme nr. 1	P	1
—»—	1976	—»—	S	1
Troms: Rå, Kvæfjord	1975	Stenhaug	P	1
Kvæfjord fors.-ring	1976	—»—	P	1
—»—	1976	Stamme nr. 1	P	1
Langhamn, Dyroy	1975	Brandhaug	P	1
Gibostad, Lenvik	1975	Stenhaug	P	1
Holt, Tromsø	1975	—»—	P	2
—»—	1976	—»—	P	2

Feltene har vært lagt ut som blokk-forsøk. Størrelsen på høsterutene har variert fra 6,3 til 7,15 m², og fullt plantetall fra 44 til 52. I feltene med

sprøytevaning har det vært én ubehandlet rad mellom hver ruterekke.

Følgende behandlinger er prøvd:
Granulat: Preparatene er strødd ut i

Tabell 2. Kjemiske skadedyrmiddel prøvd i forsøkene.
Insecticides tested in the experiments.

Virksomt stoff <i>Insecticide</i>	Formulering <i>Formulation</i>	Konsentrasjon <i>Concentration</i>
Azinphos-methyl	Sprøytepulver (<i>W. P.</i>)	25 %
*Carbofuran	Granulat (<i>Granule</i>)	5 %
Chlorfenvinphos	Granulat	10 %
Diazinon	Emulsjon (<i>E. C.</i>)	23 %
*Fonofos	Granulat	10 %
*Isophenphos	Granulat	5 %
*Trichloronat	Granulat	2,5 %
Trichloronat	Granulat	7,5 %

* Ikke godkjent for bruk i Norge pr. 1/1-77.
Not approved for use in Norway by 1/1-77.

så- eller planteraden umiddelbart før såing eller planting (unntak i metodeforsøket, tabell 5). Preparatmengde tilsvarende 250 gram virksomt stoff pr. dekar.

$$100 - \frac{3a + 2b + c}{3}$$

eller

$$\frac{b + 2c + 3d}{3}$$

Sprøytevanning: Preparatene vannes ut ved begynnende egglegging (spr. 1) og/eller 14 dager etter begynnende egglegging (spr. 2). Væskemengden tilsvarende 0,5—1,0 dl pr. plante (unntak i væskemengdeforsøket, tabell 8).

Granulat + sprøytevanning: Kombinasjon av de to første metodene.

Ved høsting av feltene ble røttene sortert i 4 klasser med hensyn til kålflueangrep, og antall og vekt i hver klasse ble registrert:

Klasse a: Uskadde røtter.

Klasse b: Lite skadde røtter.

Klasse c: Middels sterkt skadde røtter.

Klasse d: Sterkt skadde røtter.

Prosent røtter i hver klasse er beregnet ut fra antallet, og *angrepstallet* er beregnet av prosenttallene etter formelen:

Prosent virkning er den prosentvise reduksjon av angrepstallet i behandlet ledd i forhold til ubehandlet. Denne oppgjørsmåten har vært brukt tidligere i Norge av bl.a. *Lein* (1955), *Rygg* (1962) og *Taksdal* (1963).

Avling (kg/dekar) er beregnet av uskadde, uskadde + lite skadde røtter og røtter i alt. Også lite skadde røtter kan omsettes som matkålrot, og salgbar avling med hensyn til kålflueangrep vil derfor være uskadde + lite skadde røtter.

Ved den statistiske behandlingen er ubehandlet ledd alltid holdt utenfor.

Restanalysene er utført ved Kjemisk analyselaboratorium, As-NLH, og gjelder bare granulatene chlorfenvinphos og trichloronat. For de andre granulatene har laboratoriet foreløpig ikke innarbeidet analysemetoder.

4. Resultat

A. Granulat

Av de granulatene som er prøvd, er bare preparater av chlorfenvinphos og trichloronat godkjente til bruk i Norge pr. 1. januar 1977. Trichloronat er det vanlig brukte granulat i Nord-Norge.

1. Angrep

I 1975 (tabell 3) gav carbofuran og chlorfenvinphos lavest angrepstall,

mens trichloronat kom dårligst ut. Virkningsprosenten for de 3 midlene var henholdsvis 94,2, 92,6 og 66,0 prosent. Mellom fonofos og isophenphos var det ikke sikre forskjeller. Når det gjelder enkeltfeltene, var det dårligst resultat i Kvæfjord (Rå). Her skilte carbofuran seg klart ut som det beste middel (97,1 prosent virkning), mens trichloronat bare hadde 49,4 prosent virkning.

Tabell 3. Angrepstall og prosent virkning etter behandling med ulike granulat ved planting.

Index of attack and percent effect after row application with various granules at transplanting.

Middel <i>Insecticide</i>	1975 Troms 3 felt 3 exp.	1976		Gj.snitt <i>Average</i> 8 felt 8 exp.	% virkn. <i>% effect</i>
		Nordland 2 felt 2 exp.	Troms 3 felt 3 exp.		
Ubehandlet <i>Untreated</i>	63,3	40,7	50,9	54,9	—
Chlorfenvinphos	4,7	19,3	13,4	11,6	78,9
Fonofos	11,1	25,8	16,7	16,9	69,2
Isophenphos	13,0	16,7	17,0	15,1	72,3
Trichloronat	21,5	16,1	13,3	17,1	68,8
Carbofuran	3,7				
L.S.D. 5 %	4,4	n.s.	n.s.	3,4	

I 1976 var det ikke signifikante forskjeller mellom midlene, verken på enkeltfeltene eller i gjennomsnitt for de 2 feltene i Nordland og de 3 i Troms (tabell 3). Det var ingen tydelig tendens i resultatene. Gjennomsnittlig har effekten vært bedre i Troms enn i Nordland.

Av de 2 feltene i Nordland ble det oppnådd tilfredsstillende virkning for alle midlene i Alstahaug. I Bodø varierte virkningsprosenten fra 16,5 for fonofos til 51,5 for trichloronat.

Jordtypen i Alstahaug var moldholdig kalksandjord og i Bodø myr.

I Troms gav alle midlene tilfredsstillende virkning i ett av feltene i Kvæfjord (87,5—93,7 prosent). I det andre feltet i Kvæfjord varierte virkningen fra 58,4 til 70,8 prosent. I Tromsø gav chlorfenvinphos best resultat (87,4 prosent), mens virkningen av de 3 andre midlene lå mellom 60 og 70 prosent. Angrepstallet på ubehandlet ledd i de 3 feltene var henholdsvis 77,1, 48,9 og 43,7 prosent.

På det første feltet var det myrjord og på de to andre moldholdig sandjord.

I gjennomsnitt for alle 8 felt og de 2 årene har chlorfenvinphos gitt det beste resultat. Mellom de 3 andre midlene som var med begge årene, er det ikke sikre forskjeller.

Forholdet mellom chlorfenvinphos og trichloronat går også fram av tabell 8.

Måten granulatene strøs ut på har betydning for virkningen. Tabell 5 viser resultatene fra 1 felt i Bodø i 1965 hvor trichloronat ble brukt. Stripestrøing har gitt det klart beste resultat, med en virkningsprosent på 61,1. Ved bandstrøing eller strøing etter

tytning, ble den bare ca. 14 prosent. Stripestrøing gir den beste konsentrering av preparatene langs planteradene.

2. Avling

Avlingsmessig er det ikke påvist sikre forskjeller mellom granulatene prøvd i 1975—76 (tabell 4). Heller ikke på noen av enkeltfeltene er det påvist forskjeller. I forhold til ubehandlet ledd er det sterk økning av uskadde og uskadde + lite skadde røtter. På totalavlingen er utslagene mindre. I 1976 faller ca. 90 prosent av avlingen i klassene uskadde + lite skadde røtter etter behandling, mot i kontrollleddet ca. 70 prosent.

Tabell 4. Avling (kg/da) etter behandling med ulike granulat ved planting.
Yield of roots (kg/decare) after row application with various granules at transplanting.

Middel <i>Insecticide</i>	1975 (3 felt 3 exp.)			1976 (5 felt 5 exp.)		
	Uskadd <i>Healthy roots</i>	U + Lite <i>H + Slightly damaged roots</i>	Total <i>Total yield of roots</i>	Uskadd <i>Healthy roots</i>	U + Lite <i>H + Slightly damaged roots</i>	Total <i>Total yield of roots</i>
Ubehandlet <i>Untreated</i>	379	976	2131	992	2402	3482
Chlorfenvinphos	2037	2179	2367	3317	4032	4454
Fonofos	1809	2000	2314	3354	4120	4789
Isophenphos	1867	2195	2618	3197	3851	4221
Trichloronat	1664	2108	2622	3353	4179	4479
Carbofuran	2014	2108	2136			
L.S.D. 5%	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Utstrøingsmåten har også hatt betydning for avlingsresultatet (tabell 5). Stripestrøing ved såing har gitt

den klart største avlingen i alle 3 kategorier av røtter.

Tabell 5. Angrepstall, prosent virkning og avling (kg/da); metodeforsøk med trichloronat 2,5 % granulat. Bodø 1965.

Index of attack, percent effect and yield of roots (kg/decare) after different applicating methods with trichloronat 2.5 % granule.

Behandling <i>Treatment</i>	Angrepstall <i>Index of attack</i>	% virkn. <i>% effect</i>	Kg/da		
			Uskadd <i>Healthy roots</i>	U + Lite <i>H + Slightly damaged roots</i>	Total <i>Total yield of roots</i>
Ubehandlet <i>Untreated</i>	60,9	—	587	1052	2123
Strøpestrøing v/såing <i>Furrow appl. at sowing</i>	23,7	61,1	2457	2805	3297
Bandstrøing v/såing	52,4	14,0	957	1647	2893
Strøing etter tynning	52,7	13,5	873	1480	2436
L.S.D. 5 %	17,6		559	822	300

B. Granulat og/eller sprøytevanning

Sprøytevanning er den mest brukte metoden for å bekjempe kålfluene i Nord-Norge. Spesielt gjelder dette på mindre arealer. To gangers behandling er vanlig. Metoden er imidlertid arbeidskrevende fordi det kreves store væskemengder for å få tilfredsstillende virkning. Det var derfor av interesse direkte å sammenlikne bruk av granulat med sprøytevanning, og en kombinasjon av de 2 metodene. Som granulat er brukt chlorfenvinphos og som sprøytemiddel diazinon (i ett tilfelle azinphos-methyl, tabell 8).

1. Angrep

Tabell 6 viser resultatene fra 5 felt i 1975—76. Sprøytedatoene er tatt med for å vise variasjonene i behandlingstidene. Bare på 2 av feltene og i gjennomsnitt for alle 5 er det signifikante forskjeller mellom behandlingene.

Bruk av granulat alene har i disse

forsøkene, med unntak av feltet i Bodø, virket tilfredsstillende. I kombinasjon med én sprøytevanning er det tendens til økt virkning. Ved kombinasjon av granulat ved såing eller planting og sprøytevanning, ser det ikke ut til å være avgjørende om en vanner ved begynnende egglegging (spr. 1) eller 14 dager senere (spr. 2). Også 2 sprøytevanninger har virket tilfredsstillende, unntatt i Bodø. Bare én sprøytevanning har i noen tilfeller hatt god virkning, men her er behandlingstidspunktet meget avgjørende for resultatet. I 1975 ble sprøyting 2 foretatt den 13/8 i Tromsø. Dette er svært sent, og resultatmessig viste det seg også å være for sent. Sprøyting 1 ble imidlertid foretatt først den 29/7, men gav meget godt resultat. Behandlingene i Lenvik ble foretatt en måned tidligere enn i Tromsø. I 1975 var det p.g.a. det dårlige været, vanskelig å definere begynnende egglegging, og eggleggingen foregikk

Tabell 6. Angrepstall og prosent virkning etter bruk av chlorfenvinphos og/eller sprøytevanning med diazinon.

Behandling Treatment Spr. 1 (dato) (date) Spr. 2 (dato) (date)	1975		1976		1975-76		
	Lenvik 27/6 11/7	Tromsø 29/7 13/8	Alstahaug 16/6 2/7	Bodø 30/6 15/7	Tromsø 29/6 13/7	Gj.snitt Average	% virkning % effect
Ubehandlet Untreated	49,0	41,1	24,2	55,3	39,7	41,9	—
Granulat v/såing el. planting ¹⁾ Granule at sowing or transpl.	3,8	3,4	8,1	19,0	4,9	7,8	81,3
—»— + spr. 1	3,9	1,8	4,7	11,6	0,6	4,3	89,7
—»— + spr. 2	0,6	2,6	3,6	8,1	1,8	3,3	92,1
Spr. 1	2,3	1,4	14,8	44,5	13,4	15,2	63,7
Spr. 2	4,9	20,2	19,0	24,7	5,2	14,8	64,7
Spr. 1 + spr. 2	1,0	1,3	4,6	22,9	7,7	7,4	82,3
L.S.D. 5 %	n.s.	3,8	n.s.	16,0	n.s.	4,5	

1) Feltene i Alstahaug og Bodø er direkte sådd. Sowing in the field at Alstahaug and Bodø.

Tabell 7. Avling (kg/dekar) etter behandling med chlorfenvinphos og/eller sprøytevanning med diazinon.

Behandling Treatment	1975 (2 felt 2 exp.)			1976 (3 felt 3 exp.)		
	Uskadde Healthy roots	U + Lite H + slightly damaged roots	Total yield of roots	Uskadde Healthy roots	U + Lite H + slightly damaged roots	Total yield of roots
Ubehandlet Untreated	197	487	943	1165	2302	2970
Granulat v/såing el. planting Granule at sowing or transpl.	845	875	887	3025	3916	4127
—»— + spr. 1	1059	1104	1107	3521	3973	4035
—»— + spr. 2	1104	1138	1143	3656	4088	4130
Spr. 1	924	946	962	2122	2929	3275
Spr. 2	791	986	1075	2299	3145	3353
Spr. 1 + spr. 2	916	942	943	3316	3804	4015
L.S.D. 5 %	n.s.	n.s.	n.s.	693	563	568

nok også over et langt tidsrom. Sprøyting 2 i Tromsø i 1976 ble foretatt midt i den sterkeste eggleggingen.

Også kombinasjon av chlorfenvinphos granulat og sprøytevanning med azinphos-methyl har virket godt (tabell 8). Sprøyting én gang med azinphos-methyl har i gjennomsnitt for de 3 feltene virket tilfredsstillende. I 2 av feltene var virkningsprosenten ca. 80, mens den i det tredje var 58,4 og 37,0 for henholdsvis største og minste væskemengde. Angrepet var imidlertid svakt på dette feltet (angreps-tall 24,3 på ubehandlet ledd).

Forsøk med ulike væskemengder viser tendens til økt virkning etter bruk

av 400 l sammenliknet med 200 l pr. dekar. 400 l pr. dekar vil med 65 cm radavstand og 25 cm planteavstand tilsvare 0,65 dl pr. plante.

2. Avling

Det er ingen sikre forskjeller i avling mellom behandlingene i 1975 (tabell 7). Granulat i kombinasjon med én sprøyting har gitt størst avling. Granulat alene har kommet relativt dårlig ut. Også i 1976 har granulat i kombinasjon med én sprøyting gitt høyest avling, men granulat alene har dette året gitt bedre resultat enn i 1975. Også to sprøytinger har gitt gode resultat. Bare én sprøyting har

Tabell 8. Angrepstall, prosent virkning og avling (kg/da), bruk av granulat og/eller sprøytevanning. 3 felt, Nordland 1967.

Index of attack, percent effect and yield of roots (kg/decare) after furrow application with granules and/or bandspraying with azinphos-methyl. 3 experiments.

Behandling Treatment	Angr. tall Index of attack	% virkn. % effect	Kg/dekar		
			Uskadd Healthy roots	U + Lite H + Slightly damaged roots	Total Total yield of roots
Ubehandlet Untreated	45,8	—	338	766	1851
Chlorfenvinphos gran.	6,9	84,9	2095	2574	2846
Trichloronat gran.	16,0	65,1	1151	1817	2409
Azinphos-methyl, 400 l/da	9,5	79,3	2087	2756	2963
Azinphos-methyl, 200 l/da	12,9	71,8	1838	2541	2707
Chlorf. gran + azinphos- methyl, 400 l/da	1,4	96,9	2948	3064	3092
L.S.D. 5 %	3,5		522	466	n.s.

gitt signifikant lavere avling enn de andre behandlingene.

Chlorfenvinphos granulat i kombinasjon med azinphos-methyl-vanning har gitt signifikant større avling av uskadede røtter enn de øvrige behand-

lingene (tabell 8). Også av uskadede + lite skadede røtter og totalt har denne behandlingen gitt høyest avling. Væskemengdeforsøket viser tendens til større avling etter bruk av den største væskemengden.

C. Restmengder

Analysen er gjort av røtter fra en lokalitet i 1975 og 4 lokaliteter i 1976 (tabell 9).

Rester av chlorfenvinphos er påvist i røtter fra Tromsø begge år. I 1975 ble det sendt inn 3 prøver fra det samme feltet, og restene ble funnet å være 0,07, 0,12 og 0,47 mg/kg; i gjennomsnitt 0,22 mg/kg. Detekteringsgrensen (minste påvisbare mengde) var 0,03 mg/kg. Røttene veide imid-

lertid bare 0,4 kg i gjennomsnitt. I 1976 var de analyserte røttene større og restene mindre. På de 3 andre lokalitetene lå restene under detekteringsgrensen, som ved denne anledning var 0,08 mg/kg.

For trichloronat er det påvist rester i røtter fra alle lokalitetene, men de må betraktes som lave (0,06—0,11 mg/kg). Detekteringsgrensen var 0,01 mg/kg.

Tabell 9. Rester (mg/kg) av chlorfenvinphos og trichloronat i kålrot etter behandling med granulat i planteraden ved planting.

Residues (mg/kg) of chlorfenvinphos and trichloronat in swedes after row application at transplanting.

Lokalitet (år) <i>Locality (year)</i>	Døgn fra behandling til høsting <i>Days from application to harvest</i>	Chlorfenvinphos		Trichloronat	
		Vekt av røtter <i>Weight of roots kg</i>	Rester <i>Residues mg/kg</i>	Vekt av røtter <i>Weight of roots kg</i>	Rester <i>Residues mg/kg</i>
Tromsø (1975)	105	0,4	0,22	—	—
Alstahaug (1976)	119	1,3	< 0,08	1,3	0,11
Bodø (1976)	110	0,8	< 0,08	0,7	0,06
Kvæfjord (1976)	120	1,0	< 0,08	0,8	0,08
Tromsø (1976)	99	0,7	0,14	0,8	0,08

5. Diskusjon

Undersøkelsene til *Rygg* (1962) viste at lita og stor kålflue klekket mere samlet i Nord-Norge enn i Sør-Norge. For lita kålflue ble det påvist delvis 2 generasjoner pr. år så langt nord som til Stjørdal i Nord-Trøndelag. Når klekkingen foregår mere samlet, foregår trolig også eggleggingen under normale værforhold over et kortere tidsrom enn det som vil være tilfelle lenger sør. I Tromsø ble den sterkeste eggleggingen i 1976 funnet å foregå i tiden 10.—20. juli. Såing og planting av kålrot på fri-land foregår fra ca. 20. mai på Helge-

land og fram til midten av juni i Troms. Dette gjør at kravene til midlenes langtidsvirkning ikke blir så store som f.eks. i Rogaland. Det er mulig at også klimatiske forhold kan være med å forlenge virkningstiden i Nord-Norge.

Når bruk av granulat alene har kommet så vidt gunstig ut, må en anta at dette har sammenheng med forhold nevnt foran.

Gjennom de forsøk som er omtalt i denne meldinga, er det ikke påvist særlige forskjeller i virkning mellom de prøvde granulatene. På angreps-

tallene kunne en påvise forskjeller i 1975, men ikke i 1976. Avlingsmessig var det ingen sikre forskjeller mellom midlene de 2 årene. Forsøkene i 1967 viste at chlorfenvinphos kom noe bedre ut enn trichloronat.

I alle forsøkene, unntatt metodeforsøket, har granulaten vært stripestrødd. Bandstrøing gav betydelig dårligere resultat. Det er det samme resultatet som *Hellqvist* (1966), *Taksdal* og *Nordby* (1966) og *Nordby* og *Rygg* (1968) kom til. Ved å øke preparatmengden kan bandstrøing gi samme virkning som stripestrøing (*Hellqvist*, 1966). Økt dosering er imidlertid ikke tilrådelig verken ut fra miljømessige eller økonomiske hensyn. Ved utstrøingen bør preparatene komme 1—3 cm dypt (*Taksdal* og *Nordby*, 1966). Ved riktig innstilling gir utstrøingsutstyr tilkoplett så- eller plantemaskin tilfredsstillende fordeling av preparatene.

Forsøk med ulike doseringer har ikke vært med i denne serien. I følge *Nordby* og *Rygg* (1968) har en svært lite igjen for å øke preparatmengdene ut over 250—300 gram virksomt stoff pr. dekar. Tilrådd dosering av de godkjente midlene er 200—250 gram virksomt stoff pr. dekar.

Sprøyting én gang med diazinon gav i noen tilfelle tilfredsstillende resultat. Imidlertid skal en «treffe» godt hvis en slik behandling skal holde. To sprøytevanninger gir et sikrere resultat.

I gjennomsnitt for feltene i Nordland i 1967 (tabell 8) gav azinphos-methyl tilfredsstillende virkning. Dette midlet har noe lengre virkningstid enn diazinon. *Taksdal* (1966 b) antyder derfor at azinphos-methyl kanskje gir noe sikrere virkning enn diazinon. I det kjølige året 1964 fant *Taksdal* (1966 a) at azinphos-methyl virket absolutt best av de 2 midlene. I 1965, som var atskillig tørrere, stod midlene likt. *Samuelsen* (1970) fant

at 2 gangers vanning med diazinon i 1968 hadde samme virkning som én behandling med azinphos-methyl (spr. 1). I 1969 var virkningen dårlig av begge midlene. Bare én behandling med azinphos-methyl er derfor neppe en holdbar metode i Nord-Norge.

Best resultat er oppnådd ved en kombinasjon av granulat ved såing eller planting + én sprøytevanning. Om sprøytevanningen har foregått ved begynnende egglegging (spr. 1) eller 14 dager senere (spr. 2), har ikke hatt noe å si for resultatet.

Ved bruk av klorerte hydrokarboner var det vanskelig å oppnå like gode resultat i direkte sådd som i planta kålrot (*Taksdal*, 1963). Ved bruk av fosformidlene har en ikke kunnet påvise en slik forskjell. Resultat fra forsøk på ulike jordtyper tyder på at jordtypen ikke er en kritisk faktor. Tilfredsstillende resultat er oppnådd både på myr- og mineraljord. *Taksdal* (1963) fant heller ikke noen innvirkning av jordarten, og diskuterer også grunner til dette.

Analyser etter bruk av granulaten chlorfenvinphos og trichloronat viser at det er en viss fare for rester i kålrot. Det er derfor grunn til å følge opp med flere prøver. Toleransegrenser anbefalt av *FAO/WHO* (1973) er for chlorfenvinphos i kålrot 0,05 mg/kg, mens den i Vest-Tyskland er fastsatt til 0,10 mg/kg (*Friestad*, 1977). Resultatet fra 1975 kan muligens skyldes at røttene var meget små, og en langsom nedbryting av midlene på grunn av de lave temperaturene dette året. I 1976 er det bare i Tromsø at restinnholdet ligger over toleransegrensen 0,10 mg/kg. Om verdiene i røtter fra de andre lokalitetene også ligger under *FAO/WHO*'s grense, vet en ikke, fordi detekteringsgrensen var på 0,08 mg/kg.

I undersøkelser fra Sverige (*Renvall & Akerblom*, 1974) er det funnet små rester i noen prøver, men i de

fleste var det ikke mulig å påvise slike. Dette gjaldt også materiale fra Nord-Sverige (Umeå). Rester opp til 0,1 mg/kg er karakterisert som små. I dette arbeidet er det antatt at bruk av granulat gir høyere rester enn andre behandlingsmetoder (beising, sprøytevaning), og at bruk av trichloronat gir høyere absolutte restverdier enn bruk av chlorfenvinphos. Den siste tendensen finner en igjen hos Nordby og Rygg (1968) og Bro-Rasmussen et al. (1969), og kan også

sies å finnes i de foreliggende resultat fra Nord-Norge. Bro-Rasmussen et al. (1969) fant ikke spesielt høye rester i kålrot i Danmark, men i noen tilfelle var de av en slik størrelsesorden (opp til 0,18 mg/kg for trichloronat) at de mener at forholdet bør være gjenstand for videre observasjon.

Forskjeller i jordtype og klima antas å påvirke restinnholdet (Renwall & Åkerblom, 1974).

6. Summary

During the years 1965—69 and 1975—76 17 field experiments were carried out in Northern Norway on chemical control of the cabbage root fly (*Hylemya brassicae* Boucheé) and the turnip root fly (*Hylemya floralis* Fall.) in swedes. The insecticides tested are listed in Table 2. The granules were used at dosages of 2.5 kg active ingredient per hectare. In the spraying experiments 0.5—1.0 dl spraying mixture at normal concentration was used per plant. Experiments were carried out both on transplanted swedes and on swedes sown in the field, as well as on different soil type.

Good results were obtained after use of granules in the furrows or in the rows at sowing or transplanting.

No differences in the efficiency were found between the granules. Spraying once with diazinon or azinphos-methyl, either at the beginning of the oviposition (spr.1) or 14 days later (spr.2), was not satisfactory. Spraying twice (spr.1 + spr.2) gave better results. A combination of granules at sowing or transplanting and spraying once, was the best method.

Similar results were obtained in transplanted swedes and in swedes sown in the field. The soil type was not found to be a decisive factor for the efficiency of the treatments.

Residues after granules applicated at transplanting have been detected in the range of from not detectable to 0.22 mg/kg.

7. Litteratur

- Auranaune, J., 1958: Lokale kålrotstammer fra Nord-Norge. Gartneryrket, 48: 564—565.
- Bro-Rasmussen, F., K. Orbæk, K. Voldum-Clausen og E. Nøddegaard, 1969: Undersøgelser for restindhold af 5 phosphorholdige insekticider i gulerødder, kålroer, løg og kål. Tidsskr. Planteavl, 73: 382—393.
- FAO/WHO, 1973: Pesticide residues in food. Report of the 1972 FAO/WHO Meeting. Wld. Hlth. Org. Techn. Rep. Ser. No. 525.
- Friestad, H., 1977: Personlig meddelelse.

- Hellqvist, H., 1966: Resultat av försök med bekämpning av kålflugelarver i blomkål 1963—65. Handelsträdgårdsmästarnas årsbok. 16 s.
- Lein, H., 1955: Kålfluene, *Hylemyia brassicae* (Bouché) og *H. floralis* (Fallén). Undersøkelser over deres biologi og bekjemping i Norge. St. plantevern, Meld. 9.
- Lundblad, O., 1933: Kålflugorna. Meddn St. VäxtskAnst. 3: 1—103.
- Nordby, A. og T. Rygg, 1968: Bekjempelse av kålflyer i kålrot ved tilføring av granulat samtidig med såing. Norsk Landbruk 1968, (5): 12—13 og 31.
- Opsahl, B. og K. Ringlund, 1961: Avling, handelsverdi og matkvalitet hos forskjellige kålrotssorter. Forskn. fors. Landbr., 12: 57—78.
- Renvall, S., M. Åkerblom, 1974: Rester av några organiska fosforpesticider i blomkål och kålrot efter bekämpning av kålflugelarver, *Hylemyia brassicae* (Bouché) och *H. floralis* (Fallén) (Dipt.: Muscidae). Meddn St. Växtsk.Anst., 16: 1—14.
- Rygg, T., 1962: Kålfluene, *Hylemyia brassicae* (Bouché) og *H. floralis* (Fallén) (Dipt.: Anthomyiidae). Undersøkelser over klekketider og bekjempelse i Norge. Forskn. fors. Landbr., 13: 85—114.
- Samuelsen, R. T., 1970: Bekjempelse av kålflyer i matkålrot — såstav som granulatspredator. Norden, 74: 258—261 og 267.
- Svads, H., 1969: Forsøk med sorter av kålrot 1965—1967. Forskn. fors. Landbr., 20: 333—350.
- Taksdal, G., 1963: Kålfluene, *Hylemyia brassicae* (Bouché) og *H. floralis* (Fallén) (Dipt.: Anthomyiidae). Forsøk med rådgjerder på korsblomstra vekster i Nord-Norge. Forskn. fors. Landbr., 14: 719—733.
- Taksdal, G., 1966 a: The turnip root fly, *Hylemyia floralis* (Fallén), resistant to chlorinated hydrocarbon insecticides in Rana, Northern Norway. Acta Agr. Scand., 16: 129—134.
- Taksdal, G., 1966 b: Stor kålfly, *Hylemyia floralis* (Fallén) resistent mot kjemiske middel i Ranadistriktet. Norden, 70: 355—356.
- Taksdal, G. og A. Nordby, 1966: Granulerte skadedyrmedler i kål. Gartneryrket, 56: 320, 322, 336 og 339.
- Varis, A.-L., 1960: Kläckningen av imagines i Sydfinland och Nordfinland av *Hylemyia*-arter på korsblomstriga växter. Nord. Jordbr.forskn. suppl. 1: 307—310.
- Varis, A.-L., 1967: Studies on the biology of the cabbage root fly (*Hylemyia brassicae* Bouché) and the turnip root fly (*Hylemyia floralis* Fall.). Ann. Agr. Fenniae, 6: 1—12.



I redaksjonen 21.4. 1977.

**FOREDLING I KEPALØK
AVKOMSTPRØVING I STAMME I**

*Breeding in Onions
Progeny testing in strain I*

AV
JON VIK OG KNUT AASTVEIT

INNHALD

	Side
Samandrag	398
Variabilitets- og seleksjonsforsøk	400
Resultat	400
1. Variabilitets- og seleksjonsforsøket	400
2. Prøving av dei nye stammene	400
Konklusjon	406
Summary	406
Referert litteratur	407

I eit tidlegare arbeid (Vik, 1972) vart det gjort greie for foredlingsarbeidet i kepaløk ved Statens forskingsstasjon Landvik fram til 1971. Målsettinga i dette foredlingsprogrammet har heile tida vore og er framleis å få fram sortar og stammar som er betre tilpassa våre dyrkingsvilkår enn importerte sortar. Ein har serleg lagt vekt på stor avling og god lagringsevne, god skalkvalitet, mest mogleg rund form på løken og ein mest mogleg gylden gul skalfarge.

Som det går fram av Vik si mel-

ding frå 1972, vart det i dette foredlingsprogrammet først nytta strengt masseutval, seinare avkomstprøving etter «polycross» (sjå fig. 1). Dette arbeidet resulterte i fem stammar som vart prøvd i avlings- og lagringsforsøk saman med vanlege handelssortar. I desse forsøka var det serleg stammane I, II og III som merkte seg ut. I tabell 1 er synt resultatata frå utførte sortsforsøk med desse tre stammane og 7 handelssortar i åra 1969—71.

Tabell 1. Resultat av sortsforsøk 1969—71.

Sortar og stammer	Standard avling Kg/da		Skal kvalitets indeks 1971 ¹⁾	Etter lagring	
	Haust	Etter lagring April 1.		Rotne %	Grodde %
Medel av 7 hnd. sortar	3719	1191	2.79	32	28
St. I	3302	1926	4.20	33	9
St. II	4158	2285	3.19	28	10
St. III	3631	1892	3.07	30	19

1) 0—5, 5 det beste.

Som vist i tabell 1 var St. II best med omsyn til avling både om hausten og etter lagring. Når ein likevel valde å arbeide vidare med St. I, var det serleg fordi denne var overlegen i skalkvalitet. Dessutan hadde St. I også den beste lagringsevna, målt som prosent løk etter lagring. Men som ein ser av tabellen var avlingsevna til St. I i minste laget. Dessutan var det i

St. I enno att for stor genetisk variasjon i skalfarge og form til å tilfredsstilla marknadskrava. Det vidare foredlingsarbeid tok difor i serleg mon sikte på å betra eigenskapane avlingsevne, form og skalfarge. Innan St. I varierte skalfargen frå gul til lett rau, som etter tørking gav ein meir eller mindre mørk gylden skalfarge. Målet var å få bort raufargen.

Samandrag

Denne artikkelen presenterer dei siste hovudresultata i løkforedling frå Statens forskingsstasjon Landvik.

I stamme I (Vik, 1972) vart 277 familiar etter fri pollinering av for-

eldreplantene dyrka i eit randomisert blokkforsøk med tre gjentak. I alt vart 14 eigenskapar registrerte og analyserte for variasjon og kovariasjon. Arvegraden for nokre av dei

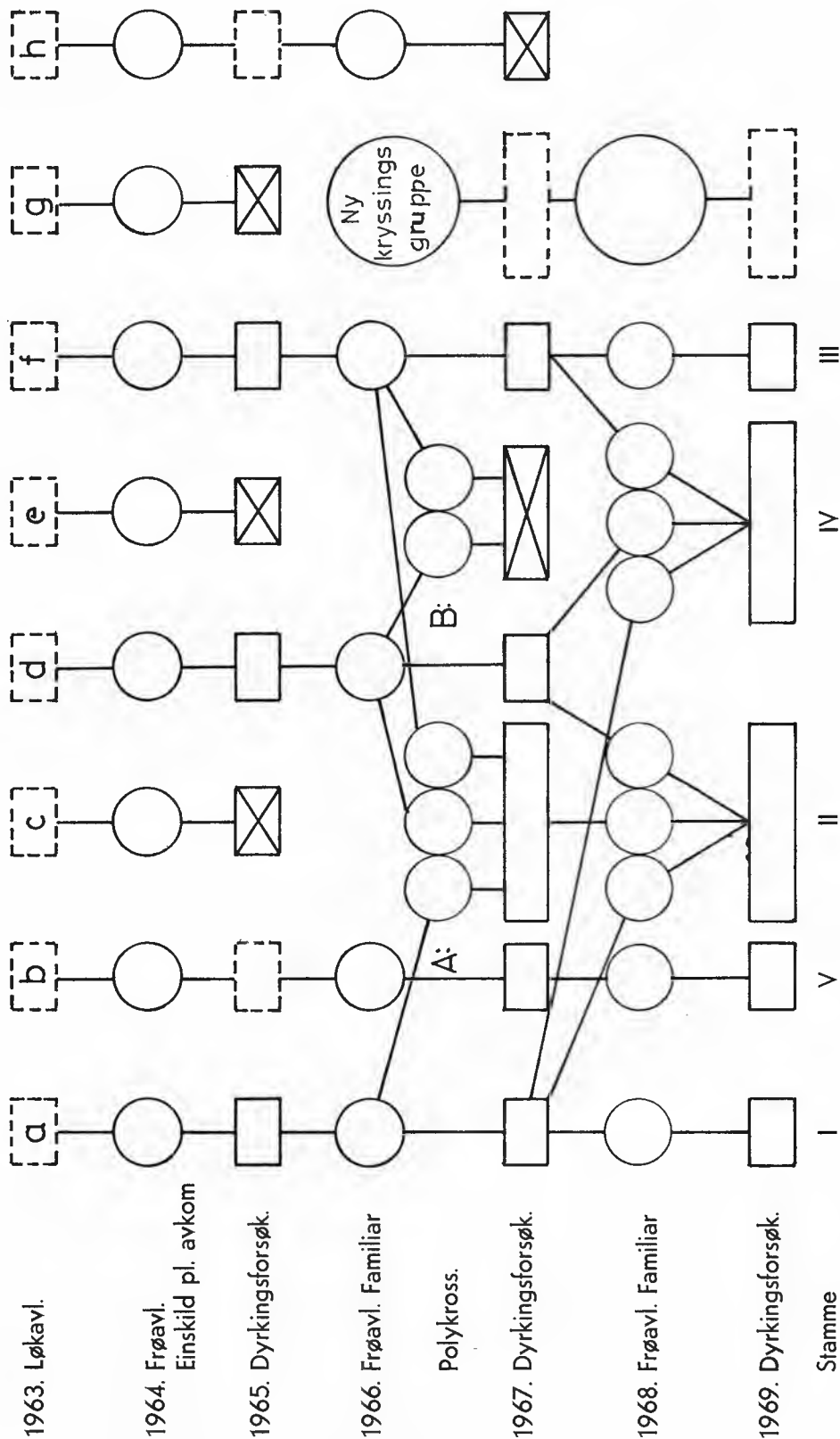


Fig. 1. Foredlingsprogram i *Allium cepa* L. på Statens forskningsstasjon Landvik, 1963—1969.

viktigaste eigenskapane går fram av tabell 2, medan tabell 3 syner nokre av dei viktigaste fenotypiske korrelasjonane. På grunnlag av resultatata frå variabilitetsforsøket vart 19 familiar selekterte. Løken frå desse familiane vart klassifisert etter skalfarge, og delt i to grupper, gule og gyldne. Seinare vart desse gruppene frøformerte kvar for seg, og dei nye stammene som kom fram vart samanlikna over to år med stamme I original, stamme II, og dessutan to handelssortar. Resultata er vist i tabell 4 og 5. Konklusjonen er at seleksjonen har ført til ein auke i haustavlinga. Grunna betre

lagringsegenskapar, er stamme II likevel framleis den beste med omsyn til avling etter lagring. Alt i alt er det dei nye foredlingsstammene: stamme I original, stamme I gul, stamme I gylden og stamme II, betre enn handelssortane med omsyn til avling etter lagring, skalkvalitet, groing og til dels rotning.

I artikkelen er det til sist peika på at lagringssjukdomar som til dømes gråskimmel, utan tvil er særst viktig, og i vårt vidare foredlingsarbeid vil vi leggja særleg vekt på resistens mot dei mest skadelege sjukdomane.

Variabilitets- og seleksjonsforsøk

Våren 1970 vart 277 løk frå St. I av mest mogleg lik storleik sortert i tre grupper:

- a. Utan utval.
- b. Utval for gylden skalfarge.
- c. Utval for gul skalfarge.

Dei tre gruppene vart planta ut side om side i eit plasthus, og bier vart nytta som det pollinerande insekt. Alle plantar vart frøhausta individuelt. Våren 1971 vart frø frå kvar einskild plante sådd i torvpotter (Jiffy-strips). Ein tok sikte på tre plantar i kvar potte. Utplantinga på åkeren fann stad i midten av mai, 6—7 veker etter såing. Forsøksplanen var tilfeldig fordeling i tre blokker, og rutestorleiken 1,95 m² med

omlag 45 plantar pr. m². Etter hausting og kunstig tørking vart løken frå alle rutene lagra på vanleg måte til april følgjande år. Under dyrking, hausting og etter lagring vart det til saman tatt observasjonar over 14 ulike karakterar. Desse vart seinare analysert for variasjon og samvariasjon.

På grunnlag av resultatata frå variabilitetsforsøket vart 19 familiar selekterte. Løken frå desse familiane vart sortert etter gylden og gul farge og slegne saman i to grupper. Kvar gruppe vart frøavla for seg, og var seinare med i eit sortsforsøk som gjekk over to vekst- og lagringsseongar (1973—75).

Resultat

1. Variabilitets- og seleksjonsforsøket

Tabell 2 gir forholdet familie varians/restvariens (F_{verde}) for 9 av dei viktigaste karakterane i variabilitetsforsøket. Arvegraden i vid mei-

ning ($h^2_{\text{b}_s}$) er rekna ut for dei karakterane som synte signifikante F_{verde} etter følgjande formel:

$$h^2_{bs} = \frac{Vg}{Vg + Ve}$$

I denne formelen står Vg for den genetiske del av variasjonen, medan Ve står for den uforklarte del av variasjonen mellom familiegjennomsnitt over blokker. Som ein ser var det berre skalkvalitet som ikkje viste signifikant F-verde. Ein skal merke seg at arvegraden for avling både om hausten og etter lagring var omkring

0.5. At omlag 80 prosent av variasjonen i løkstorleik og rotning har si årsak i genetisk variasjon må seiast å vera mykje, men var likevel ikkje uventa ut frå dei røynsler som er gjort tidlegare.

På grunn av harde lagringsvilkår vart standardavlinga etter lagring relativt lita. Fordelinga av familiane med omsyn til gjennomsnitt over blokker var likevel ikkje langt frå «normal», både for avling om hausten og etter lagring (fig. 2).

Tabell 2. F-verde og arvegrad i vid meining (h^2_{bs}) for 9 eigenskapar i 277 familiar innan St. I.

Karakterar	F-verde	h^2_{bs}
Vekstperiode	3.14***)	0.68
Samla avling, haust	1.98***)	0.49
Vekt (g) pr. løk, haust	5.39***)	0.81
St. avling etter lagring	2.11***)	0.53
Lagringsevne (% st. avling)	1.66***)	0.40
Tal rotne løk	1.40**)	0.80
Tal grodde løk	1.79**)	0.44
Skal kvalitet	0.76	—
Forma på løken	1.26*)	0.21

*) $0.01 < P < 0.05$.

**) $0.001 < P < 0.01$.

***) $P < 0.001$.

Fordelinga for rau, gylden og gul skalfarge innan avkomet til dei tre foreldregruppene a, b og c for skalfarge er vist i fig. 3. Som ein ser var det liten verknad av utval for gylden skalfarge. Utval for gul skalfarge gav derimot ein stor og i høg grad signifikant verknad på avkomet ($P < 0.001$). Skilnadene i andre karakterar mellom dei tre fargegruppene var relativt små, sjøl om dei i ein skilde høve var signifikante. Den gruppa som vart utvald for gul skalfarge hadde soleis større løk enn dei andre to gruppene.

Samvariasjonen mellom dei ulike karakterane vart også studert. Tabell 3 gir nokre av dei mest interessante korrelasjonane.

Ein skal merka seg den sterke positive samanhengen som det er mellom løkstorleik og haustavling, og likeins den positive samanhengen mellom veksttid og avling både før og etter lagring. Samanhengen mellom veksttid og haustavling er vist i fig. 4.

Av tabell 3 ser ein også at rotning og groing viste negativ samanheng med Standard avling etter lagring. Det var derimot ein signifikant positiv samanheng mellom skalkvalitet og Standard avling etter lagring (Fig. 5), medan samanhengen mellom skalkvalitet og rotning var signifikant negativ. Dette tyder på at god skalkvalitet verkar til å redusera rotning, og dermed auke avlinga etter lagring.

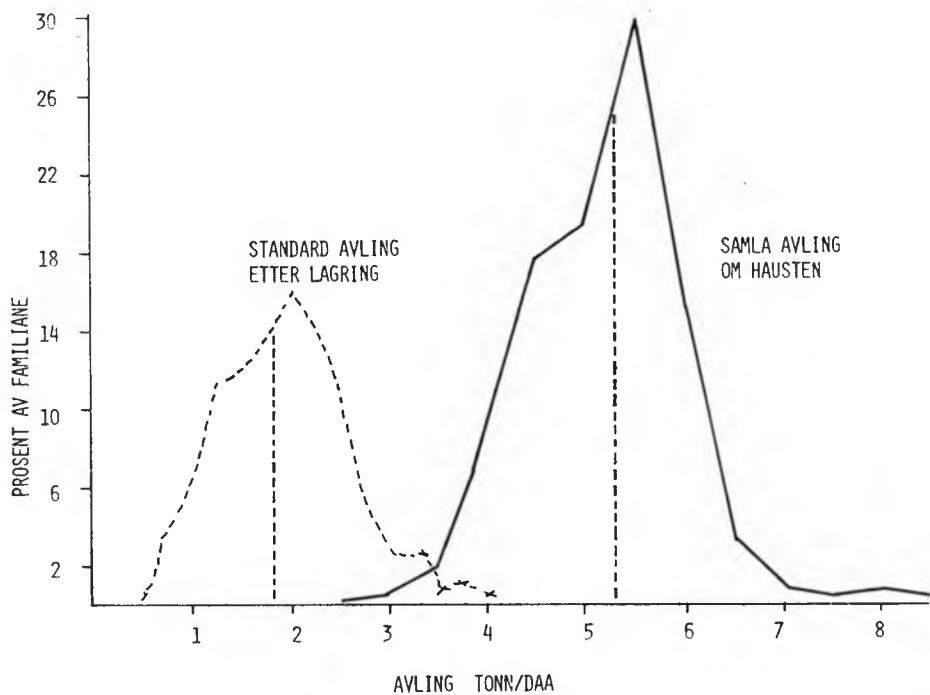


Fig. 2. Fordeling av totalavling om hausten (1971) og standard avling etter lagring (April 1972) for 277 familier av St. I.

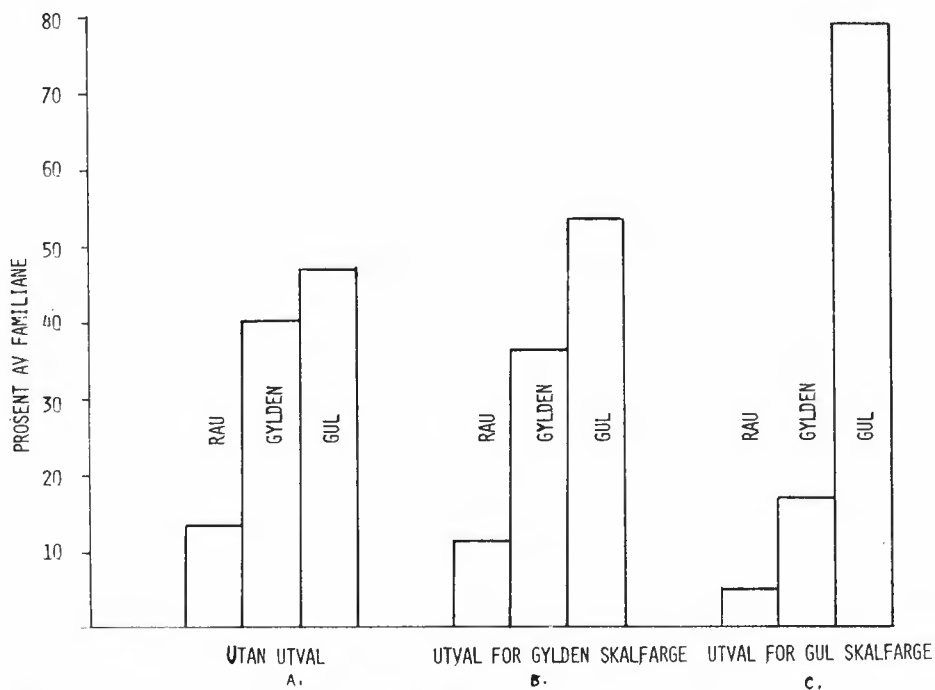


Fig. 3. Resultat av utval for skalfarge i St. I.

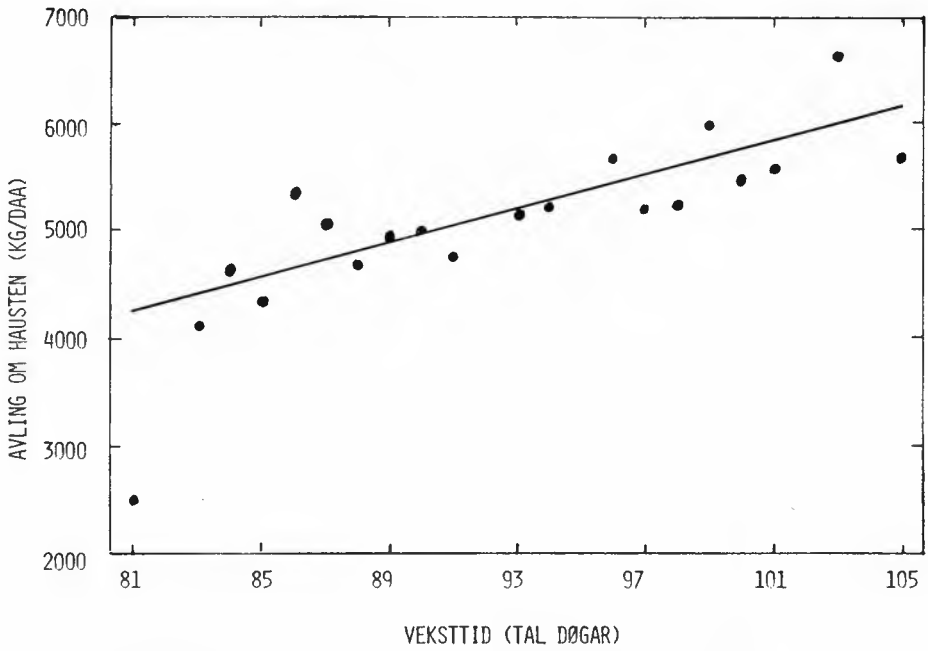


Fig. 4. Samanhengen mellom veksttida av familiene og haustavling.

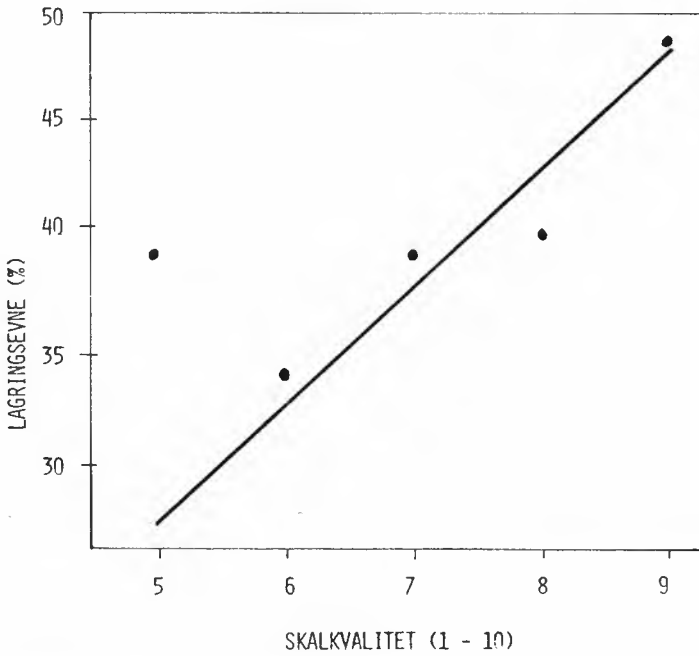


Fig. 5. Samanhengen mellom skalkkvalitet og lagringsevne i St. I.

Tabell 3. Korrelasjonskoeffisientar mellom nokre av karakterane.

Karakterar	Samla avling	St. avling etter lagring	Roten løk etter lagring
Vekstperiode	0.330***	0.309***	
Løk vekt	0.870***	0.212***	
Skal kvalitet		0.203***	— 0.180**
Roten løk		— 0.345***	
Grodde løk		— 0.352***	

2. Prøving av dei nye stammene

Dei to nye stammene, St. I gul og St. I gylden, vart i åra 1973—75 lagt ut i jamførande dyrkings- og lagringsforsøk saman med St. I original, St. II, og handelssortane Merit og

Rijnsburger 1001. Tabell 4 gir gjenomsnittstala for dei viktigaste karakterane over to år, medan tabell 5 gir resultatata for kvalitetsegenskapar over to år.

Tabell 4. Resultat av to dyrkings- og lagringsforsøk med nye stammar valt ut i familiar frå St. I (original) jamført med handelssortar 1973—75.

Stammar og sortar	Haust		Etter lagring			
	Total avling kg/da	Løk vekt g	Standard avling kg/da	Løk vekt g	Roten løk %	Grodde løk %
St. I gul	5610	108	3206	104	21	2.5
St. I gylden	5189	109	3342	112	16	2.5
St. I original	5102	102	3329	108	15	2.5
Merit	5873	112	2882	108	17	20.0
Rijnsburger	5294	101	3103	99	11	8.5
St. II	5551	104	3950	111	9	1.5
F-verde (stamme og sort/rest) ..	*	ing. sign.	**	ing. sign.	ing. sign.	***
L.S.D. (0.05)	678	—	700	—	—	4.1

Som ein ser av tabell 4, har seleksjon av familiar innan St. I ført til auke i haustavling slik at den er kome på høgd med vanlege handelssortar. Likevel har St. II, som er meir kraftig veksande enn St. I, gitt større avling etter lagring. Dette har truleg si årsak i at serleg St. I gul hadde ein større prosent rotne enn både St. I

original og St. I gylden. Som ein ser av tabell 5 var derimot St. I gul den som hadde best skalkvalitet. Av tabellane 4 og 5 ser ein elles at dei fire foredlingane er nokså overlegne jamført med dei to handelssortane både med omsyn til skalkvalitet og groing.

Tabell 5. Kvalitetskarakterar i utvalde stammar og sortar 1973—75.

Stammar og sortar	Farge (%)			Skal		Groing (%)		
	rau	gylden	gul	(0—10) kvalitet	(0—10) farge	April 2.	April 28.	Mai 23.
	St. I gul	4	9	86	8.1	7.5	0	1	15
St. I gylden	12	28	60	8.0	6.5	0	1	18
St. I original	12	25	61	8.0	6.1	0	3	23
Merit	0	1	98	4.4	5.1	10	30	52
Rijnsburger 1001	1	4	95	5.9	6.9	3	10	27
St. II	3	11	86	7.7	7.9	1	4	28
F-verde (stamme og sort/rest)	***	***	***	***	***	***	***	***
L.S.D. (0.05)	3	4	7	0.6	0.5	2	6	9

Konklusjon

Grunna aukande løkproduksjon her i landet har det etter kvart vorte meir turvande med lengre lagringstid og seinare marknadsføring. Dette har ført med seg ønskje om sortar med betre lagringsevne enn dei vanlege handelssortane, utan at dette skulle gå ut over andre viktige eigenskapar.

Utgangsmaterialet for det foredlingsarbeidet som har vore drive på Statens forskingsstasjon Landvik var utenlandske sortar foredla for særlegare dyrkingsvilkår. Seleksjon i dette materialet har ført til stor betring i lagringsevna. Og denne betringa tykjest henga saman med at skalkvalite-

ten har vorte betre, groing mindre og rotning delvis mindre. Med den siste seleksjonen ser det også ut til at haustavlinga før lagring er komen opp på linje med dei beste handelssortane.

Ein er klår over at lagersjukdomar som t.d. gråskimmel er sers viktig for lagringsevna. Foredlingar og sortar som hittil er prøvde synest ikkje å ha klare skilnader i resistens mot gråskimmel. I det framtidige foredlingsarbeidet vil ein leggja serleg vekt på å få fram sortar med betre resistens mot dei mest skadelege sjukdomar både under dyrking og lagring.

Summary

The present paper presents the recent main results obtained in onion breeding at Landvik Agricultural Experiment Station, which is located in Southern Norway near the town Grimstad at a latitude of 58° 26' N.

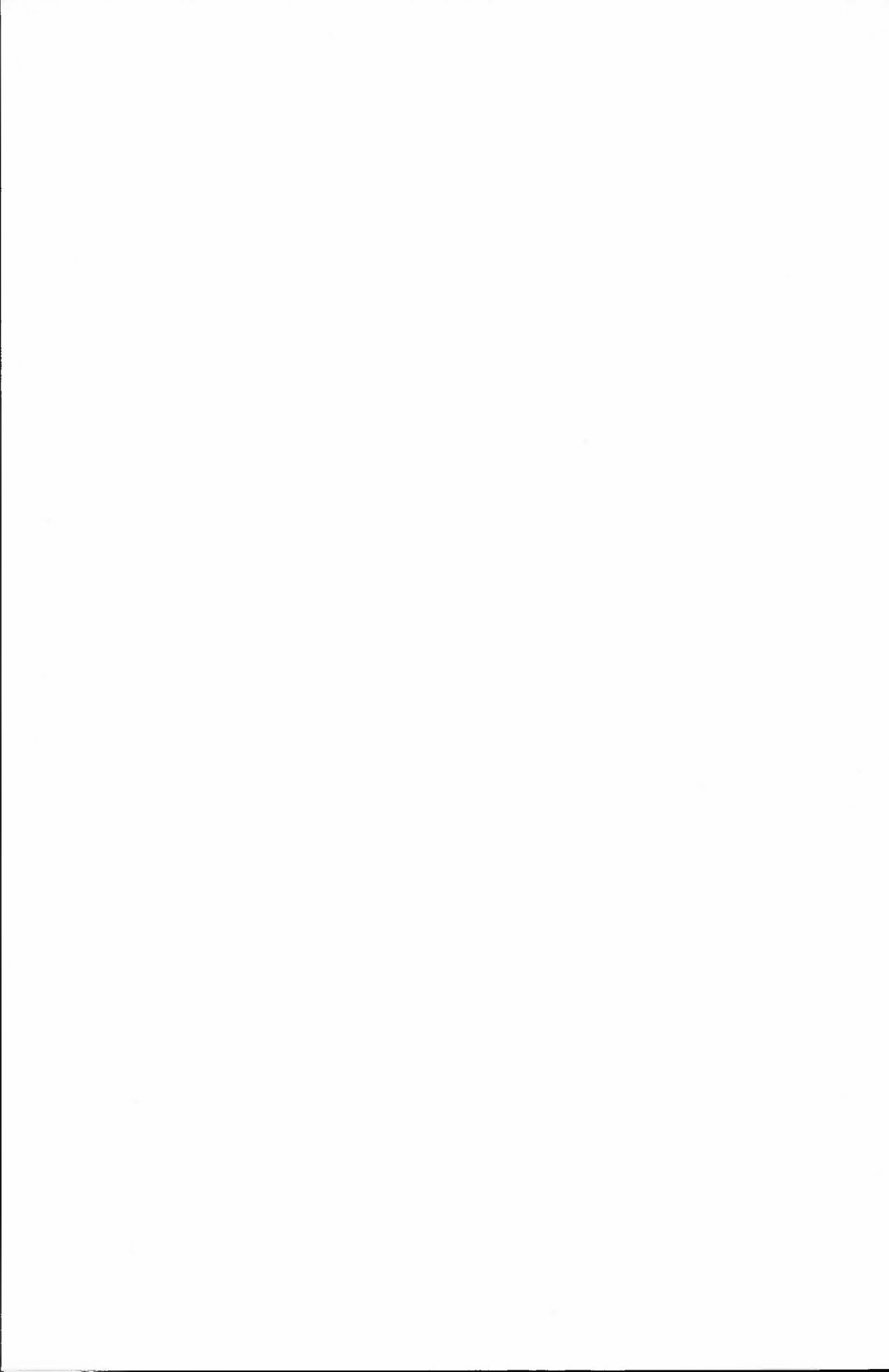
Within the strain St. I (*Vik*, 1972) 277 families from open pollination of the parental plants were grown in a randomised block experiment with three replications. Altogether 14 characters were scored and analysed for variation and covariation. Heritability estimates for some of the most important characters are presented in table 2, while table 3 gives some of the most important phenotypic correlations. Based on the results from the variability experiment 19 families were selected. The onions from these families were classified for skin colour and divided into two groups, yellow and golden. These groups were later on seed propagated seperately, and

the resulting new strains were compared with St. I original, St. II, and two market varieties over two years. Tables 4 and 5 present the results. The conclusion is that the selection has laid to an increase in autumn yield. Due to better keeping ability St. II is, however, still the best strain as far as yielding capacity after storage is concerned. As a whole the new breed strains, St. I original, St. I yellow, St. I golden and St. II are superior to the market varieties in yielding capacity, storage, skin quality, sprouting ability and partly rotting.

In the concluding remarks it is pointed out that storage diseases like neck rot (*Botrytis alli*) no doubt are of great importance and in our further breeding work we are planning to pay considerable attention to resistance against the prevailing diseases.

Referert litteratur

Vik, J., 1972: Foredling i løk 1956—1971. (With a summary in English) *Forskn. og forsøk i landbr.*, 23: 235—273.



I redaksjonen 22.4. 1977.

**ENDRINGAR I ØKSLINGSEVNE HOS BLANDINGSPOPULA-
SJONAR AV A- OG C-RASE AV GUL POTETCYSTENEMATODE
HETERODERA ROSTOCHIENSIS WOLL. VED DYRKING PÅ
MOTTAKELEG, EX. ANDIGENA A-RESISTENT OG EX. VERNEI
ABC-RESISTENT POTETCULTIVAR**

*Changes in multiplication ability in mixed populations of pathotype A
and C of yellow potato cyst nematode Heterodera rosto-
chiensis Woll. by growing on susceptible, ex. andigena
A-resistant and ex. vernei ABC-resistant potato cultivar*

AV
JOHANNES ØYDVIN

INNHALD

	Side
I. Samandrag	410
II. Innleiing	410
III. Materiale og metodar	411
IV. Resultat	414
V. Diskusjon	415
VI. Summary	415
VII. Litteratur	416

I. Samandrag

Effektar av potetcultivarane 'Kerrs Pink', 'Saturna' og 'Proton' på aggressivitet hos blandingspopulasjonar av A- og C-rase av gul potetcystenematode *Heterodera rostochiensis* Woll. er studert i 3 pottforsøk, 1973—77. Det vart òg dyrka populasjonar av 100 % A- og 100 % C-rase.

Einsidig dyrking av 'Kerrs Pink' medførde sterk øksling av begge rasar. Når ein 3. nematodegenerasjon av 100 % A-rase vart laga ved innsetting av 'Saturna' utvikla det seg relativt få nye cyster, og få nye av 100 % C-rase vart registrerte ved innsetting av 'Proton'. Men desse avbrota hindra ikkje nye sterke åtak med stor cysteproduksjon i dei to etterfølgjande generasjonane på 'Kerrs Pink'. Blandingspopulasjonar viste ingen endring i aggressivitet etter å ha vorte dyrka i 6 generasjonar på mottakeleg plante.

Einsidig dyrking av 'Saturna' gav tilfredsstillande kontroll av 100 % A-rase i to forsøk gjennom 3 og 5 ge-

nerasjonar. Populasjonar med frå 50—100 % C-rase øksla seg sterkt på 'Saturna' alt i 1. generasjon. For 1 og 0,1 % C-populasjonar var det sterk framgang i øksling på 'Saturna' i 3. og 4. generasjon, og særleg stor auke i tal nye cyster i 5. generasjon. Innsetting av 'Proton' i 3. generasjon gav relativt få nye cyster, og hindra effektivt 1 og 0,1 % C-populasjonar i vidare rask øksling i to etterfølgjande generasjonar på 'Saturna', men det stoppa ikkje vidare sterk øksling for 100 % C-rase.

'Proton' vart dyrka kontinuerleg i eitt forsøk. Denne cultivaren syntest ha endå sterkare eller sikrare resistens mot rase A enn 'Saturna'. 'Proton' gav òg fullgod resistens mot 100 % C-rase og mot blandingspopulasjonar av A- og C-rase gjennom heile forsøksperioden som gjekk over 5 generasjonar.

Tal nye cyster utvikla på resistent plante steig til ein viss grad med stigande smittenivå ved start.

II. Innleiing

På jord infisert med gul potetcystenematode *Heterodera rostochiensis* Woll. rase A har ex. *andigena* resistent potet vist seg å kunne bli eit viktig supplement til vekstskifte. Resistent plante stimulerar eggklekinga og reduserar nematodepopulasjonen med ca. $\frac{2}{3}$ pr. år, mot ikkjevertplante med ca. $\frac{1}{3}$ (Øydvin, 1975). Ved å ta inn resistent cultivar i omlopet kan det dyrkast mottakeleg potet med færre års mellomrom utan at dette økslar nematoden til sterkt skadeleg nivå sett over ei årrekke.

Rasetesting i seinare år av våre nematodepopulasjonar stadfestar tidlegare resultat (Bumbulucz, 1971), og

tyder på at hos oss ligg tilhøva tilrette for varig bruk av A-resistente potetcultivarar. Men testen vi brukar er relativt grov og kan knapt avduke svært svake innslag av resistensbrytande individ i ein A-populasjon. Det er vidare ein føresetnad at dei få populasjonane vi har av kvit potetcystenematode *H. pallida* Stone ikkje får spreie seg, men blir haldne i streng isolasjon til smitten er heilt ute av jorda. Hypotesen om at den kvite arta er introdusert uavhengig av den gule og ikkje førekjem som upåvisleg svak innblanding i denne, må òg halde stikk.

I Nederland reknar Kort (1973)

rase B, C og F som resistensbrytande rasar av gul potetcystenematode. Av våre 6 kjende aggressive populasjonar i denne arta går Frogn 2 rasen (*Bumbulucz & Øydvin*, 1975) lengst i aggressivitet og er kalla C-rase (*Øydvin*, 1974). Den vart selektert i ein åker med A-rase og øksla til høgt

smittenivå etter 12 år samanhengande dyrking av A-resistent potet. For tida rekner vi vår C-rase som det beste svaret på kva som eventuelt kan hende etter lengre tids bruk av ex. *andigena* cultivar med berre A-resistens på jord infisert med A-rase.

III. Materiale og metodar

I åra 1973—77 er det i 3 potteforsøk dyrka mottakeleg og nematoderesistent potet saman med gul potetcystenematode *Heterodera rostochiensis* Woll. i opptil 7 generasjonar frå kjende blandingar av A- og C-rase ved start. Nematodesmitten var frå forsøksfeltet vårt på Solberg i Frogn.

Alle forsøka starta med 100 friske cyster pr. potte. Smitten var isolert i finmaska nylonduk som larvene sumde ut igjennom, og som skilde gamal smitte frå nydanna cyster ved avslutninga av kvar generasjon. Tal nye cyster vart bestemt ved utvasking og ekstrahering av potteinnehaldet. Dei nye cystene vart isolerte i nylonduk og lagde ut att saman med eldre smitte til neste nematodegenerasjon. Under tilfeldige opphald mellom generasjonar låg nematodecystene på + 2° C.

Potetene vart dyrka i 8 cm plastikkpottar i flygesand med naturleg pH 6,1 og med gjødselvatning etter behov. Forsøka gjekk i eit vekstrom som heldt 17—20° C. Plantene fekk kontinuerleg kunstig lys i 2½ månad. Pottene stod deretter ½ månad for uttørring av rot og sand før utvasking og cysteteljing.

Potetcultivarane var:

'Kerrs Pink'	mottakeleg
'Saturna'	resistent mot rase A
'Proton'	resistent mot begge rasane i desse forsøka.

Forsøk 1.

'Kerrs Pink' og 'Saturna' er dyrka kontinuerleg med 8 gjentak gjennom 6 generasjonar med smitte frå følgjande blandingsforhold av A- og C-rase ved start: 99 % A + 1 % C, 90 % A + 10 % C, 50 % A + 50 % C, 10 % A + 90 % C, 1 % A + 99 % C, og 100 % C. 'Kerrs Pink' vart òg dyrka i 100 % A-rase.

Totalt cystetal vart registrert etter 3. nematodegenerasjonen og tal nydanna cyster etter den 4.—6. generasjonen. Frå den 6. generasjonen på 'Kerrs Pink' vart det plukka opp 100 cyster av kvart gjentak til øksling på 'Saturna' som den 7. nematodegenerasjonen.

Forsøk 2.

Her er brukt 8 gjentak med dei same blandingsforholda av A- og C-rase ved start som i forsøk 1, og er eit supplement til dette forsøket, men omfattar berre dyrking på 'Saturna'.

Det er registrert tal nydanna cyster i den 1.—3. nematodegenerasjonen.

Forsøk 3.

Med 4 gjentak er det dyrka 5 nematodegenerasjonar med smitte frå følgjande blandingar av A- og C-rase ved start: 100 % A, 99,9 % A + 0,1 % C, 99 % A + 1 % C, og 100 % C.

Det er registrert tal nydanna cyster dyrka kontinuerleg, bortsett frå enkelte medvitne endringar i 3. generasjon som det går fram av tabell 4. 'Saturna' og 'Proton'. Cultivarane er

Tabell 1. Cystetal pr. plante samla etter 3 generasjonar og nye i 4.—6. generasjon, for 7 nematodepopulasjonar av *H. rostochiensis* dyrka kontinuerleg på 'Kerrs Pink' og 'Saturna' frå 100 cyster ved start. Potteforsøk 1.

Cyst number per plant, accumulated after three generations and new in 4th to 6th generation, for seven nematode populations of H. rostochiensis grown repeatedly on 'Kerr's pink' and 'Saturna' from 100 initial cysts. Pot exp. 1.

Populasjonar ved start <i>Initial population</i> % A + % C	Samla cystetal <i>Accum. cyst number</i> 3. gen.	Nye cyster <i>New cysts</i>		
		4. gen.	5. gen.	6. gen.
'Kerrs Pink'				
100	2760	707	2057	2386
99 + 1	4071	700	1431	3050
90 + 10	4200	439	1906	2525
50 + 50	3629	1021	2106	2613
10 + 90	3886	929	2136	2950
1 + 99	4400	1379	2566	2856
100	2350	615	2392	3442
'Saturna'				
99 + 1	294	1103	1325	1113
90 + 10	2050	2594	1744	1656
50 + 50	4150	1906	1531	1654
10 + 90	6100	1725	1522	1157
1 + 99	5800	2022	1938	1818
100	4500	1575	1147	858

Tabell 2. Tal nydanna cyster pr. plante gjennom 3 generasjonar for 7 nematodepopulasjonar av *H. rostochiensis* dyrka kontinuerleg på 'Saturna' frå 100 cyster ved start. Potteforsøk 2.

Number of new cysts per plant during three generations of seven nematode populations of H. rostochiensis grown repeatedly on 'Saturna' from 100 initial cysts. Pot exp. 2.

Populasjon ved start <i>Initial population</i> % A + % C	1. gen.	2. gen.	3. gen.
100	8	0	0
99 + 1	44	28	172
90 + 10	288	227	489
50 + 50	646	783	
10 + 90	891	981	
1 + 99	993	1142	
100	831	837	1006

Tabell 3. Prosent nydanna cyster for ulike nematodepopulasjonar av *Heterodera rostochiensis* i 1. generasjon på 'Saturna' med føregåande dyrking i 6 generasjonar på 'Kerrs Pink' (forsøk 1) og utan (forsøk 2). *Number of new cysts in per cent of different nematode populations of Heterodera rostochiensis for 1st generation on 'Saturna' with previously growing for six generations on «Kerr's pink' (exp. 1), and without (exp. 2).*

Populasjon ved start <i>Initial population</i> % A + % C	Forsøk 1 <i>Exp. 1</i>	Forsøk 2 <i>Exp. 2</i>
100	1,3	1,0
99 + 1	2,2	5,3
90 + 10	11	35
50 + 50	93	78
10 + 90	127	107
1 + 99	78	119
100	100	100
Cystetal pr. plant for 100 % C <i>Cyst number per plant for 100 % C</i>	750	831

Tabell 4. Tal nydanna cyster pr. plante i 1.—5. generasjon for 4 nematodepopulasjonar av *H. rostochiensis* dyrka på 3 potetcultivarar frå 100 cyster ved start (1000 cyster for 0,1 % C-populasjon). Potteforsøk 3.

Yields of new cysts per plant in 1st to 5th generation for four nematode populations of H. rostochiensis grown on three potato cultivars from 100 initial cysts (1000 cysts for 0,1 % C-population). Pot. exp. 3.

Populasjon ved start <i>Initial population</i> % A % C		1. gen.	2. gen.	3. gen.	4. gen.	5. gen.
100		'K. Pink' 1813	'K. Pink' 2525	'Saturna' 44	'K. Pink' 1375	'K. Pink' 1713
		'Saturna' 7	'Saturna' 2	'Saturna' 0	'Saturna' 0,3	'Saturna' 1,3
100		'Proton' 0,3	'Proton' 0,3	'Proton' 0	'Proton' 0	'Proton' 0
	100	'K. Pink' 1475	'K. Pink' 3375	'Proton' 65	'K. Pink' 1775	'K. Pink' 1813
100		'Saturna' 900	'Saturna' 1913	'Proton' 43	'Saturna' 788	'Saturna' 1538
		'Proton' 34	'Proton' 3	'Proton' 2	'Proton' 0,8	'Proton' 0
99,9	0,1	'Saturna' 81	'Saturna' 35	'Saturna' 68	'Saturna' 194	'Saturna' 833
		'Saturna' 72	'Saturna' 23	'Proton' 7	'Saturna' 3	'Saturna' 26
99,9	0,1	'Proton' 1	'Proton' 2	'Proton' 0,3	'Proton' 0	'Proton' 0,8
		'Saturna' 30	'Saturna' 34	'Saturna' 138	'Saturna' 238	'Saturna' 1081
99	1	'Saturna' 27	'Saturna' 18	'Proton' 1	'Saturna' 11	'Saturna' 37
		'Proton' 4	'Proton' 0	'Proton' 0,3	'Proton' 0	'Proton' 0

IV. Resultat

Forsøk 1 og 2.

I forsøk 1 (tabell 1) er det etter 3 generasjoner på 'Kerrs Pink' tendens til større samla cysteavling for blandingspopulasjonar enn for 100 % A- og 100 % C-populasjonar. I etterfølgjande generasjonar er det ingen klare skilnader i økslingsevne mellom ulike forsøksledd.

Etter 3 generasjoner på 'Saturna' stig samla cystetal med stigande innblanding av C-rase til 90 % ved start. For å endre populasjonane med lågast C-innblanding til like sterk økslingsevne på 'Saturna' som 100 % C-rase, er det brukt 3 generasjonar frå 50 % C, 4 generasjonar frå 10 % C og 5 generasjonar frå 1 % C ved start.

I forsøk 2 med dyrking berre på 'Saturna' (tabell 2) gav 100 % A-rase 8 cyster i 1. generasjon, men ingen nye i 2. og 3. generasjon.

Tal nydana cyster stig med stigande innblanding av C-rase til 90 % i 1. generasjon og til om lag 50 % i 2. generasjon. Blandingspopulasjonane med 1 % C og 10 % C viser ingen betring i økslingsevne frå 1. til 2. generasjon, men ein klar framgang i 3. generasjon. Forsøket stadfestar at det trengst meir enn 3 generasjonar for å endre økslingsevna til ein A-populasjon med 10 % C-innblanding eller mindre til same nivået som for ein 100 % C-populasjon.

Begge forsøka viser ein relativt rask seleksjon og endring i retning av større aggressivitet ved dyrking av 'Saturna' i jord der C-rase er oppblanda med A-rase.

Einsidig dyrking av mottakeleg cultivar i 6 generasjonar i forsøk 1 har derimot ikkje senka aggressiviteten i blandingspopulasjonar av A- og C-rase. For når desse er dyrka vidare på 'Saturna' for utvikling av ein 7. nematodegenerasjon, dvs. som 1. ge-

nerasjon på resistent plante, er det oppnådd om lag like mange nye cyster som i 1. generasjon på 'Saturna' i forsøk 2. Det er stort sett godt samsvar mellom forsøk 1 og 2 (tabell 3). For populasjonen med 10 % C-innblanding er det tendens til nedgang i aggressivitet etter 6 generasjonar på mottakeleg plante. Skilnaden er likevel ikkje statistisk sikker, og må rekast som tilfeldig.

Forsøk 3.

I forsøk 3 har dyrking av 'Kerrs Pink' medført sterk øksling av både A- og C-rase (tabell 4). Avbrot i dyrkingsrekkefølgja med innsetting av 'Saturna' eller 'Proton' i 3. generasjon har ikkje hindra vidare sterk øksling i 4. og 5. generasjon på 'Kerrs Pink'.

Dyrking av 'Saturna' gav tilfredsstillande kontroll av 100 % A-rase, sjølv om det førekom nye cyster også i 5. generasjon. Alle desse var dårleg utvikla. Derimot øksla 100 % C-rase seg sterkt på 'Saturna'. Avbrot med 'Proton' i 3. generasjon har ikkje forhindra ny rask øksling i etterfølgjande generasjonar på 'Saturna'.

Dyrking av 'Proton' gav full kontroll av 100 % A-rase så vel som av 100 % C-rase.

Einsidig dyrking av 'Proton' gav som venta også effektiv kontroll av blandingspopulasjonane. Innsetting av 'Proton' i 3. generasjon etter 2 generasjonar på 'Saturna' hindra seleksjon og rask øksling av C-rase.

Ved einsidig dyrking av 'Saturna' er det sterk framgang i økslinga i 3. generasjon for 1 % C-rase (som i forsøk 2), og i 4. generasjon for 0,1 % C-rase. Begge populasjonane viser likevel særlig stor framgang først i den 5. generasjonen på 'Saturna'.

Til ein viss grad stig tal nye cyster utvikla på resistent plante med sti-

gande smittegrad. Ved svært sterk larveinvasjon av A-rase er det såleis registrert 44 nye cyster på 'Saturna', mot 7 ved mindre sterk smitte. Tilsva-

rande gav smittegrader på 1000 cyster med 0,1 % C-rase rundt 80 nye i 1. generasjon på 'Saturna', mot 30 nye frå 100 cyster med 1 % C-rase.

V. Diskusjon

Desse forsøka vart planlagde m.a. for å studere seleksjon av større aggressivitet i kjende blandingspopulasjonar av A- og C-rase ved ein-sidig dyrking av ex. *andigena* A-resistent potetcultivar. Når seleksjonen gjekk seint i førstninga frå svake innslag av C-rase, kan det kome av stort overskot av A-rase hannar og sjeldan innbyrdes paring av C-rase dyr. Med så sterke innslag som 1 og 0,1 % C-rase tok det likevel berre 4 generasjonar, med tendens til lengst tid for svakaste innblandinga, for å endre ein A-populasjon til C-populasjon. Prosessen synest ikkje vere reversibel ved ein-sidig dyrking av mottakeleg plante. 6 generasjonar skulle vere mange nok til å prove at den genetiske kontrollen av større aggressivitet i dette tilfellet ikkje er knytt til, eller er nær kobla med gen for mindre livsdugleik. Dette kan tyde på at etter lengre tids bruk av resistens

berre mot rase A, kan ein måtte leve med ein eventuell resistensbrytande rase av gul potetcystenematode, til sterkare resistens kan setjast inn mot den.

'Saturna' har vist varig sterk resistens mot rase A, men 'Proton' synte endå sterkare eller sikrare resistens mot denne rasen. Resultata tyder elles på at 'Proton' gir fullgod resistens mot den mest aggressive kjende norske rasen av gul potetcystenematode, dvs. mot den rasen som vi hittil veit sikkert er selektert etter lengre tids ein-sidig dyrking av A-resistent potetcultivar. Dette understrekar verdet av 'Proton' og liknande resistens for vidare bruk i resistensforedlinga.

Potet er skaffa av forsøksleiar Lars Roer, NLH. Teknisk assistanse: Elida Berg, Bonsak Hammeraas m.fl. Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd har finansiert forsøka.

VI. Summary

Effects of the potato cultivars 'Kerr's pink', 'Saturna' and 'Proton' on aggressivity in mixed populations of pathotypes A and C of the yellow potato cyst nematode *Heterodera rostochiensis* Woll. were investigated in three pot experiments, 1973—77. Populations of 100 % pathotype A and of 100 % pathotype C were also grown.

Continuous growing of 'Kerr's pink' involved rapid multiplication of both

pathotypes. When a third nematode generation of 100 % pathotype A was produced by substituting 'Saturna', relatively few new cysts were formed, and few new ones were recorded by substituting 'Proton' for 100 % pathotype C, however, these interruptions did not prevent new heavy attacks and large cyst production in the two succeeding generations on 'Kerr's pink'. Mixed populations of pathotype A and of pathotype C showed no

change in aggressivity after development for six generations on susceptible plants.

Continuous growing of 'Saturna' adequately controlled 100 % pathotype A in two experiments during three and five generations, respectively. Populations of 50—100 % pathotype C multiplied rapidly on 'Saturna' already in the 1st generation. 1 and 1,0 % C-populations showed great progress in the multiplication on 'Saturna' in 3rd and 4th generations, and a particularly large increase in the number of new cysts was found in 5th generation. Substituting 'Proton' in the 3rd generation gave relatively few new cysts, and effectively prevented

1 and 0,1 % C-population from rapid multiplication during the two succeeding generations on 'Saturna'. However, it did not stop further rapid building up of 100 % pathotype C.

'Proton' was grown continuously in one experiment. This cultivar seemed to possess still stronger or safer resistance against pathotype A than does 'Saturna'. 'Proton' also showed reliable resistance against 100 % pathotype C, and against mixed populations of A and C during the whole experiment period of five generations.

The number of newly formed cysts on resistant plants increased to some degree by increasing initial infestation levels.

VII. Litteratur

- Bumbuluc \acute{z} , L., 1971: Potatiscystenematod i Nematoder p \acute{a} v \acute{a} xter: 57—64. LT's f \ddot{o} rlag. LTK.
- Bumbuluc \acute{z} , L. & J. Øydvin, 1975: Resistance-breaking pathotype of *Heterodera rostochiensis* Woll. with yellow females selected where potatoes derived from *Solanum tuberosum* spp. *andigena* with gene H $_1$ have been grown repeatedly. Ikkje publisert.
- Kort, J., 1973: Identification of pathotypes. EPPO conf. *Heterodera rostochiensis*, Århus, Danmark 9.—11. juli. 6 pp.
- Øydvin, J., 1974: The usefulness of some larval dimension to distinguish *Heterodera rostochiensis* and *H. pallida*, *Nematologica* 19: 435—442.
- Øydvin, J., 1975: Nematoderesistente potetsortar. N. jordbr. forskn. 57 (Nr. I): 487—492.

I redaksjonen 28.4. 1977.

VIRKNINGER AV NITROGEN, KALIUM, FOSFOR OG KALK PÅ VEKSTEN AV LIGNOSER OG STAUDER I KAR

*Effects of nitrogen, potassium, phosphorus and lime on the growth
of container grown trees, shrubs and perennials*

AV
STEINAR VOLDEN

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	418
II. Innledning	418
III. Materiale og metoder	419
A. Voksemedia	419
1. Veksttorv	419
2. Naturtorv	419
3. Subbus	419
B. Plantemateriale	419
1. Forsøk med <i>Betula verrucosa</i> og <i>Acer platanoides</i>	419
2. Forsøk med <i>Cotoneaster lucidus</i> og <i>Berberis thunbergii</i>	419
3. Forsøk med vintergrønne planter	420
4. Forsøk med <i>Picea abies</i>	420
C. Plan og gjennomføring	420
IV. Resultater	421
A. Hovedeffekter	421
1. Nitrogen	421
2. Kalium	421
3. Fosfor	421
4. Kalk, subbus	421
B. Samspill	421
1. Nitrogen x fosfor	421
2. Nitrogen x kalium	421
3. Kalium x fosfor	423
4. Nitrogen x fosfor x kalium	423
5. Andre samspill	425
V. Diskusjon	426
VI. Summary	428
VII. Litteratur	429

I. Sammendrag

Denne meldingen behandler resultater fra gjødslingsforsøk med lignoser og stauder i kar, både i veksthus og ute på friland. Forsøkene i veksthus omfattet *Acer platanoides*, *Betula verrucosa* og *Picea abies*. Ute på friland ble det utført forsøk med *Berberis thunbergii*, *Cotoneaster lucidus*, *Iberis sempervirens*, *Saxifraga arendsii* 'Peter Pan', og *Aubrieta cultorum* 'Schloss Eckberg'. Som voksemedium ble brukt torv og blanding av torv og subbus. I forsøket med *Picea abies* var også kalking med.

Alle planteartene reagerte positivt på nitrogengjødslingen. *Acer platanoides* vokste best ved en nitrogen konsentrasjon på 460 ppm N. Optimal vekst hos *Cotoneaster lucidus* ble oppnådd ved 1840 ppm N, mens *Picea abies* nådde optimal vekst ved 780 ppm N (største mengde). De andre planteslagene nådde optimal vekst ved 920 ppm N. Verken kalium eller fosfor ga noe særlig utslag i veksten. *Picea abies* vokste best i ren torv. Sterkere kalking enn 2 kg dolomitmjøl pr. m³ reduserte veksten.

Det ble funnet en rekke statistisk sikre samspill mellom næringsstoffene. Det var påviselig samspill mellom nitrogen og fosfor på veksten hos *Iberis sempervirens*, *Berberis thunbergii*, *Cotoneaster lucidus*, *Betula verrucosa* og *Acer platanoides*. Signifikante samspill av nitrogen og kalium ble funnet bare i veksten hos *Saxifraga arendsii*, *Berberis thunbergii* og *Betula verrucosa*. Samspillet av kalium og fosfor var signifikant bare hos *Saxifraga*, *Iberis*, *Cotoneaster* og *Betula*. I gjennomsnitt for alle planteslagene unntatt *Picea abies*, ble det oppnådd best vekst med et forhold mellom N, P og K på 100 N: 74 K: 15 P.

I forsøket med *Picea abies* var følgende tofaktorsamspill statistisk sikre: Subbus x kalk, subbus x nitrogen, kalk x nitrogen og kalk x kalium. Optimal vekst ble oppnådd i ren torv ved minste kalkmengde og med et forhold mellom N, P og K på 100 N: 63 K: 37 P.

II. Innledning

Gjødsling til planter dyrket i kar krever stor påpasselighet og nøyaktighet for å kunne gi plantene optimale næringsvilkår. Konsentrasjoner, mengder og gjødslingshyppighet er viktige faktorer i denne sammenheng. Karplanter, som har et begrenset jordvolum å vokse i, krever til stadighet næringstilførsel. For store gjødselmengder kan lett føre til skade på plantene på grunn av for høye saltkonsentrasjoner i voksemediet.

Mengdeforholdet mellom de forskjellige næringsstoffene, samt pH i voksemediet er også av stor betydning for plantenes vekst og utvikling.

For å undersøke næringskravet hos planter, er det utført forsøk med noen av de vanligste planteslag som produseres i norske planteskoler. Forsøkene er utført ved Institutt for dendrologi og planteskole drift, NLH og finansiert av Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd.

III. Materiale og metoder

A. Voksemedia

I forsøkene ble det nyttet torv og blanding av torv og subbus (knust stein).

1. Veksttorv

Ferdig gjødslet og kalket torv, lite omdannet H 2—3 etter von Posts skala, rivningsgrad middels til fin. Torva er tilsatt følgende mengder gjødsel og kalk fra fabrikk pr. m³:

- 2,5 kg kalkdolomitt
- 1,5 kg råfosfat
- 1,0 kg Fullgjødsel B
- 200 g F.T.E. 36

Analysen av torva tatt før start er satt opp i tabell 1.

2. Naturtorv

Ugjødslet og ukalket torv fra Korsegården, Ås, lite omdannet H 3—4, rivningsgrad middels til grov.

3. Subbus

Knust stein fra Vinterbro pukkverk. Subbusen er usortert med kornstørrelser varierende fra ca. 5 mm ned til leirmineralpartikler. Tabell 1 viser analysetallene fra subbusen.

Tabell 1. Analyser av veksttorva og subbusen. Prøvene tatt før bruk.
Analysis of the ready made peat and the crushed stone.
Samples taken before use.

	pH	P-AL	K-AL	K-HNO ₃	Mg-AL	Ca-AL	Volumvekt Bulk density kg/l
Veksttorv Ready made peat	4,8	110	254	—	125	700	0,09
Subbus Crushed stone	8,1	5,1	4,4	230	3,0	—	1,6

B. Plantemateriale

Forsøkene omfattet 6 lignosearter og 2 staudearter.

1. Forsøk med *Betula verrucosa* og *Acer platanoides*

Forsøket ble utført i veksthus om sommeren under naturlige lysforhold. Frøplanter av *Betula* og *Acer* ble priklet i 8 cm plastkar. Som voksemedium ble brukt veksttorv.

2. Forsøk med *Cotoneaster lucidus* og *Berberis thunbergii*

Dette forsøket ble utført ute på karplanteplassen. Småplanter av *Cotoneaster* og *Berberis* ble pottet i henholdsvis 2,2 l og 3,5 l støpte plastkar med samme voksemedium som forsøk 1.

3. Forsøk med vintergrønne planter

Dette forsøket omfattet de to staudertene *Aubrieta cultorum* 'Schloss Eckberg' og *Saxifraga arendsii* 'Peter Pan' og den vintergrønne lignosearten *Iberis sempervirens*. Forsøket ble utført ute på karplanteplassen. Småplanter av de to staudeslagene ble pottet i 7 cm plastkar, mens småplanter av *Iberis* ble pottet i 8 cm plastkar. Som voksemedium ble brukt en

blanding av 70 volumprosent veksttorv og 30 volumprosent subbus.

4. Forsøk med *Picea abies*

Forsøket ble utført i veksthus om sommeren under naturlige lysforhold. Frøplanter av gran ble priklet i 7 cm plastkar med følgende voksemedia:

Naturtorv 100 %.

70 volumprosent naturtorv og 30 volumprosent subbus.

C. Plan og gjennomføring

Alle forsøkene ble gjennomført som faktorielle gjødslingsforsøk med 3 gjentak og med følgende gjødslingsledd:

Forsøk 1 og 3

N_0 — ugjødslet

N_1 — 1 $\frac{0}{100}$ Urea (460 ppm N)
25 ml pr. kar

N_2 — 2 $\frac{0}{100}$ Urea (920 ppm N)
25 ml pr. kar

P_0 — ugjødslet

P_1 — 2 $\frac{0}{100}$ superfosfat (160 ppm P)
25 ml pr. kar

K_0 — ugjødslet

K_1 — 2 $\frac{0}{100}$ kaliumsulfat
(820 ppm K) 25 ml pr. kar

K_2 — 4 $\frac{0}{100}$ kaliumsulfat
(1640 ppm K) 25 ml pr. kar

Forsøk 2

N_0 — ugjødslet

N_1 — 2 $\frac{0}{100}$ Urea (920 ppm N)
100 ml pr. kar

N_2 — 4 $\frac{0}{100}$ Urea (1840 ppm N)
100 ml pr. kar

P_0 — ugjødslet

P_1 — 3 $\frac{0}{100}$ superfosfat (240 ppm P)
100 ml pr. kar

K_0 — ugjødslet

K_1 — 3 $\frac{0}{100}$ kaliumsulfat
(1230 ppm K) 100 ml pr. kar

K_2 — 6 $\frac{0}{100}$ kaliumsulfat
(2460 ppm K) 100 ml pr. kar

Forsøk 4

Ca_1 — 2 kg dolomittmjøl pr. m^3

Ca_2 — 2 kg dolomittmjøl
+ 2 kg kalksteinsmjøl pr. m^3

N_1 — 1 $\frac{0}{100}$ kalkammonsalpeter
(260 ppm N) 25 ml pr. kar

N_2 — 3 $\frac{0}{100}$ kalkammonsalpeter
(780 ppm N) 25 ml pr. kar

P_1 — 2 $\frac{0}{100}$ superfosfat (160 ppm P)
25 ml pr. kar

P_2 — 4 $\frac{0}{100}$ superfosfat (320 ppm P)
25 ml pr. kar

K_1 — 1 $\frac{0}{100}$ kaliumsulfat
(410 ppm K) 25 ml pr. kar

K_2 — 2 $\frac{0}{100}$ kaliumsulfat
(820 ppm K) 25 ml pr. kar

Gjødsla ble gitt som gjødselvann med begerglass en gang hver 14. dag. Plantene ble ellers vannet etter behov. Ved avslutningen av forsøket ble friskvekta av plantene bestemt.

V. Resultater

A. Hovedeffekter

1. Nitrogen

Figur 1 viser hovedeffekten av nitrogen på veksten av plantene. Alle artene reagerte positivt på økende mengde nitrogen. *Acer platanoides* og *Berberis thunbergii* vokste mest ved middels nitrogenkonsentrasjon, henholdsvis 460 ppm N (1⁰/₀₀ Urea) og 920 ppm N (2⁰/₀₀ Urea). Hos de andre artene økte veksten mer eller mindre lineært opp til største nitrogenkonsentrasjon. *Aubrieta cultorum* hadde spesielle store nitrogenkrav med hensyn til bladfarge (dvs. klorofyllinnhold). Selv ved største N-mengde viste enkelte blad antydning til nitrogenmangelsymptomer.

2. Kalium

Bare hos to av planteartene var det signifikant hovedeffekt av kalium. *Iberis sempervirens* reagerte positivt på ekstra kaliummengder. Ellers ble det ikke påvist noen effekt av ekstra

kaliumtilskudd hos noen av de andre artene som ble dyrket i medier med veksttorv.

I forsøket med *Picea abies* var det ingen utslag i veksten utover 410 ppm K (1⁰/₀₀ kaliumsulfat).

3. Fosfor

Det ble påvist positiv hovedeffekt av fosfor bare på veksten av *Aubrieta cultorum*. De andre plantetartene reagerte ikke på ekstra tilførsel av fosfor. I forsøket med gran var det ingen utslag i veksten utover 160 ppm P (2⁰/₀₀ superfosfat).

4. Kalk, subbus

Granplantene vokste mest i ren torv. Innblanding av 30 volumprosent subbus ga negativ effekt på veksten. Også kalking ga signifikant negativ effekt. 2 kg dolomittmjøl pr. m³ så ut til å være tilstrekkelig for å tilfredsstille kalkbehovet hos *Picea abies*.

B. Samspill

1. Nitrogen x fosfor

Samspillet mellom nitrogen og fosfor var signifikant på veksten hos *Betula verrucosa*, *Acer platanoides*, *Berberis thunbergii* og *Iberis sempervirens* (tab. 2). Samspillene var overveiende positive. *Betula verrucosa* og *Berberis thunbergii* reagerte negativt på fosfortilskudd ved de to lågeste N-nivåene, men ved største nitrogenmengde ga fosforgjødslingen positiv effekt. Hos *Iberis sempervirens* ga ekstra fosfortilskudd positiv effekt på veksten også ved middels nitrogenmengde. *Acer platanoides* reagerte positivt på fosfor bare ved mid-

dels mengde nitrogen. Det ble ikke funnet signifikante samspill mellom N og P på veksten hos de andre planteartene.

2. Nitrogen x kalium

Tabell 3 viser samspill mellom nitrogen og kalium på veksten av *Betula verrucosa*, *Berberis thunbergii* og *Saxifraga arendsii*. Samspillet var signifikant bare hos disse artene. Det går fram av tabellen at samspillet var positivt hos *Betula* og *Berberis*. Stigende kaliummengder reduserte veksten ved låge N-nivå, men ga positivt utslag ved høge N-nivå. Samspillet

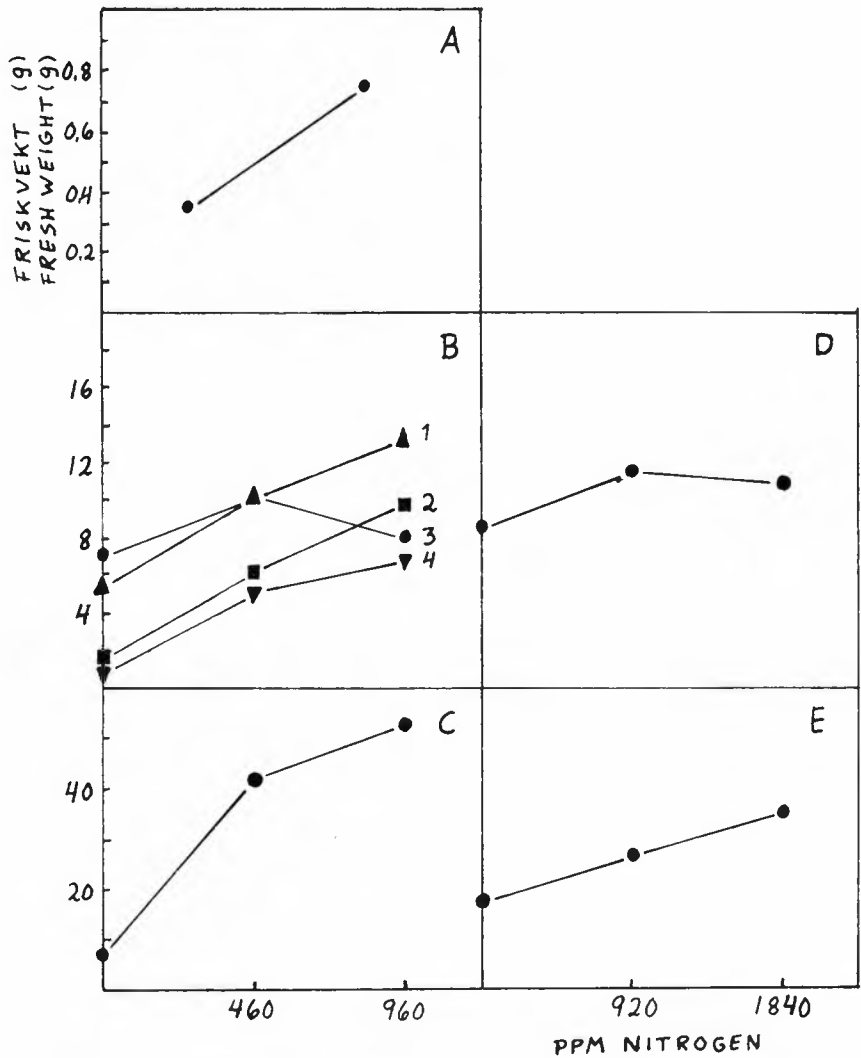


Fig. 1. Virkningen av nitrogen på veksten av lignoser og stauder.
 The effect of nitrogen on the growth of trees, shrubs and perennials.
 A. *Picea abies*
 B. 1. *Betula verrucosa*
 2. *Iberis sempervirens*
 3. *Acer platanoides*
 4. *Aubrieta cultorum* 'Schloss Eckberg'
 C. *Saxifraga arendsii* 'Peter Pan'
 D. *Berberis thunbergii*
 E. *Cotoneaster lucidus*

Tabell 2. Samspill av nitrogen og fosfor på veksten av *Betula verrucosa*, *Acer platanoides*, *Berberis thunbergii* og *Iberis sempervirens*.
Interaction of nitrogen and phosphorus on the growth of *Betula verrucosa*, *Acer platanoides*, *Berberis thunbergii* and *Iberis sempervirens*.

		Friskvekt i gram Fresh weight in gram		
		N ₀	N ₁	N ₂
<i>Betula verrucosa</i> ..	P ₀	5,9	10,6	11,8
	P ₁	5,4	9,7	13,2
<i>Acer platanoides</i>	P ₀	8,3	9,7	9,3
	P ₁	6,3	10,7	7,2
<i>Berberis thunbergii</i>	P ₀	9,4	13,6	7,1
	P ₁	7,2	10,0	15,1
<i>Iberis sempervirens</i>	P ₀	2,0	6,0	9,4
	P ₁	1,4	6,6	10,1

Tabell 3. Samspill av nitrogen og kalium på veksten av *Betula verrucosa*, *Berberis thunbergii* og *Saxifraga arendsii*.
Interaction of nitrogen and potassium on the growth of *Betula verrucosa*, *Berberis thunbergii* and *Saxifraga arendsii*.

		Friskvekt i gram Fresh weight in gram		
		N ₀	N ₁	N ₂
<i>Betula verrucosa</i>	K ₀	6,3	10,0	11,8
	K ₁	5,8	10,5	13,1
	K ₂	4,8	10,1	14,4
<i>Berberis thunbergii</i>	K ₀	9,7	15,0	8,0
	K ₁	8,7	11,7	11,8
	K ₂	6,7	8,7	13,5
<i>Saxifraga arendsii</i>	K ₀	6,2	42,5	55,0
	K ₁	8,0	43,8	54,2
	K ₂	7,7	40,0	51,2

av N og K var derimot negativt hos *Saxifraga*.

3. Kalium x fosfor

Samspillet mellom kalium og fosfor var signifikant på veksten bare hos *Betula verrucosa*, *Iberis sempervirens* og *Saxifraga arendsii* (tab. 4). Det var positivt hos *Betula* og *Iberis*. I kar uten ekstra fosfortilskudd ble det oppnådd optimal vekst ved midtens kaliummengde. Der det var gitt fosfor, økte veksten med stigende ka-

liumgjødning opptil største mengde. Samspillet var negativt hos *Saxifraga arendsii*. I kar uten fosfortilskudd ble det også her oppnådd størst vekst ved midtens kaliummengde, mens planter som fikk ekstra fosfortilførsel viste en svak vekstreduksjon med økende kaliummengder.

4. Nitrogen x fosfor x kalium

Samspillet mellom N, P og K på veksten var signifikant bare hos *Acer platanoides*, *Iberis sempervirens*,

Tabell 4. Samspill av fosfor og kalium på veksten av *Betula verrucosa*, *Iberis sempervirens* og *Saxifraga arendsii*.
Interaction of phosphorus and potassium on the growth of Betula verrucosa, Iberis sempervirens and Saxifraga arendsii.

		Friskvekt i gram <i>Fresh weight in gram</i>		
		K ₀	K ₁	K ₂
<i>Betula verrucosa</i>	P ₀	9,3	10,5	9,7
	P ₁	9,4	9,1	9,8
	P ₀	5,1	6,3	6,1
<i>Iberis sempervirens</i>	P ₁	5,5	6,0	6,7
	P ₀	32,6	35,9	31,0
<i>Saxifraga arendsii</i>	P ₁	36,7	34,8	34,9

Saxifraga arendsii og *Picea abies* (tab. 5 og 6). I kar uten ekstra fosfortilskudd vokste *Iberis* mest uten både kalium og nitrogentilførsel. Ved middels og største nitrogenmengde vokste plantene mest ved middels kaliummengde (2^{0/00} kaliumsulfat). I

kar med fosfortilskudd ga største kaliummengde (4^{0/00}) best vekst ved alle N-nivåene. Generelt vokste plantene optimalt ved kombinasjonen N₂ K₁ P₀, dvs. 920 ppm N, 820 ppm K og ingen ekstra fosforgjødsling.

Tabell 5. Samspill av nitrogen, fosfor og kalium på veksten av *Acer platanoides*, *Iberis sempervirens* og *Aubrieta cultorum*.
Interaction of nitrogen, phosphorus and potassium on the growth of Acer platanoides, Iberis sempervirens and Aubrieta cultorum.

		Friskvekt i gram <i>Fresh weight in gram</i>							
		<i>Iberis sempervirens</i>			<i>Saxifraga arendsii</i>			<i>Acer platanoides</i>	
		K ₀	K ₁	K ₂	K ₀	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂
P ₀	N ₀	2,4	1,9	1,8	6,0	7,3	7,7	8,9	7,7
	N ₁	5,2	6,5	6,4	38,3	44,0	37,3	11,4	7,9
	N ₂	7,6	10,5	10,0	53,5	56,3	48,0	8,5	10,0
P ₁	N ₀	0,8	1,5	1,9	6,3	8,7	7,7	7,4	5,1
	N ₁	5,7	6,5	7,7	46,7	43,7	42,7	7,1	14,3
	N ₂	9,9	10,2	10,3	56,7	52,0	54,3	7,9	6,5

Veksten av *Saxifraga arendsii* i kar uten fosfortilskudd var best ved minste nitrogenmengde (N₀) og 4^{0/00} kaliumsulfat, mens 2^{0/00} kaliumsulfat var optimalt ved de to høyeste N-

nivåene. I kar med ekstra fosfortilskudd ga 2^{0/00} kaliumsulfat best vekst ved minste nitrogenmengde. Ved de andre nitrogennivåene vokste plantene mest der det ikke ble gitt ekstra

kalium. Optimal vekst ble oppnådd ved kombinasjonen $N_2 K_1 P_0$, dvs. 920 ppm N, 820 ppm K og ingen fosfortilskudd, og ved kombinasjonen $N_2 K_0 P_1$, dvs. 920 ppm N, ingen kaliumtilskudd og 160 ppm P.

Acer platanoides i kar uten fosfortilskudd vokste mest ved 2 ‰ kaliumsulfat i leddene med minste og midtens nitrogenmengde og ved 4 ‰

kaliumsulfat i ledd med største nitrogenmengde. I kar med fosfortilskudd ga 2 ‰ kaliumsulfat best vekst ved minste og største nitrogenmengde. Ved middels mengde med nitrogen ga 4 ‰ kaliumsulfat de største plantene. Optimal vekst ble oppnådd ved kombinasjonen $N_1 K_2 P_1$, dvs. 460 ppm N, 1640 ppm K og 160 ppm P.

Tabell 6. Samspill av nitrogen, fosfor og kalium på veksten av *Picea abies*. Interaction of nitrogen, phosphorus and potassium on the growth of *Picea abies*.

	Friskvekt i gram <i>Fresh weight in gram</i>			
	P ₁		P ₂	
	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂
K ₁	0,36	0,76	0,35	0,79
K ₂	0,40	0,73	0,30	0,78

Veksten hos *Picea abies* økte generelt med økende nitrogen gjødsling uavhengig av både kalium- og fosforgjødslingen. I kar med svakeste fosforgjødsling (160 ppm P) ga 2 ‰ kaliumsulfat best vekst ved lågeste nitrogennivå, mens 1 ‰ kaliumsulfat var bedre ved det høyeste nitrogennivået. Det omvendte var tilfelle i kar med 320 ppm fosfor. Optimal vekst ble oppnådd ved kombinasjonene $N_2 K_1 P_2$, dvs. 780 ppm N, 410 ppm K og 320 ppm P, og $N_2 K_2 P_2$, dvs. 780 ppm N, 820 ppm K og 320 ppm P.

5. Andre samspill

Forsøket med *Picea abies* omfattet også kalking og innblanding av subbus i torv. Samspillet av disse to faktorene var signifikant. I ren torv avtok veksten sterkt fra minste til største kalkmengde, mens den avtok svært lite med økende kalking i torv/

subbus blandingen. Generelt førte innblanding av subbus til redusert vekst hos gran, men reduksjonen var noe mindre ved største nitrogenmengde enn ved minste mengde. Samme tendens ble funnet i samspillet av nitrogen og kalk.

Ved minste mengde kalk avtok veksten med økende kaliumgjødsling utover 1 ‰ kaliumsulfat. Ved største kalkmengde ga 2 ‰ kaliumsulfat bedre vekst.

I ren torv så fosforgjødslingen ut til å være uavhengig av kalknivået i voksemediet. I blandingen av torv og subbus ga 2 ‰ superfosfat best vekst ved minste kalkmengde, mens 4 ‰ superfosfat ga best vekst ved største mengde kalk.

Samspillet mellom kalium og fosfor på veksten hos gran så ut til å være avhengig av voksemediet. I ren torv ga kombinasjonen $P_1 K_2$ best vekst og $P_2 K_2$ dårligst vekst. I blandingen

av torv og subbus ga kombinasjonen $P_1 K_2$ den dårligste veksten, mens kombinasjonen $P_2 K_2$ var gunstigere. Lignende samspill ble også påvist mellom kalking, fosfor og kalium.

Generelt vokste gran bedre i ren torv kalket med minste mengde, bare 2 kg dolomittmjøl pr. m^3 og kombi-

nasjonene $N_2 P_2 K_1$ og $N_2 P_1 K_2$, dvs. henholdsvis 780 ppm N, 320 ppm P, 410 ppm K og 780 ppm N, 160 ppm P 820 ppm K. I blandingen av torv og subbus ble optimal vekst oppnådd ved minste kalkmengde og kombinasjonen $N_2 P_1 K_1$, dvs. 780 ppm N, 160 ppm P og 410 ppm K.

V. Diskusjon

Resultatene fra forsøkene viser at næringskravet for de ulike planteslagene varierte ganske mye. Størst utslag ga nitrogengjødslingen. Alle planteartene reagerte positivt på nitrogen. *Acer platanoides* og *Berberis thunbergii* vokste mest ved middels nitrogenmengde, henholdsvis 460 ppm og 920 ppm N. Resten av planteartene vokste mest ved største N-mengde. Det var lite eller ingen effekt av kalium eller fosfortilskudd. Bare *Iberis sempervirens* reagerte positivt, mens *Aubrieta cultorum* reagerte negativt på ekstra tilførsel av kalium. Positiv effekt av fosfor ble bare oppnådd på veksten av *Aubrieta cultorum*. Årsaken til de små utslagene for kalium og fosfor på veksten kan skyldes et noe mer beskjedent krav til disse næringsstoffene, i første rekke de plantene som vokste i ren torv. Når det gjelder fosfor, var storparten av det tilsatt som tungt løselig råfosfat før forsøkene startet og har dermed forsynt plantene med tilstrekkelig fosfor i løpet av veksttiden. At planter som vokste i blandingen av torv og subbus hadde små krav til kaliumgjødsling kan skyldes den store kaliumreserven i subbusen. Tabell 1 viser at subbusen har et ganske høyt innhold av syreløselig kalium. Det relativt beskjedne kaliumkravet som plantene i ren torv hadde er mer påfallende. Imidlertid er dette i samsvar med forsøk utført av Woods et al. (1968) som heller

ikke fikk utslag for verken kalium eller fosforgjødsling i torv. Dette kan tyde på at planteveksten er mest avhengig av nitrogentilførselen. Kelley (1972) fant da også god korrelasjon mellom total plantevekst og nitrogennivå i blad hos *Pyracantha* og *Ilex*, men ingen effekt av kalium.

Gran hadde små krav til kalk. 2 kg dolomittmjøl pr. m^3 så ut til å være tilstrekkelig. Sterkere kalking førte til redusert vekst. Også innblanding av subbus så ut til å gi dårligere vekst enn ren torv. Dette skyldes sikkert det høye kalkinnholdet og den høye pH i subbusen. Fig. 2 viser en negativ sammenheng mellom veksten av gran fra pH ca. 5,0 og høyere. Dette kan stemme overens med forsøk utført av Bjerkestrand (1970) som fant optimal vekst ved pH på ca. 4,2 hos frøplanter av gran formert i torv.

Det ble påvist signifikante samspill mellom de ulike næringsstoffene. Resultatene var noe forskjellige for de ulike planteslagene og fra forsøk til forsøk. Når det gjelder samspillet av nitrogen og kalium, var det en viss forskjell mellom lauvfellende og vintergrønne planter, idet samspillet var positivt hos de lauvfellende mens det var negativt hos de vintergrønne. Også mellom fosfor og kalium ble det påvist samspill som varierte mellom de ulike planteartene. Disse forskjellene kan skyldes en kombinasjon av

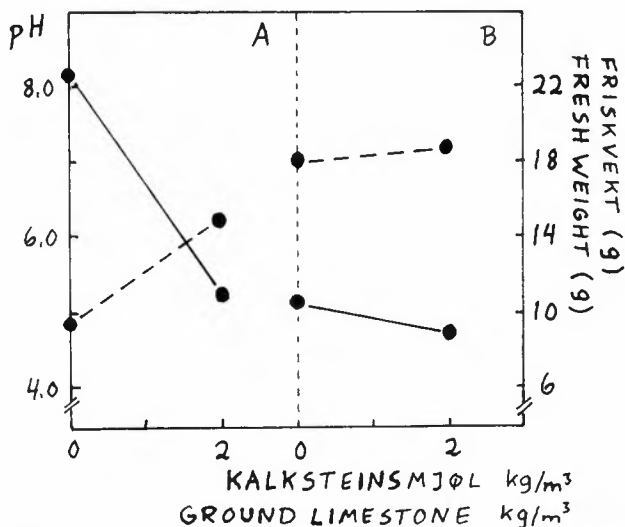


Fig. 2. Virkninger av subbus og kalk på pH i voksemediet og veksten av *Picea abies*.

Effects of crushed stone and lime on pH in the growth medium and the growth of *Picea abies*.

A. Ren torv Pure peat

B. 70 volumprosent torv / 30 volumprosent subbus

70 volume per cent peat / 30 volume per cent crushed stone.

————— Friskvekt Fresh weight
 - - - - - pH

varierende kaliumkrav og vekselvirkning mellom næringsstoffene ved opptak i plantene.

Signifikant samspill ble og funnet mellom nitrogen og fosfor. Dette var overveiende positivt. Ved svak eller ingen nitrogentilførsel avtok veksten med økende fosfortilførsel men ved sterkere N-gjødsling ga fosfortilskudd økt vekst. Forsøk har vist at fosforinnholdet i plantene avtar med økende N-gjødsling (Asif, 1972), og at nitrogeninnholdet avtar med økende fosforgjødsling (Smilde, 1973). Uten å ha analysert innholdet av næringsstoffene i bladene, kan man bare antyde en mulighet for at nitrogeninnholdet avtok ved å tilføre ekstra fosfor slik at forholdet mellom fosfor og nitrogen (P/N) ble for stort ved svak nitrogengjødsling. Økende til-

førsel av nitrogen resulterte kanskje i større opptak av nitrogen og avtagende fosforinnhold slik at forholdet P/N ble gunstigere og dermed bedre vekst.

I forsøket med gran ble det funnet signifikante samspill av kalk og nitrogen og av subbus og nitrogen. Begge samspillene var negative, noe som tyder på at det blant annet er kalkinnholdet i subbusen som er årsak til dette samspillet. Det ble også påvist positivt samspill av kalk og kalium. Disse resultater er i samsvar med opptak av næringsstoff i planter. Tidligere forsøk har vist at det er positiv korrelasjon mellom Ca og K (Bjerkestrand, 1970) og negativ korrelasjon mellom Ca og N i blad (Bjerkestrand, 1970, Junntila og Bjerkestrand, 1971). Smilde (1973) har og-

så vist at kalk hemmer opptaket av nitrogen i plantene.

På grunnlag av forsøksresultatene ble det i gjennomsnitt oppnådd tilfredsstillende vekst hos plantene med unntak av gran, ved et relativt mengdeforhold mellom N, P og K på 100 N: 74 K: 15 P. Disse tallene stemmer godt overens med mengdeforholdet mellom disse tre næringsstoffene som er funnet i bladene hos forskjellige planteslag ved optimal vekst. (Ingestad, 1971, 1973 a, 1973 b, Junttila og Bjerkestrand, 1971).

Gran vokste best i ren torv med en gjødselkombinasjon på N₂ P₂ K₁. Dette gir et mengdeforhold på 100 N: 63 K: 73 P. Det går fram at forholdet P/N og P/K er større her enn det som ble funnet for de andre planteartene. Dette skyldes nok at alt fosforet som granplantene fikk ble tilført som overgjødning. Derved måtte det tilføres mer fosfor i løpet av veksttiden for å tilfredsstille plantenes fosfor-krav.

VI. Summary

This report deals with the results of experiments with fertilizing on container grown trees, shrubs and perennials in greenhouse and outside. The greenhouse experiments included *Acer platanoides*, *Betula verrucosa* and *Picea abies*. The outside experiments were carried out with *Berberis thunbergii*, *Cotoneaster lucidus*, *Iberis sempervirens*, *Saxifraga arendsii* 'Peter Pan' and *Aubrieta cultorum* 'Schloss Eckberg'. The plants grew in moss peat and a mixture of peat and crushed stone. The experiment with *Picea abies* also included liming.

Nitrogen had a great effect on the growth of all plant species. The growth of *Acer platanoides* reached an optimum at a concentration of 460 ppm N. *Cotoneaster lucidus* grew best at 1840 ppm N and *Picea abies* reached an optimum growth at 780 ppm N (the highest level). The growth of the other plant species reached an optimum at 920 ppm N. Small effects of potassium and phosphorus were found. *Picea abies* grew best in pure peat. 2 kg dolomitic limestone per m³ seemed to be sufficient for optimum growth.

Statistical significant interactions between the nutrients were found. The interaction of nitrogen and phosphorus was significant on the growth of *Iberis sempervirens*, *Berberis thunbergii*, *Cotoneaster lucidus*, *Betula verrucosa* and *Acer platanoides*. The interaction of nitrogen and potassium was significant only on the growth of *Saxifraga arendsii*, *Berberis thunbergii* and *Betula verrucosa*. The interaction of potassium and phosphorus was significant only on the growth of *Saxifraga arendsii*, *Iberis sempervirens*, *Cotoneaster lucidus* and *Betula verrucosa*. Optimum growth of all plant species, except *Picea abies*, was obtained at a mean relative ratio between N, P and K of approximately 100 N: 74 K: 15 P.

In the experiment with *Picea abies* following two-factor interaction were significant: Crushed stone x lime, crushed stone x nitrogen, lime x nitrogen and lime x potassium. Optimum growth was obtained in pure peat at the lowest level of lime and at a relative ratio between N, P and K of 100 N: 63 K: 37 P.

VII. Litteratur

- Asif Mir, J. & J. K. Greig, 1972: Effects of N,P and K Fertilization on Fruit Yield, macro and micronutrient levels and nitrat accumulation in Okra. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 (4): 440—42.
- Bjerkestrand, E., 1970: Forsøk med frøformering av gran (*Picea abies*) og bjørk (*Betula verrucosa*) i torv. Meld. Norges landbrukshøgskole 49: 8, 31 pp.
- Ingestad, T., 1971: A definition of optimum nutrient requirements in Birch Seedlings II. Physiol. Plant. 24: 118—25.
- Ingestad, T., 1973 a: Mineral Nutrient Requirements of Cucumber Seedlings. Plant physiol. 52: 332—38.
- Ingestad T., 1973 b: Mineral Nutrient Requirements of *Vaccinium vitis idaea* and *V. myrtillus*. Physiol. Plant. 29: 239—46.
- Junttila, O. & E. Bjerkestrand, 1971: Virkninger av kalking og gjødsling på spiring og vekst av *Syringa vulgaris* L. Meld. Norges landbrukshøgskole. 50: 21, 13 pp.
- Kelley, J. D., 1972: Nitrogen and Potassium Rate Effects on Growth, Leaf N and Winter hardines of *Pyracantha coccinea* 'Lalandi' and *Ilex crenata* 'Rotundifolia'. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 (4): 446—8.
- Smilde, K. W., 1973: Phosphorus and micronutrient metal uptake by some tree species as affected by phosphate and lime applied to an acid sandy soil. Plant and Soil 39: 131—48.
- Woods, M. J., J. J. O'Hara & C. G. Nolan, 1968: The effect of potassium and phosphorus fertilizer on tomatoes propagated in peat. Acta Horticulturae 8: 13—22.



I redaksjonen 29.4. 1977.

**RESISTENSFOREDLING AV BRASSICA OG TESTING PÅ
ULIKE RASESPEKTER AV KLUMPROTSOPPEN PLASMO-
DIOPHORA NORD FOR 63° N. B.**

*Resistenzzüchtung von Brassica und Testung auf verschiedenen
Rassespektren vom Herniepilz Plasmodiophora nördlich
vom 63. Breitengrad*

AV
GUNNAR WEISÆTH

INN H O L D

	Side
Sammendrag	432
Innledning	432
Metoder	433
Registrering av prøvemateriale	434
Ømfintlighet mot klumprot i nordlige sorter	435
Innkryssning av resistens mot klumprot	436
Resultat fra de første kryssningsgenerasjoner	437
Forsøk på klumprotsmitta jord ved Staup, Jørstad og Mære, 1961—63	440
Testsorter og klumprotfelters varslinger om raseproblem	441
Rasetestsortiment 1964—65	443
Avkasting i forhold til angrepsgrad og klumprotindekser	448
Tilbakekryssning TK704	449
Resistens på klumprotfelt i Island, Canada og Finland	450
Stamtavle ved seleksjon på klumprotfelt, Jørstad 1966	452
Undersøkelse av rasespekter <i>R</i> e ved Trondheim	453
Resistenstesting, rasespekter og utvalg på Kvithamar	456
Diskusjon	456
Zusammenfassung	457
Litteratur	458

Sammendrag

Kål, nepe, raps og andre korsblomstrende planter plages ofte av en rotødeleggende liten sopp *Plasmodiophora brassicae*. Det viser seg at den har sin nordligste grense nord for polarsirkelen. Dens forekomst nord til Troms, og intensive angrep på Island, viser at soppen kan utfolde seg i mer kjølig klima enn det en vanligvis trodde, eller bruker ved testing. Særlig sterke var angrepene i Trøndelag. Planter av kål som best klarte denne påkjennning fram til høsteferdig vare, ble brukt videre i foredlingsarbeidet. Analyse av % angrepne planter samt kalkulerte indekser for hver prøve før utvalg og frøproduksjon inngikk i foredlingsmetoden. De mest resistente planter ble merket med kjennetegn som sånr., feltbokstav (f.eks. J for Jørstad) og 0 hvis de var uten angrep. Avkom fra planter utvalgt på ulike felt og rasespekter er forfulgt gjennom generasjoner og jamført med målestokksort. Dokumentering av dette, samt resultat for de år, familier og steder de har vært med er gjengitt i tabellene 1 til 14 og i fig. 2. Hovedserie føres fram til familie 2548.

Viktigste forsøksfelt for testing og utvalg har vært i Snåsa, Levanger, Kvithamar i Stjørdal og Strinda, men reaksjon på klumprot fra Mære, Rana og Sørreisa, samt Island m.fl. steder er undersøkt. Ugras som pengeurt (*Thlaspi*) er ofte med på å vedlike-

holde smitte i åker og eng. Enkelte familier fra våre krysninger er også prøvd i Canada og Finland.

Publikasjonen er et ledd i et langvarig foredlingsarbeid, hvor en har forsøkt å utnytte resistensgener påvist i primitivt kjeldemateriale fra særligere land, beskrevet av Weisæth (1961).

Etter innkrysning i norske sorter og omkombinering viste arv fra samme resistenskjelde seg virksom mot ulike klumprotspekter. Gjentatt utvalg i nord kunne føre til like tidlige typer som *Staup 17*. Videre foredling må imidlertid til for å sikre brukbarhet lengst i nord. Tab. 12 viser skjema for raser slik som de ble oppfattet ved avslutningen av første 10-årsperiode. Inntil våren 1966 viste det seg at flere felt, bl.a. Jørstad, også hadde andre raser enn til da beskrevet. Rasetesterne omfattet også kålrot og nepe.

Undersøkelsene beviser at flere ulike klumprotraser kan forekomme på et og samme sted, ja til og med i samme åker. Blandingsforhold og konsentrasjon varierer fra år til år og vanskeliggjør prøving og foredling. Arbeidet viser at ved å ta hensyn til rasespekter, sted og år kan det likevel gjennom resistensforedling lykkes å oppnå betydelige forbedringer i resistens til nytte for vordende sortiment.

Innledning

Vi har valgt å dele foredlings- og prøvearbeidet i to deler, nord og sør for Dovre. Her behandles mest det som har med den nordligste del å gjøre. De's byr disse områdene i nord på endel særegenheter. Fra 63° n.b. og nordover ser det ut som en eller

annen faktor tidligere har begrenset *Plasmodiophora* i sin utbredelse. En av disse faktorer er i N.-Norge lav jordtemperatur, men blir den først høy nok, som mange steder på Island, vil iallfall ikke «overjordisk klima» sette noen vesentlig hindring. Tilta-

gende oppal av planter ved høg jordtemperatur med påfølgende utplantning kan lett forandre utbredelse og smittefare. Det samme gjelder når tett planteavstand og vekstslag som f.eks. forraps blir mer vanlig.

Med *rasespekter* forstås en her den tilstand prøvefeldene er i med hensyn til klumprottsmitte på det tidspunkt prøvingene foregår. Erfaringsmessig varierer det mest fra år til år i de felt der det foreligger flere raser idet for-

holdet mellom rasene forskyves. Av forhold som ellers påvirker rasespekteret kan framheves vekstskifte, sortsvalg, smittegrad, klumprottsporerens alder og kviletid, spireforhold, andre jordboende organismer, jordbehandling, tørke eller fuktighet og en rekke andre miljøavhengige forhold. For å få vite hva som er prøvd, er prøvefeldene derfor angitt med feltbokstav og årstall, f.eks. J 64.

Metoder

Foredlingsmetoden går ut på at en der det har vært godt angrep på ømfintlig målestokksort, der har en for bestemte kryssninger plukket ut de planter som var mest resistente og

sympatiske. Utvalget ble alltid foretatt innen den prosentatsats som ikke hadde angrep eller som var blant dem som hadde lite angrep. Foredlingsarbeidet bygget på følgende hoved-

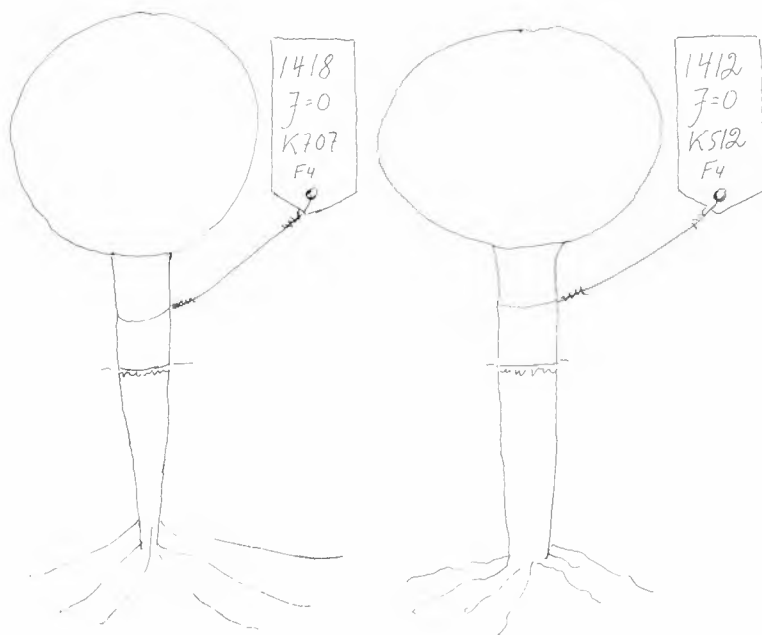


Fig. 1. Metode for merking av planter fra utvalg til ferdig frøproduksjon for ulike år og generasjoner. (Sånr., Felt, Angrep, Knr.) Rot- og nedre stengeldel vokst i infisert jord avkuttet ved opptak.

Methode zur Merkung von Pflanzen von Auswahl bis fertiger Samenproduktion für verschiedene Jahre und Generationen. (Saatnr. Feld. Befall. K.nr.) Wurzel- und unterer Stengelteil die in infizierter Erde wuchsen wurden bei Hochnahme abgeschnitten.

premisser: Alltid utvalg av de mest lovende planter i hver generasjon. Forutgående opptelling og vurderinger slik som i tabellene var et av de viktigste hjelpemidler for å vite i hvilke populasjoner og på hvilke felt det burde gjøres utvalg. Hvis forholdene ikke tillot det det første prøveår, ble de som da var best senere lagt ut for ny belastning og seleksjon. Etter slikt utvalg som altså ble utført før blomstring og frøsetting, er det klart at neste generasjon ville bli ulik siste original. Frøavlens var altså med gjensidig pollinering mellom planter som før blomstring var utvalgt med omsyn på resistens.

Den metoden vi har brukt er beskrevet av *Brieger* (1957, s. 217) i *Handbuch der Pflanzenzüchtung*, som *begrenset panmiks*. Vi tok en modifisert og for kål tilpasset metode allerede tidlig i bruk *Weisæth* (1961). Mor og datter-populasjon ble ofte jamført. Raseproblemerne, og dermed

en rekke ukjente parameter for forholdet dominante og resessive genkombinasjoner, har naturligvis spilt oss «mange puss» i kampen om å finne det beste å satse på.

Angrepsgrad hos enkeltplanter er i dette arbeid klassifisert i skala 0, 1, 2 eller 3. Indeks for angrep og resistens bygger på vegde tall hvor sterkt angrep på enkeltplante veger mest. I populasjoner med indekstall som nærmer seg 3,00 er som regel alle planter sterkt angrept, mens tall i retning 0 viser til lite angrep og god resistens. Tallene taler derfor for seg selv.

I arbeidet er det skilt mellom selve testingsarbeidet og utvalgsarbeidet. Minst 10 planter foran i hver rute ble tatt opp og analysert før en bestemt seg for eventuelt utvalg av materiale for videre frøavl.

Skjematisk oversikt over arbeidet er gitt i tab. 11.

Registrering av prøvemateriale

Krysningsnummer (= Knr.) eller tilbakekrysningsnummer (= TKnr.) har nummer fra første generasjon etter kryssning f. eks. K 707, og er det samme selv etter 4—8 generasjoners utvalg og formering. Ellers indikerer stigende sånnummer fra 863 til 2544 som regel en økning i prøvde familier med inntil 100 nummer for år i tidsrommet 1959 til 1973. Fra det året kom klumprot fra Kvithamar inn i bildet.

Takket være internordisk samarbeid gjennom NJF og NKJ-prosjekt 27 og hjelp fra forskningsstasjonen har rasespekeret ved Kvithamar fått en mer fundamental undersøkelse i årene 1973—76. Dette berettes det videre om i en følgende publikasjon av *Linnasalmi & Weisæth* (1977).

Sånnummer i 14-hundretallet, f.eks.

1411, representerer eksempelvis forsøk i år 1964, mens avkom fra den kom igjen for prøving 2 år etter i serien 1600. I mellomliggende år var det pollinering og frøavl. Inntil nå (1977) er det for enkelte kryssninger påvist arvbarhet av resistens gjennom minst 7—10 generasjoner.

Litteratur. En del av de publikasjoner som er nevnt for Norge viser til utbredelse av klumprotsoppen og til sortsreaksjoner i landsoversikter. Hertil omfatter de omtale av reaksjoner hos kjeldemateriell for resistens og for de første generasjoner etter innkryssning av resistens i norske sorter. Av en omfattende utenlandsk litteratur er i oversikten kun tatt med de publikasjoner som har hatt en vesentlig betydning for gangen i foredlingsarbeidet eller forstå-

eisen av raseproblemen. Heri inngår arbeidene av *Lamprecht* (1946 og 1950), *MacFarlane* (1957), *Walker &*

Larson (1960), *Ayers* (1957), *Wit* (1965) og *Williams* (1966).

Ømfintliget mot klumprot i nordlige sorter

Hvis tilstrekkelig resistens skulle foreligge ville det ikke være nødvendig med videre foredling. Hele det norske sortiment av kål ble derfor i sin tid underkastet resistenstesting. Resultat for prøver på feltene på Østlandet er bl.a. publisert i tabell for feltene A, B og C av *Weisæth* (1968 s. 337) i samband med lansering av sorten *Resista*. For sortiment som ellers har vært tilrådd for det nor-

denfjeldske Norge viste de prøvde stammer av *Ditmarsker*, *Stavanger Torg NF*, *Staup 17* og *Olsok*, *Julikongen* og *September* samt *Jåtun Anfindsens* st. at de alle ble totalt angrepet.

Til videre underbygging av iaktatt ømfintlighet gjengis her resultat fra vårt forsøk nr. 80, utført i pottes ved høy jordtemperatur og angrep analysert på småplanter. Smitten her stammet fra isolat felt A og

Tabell 1. Ømfintlighet mot klumprot hos handelssorter av kål dyrket nord for 63° n.b.

Empfindlichkeit gegen Hernie bei Handelssorten von Kohl, angebaut nördlich des 63° n.B.

Sort Sorte	Plantetall Pfl. Zahl	K-indeks K-Index 0—3	% i an- grepsgrad 2 + 3
1. Pottforsøk 1958 sånummer 657—677.			
Jåtunsalgets sommerkål	44	2,61	
Norsk Frø 5 sommerkål	52	2,72	
Julikongen	60	2,18	
Stavanger torg	58	2,43	
Trønder Enevoldsen	69	2,43	
Staup 17 (660)	90	2,03	
Staup 17 C (675)	65	2,73	
8353 USA—16/56	49	1,31*	
Böhmerwald 9—14—102/58	64	0,17*	
* Resistente kontrollnummer			
2. Klumprotfelt 1973 Kvithamar			
Blåtopp Kvithamar tidlig	180	2,07	65,0
Blåtopp Kvithamar	178	2,80	90,4
Håløygen	180	2,94	98,4
Omd	178	2,78	88,2
Ronda	179	1,83	60,3
Trønder Lunde	180	3,00	100,0
Wiam	180	2,36	77,8
2546 TK 704 NLH***	179	0,89	25,2
2548 K 716 F ₇ NLH	180	0,70	20,0

** Prozent Pflanzen mit starkem Befall, Befallsklasse 2 + 3.

*** Sist utvalgt i fam. 2243 på klumprotfelt J i Snåsa, inngår i NLH-sorten Respla.

*** Letzte Auslese in Fam. 2243 auf Herniefeld J in Snåsa, ist in der norwegischen Sorte Respla enthalten.

var fordelt i hele jordvolumet i en mengde tilsvarende ca. 1 million sporer pr. gram tørket jord. I dette forsøk var også kålsortene *Trønder* og det primære utgangsmaterialet for blåtopptypene i Trøndelag med. Like- så *Blåtopp Sem* som i 1934 var en av foreldrene til *Staup 17*. De tidligste typene var representert ved *Jåtunsalgets sommerkål* og *Norsk Frø 50* som etter prøving i 1957—1960 (*Weisæth*, 1962) ble anbefalt for prøving helt nord til Finnmark.

I kortvarige laboratorieforsøk kan frekvensen av 0-planter (ikke angrepne) eller svakt angrepne planter være større enn ellers, det merkes også på indeksen (= Ki) for angrep som går fra 0 til 3.00. *Blant de minst*

eller lite angrepne finner en ikke noen av de daværende handelssortene. Derimot pekte de foredlinger som er nevnt i tab. 2 seg ut med mer eller mindre resistens.

Slike forsøk ga også vegledning om at både resistente og svært ømfintlige prøvenummer burde være med hvis sorter eller populasjoner fra foredlinger skulle undersøkes nærmere. Mangel på klumprotresistente handelssorter i kål måtte også være typisk for den del av kålens geografi som omfatter de nordligste dyrkingsområder. En fant det derfor riktig at planteforedlingen fortsatte. Her redegjøres derfor litt videre om dette.

Innkrysning av resistens mot klumprot

Plante 16/56 i tab. 2 var av oss utvalgt som resistent i original frøpor-sjon 8353 fra Wisconsin, USA. Under blomstringen ble den krysset med *Staup 17*, *Blåtopp* og *Rossebø*. Hertil ga de skulper på morplanten som ikke var krysset, men selvpollinert og innavlet, frø for seinere testing. Kry-sningene i 1957 ble foretatt i begge retninger, de var resiproke. Plantene i første hybridgenerasjon synte i pot-teforsøk på jord inokulert med smitte fra felt A, og ved temperatur 20—24° C, sterke angrep. Det fremgår av re-sultat for forsøk 62 som er gjengitt i tab. 2 hos *Weisæth* (1964). *Böhmer-*

wald M 23—28 hadde imidlertid kun 35 % angrepne planter og indeks 0,74 for hele populasjonen. Lovende var også avkom fra krysning 311 hvor F₁ plante var krysset med innavlet *Bind-sachsen*.

K 311 = (*Shetland x Staup 17*) — F₁ pl 32/56 x H 22—18 fra *Bindsachsen*. Feltprøver: F₂-generasjon fra de eldre krysningene *Staup 17 x Shetland* og *USA 8353 x Staup 17* ga i begge ret-ninger 100 % angrepne planter på felt A i Ås, merkelig nok så hadde også krysning 311 sterkt angrep. Nå for-står vi at det siste kunne skyldes at det på friland var flere *Plasmodio-*

Tabell 2. Foredlinger som pekte seg ut som resistente i forsøk 80.

Züchtungen die sich als resistent auszeichneten im Versuch 80.

Ki-indeks <i>Ki-Index</i>	Ledd <i>Glied</i>	
0,17	676	Foredlingspedigre M 9—14—102/58 fra <i>Böhmerwald</i>
0,50	659	Foredlingspedigre 14—3 fra krysning <i>Bindsachsen x Böhmerwald</i>
1,31	663	Foredlingspedigre 8353 USA-utvalg NLH 16/56

phora-raser til stede. Imidlertid ga kombinasjonene med M 23—28 bra og lovende resistens. Dette går fram av tab. 3 i nevnte arbeid, (l.c) hvor (*Bindsachsen* x *Böhmerwald*)-8 ikke ble angrepet, men *Staup 17* totalt.

Sorten *Resista* stammer fra sistnevnte plante *Böhmerwald* M 23—28 etter krysning med *Jätunsalgets vinterkål* og utvalg av resistente planter gjennom mange felt og generasjoner ble lansert som sort. Pågått utvalgsarbeid inntil sorten ble lansert går fram av avhandling om krysning K 512 (*Weisæth*, 1968) i dette tidskrift. Sorten ser ut til å være for sein for områder nord for Helgeland. Videre utvalg til å rette på dette skulle være mulig. Da bør en imidlertid få med seg den nå oppsummerte resistens mot ulike raser. Når dette tilrådes så er det fordi vi i sin tid ble nødt til å legge tilside en krysning hvor resistens fra M 23—28 var forsøkt kombinert med tidligere sorter slik som *Staup 17*. For å spare tid brukte vi her som partner planter fra krysninger som mine forgjengere Vik og Brenna hadde utført mellom *Staup 17* x *Shetland*. Ved å forfølge disse fra F₂ til F₄ og F₅ i årene 1956 til 1966 støtte vi på så mange problemer

med å fjerne uønsket farge og form, samt å beholde resistens, at vi måtte legge krysningen tilside.

Det kan også nevnes at en F₁ plante fra krysning K 722 *Staup 17*—128/58 x M 24—72/58 ble tilbakekrysset til *Böhmerwald* ved bruk av pollen fra M 1831—3—1—a. Avkom fra nevnte tilbakekrysning TK 722 er nært i slekt med sånummer 1336 som bl.a. ble prøvd på klumprotfeltene B 3. og C 3. i Sør-Norge samt J 3. på Jørstad i Snåsa og Fi i Finland. Nevnte innavlslinje hadde ikke så bra resistens som ventet på *Staup* i 1961. Likevel kunne det jo ha blitt overført atskillig resistens. I nevnte publikasjoner i *Eucarpia* 1964 var gjengitt kombinasjoner hvor en primitiv kål fra Shetlandsøyene var forsøkt kombinert med *Staup 17* og videre med *Bindsachsen*. De ble jamført med ømfintlig *Rossebø*, *Staup 17* og resistant *Bindsachsen*. Vi gjengir derfor resultatene «in extenso» her i tab. 4 og 5.

Krysninger med resistenskjelde USA kommer da også med. Rent indirekte stammet denne resistens fra grønnkål og var hos oss overført fra USA 8353 eller breeding line 192253 fra Madison.

Resultat fra de første krysninggenerasjoner

Det er ikke uten betydning hvilke familier det satses på hvis sorter må tilpasses de nordligste deler av kålens geografi. Et utvalg av *Bindsachsen*-blod fra Mellom-Europa var med som ren linje eller etter kombinerings med *Staup 17*-blod. Forholdet avspeilet visse utviklingsfysiologiske problemer som måtte melde seg ved foredling og samkryssing av kål tilpasset Trøndelag med resistantkjelde fra så særlige provenienser som Donau og Mainz.

Prøvenummer 101 representerte F₂

fra krysning K 722 *Staup 17*—121/58 x M 24—72/58 selektert i *Böhmerwald*. Her har vi samme farplante som i krysning K 707. Da tabellene fra *Staup*-feltene tidligere ikke er publisert i sin helhet, antar vi at det for oversiktens skyld er nyttig å ta litt mer med her. Kanskje må en igjen gå tilbake på frø fra K 722 eller andre kombinasjoner i frøbanken. Eldre familier burde iallfall fornyes ved frøavl før det er for sent.

Bindsachsen hadde dessverre uønsket indre rosa farge i hodene. Den-

Tabell 3. Resistens på klumprotfelt Staup 1961, part 1, for ulike kryssninger, testlinjer og sånummer Ki—indeks 0—3,00.
Resistenz auf Herniefeld Staup 1961, Part 1, für verschiedene Kreuzungen, Testlinien und Saatnummern. Ki—Index 0—3,00.

Felt nr. <i>Feld nr.</i>	K-nr.	Ki- indeks Ki- Index	Foredling og kombinasjon <i>Züchtung und Kombination</i>
108	K 39	2,92	K 39 Jåtunsalget x USA
105	K 509	2,71	K 509—80/59 fra USA 8353 Staup 17
103	K 501	2,66	K 501—53/59 fra (Staup 17 x USA)—23/56 x R 70
102	K 501	2,18	Staup 17 x USA — 23/56 x R 70 K 501—Fam.*
122	Bøhm	1,64	Böhmerwald 1831/3—3—1 (få planter)
114	K 751	1,51	Kryssning 751 M 23—25 x R 27 F ₂ generasjon
118	K 732	1,19	Kryssning 732—92/60 (Staup 17 x Shetland) F ₁ x H 22—51 fra Bindsachsen
119	K 732	0,93	Kryssning 732—98/60 (Staup 17 x Shetland)— F ₁ x H—22—51
120	K 732	0,72	Kryssning 732—203/60 (Staup 17 x Shetland)— F ₁ x H—22—51
121	K 741	0,95	Kryssning 741—216/60 (Staup 17 x Shetland)— F ₁ x M—6—2

Merknad: Frø fra plante 53/59 (= 103) var ikke med i sammenslått familie prøvd i felt nr. 102 fra samme kryssning.

ne egenskap viste seg også å bli styrt av flere gener. Utvalgte planter inngikk sammen med *Shetlandskål* som resistensdonator i vår kryssning K 732, hvor *Staup 17*-blod var med.

Gjentatt utvalg av *Böhmerwald* i Norge (felt nr. 112) så ut til å ha hatt virkning i forhold til utgangsformene som liknet på 1831/3—3—1 (felt nr. 122). De laveste indekstall viser god resistens, og hva som må kunne oppnåes ved videre foredling.

Sorten *Staup 17* var plantet omkring forsøket og alle planter var meget sterkt angrepet, indeks 3,00. Før planting ble røttene hos alle planter inokulert med smitte ved hjelp av neddypping i suspensjon fra samme felt, forhold 3 deler smitta jord til 7 l vann.

I tab. 4 er samlet resultat uttrykt ved klumprotindeks Ki 0 til 300 for 14 sorter som foruten på felt S/61 på Staup var utlagt på 2 steder sør for Dovre.

Tabellene viser at 8353 eller annen daværende USA-resistens alene eller sammen med «Shetlandsblod» ga for høy og dårlig indeks. Best resistens viste den etter samkryssing med *Bindsachsen* (nr. 116) men kombinasjon K 734 ble for tidlig og for lite holdbar.

For året 1961 er vinkeltransformerte verdier (0—90°) av resistensindeks gjengitt til høyre i tab. 4. De med laveste tall har best resistens. For felt Levanger foreligger signifikante skilnader mellom to vinkeltransformerte verdier hvis skilnaden er større enn 9,9. Transformeringen er etter samme formel som brukt av *Weisæth* (1961). Den ble brukt for å få mer jamførbare verdier for indekser og tall som hadde mer unormal fordeling.

Familien 942 av *Bindsachsen*, seleksjon Bi 16—8—F 60 samt 919 fra *Böhmerwald* og fam. 904 fra kryssning *Bindsachsen* x *Böhmerwald* viste

Tabell 4. Resistens for rasetester 863, innavlete linjer av *Böhmerwald* og *Bindsachsen*, jamført med andre foredlinger og kontrollsortene R og *Staup 17*. Forsøk utført på klumprotfelt *Staup* ved Levanger (part 2) felt B i Ås og C i Asker 1961. $t = 12$, $r = 3$.

Resistenz für Rasantester 863, Inzuchtlinien von Böhmerwald und Bindsachsen, verglichen mit anderen Züchtungen und den Kontrollsorten R und Staup 17. Versuch ausgeführt auf Herniefeld Staup bei Levanger (Part 2) Feld B in Ås und C in Asker 1961. $t = 12$, $r = 3$.

Sånr. Saat nr.	Krysnings- nr. eller sort Kreuzungs- no. oder Sorte	Klumprotindeks 0 til 300 <i>Hernieindex 0 bis 300</i>			Vinkeltransformerte indekser 0 til 90 <i>Winkeltransformierte Index 0 bis 90</i>			Merk- nader An- merkung
		Staup	Ås	Asker	Staup	Ås	Asker	
910	Sort R	291	295	288	80,2	82,2	78,5	<i>Rossebø</i>
929	Sort S 17	300	298	298	90,0	85,2	85,2	<i>Staup 17</i>
912	K 863	281	177	11	75,6	50,2	10,8	
931	K 75	286	178	277	77,5	50,3	73,7	
934	K 501	258	163	150	67,9	47,5	44,9	
908	K 722	239	94	154	63,2	34,0	45,8	
903	K 770	190	70	38	52,7	28,9	20,9	
901	K 707	160	43	68	46,8	22,2	28,5	
918	K 751	(112)	54	61	37,6	25,0	26,7	
902	K 734	207	128	6	56,2	40,8	8,1	
920	K 733	167	80	105	48,3	30,8	36,3	
919	M 7-9-F	47	2	0	23,5	4,8	0,0	
942	Bi 16-8-F	20	14	0	15,0	12,5	0,0	
904	833-26/60	11	0	4	11,1	0,0	6,7	

god resistens. Resistens skulle altså være mulig hvis en bare kan finne eller lage gode kombinasjoner. Det måtte høre framtiden til. Uten kombinasjon med norske sorter ville disse ikke gi brukbar salgsvare.

I forhold til omfintlige målestokker hadde 903 fra utvalgt plante 26/56 fra krysningsen *Staup 17* x *Shetland* resistens, det samme gjaldt for F_2 (spaltende familie) av krysnings K 707 *Rossebø* x *Böhmerwald*, som i årene 1960 og 1962 ble prøvd under nr. 851, 901 henholdsvis 1055. Det kan meddeles at planter utvalgt som resistente i felt-nr. 901, kom til å representere F_3 av krysnings K 707. De gikk inn sammen med planter fra andre steder fra samme krysnings i stamtavlen for en sort som antagelig etter mangeårig foredling i 1977

lanseres under navnet *Plaresa*. Sorten *Respla* er derimot fra tilbakekrysnings TK 704.

Når K 75, som var en av de mest lovende også i Trøndelag 1957—61, ble angrepet på de nevnte steder, måtte vi foreløpig også oppgi denne som salgsførende sort. Dette på tross av at den på klumprotfri jord i da utførte turnusforsøk pekte seg ut som en av de mest lovende kålsorter. Den foredlingsmessige avløser av K 75 kom i krysnings K 873. Etter innkrysnings av mellomeuropeisk resistens i K 75 ga f.eks. fam. 1028 av denne bra resistens på klumprotfeltene Jørstad, *Staup* og *Mære* i 1962. Imidlertid måtte vi etter denne krysnings igjen forsøke å fjerne uønskete egenskaper, bl.a. indre anthocyanfarging.

Forsøk på klumprotsmitta jord ved Staup, Jørstad og Mære 1961—63

Med planter tilsendt fra Ås ble det i 1961 utført et orienterende forsøk på jord- og skogskolen Finsås i Snåsa. Stedet er siden kalt med kjennetegnet J, avledet av Jørstad. Feltet viste seg så lovende at vi i 1962 fikk lagt ut forsøk både der på Staup og på Mære. Siden da har plantene vært formert opp nord for Dovre.

Både på feltene og etter opptak av plantene hadde en inntrykk av at det

i Trøndelag i 1962 var sterkest angrep på Jørstad, minst på Mære, men her var smitten ikke formert på kål. Mære hadde høgest prosent planter uten angrep. Prosent planter uten angrep varierte ellers litt fra rute til rute. Ruter og planter av fa. 1028, 1021 og 1039 bidrog mest til denne variasjon på Jørstadsfeltet, slik at variasjonskoeffisienten VC ble relativt høy. Sammenstilt viser det seg at F-

Tabell 5. Resultat fra resistensforsøk på klumprotinfisert jord 1963 ved Jørstad (J) Trøndelag jamført med Dickursby (Db) Finland, samt fra feltene B C i Akershus. Ortogonal forsøksserie $t = 16$.

Ergebnisse von Resistenzversuchen auf hernieverseuchtem Boden in Finland, wie B & C in Süd Norwegen. Orthogonal Versuchsserie $t = 16$.

Sånr. Saat nr.	K-nr.	Ki- indeks Ki- Index J	Prosent angrepne planter Prozentsatz befallener Pflanzen					Donator for resi- stens til vedk. krysning = K Spender für Resi- stanz betr. Kreuz- ung = K
			Felt Feld:	J	Db	B	C	
			Forsøks- sted:	Snåsa	Finland	Ås	Asker	
1346	St	1,86	92	100	100	97	—	
1341	K 75	1,92	85	96	85	97	US	
1306	K 707	0,92	81	75		70	M	
1310	K 499	0,88	66	88	50	93	US	
1314	K 751	1,25	86	91	60	87	M	
1317	K 733	0,42	41	43	37	30	M	
1324	K 755	0,56	48	58		60	M + US	
1325	K 734	0,43	38	53	*	47	Bi + Sh	
1330	K 752	0,76	64	66	55	73	M	
1334	K 732	0,68	65	56	60	30	Bi + Sh	
1335	K 732	0,54	51	50	(54)	36	Bi + Sh	
1336	K 722	0,58	54	65	40	43	M	
1337	K 509	0,62	53	60	40	33	US 8353	
1338	K 504	0,43	40	66	5	60	M + Sh	
1339	K 504	1,06	77	68	31	73	M + Sh	
1301	K 707	0,71	67	71	*	80	M	
Gjentak			3	3	2	2		

* Deltok i andre forsøk samme felt, 1301, ved smitte inokulert allerede ved prikling. Staup 17 (1346) var ømfintlig foreldrepartner for 1334, 1335, 1336, 1338 og 1339. Frø fra samme frøpose som 1338 og 1339 var tidligere prøvd som 1001 og 1021, året etter som 1404 og 1446.

verdi for de 3 forsøkssteder (J, St, Mæ) var sikker. Jmføres dette tabellmessig, blir forskjellen kanskje enda tydeligere. Beregning bekreftet utsagnet om at feltene m.h.t. rasespekter var forskjellig.

Her er noen opplysninger om krysning K 75 og K 873. Familie 1028 hadde som morsort vår foredling K 75 som ga best i avkastning på dette sted i 1959 og 1960, og i samlet landsoversikt. Ved inspeksjon ble det separert klumprot og preparert isolater

fra disse felt, prøvene ble inntil videre oppbevart dypfryst ved minus 18° C.

En del av den samme resistens som *Badger Shipper* er i besittelse av, var på forhånd inkorporert i krysning K 75. For å få bedre resistens ble den innkrysset blod fra mellomeuropeiske resistenskjelder ved pollinering med innavlete linjer. Den hadde dessverre ikke resistens nok for et bredt rasespekter.

Testsorter og klumprotfelters varslinger om raseproblem

Det var avkom fra en av plantene kalt 260/60 fra krysningen *Staup 17* x *Shetland* som i 1961 kom til å vise at det i Norge høyst sannsynlig måtte eksistere rasemessige skilnader på klumprotsoffen *Plasmodiophora*.

I det året fikk vi bevis for at frø fra samme frøpose sendt til Staup i Trøndelag, Sem i Asker og til Søve i Telemark med samtidig prøving på klumprotfelt B ved NLH ga en særegen reaksjon i forhold til det som befant seg i jorda på vedkommende sted.

Foredling 260/60 representerte F₄ generasjon av krysning sist utvalgt i rute 770. Ingen planter av den ble angrepet på Søve, mens nesten alle planter (96 %) på Staup ble angrepet. Det var kun svakt og litt angrep på våre felt C i Asker og B i Ås, mens indeksen for denne på klumprotfelt Staup gikk opp i 1,90. Riktignok kunne en se resistens i forhold til kontrollsortene som var totalt angrepne, så primitiv *Shetland* med sterk blåfiolett farge måtte besitte litt resistens. Da resultatene har vært av-

Tabell 6. Sammenstilling av middeltall (vinkeltransformerte) for forsøk med 16 sorter og foredling i Nord-Trøndelag 1962.

Zusammenstellung von Durchschnittsdaten (Winkeltransformierte) für Versuche mit 16 Sorten und Züchtungen in Nord-Trøndelag 1962.

	Klumprotfelt <i>Herniefelder</i>			Oppnåelige grense- verdier <i>Errichbare Grenz- werte</i>
	Jørstad	Staup	Mære	
Vinkeltransformerte verdier (0—90°)				
Prosent planter uten angrep	34,8	49,5	67,2	0 eller 90
Mest ømfintlige kontrollsort	90	68,1	90	90
Beste resistente sort	5,0	25,9	35,5	0
Antall forsøksledd m/over 45 var av ialt	4	10	13	—
Antall planter m/klassifisert rot	817	1291	—	
LSD i % (vt) uten angrep	30,4			

gjørende for forskningsretning m.v. gjengir vi her data fra tabell 1 publisert av Weisæth (1965) i Horticultural Research, p 47 vedrørende feltresistens på nevnte felter.

Indeks 1,90 for *Staup 17* er her tatt fra nevnte forsøk.

Forsøket på *Staup* i 1961 omfattet imidlertid også 20 andre prøver. Ved avsendelse av forsøksmaterialet hadde vi i følgebrevet notert bl.a. følgende for nummer frøavlet på NLH: Felt nr. 106 fra 770—260/60 med

Staup-blod, raseproblem?

Felt nr. 107 fra 863 USA 8353 x *Rossebø*, raseproblem?

Felt nr. 108 fra 862 K 39 *Jåtunsalgets* x USA, raseproblem?

Dette var på en tid hvor mange forskere ennå stilte seg svært tvilende til om det i det hele tatt eksisterte fysiologisk spesialisering innen klumprotsoppen. Felt *Staup* måtte inneholde noe i sitt rasespekter av klumprot for hvilke «noe» Shetlandskilde ikke ga tilstrekkelig resistens.

Prøving av fam. H 1048 fra *Bind-sachsen* ga imidlertid nesten ikke angrep. Det viste at resistens er mulig, men at det for samtlige kryssninger måtte fortsettes med utvalg og tilhørende frøavl igjennom generasjoner. Det at selv ømfintlige sorter i enkelte tilfeller ikke ble så sterkt angrepet der det i forveien hadde vært klumprot på nepe eller kålrot, ga tanker om at det kanskje hadde noe med raseproblem å gjøre. Dette ble bekreftet i 1963 og 1964 da vi «dristet oss» til samtidig prøving av isolater av klumprot separert på ulike vekstslag. Forsøkene ble utført ved høy temperatur og fuktighet i termostattyrt benk. Klumprot merket HS var fra svulstene på en hodekålplante samlet på *Staup* høsten 1961, og fra et felt der hvor det var problemer med *Laurentian*. Isolaterne ble prøvd i dette forsøk med en mengde smitte tilsvarende 1 : 250

godt innblandet i dampet jord på tilsvarende måte som hos *Nieuwhof & Wiering* (1963). Av tabell 8 ser en at denne klumprot fra *Staup* angrep alle våre testplanter innen hodekål, reddik, kålrot, brokkoli og matnepe. Dog var det tydelig at familie 1378 utvalgt ved NLH innen *Bind-sachsen* ga tydelig resistens, men at også «noe» angrep den, idet over 30 % planter var svakt angrepet. Mot slik klumprot ville det være vanskelig å arbeide, ja selv hvis den bestod av flere raser. Isolater ble derfor tatt ut ved hjelp av svulster på bestemte testplanter av ulike arter. Prøvene ble dypfroset, dels direkte renset og sentrifugert fram til ferdig «sporepulver».

Det ble klart at det i «utvalgte originalknoll» fra *Staup* 1961 måtte være flere fysiologiske raser av *Plasmodiophora* tilstede. Høsten 1964 deltok jeg på et Brassica-symposium i Skotland, og fikk da høre at andre forskere hadde liknende problem, og at flere raser kunne være tilstede i samme svulst. Det ble klart at gjen-tatt reisolering måtte til.

Før *Williams* (1966) system var kjent hadde vi på grunn av ulik sortsreaksjon kunnet konkludere med at det måtte eksistere minst 5 raser i Norge, (*Weisæth*, 1964—1966), derav minst 3 ulike raser nord for Dovre. Problemene er at det ofte forekommer flere raser i samme åker, og at vi vet for lite om deres forekomst, sporekonsentrasjon, blandingsforhold og spireevne.

På tilbaketuren fra Skotland i 1964 fikk jeg besøkt Plasmodiophoraforskeren MacFarlane i Rothamsted ved London. Samtidig fikk jeg frø av den originalporsjon av *New Zealand Clubroot resistant Rape*, hvorved *McFarlane* (1957) hadde kunnet påvise at norsk og engelsk klumprot kunne være ulik i fysiologisk henseende.

Tabell 7. Feltresistens utviklet fra resistenskilde Shetland.

Feldresistenz entwickelt aus der Resistenzquelle Shetland.

Sort Sorten	Klumprotfelt Herniefelder			
	BNLH	Staup	Sem	Søve
Staup 17 x Shetland, F ₄	0,70	1,90	0,76	0,00
Kontrollsort	2,95	2,93	2,88	2,80

Etter: Proceeding of a EUCARPIA Symposium on Brassica Crops 1965, Hort. Res. 5 p. 47.

Rasetestsortiment 1964—65

Våren 1964 fikk vi så, i tillegg til vår vanlige resistenstesting av foredlinger i kål, anledning til å legge ut et såkalt «rasetestsortiment» med ulike vekstslag. Dette for å få et bedre kjennskap til hva en måtte kjempe imot av klumprot ved sortsprøving og tillaging av nye sorter. Uheldigvis spirte NZCR-raps-frøet dårlig og på friland ble mange planter spist opp slik det kun var på Ås og i hus at vi det år fikk brukbare resistensanalyser for denne differentialsort. Det viste seg nå at foredlingsnr. W 0305 i kålrot fra Weibullsholm i Sverige samt *Metjeslandernepe* fra Belgia syntet en meget bra resistens mot klumprot på de fleste felt. Det gjaldt også for Jørstad, Staup og Mære. W 0305 stammer egentlig fra en krysning som før 1948 på Weibullsholm hadde fått overført resistens fra resistant nepe til kålrot, med påfølgende utvalg i retning kålrot. Angrep på matnepe *Sola* varierte, men i forhold til Måselvnepe viste den tydelig resistens også på Jørstad. Disponibel fremengde var så begrenset at det dessverre ble få felt. For Trøndelag gjengis resultater fra disse forsøk i tabell 8. Klumprotfeltet på Staup og Jørstad

var jo til da de felt som hadde gitt våre viktigste utvalg nord for Dovre. Oppnådd resistens f.eks. gjennom utvalg i K 512 som inngikk i sorten *Resista*, *Weisæth* (1968) har i tabell 14 under 1411 og 1412 gjengitt eksempel for S og J, Staup henholdsvis Jørstad, for slik nedarving. Det var tydelig at de hadde allsidige og meget virksomme rasespekter. Kålrot og kål var jo viktige vekstslag der, på Jørstad og Mære var det også mye nepe med i vekstskifte. Hvordan ville så et rasetestsortiment kunne gi videre informasjon om forholdene på de felt hvor det skulle velges ut foredlingsmaterieell. Feltet på Jørstad i 1965 skulle kunne gi et foreløpig svar. Det kom til å ligge på myrholdig jord bak uthusene i nærheten av vintervegene for utkjøring av gjødsel. Slik spredning av husdyrgjødsel med smitte er også en viktig spredningsmåte for klumprot. Før hadde de bare ens kulturer her på grunn av vekstskifte, men det viste seg på omliggende kål at det var nok smitte og at den ellers var jamt fordelt. Ialt 18 kålforedlinger og 1 målestokksort *Staup 17* var med i dette forsøk. For kål gjengis resultatene for Jørstad i tabell 10.

Tabell 8. Reaksjon hos differensialsorter ved rasetesting 1964 på klumprotfelt Jørstad (64° 13' n.b.) Mære og Staup (63° 30' n.b.).
 Målestokker: *Laurentian*, *Metjeslander* og *Staup 17*.
 Reaktion bei Differentialsorten durch Rasantestung 1964 auf Herniefeld Jørstad (65° 13' n.B.) Mære und Staup (63° 30' n.B.).
 Vergleichssorten: *Laurentian*, *Metjeslander* und *Staup 17*.

	Klumprot <i>Hernie</i>									
	Fra Staup A Aus Staup A %	På felt <i>Feld</i>								
		Jørstad			Mære		Staup B			
		Σ	%	Ki	Σ	%	Σ	%		
Kålrot <i>Laurentian</i> = LK	86	12	100	2,58	18	17	12	0		
Kålrot <i>Wilhelmsburger</i> Øtofte = WK	25	22	77	1,40	32	6	29	38		
Svart sennep <i>Brassica nigra</i>	100	15	25	0,50	55	5	17	6		
Månedsreddik oval m/kvit spiss	100	14	29	0,64	33	0	31	23		
Matnepe <i>Solanepe</i>	50	50	12	0,36	45	0	26	0		
Førnepe <i>Metjeslander</i>	—	24	0	0	15	0	26	0		
Førnepe <i>Waaslander</i>	—	22	0	0	14	0	20	0		
Oljerybs SV 59/693	—	35	71	1,88	15	20	23	9		
Førraps NZCRR-rape	—	*	*	*	*	*	*	*		
Foredl. 1378 fra <i>Bindsachsen</i>	33	—	—	—	—	—	—	—		
Kålrot <i>Bangholm</i>	86	29	97	2,55	8	0	33	12		
Hodekål 1408 fra K 512	100	+	—	—	+	—	+	—		
Kålrot x nepe W 0505	—	27	0	0	15	0	20	—		
Hodekål <i>Staup 17</i>	100	+	—	—	+	—	+	—		
	Vekst- hus	Direkte sådd								

Merknader: * = ikke spirt, — ikke med, + hodekål med i annet forsøk samme sted. I liknende rasetestforsøk på rasespekter T 64, Toten i 1964 ble W 0505 angrepet med 76 %, dog alle med svakt angrep, mens rasetester WK og LK ble totalt angrepet. *Metjeslander* var også der meget resistent. Det kan vel forklares ved seinere funn av Ayers (1972) at *Metjeslander* er resistent mot rase 1, LK og WK derimot ikke. Rase 1 er tilstede på flere felt i Trøndelag.

Tabellen fra Jørstad 1965 gjelder analyser fra siste opptak. Noen kommentarer til tabellen synes nødvendig.

Planter i 1553 populasjonen var bestemor til 1554, 1555, 1557 og 1529.

I K 512 er «resistens» kombinert med *Jåtunsalgets vinterkål*. I krysning med resistente planter er *Staup 17* med i TK 732, K 504 og TK 722 og skilnad mot testsortene i resistens er effekt av foredling med kombinasjo-

Tabell 9. Resultat fra resistensanalysen på klumprotfeltet Staup i Trøndelag 1964. I serie hodekål 14:

Resultate von Resistenzanalysen auf Herniefeld Staup in Trøndelag 1964. In Serie Kopfkohl 14:

Så-nr. Saatnr.	K-nr.	Frøplanter utvalgt i Samen- pflanzen ausge- wählt in	Sum planter Summe Pflan- zen	Klum- rot indeks 0—3 Hernie- index 0—3	% Middeltall for angrep % Durchschnittsdaten für Befall		
					2—3	1	0,9—0
1403	K 504	1021—23	19	1,42	36,8	36,9	26,3
1405	K 702	1007	13	2,38	76,9	15,4	7,7
1406	K 708	1039	11	1,18	45,5	9,0	45,5
1407	K 722	1033	15	1,20	26,7	33,3	40,0
Staup 17	I		22	3,00	100,0	0	0
1408	K 512	1003	22	1,50	50,0	0	50,0
1411	K 512	1003	20	0,50	5,0	0	95,0
1414	K 512	875	20	0,95	15,0	20,0	65,0
1415	K 707	1014, 1063	21	2,17	76,8	0	23,2
1425	K 712	1009	20	1,05	30,0	10,0	60,0
1428	K 728	1025	22	0,49	5,0	10,0	85,0
1430	K 873	1028	20	1,70	55,0	30,0	15,0
1434	K 759	1060	13	0,92	15,4	30,8	53,8
1435	TK 781	(1961)	22	1,82	54,2	19,2	26,7
1439	K 783	(1961)	20	1,05	30,0	10,0	60,0
1440	K 707	(1961)	22	1,05	38,4	5,0	56,4
1441	K 489—1	(1961)	22	2,08	67,5	13,4	19,2
1444	K 755	(1961)	19	0,54	11,1	20,6	68,4
1446	K 504	855	21	1,66	58,7	4,6	36,8
1447	K 509	936	20	0,86	24,8	4,6	70,7
1449	K 732	5 fam.	20	1,15	30,0	20,0	50,0
Staup 17	III		22	2,92	100,0	0	0

Frø av nesten samtlige sånr. nevnt i tabell 9 ble også sendt til dr. Linnasalmi, Finland, våren 1964. Herav kunne imidlertid kun 6 nr. prøves i større skala. Disse sånr. 1403, 1411, 1414, 1415, 1440 og 1444 var også med i avkastningsforsøk ved Trädgårdsforskningsanstalten Piikkiö 1964.

ner og utvalg. Utvalgte planter som er bra etter lagring til februar—mars 1966 skulle gi opphav til ny, forhåpentlig bedre generasjon. Frøpersjon 1518 med *Rossebø-* og *Böhmerwald-* blod var tidligere produsert på planter valgt ut på klumprotfelt i Ås, Skodje hagebruksskole på Sunnmøre og Finsås ved Jørstad. 1554 stammer

sist fra resistent plante i F₃ utvalgt på samme skole ved Jørstad, men på mineraljord ved benkegården i hagebruket. Disse klumprotfelt lå i Snåsa, ca. 3 mil nord for 64° n.b.

Utvalg her skulle også være god basis for de «trinn i foredlingsarbeidet» som er nødvendig for å få brukbare resistente sorter lenger nord.

Tabell 10. Resultat fra infeksjonsforsøk på Finsås jord- og skogskole ved Jørstad 1965.

Resistens hos 17 kålforedlinger jamført med sorten *Staup 17*. Klumprotfelt med rasespekter J 65. Moldholdig myr. Middeltall for 4 samruter.

Ergebnisse von Infektionversuchen an der Land- und Forstwirtschaftsschule Finsås bei Jørstad 1965.

Resistenz bei 17 Kohlzüchtungen verglichen mit der Sorte Staup 17.

Herniefeld mit Rassenspekter J 65. Humusgehaltiges Moor. Durchschnittsdaten für 4 Parzellen.

Kryssings- nr. Kreuzungs- nummer	Sånr. Saatnr.	Ki- indeks Ki- Index	Planter analy- sert Pflanzen analy- siert	Prosent planter i angrepsklasse Prozent Pflanzen in Befallsklasse		Sist utvalgt i sånr. Letzte Auswahl in Saatnr.
				0	2 + 3	
TK 512	1513	0,21	46	81,5	0	1023
K 712 x 716	1518	0,27	69	75,4	2,4	Div.
M Res	1510	0,36	68	67,7	5,8	1353
K 512	1555	0,46	41	58,2	4,1	1377 innavlet
TK 704	1511A	0,54	52	47,5	1,4	1030 + 1057
K 512	1528	0,63	60	38,6	4,5	Sams.
TK 732	1503	0,71	60	43,9	10,4	1334
K 732	1532	0,74	53	41,4	8,9	1334 + 1335
K 733 + 37	1546	0,76	52	51,3	20,5	1317 A = 0
K 512	1557	0,84	55	49,8	20,9	1003 lys, bur 10
K 512	1529	0,87	67	33,6	13,3	1003
K 512	1554	0,97	70	26,2	16,7	1003 J, F ₃
K 512	1553	1,03	64	32,8	32,4	857, frøavl 1961
K 509	1536	1,09	66	22,4	22,9	1337 1—7 bur
K 504	1540	1,09	69	22,4	26,9	1338 + 1339 bur
K 504	1534A	1,19	67	20,4	22,4	1338 A = 0
TK 722	1501	1,51	55	24,4	38,7	1336
<i>Staup 17</i>	04244	2,57	55	0	85,2	fra Staup
<i>Ekstra gjentak for utvalg, dels mindre smitte i jorda</i>						
TK 704	1511B	0,26	64	75,1	1,7	1030 + 1057
K 504	1534B	0,58	68	42,6	1,4	1338 A = 0
K 732	1532B	0,58	56	39,4	19,7	1334 + 1335

* Klumprotindeks Ki 0 til 3,00 og 3,00 hvis alle planter er sterkt angrepne. Hva de enkelte K-nummer, f.eks. K 512 står for, kan en lese seg til hos *Weisæth* (1968) i Forskn. og forsøk.

Nord-Norge

Nordligste sted hvorfra vi har analysert jord og funnet klumprot, er Sørreisa i Troms. En antok at smitten var kommet dit nord med planteskolevarer fra Østlandet. Feltet lå nær Målselv og distrikt hvor matnepe in-

nen *Brassica campestris* siden gammelt av har en naturlig utbredelse. Da smitten ble oppdaget sørget fylkesgartner Auranaune i Troms og feltverter for karantene og at dette «smittefokus» i nord ble desinfisert

og satt ut av funksjon. Vi fikk tilsendt en rekke jordprøver. Under karantenemessige forhold kunne vi i årene 1964—66 påvise at klumprota som var kommet dit nord var av meget farlig art, idet den kunne angripe representanter for alle våre vanligste vekstslag som blomkål, matnepe, kålrot, hodekål, raps, reddik og ugras innen korsblomstfamilien. Videre måtte denne klumprot ha evne til å angripe

og formere seg i selve planten selv ved så lav midlere sommertemperatur som knapt 10° C. Våre prøver og vårt testsortiment syntet at klumprot kommet til Sørreisa måtte inneholde flere raser av *Plasmodiophora*.

Klumprotliknende svulster på røtter av Måselvnepe ble vist meg under besøk på et felt ved hagebruksskolen i Kvefjord i 1960. Ved videre undersøkelse kunne en ikke finne sporer av

Tabell 11. Skjematisk oversikt over arbeidet med resistensforedling i kål, belyst ved generasjon, dyrking og utvalg, frøavl, år og prøvenummer.

Schematische Übersicht über die Arbeit mit Resistenzzüchtung in Kohl, beleuchtet durch Generation, Anbau und Auslese, Saatzucht, Jahr und Prüfungsnummer.

Generasjon Generation	Hovedarbeid Hauptarbeit	Sted Stelle	År Jahr	Prøving Prüfung	
				Nummer Nummer	Klump- rotfelt N for 63° N Hernie- feld N für 63° N
P ₀	Ømfintlig x resistent	NLH	1957		
F ₁	Første generasjon, ømfintlig	NLH	1958	701	
	Frøavl av F ₁ -planter	NLH	1959	801	
F ₂	Testing og utvalg	NLH	1960	851	
	Frøavl resistente planter	NLH	1961	901	S
F ₃	Testing og utvalg	Div.	1962	1001-	S J Mæ
	Frøavl resistente planter	NLH	1963	1301	J
F ₄	Testing og utvalg	Div.	1964	1401-	S J Mæ
	Frøavl resistente planter	NLH	1965	1501-	S J Kv
F ₅	Testing og utvalg	Div.	1966	1601-	S J Sør
	Frøavl	NLH	1967	1801	J Rana
F ₆	Testing og utvalg	Div.	1968	2001-	J
	Frøavl	NLH	1969	2101-	J Re
F ₇	Testing og utvalg	Div.	1970	2201-	J
	Frøavl	NLH	1971	2301-	Re
F ₈	Testing og utvalg	Div.	1972	2401-	Re
	Frøavl + testing	NLH	1973	2501-	Re Kv
Div.	Frøavl, utvalg nord	*Kv	1974	—	Re Kv
Div.	Testing, utvalg, frøavl	Div.	1974	2601	

Merknad: *Kv krysning TK 704.

Alle familienummer ble samtidig prøvd v/NLH.

Anmerkungen: Utvalg = Auslese. Frøavl = Samenbau.

*Kv Auslese Nord 1973 von Kreuzung TK 704.

Alle Familienummern sind gleichzeitig in südlichen Norwegen geprüft worden. Gewisse Familien einiger Generationen wurde mehrere Jahre hindurch geprüft um genug Auslese zu bekommen.

Plasmodiophora i dette materialet. På Helgeland kan derimot klumprot gjøre betydelig skade. Det vises også av et forsøk vi fikk lagt ut i Båsmo, noen få mil sør for Polarsirkelen ($66^{\circ} 30' N$) i 1967. Forsøket omfattet 8 foredlinger samt handelssorten Staup 17. Resultatene fra dette forsøk i Nord-Norge går fram av tabell 14. Klumprotspekteret og klimaforholdene var imidlertid av en slik art at en burde kjenne forholdene bedre for å få vite hvilke familier det bør satses på. Prosent resistente planter var best i familier av K 512 (sorten Resista) i K 504 og K 707.

Innen flere av de her nevnte kryssninger hvor det fra samme populasjon ble valgt ut planter i Trøndelag og på Østlandet, kunne en i de følgende generasjoner merke at de som var valgt ut nord for Dovre og 63° n.b. ga avkom som var tidligere og brukte kortere veksttid. Det førte til større avkastning, men mindre uniformitet da en på grunn av plantetall og raseproblem var nødt til mer

sams frøavl av planter utvalgt i ulike distrikt.

Forsøk utført i 1967 i nærheten av Polarsirkelen (tab. 14) ga resultat som viste at en nødvendigvis nordover — og ved lavere temperaturer — samtidig må foredle mot stokkløpingstendenser.

Bl.a. er det fare for at hodeformen forandres til høgrund og tilspisset. På grunn av at en av de resistente foreldre, særlig Bi = *Bindsachsen* hadde tilspisset form, a la storvoksen spisskål og rosa farge innvendig, har en fra F_2 av forsøkt å fjerne disse kjennetegn. Og det fikk vi til ved sterkt seleksjonspress i retning flatrund og kvit kål i de første hybridgenerasjoner. I vårt utgangsmateriale fra 1957/58 ble denne spisse karakter styrt av 1 til 3 gener, med arvegang slik som bevist av *Weisæth* (1976 s. 171). Eksempel der var etter innavl av *Böhmerwald* henholdsvis *Bindsachsen*. I tabeller og tekst er de oftest kalt M henholdsvis Bi eller H.

Avkastning i forhold til angrepsgrad og klumprotindekser 1966

I dette arbeidet har vi vesentlig konsentrert oss om vurdering av resistens ved hjelp av frekvens planter med angrepne røtter eller angrepsgrad transformert i indeksenheter $K_i = 0$ til 3, eller $W_i = 0$ til 100. Det er imidlertid klart at også avlingen eller den overjordiske del kan gi et godt inntrykk av resistensen, og i praksis er det vel avlingsmengden som betyr mest. Imidlertid er det vanskelig å måle avkastning i forsøk og forsøksledd hvor det er ulik grad av utspaltninger. Ved besøk på felt Jørstad 1966 så imidlertid feltet ut til å være meget representativt. Hodene ble derfor høstet og vegd slik at avling i forhold til midlere angreps-

grad målt i K_i -indeks kunne vurderes. Resultatene er gjengitt i fig. 2. Punkt for ømfintlig kontrollsort er her lengst til høyre og lavest. Nesten alle planter var sterkt angrepet og derved ble avlingen liten. Skilnaden i avling mellom helt ømfintlig sort (*Staup 17*) og 6 av de mest yterike foredlinger utgjorde for felt Jørstad fra 25 til 35 kg pr. rute.

En rekke liknende forsøk viser at avlingsmengden for resistente sorter i forhold til lett angripelige synker med tiltakende angrepsgrad på røttene. Erfaringsmessig er det dog først ved K_i -indekser over 1,5—1,7 at avlingen blir sterkt redusert. Fra produksjonssynspunkt kan en derfor et-

ter vår oppfatning forsvare en foredling som tar sikte på ved resistens å redusere klumprotangrep til et slikt

nivå for felt hvor ømfintlig sort viser indeks 2,5 til 3,00.

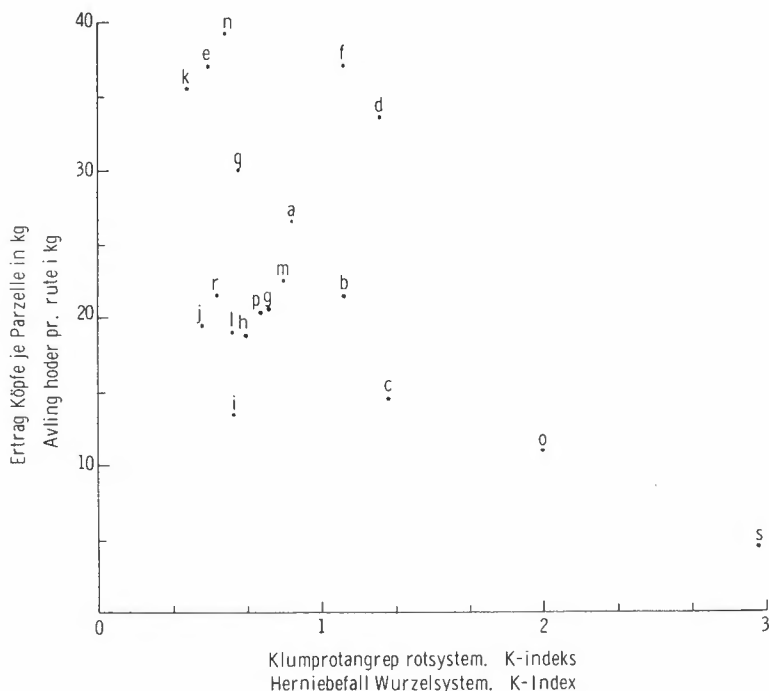


Fig. 2. Forhold mellom avkastning av hodekål og angrepsgrad av klumprot vurdert med Ki-indeks 0—3. Resultat fra klumprotfelt Jørstad 1966, sårnr. 1610.18 foredlinger + kontrollsort.

Verhältnis zwischen Ertrag von Kopfkohl und Befallsgrad von Hernie beurteilt mit Ki-Index 0 bis 3. Ergebnis aus Herniefeld Jørstad 1966, Saatnr. 1610.18 Züchtungen + Kontrollsorte.

Tilbakekrysning TK704

En ser av tab. 10 at familier fra vår tilbakekrysning TK 704 ikke er med i denne tabellmessige oversikt for utvalg i Trøndelag 1964. Derimot var en familie av den med på Jørstad i 1965 under sårnr. 1511 og viste seg som meget god.

I 1966 var kun en familie av TK 704 med på Jørstad. Denne familie 1629 (e) lå avkastningsmessig som nr. 2 av 18 foredlinger hvor disse var jamført med målestokk 04242 (fig. 2).

Etter frøavl av de utvalgte planter samt etter gjentatte bevis for at *Bindsachsen*-blod ville være mer nyttig på allsidige rasespekter enn *Shetlands*-blod har vi fra 1966 og i de følgende 10 år vel foredlingsmessig satset mest på TK 704. Dette fordi denne krysning hadde fått overført resistenssegenskaper såvel for resistenskjeldene *Böhmerwald* som *Bindsachsen*. Krysningskombinasjonen mellom innavlete linjer var slik:

TK 704 = (R 34 av *Rossebø* x *Böhmmerwald*) — F₁ x H 16—23 av *Bind-sachsen*.

Generasjon F₂ av denne tilbakekryssning var første gang prøvd i 1960, i sårnr. 874. Resistenstall for

nevnte familie er gjengitt i tab. 5 hos *Weisæth* (1968). Først i høyere generasjoner kunne vi få testet resistens og gjort utvalg i denne kryssning på klumprotspekter Kvithamar og Reitgjerdet.

Resistens på klumprotfelt i Island, Canada og Finland

Island

Enkelte av våre foredlinger som er utvalgt et par generasjoner nord for Dovre er prøvd på Island ved hjelp av NJF klumprotgruppens medlem Magnusson. Noen av de mest lovende frøkålplanter ble selektert for oss på klumprotinfisert felt ved Hrumannarheppur. 64° n.b., 21° v.l., dvs. noen mil øst for Reykjavik og sendt til Norge for frøavl av oss. På noen rotår av planter utvalgt i familie 2666 av TK 704 og 2696 av K 707 fant vi høsten 1974 imidlertid noen små svulster. Disse ble separert og levert medarbeidende plantepatolog til kallsformering og gjentatt reisolering. Ved prøving av dette materiale på nødvendige differensialsorter for raser bestemte *Linnasalmi* (1975) angjeldende klumprot til rase 7.

I lokalitet Hrumannarheppur på Island forekommer altså rase 7. Ved besøk der i 1975 så vi også angrep på kålrot og endel andre vekstslag som indikerer at flere raser må være tilstede. Antagelig på grunn av den høge jordtemperaturen (ved stikkprøve målte vi ca. 18° C) forårsaket av varme fra jordens indre, så var feltet nærmest en ønsket fytotron for klumprot, men indikerte samtidig

hvilke vanskeligheter islendingene må ha for å finne høvelige sorter. Den lave lufttemperaturen og det harde klima gjorde at nesten ingen sorter seinere enn *Staup 17* kunne nå salgbar utvikling. Dette ble oss muntlig informert av den islandske feltverten som er gartner.

Utvalgt islandsk frøkålplante innen foredlingsnummer 2696 hadde bra hode. Det kan nevnes at siste generasjon forut var frøavlet på planter med kjennetegnet 2054 J = 0 og altså selektert i sist nevnte familie på klumprotfelt J ved Snåsavatn like nord for 64° n.b. i Norge. Den hadde fått med seg resistens mot det klumprotspekter som var i jorden på Jørstad og på felt hvor vedkommende stamtavlelinje innen K 707 tidligere hadde blitt selektert. Når den så viste resistens på Island var det trolig mot andre forekommende raser og i en blanding hvor rase 7 ikke forekom så hyppig.

2666 går tilbake på utvalgte planter som for 5 generasjoner siden var selektert i F₂ i den gruppe som representerte mest resistente planter i tab. 5, i publikasjon *Weisæth* (1968).

Canada

Det kan nevnes her at familie 2024 var frøavlet etter utvalg på klumprotfelt Jørstad i 1968. Stamtavlen viser at den også i forrige generasjon var utvalgt på Jørstad, dengang i

familie 1534 år 1965. Sammen med en rekke andre kryssningsnummer av våre kryssninger eller innavlete linjer har 2024 blitt testet med hensyn til resistens på ulike klumprotraser i Ca-

nada. Tall fra de forsøk som er beskrevet av *Chiang & Crete* (1972 p. 49—50) har vi tillatt oss å tolke som at flere av de foredlinger som er oppgitt med «origin Norway» er resistente mot rase 2 og 3. Det gjelder også 2024 fra K 504. Best var vel 2022 fra K 716 og 330392. De fleste gikk imidlertid mer eller mindre iveg på felt hvor rase 2 + 6 forekom i blanding. Selv med så høgt indeks som

71 for denne blanding, så imidlertid Nr. «330392 Norway» ut til å besitte en viss resistens mot rase 6. Slektninger av denne resistenskjelde inngår i stamtavlen for enkelte av våre kryssninger. I hvilken grad våre rasespekter har gitt seleksjonspress mot angrep av denne rase er ikke tilstrekkelig klarlagt. Gunstige omkombineringer kan likevel ha skjedd og visse prøver tyder på det.

Finland

Av de undersøkelser som hittil er utført har en nord for 63° n.b. kun funnet *Plasmodiophora* rase 6 i N-Finland (*Linnasalmi*, 1977, muntlig informasjon). Dens forekomst ellers i Finland er plottet inn på det kart *Linnasalmi & Palonen* (1974) har publisert om klumprotrasenes identifisering og geografiske utbredelse i Finland. På kartet ser en at følgende raser fantes tett opp til 63° n.b.

Rase 6 og 7 fantes således ved Vasa og rase 2 og 6 i innlandet nær-

mere grensen til Russland. En rekke av våre foredlinger er siden 1963 blitt prøvd på slike felt i Finland eller på smitte fra disse. Ved prøving av våre foredlinger i Finland har dr. Linnasalmi vært finsk koordinator. I foredlingsarbeidet satset vi helst på familier som også i deres rapport hadde vist best eller mest lovende resistens i Finland. Nordover bør det antagelig helst velges prøvenr. innen de tidligste kryssningene eller de som *ikke* har for lang veksttid.

Tabell 12. Hjelpeskjema for reaksjon hos differensialsorter for 7 klumprot-raser. (Skjema etter *Seaman, Larsen & Walker*, 1963 p. 1428).* *Hilfsschema für Reaktion bei Differentialsorten für 7 Hernierassen (Schema nach Seaman, Larsen & Walker 1963 s. 1428).*

Differensialsort Differentialsorte	Reaksjon for rase <i>Reaktion für Plasmodiophora-Rasse</i>						
	1	2	3	4	5	6	7
Hodekål <i>Danish Ballhead</i>	+	+	+	+	+	+	+
Hodekål <i>Wis. All Seasons</i>	+	+	+	+	+	+	+
Hodekål <i>Badger Shipper</i>	—	+	—	+	—	—	+
Kålrot <i>Wilhelmsburger</i>	+	—	—	—	—	—	—
Kålrot <i>Laurentian</i>	+	+	+	+	—	—	—
Veisennep <i>Sisymbrium altissimum</i>	+	—	+	—	—	—	—
<i>Brassica campestris</i>	+	—	+	+	+	—	b
Svartsennep <i>Brassica nigra</i>	—	—	—	—	+	—	—

+ = meget omfintlig, — = meget resistent, b = ikke med i forsøket.

* Rase 4 og 5 fikk ny plassering av *Williams* (1966) i skjema for 16 raser. Nåværende rase 4 ble først beskrevet av *Williams* (1966), den angriper også *Wilhelmsburger*.

Stamtavle ved seleksjon på klumprotfelt Jørstad 1966

Merknader til tab. 11, 13 og fig. 2. 1449 = 1335 i tab. 5 (*Weisæth*, 1964) i *Eucarpia* hvor første prøving av denne familie på J og i Finland var med i 1963. En kom i 1964 igjen med fornyet utvalg etter at forekomst av resistens var bevist.

Reaksjon hos fam. 1003 på 7 ulike felt, inkludert Jørstad, Staup og Mære er gjengitt i tab. 6 hos *Weisæth*, 1968), hos samme (l.c.) i tab. 14,

1968 fins data for 1411, 1412 og 1414 før seleksjon.

Avkom fra 1412 J = 0 er prøvd som 1610.

De her nevnte nummer og utvalgsfelt for K 512 er med i stamtavlen for sorten *Resista*.

Forsøk Jørstad, 1966. Resultatene for 13 av disse foredlinger målt i avkastning og Ki-indeks er gjengitt i

Tabell 13. Avkom fra resistente planter utvalgt i 1) Trøndelag 1964, 2) Sør for Dovre. Frøavlet 1965, prøvd på Jørstad i 1966 med resultat i fig. 2.

Nachkommen resistenter Pflanzen ausgewählt in 1) Trøndelag 1964, 2) Südlich von Dovre. Samenzucht 1965, geprüft bei Jørstad 1966 mit dem Ergebnis wie Fig. 2.

Familienr. 1966 Familiennr. 1966	Knr.	Sist utvalgt <i>Letzte Auslese</i>		m/an- greps- grad m/Be- falls- grad	Nest siste utvalg i sånr. Vor- letzte Aus- wahl in Saatnr.	Resultat klump- rotfelt Jørstad 1966, Fig. 3 Resultat Hernie- feld	Gene- rasjon <i>Gene- ration</i>
		i fam. <i>In Fam.</i>	på felt <i>auf Feldern</i>				
1) 1610	K 512	1412	J	0	1003	a	5
1621	K 512	1411	S	0	1003 J	c	5
1627	K 712	1425	S	0	1009	d	5
1638	K 504	1401	J	0	1001	g	—
1639	K 504	1403	J	0	1021	—	—
1643	K 732	1449	S	0	1962	h	—
1649	K 732	1449	S	0,3	1962	i	—
1650	K 728b	1428	J	0	1025	j	5
1653	K 728	1428	S	0	1025	k	5
1665	K 873	1430	S	0	1028	l	4
1667	K 755	1444	J	0	6 pl. 61	m	3
1672	K 722	1407	J	0	1033	n	5
1681	TK 499	1441	S	0	1961	o	—
1690	K 707	1418	J	0	1055	q	5
1693	K 512	1414	S	0	857	—	4
—	K 707	1440	S	0,3	1961	—	5
2) 1617	K 512		UL x	0	1964	b	Div
1629	TK 704	1477	C	0	1030	e	5
1631	K 707	1043			1057	f	4
					851		
1685	K 707	1419	B	0	1043	p	5
1692	K 707	1043	A + B		851	r	4
04244	Staup 17	handelssort				s	

Avkortninger K = krysning, J = Klumprotfelt Jørstad og S klumprotfelt Staup

fig. 2 a, c, d, g, h, i, k, l, m, n, o, for felt Jørstad. 4 av disse som sist var utvalgt på felt S hadde minst resistens, noe som tydet på at felt S 64 ikke hadde seleksjonspress mot «noe» som eksisterte i jorda på Jørstad. Allerede i seleksjonsåret ble det iakt-tatt reaksjoner som viste til ulike rasebestander. Prøvene 1966 bekref-tet dette, og en kunne dra konklusjon om at feltene måtte ansees som ulike. Trolig er en av årsakene at såvel nepe som kålrotsorten *Wilhelmsbur-*

ger Øtofte i lengre tid p.g.a. angrep hadde formert smitten på Jørstad.

Fig. 2 omfatter ellers noen sånr. med siste utvalg sør for Dovre, herav representerte 1631 og 1685 (av K 707) mor- og datterpopulasjon for jmføring av resistens etter genera-sjonsveksling. Flere av fam. innen K 732 og K 512 var i seineste laget for Jørstad. Utvalg av tidligere planter, f.eks. innen 1610 ville hjelpe til at foredlinger ville klare seg med kor-tere veksttid.

Undersøkelser av rasespekter *Re* ved Trondheim

På Reitgjerdet ved Trondheim skal det ha eksistert klumprot i lang tid, iallfall siden århundreskiftet. I gart-neriet der har det vært et allsidig sor-timent av diverse korsblomstrende planter, ikke minst kål og kålrot. Første omfattende prøving fikk vi der i 1969. Av NLH-foredling sånr. 2303 fra TK 704 valgte vi ut resistente kålplanter som i sin stamtavle høs-ten 1971 ble merket 303 TR (Trønde-lag, Reitgjerdet). Disse planter ble frøavlet i 1972 og i de følgende år ble avkom prøvd under feltnr. 2666. Frø-partiet ga så bra resistens at det har blitt betraktet som stamfrø for uttak av resistente planter i krysning TK 704. Avkom fra 2303 TR ble første gang prøvd i 1973 sammen med en rekke andre foredlinger. De fleste hadde før i 1—3 generasjoner blitt valgt ut i Trøndelag. Resultatene fra feltforsøkene på Reitgjerdet i 1971 og 1973 viser sterke angrep. På en større kålåker der ble det dengang observert tydelig skille i klumprotan-grep. Dette skyldes antagelig ulik forkultur, men det var mistanke om at skilnad i raser kunne være med. Fra ulike rader ble det derfor sepa-rert klumprot som ble rensset og dyp-fryst. Prøve fra rad 2 og 12 og fra lengre bortliggende rader med brok-

koli fikk betegnelse ReH P 3025, ReH P 3026 henholdsvis ReBr P 3027. Et-ter oppkutting, vesketilsetting og filt-rering ved NLH i veksthus med høy jordtemperatur, ca. 20—22° C høsten 1974, ble det foretatt forsøk i vekst-hus. Foruten de fire differentialsor-tene JQ, BS, WK og LK, deltok minst 6 foredlinger fra NLH som på en eller annen måte hadde vist resistens i tidligere prøvinger. Sporekonsentra-sjonen var så sterk at ømfintlig kon-trollsort vanligvis skulle gi 100 % angrep. Resultatene for denne smitte innsamlet på Reitgjerdet men forsøkt i karantenehuset på As er gjengitt i tabell 15.

Men for P 3025 var det her kun knapt 25 % planter uten angrep. Samtlige smittetyper angrep *Lauren-tian* (LK) men *Jersey Queen* ble lite angrepet av P 3027. Prøve av P 3026 som fikk stå 2 måneder lenger med planter ga *Wilhelmsburger* imidler-tid 36 % angrepne planter. Også her tydet resultatene på at flere raser måtte være tilstede.

Da WK ikke ble angrepet innen første opptak måtte en kunne kon-kludere at rase 4 ikke var med i disse 3 prøver, derimot raser som angrep *Laurentian*. Alle prøver ga mer eller mindre angrep på *Badger Shipper*, ja

Tabell 14. Kumprot i Rana 66° 20' n.b. og reaksjoner 1967 hos 8 foredlinger + ømfintlig testsort.

Hernie in Rana 66° 20' nördlicher Breitengrad und Reaktionen bei 8 Züchtungen + empfindliche Testsorte.

Sånr.:	1802	1807	1811	1819	1824	1870	1873	1885	1891
Krysninger:	K 512	K 707	K 716	TK 704	K 732	K 512	K 512	K 504	Staup 17
Analyserte planter:	28	30	25	30	29	26	30	30	28
% m/angrep:	53,6	46,7	88,9	80	66,6	50,0	50,0	43,4	100

hele 100 % i et tilfelle. En eller annen rase som angriper denne måtte være for hånden, men uten å kjenne de andres reaksjon kunne det f.eks. være rase 2 eller 7. Klumprot isolert fra noen av disse prøver ble sendt Dr. Linnasalmi for nærmere undersøkelse. Etter gjentatt reisolering bestemte Linnasalmi den til rase 7.

Da NLH-foredling 2666 har fått internasjonal avprøving i det siste kan det være grunn til å ta med enda litt mer om det felt hvor den i de siste forutgående generasjoner hadde blitt utvalgt, nemlig Reitgjerdet ved Trondheim.

På tross av at *Bangholm* kålrot viste sterke angrep på feltet, så ga *Wilhelmsburger* kålrot ikke angrepne planter ved opptak 8/9 etter eksponering i inokulat fra 5/8 på noen av prøvene. *Badger Shipper* ga 100 % angrepne planter på inokulat fra brokkoli, men kun svakt angrep på inokulat P 3025 og P 3026. For begge disse var imidlertid klumprota formert på planter som i seg selv hadde resistens mot enkelte raser. 2191 hadde gitt resistens i Finland.

Frø av 20 sorter mottatt fra frøbanken PECD (Preliminary European

Clubrot Differential) ble sådd ut til observasjon i disse. Foruten kålrot, nepe og hodekål, omfattet prøven også grønkål, kinakål og fôrreddik. Sterilisert enhetsjord ble inokulert med 20 ml/smitte av P 3026 isolat ReH pr. fordypning. I dette forsøk ble kålrot Laurentian totalt angrepet. BS, JQ og Wilhelmsburger ble angrepet, så følger en Williams raseskjema kunne det være rase 4. I andre svulster fra samme P-prøve fant Linnasalmi rase 7, men da WK ble angrepet hos oss må det også være noe mer. LK og WK er nemlig resistent mot rase 7. Smitte fra klumprot Reitgjerdet viste også litt angrep på reddiksorten *Siletta*.

I tidsrommet fra vi tok over foredlingsarbeidet i 1956 og inntil 1970 ble det Staup og Jørstad som kom til å utgjøre de viktigste seleksjons- og prøvefelt på klumprotsmitta jord nord for Dovre. Utvalgte planter ble vanligvis tatt ned til Ås for frøavl, før ny generasjon kunne bli avprøvd. Enkelte krysningsretninger kunne på denne måten få gjentatt seleksjon på samme lokale klumprotsmitte f.eks. på Jørstad, opptil 3 generasjoner. Siden kunne de prøves videre på Reitgjerdet og på Kvithamar.

Resistenstesting, rasespekter og utvalg på Kvithamar

På Statens forskingsstasjon Kvitthamar forsøkte en i nevnte tidsrom å holde klumprot borte ved kalking,

høg pH og vekstskifte. De hadde gode erfaringer med det helt fra *Roll-Hansen* (1948) publiserte resul-

Tabell 15. Reaksjoner på 3 ulike isolater separert 1973 fra klumprotfelt Reitjerdet, 6 foredlinger og 4 differensialsorter for testing av ulike raser.

Forsøkssted: Veksthus 1974: Termostatstyrt, høy temperatur, jamm fuktighet, infisert enhetsjord i kasser. Reaksjonen på 3 forskjellige isolater separert 1973 som *Hermefeld Reitjerdet*, 6 *Züchtungen* og 4 *Differensialsorten für Testung von verschiedenen Rassen*.

Versuchsstelle: Gewächshaus 1974: Thermostatgesteuert hohe Temperatur, gleichmäßige Feuchtigkeit, infizierte Einheitserde in Kisten.

Sort eller sånr.	Fra Isolat Isolatnr.	Fra Isolat Isolatnr.	Hodekål Kopfkohl			Hodekål Kopfkohl			Brokkoli Broccoli		
			Fra frøavl	Nr.	Pl. ialt Σ Pfl.	Angrepet % Befall	Rad 12 Reihe 12 ReH P 3025	Nr.	Pl. ialt Σ Pfl.	Angrepet % Befall	Rad 2 Reihe 2 ReH P 3026	Nr.	Pl. ialt Σ Pfl.	Angrepet % Befall
25JQ	JQ	USA	a	20	55	a	16	81,3	a	21	17,6
25BS	BS	USA	b	15	13,3	b	4	25,0	b	7	100
2537	K 781	NLH	c	17	58,8	c	15	60,0	c	16	50,0
2544	TK 704	NLH	d	24	41,7	d	20	50,0	d	20	35,0
2210	TK 704	NLH	e	20	40,0	e	6	50,0	e	16	25,0
2206	K 707	NLH	f	13	46,2	f	10	50,0	f	14	28,4
2477	K 788	NLH	g	15	60	g	18	83,4	g	10	30,0
2191	K 788	NLH	h	8	75,6	h	7	28,6	h	20	20,0
25WK	WK	USA	i	5	0	i	3	0 x	i	17	0
25LK	LK	USA	j	20	55,0	j	22	100	j	22	92,7

For 2206 og 2210 er resistens kjent fra henholdsvis minst 5 og 4 års prøving andre steder av frø fra samme foredlingsnummer og frøpose.

Für 2206 und 2210 ist Resistenz bekannt von wenigstens 5 bestehungsweise 4 Jahren Prüfung an anderen Stellen von Saat aus gleichen Züchtungsnummern und Samenität.

Første gangs isolat, her prøvd etter inkulering av smitte 2,8, såing 5,8, opptak 8,9. 1974. For isolat P 3026 ble det etter videre prøving fram til 11.11.74 funnet angrep på kålrot WK med 36 %, klumprotindeks Ki = 0,73.

tatene for forsøk med matnepe og prøving av kjemiske bekjempelsesmidler som kalk, formalin m.v. I de fleste forsøk hadde Kvithamar foretatt oppal av planter til feltene S og Mæ, dels J. På forsøkgården ble vurdert egenskaper m.h.t. utseende og lagringsevne av foredlingsmateriale fra NLH. Fra turnus i 1959 inntil 1972 var det kun i et tilfelle at det ble så sterkt angrep at noen få resistente planter kunne velges ut. Det var i 1965, hvor vi bl.a. i et sortsforsøk kunne velge ut planter i krysning K 504 sånr. 1540. Dette felt lå ganske nært det nåværende klumprotfelt.

Først i 1972 kom det alarmerende meldinger fra Statens forskingsstasjon Kvithamar om at de der rent uventet hadde fått sterke klumprotangrep. Det var på et felt med kålrot.

Forskningsstasjonen selv bestemte seg så for å nytte vedkommende jordstykke til bekjempningsforsøk av klumprot bl.a. med ulike kalkmengder i egen regi. Mens vi for vår del fikk overlatt nedre del av samme felt til prøving av resistens ved biologisk bekjempelse. Vi tar her for oss informasjon om dette resistens-biologiske arbeid, mens kalkforsøkene o.l. fra samme åker bearbeides av Flønes. Enkelte resultat fra klumprotfelt KV og rasespekteret på Kvithamar i 1973 er gitt nederst i tab. 1. Videre forsøk ved *Linnasalmi* og *Weisæth* (1977) har imidlertid vist at jorda på forsøksfeltet iallfal inneholder klumprotrase 1, 7 og 9. Hvordan dette virker inn på selekterte planter og deres avkom, følges videre.

Diskusjon

En bør vel ikke drøfte slik avprøving av resistens gjennom mange generasjoner uten å komme litt inn på nedarving i forhold til miljø.

Gjennom analysene av F_1 plantene sett i forhold til resultatene i F_2 og seinere ble det klart at klumprotresistens hos kål bygger på ressesiv nedarving *Weisæth* (1958, 1961). Dette er overensstemmende med det *Walker & Larsen* (1960, 1961) samt *Williams* (1966) har kommet fram til.

Samtlige våre krysninger mellom ømfintlige norske sorter og resistente planter ga således i våre analyser angrepne planter i første generasjon. Når en så allerede i F_2 eller følgende generasjoner kunne finne igjen planter med mer eller mindre resistens var vi klar over at innen kål kunne selv angrepne planter være bærere av arvefaktorer for resistens. En fikk er-

faring for at uten begrenset innaville resistens forsvinne. Miljø for foredlingsarbeidet er mangeartet. Forholdet mellom vertplanter og patogen har miljømessig vært svært avhengig av det rasespekter som til enhver tid har vært tilstede i dyrkingsmediene. Dette førte til at vi også i høgere generasjoner — innen visse grenser — også tillot utvalg og frøavl av angrepne planter, men da alltid innen gruppe svakt angrepne planter.

Gjennom resultatene mener vi å ha ført bevis for at her skisserte foredlingsmetode er et nyttig og godt hjelpemiddel i kampen for å få lavere indeks for klumprotangrep. Derved får en også redusert klumprotplagen betraktelig. Frekvens ikke angrepne planter burde dog ha vært bedre. Etter vår mening skyldes dette at vi for det meste har arbeidet og selektert på

rasespekter slik som de foreligger ute i naturen. På nesten samtlige utvalgs- og prøvofelt vi har hatt har det imidlertid foreligget flere raser. Dette må være en konsekvens av feltenes historiske utvikling med tilførsel og formering av smitte. Først når angjeldende raser foreligger i ren tilstand og det er foretatt gjentatt utvalg på disse raser, vil en kunne redusere prosent angrepne planter betraktelig i slike krysninger. For nordlige områder med kort vekstid, lav middeltemperatur og lav varmesum i vekstsesongen *Weisæth* (1962) sier det seg selv at resistens ikke er mulig i brukbare sorter uten at forbedring skjer i en rekke karakterer og egenskaper.

Roll Hansen (1954) nevner at det ved frøavl av kål ikke bør tas materiale «fra mindre enn 25 planter, om en da ikke i spesielle tilfelle har

erfaring for at færre planter klarer å holde sorten eller stammen ved like». Våre erfaringer bekrefter dette. I samtlige tilfeller hvor vi har gått tilbake på enkeltplanter uten samkrysning med planter fra samme krysning har vi ikke fått den homogenitet som ble ønsket. Sterk innavl har hos enkelte planter ført til smale sylformete blad, i andre tilfelle til mer eller mindre kvite frøblad. Forøvrig har forfatteren undret seg over at selv planter fra samme krysning og som har stått til frøavl i samme hus, kunne gi så ulik resistens og utseende. Det er ikke bare for de 3—4 første generasjoner at dette gjelder. Det går vel tilbake på spalting i egenskaper fått fram ved seleksjon på ulike rasespekter og i varierende klimaområder.

Zusammenfassung

Kohl, Rübe, Kohlrübe, Raps und andere Kreuzblütler werden oft von einem zerstörenden kleinen Pilz *Plasmiodiophora brassica* heimgesucht. Es zeigt sich dass dieser seine nördlichste Ausbreitung nördlich des Polarzirkels hat. Sein Vorkommen bis Troms, sowie intensiven Angriff auf Island, zeigt, dass der Pilz sich in kühlerem Klima entfalten kann als man bisher glaubte oder gewöhnlich bei Testung braucht. Besonders stark waren die Angriffe in Trøndelag. Kohlpflanzen die diese Belastung bis zur verkäuflichen Ware durchgehalten haben wurden weiter in der Züchtungsarbeit gebraucht. Analyse prozentual befallener Pflanzen sowie kalkulierte Indexe jeder Probe vor Auswahl und Samenproduktion gingen als Methode ein.

Die meist resistenten Pflanzen erhielten Kennzeichen wie Saatnummer, Feltbuchstabe wie z.B. J (für Jørstad)

und 0 wenn sie befallsfrei waren. Nachkommen von verschiedenen Feldern und Rassenspektren sind durch Generationen verfolgt und mit Vergleichssorten verglichen. Dokumentierung hiervon sowie Ergebnisse für die Jahre, Familien und Stellen des Dabeiseins ist in den Tabellen 1 bis 15 wiedergegeben.

Die Hauptserie wird bis Familie 2548 geführt.

Die wichtigsten Versuchsfelder für Testung und Auswahl lagen in Snåsa, Levanger, Kvithamar in Stjørdal und Strinda, aber die Reaktion auf Hernie von Mære, Rana und Sørreisa samt Island u.a. Stellen, sind auch untersucht.

Einzelne Familien unserer Kreuzungen sind auch in Kanada und Finnland geprüft. Unkraut wie *Thlaspi* ist oft an der Bewahrung von Erregern beteiligt.

Die Publikation ist ein Glied in

einer langdauernden Züchtungsarbeit in der versucht wird die Resistenzgene, die in primitivem Quellenmaterial aus südlicheren Ländern nachgewiesen sind, auszunutzen, *Weisæth* (1961).

Nach Einkreuzung in norwegische Sorten, sowie Umkombinierung, zeigte das Erbe aus gleicher Resistenzquelle sich wirksam gegen verschiedene Herniespektren. Wiederholte Auswahl im Norden konnte zu ebenso frühen Typen führen wie *Staup 17*. Weitere Züchtung muss jedoch vorgenommen werden um die Brauchbarkeit im weitesten Norden zu sichern. Die Tab. 12 zeigt ein Rassenschema wie es bis Abschluss der ersten 10 Jahresperiode aufgefasst wurde. Bis Frühjahr 1966 zeigte es sich, dass mehrere Felder, u.a. Jørstad auch andere Rassen als die bis da beschriebene hatten. Rassenteste umfassten auch Kohlrübe.

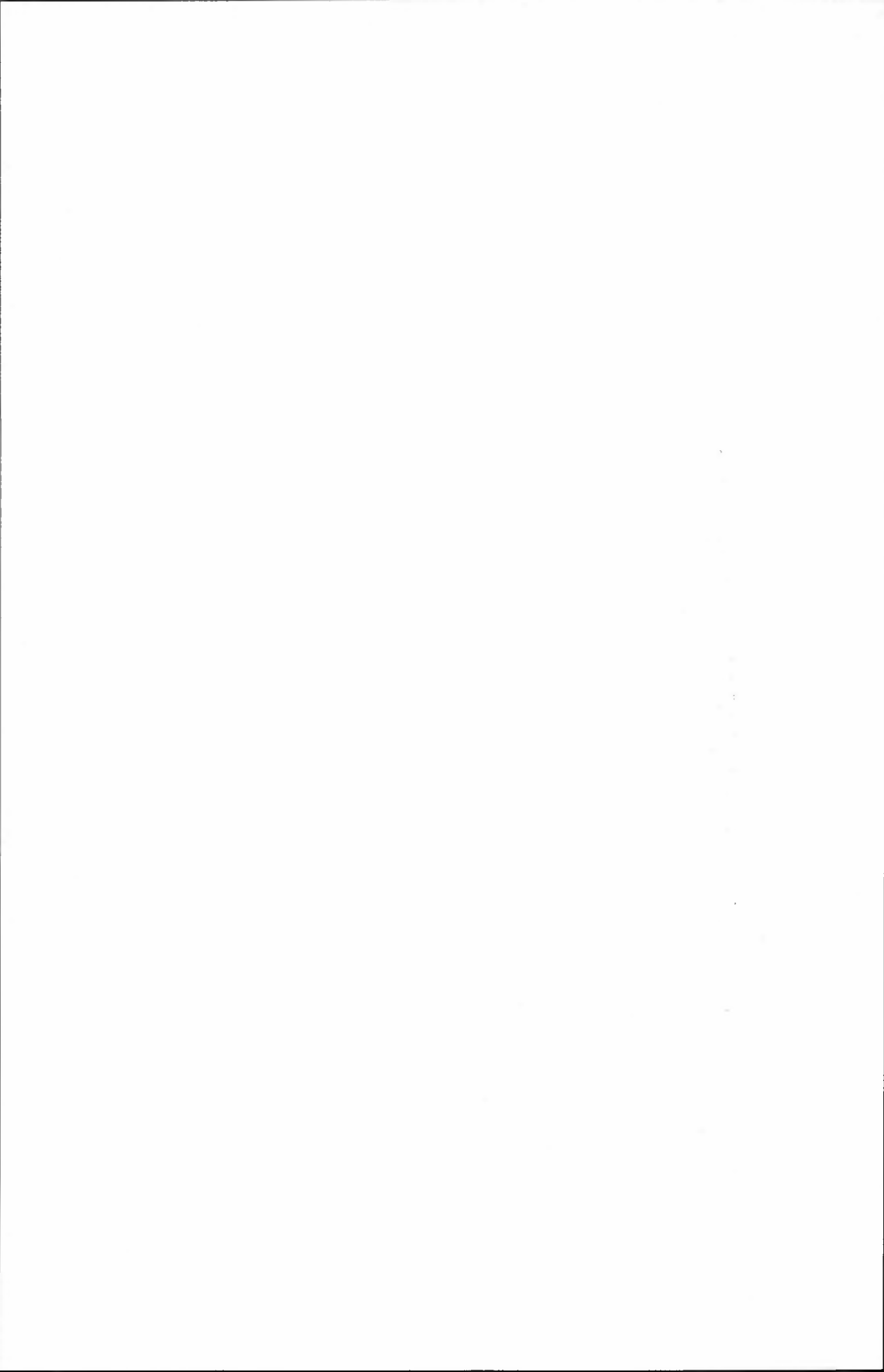
Tab. 15 umfasst Ergebnisse aus späteren Rassentesten und einigen Züchtungen auf Isolation von *Hernie* separiert in Strinda. Um heraus zu finden welche Typen oder Physio des Patogens *Plasmodiophora* der Züchter oder Anbauer zu bekämpfen hat lagen diese Untersuchungen zu grunde.

Die Untersuchungen beweisen, dass mehrere ungleiche Hernierassen auf ein und derselben Stelle vorkommen können, ja sogar im gleichen Acker. Mischungsverhältnis und Konzentration variiert von Jahr zu Jahr und erschweren Versuch wie Züchtung. Indem man Rassenspekter, Stelle und Jahr berücksichtigt, ist es wie diese Arbeit zeigt, doch gelungen bedeutende Verbesserungen der Resistenz zu erzielen, zum Nutzen späterer Sortimente.

Litteratur

- Ayers, G. W.*, 1957: Races of *Plasmodiophora brassicae*. *Canad. J. Bot.* 35: 923—932.
- Ayers, G. W.*, 1972: Races of *Plasmodiophora brassicae* infecting crucifer crops in Canada. *Canad. Pl. Dis.* 52: 77—81.
- Bochow, H.*, 1958: Beiträge zur Frage des Einflusses einer organischen Düngung auf den Befall von Pflanzen durch parasitische Pilze. I. (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). *Phytopath. Z.* 33: 127—134.
- Brcmer, H.*, 1924: Untersuchungen über Biologie und Bekämpfung des Erregers der Kohlhernie, *Plasmodiophora brassicae* Wor. 2. *Mitt. Landw. Jb.* 59: 673—685.
- Chiang, M. S. & R. Crête*, 1972: Screening crucifers for germplasm resistance to clubroot *Plasmodiophora brassicae*. *Canad. Pl. Dis. Surv.* 52: 45—50.
- Frandsen, K. J.*, 1958: Breeding of swede. *Handbuch der Pflanzenzüchtung*. Bd. 3: 311—325. Parey, Berlin—Hamburg.
- Hansen, L. R.*, 1964: Klumprot. *Statens Planteverns flygeskrifter* 10, 3 pp.
- Hobolth, L. A.*, 1972: Bekæmpelse af klumprot (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) med treflan. *Nord. Jordbr. forskn.* 54: 156—157.
- Jönsson, N. R.*, 1972: Undersökning rörande förekomst av raser av klumprot (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) i Skåne. *Sver. Utsädesför. Tidskr.* 1—2: 83—87.
- Jørstad, I.*, 1923: Hvorledes skal man bekjempe klumproten paa vore kaalvekster? *Norsk Havetid.* 39: 126—128.
- Lammerink, J.*, 1965: Six pathogenic races of *Plasmodiophora brassicae* Wor. in New Zealand. *N. Z. J. Agric. Res.* 8: 156—164.
- Lamprecht, H.*, 1946: Växtsjukdomar och Växtförädling. *Weibull ill. Arbok f. växtför. och växtodling* 41: 23—27.
- Lamprecht, H.*, 1950: Gemüsekohlarten. *Roemer und Rudolf: Handb. d. Pflanzenzücht.*, 1. Aufl. (1943), 5: 438—468.

- Linnaalimi, A. & S. Palonen*, 1974: Om *Plasmodiophora brassicae*-rasernas identifiering och kartering i Finland. Nord. Jordbr. Forskn. 56: 6—10.
- Linnaalimi, A. & G. Weisæth*, 1978: Om klumprotraser i Trøndelag. *Plasmodiophora*-rasene 1, 7 og 9. Forskn. forsøk i landbr. 29 (under trykking).
- McFarlane, I.*, 1957: Clubroot of crucifers: Report of the Rothamsted Exp. Sta. 111: 121—122.
- Nieuwhof, M. & D. Wiering*, 1961: Testing cabbage plants for clubroot resistance. *Euphytica* 10: 191—200.
- Opsahl, B. & K. Ringlund*, 1961: Avling, handelsverdi og matkvalitet hos forskjellige kålsorter. Forskn. og forsøk i landbr. 12: 57—78.
- Roll-Hansen, J.*, 1949: Klumprotforsøk i nepe med midler spesielt til bruk i benk. Statens plantevern, Meld. 3: 1—19.
- Roll-Hansen, J.*, 1954: Vegetativ formering av kvitkål for frøavl. Norsk Hagetidend nr. 6 (særtrykk).
- Seaman, W. L., J. C. Walker & R. H. Larsson*, 1963: A new race of *Plasmodiophora brassicae* affecting Badger Shipper cabbage. *Phytopathology* 53: 1426—1429.
- Semb, L.*, 1976: Klumprot. LOT Småskrift 1/76. Statens planteverns flygeskrifter. 8 pp.
- Skaland, S. & A. Håland*, 1969: Dyrking av forraps. Forsøk 1958. Forskn. forsøk landbr. 20: 461—478.
- Skaland, S. & A. Håland*, 1969: Grønfornepe. Forsøk 1957—65. Forskn. forsøk landbr. 20: 479—493.
- Svads, H.*, 1963: Melding om resistensforedling i kålrot mot klumprot. Meld. 40 og 41 skuleår, Statens småbrukslærerskole 1962/63: 97—113.
- Svads, H.*, 1969: Forsøk med sorter av kålrot 1965—67. Forskn. forsøk landbr. 20: 333—350.
- Tjallingü, F.*, 1960: Physiologische Spezialisierung bei *Plasmodiophora brassicae* Wor. und die Züchtung hernierresistenter Wasserrübensorten. Tagungsberichte Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zur Berlin. 32: 145—154.
- Walker, J. C. & R. H. Larson*, 1960: Development of the first clubroot resistant cabbage variety. *Wisc. Agric. Exp. Sta. Bull.* 547: 12—16.
- Weisæth, G.*, 1958: Zur Züchtung hernierresistenten Kohls. Rep. 15th Inst. Hort. Congr. Nice 1958, Oxford 1961: 511—516.
- Weisæth, G.*, 1960: Motstandsdyktige sorter. Sykdomsresistens i forhold til raseproblem og planteforedling. *Gartneryrket* 50: 1—19.
- Weisæth, G.*, 1961: Zur Züchtung hernierresistenten Kohls. II. Prüfung auf Resistenz und Leistung von Inzuchtlinien aus mitteleuropäischen resistenten Herkünften *Z. Pflzüchtung* 46: 20—45.
- Weisæth, G.*, 1962: Valg av sorter i tidligkål. *Gartneryrket* 52: 1014. Særtrykk m/ Zusammenfassung.
- Weisæth, G.*, 1964: Breeding of clubroot resistant *Brassica oleracea* using the resistant source Shetland. *Eucarpia Brassica Symposium Rep. Scott. Hort. & Res. Inst.*: 32—39.
- Weisæth, G.*, 1965: Breeding of *Brassica oleracea* resistant to clubroot, using the resistance source «Shetland». *Hort. Res.* 5: 46—47.
- Weisæth, G.*, 1965: Klumprotresistens. Toten forsøksring. *Arsmelding* 10: 96—100.
- Weisæth, G.*, 1966: Breeding of resistance against physiological races of *Plasmodiophora brassicae* Wor. *Qualitas Pl. Mater. veg.* 13: 430—433.
- Weisæth, G.*, 1968: Utvikling av klumprotresistente kålsorter ved kombinasjonsforedling og gjentatt seleksjon på *Plasmodiophora*-inifisert jord. Forskn. og forsøk i landbr. 19: 333—354.
- Weisæth, G.*, 1972: Observasjoner vedrørende klumprot og *Plasmodiophora*-raser i Norge i relasjon til problemer med sortsresistens og vekstforedling. Nord. Jordbr. Forskn. 54: 160—163.
- Weisæth, G.*, 1976: Qualitätsprobleme bei der Resistenzzüchtung von Kopf- und Blumenkohl. *Qual. Plant. Pl.Fds. Hum. Nutr.* 26: 167—190.
- Williams, P. H.*, 1965: A system for the determination of races of *Plasmodiophora brassicae* that infect cabbage and rutabaga. *Phytopathology* 56: 624—626.
- Wit, F.*, 1965: Inheritance of reaction to clubroot in turnips. *Hort. Res.* 5: 47—49.



I redaksjonen 3.5. 1977.

FORMVARIASJON HOS FRILANDSAGURKER AV TYPEN 'RHINSK DRUE' OG KORRESPONDERENDE STØRRELSER AV LENGDE OG TYKKELSE

*Variation in shape of outdoor cucumber of type 'Rhinsk Drue'
and corresponding values of length and thickness*

AV
OTTAR RØEGGEN

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	462
II. Innledning	462
III. Symbol	462
IV. Bruk av intermediær lineær regresjon til beskrivelse av agurke- nes form og til å finne lengder og tykkelser som korresponderer til hverandre	463
V. Undersøkelser av formvariasjon som skyldes sorter, høstetider, kulturmetoder og ulike vekstbetingelser	463
a. Metoder	464
b. Resultater	464
VI. Lengder og tykkelser som korresponderer til hverandre for sortsgruppen 'Rhinsk Drue'	465
VII. Diskusjon	465
VIII. Summary	466
IX. Litteratur	467
Tabeller	468

I. Sammendrag

I 1968 og -69 ble formvariasjonen hos frilandsagurk undersøkt på Norderås og Jeløy.

Agurkenes form er beskrevet ved hjelp av intermediær lineær regresjon. Den intermediære regresjonslinjen viser også hvilke størrelser av lengde og tykkelse som korresponderer til hverandre.

For de fleste undersøkelsene har korrelasjonskoeffisienten i gjennomsnitt vært 0,9. I andre undersøkelser har korrelasjonskoeffisienten ligget mellom 0,7 og 0,8. Agurkenes form varierer således en hel del innen de enkelte undersøkelsene. I tillegg til denne variasjonen har høstetiden virket sterkt inn på agurkenes form. Sen

høsting har flere ganger gitt relativt korte og tykke frukter. Dessuten er formen på agurkene forskjellig fra sort til sort. Bruk av plast har påvirket formen litt, men det er først og fremst for liten tilgang på vatn som har virket sterkest. I tørr jord ble agurkene ekstremt korte og tykke.

På basis av representative undersøkelser innen sortsgruppen 'Rhinsk Drue', er det beregnet felles korresponderende størrelser av lengde og tykkelse. Disse resultatene er stilt sammen med resultater fra tidligere undersøkelser. Resultatene viser bl.a. at agurkene ved 90 mm lengde denne gangen var 1,9 mm tykkere enn ved første undersøkelse.

II. Innledning

Fabrikker som konserverer grønnsaker hadde først i 60-årene og tidligere et ønske om å gå over fra manuell lengdesortering til maskinell tykkelsessortering av frilandsagurker. Skillet mellom små agurker (sylteagurker) og store agurker (salteagurker) var 90 mm lengde, og største tillatte lengde var 130 mm. Oppdraget fra industrien gikk derfor ut på å finne de tykkelsesmål som korresponderte til disse lengdene. Resultatet skulle altså bli det samme i vekt enten man sorterte etter lengde eller etter tykkelse.

For en enkelt undersøkelse med et tilstrekkelig antall agurker og et lineært forhold mellom lengde og tyk-

kelse kan dette problemet løses ved hjelp av intermediær lineær regresjon (*Røeggen*, 1968 og *Røeggen*, 1976). Problemet er imidlertid langt vanskeligere idet formen på agurkene er forskjellig fra sort til sort, og den varierer i løpet av høstetperioden for den enkelte sort. Dessuten virker klimaforholdene og tilgangen på vatn sterkt inn på formen slik at man kan få ganske forskjellige resultater fra år til år. Av disse grunner ønsket man å skaffe tilveie flere opplysninger om formvariasjonen hos frilandsagurker. Undersøkelsene fra 1966 (*Røeggen*, 1968) fortsatte derfor i 1968 og 1969 ved NLH og på Jeløy.

III. Symbol

X er et tykkelsesmål av agurken
Y er et lengdemål av agurken
 \bar{X} er gjennomsnitt tykkelse
 \bar{Y} er gjennomsnitt lengde

(\bar{X}, \bar{Y}) er gjennomsnittspunktet

$$\sum_x^2 = \sum (X \div \bar{X})^2$$

$$\sum_y^2 = \sum (Y \div \bar{Y})^2$$

b_y er regresjonskoeffisienten når X brukes som uavhengig variabel
 b_x er regresjonskoeffisienten når Y brukes som uavhengig variabel

S_y er standardavviket for lengde
 S_x er standardavviket for tykkelse
 r er korrelasjonskoeffisienten

IV. Bruk av intermediær lineær regresjon til beskrivelse av agurkenes form og til å finne lengder og tykkelser som korresponderer til hverandre

Den intermediære regresjonslinjen er det geometriske gjennomsnitt av de to ordinære regresjonslinjene. Disse tre regresjonslinjene går gjennom gjennomsnittspunktet (\bar{X}, \bar{Y}) . Regresjonskoeffisienten er:

$$\frac{b_y}{r} = \frac{S_y}{S_x} = \sqrt{\frac{b_y}{b_x}} = \sqrt{\frac{\sum y^2}{\sum x^2}}$$

sett fra X-siden eller

$$\frac{b_x}{r} = \frac{S_x}{S_y} = \sqrt{\frac{b_x}{b_y}} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{\sum y^2}}$$

når regresjonslinjene sees fra Y-siden.

Til formbeskrivelse av agurkene er den intermediære regresjonslinjen meget velegnet. Ingen andre rette linjer som går gjennom gjennomsnittspunktet, synes å kunne beskrive forholdet mellom lengde og tykkelse bedre (Røeggen, 1976).

Spør man hvilken tykkelse som korresponderer til en gitt lengde, gir den intermediære linjen svaret. Målt ut fra gjennomsnittspunktet, bruker man forholdet mellom standardavvikene til å finne hvilken størrelse av den ene variable som korresponderer til en gitt størrelse av den andre variable. På samme måte finnes også de korresponderende verdier av lengde og tykkelse som representerer like stor del av en prøve. Dermed skulle problemet om samme resultat enten man sorterer etter lengde eller etter tykkelse være løst for en enkelt prøve som tilfredsstillende forutsetningen om et lineært forhold når antall observasjoner er tilstrekkelig.

I denne sammenhengen kan det nevnes at forfatteren har utviklet tre andre metoder hvor regresjonslinjen beskriver hvilke verdier av to variable som korresponderer til hverandre. Alle fire metodene ser ut til å gi praktisk talt samme resultat.

V. Undersøkelser av formvariasjon som skyldes sorter, høstetider, kulturmetoder og ulike vekstbetingelser

Forsøkene ble lagt opp med tanke på å undersøke agurkenes form gjennom hele høstperioden. Enkelte høstinger — særlig i slutten av høstperioden — hadde derfor agurkene en uønsket form. Det vil si at flere agurker neppe ville ha blitt godkjent ved levering til fabrikk p.g.a. korte, tykke frukter. På den måten ble un-

dørsøkelsene en biologisk registrering av agurkenes form fremfor en registrering av formen på de agurkene som kan leveres til fabrikk. I den beste delen av sesongen hadde agurkene en form som var fullt ut akseptabel med tanke på levering til fabrikk. Et unntak her var de agurkene som vokste på for tørr jord.

a. Metoder

Lengde- og tykkelsesmålene ble foretatt med skyvelær og avlest med 1/10 mm nøyaktighet. Lengdene ble målt fra stilkfestet til spissen av frukten. Agurkens tykkelse er gjennomsnitt av to mål. Det ene målet er av agurkens største tykkelse. Det andre målet er den tykkelsen som først gjør det mulig for agurkene å falle mellom sorteringsbandene i en maskin (den minste tykkelsen).

Forsøkene ble lagt ut på Norderås

og Jeløy. Forsøksleddene med plast var otter vanlig metode med klar plast over nedsenket såfure. Det ble høstet få ganger for å få flest mulig agurker av lengdene 7 til 13 cm. Som regel hadde forsøkene bare ett gjentak p.g.a. at målingene er arbeidskrevende. I de tilfellene hvor det var to gjentak, ble disse slått sammen for å gjøre prøven større og mer representativ. En prøve som hadde færre agurker enn 20, ble ikke undersøkt.

b. Resultater

Resultatene er satt opp i tabellene 1 til 18. Tabell 1 viser hvordan agurkformen ble på utpreget tørr sandjord på Jeløy i 1968. Foruten dårlig form ble avlingen elendig. Året etter fikk

man kjempeavling på opptil 8000 kg/dekar på samme jord. Da ble agurkene vatnet godt, og formen ble en helt annen (se tabellene 4—8 og figur 1).

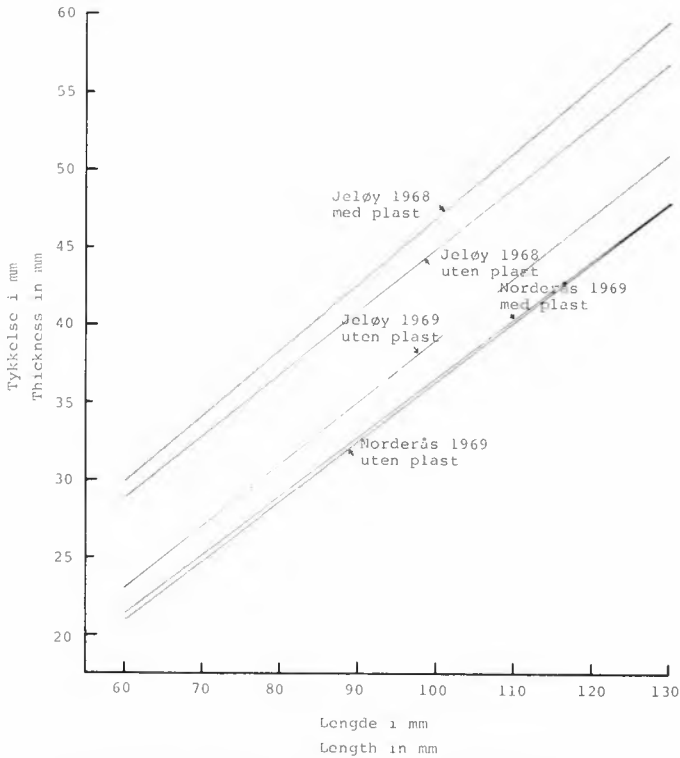


Fig. 1. Korresponderende størrelser av lengde og tykkelse hos frilandsagurk. *Corresponding values of length and thickness of outdoor cucumber.*

I forsøket på Norderås i 1968 ble det ikke representative prøver av alle sorter og høstetider (se tabellene 2 og 3). Det samme var tilfelle på Jeløy i 1968. Den planlagte variansanalyse gikk dermed tapt. I 1969 gikk derimot forsøket etter planen. Variansanalysene viser store utslag for høstetid, og av tabellene 5—8, 10—13 og 15—18 kan man se hvordan formen på agurkene varierte i løpet av høsteprosjektet.

Det var liten forskjell på fruktformen hos de sortene som ble undersøkt i 1969. Plast hadde lite å si for

agurkenes form det året. Under ekstreme forhold på Jeløy i 1968 synes plasten å ha hatt negativ effekt. Her ble agurkene av aller dårligste form (se figur 1).

Variansanalysene viser små variasjonskoeffisienter (se tabellene 5—8, 10—13 og 15—18). Det tyder på at formen på agurkene er godt bestemt. En viktig årsak til dette må være at intermediær lineær regresjon er velegnet til formbeskrivelse. Andre beregninger som er gjort, bekrefter dette.

VI. Lengder og tykkelser som korresponderer til hverandre for sortgruppen 'Rhinsk Drue'

Industriens og dyrkernes ønske om maskinell tykkelsessortering i stedet for manuell lengdesortering var begrunnet med arbeidsbesparelse. Derfor kom ønsket om felles tykkelsesgrenser som skulle korrespondere til gjeldende lengdegrenser. Det er dessuten av interesse for fabrikkene å ha noenlunde pålitelige tall for formen på de agurkene som dyrkes for konservering. Det var således et betydelig behov for å finne korresponderende størrelser av lengde og tykkelse hos frilandsagurker.

Det er mange problemer å ta hensyn til når felles korresponderende størrelser for lengde og tykkelse skal beregnes. Det gjelder først og fremst å bruke representative tall. Av den

grunn er resultatene i tabell 1 og siste høstetid i tabellene 4—18 holdt utenfor beregningene. Grunnen er at agurkene i slutten av høsteprosjektet ofte får korte og tykke frukter. Dessuten er avlingene ofte heller små og derfor lite representative på den tiden.

På grunnlag av de andre data i disse undersøkelsene er det beregnet felles korresponderende størrelser av lengde og tykkelse. Resultatene er gitt i tabell 19 hvor sammenligninger med tidligere undersøkelser er gjort. Sammenligningene viser at agurkene i disse undersøkelsene har vært nesten 2 mm tykkere enn ved tidligere undersøkelser.

VII. Diskusjon

Intermediær lineær regresjon har vist seg å være velegnet til å finne korresponderende størrelser av lengde og tykkelse hos frilandsagurker. Problemet med å finne korresponderende størrelser for lengde og tykkelse for hele sortgruppen kan der-

for synes å være enkelt. Man kunne slå sammen alle enkeltundersøkelser og beregne korresponderende størrelser av lengde og tykkelse under ett.

Om slike beregninger ble gjort, ville man likevel ikke bestemme nøyaktig

hvilken størrelse av lengde og tykkelse som korresponderer til hverandre. Skulle man klare det, måtte man egentlig undersøke alle agurker i det området undersøkelsene skulle representere i mange år for å få med all variasjon som skyldes tilgang på vatn, jord og klimaforhold m.m.

Å finne fram til et riktig og samlet uttrykk for all variasjon av lengde og tykkelse for derigjennom å bestemme felles korresponderende størrelser av lengde og tykkelse, har derfor liten eller ingen interesse. Grunnene er:

1. Resultatene ville bare kunne gjøres gjeldende i et snevert område. Dette området kan betraktes som et utkantstrøk når det gjelder agurkdyrking. Det er de beste områdene av Øst- og Sørlandet som kan anbefales til agurkdyrking i Norge. Selv der har man år hvor agurkdyrking er meget tvilsomt.
2. Undersøkelsene ville bli så omfattende at de ville bli praktisk ugjennomførlige. Dette ville være tilfelle selv om undersøkelsene ble begrenset til relativt små representative prøver av hver høsting.

3. Det ville være økonomisk uansvarlig å foreta slike undersøkelser.
4. De resultatene man kom fram til kunne bare gjelde noen få år p.g.a. at nye sorter etter hvert blir tatt i bruk.
5. Undersøkelsene ville bare ha botanisk interesse fordi noen av agurkene ikke kan aksepteres av fabrikkene eller andre kjøpere p.g.a. uønsket form.
6. Maskinell tykkelsessortering og manuell lengdesortering vil gi andre korresponderende størrelser av lengde og tykkelse enn det man kommer fram til ved måleundersøkelser av agurker.

Når det gjelder dette problemkomplekset er det ikke bare god plass for et godt praktisk skjønn, men det er både økonomisk og forskningsmessig nødvendig med et slikt praktisk skjønn. Det er i grunnen små saker det dreier seg om. Det kan dreie seg om 1 mm større eller mindre tykkelser enn det man er kommet fram til gjennom undersøkelsene.

VIII. Summary

The variation in shape of outdoor cucumbers was investigated at Norderås and Jeløy in 1968 and 1969.

The cucumber's shape is described with the help of intermediary linear regression. The intermediary regression line also shows which values of length and thickness correspond to each other.

For most of the investigations, the correlation coefficient has been, on average, 0.9. In other investigations, the correlation coefficient has been between 0.7 and 0.8. Thus, the cucumber's shape varies quite a lot within the sample. In addition to this varia-

tion, the time of harvesting has strongly influenced the form of the cucumber. On several occasions, late harvesting has given relatively short and thick cucumbers. In addition, the cucumber shape differs from variety to variety. The use of plastic mulch has influenced the shape a little, but it is, first and foremost, limited water supply that has the greatest effect. In dry soil, the cucumber will be extremely short and thick.

On the basis of representative investigations within the variety group 'Rhinsk Drue', common corresponding values of length and thickness have

been calculated. These results were compared with earlier investigations. The results show, among other things,

that cucumbers 90 mm in length were, this time, 1.9 mm thicker than those in earlier investigations.

IX. Litteratur

- Røeggen, O.*, 1968: Undersøkelser av forholdet mellom lengde og tykkelse hos drue-agurksorter av typen 'Rhinsk Drue' i forbindelse med maskinell tykkelses-sortering. Forskningsutvalget for konserver, Oslo, Norge. Intern melding nr. 41: 1—48.
- Røeggen, O.*, 1976: Intermediary linear regression. Meld. Norg. landbr.høgsk. 55 (14): 29 pp.

Tabell 1. Regresjon, korrelasjon og korresponderende størrelser av lengde og tykkelse hos frilandsagurker dyrket på Jeløy i 1968.
Regression, correlation and corresponding values of length and thickness of outdoor cucumber grown at Jeløy in 1968.

Sorter Varieties	Antall agurker Number of cucumber	b_y	r	$b_{y/r}$	\bar{X}	\bar{Y}	Tykkelser i mm som korrespon- derer i lengdene <i>The thicknesses in mm which correspond to the lengths</i>		
							60 mm	90 mm	130 mm
<i>Uten plast/Without plastic mulch</i>									
Levo	45	1,924	0,780	2,47	40,7	87,7	29,5	41,6	57,8
Vorfin	62	2,141	0,817	2,62	41,4	87,6	30,9	42,3	57,6
Epros	32	2,223	0,847	2,63	41,2	93,6	28,4	39,8	55,0
Epram	37	1,638	0,654	2,51	41,8	93,2	28,6	40,5	56,5
Delefin	39	1,733	0,777	2,23	43,8	90,5	30,1	43,6	59,5
Rhinsk Drue, Toftø	35	1,918	0,751	2,55	44,7	101,0	28,6	40,4	56,1
Alda	37	2,191	0,855	2,56	43,8	96,6	29,5	41,2	56,9
Mainstolz	30	1,847	0,783	2,36	42,1	100,9	24,8	37,5	54,4
Gjennomsnitt	40	1,952	0,783	2,49	42,4	93,9	28,8	40,9	56,7
<i>Med plast/With plastic mulch</i>									
Levo	44	1,582	0,684	2,31	44,1	87,4	32,2	45,2	62,5
Vorfin	70	1,728	0,780	2,22	43,8	86,9	31,7	45,2	63,2
Epros	24	1,436	0,720	1,99	44,5	92,8	28,0	43,1	63,2
Epram	41	1,642	0,791	2,08	42,9	90,4	28,3	42,7	61,9
Delefin	54	1,930	0,635	3,04	44,7	91,5	34,3	44,2	57,4
Rhinsk Drue, Toftø	42	2,016	0,856	2,36	45,1	103,5	26,7	39,4	56,3
Alda	31	2,097	0,808	2,60	39,8	82,7	31,1	42,6	58,0
Mainstolz	22	1,548	0,588	2,64	43,5	104,2	26,8	38,1	53,3
Gjennomsnitt	41	1,748	0,733	2,41	43,6	92,4	29,9	42,6	59,5

Tabell 2. Regresjon og korrelasjon mellom lengde og tykkelse hos frilands-
agurker dyrket med plast på Norderås i 1968.

*Regression and correlation between length and thickness of out-
door cucumber grown with plastic mulch at Norderås in 1968.*

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest	Antall agurker Number of cucumber	b_y	r	b_y/r
Levo	19/8	29	1,895	0,758	2,500
»	27/8	59	2,519	0,898	2,805
»	9/9	57	2,237	0,813	2,752
»	16/9	30	2,042	0,920	2,220
Vorifin	13/8	23	1,986	0,952	2,086
»	19/8	56	2,453	0,928	2,643
»	27/8	82	2,386	0,877	2,721
»	2/9	52	2,420	0,867	2,791
»	9/9	73	2,121	0,745	2,847
»	16/9	49	1,544	0,891	1,733
Epros	13/8	24	2,173	0,897	2,423
»	19/8	21	2,168	0,827	2,622
»	27/8	83	2,243	0,822	2,729
»	2/9	33	2,540	0,914	2,779
»	9/9	52	2,068	0,777	2,662
»	16/9	33	2,366	0,897	2,638
Epram	13/8	27	1,913	0,928	2,061
»	19/8	38	2,066	0,792	2,609
»	2/9	50	2,048	0,833	2,459
»	9/9	58	2,539	0,845	3,005
»	16/9	44	1,672	0,794	2,106
Delifin	13/8	22	1,895	0,878	2,158
»	27/8	37	2,575	0,881	2,923
»	9/9	46	2,627	0,860	3,055
»	16/9	38	1,746	0,741	2,356
Rhinsk Drue, Toftø ..	13/8	24	1,694	0,827	2,048
» ..	19/8	26	2,132	0,863	2,471
» ..	27/8	53	2,841	0,923	3,078
» ..	2/9	23	2,570	0,899	2,859
» ..	9/9	46	2,009	0,789	2,546
» ..	16/9	23	2,420	0,829	2,919
Alda	19/8	38	1,868	0,798	2,341
»	27/8	53	2,542	0,894	2,843
»	9/9	55	2,052	0,867	2,367
»	16/9	35	2,165	0,910	2,379
Mainstolz	27/8	27	2,593	0,854	3,036
»	2/9	20	2,218	0,896	2,475
»	9/9	34	2,073	0,842	2,462
»	16/9	26	2,656	0,921	2,884
Gjennomsnitt Average		41,0	2,207	0,858	2,574

Tabell 3. Korresponderende størrelser av lengde og tykkelse hos frilands-
agurker dyrket med plast på Norderås i 1968.
*Corresponding values of length and thickness of outdoor cucumber
grown with plastic mulch at Norderås in 1968.*

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest	\bar{X}	\bar{Y}	Tykkelser i mm som korre- sponderer til lengdene <i>The thicknesses in mm which correspond to the lengths</i>		
				60 mm	90 mm	130 mm
Levo	19/8	26,1	74,5	20,3	32,3	48,3
»	27/8	35,4	92,6	23,9	34,6	48,8
»	9/9	35,6	88,9	25,1	36,0	50,5
»	16/9	28,6	75,4	21,7	35,2	53,2
Vorfin	13/8	37,1	100,1	17,9	32,3	51,4
»	19/8	26,9	80,4	19,2	30,5	45,7
»	27/8	34,8	93,7	22,4	33,4	48,1
»	2/9	32,6	87,8	22,6	33,4	47,7
»	9/9	36,0	89,2	25,8	36,3	50,3
»	16/9	27,3	69,6	21,8	39,1	62,2
Epros	13/8	33,1	95,4	18,5	30,9	47,4
»	19/8	30,3	86,7	20,1	31,6	46,8
»	27/8	33,8	91,7	22,2	33,2	47,8
»	2/9	27,3	80,6	19,9	30,7	45,1
»	9/9	33,3	87,5	23,0	34,2	49,3
»	16/9	28,5	78,5	21,5	32,9	48,0
Epram	13/8	40,3	112,9	14,6	29,2	48,6
»	19/8	24,6	76,6	18,2	29,7	45,1
»	2/9	27,9	85,7	17,5	29,6	45,9
»	9/9	33,2	88,9	23,6	33,6	46,9
»	16/9	25,5	71,5	20,0	34,3	53,2
Delifin	13/8	39,1	106,8	17,4	31,3	49,8
»	27/8	35,7	102,4	21,2	31,5	45,2
»	9/9	33,5	88,4	24,2	34,0	47,1
»	16/9	26,4	71,0	21,7	34,5	51,4
Rhinsk Drue, Toftø	13/8	36,6	102,6	15,8	30,5	50,0
»	19/8	28,5	87,2	17,5	29,6	45,8
»	27/8	35,4	94,9	24,1	33,8	46,8
»	2/9	29,2	83,5	21,0	31,5	45,5
»	9/9	35,2	89,9	23,5	35,2	50,9
»	16/9	27,2	73,2	22,7	33,0	46,7
Alda	19/9	27,2	76,4	20,2	33,0	50,1
»	27/8	34,5	91,3	23,5	34,0	48,1
»	9/9	36,2	88,5	24,2	36,8	53,7
»	16/9	25,2	70,4	20,8	33,4	50,2
Mainstolz	27/8	30,8	101,2	17,2	27,1	40,3
»	2/9	29,7	92,8	16,5	28,6	44,7
»	9/9	29,3	89,0	17,5	29,7	46,0
»	16/9	26,0	81,6	18,5	28,9	42,8
Gjennomsnitt Average		31,4	87,2	20,7	32,5	48,3

Tabell 4. Regresjon og korrelasjon mellom lengde og tykkelse hos frilands-agurker dyrket uten plast på Jeløy i 1969.

Regression and correlation between length and thickness of outdoor cucumber grown without plastic mulch at Jeløy in 1969.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest	Antall agurker Number of cucumber	b_y	r	\bar{X}	\bar{Y}
Prefin-Mix	4/8	123	2,157	0,917	33,1	85,7
»	12/8	234	2,368	0,943	34,0	89,6
»	19/8	328	2,452	0,946	33,2	87,5
»	27/8	331	2,496	0,920	30,4	82,4
»	9/9	208	2,134	0,912	39,3	91,2
Delifin	4/8	129	2,421	0,946	34,6	93,4
»	12/8	276	2,532	0,969	30,5	85,3
»	19/8	329	2,745	0,949	34,2	93,4
»	27/8	372	2,461	0,899	30,3	84,1
»	9/9	250	2,153	0,901	40,0	94,2
Vorifin	4/8	126	2,534	0,927	29,8	79,9
»	12/8	236	2,214	0,931	31,6	84,0
»	19/8	317	2,395	0,895	34,6	92,1
»	27/8	340	2,319	0,869	31,4	84,0
»	9/9	292	1,884	0,870	39,9	88,7
Epram	4/8	144	2,209	0,925	30,8	82,8
»	12/8	266	2,280	0,956	32,9	85,8
»	19/8	397	2,446	0,912	33,1	88,5
»	27/8	341	2,403	0,893	31,6	84,9
»	9/9	228	2,110	0,905	41,9	96,9
Levo	4/8	151	2,183	0,942	32,7	84,0
»	12/8	288	2,409	0,957	31,9	85,1
»	19/8	359	2,376	0,898	32,6	85,6
»	27/8	321	2,437	0,919	31,9	85,1
»	9/9	201	2,185	0,887	41,9	96,1
Rhinsk Drue, Toftø	4/8	124	2,101	0,921	38,2	98,0
»	12/8	247	2,476	0,939	35,3	92,6
»	19/8	243	2,330	0,915	34,6	89,1
»	27/8	167	2,367	0,929	34,0	88,2
»	9/9	198	1,785	0,832	38,2	90,1
Gjennomsnitt Average		252	2,312	0,918	34,3	88,3

Tabell 5. Intermediære regresjonskoeffisienter ($b_{y/r}$) for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket uten plast på Jeløy i 1969.

Intermediary regression coefficients ($b_{y/r}$) for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown without plastic mulch at Jeløy in 1969.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennomsnitt Average
	4/8	12/8	19/8	27/8	9/9	
Prefin-Mix	2,352	2,511	2,592	2,713	2,340	2,502
Delifin	2,559	2,613	2,892	2,737	2,390	2,639
Vorifin	2,734	2,377	2,676	2,670	2,165	2,525
Epram	2,387	2,385	2,682	2,691	2,331	2,496
Levo	2,318	2,517	2,647	2,651	2,463	2,519
Rhinsk Drue, Toftø	2,281	2,637	2,546	2,548	2,146	2,432
Gjennomsnitt						
Average	2,439	2,507	2,673	2,668	2,306	2,519

Variansanalyse

Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjons- koeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	10,91	0,007	
Sort Variety	1,69	18,348	
Rest Residual			4,6

Tabell 6. Tykkelse som korresponderer til lengden 60 mm for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket uten plast på Jeløy i 1969. Tykkelse i mm.
The thickness which corresponds to the length 60 mm for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown without plastic mulch at Jeløy in 1969.
Thickness in mm.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennomsnitt Average
	4/8	12/8	19/8	27/8	9/9	
Prefin-Mix	22,9	22,3	22,6	22,2	26,0	23,0
Delifin	21,6	20,8	22,6	21,4	25,7	22,4
Vorifin	22,6	21,5	22,6	22,4	26,6	23,1
Epram	22,3	22,1	22,4	22,4	26,1	23,1
Levo	22,4	21,9	23,0	22,5	27,2	23,4
Rhinsk Drue, Toftø	21,6	23,0	23,2	22,9	24,2	23,0
Gjennomsnitt						
Average	22,1	21,9	22,7	22,3	26,0	23,0

Variansanalyse
Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjons- koeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	43,44	0,000	
Sort Variety	1,30	30,305	
Rest Residual			2,7

Tabell 7. Tykkelse som korresponderer til lengden 90 mm for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket uten plast på Jeløy i 1969. Tykkelse i mm.
The thickness which corresponds to the length 90 mm for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown without plastic mulch at Jeløy in 1969. Thickness in mm.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennom- snitt Average
	4/8	12/8	19/8	27/8	9/9	
Prefin-Mix	34,9	34,2	34,2	33,2	38,8	35,1
Delifin	33,3	32,3	33,0	32,4	38,3	33,9
Vorifin	33,5	34,2	33,8	33,7	40,5	35,1
Epram	33,9	34,6	33,6	33,5	38,9	34,9
Levo	35,3	33,9	34,3	33,8	39,4	35,3
Rhinsk Drue, Toftø	34,7	34,4	35,0	34,7	38,2	35,4
Gjennomsnitt						
Average	34,3	33,9	34,0	33,6	39,0	35,0

Variansanalyse
Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjons- koeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	81,85	0,000	
Sort Variety	4,20	0,900	
Rest Residual			1,8

Tabell 8. Tykkelse som korresponderer til lengden 130 mm for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket uten plast på Jeløy i 1969. Tykkelse i mm.
The thickness which corresponds to the length 130 mm for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown without plastic mulch at Jeløy in 1969. Thickness in mm.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennomsnitt Average
	4/8	12/8	19/8	27/8	9/9	
Prefin-Mix	51,9	50,1	49,6	48,0	55,9	51,1
Delifin	48,9	47,6	46,8	47,0	55,0	49,1
Vorifin	48,2	51,0	48,8	48,7	59,0	51,1
Epram	50,6	51,4	48,5	48,4	56,1	51,0
Levo	52,6	49,7	49,5	48,9	55,7	51,3
Rhinsk Drue, Toftø	52,3	49,5	50,7	50,4	56,8	51,9
Gjennomsnitt						
Average	50,8	49,9	49,0	48,6	56,4	50,9

Variansanalyse
Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjons- koeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	44,82	0,000	
Sort Variety	3,43	21,122	
Rest Residual			2,3

Tabell 9. Regresjon og korrelasjon mellom lengde og tykkelse hos frilands-agurk dyrket uten plast på Norderås i 1969.

Regression and correlation between length and thickness of outdoor cucumber grown without plastic mulch at Norderås in 1969.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest	Antall agurker Number of cucumber	b_y	r	\bar{X}	\bar{Y}
Prefin-Mix	5/8	40	2,101	0,951	32,4	86,8
»	11/8	104	2,380	0,964	26,8	77,3
»	18/8	143	2,700	0,931	31,7	90,7
»	25/8	148	2,688	0,935	28,3	84,0
»	5/9	145	2,461	0,895	32,0	83,5
Delifin	5/8	34	2,699	0,889	34,6	98,7
»	11/8	70	2,577	0,961	32,9	95,1
»	18/8	117	2,728	0,957	32,0	97,1
»	25/8	111	2,569	0,910	28,0	86,5
»	5/9	104	2,258	0,884	32,3	89,0
Vorifin	5/8	56	1,915	0,900	35,8	93,1
»	11/8	124	2,461	0,924	31,0	85,0
»	18/8	141	2,181	0,891	34,5	91,1
»	25/8	133	2,509	0,843	30,4	84,4
»	5/9	126	2,192	0,839	34,4	85,2
Epram	5/8	37	1,923	0,851	31,9	86,8
»	11/8	95	2,388	0,939	31,7	88,4
»	18/8	121	2,508	0,926	31,8	91,0
»	25/8	114	2,579	0,916	28,7	85,5
»	5/9	96	2,332	0,882	32,0	89,3
Levo	5/8	32	2,311	0,900	33,3	85,5
»	11/8	84	2,289	0,941	30,6	83,0
»	18/8	110	2,292	0,917	34,6	95,9
»	25/8	119	2,478	0,905	30,0	86,5
»	5/9	100	2,310	0,906	32,5	84,4
Rhinsk Drue, Toftø	5/8	43	2,005	0,785	37,0	102,0
»	11/8	59	2,197	0,907	33,9	94,8
»	18/8	53	2,437	0,903	37,6	104,2
»	25/8	61	2,107	0,842	29,8	90,1
»	5/9	43	2,190	0,787	34,5	95,1
Gjennomsnitt Average		92,1	2,359	0,899	32,2	89,7

Tabell 10. Intermediære regresjonskoeffisienter ($b_{y/r}$) for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket uten plast på Norderås i 1969.

Intermediary regression coefficients ($b_{y/r}$) for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown without plastic mulch at Norderås in 1969.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennomsnitt Average
	5/8	11/8	18/8	25/8	5/9	
Prefin-Mix	2,209	2,469	2,900	2,875	2,749	2,640
Delifin	3,036	2,682	2,851	2,823	2,553	2,789
Vorifin	2,128	2,663	2,447	2,976	2,612	2,565
Epram	2,260	2,542	2,708	2,816	2,644	2,594
Levo	2,568	2,433	2,500	2,738	2,551	2,558
Rhinsk Drue, Toftø	2,554	2,423	2,699	2,503	2,783	2,592
Gjennomsnitt Average	2,459	2,535	2,684	2,789	2,649	2,623

Variansanalyse
Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjonskoeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	2,53	7,282	
Sort Variety	0,95	57,360	
Rest Residual			7,6

Tabell 11. Tykkelse som korresponderer til lengden 60 mm for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket uten plast på Norderås i 1969. Tykkelse i mm.

The thickness which corresponds to the length 60 mm for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown without plastic mulch at Norderås in 1969. Thickness in mm.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennomsnitt Average
	5/8	11/8	18/8	25/8	5/9	
Prefin-Mix	20,3	19,8	21,1	20,0	23,5	20,9
Delifin	21,9	19,8	19,0	18,6	21,0	20,1
Vorifin	20,2	21,6	21,8	22,2	24,8	22,1
Epram	20,0	20,5	20,3	19,6	20,9	20,3
Levo	23,4	21,1	20,2	20,3	23,0	21,6
Rhinsk Drue, Toftø	20,6	19,5	21,2	17,8	21,9	20,2
Gjennomsnitt						
Average	21,1	20,4	20,6	19,8	22,5	20,9

Variansanalyse

Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjonskoeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	5,75	0,300	
Sort Variety	3,18	2,842	
Rest Residual			5,1

Tabell 12. Tykkelse som korresponderer til lengden 90 mm for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket uten plast på Norderås i 1969. Tykkelse i mm.

The thickness which corresponds to the length 90 mm for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown without plastic mulch at Norderås in 1969. Thickness in mm.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennomsnitt Average
	5/8	11/8	18/8	25/8	5/9	
Prefin-Mix	33,8	32,0	31,4	30,4	34,3	32,4
Delifin	31,7	31,0	29,5	29,3	32,7	30,8
Vorifin	34,3	32,9	34,0	32,3	36,2	33,9
Epram	33,3	32,3	31,4	30,3	32,2	31,9
Levo	35,1	33,5	32,3	31,3	34,7	33,4
Rhinsk Drue, Toftø	32,3	31,9	32,4	29,8	32,7	31,8
Gjennomsnitt						
Average	33,4	32,3	31,8	30,6	33,8	32,4

Variansanalyse
Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjonskoeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	23,23	0,000	
Sort Variety	14,69	0,000	
Rest Residual			2,0

Tabell 13. Tykkelse som korresponderer til lengden 130 mm for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket uten plast på Norderås i 1969. Tykkelse i mm.

The thickness which corresponds to the length 130 mm for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown without plastic mulch at Norderås in 1969. Thickness in mm.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennomsnitt Average
	5/8	11/8	18/8	25/8	5/9	
Prefin-Mix	51,9	48,2	45,2	44,3	48,9	47,7
Delifin	44,9	45,9	43,6	43,5	48,4	45,3
Vorifin	53,1	47,9	50,3	45,8	51,5	49,7
Epram	51,0	48,1	46,2	44,5	47,3	47,4
Levo	50,7	49,9	48,3	45,9	50,4	49,0
Rhinsk Drue, Toftø	47,9	48,4	47,2	45,9	47,1	47,3
Gjennomsnitt						
Average	49,9	48,1	46,8	45,0	48,9	47,7

Variansanalyse

Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjonskoeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	10,76	0,008	
Sort Variety	5,86	0,171	
Rest Residual			3,0

Tabell 14. Regresjon og korrelasjon mellom lengde og tykkelse hos frilands-agurk dyrket med plast på Norderås i 1969.

Regression and correlation between length and thickness of out-door cucumber grown with plastic mulch at Norderås in 1969.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest	Antall agurker Number of cucumber	b_y	r	\bar{X}	\bar{Y}
Prefin-Mix	5/8	54	2,192	0,932	32,9	88,5
»	11/8	65	2,316	0,954	26,8	77,7
»	18/8	94	2,661	0,921	36,7	103,1
»	25/8	113	2,408	0,929	27,3	79,5
»	5/9	123	2,426	0,928	29,5	78,0
Delifin	5/8	65	2,298	0,898	36,0	101,7
»	11/8	87	2,681	0,945	25,8	81,3
»	18/8	137	2,800	0,934	36,0	104,2
»	25/8	127	2,843	0,908	27,4	84,6
»	5/9	105	2,428	0,887	34,6	92,6
Vorifin	5/8	81	2,107	0,918	37,2	99,6
»	11/8	104	2,606	0,933	27,6	80,7
»	18/8	149	2,525	0,932	35,7	98,6
»	25/8	142	2,355	0,894	26,5	77,5
»	5/9	144	2,200	0,912	32,6	80,8
Epram	5/8	57	2,232	0,878	34,9	94,9
»	11/8	94	2,618	0,957	25,2	74,6
»	18/8	116	2,227	0,918	38,2	104,6
»	25/8	142	2,480	0,886	26,7	77,9
»	5/9	108	2,258	0,889	33,3	85,7
Levo	5/8	76	2,300	0,930	36,2	96,3
»	11/8	114	2,758	0,945	24,0	70,7
»	18/8	139	2,520	0,897	36,9	100,4
»	25/8	109	2,410	0,853	26,9	77,8
»	5/9	101	3,451	0,928	35,4	89,5
Rhinsk Drue, Toftø	5/8	80	1,902	0,838	43,3	108,5
»	11/8	107	2,091	0,877	29,9	81,8
»	18/8	116	2,265	0,865	39,1	101,4
»	25/8	61	2,688	0,901	29,5	80,9
»	8/9	56	2,259	0,878	36,1	91,2
Gjennomsnitt Average		102	2,410	0,909	32,3	88,8

Tabell 15. Intermediære regresjonskoeffisienter (b_y/r) for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket med plast på Norderås i 1969.

Intermediary regression coefficients (b_y/r) at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown with plastic mulch at Norderås in 1969.

Sorter <i>Varieties</i>	Høstetider <i>Times of harvest</i>					Gjennomsnitt <i>Average</i>
	5/8	11/8	18/8	25/8	5/9	
Prefin-Mix	2,352	2,428	2,889	2,592	2,614	2,575
Delifin	2,559	2,837	2,998	3,132	2,737	2,853
Vorifin	2,296	2,793	2,709	2,634	2,412	2,569
Epram	2,542	2,736	2,425	2,800	2,540	2,609
Levo	2,474	2,918	2,809	2,825	2,641	2,733
Rhinsk Drue, Toftø	2,269	2,384	2,618	2,984	2,573	2,566
Gjennomsnitt <i>Average</i>	2,415	2,683	2,741	2,828	2,586	2,651

Variansanalyse

Analysis of variance

Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>	F-verdi <i>F-value</i>	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) <i>Level at which the F-value would have been significant (% P (F))</i>	Variasjonskoeffisient <i>Coefficient of variation</i>
Høstetid <i>Time of harvest</i> ..	6,51	0,159	
Sort <i>Variety</i>	2,99	3,549	
Rest <i>Residual</i>			5,7

Tabell 16. Tykkelse som korresponderer til lengden 60 mm for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket med plast på Norderås i 1969. Tykkelse i mm.

The thickness which corresponds to the length 60 mm for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown with plastic mulch at Norderås in 1969. Thickness in mm.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennomsnitt Average
	5/8	11/8	18/8	25/8	5/9	
Prefin-Mix	20,8	19,5	21,8	19,8	22,6	20,9
Delifin	19,7	18,3	21,3	19,6	22,7	20,3
Vorifin	20,0	20,2	21,5	19,9	24,0	21,1
Epram	21,2	19,9	19,8	20,3	23,2	20,9
Levo	21,5	20,3	22,5	20,6	24,2	21,8
Rhinsk Drue, Toftø	21,9	20,8	23,3	22,5	24,0	22,5
Gjennomsnitt Average	20,9	19,8	21,7	20,5	23,5	21,3

Variansanalyse
Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjonskoeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	31,24	0,000	
Sort Variety	8,04	0,027	
Rest Residual			2,9

Tabell 17. Tykkelse som korresponderer til lengden 90 mm for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket med plast på Norderås i 1969. Tykkelse i mm.

The thickness which corresponds to the length 90 mm for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown with plastic mulch at Norderås in 1969. Thickness in mm.

Sorter <i>Varieties</i>	Høstetider <i>Times of harvest</i>					Gjennomsnitt <i>Average</i>
	5/8	11/8	18/8	25/8	5/9	
Prefin-Mix	33,5	31,9	32,2	31,3	34,2	32,6
Delifin	31,5	28,9	31,2	29,1	33,7	30,9
Vorifin	33,0	30,9	32,5	31,2	36,4	32,8
Epram	33,0	30,8	32,2	31,1	35,0	32,4
Levo	33,7	30,6	33,2	31,2	35,6	32,9
Rhinsk Drue, Toftø	35,2	33,3	34,8	32,6	35,6	34,3
Gjennomsnitt <i>Average</i>	33,3	31,1	32,7	31,1	35,1	32,7

Variansanalyse
Analysis of variance

Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>	F-verdi <i>F-value</i>	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) <i>Level at which the F-value would have been significant (% P (F))</i>	Variasjonskoeffisient <i>Coefficient of variation</i>
Høstetid <i>Time of harvest</i> ..	50,21	0,000	
Sort <i>Variety</i>	17,66	0,000	
Rest <i>Residual</i>			1,8

Tabell 18. Tykkelse som korresponderer til lengden 130 mm for ulike sorter ved forskjellige høstetider.

Frilandsagurker dyrket med plast på Norderås i 1969. Tykkelse i mm.

The thickness which corresponds to the length 130 mm for different varieties at different harvesting times.

Outdoor cucumber grown with plastic mulch at Norderås in 1969.

Sorter Varieties	Høstetider Times of harvest					Gjennomsnitt Average
	5/8	11/8	18/8	25/8	5/9	
Prefin-Mix	50,0	48,3	46,0	46,8	49,5	48,2
Delifin	47,1	43,0	44,5	41,9	48,3	45,0
Vorifin	50,5	45,5	47,2	45,8	52,3	48,3
Epram	48,1	45,6	48,5	44,8	50,8	47,6
Levo	50,3	44,3	47,4	44,4	50,1	47,3
Rhinsk Drue, Toftø	53,0	49,5	50,1	46,4	50,9	50,0
Gjennomsnitt Average	49,9	46,0	47,3	45,0	50,3	47,7

Variansanalyse
Analysis of variance

Variasjonsårsak Source of variation	F-verdi F-value	Nivå hvor F-verdien ville ha vært signifikant (% P (F)) Level at which the F-value would have been significant (% P (F))	Variasjonskoeffisient Coefficient of variation
Høstetid Time of harvest ..	23,46	0,000	
Sort Variety	9,61	0,009	
Rest Residual			2,5

Tabell 19. Felles korresponderende størrelser av lengde og tykkelse for
sortsgruppen 'Rhinsk Drue' i mm.

*Common corresponding values of length and thickness for the
variety group 'Rhinsk Drue' in mm.*

Felles lengde <i>Common length</i>	Felles tykkelse <i>Common thickness</i>		
	Fra undersøkelsene i 1968 og 1969 <i>From the investi- gations in 1968 and 1969</i>	Fra tidligere undersøkelser <i>From earlier investigations</i>	Gjennomsnitt <i>Average</i>
60	21,1	19,4	20,3
70	24,9	23,2	24,1
80	28,8	27,0	27,9
90	32,7	30,8	31,8
100	36,5	34,6	35,6
110	40,4	38,4	39,4
120	44,3	42,2	43,2
130	48,1	46,0	47,1

I redaksjonen 4.5. 1977.

LAGRING AV KÅLFRØ

Storage of cabbage seeds

AV
ARNE REITAN

INNHold

	Side
I. Sammendrag	488
II. Innledning	488
III. Materiale og metoder	488
IV. Resultater	489
A. Lagring av frø av god kvalitet etter forlagring på frølager ..	489
B. Lagring av frø av dårlig kvalitet etter forlagring på frølager	490
C. Lagring av tre frøpartier av god kvalitet	490
D. Spireevne hos fryselagret frø etter uttak fra fryseri	492
E. Betydningen av å holde emballasjen lukket i lagringsperioden	493
V. Diskusjon	494
VI. Summary	495
VII. Litteratur	495

I. Sammendrag

Kålfør av 'Blåtopp' Kvithamar er lagret under forskjellige betingelser i ulike emballasje. Lagringsvilkårene var a) fryselagring ved $-20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, b) lagring i uisolert frølager under påvirkning av vekslende utetemperatur og c) lagring i oppvarmet rom, kontor $18-20^{\circ}\text{C}$. Emballasjen var lufttette glass ("Norgesglass") og doble papirposer. Fryselagring har ikke redusert spireevnen av betydning i frø lagret i opp til 23 år, fig. 1—5. En sterk reduksjon i spireevnen hos frø av dårlig kvalitet lagret på frølager, ble tilnærmet stoppet opp ved overføring til fryselagring, fig. 2. Lag-

ring ved høy temperatur ($18-20^{\circ}\text{C}$) har redusert spireevnen hurtigere enn hvis frø ble lagret i uisolert frølager under påvirkning av vekslende utetemperatur, fig. 5. Frø i tett emballasje ("Norgesglass") lagret i frølager og oppvarmet rom, fig. 5, har holdt lengre på spireevnen enn frø i doble papirposer. Fryselagret frø som siden er blitt oppbevart på frølager har tapt spireevnen i den grad som har vist seg vanlig på frølager, tab. 1. Årlig åpning av emballasjen sammenlignet med uåpnet emballasje har ikke redusert spireevnen i større grad, unntatt for frø av dårlig kvalitet, tab. 2.

II. Innledning

Behovet for å kunne lagre frø uten vesentlig tap av spireevne er kjent av de fleste innen jord- og hagebruk. Både hos produsent og i omsetning bør frøet lagres slik at det kommer fram til forbrukeren med minst mulig tap av spireevne.

Opprettholdelse av spireevnen i lengre tid er viktig innen foredlingsarbeidet. Egenskaper som under foredlingen lett kan bli borte, kan man finne tilbake til når spireevnen til det opprinnelige materialet holdes ved like ved god lagring. Godkjente sorter og stammer av fremmedfrøere

som f.eks. hodekål, kan gjennomgå forandringer i løpet av en årrekke. Kontroll av foredlingen kan foretas når det er lagret frø av den opprinnelige sort eller stamme.

Bevaringen av en sort eller stammes identitet kan også foregå ved å avle et stort nok parti elitefrø som lagres slik at det i lang framtid kan brukes til bruksfrøavl. Dette prinsipp har vært brukt på Statens forskingsstasjon Kvithamar siden man tok i bruk fryselagring av frø. Beredskapsmessig er langtidslagring av frø av stor betydning.

III. Materiale og metoder

I lagringsforsøkene ble det nyttet frø av 'Blåtopp' Kvithamar av egen avl. Ved tørking av frøloa ble det ikke brukt kunstig varme. Etter tresking er frøet ettertørket i oppvarmet rom utover vinteren. Vanninnholdet i frøet ved begynnende lagring har vært 6—7 %.

De lagrede frøpartiene var:

1. Avlet 1953 av god kvalitet, spireevne 1957, 98 %.
2. Avlet 1953 av dårlig kvalitet, spireevne 1957, 63 %.
3. Avlet 1956 av god kvalitet, spireevne 1957, 93 %.
4. Avlet 1959 av god kvalitet, spireevne 1960, 95 %.
5. Avlet 1960 av god kvalitet, spireevne 1961, 92 %.

lufttette "Norges-glass" eller i doble glass" med ylling i emballasjen med 30° C og 20 % rel. fuktighet. Lagringsvilkår ble benyttet som følger:

1. Frysefrysing, $-20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

2. Frysefrysing, $-20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

3. Frølager, uisolert uthus, temperaturen varierer med utetemperatur.

4. Frølager, uisolert uthus, temperaturen varierer med utetemperatur.

5. Oppvarmet rom, $18-20^{\circ}\text{C}$. (Kontor).

6. Oppvarmet rom, $18-20^{\circ}\text{C}$. (Kontor).

Av figurene går det fram hvilke lagringsmåter de forskjellige frøpartiene deltok i. Fryselagret frø ble fram til 1971 lagret i fryseri, senere i 500 liters vanlig fryseboks.

Holdbarheten av fryselagret frø ble undersøkt ved å ta ut "Norges-glass" fra fryselager etter bestemt antall år for videre lagring på frølager (uisolert uthus), og ved et nyere forsøk, for videre lagring i oppvarmet rom ved $18-20^{\circ}\text{C}$.

Spireevnen på dette frøet ble så sammenlignet med frø fortsatt fryselagret og frø som hele tiden var lagret på frølageret. Spireprøvene ble tatt i februar hvert år. Etter prøvetakingene inne på fryseriet, nede i fryseboksen eller på frølageret ble glassene lukket godt til igjen.

Spireprøvene er analysert ved Statens frøkontroll, Trondheim. Av hver prøve er det spirt 3×100 frø i Jacobsens spireapparat. Temperatur under spiringa var 20°C med heving til 30°C i 6 timer om dagen. Spiretid 10 døgn.

Resultatene bygger på en videreføring og utvidelse av forsøk utført av Reitan (1968).

IV. Resultater

A. Lagring av frø av god kvalitet etter forlagring på frølager

Frøet var avlet i 1953. Etter at det var ettertørket i oppvarmet rom i to måneder ble det lagret i papirsekk på frølager i tre år. Spireevnen var da

som i 1953, 98 %. 1000-frøvekten 6,1 gram. Frøet ble lagret på forskjellig måte, fig. 1.

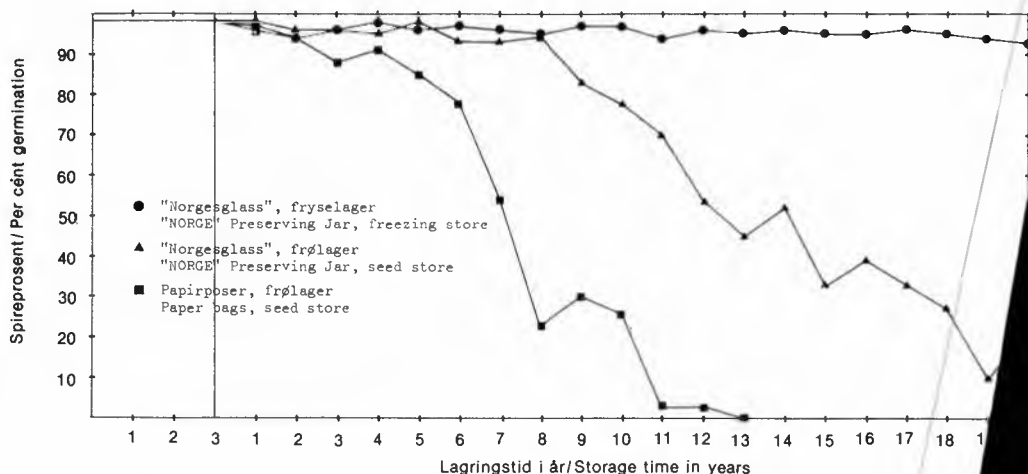


Fig. 1. Spireevne hos kålfrø 'Blåtopp' Kvithamar lagret på forskjellig måte i ulike emballasje etter forlagring i tre år på uisolert frølager. Germination of cabbage seed 'Blåtopp' Kvithamar of good quality stored under different conditions in different containers after prestorage for three years in not insulated seed store.

Av figuren går det fram at fryse- lagret frø ikke har tapt spireevnen i nevneverdig grad. Etter 20 års lagring er den 93 %.

Frøet på lufttette glass lagret på frølageret begynte å tape spireevnen hurtig etter 8 års lagring. Før den

tid var nedgangen ligst lagringsvinnår ved papirpose. Her har man en jævn nedgang. Dår- duksjon i spireevnen etter 6 år. Etter 6 års lagring reduserte spireevnen hurtig fra år til år.

B. Lagring av frø av dårlig kvalitet etter forlagring på frølager

Dette frøet hadde ikke nådd langt nok i utvikling ved høsting. Dette kan en se på den lysbrune fargen på frøskallene. Det ble avlet i 1953 og spirte

med 91 % i februar 1954. 1000-frøvekten var 5,0 gram. Etter lagring i papirsekk på frølager i tre år var spireevnen redusert til 63 %, fig. 2.

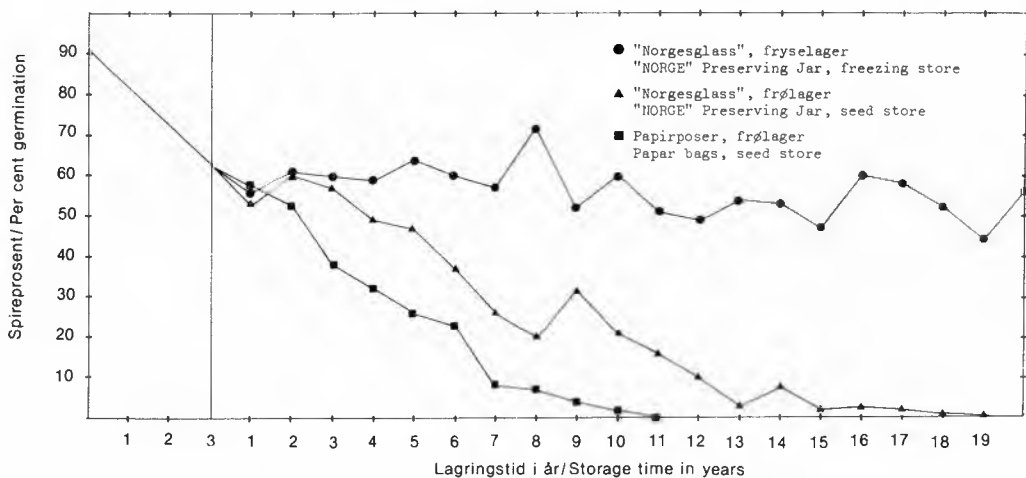


Fig. 2. Spireevne hos kålfrø, 'Blåtopp' Kvithamar av dårlig kvalitet lagret på forskjellig måte i ulike emballasje etter lagring i tre år på uisolert frølager. Germination of cabbage seed 'Blåtopp' Kvithamar of poor quality stored under different conditions in different containers after prestorage for three years in not insulated seed store.

Av figuren går det fram at nedgangen i spireevnen stoppet opp når frøet ble lagret på fryselager. Spireevnen er den samme etter 20 års lagring som etter ett år. Lufttette glass på frølageret har

spireevnen gått jevnt nedover etter 3 år.

I papirpose på frølageret er spireevnen redusert i samme tempo som nedgangen de første år etter høsting av frøet.

C. Lagring av tre frøpartier av god kvalitet

Frøene var avlet i årene 1956, 1957 og 1960. De ble ettertørket til 100 % etter høsting, spireprøvet og lagret i forskjellige

emballasje. Spireevnen var ved begynnende lagring henholdsvis 93, 95 og 92 % med 1000-frøvektene 4,2, 4,1 og 4,8 gram, figurene 3, 4 og 5.

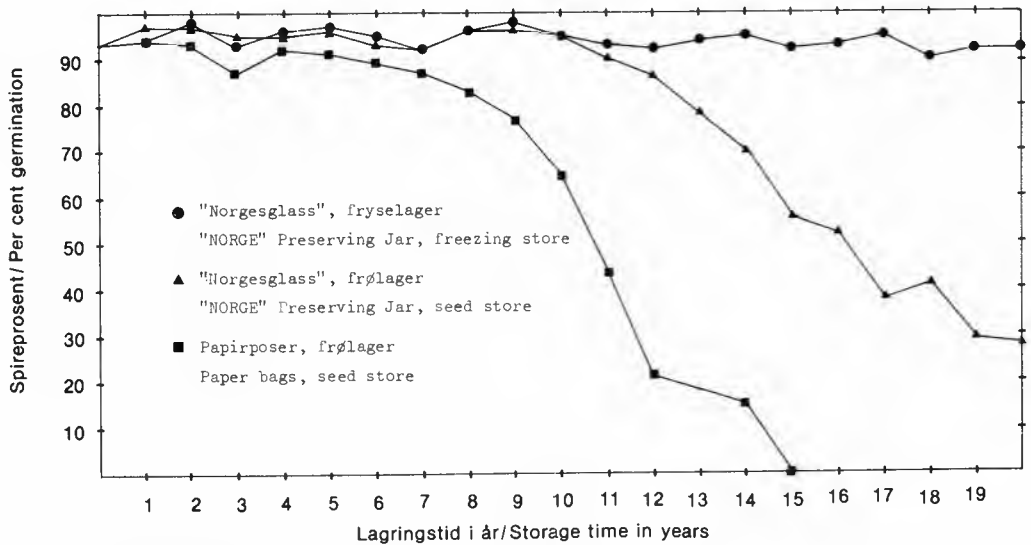


Fig. 3. Spireprosenten hos kålfrø 'Blåtopp' Kvithamar av god kvalitet lagret på forskjellig måte i ulik emballasje.
Germination of cabbage seed 'Blåtopp' Kvithamar of good quality stored under different conditions in different containers.

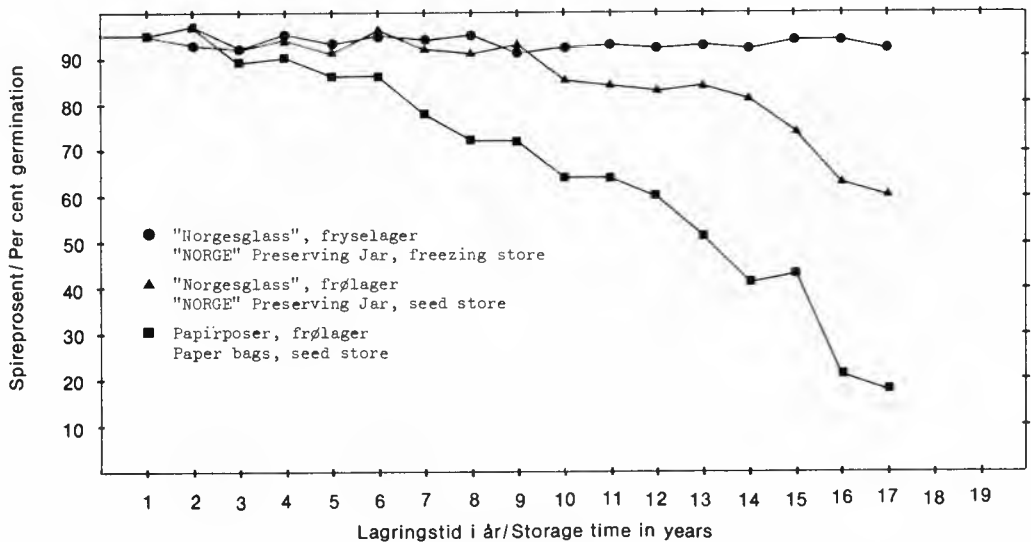


Fig. 4. Spireprosenten hos kålfrø 'Blåtopp' Kvithamar av god kvalitet lagret på forskjellig måte i ulik emballasje.
Germination of cabbage seed 'Blåtopp' Kvithamar of good quality stored under different conditions in different containers.

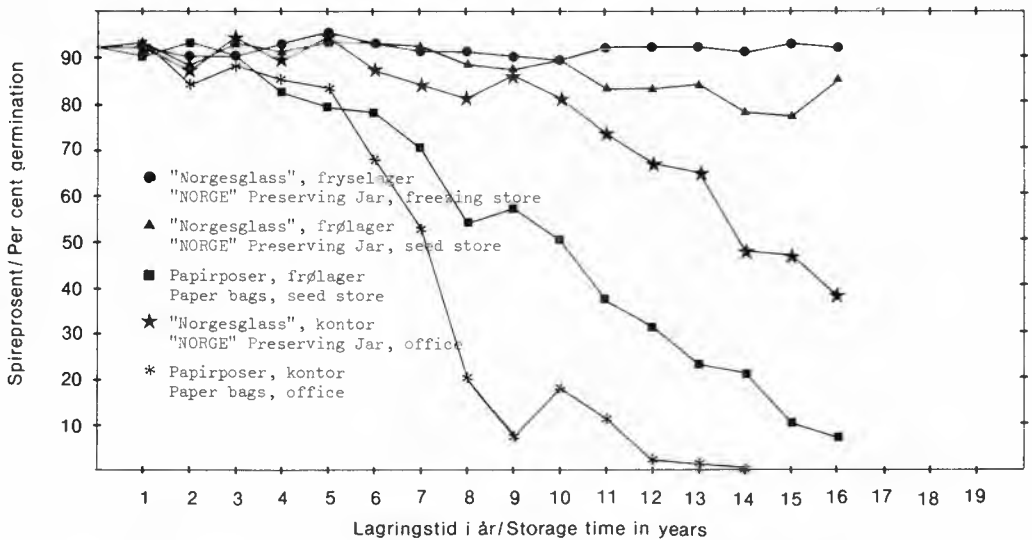


Fig. 5. Spireproseten hos kålfrø 'Blåtopp' Kvithamar av god kvalitet lagret på forskjellig måte i ulik emballasje.
Germination of cabbage seed 'Blåtopp' Kvithamar of good quality stored under different conditions in different containers.

Av disse figurene, 3, 4 og 5 går det fram at frø lagret i fryseri ikke har tapt nevneverdig spireevne etter 20, 17 og 16 års lagring.

Frøet på lufttette glass lagret på frølageret holdt seg uforandret i ca. 10 år. Fra den tid går spireevnen ned for alle partiene.

I papirposer på frølageret begynte nedgangen av spireevnen allerede etter 3—4 år, og nedgangen fortsatte

ganske jevnt framover årene. Av parti nr. 5 fra 1960 er det også lagret i glass og i papirposer på oppvarmet kontor. I glass begynte nedgangen av spireevne etter 5—6 år. Etter 16 års lagring var den gått ned til 38 %.

Det dårligste resultat gav lagring i papirpose i oppvarmet rom. Etter 8 år var spireevnen bare 20 %, og etter 14 år var alt frø dødt.

D. Spireevne hos frysagret frø etter uttak fra fryseri

For å klarlegge spørsmålet om frysagret frø er holdbart etter uttak fra fryseri ble det tatt ut glass fra fryseri etter 4 år og lagret videre på frølageret. Spireprøver ble tatt ved start av forsøket, ved uttak fra fryseri, etter 4 år og 16 år. Dette er sammenlignet med frø som hele tiden har stått på frølageret og frø som hele tiden har stått på fryseri. Av de to sistnevnte er det tatt prøver hvert år, tab. 1.

Ved uttak fra fryseriet må frøet

oppvarmes i uåpnet emballasje for å unngå doggfelling direkte på frøet.

Av tabell 1 går det fram at frø av god kvalitet ikke har tapt noe av spireevnen etter 20 år under disse tre lagringsvilkårene.

Frø av dårlig kvalitet har tapt spireevne under alle lagringsvilkårene, ubetydelig i fryseriet og hurtig i frølager.

Frøet som var frysagret i 4 år og siden lagret i frølager tapte spireevnen etter uttak fra fryseriet i sam-

Tabell 1. Spireevne hos godt og dårlig kålfrø 'Blåtopp' Kvithamar som har vært fryselagret, og siden er lagret i lufttett emballasje på frølager i uisolert uthus sammenlignet med frø som har vært lagret i lufttett emballasje eller på frølager eller frosset hele tiden.

Table 1. Germination in cabbage seed 'Blåtopp' Kvithamar of good and poor quality first stored in freezing store and then stored in airtight containers in not insulated seed store compared with seeds stored in airtight containers in seed store or freezing store the whole time.

Lagringsforhold/Storage conditions	Spireprosent/Per cent germination			
	Ved begynnende lagring/Start	Etter 4 år/After 4 years	Etter 8 år/After 8 years	Etter 20 år/After 20 years
<i>Frø av god kvalitet/Seeds of good quality</i>				
Lagret i fryseri i hele perioden <i>Stored in freezing store the whole time</i>	93	96	98	92
Lagret i frølager hele perioden <i>Stored in seed store the whole time</i>	93	94	96	93
Lagret i fryseri i 4 år, siden i frølager <i>Stored in freezing store for 4 years, then in seed store</i>	93	93	97	94
<i>Frø av dårlig kvalitet/Seeds of poor quality</i>				
Lagret i fryseri hele perioden <i>Stored in freezing store the whole time</i>	63	59	52	56
Lagret i frølager hele perioden <i>Stored in seed store the whole time</i>	63	47	32	9
Lagret i fryseri i 4 år, siden i frølager <i>Stored in freezing store for 4 years, then in seed store</i>	63	59	39	22

mø tempo som ikke fryselagret frø. I en annen prøve av fryselagret frø er det også tatt ut frø og lagret ved 18° C.

Resultatene viser følgende:

Spireevne ved innlegging i fryseri: 89 %
Ved uttak etter 20 måneder i fryseri: 91 %

Etter 16 måneder i rom ved 18° C etter uttak fra fryseriet: 89 %
Etter 29 måneder i rom ved 18° C etter uttak fra fryseriet: 91 %
Som en ser er det ingen forandring i spireevnen på dette frøet.

E. Betydningen av å holde emballasjen lukket i lagringsperioden

Spireevnen hos frø som er lagret i emballasje som ble åpnet en gang hvert år er sammenlignet med emballasje som ikke ble åpnet før etter endt lagringstid. Denne sammenligningen er foretatt for frø av både god og dårlig kvalitet lagret frosset og i frølager, tabell 2.

Frøparti 3 og 4 har ikke tapt spireevnen ved åpning av emballasjen hvert år etter 5 og 3 års lagringstid og selv etter 11 års lagring for frøparti nr. 3. Fryselagret frø av parti nr. 1 har ikke tapt spireevnen ved åpning av emballasjen hvert år. Derimot har åpning av emballasjen redusert spire-

Tabell 2. Lagring av kålfrø 'Blåtopp' Kvithamar. Effekten av å åpne emballasjen "Norgesglass" en gang pr. år sammenlignet med emballasje som ikke ble åpnet i lagringsperioden.

Table 2. Storage of cabbage seeds 'Blåtopp' Kvithamar. The effect of once a year opening of containers ("NORGE" Preserving Jars) compared with containers not opened under storage time.

Frøparti nr. <i>Seed group No.</i>	Lagringstid i år <i>Storage time in years</i>	Spireprosent/Per cent germination			
		Fryseri/Freezing store		Frølager/Seed store	
		Emballasjen uåpnet i lagrings- tiden <i>Containers not opened in the storage period</i>	Emballasjen åpnet hvert år <i>Containers opened every year</i>	Emballasjen uåpnet i lagrings- tiden <i>Containers not opened in the storage period</i>	Emballasjen åpnet hvert år <i>Containers opened every year</i>
3	5	96	97	96	96
4	3	90	92	94	92
1	11	96	94	88	70
2	11	65	51	36	16
3	11	94	93	94	90

evnen ved lagring i frølager. Frø av dårlig kvalitet i parti nr. 2 har tapt spireevnen ved åpning av emballasjen uansett lagringsmåte.

Fryselagret frø har ikke reagert på overføring til andre lagringsforhold. Spireevnen er ikke blitt redusert sterkere i slikt frø enn om frøet ikke var

fryselagret. Dette tyder på at fryselagret frø vil holde seg like godt som annet frø i omsetningen.

Gjentatt åpning av emballasjen har vist effekt av betydning bare hos dårlig frø og da særlig frø som ikke er fryselagret.

V. Diskusjon

Fryselagring av kålfrø ved ca. -20°C har vist seg effektiv for å opprettholde spireevnen. I disse forsøkene har spireevnen holdt seg nesten uforandret i opptil 20 år. Weibull (1955) har tidligere fryselagret frø av flere grønnsakarter med godt resultat. Fryselagring har i disse forsøkene vært langt mer effektiv enn de andre lagringsmåtene for å holde på spireevnen. Videre har lagring i uthus vært mer effektiv enn lagring i oppvarmet rom. Den gjentatte frysing og optining som frøet lagret ved utetemperatur blir utsatt for, har tro-

lig ikke skadet spireevnen i vesentlig grad. Tap av spireevnen under denne lagringsmåten kan sikkert i større grad tilskrives den relative høye temperaturen i sommertiden. At tap av spireevnen øker med økende lagringstemperaturer over 0°C er vist av flere, (Weibull, 1955 og Harrington et al., 1966). Harrington et al. (1966) har funnet at Harrington's tommelfingerregel om halvering av spireevnen for hver 5°C heving av lagringstemperaturen gjelder fra $0-50^{\circ}\text{C}$.

Emballasjens art har vært av stør-

ste betydning for å opprettholde spireevnen når frøet lagres ved utetemperatur eller i oppvarmet rom, figur 3, 4 og 5. Lufttette "Norgesglass" har vært en bedre lagringsmåte enn papirposer. At hindret lufttilgang bedrer lagringsevnen hos kålfrø er

vist av flere, bl.a. *Harrington* (1960), *Miyagi* (1966), *Zink og de Souza Camargo*, (1967), *MacKay og Flood* (1970) og *Peel og Prodonoff* (1971).

Effekten av lufttett emballasje er særlig viktig under dårlige lagringsforhold ellers.

VI. Summary

Cabbage seed of 'Blåtopp' Kvithamar have been stored under different conditions in different containers. The storage conditions were a) freezing store at $-20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, b) storage in not insulated seed store under influence of variable air temperature and c) storage in heated room, office $18-20^{\circ}\text{C}$. The containers were airtight glass ("NORGE" Preserving Jars) and double paper bags.

Freezing store have not reduced the germination per cent considerably in seeds stored for 23 years, fig. 1—5. A strong reduction in per cent germination in seeds of poor quality stored in seed store was approximately stopped when carrying over to freezing store, fig. 2. Storage at high

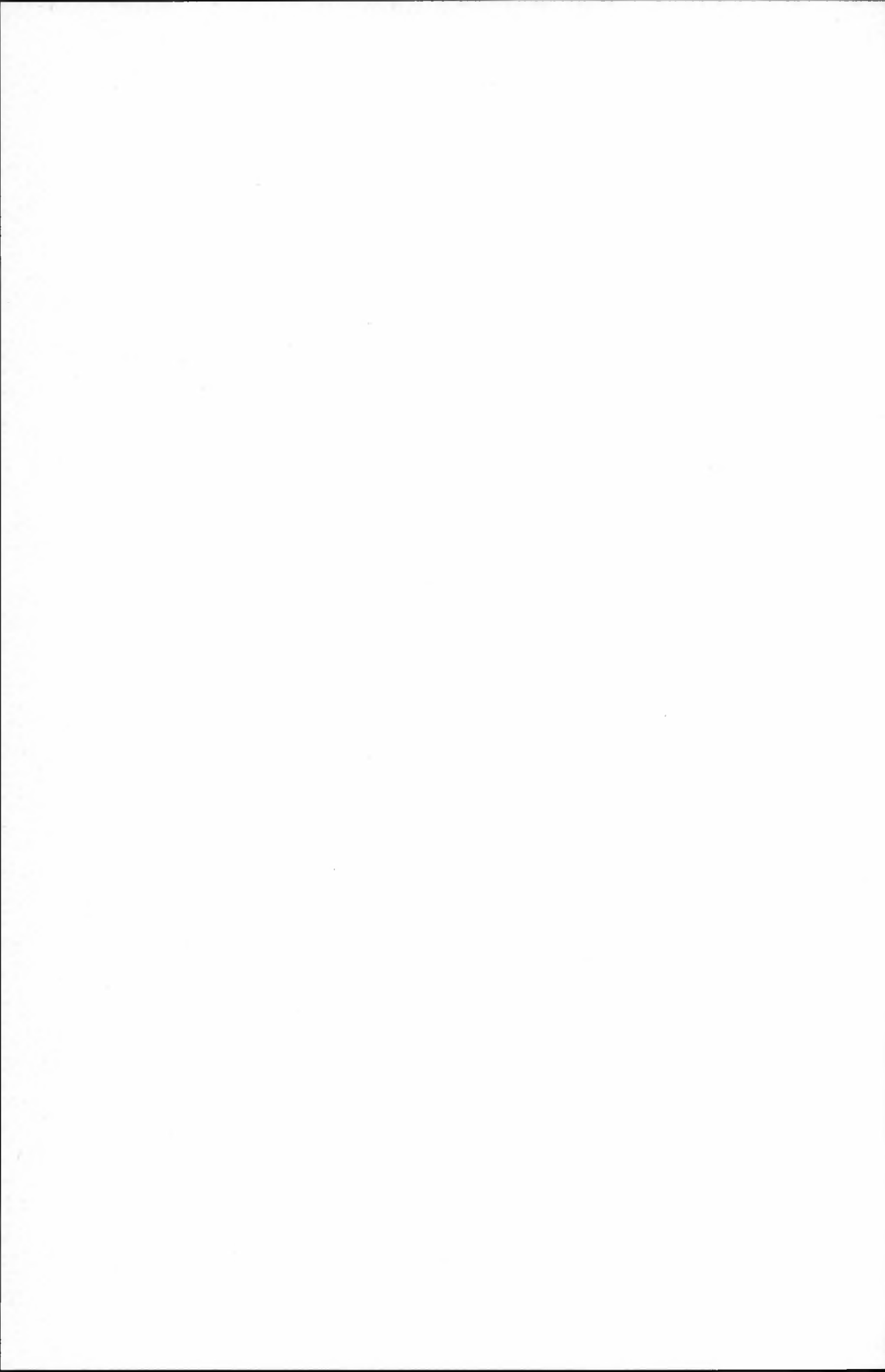
temperature ($18-20^{\circ}\text{C}$) have reduced the germination per cent quicker than storage in seed store under influence from variable air temperature, fig. 5. Seeds in airtight container ("NORGE" Preserving Jars) kept a high per cent germination longer than seeds in double paper bags when stored in seed store and heated room, fig. 5.

Freezing stored seeds later stored in seed store have lost germination capacity in a rate as usually in seed store, tab. 1.

Once a year opening of containers compared with not opened containers have not reduced the germination capacity in greater rate, except of seeds of poor quality, tab. 2.

VII. Litteratur

- Harrington, J. F.*, 1960: Preliminary report on the relative desirability of different containers for storage of several kinds of vegetable seeds. Veg. Crops. Series No. 104, May 1960, Univ. of California Davis, California.
- Harrington, J. F.* and *S. Setyati-Harjadi*, 1966: The longevity of vegetable seeds under high temperature and high humidity. Proc. 17th int. hort. Congr., Md. 1966, 1 Abstr: 626—7.
- MacKay, D. B.* and *J. H. B. Tonkin*, 1967: Investigations in crop seed longevity. I. An analysis of long-term experiments, with special reference to the influence of species, cultivar, provenance and season. J. Nat. Inst. agric. Bot., 11: 209—25.
- MacKay, D. B.* and *R. J. Flood*, 1970: Investigations in crop seed longevity IV. The viability of brassica seed stored in permeable and impermeable containers. J. Nat. Inst. agric. Bot., 12: 84—99.
- Miyagi, K.*, 1966: Effect of moisture-proof packing on the maintenance of viability of vegetable seeds. Proc. int. Seed Test Ass., 31: 213—22.
- Peel, A. C.* and *E. T. Prodonoff*, 1971: Dry conditioning of Australian-produced vegetable seed. Proc. int. Seed Test Ass., 36: 181.
- Reitan, A.*, 1968: Lagring av kålfrø. Gartneryrket 58: 471—72.
- Weibull, G.*, 1955: The cold storage of vegetable seed further studies. Fourteenth International Horticultural Congress, Amsterdam: 647—67.
- Zink, E.* and *L. de Souza Camargo*, 1967: Studies on cabbage seed storage. Bra-gantia 26: 53—58, lest i Biol. Abstr. 51: 4462.



I redaksjonen 4.5. 1977.

GJØDSLINGSFORSØK MED KEPALØK

Fertilizer Experiment with Onions

AV
MONS FLØNES

INNHOLD

	Side
I. Sammendrag	498
II. Innledning	498
III. Opplysninger om forsøket	498
A. Jord	499
B. Gjødsling	499
C. Plantemateriale	499
D. Plantetid og planteavstand	500
E. Høsting og lagring	500
F. Jordanalyser og analyser av forsøksdata	500
IV. Avlingsresultater	500
V. Lagringsresultater	502
VI. Kjemiske forandringer i jorda	503
A. pH	503
B. Fosfor	503
C. Kalium	504
D. Magnesium	505
VII. Diskusjon	505
VIII. Summary	506
IX. Litteratur	507

I. Sammendrag

I 1971—1976 ble det ved Statens forskingsstasjon Kvithamar utført et faktorielt forsøk med 3 ulike mengder av nitrogen-, fosfor- og kaliumgjødning til kepaløk. Forsøket ble utført som rammeforsøk på ei moldrik, sandholdig, skjør leirjord. Jordas innhold av lett- og tungtløselig P og K var svært høyt ved forsøkets start.

Resultatene viser signifikante positive utslag på avlinga etter stigende mengder nitrogengjødsling i alle år, og for stigende fosforgjødsling i 4 av årene. Etter kaliumgjødningen ble det ingen sikre utslag unntatt i 1975 da 1 K var lik 0 kg K. I ettervirkningsforsøk i 1976 ble det ikke funnet noen signifikant virkning av forskjellen i tidligere års gjødning.

Ut fra resultatene kan det på denne jorda anbefales følgende gjødning pr. dekar:

10,4 kg N = 40 kg kalkammonsalpeter (N 26).

5,5 kg P = 60 kg superfosfat (P 9)

12,0 kg K = 30 kg kaliumsulfat (K 41)

I to av de tre sesongene løken ble lagret førte stigende mengder nitro-

gengjødsling til større lagringssvinn. Fosfor og kaliumgjødninga hadde ingen effekt på lagringsevnen hver for seg, men gav en positiv samspill-effekt i to av sesongene.

Ved hjelp av jordanalyser er jordas kjemiske forandringer i løpet av forsøksperioden undersøkt for pH, P-AL, K-AL og Mg-AL. Stigende mengder kalkammonsalpeter og superfosfat har i tiden etter gjødning ført til en signifikant nedgang i jordas pH.

I løpet av forsøksperioden har innholdet av jordas opprinnelige innhold av AL-løselig P gått ned for alle tre mengder av superfosfat. Størst har nedgangen vært for største mengde. Dette tyder på at mye av det tilførte fosfor må ha gått over til mere tungt-oppløselige forbindelser.

K-AL i jorda er blitt negativt påvirket av økende fosforgjødsling. Minste kaliumgjødning (6 kg K) har i løpet av forsøksperioden ført til en liten nedgang i K-AL.

Jordas innhold av Mg-AL er blitt signifikant negativt påvirket av stigende mengder av alle tre gjødselslagene.

II. Innledning

Kepaløk har et svakt utviklet rot-system og krever av den grunn ei jord som er i god næringstilstand for å gi optimal avling. Tilførsel av store gjødselmengder i dyrkningsåret kan føre til skader på plantene. Det har derfor vært vanlig anbefalt å gjødsle opp jorda i forbindelse med andre kulturer i vekstskiftet i årene forut for løk. Spesielt er løken kravfull med

hensyn til jordas fosfortilstand da den er utsatt for fosformangel i den første delen av vekstperioden.

På ei jord i svært god næringstilstand ble det ved Statens forskingsstasjon Kvithamar i årene 1971—76 utført et flerårig gjødslingsforsøk med kepaløk. Det er resultatene av dette arbeid som blir omtalt i denne melding.

III. Opplysninger om forsøket

Forsøket ble anlagt i 1962 i rammer etter en faktoriell plan med 3 meng-

der av N, P og K. Fra anlegg og fram til 1971 var gulrot forsøksvekst.

A. Jord

Ved anlegg av rammene i 1962 ble matjordlaget på stedet tatt ut og lagt i en dunge. Denne jorddungen ble godt blandet ved flere omkastninger for at jorda skulle bli mest mulig ensartet. Den ble så fylt i rammene i et 25 cm tykt lag.

Jordtypen kan beskrives som ei moldrik, sandholdig, skjør leire. Kje-

miske jordanalyser tatt av jorda ved anlegg viste at den var i svært god hevd: pH 6,5, P-AL 28, K-AL 18, K-HNO₃ 158 og Mg-AL 19.

Netto areal pr. ramme har vært 2,8 m², men alle avlingstall er utregnet etter brutto ruteareal 3,9 m² som også omfatter gang mellom blokkene.

B. Gjødsling

I anleggsåret 1962 ble det utført blindforsøk uten grunnkjødsling for å kartlegge eventuelle skjevheter mel-

lom rutene. Senere er det tilført følgende gjødslingsmengder som vist i tabell 1.

Tabell 1. Tilførte mengder av N som kalkammonsalpeter, P som superfosfat og K som kalsiumsulfat i kg/daa/år.

Table 1. Quantity given of N as Calcium ammonium nitrate, P as Superphosphate and K as Potassium sulphate in kg/decare/year.

Vekst/Crop	År Year	1 N	2 N	3 N	1 P	2 P	3 P	1 K	2 K	3 K
Gulrot/Carrot	1963—70	5,2	10,4	15,6	2,9	7,2	10,4	6,15	12,3	18,45
Kepaløk/Onion	1971—74	5,2	10,4	15,6	0	5,5	8,8	6,15	12,3	18,45
—>—	1975	5,2	10,4	15,6	3,6	5,5	8,8	0	12,3	18,45
—>—	1976 ¹⁾	12,6	12,6	12,6	5,5	5,5	5,5	15,6	15,6	15,6

1) Ettervirkningsår / After effect year.

Gjødsla er spredd ut og freset ned bare noen dager før planting. Det er

ikke gitt noen form for overgjødsling i veksttida.

C. Plantemateriale

Samtlige år er det brukt sorten 'Merit'. I sesongen 1971 og 1972 er det brukt setteløk av størrelse 15—21 mm. De siste 4 sesongene er det brukt plantet løk tiltrukket i grupper med ca. 5 planter pr. gruppe.

Plantegruppene er sådd omkring 5. april. Som tiltrekkingsmedium er brukt veksttorv i 3,8 mm papirpotter i 1973 og som 3,2 mm torvblokker i de tre siste sesongene. Plantene er

oppalet i plasthus med elektriske varmekabler i jorda og i tillegg ei elektrisk varmevifte. Fram til spiring er temperaturen holdt på ca. 20° C og senere på ca. 15° C. De siste fire ukene før utplanting er plantegruppene blitt kortdagsbehandlet slik at de har fått 12 timers dag. Like før utplanting har setteløken blitt dypnet, og planteløken vatnet med en lindanopløsning mot løkflue.

D. Plantetid og planteavstand

Planting av løken er i alle år utført omkring 15. mai. Setteløken ble satt med 5 x 30 cm avstand og plantegrup-

pene med 25 x 30 cm. Tilsiktet plantetall var for begge ca. 50 000 planter pr. dekar.

E. Høsting og lagring

Som holdepunkt for riktig høstetidspunkt er brukt 50 % bladkneking. Etter rykking har løken ligget på rutene i ei uke. Deretter er bladene kuttet av og løken satt til tørking ved 30° C. Etter at løken var tør-

ket ble den veid og sortert etter Norsk Standard nr. 2838. Deretter er all Standard I løk satt på kjølelager ved 0— — 1° C. Etter endt lagring er løken sortert og veid på nytt.

F. Jordanalyser og analyser av forsøksdata

I juli hvert år er det uttatt jordprøver fra samtlige ruter. Alle jordanalyser er utført av Statens jordundersøkelse, NLH.

Den statistiske behandling av for-

søksdataene er utført av Sentral for forsøksmetodikk og databehandling, NLH. Statistisk sikre resultater er markert med *, ** og *** for henholdsvis 5, 1 og 0,1 %-nivået.

IV. Avlingsresultater

Total- og Standard I avling i forsøksperioden fremgår av tabell 2, 3 og 4. På grunn av mye stokkløping etter setteløken i 1971 og 1972 ble avling Standard I i disse årene svært

lav. Stokkløpingsprosenten utgjorde henholdsvis 24 og 32.

Også i 1974 var avlingsnivået lavt. Dette skyldes mye sprekking av løken med påfølgende råtning i vekst-

Tabell 2. Avling etter 3 mengder nitrogen (kalkammonsalpeter 26 % N).
Table 2. Yield after 3 levels of nitrogen (Calcium amm. nitrate 26 % N).

Ledd Treat- ment	Gjødsel kg/daa /år Ferti- lizer kg/daa /year	Kg N/ daa/år Kg N/ daa/ year	Kg løk pr. dekar Kg onion per decare					
			1971	1972	1973	1974	1975	1976 ¹⁾
Total avling. / Total yield								
1 N	20	5,2	4041	3265	3261	2678	3820	4801
2 N	40	10,4	4506	3418	3729	2996	4250	4931
3 N	60	15,6	4688***	3520**	3848***	2981*	4290***	4769
Standard I								
1 N	20	5,2	2806	2202	3077	1562	3584	4576
2 N	40	10,4	3295	2209	3553	1762	3971	4686
3 N	60	15,6	3865***	2334	3684***	1817	4077***	4499

1) Eftervirkingsår / After effect year.

tida. Sprekkinga ble sannsynligvis fremmet av en lengre tørkeperiode etterfulgt av mye nedbør.

Unntatt ettervirkningsforsøket i 1976 er det i alle år blitt en signifikant linjär økning av total avling etter stigende nitrogen gjødsling. I middel for årene 1971—1975 er den totale avling økt med 10 og 13 % når nitrogen gjødslinga er økt fra minste til midlere og største mengde. De tilsvarende prosent for avling Standard I har økt noe sterkere og var 12 og 19.

Løkestørrelsen har økt med stigende N-gjødsling og avlingsøkningen er en direkte effekt av dette. Prosent Standard I vare har også økt med stigende N-mengder som en effekt av større løk.

Med det høye innhold av lettøselig fosfor som denne jorda hadde ved forsøksperiodens begynnelse skulle en ikke ha ventet større effekt av tilførsel av fosforgjødsel. Resultatene viser imidlertid signifikant positivt utslag på avlinga i alle år unntatt i 1974.

Tabell 3. Avling etter 3 mengder fosfor (superfosfat 11 % P).

Table 3. Yield after 3 levels of phosphorus (Superphosphate 11 % P).

Ledd Treat- ment	Gjødsel kg/daa /år Ferti- lizer kg/daa /year	Kg P/ daa/år Kg P/ daa/ year	Kg løk pr. dekar Kg onion per decare					
			1971	1972	1973	1974	1975 ²⁾	1976 ¹⁾
			Total avling / Total yield					
1 P	0	0	4221	3172	3287	2710	3935	4790
2 P	50	5,5	4467	3513	3703	3020	4204	4810
3 P	80	8,8	4547*	3518***	3848***	2926	4221*	4907
			Standard I					
1 P	0	0	2994	2039	3121	1579	3694	4568
2 P	50	5,5	3174	2331	3528	1857	3925	4563
3 P	80	8,8	3362*	2376*	3665**	1705	4012**	4630

1) Ettervirkningsår / After effect year.

2) 1975 1 P = 4,4 kg P.

Avlingsøkning ut over midlere fosformengde 5,5 kg P har vært liten. I middel for årene 1971—75 har Standard I vare økt med henholdsvis 10 og 13 prosent for midlere og største mengde i forhold til 1 P.

I ettervirkningsåret 1976 er det ikke blitt noe signifikant utslag for fosforgjødslinga, men avlingstallene viser en tendens til større avling etter stigende P-mengder.

Bare i 1975 da 1 K var lik 0 er det blitt signifikant utslag for kalium-

gjødslinga. Ellers har det ikke vært noen effekt av å gi mere kalium enn minste mengde 6,15 kg K.

Behovet for kaliumgjødsling på denne jorda har vært lite. Dette må ses i sammenheng med det høye innhold av lettøselig (K-AL) og tungløselig (K-HNO₃) kalium jorda hadde ved forsøkets anlegg. Ettervirkningen av stigende mengder kaliumgjødsling synes å ha hatt en positiv virkning, men er ikke signifikant.

Tabell 4. Avling etter 3 mengder kalium (kaliumsulfat 41 % K).
 Table 4. Yield after 3 levels of (Potassium sulphate 41 % K).

Ledd Treatment	Gjødsel kg/daa /år Fertilizer kg/daa /year	Kg P/ daa/år Kg P/ daa/ year	Kg løk pr. dekar Kg onion per decare					
			1971	1972	1973	1974	1975 ²⁾	1976 ¹⁾
			Total avling / Total yield					
1 K	15	6,15	4392	3414	3672	2935	3940	4717
2 K	30	12,30	4474	3355	3656	2905	4163	4832
3 K	45	18,45	4369	3434	3510	2816	4257**	4958
			Standard I					
1 K	15	6,15	3100	2309	3500	1888	3624***	4464
2 K	30	12,30	3180	2223	3510	1652	3963	4556
3 K	45	18,45	3251	2214	3303	1601	4044	4741

1) Ettervirkningsår / After effect year. 2) 1975, 1 K = 0.

V. Lagringsresultater

Standard I løk fra samtlige gjøds-
 lingsruter ble satt til lagring på kjø-
 lelager i 1971, -73 og -75. Lagrings-
 tida var henholdsvis 9, 8 og 6½ mndr.
 Resultatene etter stigende mengder
 nitrogen er vist i tabell 5.

Tabell 5. Lagringsresultat etter gjødsling med 3 mengder nitrogen.
 Table 5. Storage results after fertilizing with 3 levels of nitrogen.

Ledd Treatment	Gjødsel kg/daa/år Fertilizer kg/daa/year	Kg N/ daa/år Kg N/ daa/year	Standard I etter lagring i % av kg innsatt Standard I after store in % of kg put in		
			1971/72	1973/74	1975/76
1 N	20	5,2	72,0	71,0	91,5
2 N	40	10,4	68,0	70,0	88,9
3 N	60	15,6	69,5	64,0*	83,4***

I to av lagringssesongene er det
 blitt en sikker nedgang i prosent
 Standard I etter stigende mengder ni-
 trogengjødsling.

Stigende mengder fosfor- og kali-
 umgjødsling hadde ingen effekt på
 lagringsevnen hver for seg. Derimot
 har de gitt et signifikant positivt sam-
 spill på prosent Standard I etter lag-
 ring både i 1971/72 og 1973/74. Et

eksempel på dette vises her for 1973/
 74:

	3P-1P	Avvik fra 1 K
1 K	— 7	0
2 K	+ 2	+ 9
3 K	+ 15	+ 22
L.S.D., 5 %		16

VI. Kjemiske forandringer i jorda

A. pH

pH-analysene for de enkelte år, i tabell 6. gjødselslag og gjødselmengder er vist

Tabell 6. Analyser av pH i jordprøver tatt i juli.

Table 6. Analyses of pH in soil sampled in July.

År Year	pH								
	1 N	2 N	3 N	1 P	2 P	3 P	1 K	2 K	3 K
1971	6,4	6,3	6,1***	6,4	6,3	6,2***	6,3	6,2	6,3
1972	6,3	6,1	6,1***	6,3	6,1	6,0***	6,2	6,1	6,1
1973	6,2	6,1	5,9***	6,2	6,1	6,0***	6,2	6,1	6,0*
1974	6,2	6,1	5,9***	6,2	6,1	6,0***	6,2	6,1	6,1*
1975	6,3	6,2	6,1***	6,3	6,2	6,1***	6,3	6,2	6,2
1976 ¹⁾	6,3	6,2	6,1***	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2

1) Ettervirkingsår / After effect year.

Stigende mengder av nitrogen- og fosforgjødsel har i gjødslingsåret ført til sikker nedgang av pH. I løpet av årene 1971—75 har det ikke skjedd noen nedgang etter noen av gjødselslagene og mengdene.

B. Fosfor

I tabell 7 er vist alle P-AL analysene i årene 1971—76.

Tabell 7. Fosforanalyser av jordprøver tatt i juli.

Table 7. Analyses of phosphorus in soils sampled in July.

År Year	P-AL (mg P/100 g)								
	1 N	2 N	3 N	1 P	2 P	3 P	1 K	2 K	3 K
1971	40,0	40,0	39,0	28,0	42,0**	50,0***	41,0	39,0	39,0
1972	35,4	34,7	33,6	24,2	35,7	43,8***	35,9	34,0	33,8
1973	35,7	35,3	33,6*	21,2	37,2	46,1***	36,4	34,1	34,0*
1974	35,0	33,0	31,0**	23,0	34,0	42,0***	34,0	32,0	33,0
1975	34,0	33,4	31,9	24,0	34,1	41,2***	34,1	32,8	32,4
1976 ¹⁾	31,0	31,0	30,0	23,0	32,0**	38,0***	32,0	30,0	30,0**

1) Ettervirkingsår / After effect year.

Etter alle tre mengder av fosforgjødsling har det i løpet av forsøksperioden blitt en nedgang av lettløselig fosfor i jorda. Fra 1971 til 1975 er nedgangen i AL-løselig fosfor blitt:

Forandring av P i kg/daa som AL-løselig stoff fra 1971—1975.

1 P	2 P	3 P
— 8,0	— 15,8	— 17,6

Da P er lite utsatt for utvasking og bare en liten del av den tilførte mengde er tatt opp av avlinga må en stor del ha gått over til mere tungtoppløselige forbindelser.

Stigende mengder fosforgjødsling har hvert år gitt signifikante utslag på P-AL.

Økende nitrogengjødning har hatt negativ virkning på P-AL med signifikante utslag i 1973 og 1974. Dette kan skyldes mere bortføring av P i forbindelse med den større avling som er oppnådd etter stigende nitrogengjødning.

C. Kalium

AL-løselig K har i løpet av årene 1971—1975 gått ned for minste mengde kaliumgjødning (tabell 8). Etter midlere og største mengde K-gjødsling er K-AL forblitt uforandret. Et-

tervirkningsåret 1976 med 15,6 kg K pr. dekar har ført til en oppgang i K-AL for 1 K, mens det er blitt en nedgang for 2 K og 3 K.

Tabell 8. Kaliumanalyser av jordprøver tatt i juli.

Table 8. Analyses of potassium in soils sampled in July.

År Year	K-AL (mg K/100 g)								
	1 N	2 N	3 N	1 P	2 P	3 P	1 K	2 K	3 K
1971	17,7	17,7	17,1	18,8	18,4	15,4**	10,6	15,9	26,0***
1972	18,6	17,9	17,6	19,7	17,9	16,6***	10,9	16,9*	26,3***
1973	19,8	19,6	18,5	21,3	19,3	17,3***	11,0	17,4***	29,4***
1974	18,4	18,1	17,5	20,3	17,8	15,9***	8,6	16,8	28,6***
1975	17,2	16,4	16,1	18,2	16,6	14,8***	7,7	15,8*	26,2***
1976 ¹⁾	14,3	13,9	13,1*	15,0	13,6	12,7***	8,6	13,2	19,6***

1) Etervirkningsår / After effect year.

Stigende mengder kaliumgjødning har i samtlige år ført til signifikant økning i jordas K-AL innhold, mens det er blitt signifikant lavere etter sterkere fosforgjødsling.

I alle år har det også være et signifikant positivt samspill mellom N- og P-gjødslinga og et signifikant negativt samspill mellom P- og K-gjødslinga på jordas innhold av K-AL. For 1975 var utslagene i mg/100 g lufttørr jord følgende:

	3N-1N	Avvik fra 1P
1 P	— 3,8	0
2 P	— 0,9	+ 2,9
3 P	+ 1,5	+ 5,3
L.S.D., 5 %		3,1
	3P-1P	Avvik fra 1K
1 K	— 0,2	0
2 K	— 3,3	— 3,1
3 K	— 6,7	— 6,5
L.S.D., 5 %		3,1

D. Magnesium

AL-løselig magnesium i jorda vil fremgå av tabell 9.

Tabell 9. Magnesiumanalyser av jordprøver uttatt i juli.
Table 9. Analyses of magnesium in soils sampled in July.

År Year	Mg-AL (mg Mg/100 g)								
	1 N	2 N	3 N	1 P	2 P	3 P	1 K	2 K	3 K
1971	11,9	11,2	10,4***	11,2	11,4*	10,9	11,9	11,0	10,6***
1973	11,4	10,6	9,5***	10,8	10,7	10,1**	10,9	10,4	10,3*
1974	10,6	9,9	8,8***	10,2	9,8	9,4***	10,1	9,7	9,5***
1975	10,1	9,5	8,3***	9,6	9,3	9,0**	9,8	9,2	8,9***
1976 ¹⁾	10,1	9,6	8,7***	9,7	9,6	9,1**	9,9	9,3	9,2**

1) Ettervirkningsår / After effect year.

I samtlige år har stigende mengder nitrogen-, fosfor- og kaliumgjødsling ført til en signifikant nedgang av

Mg-AL i jorda. Etter alle gjødselslag og mengder har Mg-AL gått noe ned i løpet av forsøksperioden.

VII. Diskusjon

I forsøket på Kvithamar er det blitt avlingsøkning opp til største nitrogenmengde 15,6 kg N/daa. Total avling er imidlertid økt med bare 3 % i middel for alle årene i forhold til midlere mengde 10,4 kg N/daa. Da også lagringssvinnet har økt ganske betydelig etter største N-mengde i forhold til midlere mengde er det ikke grunn til å anbefale mere enn 10,4 kg N/daa. På ei moldholdig jord i god hevd fant *Balvoll* (1968) at det passet med 12 kg N/daa gitt som grunn-gjødsling. I samband med vatningsforsøk fikk heller ikke *Dragland* (1975) noen avlingsøkning ved å øke N-mengden fra 12,6 kg til 21,9 kg N/daa. Nitrogenbehovet vil sannsynligvis variere mye etter jordarten: På en moldholdig sandjord med undergrunn av grus og med kunstig vatning i Vest-Agder, fant *Roll-Hansen* (1958) i forsøk nødvendig å gi hele 19 kg N som grunn-gjødsling og i

tillegg 11 kg N som overgjødsling pr. dekar.

I to av sesongene løken ble lagret etter forsøket på Kvithamar ble det funnet betydelig dårligere lagringsevne på den som hadde fått største N-mengde. Samme tendens fant også *Dragland* (1975) i sine forsøk. *Böttcher* (1967) fant ingen sikker sammenheng mellom N-mengder og råtning av løken på lagret, men derimot når det gjaldt grodde løk. Andre forsøksresultater viser derimot ingen sammenheng mellom løkens lagringsevne og tilførte N-mengder (*Duvekot*, 1964, *Kepka & Sypien*, 1971).

For å oppnå tilfredsstillende avling på denne jorda har det vært nødvendig å tilføre 5,5 kg P/daa. Sett i relasjon til jordanalysene ser det ut til at P-AL bør ligge fra 30—40. *Ausland* (1963) nevner at Lt-tall på 20—30 kan være for lavt i enkelte

tilfelle, mens Lt-tall på over 30 trenger jorda ingen spesiell preparering med fosfor. På ei jord i god fosfortilstand fant *Balvoll* (1970) at det passet med 6 kg P/daa.

På Kvithamar er det ikke blitt noen avlingsøkning ut over 6,15 kg K/daa. Dette må da sees i sammenheng med de store reserver av K som denne jorda inneholder. Denne K-mengde er sannsynlig en god del mindre enn det en kan regne med er opptatt av avlingen.

Balvoll (1968) oppgir at ei løkavling på 3000 kg/daa vil bortføre 9 kg K. I forsøket på Kvithamar må en derfor regne med at det etter minste K-gjødsling er opptatt endel av de K-reserver som finnes i jorda. Jordanalysene viser også en svak nedgang av K-AL etter minste tilførte K-mengde i løpet av perioden 1971—1975. Etter jordanalysene å dømme bør K-AL på denne jorda ligge på ca. 10 for å gi normal avling.

Stigende mengder kalkammonsalpeter har ført til en sterk signifikant

nedgang av pH i jorda like etter gjødsling. Det samme fant *Roll-Hansen* (1974 og 1976) i gjødslingsforsøk med gulrot på myr- og sandjord. Som årsak nevner han at ammonium i kalkammonsalpeteren blir omdannet til nitrat, og i humusrik jord vil dessuten endel av NH_4^+ bytte ut H^+ som er bundet til humuspartiklene.

Signifikant nedgang i pH ble også funnet etter stigende mengder superfosfat.

Både stigende mengder kalkammonsalpeter, superfosfat og kaliumsulfat har ført til lavere Mg-AL-verdier i jorda. De to førstnevnte gjødselslag har ført til større avling og følgelig større bortføring av magnesium. Etter stigende mengder kaliumsulfat ble det ingen meravling så forklaringen må være en annen. *Sor-teberg* (1965) forklarer dette slik at sulfatjoner som blir tilført med kaliumsaltene vaskes ut sammen med metalljoner først og fremst Ca^{++} og Mg^{++} .

VIII. Summary

During the period 1971—1976 one factorial fertilizer trials with three levels of nitrogen, phosphorus and potassium were performed with onion at the State Agricultural Experiment Station Kvithamar. The trial were performed in frames on a sandy loam rich in potassium. Within the period the results shows significant positively effect of rising levels of nitrogen on yield. Significant increase in yields due to phosphorus were achieved in four years. No significant effect on yield were found of increasing levels of potassium.

On soil of same conditions as the trial were carried out on, the following recommendation for fertilizing at onions are given pr. decare:

10,4 kg N = 40 kg Calcium ammonium nitrate, 26 % N.

5,5 kg P = 60 kg Superphosphate, 9 % P.

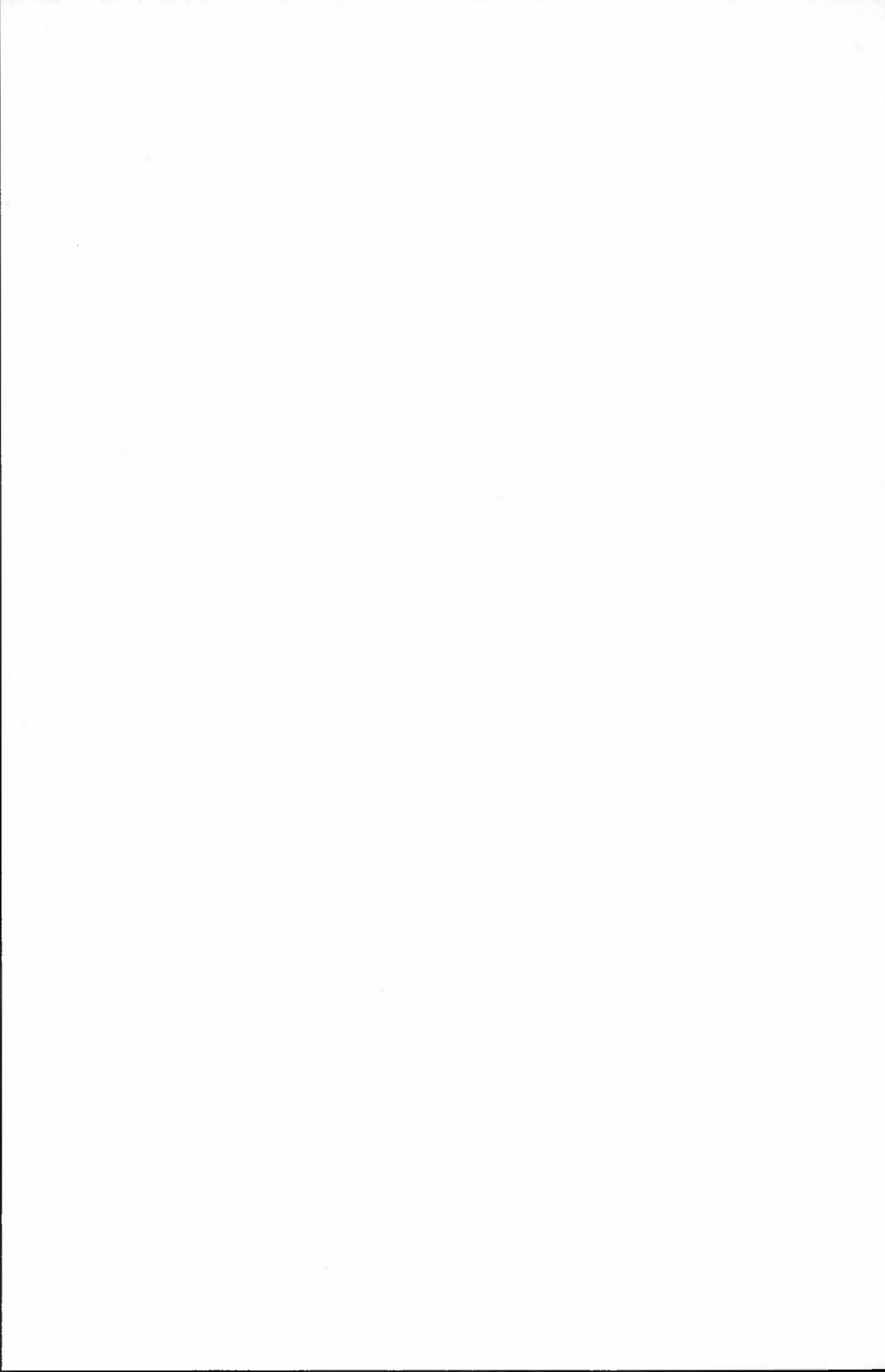
12,0 kg K = 30 kg Potassium sulphate, 41 % K.

In two of the three seasons the onion was stored, rising amount of nitrogen gave a significant negative effect on percentage Standard I after storage.

The soil analysis showed that nitrogen as Calcium ammonium nitrate and phosphorus as Superphosphate gave a lawering effect on pH. The same was registrated for K-AL after rising amounts of phosphorus. Mg-AL was influenced by both nitrogen, phosphorus and potassium.

IX. Litteratur

- Ausland, O.*, 1963: Jord og gjødsling til kepaløk. Gartneryrket, 53: 185—86, 191.
- Balvoll, G.*, 1968: Gjødslingsforsøk i kepaløk. Gartneryrket, 58: 397—98.
- Balvoll, G.*, 1968: Gjødsling til grønnsaker på friland. Håndbok i gjødsling. Bøndernes forlag, Oslo s. 187—203.
- Balvoll, G.*, 1970: Verknaden av superfosfat og kaliumgjødsel på avling og jord i fleirårige forsøk med grønnsaker. Forsk. fors. landbr. 21: 23—41.
- Böttcher, H.*, 1967: Einfluss der Stickstoff-, Kali- und Phosphorsäure-Düngung auf die Lagerfähigkeit von Speisezwibeln. Archiv für Gartenbau, 15: 6, 361—80.
- Dragland, S.*, 1975: Nitrogen- og vassbehov hos kepaløk. Forsk. fors. landbr. 26: 93—113.
- Duvekot, W. S.*, 1964: Nitrogen fertilizing and the tenability of onions. Annual Report 1964, IBVT, Wageningen, 21.
- Kepka, A. K. & M. A. Sypien*, 1971: The influence of some factors on the keeping quality of onions. Acta Horticulturae, 20: 65—71.
- Roll-Hansen, J.*, 1958: Gjødsling av løk på sandjord. Gartneryrket, 48: 162.
- Roll-Hansen, J.*, 1974: Gulrot i gjødslingsforsøk på myrjord. Forskn. fors. landbr. 25: 201—18.
- Roll-Hansen, J.*, 1976: Gulrot i gjødslingsforsøk på sandjord. Forsk. fors. landbr. 27: 55—71.
- Sorteberg, A.*, 1965: Forelesninger i gjødsellære. Universitetsforlaget, Oslo s. 59.



I redaksjonen 23.3. 1977.

HERBICIDFORSØK MOT FRØUGRAS I VÅRKORN 1972—1976

*Chemical weed control of annual weeds in spring cereals
1972—1976*

AV
TOR JOSTEIN FIVELAND

INNHold

	Side
I. Sammendrag	510
II. Innledning	511
III. Forsøksplaner	511
IV. Omtale av herbicidene	512
V. Resultater og diskusjon	512
1. Virkningen på ugraset	512
2. Virkningen på kornavling og kornkvalitet	514
3. Gullkrage	515
4. Tunrapp	516
5. Ugras-meravling	517
VI. Summary	517
VII. Litteratur	519

I. Sammendrag

I perioden 1972—1976 ble det ved Statens plantevern, Ugrasbiologisk avdeling utført 85 forsøk i vårkorn der det ble prøvd ulike herbicid og herbicidblandinger.

Følgende arter er i dag vanskelig å bekjempe med fenoksysyrer alene: stemorsblom, linbendel, tungras, jordrøyk, rødtvetann og tunbalderbrå. Til 2,4-DP eller til MCPA + 2,4-DP har en derfor tilsatt små mengder av nyere herbicider.

Ioxynil-trippel (MCPA + 2,4-DP + ioxynil) har vært med i de fleste forsøk som sammenligningspreparat. Den har god virkning mot mange frøugras, unntatt mot linbendel, jordrøyk og stemorsblom.

Cyanazin-trippel (MCPA + 2,4-DP + cyanazin) har et meget bredt virkeområde, og var god mot alle arter unntatt jordrøyk.

Bentazon-trippel (MCPA + 2,4-DP + bentazon) har totalt sett samme ugrasvirkning som ioxynil-trippel, men er noe svak mot då-arter, jordrøyk og rødtvetann. Derimot er den god mot linbendel.

Bromfenoxim-trippel (MCPA + 2,4-DP + bromfenoxim) hadde best ugrasvirkning totalt sett, men var noe svak mot linbendel.

Bromoxynil-trippel (MCPA + 2,4-DP + bromoxynil) var dårligere enn ioxyniltrippel mot då-arter, linbendel og rødtvetann.

Tetra-blandingen (MCPA + 2,4-DP + ioxynil + bromoxynil) hadde ingen fordeler framfor ioxynil-trippel.

2,4-DP + isomethiozin var god mot alle arter unntatt stemorsblom og tunbalderbrå. Virkningen var god mot jordrøyk.

Bromfenoxim + terbutylazin hadde et meget bredt virkeområde også in-

kludert jordrøyk, men ikke stemorsblom.

Terbutryn og *terbutryn + ioxynil* hadde god virkning mot en rekke arter, unntatt mot stemorsblom.

Linuron + ioxynil hadde god virkning mot de artene som forekom.

Methoprotryn hadde god virkning mot mange arter, men ikke mot stemorsblom.

Gullkrage:

Bromfenoxim i en mengde på 150 g/daa ga den beste og sikreste virkning under ulike værforhold. Også bentazon var effektiv, men den var noe svakere enn bromfenoxim. Ved å blande bromfenoxim eller bentazon med fenoksysyrer ble virkningen noe dårligere og spesielt ved ugunstige værforhold.

Tunrapp:

Terbutryn hadde noe variabel virkning mot tunrapp avhengig av fuktighetsforholdene i jorda ved behandling. Cyanazin 100 g/daa var signifikant bedre mot tunrapp enn terbutryn og denne mengden var selektiv i havre. Derimot resulterte 200 g cyanazin i skade. 2,4-DP + isomethiozin var signifikant bedre enn terbutryn mot tunrapp ved en dosering på 400 g/daa, men denne blandingen ga avlingsreduksjon både ved 250 og 400 g/daa.

Meravlingene var forholdsvis store, 10 % i gullkrageforsøkene og for terbutryn i tunrapp-forsøkene. Derimot var meravlingene mindre i de andre forsøkene. I 1973—1974 ga alle behandlingene signifikant større meravling enn usprøyta, men ikke i 1975—1976. Meravlingene var større i bygg enn i havre.

Ingen av behandlingene påvirket kvalitetsegenskapene til kornet.

Både i bygg og havre økte avlingen signifikant med økende ugrasmengde. Meravlingen var 3,3 % pr. 100 ugrasplanter i havre, mens den var mindre i bygg, 1,8 % pr. 100

ugrasplanter. Det var også en signifikant negativ sammenheng mellom prosent meravling og avlingsnivået på usprøyta ruter.

II. Innledning

Kornarealet utgjør ca. 35 % av fulldyrka areal og omkring 85 % av kornarealet blir sprøyta mot frøugras. Ugrasssprøytinga har i tidligere år gitt ca. 10 % meravling.

Ugrasfloraen er i dag mer allsidig enn for 25 år siden (*Five land*, 1975). Arter som linbendel, rødtvetann, stemorsblom og tunbalderbrå er nå mer vanlig enn tidligere. Fenoksyrener har ikke tilstrekkelig virkning mot disse artene og derfor ble det vanlig fra 1956 å blande MCPA og dinoseb (*Bylterud*, 1956). Denne blandingen hadde et meget bredt

virkeområde. P.g.a. giftigheten til dinoseb ble det arbeidet med å finne midler som kunne erstatte det. Dette lyktes og i 1967 ble ioxyniltrippel godkjent og i 1969 ble blandingen MCPA + linuron godkjent (*Bylterud*, 1969). Dette blandingspreparat hadde foruten god ugrasvirkning mye lagere akutt giftighet.

I de siste årene er det blitt prøvd en rekke nye tilsetninger til fenoksyrener og dessuten er det prøvd fenoksyfrie herbicider. Denne meldingen behandler forsøksresultatene i perioden 1972—1976.

III. Forsøksplaner

Preparater og mengder fremgår av tabellene.

Forsøkene ble utført som blokkforsøk med 2 til 3 gjentak. Anleggstrutene var på 30 m² (3,0 m x 10,0 m) og høsterutene normalt 1,8 m x 9,0 m.

I de forsøkene hvor sprøytetida ikke framgår av tabellhodet ble behandlingen utført på kornets 3-blad stadium. Det ble brukt en væskemengde tilsvarende 50 l/daa og behandlingen ble utført med rygg-sprøyte.

Ugrastellingen ble utført 3—4 uker etter siste sprøyting. På hvert ledd ble ugraset talt på 4 småruter à 0,25 m². Vassarve og tunrapp ble i de fleste forsøkene veid, de andre

ugrasartene ble talt. Arter av frøugras som forekom i et antall av minst 10 stk. pr. m² på usprøyta ble spesifisert, de øvrige ble slått sammen og inngår i «sum frøugras».

Forsøkene ble høstet til vanlig tid. Kornavlingen er korrigert til 15 % vanninnhold. Kornprøver fra ulike ledd ble analysert ved Statens frøkontroll, Ås-NLH. Råprotein i en del prøver fra noen av forsøkene ble analysert ved Statens plantevern, Ugrasbiologisk avdeling for råprotein etter Mikro-Kjeldahl-metoden.

LSD er utregnet på 5 %-nivået. Ikke signifikante utslag er angitt med NS. Når det ikke er utført statistisk analyse er dette angitt ved strek (—).

IV. Omtale av herbicidene

MCPA (2-metyl-4-klorfenoksy-eddiksyre).

2,4-DP (2,4-diklorfenoksy-propionisyre).

Begge er bladherbicer som blir transportert i plantene. De er selektive i grasarter. To-frøblada arter blir drept ved unormal vekst p.g.a. at åndingsprosessen, transportmekanismen og celledeling blir dødbringende påvirket.

Ioxynil (4-hydroxy-3,5-dijodbenzotrill).

Bromoxynil (4-hydroxy-3,5-dibrombenzotrill).

Begge preparatene er bladherbicer med kontaktvirkning. De blir blandet med fenoksytyrer for å gi bedre ugrasvirkning. De blir ikke transportert i plantene. Fotosyntesen og åndingsprosessene blir hemma.

Bentazon (3-isopropyl-1H-2,1,3-benzotriadin-4-(3H)-one-2,2-dioxyd) er et bladherbicid som ofte blir blandet med fenoksytyrer. Bentazon hemmer Hill-reaksjonen.

Bromfenoxim (3,5-dibrom-4-hydrokxy-benzaldoxim-0-(2,4-dinitrofenyl)-eter) er et bladherbicid med kontaktvirkning mot to-frøblada arter. Det blir enten brukt alene eller i blanding med andre herbicer.

Cyanazin (2-klor-4-(1-cyano-1-metyl-

etyl-amino-s-triazin) er et jord- og bladherbicid. Det hemmer fotosyntesen i plantene. Vannoppløseligheten er 160 ppm og preparatet kan bli noe transportert med sigevannet i jorda. Små mengder blir tilsatt fenoksytyrer for å bedre ugrasvirkningen.

Isomethiozin (6-tert-butyl-4-isobutyliden-amino-3-metyltio-1,2,4-triazin-5-on) er et kombinert jord- og bladherbicid. Vannløseligheten er liten, 12 ppm. Herbicidet hemmer fotosyntesen. Herbicidet blir blandet med 2,4-DP i kornåker.

Terbutylazin (2-klor-4-etyl-amino-6-tert-butyl-amino-s-triazin) kan bli tatt opp både gjennom bladverket og rot-systemet. Vannløseligheten er låg, 85

Terbutryn (2-etyl-amino-4-metyltio-6-4-butyl-amino-1,3,5-triazin) er også et kombinert jord- og bladherbicid. Vannløseligheten er 58 ppm.

Metoprotryn (2-klor-4-isopropyl-amino-6-(metoxy-propyl-amino)-1,3,5-triazin) er hovedsakelig et bladherbicid med stor vannoppløselighet, 320 ppm.

Linuron (N'-(3,4-diklorfenyl)-N-metoksy-N-metylurea) er kombinert jord- og bladherbicid med en vannløselighet på 75 ppm. Preparatet hemmer Hillreaksjonen.

V. Resultater og diskusjon

1. Virkningen på ugraset

Tabell 1, 2, 3, 4, 9 og 10 viser virkningen av herbicidene mot ugraset i de enkelte serier.

Ved den statistiske behandlingen av ugrasresultatene er ikke det

usprøyta leddet tatt med. Beregningene er utført på relative tall.

Frøgrasvirkning totalt:

Alle herbicidene reduserte ugrasbe-

standen kraftig. 2,4-DP alene ga imidlertid utifredsstillende virkning mot ugraset, minst 40 % overlevde. Ved tilsetningen av cyanazin eller bentazon ble ugrasvirkningen signifikant bedre.

Trippel-blandingene, 2,4-DP + MCPA og enten cyanazin eller bentazon, hadde ikke signifikant bedre virkning mot ugraset totalt sett enn 2,4-DP tilsatt cyanazin eller bentazon. Bromfenoxim-trippel hadde totalt sett en signifikant bedre ugrasvirkning enn bentazon-trippel når behandlingen ble utført på 3-bladstadiet. I en del forsøk ble behandlingen utført først på 4-5-bladstadiet. De fleste herbicidblandingene, unntatt de som inneholdt cyanazin ga dårligere virkning på 4-5-bladstadiet enn på 3-bladstadiet.

2,4-DP tilsatt isomethiozin hadde god ugrasvirkning og denne blandingen kan sidestilles med ioxynil-trippel.

Av de andre blandingene pekte bromfenoxim + terbutylazin seg ut som en interessant blanding. Ugrasvirkningen totalt sett var god. Ved å øke doseringen ble ugrasvirkningen bedre. Av andre fenoksyfrie herbicidblanding ga både linuron og terbutryn tilsatt ioxynil god ugrasvirkning. Terbutryn alene og methoprotryn hadde noe svakere virkning mot ugraset, men forskjellen var ikke signifikant.

Virkning mot enkelte arter:

Selv om de ulike herbicidblanding hadde stort sett samme virkning mot frøgraset totalt, var det stor forskjell i virkning mot enkelte arter. Fenoksyfrie alene har god virkning mot meldestokk og korsblomstraugras. Dessuten virker MCPA godt mot då-arter og 2,4-DP mot klengemaure og vassarve. En rekke andre arter som linbendel, stemorsblom, jordrøyk, rødtvetann, tunbaldbrå

og hønsegras er vanlig forekomme de ugrasarter i kornåker (Fiveland, 1975). Ulike tilsetninger som dinoseb, linuron og ioxynil har derfor blitt tatt i bruk for å utvide virkeområdet til fenoksyfrie (Vidme, 1960, Bylterud, 1969, Jakobsons, 1972, Skuterud, 1974). MCPA + dinoseb har et bredt virkeområde, men p.g.a. giftigheten har bruken gått tilbake. Ioxynil-trippel har for en stor del erstattet MCPA + dinoseb (Bylterud, 1972). Ioxynil-trippel har god virkning mot en rekke arter, men er svak mot linbendel, tungras, stemorsblom og jordrøyk.

Hel eller delvis erstatning av ioxynil med bromoxynil har ugrasmessig ikke hatt noen fordeler. Virkningen mot flere arter f. eks. linbendel, rødtvetann og vassarve ble dårligere når ioxynil ble erstattet med bromoxynil. Disse resultatene er i samsvar med svenske resultater (Gummesson og Svensson, 1971).

Cyanazin er både et jord- og bladherbicid, mens bentazon er et bladherbicid (Chapman et al., 1968, Behrendt, 1970). Ved å tilsette små mengder cyanazin eller bentazon til fenoksyfrie får disse blandingene et bredere virkeområde. Blandingene 2,4-DP + cyanazin eller 2,4-DP + bentazon var signifikant bedre enn 2,4-DP mot stemorsblom, då-arter, linbendel og rødtvetann og bedre mot meldestokk og gjetertaske.

Ved å tilsette MCPA til de ovennevnte blanding forbedres virkningen ytterligere og spesielt mot då-arter. Cyanazin-trippel har et noe bredere virkeområde enn bentazon-trippel og spesielt mot stemorsblom, då-arter og rødtvetann. Begge blandingene var svake mot jordrøyk. Disse resultatene er i meget god overensstemmelse med svenske erfaringer (Aamissepp, 1974). Sammenlignet med ioxynil-trippel var både cyanazin- og bentazon-trippelen best mot

linbendel, mens bentazon-trippel var dårligst mot meldestokk og då-arter.

Ved å tilsette bromfenoxim til 2,4-DP, ble det oppnådd en meget god virkning mot ugraset (*Skuterud, 1974*). Virkeområdet ble ytterligere utvidet ved tilsetning av MCPA. Bromfenoxim-trippel var virksom mot alle arter som forekom i forsøkene, unntatt mot linbendel, dette er ikke i samsvar med svenske resultater (*Aamissepp, 1974*).

Ved å tilsette små mengder terbutylazin til bromfenoxim oppnås en synergistisk virkning og god virkning mot en rekke ugrasarter (*Deaville, 1974*). Blandingen skal sprøytes ut til normal tid, 3—4-bladstadiet. I de norske forsøkene har ugrasvirkingen vært god mot meldestokk, linbendel, då-arter, pengeurt, hønsegras, rødtvetann, åkergråurt, tunbaldlerbrå og jordrøyk. Stemorsblom er sterk overfor bromfenoxim + terbutylazin, dette er i samsvar med svenske resultater (*Aamissepp, 1977*). Jordrøyk er sterk overfor de godkjente herbicidene i kornåker (*Skuterud, 1974*), men både i disse forsøkene og andre forsøk ved Statens plantevern (*Skuterud, 1977*) har bromfenoxim + terbutylazin vært god mot jordrøyk. Blandingen 2,4-DP + isomethiozin hadde også meget god virkning mot jordrøyk. I tyske forsøk har en også fått god virkning mot jordrøyk av denne blandingen

(*Hack, 1975*). 2,4-DP + isomethiozin hadde god virkning mot meldestokk, linbendel, då-arter, pengeurt, hønsegras, jordrøyk og åkergråurt. Virkingen var noe svakere mot stemorsblom, tunbaldlerbrå og rødtvetann.

I England anbefales blandingen linuron + ioxynil i kornåker (*Approved Products for Farmers and Growers, 1976*). Tilsetning av linuron til ioxynil forbedrer virkingen spesielt mot då-arter og gullkrage. Dette stemmer meget godt med våre forsøk der blandingen av linuron og ioxynil hadde meget god virkning mot då-arter. Virkingen var også meget god mot de andre artene som forekom i forsøkene, f. eks. stemorsblom, meldestokk, linbendel og rødtvetann.

Verken terbutryn alene, i blanding med ioxynil eller methoprotryn alene hadde god virkning mot stemorsblom. Derimot var virkingen god mot de andre artene. Når behandlingen blir utført på et tidlig stadium, på 3-bladstadiet til kornplantene, er det ikke nødvendig å bruke store mengder av et herbicid for å få god ugrasvirking. Dette ble demonstrert fullt ut i disse forsøkene da 30 g terbutryn kontrollerte mesteparten av ugraset unntatt stemorsblom. Under mer ugunstige værforhold eller sprøytetid må en regne med dårligere virkning.

2. Virkingen på kornavling og kornkvalitet

Tabell 5, 6, 7, 8, 9 og 10 viser utslagene på kornavling og kornkvalitet etter sprøyting med ulike herbicider.

I 1973—1974 ga alle behandlingene signifikant større meravling enn usprøyta. Ved riktig sprøytetid, 3-bladstadiet, ga 2,4-DP signifikant større meravling i bygg enn ioxynil-trippel. Mellom de ulike benzonitrilblandingene var det ingen signifikant forskjell mellom meravlingene.

I tidligere norske forsøk har vi ikke funnet signifikant avlingsøkning mellom 2,4-DP og ioxynil-trippel (*Skuterud, 1974*).

Også bentazon-trippel ga større byggavling enn både ioxynil- og cyanazin-trippel. I havre ble det utført 3 forsøk. Ingen av avlingsutslagene var signifikant forskjellig fra usprøyta.

I perioden 1975—1976 var ingen

av avlingsutslagene signifikant forskjellig fra usprøyta verken i bygg, havre eller kveite (tabell 7). Allikevel var det en tendens til at ioxynil-trippel reduserte avlingen av havre og kveite. Det var flere indikasjoner på at havre var svakere overfor flere av herbicidblandingene enn bygg. Danske forsøk har vist at ved stigende dosering av fenoksyssyrer + benzonitriler har havre gitt større avlingsreduksjon enn bygg. Om denne avlingsreduksjonen skyldes fenoksyssyrer eller benzonitrilene framgår ikke av materialet (*Juhl Petersen*, 1975). Ulike fenoksyssyrer har i potteforsøk vist ulik selektivitet overfor kornartene (*Skuterud*, 1976). Tørrstoffavlingen av blad ble signifikant redusert i kveite og havre av 2,4-DP og MCPP sammenlignet med MCPA. I bygg derimot var 2,4-DP likeså selektiv som MCPA, mens MCPP reduserte bladavlingen signifikant. Når fenoksyssyrene har ulik selektivitet, er det ikke usannsynlig at selektivtetsutslagene forsterkes i blanding med andre herbicider. Markforsøk i vårkveite har vist at MCPA alene og bromfenoxim + terbutylazin ga signifikant større meravling enn usprøyta. Ioxynil-trippel ga en liten avlingsreduksjon, mens 2,4-DP ikke påvirket avlingene (*Skuterud*, 1977).

Bromfenoxim + terbutylazin har gjennomgående gitt positive avlingsutslag i alle kornarter. Blandingen 2,4-DP + isomethiozin har derimot redusert avlingen av havre, mens det i bygg og kveite ble funnet avlingsøkninger. Cyanazin-trippel har gitt avlingsøkninger i bygg, mens det er en tendens til mindre avlingsøkninger i havre. Havreplantene ble mer

klorotiske enn byggplantene. Skaden gikk over i løpet av 8—10 dager. Også svenske forsøk har vist at cyanazin-trippel er mindre selektiv enn andre flersidige blandinger (*Aamissepp*, 1976).

Linuron + ioxynil resulterte i klorotiske planter, skaden gikk over i løpet av 10—14 dager. Tilsvarende skade ble funnet i England (*Approved Products for Farmers and Growers*, 1976). Avlingsøkningen av korn ble signifikant større enn på usprøyta.

Minste mengde terbutryn, 30 g/daa, ga også en signifikant avlingsøkning, men ikke den dobbelte mengden. Den resulterte også i klorotiske planter, på samme måte som terbutryn + ioxynil.

Methoprotryn skadet kornplantene, de ble klorotiske og skaden ble størst ved størst dosering. Minste mengde ga en liten meravling, mens avlingen ble redusert etter største mengde.

I en del forsøk ble kvalitetsegenskaper som 1 000 kornvekt, HI-vekt og spireprosenten undersøkt. Ingen av disse egenskapene ble påvirket av noen av blandingene. Også proteinprosenten (råprotein) ble undersøkt. Etter noen av behandlingene i bygg (f. eks. cyanazin og bromfenoxim-trippel) ble det funnet en økning på 0,4 %, men disse utslagene var ikke signifikante. I havre derimot, ble det funnet større utslag, opptil 1 %, men dette var gjennomsnitt for bare 2 forsøk. I tidligere forsøk fant *Skuterud* (1973) en signifikant økning av proteininnholdet i havre etter tilsetning av MCPA eller linuron til amitrol, men ikke etter amitrol alene.

3. Gullkrage

Gullkrage er et meget stort problem i Vestfold. Tidligere forsøk har vist at fenoksyssyrer + dinoseb eller ioxy-

nil ofte har gitt god virkning, men det har også forekommet at virkningen har vært dårlig (*Jakobsons*,

1972, *Skuterud*, 1974). De samme erfaringer har en ved praktiske sprøytinger.

Nyere herbicider som bromfenoxim og bentazon ble prøvd i forsøk i årene 1972—1974, enten alene eller i blanding med fenoksysyrer (tabell 9). Både i 1972 og 1973 ble det oppnådd god virkning mot gullkrage, derimot var virkningen langt dårligere i 1974. Bromfenoxim, 150 g/daa, har i alle år gitt best virkning. Ved å blande det med fenoksysyrer ble virkningen noe dårligere og mer variabel. Bentazon alene har også gitt god virkning mot gullkrage, men noe svakere virkning enn bromfenoxim. Dette er i samsvar med svenske resultater (*Aamisepp*, 1975). I blanding med 2,4-DP ble virkningen dårligere og langt mer variabel. 2,4-DP + dinoseb ga også i disse forsøkene god, men variabel virkning.

I 1974 var det tidlig våronn, kaldt og tørt utover i april og mai. Dette

førte til dårlig ugrasvirkning mot mange frøgras, og de spesielle værforholdene førte også til at virkningen mot gullkrage ble dårligere enn i de to foregående år.

Behandlingene resulterte i store meravlinger, men det var ingen signifikante utslag. 2,4-DP alene ga minst meravling, mens det ikke var stor forskjell mellom de andre behandlingene.

Disse meravlingene er prosentvis større enn de vi har fått ved bekjempelse av andre frøgras. Gullkrage er en ugrasart som konkurrerer sterkt med kornplantene. I engelske forsøk fant en at gullkrage var en av de artene som det svarte seg å bekjempe (*Scragg*, 1970). Også i svenske forsøk har de oppnådd store meravlinger, mellom 7 % og 17 % i gullkrageforsøkene, mot 0—5 % avlingsøkning i andre forsøk (*Aamisepp*, 1977).

4. Tunrapp

Tunrapp har i mange år vært et vanlig ugras i Rogaland, men det har også i de siste årene blitt mer vanlig på Toten og i visse deler av Hedmark. Terbutryn ble godkjent til bekjempelse av tunrapp i havreåker i 1969, men virkningen mot tunrapp har vært varierende p.g.a. ulik jordfuktighet ved behandling. I de siste to årene har en sammenlignet de mest aktuelle herbicidene og resultatene går fram av tabell 10.

Terbutryn ga varierende virkning mot tunrapp, og i de fleste forsøkene var virkningen signifikant dårligere enn etter cyanazin. Ved å øke mengden av cyanazin fra 100 til 200 g/daa ble virkningen signifikant bed-

re. Blandingen 2,4-DP + isomethiozin hadde god virkning i noen forsøk, virkningen ble bedre ved økende dosering. Mot de 2-frøblada frøgrasartene var 2,4-DP + isomethiozin best, men også terbutryn hadde god virkning.

Terbutryn var mest selektiv og ga størst avlingsauke. 100 g cyanazin var også selektiv, men resulterte i en mindre avlingsøkning enn terbutryn. Største mengde cyanazin ga i noen forsøk skade og avlingsreduksjon. 2,4-DP + isomethiozin ga ikke visuell skade, men behandlingene resulterte i en ubetydelig avlingsreduksjon.

5. Ugras-meravling

I perioden 1947—76 er korrelasjonen mellom % meravling (x) og antall frøugras eller avling på usprøyta ruter (y) utregnet (tabell 11). Prosent meravling er utregnet i gjennomsnitt for MCPA, MCPA + dinoseb, 2,4-DP og MCPA + 2,4-DP + ioxynil.

Både i bygg og havre ble avlingsøkningen større ved økende ugrasmengde. Meravlingen økte med 3,3 % pr. 100 ugrasplanter i havre, mens den var mindre i bygg, 1,8 % pr. 100 ugrasplanter. Det ga en prosentvis avlingsøkning på 7,3 % i havre og 3,3 % i bygg ved en ugrasbestand på henholdsvis 221 og 182 planter pr. m².

Det var også en signifikant negativ sammenheng mellom prosent meravling og avlingsnivået på usprøyta ruter (tabell 11). Det er meget naturlig at ugrassprøytingen resulterte i mindre meravling ettersom kulturplantene er i bedre stand til å konkurrere med ugraset.

I bygg var det en tendens til en negativ sammenheng mellom avlingene på usprøyta ruter og antall frøugras. Korrelasjonskoeffisienten var 0,1554 mens den måtte minst ha vært 0,159 for å ha vært signifikant på 5 %-nivået.

Tidligere forsøk har vist at av-

lingsøkningen etter ugrassprøyting var avhengig av ugrasmengden (*Vidme*, 1959, *Jakobsons*, 1972), noe som går fram av tabellene 12 og 13.

Det er en tydelig tendens til at meravlingen har blitt mindre de siste 8—10 årene, både der det er mye og lite ugras. En del av årsaken ligger i at avlingsnivået på usprøyta er høyere i dag enn for 20 år siden.

En engelsk undersøkelse i 1965 og 1966 konkluderer med at frøugrasbekjempelse sjelden førte til avlingsøkning. Fordelene med ugrasbekjempelse var at åkeren tørket lettere opp og derved lettet innhøstingen (*Hughes*, 1966). Også i Sverige har en de siste årene funnet små avlingsøkninger i vårkorn, mellom 0 og 5 % (*Aamissepp*, 1977). En skotsk undersøkelse konkluderte med at avlingsøkningene ikke var korrelerte med antall frøugras, men viste en stor korrelasjon med bestemte ugrasarter (*Scragg*, 1970). I forsøk med avlingsøkning var åkerkål, åkerreddik, krokhal og gullkrage dominerende arter. Også dansken *Laurson* (1971) konkluderte med at det ikke var antall ugrasplanter som var avgjørende for ugrasets konkurransevne, men artssammensetningen.

VI. Summary

In the period 1972—1976 eightyfive experiments in spring cereals were carried out by Norwegian Plant Protection Institute, Dept. of herbology.

Annual weeds as *Viola* spp., *Spergula arvensis*, *Fumaria officinalis*, *Polygonum aviculare*, *Lamium purpureum* and *Matricaria matricaroides* are moderately susceptible to phenoxyacetic- and phenoxypropionic acids. Contact herbicides as dinoseb or ioxynil-salt have therefore been

added to MCPA or MCPA + dichlorprop in order to broaden the spectrum of weed control.

Ioxynil-trippel (MCPA + dichlorprop + ioxynil) has been used in most experiments as the standard treatment. It controls a lot of annual weeds, except *Spergula arvensis*, *Fumaria officinalis* and *Viola* spp.

Cyanazin-trippel (MCPA + dichlorprop + cyanazin) gave a broad

spectrum of weed control, but *Fumaria officinalis* was moderately resistant.

Bentazon-trippel (MCPA + dichlorprop + bentazon) gave totally equal weed control as ioxynil-trippel, but did not control *Galeopsis* spp., *Fumaria officinalis*, and *Lamium purpureum*.

Bromfenoxim-trippel (MCPA + dichlorprop + bromphenoxim) had totally the best weed effect. It did not control *Spergula arvensis*.

Bromoxynil-trippel (MCPA + dichlorprop + bromoxynil) was insufficient in the control of *Galeopsis* spp., *Spergula arvensis* and *Lamium purpureum* compared to ioxynil-trippel.

The *tetra-mixture* of bromoxynil + ioxynil + MCPA + dichlorprop had no advantage in the control of any species compared to ioxynil-trippel.

Dichlorprop + isomethiozin had a sufficient control of common species of annual weeds also including *Fumaria officinalis* but *Viola* spp. and *Matricaria matricarioides* were resistant.

Bromphenoxim + terbutylazin controlled common weeds in cereals including *Fumaria officinalis* but not *Viola* spp.

Methoprotryn, terbutryn and terbutryn + ioxynil were effective in eradication of several annual weed species except *Viola* spp.

Linuron + ioxynil controlled all species which were present in the experiments including *Viola* spp.

Chrysanthemum segetum: Bromphenoxim at a rate of 1.5 kg a.i./ha controlled *Chrysanthemum segetum* even under adverse weather conditions. Bentazon was also effective, but under adverse weather condition the effect was not so reliable as for bromphenoxim. *Chrysanthemum segetum* was susceptible to the mixture of dichlorprop and bromphenoxim or bentazon, but not to the same extent as for bromphenoxim and bentazon alone.

Poa annua: Terbutryn gave a variable control of *Poa annua* depending on the soil moisture. The yield increase was highest after a terbutryn application. *Poa annua* was susceptible to cyanazin at a rate of 1.0 kg a.i./ha. Cyanazin was selective at a rate of 1.0 but not at 2.0 kg a.i./ha. Dichlorprop + isomethiozin at a rate of 4.0 kg a.i./ha was significant better than terbutryn, but not at a rate of 2.5 kg a.i./ha. The yield was decreased compared to untreated at both rates.

The yield increase was large, 10 % in the experiments with *Chrysanthemum segetum*. In the other experiments, the yield increase was variable and in average between 2 % and 3 %. The yield increase was higher in barley than in oats.

None of the treatments had any effect on the quality of the cereals.

VII. Litteratur

- Aamissepp, A.*, 1974: Bekämpning av örtogräs i stråsäd. Ogräs och ogräsbekämpning, 15 : e svenska ogräskonferensen, Uppsala.
- Aamissepp, A.*, 1975: Bekämpning av gullkrage i vårsäd. Ogräs och ogräsbekämpning, 16 : e svenska ogräskonferensen. Uppsala.
- Aamissepp, A.*, 1976: Bekämpning av ogräs i stråsäd utan insädd. Ogräs och ogräsbekämpning, 17 : e svenska ogräskonferensen, Uppsala.
- Aamissepp, A.*, 1977: Bekämpning av ogräs i stråsäd utan insädd. Ogräs och ogräsbekämpning, 18 : e svenska ogräskonferensen, Uppsala.
- Approved Products for Farmers and Growers*, 1976: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. London.
- Behrendt, S.*, 1970: Results obtained from use of 3-isopropyl-2,1,3-benzothiadiazinon-4-2,2 dioxide in cereals. Proc. 10th Br. Weed Control Conf.: 38—43.
- Bylterud, A.*, 1956: Plantevernet i kornåkeren. Norsk landbr. (13): 296—298.
- Bylterud, A.*, 1969: Linuron mot ugras i kornåker. Jord og avling, 12 (1): 28—29.
- Bylterud, A.*, 1972: Mot mindre farefull ugrassprøyting i kornåker. Norsk Landbr. (9): 10—11.
- Chapman, T., D. Jordan, D. H. Payne, W. J. Hughes and R. H. Schieferstein*, 1968: WL 19, 805 — A new triazine herbicide. Proc. 9th Br. Weed Control Conf.: 1018—1025.
- Deaville, D. P.*, 1974: Bromfenoxim terbutylazine — A new contact herbicide combination for broad-leaved weed control in spring cereals. Proc. 12th Br. Weed Control Conf.: 143—147.
- Fiveland, T. J.*, 1975: Forekomsten av de viktigste frøugras i åkerjorda i Norge. Meld. NLH 54 (18): 24 pp.
- Gummesson, G. og A. Svensson*, 1971: Benzoesyror og benzonitriler mot ogräs i stråsäd. Lantbrukshögskolans meddelanden, Serie. A. nr. 159.
- Hack, H.*, 1975: Möglichkeiten der Anwendung von Tantzion sowie Mischungen mit 2,4-DP zur Ungras- und Unkrautbekämpfung im Getreidebau. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 28 (2): 241—255.
- Hughes, R. G.*, 1966: Project N.A.E. 30 «The efficiency of weed control in cereals on commercial farms». Proc. 8th Br. Weed Control Conf.: 200—203.
- Jakobsons, P.*, 1972: Forsøk med kjemiske midler mot ugras i kornåker, 1954—67. Forsk. Fors. Landbr. 23: 323—387.
- Juhl Petersen, E.*, 1975: Stigende doseringer af kombinerede ukrudtsmidler i bygg og havre. Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. 1196. Meddelelse.
- Laursen, T.*, 1971: Studies of weed competition in barley. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Danmark. Avskrift 1971.: 201—220.
- Scragg, E. B.*, 1970: Yield response to spraying for weed control in barley. Proc. 10th Br. Weed Control Conf.: 30—33.
- Skuterud, R.*, 1973: Kvekebekjemping ved korndyrking. II. Amitrolsprøyting i havreåkes. Forskn. Fors. Landbr. 24: 401—425.
- Skuterud, R.*, 1974: Herbicid i kornåker 1968—1972. Forskn. Fors. Landbr. 25 (6): 443—462.
- Skuterud, R.*, 1976: Noen kornsorters toleranse overfor fenoksyryrer. Meld. NLH 55 (1). 17 pp.
- Skuterud, R.*, 1977: Herbicid i vårhvete. Synspunkter omkring ugrasforsøkene 1976: 15—18. Statens plantevern, Ugrasbiologisk avdeling. Stensiltrykk nr. 32.
- Vidme, T.*, 1959: Forsøk med kjemiske midler mot ugras i kornåker, 1948—1956. Forskn. Fors. Landbr. 19: 127—157.
- Vidme, T.*, 1960: Resultater av nordiske fellesplaner for bekjempelse av ugras i kornåker. Nordisk Jordbruksforskning. Supplement I: 130—131.

Tabell 2. Overlevende frøgras etter ulike herbicider utsprøyt på kornplantenes 4—5-bladstadium, 1973—1974.
Weed control (%) by application at the 4—5 leaf stage of development, 1973—1974.

Behandling Treatment	Usprøytet Untreated	Relative tall Relative figures								LSD 5%	Antall forsøk No. of exp.	
		2,4-DP + cyanazin	2,4-DP + bentazon	2,4-DP + MCPA + cyanazin	2,4-DP + MCPA + bentazon	2,4-DP + MCPA + bromfenoxim	2,4-DP + MCPA + ioxynil	2,4-DP + MCPA + bromoxynil	2,4-DP + MCPA + ioxynil + bromoxynil			
g v.s./daa gram a. i/1000 m ²		200	200 + 25	200 + 50	100 + 25	100 + 50	100 + 50	100 + 25	100 + 27	105 + 45 + 20 + 13		
Sum frøgras Total no. of annual weeds	347	44	12	28	13	21	20	24	32	30	12	10
Stemorsblom <i>Viola</i> spp.	58	50	19	38	29	53	31	31	57	45	NS	6
Meldestokk <i>Chenopodium album</i>	305	10	10	15	8	7	3	13	7	12	NS	5
Linbendel <i>Spergula arvensis</i>	139	1	10	2	5	26	29	60	56	73	26	3
Då-arter <i>Galeopsis</i> spp.	37	39	12	43	15	10	27	18	12	33	NS	3
Gjetertaske <i>Capsella bursa-pastoris</i>	32	0	4	0	0	1	0	1	0	0	NS	3
Vassarve <i>Stellaria media</i>	114	0	0	0	1	2	2	3	7	0	NS	7

Tabell 3. Overlevende frøgras etter ulike herbicider, 1975—1976.
Weed control (%), 1975—1976.

Behandling <i>Treatment</i>	Usprøyta <i>Untreated</i>	2,4-DP + MCPA +				2,4-DP + MCPA +		2,4-DP + MCPA +		2,4-DP + MCPA +		bromfenoxim +		LSD %	Antl. forsøk <i>No. of exp.</i>
		ioxynil	cyanzazin	benazon	terbutylazin	isomethiozin	terbutylazin	terbutylazin	terbutylazin	terbutylazin	terbutylazin	terbutylazin	terbutylazin		
g v.s./daa gram a.i./1000 m ²		Relative tall <i>Relative figures</i>													
Sum frøgras <i>Total number of annual weeds</i>		plants/m ²													
Meldestokk	373	10	9	11	7	8	4	5	26						
<i>Chenopodium album</i>	330	1	4	14	8	1	1	1	17						
Linbendel	71	30	3	2	4	12	0	16	11						
<i>Spergula arvensis</i>	120	19	13	15	10	25	15	8	8						
<i>Viola</i> spp.	32	5	5	15	1	0	1	0	8						
Då-arter	23	3	7	4	1	2	0	1	8						
<i>Galeopsis</i> spp.	86	12	8	9	4	2	8	6	5						
Pengeurt	58	6	12	1	27	10	3	5	5						
<i>Thlaspi arvense</i>	20	52	66	20	3	1	2	5	5						
Høsegres	47	10	4	31	9	7	7	4	4						
<i>Polygonum persicaria</i>	35	0	2	0	0	0	0	3	3						
Tunbalderbå	31	8	52	32	97	42	6	1	3						
<i>Matricaria matricarioides</i>	22	0	0	0	0	0	0	0	3						
Jordrøyk	20	6	12	1	27	10	3	5	5						
<i>Fumaria officinalis</i>	47	10	4	31	9	7	7	4	4						
Rødtvetann	35	0	2	0	0	0	0	3	3						
<i>Lamium purpureum</i>	31	8	52	32	97	42	6	1	3						
Akergråurt	22	0	0	0	0	0	0	0	3						
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	20	6	12	1	27	10	3	5	5						
Tungras	31	8	52	32	97	42	6	1	3						
<i>Polygonum aviculare</i>	22	0	0	0	0	0	0	0	3						
Akersennep	20	6	12	1	27	10	3	5	5						
<i>Sinapis arvensis</i>	20	6	12	1	27	10	3	5	5						
Vassarve	20	6	12	1	27	10	3	5	5						
<i>Stellaria media</i>	20	6	12	1	27	10	3	5	5						

Tabell 4. Overlevende frøgras etter alternativer til fenoksyryrer, 1975—1976.
Weed control (%), 1975—1976.

Behandling Treatment	g v.s./daa gram a.i./1000 m ²	Usprøyta Untreated	Relative tall Relative figures						LSD 5 %	Antall forsøk No. of exp.			
			2,4-DP + MCPA + ioxynil	linuron + ioxynil salt	linuron + ioxynil ester	terbutryn	terbutryn + ioxynil	methoprotryn			promfenoxim + terbutylazin		
Sum frøgras Total no. of annual weeds		181	13	9	10	20	25	11	18	16	18	NS	15
Stemorsblom Viola spp.	»	39	22	9	6	31	18	25	36	19	34	NS	9
Meldestokk Chenopodium album	»	211	0	0	0	3	14	0	2	0	0	NS	6
Linbendel Spergula arvensis	»	35	34	1	5	2	0	1	3	0	18	11	4
Rødtvetann Lamium purpureum	»	36	1	0	0	3	0	1	0	0	0	NS	3
Då-arter Galeopsis spp.	»	26	10	5	3	10	133	9	1	63	7	NS	3

Tabell 5. Kornavling og kornkvalitet etter ulike herbicider utsprøytet på kornplantenes 3-bladstadium, 1973—74.
The effect of some herbicides on the yield and quality of cereals by application at the 3-leaf stage of development, 1973—1974.

Behandling Treatment	Usprøytet Untreated	2,4-DP	2,4-DP + cyanazin	2,4-DP + bentazon	2,4-DP + MCPA + cyanazin	2,4-DP + MCPA + bentazon	2,4-DP + MCPA + bromfenoxim	2,4-DP + MCPA + ioxynil	2,4-DP + MCPA + bromoxynil	2,4-DP + MCPA + ioxynil + bromoxynil	LSD 5 %	Antall forsøk No. of exp.
BYGG, BARLEY												
Avling, kg/daa												
Yield, kg/1000 m ²	468	+34	+27	+22	+22	+40	+34	+17	+31	+24	15	17
1000 kornvekt, g												
Weight of 1000 seeds, g	42	43	42	43	43	43	43	43	43	42	NS	7
HL-vekt, kg												
Weight per hectolitre, kg	70,0	69,9	68,8	70,1	69,7	70,0	70,2	70,2	70,0	69,6	NS	7
Spire %												
Germination %	94	94	92	94	93	95	92	93	93	94	NS	6
Protein %												
Protein %	12,6	12,7	12,8	12,7	13,0	12,9	13,0	12,8	12,8	12,6	NS	17
HAVRE, OATS												
Avling, kg/daa												
Yield, kg/1000 m ²	674	±0	+4	-7	-15	+8	-7	-11	+1	-14	NS	3
1000 kornvekt, g												
Weight of 1000 seeds, g	31	32	32	30	32	31	31	31	32	32	—	1
HL-vekt, kg												
Weight per hectolitre, kg	60,1	60,3	60,9	59,7	60,0	60,0	59,8	59,2	59,3	60,2	—	1
Spire %												
Germination %	93	91	95	94	95	94	93	93	92	94	—	1
Protein %												
Protein %	12,1	12,2	13,0	12,7	12,4	13,1	12,9	12,3	12,9	13,3	—	2

Tabell 6. Kornavling og kornkvalitet etter ulike herbicider utsprøyt på kornplantenes 4—5-bladstadium, 1973—74.
The effect of some herbicides on the yield and quality of cereals by application at the 4—5 leaf stage of development, 1973—1974.

Behandling Treatment	Usprøytet Untreated	2,4-DP	2,4-DP + cyanazin	2,4-DP + bentazon	2,4-DP + MCPA + cyanazin	2,4-DP + MCPA + bentazon	2,4-DP + MCPA + bromfenoxim	2,4-DP + MCPA + ioxynil	2,4-DP + MCPA + bromoxynil	2,4-DP + MCPA + ioxynil + bromoxynil	LSD 5 %	Antall forsøk No. of exp.
g v.s./daa		200	200	200	100	100	100	100	100	105		
gram a./1000 m ²		200	200 + 25	200 + 50	100 + 50 + 25	100 + 50 + 50	100 + 50 + 50	100 + 50 + 27	100 + 50 + 27	105 + 45 + 20 + 13		
BYGG, BARLEY												
Avling, kg/daa		441	441 + 28	441 + 38	441 + 53	441 + 52	441 + 46	441 + 38	441 + 28	441 + 39		6
Yield, kg/1000 m ²		441	441 + 28	441 + 38	441 + 53	441 + 52	441 + 46	441 + 38	441 + 28	441 + 39		6
KVEITE, WHEAT												
Avling, kg/daa		725	725 - 58	725 + 22	725 - 142	725 - 67	725 - 55	725 - 92	725 - 25	725 - 89		2
Yield, kg/1000 m ²		725	725 - 58	725 + 22	725 - 142	725 - 67	725 - 55	725 - 92	725 - 25	725 - 89		2
1000 kornvekt, g		41	41	41	41	41	41	41	41	41		2
Weight of 1000 seeds, g		41	41	41	41	41	41	41	41	41		2
HI-vekt, kg		80,8	81,3	80,7	80,6	82,1	81,6	80,9	81,4	81,7		2
Weight per hectolitre, kg		80,8	81,3	80,7	80,6	82,1	81,6	80,9	81,4	81,7		2
Spire %		69	70	69	72	68	64	66	66	63		2
Germination %		69	70	69	72	68	64	66	66	63		2
Protein %		14,9	15,5	14,2	16,0	14,8	15,6	16,1	14,9	15,0		2
Protein %		14,9	15,5	14,2	16,0	14,8	15,6	16,1	14,9	15,0		2

Tabell 8. Kornavling og kornkvalitet etter ulike alternativer til fenoksytyrer 1975—1976.
The effect of non-hormone herbicides on the yield and quality of cereals 1975—1976.

Behandling <i>Treatment</i>	Usprøyta <i>Untreated</i>	2,4-DP + MCPA + ioxnyll	linuron + ioxnyll salt		linuron + ioxnyll ester		terbutryn		terbutryn + ioxnyll		methoprotryn		promfenoxim + terbutylazin		LSD 5 %	Antall forsøk <i>No. of exp.</i>
			25 +30	25 +20	30 +30	60	30 +30	125	250	75						
g v.s./daa.		177	25 +30	25 +20	30 +30	60	30 +30	125	250	75						
gram a./1000 m ²																
HAVRE, OATS																
Avling, kg/daa.																
Yield, kg/1000 m ²	426	+22	+20	+21	+22	+5	+15	+12	-3	+38	21	5				
KVEITE, WHEAT																
Avling, kg/daa.																
Yield, kg/1000 m ²	416	+8	+10	+11	+25	-13	+2	-12	-28	-5	NS	3				
1000 kornvekt, g																
Weight of 1000 seeds, g	44	39	40	40	40	39	40	40	39	39	—	2				
HI-vekt, kg																
Weight per hectolitre, kg	80,6	79,0	79,9	80,6	80,0	79,4	80,4	80,0	79,8	80,1	—	2				
Spire %																
Germination %	67	66	64	72	68	69	76	66	68	73	—	2				

Tabell 10. Overlevende tunrapp, frøgras og avlingsutslag, 1975—76.
Weed control (%) and yield increase, 1975—76.

Behandlingsstid Time of application	2—4 dager etter såing 2—4 days after seeding		Tunrapp 1—3 blader, seinest kornpl. 3 blad <i>Poa annua</i> 1—3 leaves		Antall forsøk No. of exp.	LSD 5 %
	terbu- tryn	cyanazin	2,4-DP + isomethiozin	Usprøyta		
Herbicide						
g v.s./daa gram a.i./1000 m ²	300	100	208 + 42	333 + 67		
	Relative tall Relative figures					
Tunrapp						
<i>Poa annua</i> g/m ²	59	30	44	31	4	26
<i>Poa annua</i> pl/m ²	16	35	41	19	2	—
Vassarve						
<i>Stellaria media</i> g/m ²	5	3	1	0	2	—
Sum frøgras ¹⁾	19	30	13	1	6	21
Total number of annual weeds ¹⁾ /m ²						
Linbende						
<i>Spergula arvensis</i> pl/m ²	7	15	0	0	3	—
Stemorsblom						
<i>Viola</i> spp. pl/m ²	26	48	13	1	3	—
HAVRE, OATS		Absolutte tall				
Kg/daa						
Kg/1000 m ²	+47	+20	+5	-2	4	71
Hl-vekt, kg						
Weight per hectolitre, kg	55,9	55,2	56,1	55,3	3	—
1000 korn vekt, g						
Weight of 1000 seeds, gram	30	30	31	31	3	—
Normale spirer						
Normal seedlings	93	86	82	81	2	—

¹⁾ Tunrapp og vassarve ikke inkludert.
Poa annua and *Stellaria media* not included.

Tabell 11. Regresjonsligninger mellom % meravling og antall frøgras eller avling på usprøyta ruter i bygg og havre.
Regression equations between percent yield increase and number of weeds/m² or yield on untreated plots in spring barley and oats.

	Korrelasjons koeffisient	Regresjonsligning
BYGG BARLEY		
% meravling (X) — antall frøgras/m ² (Y)		
% yield increase (X) — no. of annual weeds/m ² (Y)	0,202 *	X = 106,079 + 0,0181 Y
% meravling (X) — avling på usprøyta (Y)		
% yield increase (X) — yield on untreated plots (Y)	— 0,405 **	X = 128,132 — 0,0556 Y
Avling på usprøyta (X) — antall frøgras/m ² (Y)	— 0,1554	
Yield on untreated plots (X) — no. of annual weeds/m ² (Y)	NS	
	0,159	X = 355,008 — 0,1014 Y
HAVRE OATS		
% meravling (X) — antall frøgras/m ² (Y)		
% yield increase (X) — no. of annual weeds/m ² (Y)	0,351 **	X = 106,552 + 0,033 Y
% meravling (X) — avling på usprøyta (Y)		
% yield increase (X) — yield on untreated plots (Y)	— 0,507 **	X = 136,088 — 0,0616 Y
Avling på usprøyta (X) — antall frøgras/m ² (Y)	0,062	X = 350,141 + 0,0480 Y
Yield on untreated plots (X) — no. of annual weeds/m ² (Y)	NS	

* : p = 5 %, ** : p = 1 % NS: Ikke signifikant/not significant

Tabell 12. Avlingsøkning etter frøgrassprøyting i vårkorn ved ulike ugrasbestand.
Yield increase after annual weed control by herbicides in spring cereals at two densities of annual weeds.

År Year	Ugras- mengde Weed density	Antall forsøk No. of exp.	Frøgras pr. m ² Annual weeds/m ²	Ubeh. kg/daa Untreated kg/1000 m ²	MCPA	Ioxynil- trippel	2,4-DP
					% avl.økning Percent yield increase		
1948—50 ¹⁾	Mest	20	322	289	18		
	Most						
	Minst						
1951—53 ¹⁾	Least	20	89	289	4		
	Mest						
	Most						
1956—59 ¹⁾	Minst	13	105	317	6		
	Least						
	Mest						
1961—64 ²⁾	Most	8	140	250	9		
	Minst						
	Least						
1966—67 ²⁾	Mest	9	42	241	6		
	Most						
	Minst						
1967—70	Least	12	226	303	17		
	Mest						
	Most						
1971—72	Minst	13	61	293	—5		
	Least						
	Mest						
1973—75	Most	10	351	239	17		
	Minst						
	Least						
1948—72	Least	11	103	263	8		
	Mest						
	Most						
1967—70	Most	17	375	303	10	15(12)	16
	Minst						
	Least						
1971—72	Least	11	108	378	5	7(11)	1
	Mest						
	Most						
1973—75	Most	7	488	354	7		8
	Minst						
	Least						
1948—72	Least	5	63	400	2		0
	Mest						
	Most						
1973—75	Most	21	366	441		6	0
	Minst						
	Least						
1948—72	Least	20	77	468		0	4
	Mest						
	Most						
1948—72	Most	87	347	280	14		
	Minst						
	Least						
1948—72	Least	82	85	304	3,6		
	Mest						
	Most						

¹⁾ Etter Vidme (1951)

²⁾ Etter Jakobsons (1972)

Tall i parentes angir antall forsøk.

Figures in paranthesis means number of trials.

Tabell 13. Prosent avlingsøkning etter frøgrassprøyting i bygg og havre.
*Percent yield increase after annual weed control by herbicides
in spring barley and oat.*

Ar Years	Antall forsøk No. of exp.	Ugras- pl./m ² Annual weeds/m ²	Usprøyta kg/daa Untreated kg/daa	% avlingsøkning Percent yield increase			
				H ₂ SO ₄	MCPA	2,4-DP	ioxynil- trippel
1916—23	265	165	199	23			
1948—50	40	206	284		9		
1951—53	29	377	276		7		
1954—55	10		258		8		
1961—64	15		313		12		
1967—72	50	267	377		7	10	10
1973—74	24	219	461			8	5
1975	19	461	396				2,6

I redaksjonen 25.3.1977.

**NITROGEN, KALIUM, MAGNESIUM OG SVOVEL
TIL ENG PÅ SØR-ØSTLANDET
I. AVLINGER OG JORDANALYSER**

*Nitrogen, potassium, magnesium and sulphur fertilization
of forage in South-eastern Norway
I. Dry matter yield and soil analysis*

AV
RAGNAR BÆRUG

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	534
II. Innledning	535
III. Opplysninger om forsøksprogrammet	535
A. Forsøksplan og metodikk	535
B. Fysiske og kjemiske analyser av jorda ved anlegg av feltene	536
C. Været	537
IV. Avlingsresultater	538
A. Nitrogen	538
B. Kalium	540
C. Magnesium	541
D. Svovel	542
E. Samspillvirkninger	542
V. Tørrstoffprosent i avlingen	543
VI. Botanisk sammensetning	543
VII. Endringer i kalium- og magnesiuminnhold i jorda i løpet av forsøksperioden	544
VIII. Summary	546
IX. Headings of tables	547
X. Litteratur	548

I. Sammendrag

En markforsøksserie med nitrogen, kalium og enten magnesium eller svovel ble gjennomført på Sør-Østlandet 1968—75. Etter planen skulle feltene anlegges i første års eng og høstes tre ganger årlig på silostadiet over en treårsperiode. Det ble anlagt 24 felter, hvorav 21 ble høstet i alle engår. Fullstendige høsteresultater, tre år à 3 høstinger, foreligger for 18 felter.

Forsøksserien ble anlagt etter en faktoriell plan. Mengder og fordeling av gjødsel framgår av tabell 1. Resultater av fysiske og kjemiske jordanalyser ved anlegg av feltene er summert i tabellene 2—4, mens jordanalysene ved avslutningen er samlet i tabellene 16—18. Flere jordtyper er representert, men leirjord var mest vanlig, og ifølge analysene hadde et betydelig antall felter store kaliumreserver.

Grasartene timotei og engsvingel har dominert på de fleste feltene, mens hundegras var hovedart på noen få steder. Kløverinnholdet var i de fleste tilfelle under 10—20 prosent, og i andre og tredje engår var det mange eksempler på praktisk talt kløvfri bestand (tabell 15). Resultatene må vurderes mot denne bakgrunn.

Ved første høsting var det meravlinger på 8—9 kg tørrstoff pr. kg nitrogen når nitrogenmengden ble økt fra 5 til 10 kg pr. dekar. Videre økning til 15 kg nitrogen førte på de fleste feltene, og i middel for serien, bare til små og usikre meravlinger (tabellene 5—8). Ved andre og tredje høsting var det meravlinger på 10—14 kg tørrstoff pr. kg nitrogen som følge av økning i nitrogenmengden fra 3,5 til 7 kg, men bare halvparten så store utslag for økning fra

7 til 10,5 kg nitrogen. På enkelte felter som ble høstet svært seint om høsten (oktober), var det neste vår betydelig uttynning av plantedekket, og da mest ved sterkeste nitrogen-gjødsling.

Utslagene for kaliumgjødning er vist i tabellene 9—12. Det var på de fleste feltene små eller ingen meravlinger for kaliumgjødning i første engår, men sterkt økende utslag ut over i engperioden. I middel for serien stoppet meravlingen opp ved 7,5 kg kalium pr. dekar i andre engåret og ved 15 kg kalium i tredje engår. Ikke i noe tilfelle var det signifikant meravling for tilførsel av kalium ut over 15 kg årlig.

Det var, vurdert etter klasseinndeling, bra samsvar mellom utslag for kaliumgjødning og jordanalysetall, særlig for K-AL. Analysetallene for K-AL sank til dels sterkt i løpet av de tre engårene, når årlig kaliumtilførsel ikke var større enn 15 kg. Nedgangen var større ved god enn ved dårlig kaliumtilstand, og større ved sterk enn ved svak nitrogen-gjødsling (tabell 16). Endringene i syreløselig kalium ($K-HNO_3$) var relativt sett mindre, og ikke så regelmessige (tabell 17).

Det var svært små, og på 40 av 45 årsefelter, usikre utslag for gjødning med 5 kg magnesium i kieseritt. I følge Mg-AL tallene var ingen av feltene fattige på magnesium (tabell 4). Uten magnesiumgjødning sank Mg-AL-tallene 1—2 enheter (tabell 18).

I middel for serien var det tilnærmet samme avling ved tilførsel av 1 og 5 kg svovel. Ved noen få enkelt-høstinger var det signifikante, men likevel små meravlinger for sterkeste svovelgjødning.

II. Innledning

Det er gjennomført mange undersøkelser over virkningen av gjødsling til eng i Norge. Undersøkelsene dekker alle viktigere dyrkingsområder i landet, og et stort utvalg av jordarter og klimaforhold. (*Ødelien* og *Hvidsten*, 1957, *Pestalozzi* og *Retvedt*, 1959, *Ingebrigtsen*, 1959, *Tveitnes*, 1967, *Lyngstad* og *Einevoll*, 1967, *Flatekvål*, 1969, *Hernes*, 1969, *Foss*, 1971, *Valberg* og *Bø*, 1972, *Andersen* og *Schjelderup*, 1973, *Håland*, 1973 og 1974, *Myhr*, 1975).

Forsøkene omfatter et stort materiale med hensyn til virkningen av ulike mengder flersidig gjødsel. Flere serier som belyser virkningen av enkelt næringsstoffene nitrogen, fosfor og kalium er også gjennomført de seinere år. Mange av seriene gjelder eng som er høstet en eller to ganger, mens relativt få forsøk belyser virkningen av gjødsling ved tre gangers slått. Dette skyldes nok mest at denne driftsformen ikke lar seg gjennomføre mange steder i landet, men delvis også det forhold at tre eller

flere høstinger av enga er en nokså ny praksis, også i de sørlige landsdeler.

Tre høstinger pr. år stiller store krav til næringsforsyningen, og kan være en ekstra påkjenning for plantedeckket. Formålet med denne forsøksserien var å belyse hvordan ulike mengder og fordeling av nitrogen og kalium har virket på avlingsstørrelse, jordanalysetall og kjemisk innhold i foret ved denne driftsformen, under de jordbunns- og klimaforhold en har på Sør-Østlandet. Det er dessuten undersøkt om det er behov for et tilskudd av magnesium og svovel, og det er for disse stoffer brukt noe større mengder enn det en tilfører enga i svovelfattige fullgjødseltyper.

Det er gjennomført et omfattende analyseprogram for råprotein (Kjeldahl-N), kalium og magnesium i fóret. Et betydelig antall analyser foreligger også av nitrat, svovel, fosfor og kalsium. Resultatene fra denne del av undersøkelsen vil bli publisert i en egen melding.

III. Opplysninger om forsøksprogrammet

A. Forsøksplan og metodikk

Feltene var lagt ut etter en faktoriell plan, som omfattet tre nitrogen-,

fem kalium- og enten to magnesium- eller to svovelledd.

Tabell 1. Forsøksplan, kg næringsstoffer pr. dekar årlig.

Næringsstoff	N			K					Mg		S	
	I	II	III	a	b	c	d	E	1 ¹⁾	2	1	2
Om våren	5	10	15	0	7,5	7,5	15	15	0	5	1	5
Slått 1.	3,5	7	10,5	0	0	3,75	0	3,75	0	0	0	0
Slått 2. »	3,5	7	10,5	0	0	3,75	0	3,75	0	0	0	0
Sum pr. år	12	24	36	0	7,5	15	15	22,5	0	5	1	5

¹⁾ I ledd Mg 1 er det tilført 0,1—0,2 kg magnesium årlig i de andre gjødselslagene som er brukt.

Følgende gjødselslag ble brukt:

Nitrogen: Kalkkammonsalpeter og NP-gjødsel

Kalium: Kaliumgjødsel 49 %

Magnesium: Kieseritt

Svovel: Gips

Fosfor: Superfosfat, kraft- og dobbeltsuperfosfat og NP-gjødsel.

Fosformengden var i alle ledd 6 kg pr. dekar årlig.

Feltene ble anlagt i første års eng, og skulle etter planen forsøks høstes i tre år, med tre høstinger hvert år. Det ble anlagt i alt 24 felter. Av disse gikk tre felter ut etter ett eller to år, mens 21 felter ble høstet i alle år. Fra 18 felter foreligger det av-

lingsresultater fra alle engår og alle høstinger. Forsøksmaterialet omfatter totalt 68 årsfelter og 199 enkelt-høstinger. «Årsfelt» er i meldingen brukt som betegnelse på resultater fra ett felt i ett år.

De fleste feltene ble anlagt i Østfold og Vestfold, men det var også felter i Akershus, Telemark og Buskerud.

Første høsting skulle etter planen foretas på tidlig silostadium (begynnende skyting hos engsvingel), og andre høsting på tilnærmet samme stadium. Det var, som følgende oversikt viser, noe større variasjon i høstetidsrom ved andre og tredje enn ved første slått.

Slått	1.	2.	3.
Tidsrom for høsting	5/6—15/6	15/7—5/8	15/9—10/10
Prosent av feltene høstet	78	72	84

Siste slått er i flere tilfelle utført seint på høsten, og det er flere eksempler på kraftig uttynning av plantedekket etter høsting i oktober.

Uttrykkene slått og høsting vil i meldingen bli brukt synonymt.

Variansanalyser er utført for hver enkelt slått, for årssammendrag for enkeltfelt og grupper av felter. Beregningene omfatter blant annet avlinger av høy (85 % tørrstoff) eller tørrstoff, tørrstoffprosent, prosentandel av gras/timotei/engsvingel/hundgras/kløver. Når uttrykkene «signifikant» eller «statistisk sikkert» er brukt i teksten, refererer de seg til signifikans tilsvarende $P \leq$

0,05, dersom det ikke er gitt andre opplysninger.

Plantesammensetningen var på de fleste feltene dominert av grasarter, oftest en timotei-engsvingelblanding. Det foreligger skjønsmessig botanisk analyse fra alle høstinger på 15 felter, og for enkelte høstinger på ytterligere fire felter. Kjemiske analyser er utført på gras fra alle feltene, og dessuten for kløver, dersom innholdet var over 10 prosent. Beregningene av totalmengde mineraler/råprotein i avlingen er utført på basis av prosentisk innhold i grasfraksjonen.

B. Fysiske og kjemiske analyser av jorda ved anlegg av feltene

Det er utført mekanisk analyse av jorda fra 21 felter. I tabell 2 er feltene gruppert etter innholdet av leire, silt og sand. Resultatene viser at 13

felter lå på leirjord, derav 6 på middels stiv og 3 på stiv leire. Av de øvrige feltene lå 4 på morenejord, 1 på silt og 3 på sandjord.

Tabell 2. Gruppering av forsøksfeltene etter mekanisk analyse.

Leir %	Antall felter	Silt %	Antall felter	Sand %	Antall felter
<15	8	<40	6	<40	14
15—25	4	40—60	9	40—60	4
25—40	6	60—80	6	60—80	3
>40	3				

Bortsett fra myrjord omfatter materialet et allsidig utvalg av jordarter. Da over halvparten av feltene kommer i gruppen leirjord, er det rimelig å vente et betydelig antall felter med bra kaliumforråd.

Det er utført kjemiske jordanalyser i fellesprøver ved anlegg av feltene og i leddvise prøver ved avslutningen av tredje engåret. Middeltallene for analyser i anleggsåret er samlet i tabell 3.

Tabell 3. Jordanalyser ved anlegg av feltene. Middell for 24 felter.

Jordsjikt	pH	Glødetap	P-AL	K-AL	K-HNO ₃	Mg-AL	Cu
0—20 cm	5,8	7,1	6,8	16,8	100	12,7	2,6
20—45 »	5,9	4,4	3,9	11,9	124	17,8	

Fordelingen av enkeltfelter på de enkelte analyseklasser er vist i følgende oversikt.

Tabell 4. Fordeling av feltene på enkelte analyseklasser.

K-AL	Antall felter	K-HNO ₃	Antall felter	Mg-AL	Antall felter
0—6	1	0—40	3	0—2	0
7—15	13	40—100	12	3—6	12
16—30	8	>100	9	>6	12
>30	2				

Bare ett av feltene hadde i følge K-AL-tallene svært lågt kaliuminnhold, mens mer enn tredjedelen av feltene hadde stort eller meget stort innhold av lettløselig og syreløselig kalium. Midlere magnesiuminnhold var høgt, men mer enn halvparten av feltene hadde likevel Mg-AL-tall under seks. Ved lågt Mg-AL-nivå var det en tendens til høyere Mg-AL-tall

i matjordlaget enn i 20—45 cm-sjiktet, mens forholdet var motsatt der jorda generelt var rik på magnesium. Fosfortallene var relativt låge, særlig i sjiktet 20—45 cm.

Resultatene av jordanalyser ved avslutningen av forsøksperioden er samlet i kapittel VII.

C. Været

Vurdert ut fra temperatur- og nedbørregistreringer for Ås, som ligger sentralt i forsøksområdet, har må-

nedsmiddeltemperaturer i april—oktober for forsøksårene 1968—75 ligget nær opp til normalen (1931—60).

Enkelte år, som 1969 og 1975, skiller seg imidlertid ut ved svært høge temperaturer.

Nedbøren var, for perioden som helhet, større enn normalt i juli, mens august lå 40 mm under normalnedbør. De største tørkeskadene ble registrert i 1969 og 1975. Sam-

menhengen mellom sum nedbør og tørrstoffavling de enkelte år er ikke særlig god, bortsett fra 1975. Tørkeperioder i enkelte år, eksempelvis i mai 1970, reduserte førsteslåttene sterkt, og årsavlingen betydelig, selv om sommeren som helhet var nedbørrik.

IV. Avlingsresultater

A. Nitrogen

Avlingene blir i det følgende angitt som kg tørrstoff pr. dekar. Tabell 5 viser middelavlingene de enkelte

engår, og utslagene for nitrogen-gjødsling beregnet trinnvis pr. kg nitrogen.

Tabell 5. Avlinger av grastørrstoff, kg pr. dekar, og meravlinger pr. kg nitrogen.

Engår	Antall felter	Kg N pr. daa			Meravling pr. kg N	
		12	24	36	12—24	24—36
1.	24	762	892	956	11	5
2.	22	726	844	878	10	3
3.	22	728	858	888	11	3
Middel		739	865	907	11	4

Avlingsnivået har holdt seg bra oppe gjennom den treårige engperioden, og meravlingen for nitrogen-gjødsel var svært lik i alle engårene. Resultatene for enkeltfelter viser at det var signifikant meravling for å øke nitrogenmengden fra 12 til 24 kg på 60 av 66 felter. Økning fra 24 til 36 kg nitrogen gav signifikant meravling på 31 av 66 felter. På de aller

fleste enkeltfelter, og i middel for serien, var det sterkt avtagende meravling for å øke nitrogenmengden fra 24 til 36 kg.

Tre gangers høsting pr. år forutsetter normalt gjødsling både om våren og etter første og andre slått. Avlingene ved de enkelte høstinger og for de ulike nitrogentrinns er stilt sammen i følgende tabell.

Tabell 6. Tørrstoffavlinger, kg pr. dekar, ved de enkelte høstinger, middel første til tredje engår.

Høsting	Antall felter	Kg N pr. dekar		
		12	24	36
1.	24	358	397	397
2.	22	218	264	289
3.	22	163	204	221

Tabell 7. Utslag for nitrogengjødning ved alle høstinger i første til tredje engår. Kg tørrstoff pr. kg nitrogen.

Høsting	1.		2.		3.	
	5—10	10—15	3,5—7	7—10,5	3,5—7	7—10,5
N-trinn kg N pr. dekar						
1. engår	9	1	14	11	10	5
2. »	8	÷1	11	5	11	6
3. »	8	÷1	13	6	13	5

Ved første høsting var det betydelig meravling etter økning av nitrogenmengden fra 5 til 10 kg, mens ytterligere økning til 15 kg gav små avlingsutslag. Resultatene var svært like i alle engårene.

Ved andre og tredje høsting var det i alle engår meravlinger over 10 kg tørrstoff pr. kg nitrogen for økning av nitrogenmengden fra 3,5 til 7 kg pr. dekar. Neste nitrogentrinn 7—10,5 kg gav meravlinger på 5—6 kg tørrstoff pr. kg nitrogen, bortsett fra første engår, andre høsting, da meravlingen var dobbelt så stor.

En oppsummering av resultater fra variansanalyser på enkeltfelter er gjort i tabell 8. Tallene viser at det var signifikante meravlinger for 10 kg nitrogen på de aller fleste enkeltfelter ved første høsting, og for 7 kg nitrogen på nesten alle felter, ved de seinere høstinger. Svært få felter viste sikre utslag for økning fra 10 til 15 kg nitrogen om våren, mens det på mer enn halvparten av feltene var sikker avlingsøkning til 10,5 kg nitrogen ved andre og tredje høsting.

Tabell 8. Antall årsefelter med signifikante utslag for nitrogengjødning.

Høsting	1.		2.		3.	
	5—10	10—15	3,5—7	7—10,5	3,5—7	7—10,5
N-trinn						
Felter med signifikant avlingsøkning . . .	44	8	54	31	53	29
Felter med signifikant avlingsnedgang . . .	6		0		1	
Felter i alt	68		67		62	

Avlingen ved første, andre og tredje slått utgjorde i middel henholdsvis 46, 31 og 23 prosent av årsavlingen. Fordelingen på de enkelte høstinger var litt jevnere ved sterkeste enn ved svakeste nitrogengjødning.

Det var ved alle høstinger betydelige meravlinger opp til midlere nitrogenmengde, men øverste nitrogentrinn ga mer variable resultater.

Nedgang i tørrstoffavling som følge av nitrogengjødning har forekommet ved første høsting i andre og tredje års eng. Årsaken til dette har oftest vært uttynnet plantedekke vinteren i forveien. Utgangen av planter har på disse feltene tiltatt sterkt med nitrogengjødselmengden. Feltene der slike skader er oppstått, har som regel blitt høstet seint om høsten året før skaden er kommet.

B. Kalium

Planen for kaliumtilførsel gir anledning til å måle evnen jorda har til å forsyne plantene med kalium, og utslaget for stigende kaliummengder opp til 22,5 kg pr. dekar årlig. Det er også en sammenligning av delt og udelt kaliumgjødning, basert på til-

førsel av 15 kg kalium pr. år. Avlingen ved de enkelte høstinger gir lite av tilleggsopplysninger, og drøftingen av kaliumvirkningen blir derfor stort sett basert på totalavlingen i de enkelte engår.

Tabell 9. Avlinger av grastørrstoff, kg pr. dekar, ved ulike kaliumgjødning.

Engår	Antall felter	Kg K pr. dekar				
		0	7,5	15 ¹⁾	15	22,5 ¹⁾
1.	24	858	868	876	881	874
2.	22	780	815	826	827	836
3.	22	740	819	853	851	859

1) Delt gjødning

Tilførsel av 15 kg kalium om våren og deling av samme mengde på 3 gjødninger har gitt tilnærmet like stor avling. Tallene i tabellen viser også at avlingsnivået har sunket betydelig fra første til tredje engår uten kaliumgjødning, mens det har

holdt seg bra oppe ved de to største kaliummengder. I tabell 10 er meravlingen pr. kg kalium for stigende kaliummengder i de enkelte engår beregnet. Det er her regnet med middel for de to ledd med 15 kg kalium.

Tabell 10. Utslag for kaliumgjødning, beregnet trinnvis for hvert engår, kg grastørrstoff pr. kg kalium.

Engår	Antall felter	Kaliumtrinn		
		0—7,5	7,5—15	15—22,5
1.	24	1	1	0
2.	22	5	2	1
3.	22	11	5	1

I middel for serien var det ikke utslag for kaliumgjødning i første engåret, og som vist i tabell 11 var det signifikante meravlinger på bare 3 av 24 enkeltfelter. I andre engåret var det avlingsøkning på 5 kg tørrstoff pr. kg kalium for første kaliumtrinn, men ubetydelige utslag ved sterkere gjødning. De avgjort største meravlingene kom i tredje engåret, da midlere meravling for første kaliumtrinn var 11 kg tørrstoff pr.

kg kalium, og for andre kaliumtrinn (7,5—15 kg K) 5 kg tørrstoff pr. kg kalium. Tilførsel ut over 15 kg kalium pr. år har ikke i noe tilfelle gitt meravlinger av betydning. Tallene i tabell 10 viser at behovet for kaliumgjødning har steget markert fra første til tredje engåret.

På bakgrunn av den betydelige variasjon i jordanalyseverdiene for kalium, var det rimelig å vente ulikheter fra felt til felt i avlingsutslag

for kaliumgjødsling. Oversikten i tabell 11 viser antall felter med signifikant meravling for kaliumgjødsling de enkelte engår. Det er også bereg-

net middelværdier for kaliumanalyser av jord for det samme utvalg av felter.

Tabell 11. Antall felter med signifikant meravling for kalium, og middeltall for K-AL og K-HNO₃ ved anlegg av feltene.

Engår	Kaliumtrinn		Middelværdier	
	0—7,5	7,5—15	K-AL	K-HNO ₃
1.	3	1	9	96
2.	9	2	11	96
3.	14	5	15	105

Antall felter med sikker meravling for kaliumgjødsling har økt kraftig fra første til tredje engåret, men også i siste engår var det på 8 av 22 felter ikke sikker meravling for kaliumgjødsling. Resultatene viser, som jordanalysetallene, at jorda på mange av feltene hadde store reserver av nyttbart kalium. Kaliumbalansen vil ellers bli nærmere behandlet i kapit-

tel VII, og i andre del av meldingen.

Sammenhengen mellom jordanalysetall og meravlinger for kaliumgjødsling er belyst i tabell 12, som viser antall felter med signifikant meravling for kaliumgjødsling. Materialet er her gruppert etter jordanalysetall ved anlegg av feltene, og er beregnet for hvert enkelt engår.

Tabell 12. Antall felter med signifikant meravling for kaliumgjødsling i ulike analyseklasser for K-AL og K-HNO₃.

Engår	K-AL				K-HNO ₃		
	0—6	7—15	16—30	>30	0—40	40—100	>100
1.	1	2	0	0	1	2	0
2.	1	6	2	0	2	5	2
3.	1	9	3	0	2	8	2
Felter i alt	1	13	8	2	3	11	10

Analysene for lettløselig kalium (K-AL) viser en relativt god sammenheng med avlingsutslaget. For syreløselig kalium (K-HNO₃) var

sammenhengen brukbar, men knapt så god som for lettløselig kalium. Materialet er ellers for spinkelt til å trekke mer vidtgående slutninger.

C. Magnesium

Magnesiumgjødsling i form av kieseritt var med i forsøksplanen på 16 felter. Hovedresultatene er stilt sammen i følgende oversikt, som gir middelavlingene for 45 årsfelter.

Tilført magnesium,		
kg pr. dekar	0	5
Kg tørrstoff pr. dekar ..	825	828

Det var i middel for serien ikke

noe avlingsutslag for magnesium-gjødsling. Dette var også hovedresultatet de enkelte år, og disse tallene er derfor ikke tatt med her.

Signifikante meravlinger for magnesium var det på to felter (fem årsfelter). Meravlingen var her av størrelsesorden 20—30 kg tørrstoff pr. dekar.

Mg-AL-tallene ved anlegg av feltene var i middel 12,7, med variasjon fra 3,0 til 49. De to feltene der det var signifikant meravling hadde Mg-AL-tall på 3,2 og 4,5. Analysene indikerer jevnt over god magnesiumtilstand i jorda, og forklarer langt på vei de manglende utslag for magnesiumgjødning.

D. Svovel

Svovel var inkludert i forsøksplanen på åtte felter. Avlinger i ledd med lite og noe større svoveltilskudd er vist nedenfor. Tallene er middelverdier for 26 årsfelter.

Tilført svovel,		
kg pr. dekar	1	5
Kg tørrstoff pr. dekar . .	942	949

Resultatene viser små eller ingen meravlinger for ekstra svovelgjødning på de fleste feltene. Bare på tre årsfelter var det ved enkelte høstinger små, men likevel signifikante meravlinger for ekstra svoveltilskudd. Resultatene gir ingen antydninger om forskjeller mellom år, og middel-tallene for år er derfor utelatt.

E. Samspillvirkninger

Siden forsøket er lagt opp etter en faktoriell plan er det mulig å beregne meravlingen for nitrogen ved ulike kaliumforsyning, og omvendt. Tabell

13 viser tørrstoffavlingene pr. år for de 15 nitrogen-kalium kombinasjonene, basert på 67 årsavlinger.

Tabell 13. Kg tørrstoff pr. dekar ved ulike nitrogen- og kaliumgjødning.

Kg N pr. dekar	Kg K pr. dekar				
	0	7,5	15 ¹⁾	15	22,5 ¹⁾
12	721	748	757	748	757
24	820	864	888	892	892
36	857	913	931	940	938

1) Delt gjødning

En trinnvis beregning av nitrogen-kaliumsammspillene viser positiv samspillvirkning av størrelsesorden 12—28 kg tørrstoff pr. dekar ved kombinasjonene N 24 K 7,5, N 24 K 15 og N 36 K 7,5, men svakt negative

samspill ved de høyere nitrogen-kaliumnivåer.

På bakgrunn av de ubetydelige utslag for svovel- og magnesiumgjødning, er det ikke beregnet samspill for disse næringsstoffene.

V. Tørrstoffprosent i avlingen

Innholdet av tørrstoff ved ulike nitrogen- og kaliumgjødsling går fram av tabell 14. Tallene er middelverdier for 57 årsefelter.

Resultatene gjelder på de fleste feltene bestand med mer enn 90 prosent gras.

Tabell 14. Prosent tørrstoff i avlingen ved ulike nitrogen- og kaliumgjødsling.

Høsting	Kg N pr. dekar			Kg K pr. dekar				
	12	24	36	0	7,5	15 ¹⁾	15	22,5 ¹⁾
1.	21,8	21,4	21,4	22,8	21,6	21,5	21,0	20,9
2.	23,4	22,8	22,4	24,0	23,1	22,4	22,6	22,2
3.	24,3	23,9	23,1	24,8	24,1	23,3	23,5	23,1

¹⁾ Delt gjødsling

Nitrogengjødsling har satt ned tørrstoffinnholdet, svakest ved første høsting, noe sterkere ved de seinere. Kaliumklorid satte ned tørrstoffinnholdet ganske sterkt ved alle høstinger. Selv små forskjeller i mengdene

av kaliumklorid har gitt betydelige utslag i tørrstoffinnholdet. Resultatene samsvarer stort sett med konklusjonene til *Mosland* (1962) og *Håland* (1976).

VI. Botanisk sammensetning

Botanisk sammensetning ble bestemt skjønsmessig på et betydelig antall felter. Timotei og engsvingel var de dominerende grasarter, bortsett fra noen få steder der det var mye hundegras. På svært mange felter var det nesten rent grasbestand. Av 15 felter, der det er utført botanisk analyse i alle engår, var det ved før-

ste slått i første engår mindre enn 10 prosent kløver på 11 av feltene. Mer enn 20 prosent kløver ble det notert på bare tre felter.

Virkingen av stigende nitrogen-gjødsling på kløverprosenten gjennom engperioden går fram av tabell 15.

Tabell 15. Prosent kløver ved ulike nitrogengjødsling. Middel for 15 felter (45 årsefelter).

Høsting	1.			2.			3.		
	12	24	36	12	24	36	12	24	36
1. engår	9	9	8	13	12	11	15	13	10
2. »	9	5	4	10	6	4	9	5	4
3. »	4	2	1	6	3	1	4	1	1

Ved nitrogenmengder opp til 24 kg var det i første engår en svak økning i kløvermengden fra første til tredje slått. Nitrogengjødsling har generelt redusert kløverinnholdet, og ved bruk av 24 kg nitrogen eller mer pr. dekar var enga svært kløverfattig både i andre og tredje engår.

På enkeltfelter med kløverinnhold over 20 prosent var nedgangen i kløverprosent som følge av nitrogengjødsling, noe større enn hva tallene i tabell 15 viser.

VII. Endringer i kalium- og magnesiuminnhold i jorda i løpet av forsøksperioden

Resultatene av jordanalyser ved anlegg av feltene er summert opp i tabellene 3 og 4. Enkelte forhold vedrørende jordanalyser er drøftet i kapitlet om avlinger. I dette kapittel vil jordanalysetallene ved avslutningen av tredje engår, og endringene i løpet av forsøksperioden bli behandlet.

Feltene er gruppert i de vanlige jordanalyseklasser, selv om antall felter i den enkelte klasse da blir til dels svært lite. Dette skyldes delvis at det mangler prøver fra en del felter ved avslutningen.

Nedgangen i K-AL-verdier var minst på feltene som hadde låge verdier ved anlegg. Det er også et gjennomgående trekk at K-AL-tallene har sunket mer ved middels og sterk enn ved svak nitrogengjødsling.

Der K-AL-tallene lå under 16 ved anlegg av feltene har det ikke vært mulig å holde nivået ved tilførsel av 7,5 eller 15 kg kalium årlig, mens K-AL-verdiene er lite endret der det er tilført 22,5 kg kalium. Ved høyere innhold av lettløselig kalium i jorda har heller ikke tilførsel av 22,5 kg kalium årlig alltid vært tilstrekkelig til å holde vedlike K-AL-verdiene.

Det er utført bestemmelse av syreløselig kalium i de samme jordprøver. Middeltallene er gruppert i tre klasser.

Innholdet av syreløselig kalium var lite påvirket av kaliumgjødsling ved K-HNO₃-tall under 40. I de to andre

klassene gikk K-HNO₃-tallene litt ned i løpet av engperioden, bortsett fra leddet med sterkeste kaliumgjødsling og K-HNO₃-tall over 100. Syreløselig kalium viser ellers mer av tilfældige variasjoner enn tallene for lettløselig kalium.

Deling av kaliummengden (15 kg) gav praktisk talt samme resultat som når alt ble gitt om våren, og derfor er bare middeltallene tatt med i tabellene. Resultatet stemmer ikke helt med *Håland* (1976), som fant mindre nedgang i K-AL-tallene når kaliumgjødsla ble delt.

Resultatene viser at det over en treårig engperiode er vanskelig å holde vedlike kaliumtilstanden i jorda, slik den måles ved K-AL og K-HNO₃. Skal analysetallene holdes på et uforandret nivå, må det, i hvert fall ved middels og god kaliumtilstand, gjødsles betydelig sterkere med kalium enn det som trengs for å nå det mest økonomiske avlingsnivå.

Det foreligger resultater for lettløselig magnesium i jorda ved avslutning av forsøksperioden for fem felter.

Uten magnesiumtilførsel har det vært en nedgang på 1–2 Mg-AL-enheter i løpet av forsøksperioden. Tilskudd av 5 kg magnesium årlig har økt Mg-AL-tallene litt ved svakeste nitrogengjødsling, mens de var uendret eller litt nedsatt ved sterkere nitrogengjødsling.

Tabell 16. Lettløselig kalium (K-AL) i sjiktet 0—20 cm ved anlegg og avslutning av feltene.

K-AL klasse	Antall felter	K-AL ved anlegg	K-AL ved avslutning												
			12						24						36
			0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5	
0—6	1	5,2	3,7	3,4	4,5	7,0	3,0	4,1	4,3	5,2	3,2	4,3	4,3	5,2	
7—15	8	12	6,1	7,1	9,1	12	5,8	6,6	8,0	10	5,3	6,5	8,1	11	
16—30	3	18	6,9	8,8	13	19	6,2	7,7	14	14	6,5	9,3	8,9	14	
>30	1	39	21	20	24	32	16	16	24	22	17	19	19	25	

1) Kg N pr. dekar 2) Kg K pr. dekar

Tabell 17. Syreløselig kalium (K-HNO₃) i sjiktet 0—20 cm ved anlegg og avslutning av feltene.

K-HNO ₃ klasse	Antall felter	K-HNO ₃ ved anlegg	K-HNO ₃ ved avslutning												
			12						24						36
			0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5	
0—40	1	37	39	39	37	47	40	31	38	34	33	42	41	34	
40—100	7	68	50	56	61	60	55	56	56	58	56	54	57	59	
>100	4	140	132	137	135	148	128	128	139	142	125	132	134	143	

Tabell 18. Mg-AL i sjiktet 0—20 cm ved anlegg og avslutning av feltene.

Kg Mg pr. dekar	Mg-AL ved anlegg	Mg-AL ved avslutning												
		12						24						36
		0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5	
0	5,3	3,6	3,7	3,6	3,9	3,3	3,3	3,3	3,8	3,3	3,1	3,6	3,2	
5	5,3	5,9	5,8	6,8	6,3	5,1	5,1	5,1	6,0	6,2	5,1	4,7	4,8	

VIII. Summary

A field trial series with different amounts and distribution of nitrogen, potassium, and magnesium or sulphur, applied to grassland, was carried out in 1968—75 in the south-eastern part of Norway (Sør-Østlandet). The grass was cut at the stage of heading (silage), and the plan included three cuttings each year over a three year experimental period. The amounts and the distribution of the nutrients, expressed as kg per 0,1 ha. of nitrogen, potassium, magnesium and sulphur are given in more details in Table 1.

The nutrients were given in ammonium nitrate limestone (26 % N), potassium chloride (49 % K), kieserit and gypsum.

The predominating grasses were *Phleum pratense* and *Festuca pratensis*, except in a few fields, where *Dactylis glomerata* dominated. Legumes, mainly *Trifolium pratense*, constituted in most fields less than 10 per cent of the stand (Table 15).

The data cover 24 experimental fields, of which 21 were harvested in all three years.

At the first cutting there was an increase in dry matter yield of 8—9 kg per kg nitrogen, when the nitrogen dressing was raised from 50 to 100 kg per ha. A further increase from 100 to 150 kg nitrogen resulted in very small changes in yield (Tables 5—8). At the second and third cuttings there was a yield increase of 10—14 kg of dry matter per kg nitrogen when the nitrogen level was raised from 35 to 70 kg per ha, but only about one half of this response for a further increase in nitrogen dressing from 70 to 105 kg per ha. The responses to nitrogen were nearly the same throughout the three year experimental period.

There were significant ($P < 0,05$)

responses to potassium dressing on only 10 per cent of the fields the first experimental year. In the second and third year the corresponding figures were 40 and 60 per cent, respectively. On most fields the yield responses to potassium stopped at 75 kg, and there were in no cases significant responses for levels higher than 150 kg K per ha (Tables 9—12).

In the second experimental year there was on average an increase in dry matter yield of 5 kg per kg potassium, for increasing the potassium application from 0 to 75 kg per ha. In the third year the corresponding figure was 11 kg dry matter, whereas dry matter yield 5 kg per kg potassium from 75 to 150 kg per ha, increased dry matter yield 5 kg per kg potassium (Table 10).

According to the soil analyses (Tables 3 and 4) more than 40 per cent of the fields had high or very high content of available soil potassium, and one field only was low in potassium. A decrease in the soil potassium levels took place during the three year experimental period in all treatments, except at dressings higher than 150 kg per ha (Table 16). In order to maintain the potassium analytical figures at the start level, the dressing should have been higher than that needed for maximum yield, except on soils very low in potassium. The soil analysis for easily available potassium, according to the K-AL method, provided a fairly good indication of the requirement for potassium dressing.

The dry matter percentage of the herbage was decreased moderately by nitrogen, considerably more by potassium chloride (Table 14).

Very small responses to magnesium and sulphur dressing were obtained in the experiment. For magnesium

the chemical soil analyses indicated medium or high levels of available magnesium in the soil.

The results for the chemical plant analyses will be presented in a separate paper.

IX. Headings of tables

- Table 1. Experimental plan, kg per 0,1 ha of nitrogen, potassium, magnesium and sulphur in spring and after the first and the second cutting.
- Table 2. Grouping of the experimental fields, according to the content in the soil of clay, silt and sand.
- Table 3. Soil chemical analyses for pH, organic matter, copper and available phosphorus, potassium and magnesium.
- Table 4. Grouping of the experimental fields according to the amounts of available potassium and magnesium in the soil.
- Table 5. Total yield of dry matter, kg per 0,1 ha, at various nitrogen fertilization, and stepwise yield increase per kg nitrogen.
- Table 6. Yield of dry matter, kg per 0,1 ha, at each cutting at various nitrogen fertilization.
- Table 7. Stepwise yield increase, kg dry matter per kg nitrogen, at various cuttings and during three years of ley.
- Table 8. Number of experimental fields with significant yield increase for nitrogen fertilization.
- Table 9. Yield of dry matter, kg per 0,1 ha, at various potassium fertilization.
- Table 10. Stepwise yield increase, kg dry matter per kg potassium, during three years of ley.
- Table 11. Number of experimental fields with significant yield increase for potassium fertilization during three years of ley.
- Table 12. Number of experimental fields with significant yield increase for potassium fertilization in different classes for available potassium in the soil.
- Table 13. Yield of dry matter, kg per 0,1 ha, at various nitrogen and potassium fertilization.
- Table 14. Percentage of dry matter in the forage at various nitrogen and potassium fertilization.
- Table 15. Percentage of red clover (*Trifolium pratense*) in the stand at various nitrogen fertilization, at three cuttings and during three years of ley.
- Table 16. Available soil potassium, according to K-AL (Egner et al., 1960) at the start and the end of the experimental period.
- Table 17. Slowly available soil potassium, according to K-HNO₃ (Reitemeier et al., 1948) at the start and the end of the experimental period.
- Table 18. Available soil magnesium according to Mg-AL (Egner et al., 1960) at the start and the end of the experimental period.

X. Litteratur

- Andersen, I. L. og I. Schjelderup*, 1973: Gjødsling til eng i Troms og Finnmark. Forskn. fors. Landbr. 24: 89—125.
- Egner, H., H. Riehm und W. R. Domingo*, 1960: Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. Kungl. Lantbr. Høgsk. Annlr. 26: 199—215.
- Flatekvål, J.*, 1969: Gjødsling til eng i fjellbygdene. Forskn. fors. Landbr. 20: 257—273.
- Foss, S.*, 1971: Eng-gjødslingsforsøk i Trøndelag og i Møre og Romsdal. Forskn. fors. Landbr. 22: 21—42.
- Hernes, O.*, 1969: Gjødslingsbehov til eng i Hedmark og Oppland. Forskn. fors. Landbr. 20: 165—186.
- Håland, A.*, 1973: Delt og udelt enggjødsling på Vestlandet. Forskn. fors. Landbr. 24: 253—262.
- Håland, A.*, 1974: Kalium og nitrogen til eng i Vest-Norge. Forskn. forsk. Landbr. 25: 145—167.
- Håland, A.*, 1976: Verknader av kalium og nitrogen på K-innhald i jorda og på avling og førkvalitet av Westerwoldsk raigras. Forskn. fors. Landbr. 27: 307—326.
- Ingebrigtsen, S.*, 1959: Gjødsling til kløverrik eng. Forskn. fors. Landbr. 10: 160—206.
- Lyngstad, I. og O. Einevoll*, 1967: Kaliumgjødsling til eng — stigende mengder og ulike spredningstider. Forskn. fors. Landbr. 18: 165—188.
- Mosland, A.*, 1962: Gjødslingens innflytelse på tørrstoffinnholdet i beitegras. Tidsskr. norske landbr. 69: 109—137.
- Myhr, K.*, 1975: Faktorielle forsøk med timoteisortar, gjødsling og slåttetider på Vestlandet i åra 1968—1973. Forskn. fors. Landbr. 26: 315—324.
- Pestalozzi, M. og K. Retvedt*, 1959: Forsøk med store kunstgjødselemengder til eng 1948—1952. Forskn. fors. Landbr. 10: 315—412.
- Reitemeier, R. F., R. S. Holmes and I. C. Brown*, 1948: Release of nonexchangeable potassium by greenhouse, Neubauer and laboratory methods. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12: 158—162.
- Tveitnes, S.*, 1967: Forsøk med stigende mengder nitrogen til eng. Forskn. fors. Landbr. 18: 23—40.
- Valberg, E. og S. Bø*, 1972: Forsøk med slåttetid og gjødsling til eng i Nord-Norge 1958—1965. Forskn. fors. Landbr. 23: 405—434.
- Ødelien, M. og L. Hvidsten*, 1957: Stigende kunstgjødselemengder til eng ved ulike slåttetider. Forskn. fors. Landbr. 8: 241—294.

I redaksjonen 25.3. 1977.

**NITROGEN, KALIUM, MAGNESIUM OG SVOVEL
TIL ENG PÅ SØR-ØSTLANDET
II. KJEMISKE ANALYSER AV AVLINGEN**

*Nitrogen, potassium, magnesium and sulphur fertilization
of forage in South-eastern Norway
II. Chemical analyses of the forage*

AV
RAGNAR BÆRUG

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	550
II. Innledning	551
III. Analysemetodikk	551
IV. Råprotein	551
V. Nitrat	555
VI. Kalium	557
A. Mengden av kalium tatt opp av plantene	557
B. Innhold av kalium i gras	559
VII. Magnesium	563
A. Magnesium i gras	563
B. Magnesium i kløver	565
C. Behovet for magnesium i føret	566
VIII. Svovel	567
IX. Fosfor og kalsium	567
X. Relativ mineralsammensetning etter ulike gjødsling	568
XI. Diskusjon	570
XII. Summary	571
XIII. Headings of tables and figures	573
XIV. Litteratur	574

I. Sammendrag

En forsøksserie med ulike mengder nitrogen, kalium og magnesium eller svovelgjødsling til eng, høstet tre ganger årlig over en treårsperiode, ble gjennomført på Sør-Østlandet 1968—75. Serien omfatter i alt 68 årsfelter (felter høstet 1—3 ganger i ett år). Gjødslingsplanen er stilt sammen i tabell 1. Resultatene for tørrstoffavling og jordanalyser er drøftet i en foregående melding.

Råproteininnholdet i grastørrstoff steg fra 12—15 prosent ved svakeste nitrogengjødsling (12 kg N pr. år) til 17—19 prosent ved sterkeste gjødsling (36 kg N). Det var en økning i råproteininnholdet på ca. 2 prosentenheter fra første til tredje høsting. Virkningen av nitrogengjødsling på råproteininnholdet var ganske likt fra år til år, trass i betydelig årsvariasjon i råproteininnholdet.

Råproteinavlingen pr. dekar etter gjødsling med 12, 24 og 36 kg nitrogen pr. år var henholdsvis 95, 131 og 163 kg, og meravlingen av råprotein pr. kg nitrogen varierte fra 2,0 til 3,4 kg.

Innholdet av nitratnitrogen i grastørrstoff steg i middel fra 0,04 prosent ved svakeste til 0,14 prosent ved sterkeste nitrogengjødsling. Størparten av prøvene hadde innhold under 0,10 prosent, mens et lite antall prøver kom opp i 0,30—0,40 prosent nitratnitrogen. Ved gjødsling etter anbefalte normer, 20—30 kg nitrogen pr. sesong, fordelt på tre spredninger, er det etter resultatene i serien liten fare for skadelig høgt nitratinnhold i gras høstet på silostadiet.

Resultatene antyder at et innhold av nitratnitrogen i plantene på ca.

0,10 prosent angir tilstrekkelig nitrogenforsyning for plantenes vekst.

Det er under gitte forutsetninger gjort beregninger over utnyttelsen av gjødselnitrogen, og over gjødselkostnaden pr. kg grastørrstoff ved ulike meravlinger.

Det ble, i middel for serien, ført bort 15 til 36 kg kalium pr. dekar årlig. Mengden av kalium i avlingen viste god sammenheng med kaliuminnholdet i jorda, bedømt etter K-AL tallene. Kaliumgjødsling økte kaliumopptaket sterkt, mens nitrogengjødsling økte kaliumopptaket ved rikelig, men ikke ved middels eller svak kaliumtilgang.

Resultatene antyder at et kaliuminnhold på ca. 2 prosent i grastørrstoff på silostadiet er tilstrekkelig for maksimal avling. Bedømt etter dette var det i mange tilfelle et betydelig luksusforbruk av kalium. Kvotienten $K/Ca + Mg$, brukt som mål på mineralsammensetningen i graset, økte med kaliumgjødslingsmengden, men avtok sterkt fra første til tredje høsting. Deling av kaliumgjødslingsmengden førte til litt lågere kaliuminnhold i graset, og litt gunstigere mineralsammensetning.

Moderat kaliumgjødsling i første engår, og en økning av mengdene fra første til tredje engår er, etter resultatene i serien, ofte riktig.

Magnesiuminnholdet i grastørrstoff ble satt ned 0,01—0,05 prosentenheter av kaliumgjødsling og økt 0,01—0,03 enheter av nitrogen- og magnesiumgjødsling. Magnesiuminnholdet steg 0,07 prosentenheter fra første til tredje høsting. Svovelinnholdet i graset ble gjennomgående økt litt av svovel og nitrogengjødsling.

II. Innledning

Formålet med forsøksserien er omtalt i del I (*Bærug*, 1977). Der er også forhold vedrørende jord, botanisk sammensetning, feltantall m. v. relativt utførlig beskrevet.

Da forsøket er lagt opp etter en faktoriell plan, vil antall kombinasjoner pr. felt bli høgt, og det har av kapasitets- og kostnadshensyn ikke vært mulig å ta med alle mulige kombinasjoner i analyseprogrammet. På et betydelig antall felter er det imidlertid gjennomført analyser for alle kombinasjoner av nitrogen- og kaliumgjødsling. Det finnes videre ana-

lyser for en del kombinasjoner av nitrogen og magnesium, kalium og magnesium samt svovel- og nitrogengjødsling.

Plantebestandet besto på de fleste felter vesentlig av grasarter, og analysene er derfor utført på rene grasprøver, bortsett fra et mindre antall felter, hvor det i tillegg foreligger analyser for kløver.

Tabell 1 viser mengder og fordeling av de næringsstoffer som gikk inn i forsøksplanene. For øvrige detaljer vises til del I.

Tabell 1. Forsøksplan, kg næringsstoff pr. dekar årlig.

Næringsstoff	N			K					Mg		S		
	I	II	III	a	b	c	d	E	1	2	1	2	
Ledd													
Om våren	5	10	15	0	7,5	7,5	15	15	0	5	1	5	
Etter 1. slått	3,5	7	10,5	0	0	3,75	0	3,75	0	0	0	0	
Etter 2. »	3,5	7	10,5	0	0	3,75	0	3,75	0	0	0	0	
Sum pr. år	12	24	36	0	7,5	15	15	22,5	0	5	1	5	

III. Analysemetodikk

Nitrogen ble bestemt etter Kjeldahl-metoden, og råproteininnhold er beregnet ved bruk av faktoren 6,25. Nitrat er bestemt ved hjelp av nitratelektrode etter ekstraksjon med 2 N kopparsulfatopløsning i vannbad en time. Kalium ble bestemt flamme-

fotometrisk, magnesium og kalsium ved atcmabsorpsjon, mens fosfor er bestemt spektrofotometrisk. Tørrforaskning ble benyttet for magnesium og kalsium, våtforaskning for kalium og fosfor. Svovel ble bestemt turbidimetrisk.

IV. Råprotein

Det foreligger analyser av Kjeldahl-nitrogen fra 53 årsefelter, alle med tre høstinger pr. år. Resultatene er an-

gitt på tørrstoffbasis, og alle tall gjelder gras.

Tabell 2. Råprotein i grastørrstoff ved ulik nitrogengjødsling og høstetid.

Høsting	1.			2.			3.		
N, kg pr. dekar	5	10	15	3,5	7	10,5	3,5	7	10,5
Råprotein, prosent	12,3	14,7	16,9	13,6	15,9	18,5	14,9	16,2	18,6

Nitrogengjødsling har ved alle høstinger økt proteininnholdet sterkt. Tilførsel av 1 kg nitrogen pr. dekar økte proteininnholdet 0,4—0,7 prosentenheter, og omtrent like mye ved alle gjødseltrinn.

Ved en bestemt nitrogenmengde var råproteininnholdet betydelig høyere ved andre og tredje enn ved første høsting. Sammenligner vi 10 kg nitrogen gitt om våren med 10,5 kg etter første eller andre slått var

proteininnholdet ca. fire prosentenheter høyere ved de seinere høstinger. Yngre planter og større bladprosent er trolig hovedårsaken til denne forskjellen (*Ødelien*, 1951). En viss ettervirkning av nitrogen gitt tidligere i sesongen kan også ha vært av betydning.

Innholdet av råprotein varierte sterkt mellom år. Følgende oversikt gir middel for alle gjødselled.

År	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Antall felter	6	7	10	9	8	7	5	1
Råprotein, %	15,7	18,9	18,6	12,9	13,2	14,2	15,8	18,4

Graset hadde høgt råproteininnhold i årene 1969—70, men heller lågt innhold i 1971—73. Noen entydig sammenheng mellom råproteininnhold og værforholdene i vekstsesongen kan ikke påvises. Det var jevnere middeltemperaturer for juni—august i 1969—70 enn i 1971—73, da juli hadde et utpreget temperaturmaksimum. Enkelte tilfelle av høge råproteinprosent, som andre og tredje slått i 1975, har utvilsomt sammenheng med tørke. Men heller ikke for dette forhold er sammenheng entydig.

Råproteininnholdet i grastørrstoff ved stigende nitrogengjødsling er vist i figur 1.

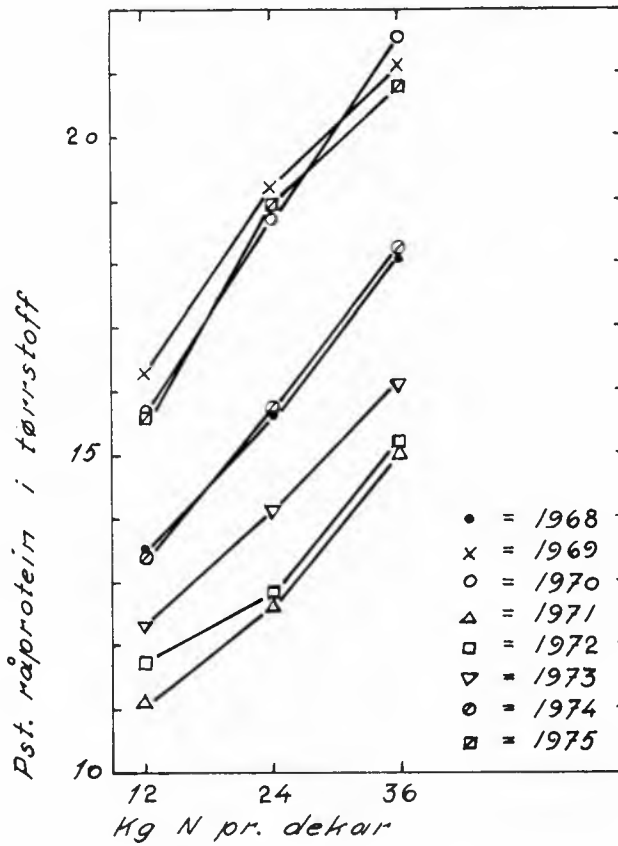
Det har vært tilnærmet rettlinjet stigning i råproteinprosenten i alle år, og virkningen av nitrogengjødsling var nær den samme i år med høgt som i år med relativt lågt proteininnhold i graset.

Variasjonen mellom år var vesentlig større ved andre og tredje høsting enn ved første. Dette har trolig sammenheng med større variasjoner i utviklingsstadium hos graset ved de seinere høstinger.

Avlingen av råprotein har økt sterkt ved tilførsel av nitrogengjødsel.

Tabell 3. Råprotein, kg pr. dekar, middel 53 årsfelter.

N, kg pr. dekar	12	24	36
1. høsting	43,3	57,2	67,1
2. »	28,6	39,9	51,8
3. »	23,3	34,1	43,8
Sum pr. år	95,2	131,2	162,7



Figur 1. Prosent råprotein i grastørrstoff, middel pr. år.

Råproteinavlingen har steget nesten rettlinjet til største nitrogenmengde ved alle høstinger. Mellom 40 og 45 prosent av årsavlingen er

produisert ved første høsting. Proteinproduksjon beregnet pr. kg tilført nitrogen er vist i tabell 4.

Tabell 4. Meravling av råprotein pr. kg gjødselnitrogen, middel 53 årsefelter.

Høstetid	1.		2.		3.	
	5—10	10—15	3,5—7	7—10,5	3,5—7	7—10,5
Kg råprotein pr. kg N	2,8	2,0	3,2	3,4	3,1	2,8

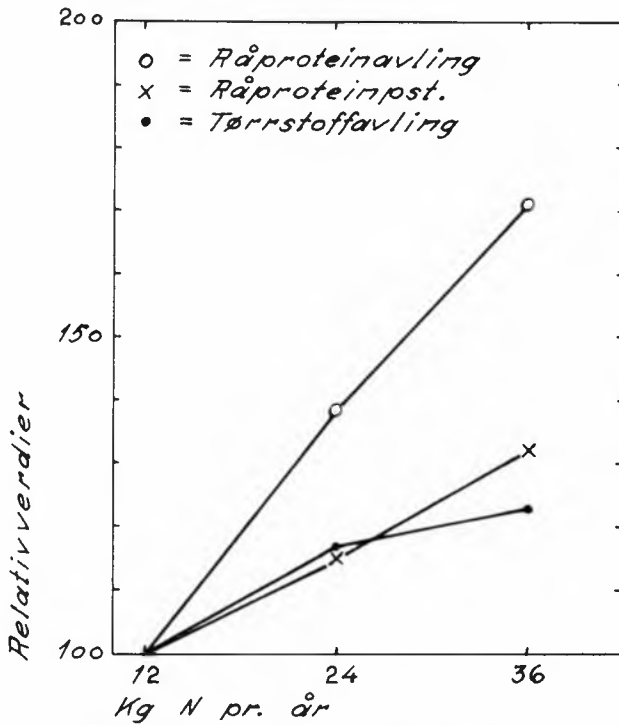
Det har vært noe større meravling pr. kg nitrogen ved andre og tredje enn ved første høsting. Større mobilisering av nitrogen fra jordreservene og ettervirkning av tidligere

gjødsling kan ha bidratt til dette resultatet.

Resultatene for tørrstoffavlingen sammen med tallene fra tabellene 2 og 4, viser at det er mulig, gjennom

tilførsel av nitrogen, å øke råproteinavling og proteininnhold i graset opp til et høyere gjødslingsnivå enn hva en kan for tørrstoffavlingen. Forhol-

det er framstilt grafisk i figur 2, som er basert på relative avlinger av tørrstoff og råprotein i forsøksserien.



Figur 2. Relativ avling av tørrstoff og råprotein, og relativ økning i råproteinprosent ved stigende nitrogen gjødsling.

Tørrstoffavlingen har avtatt sterkt ved økning av nitrogenmengden ut over 24 kg, mens det for råproteinavlingen var nesten rettlinjet stigning til 36 kg nitrogen pr. dekar. Vederlaget for den marginale økning i råproteinprosent eller proteinavling må avgjøre om det er økonomisk forsvarlig å øke nitrogenmengden ut over det som kan betales ut fra energiutbyttet i avlingene (tørrstoffavlingen).

Mengden av bortført nitrogen i avlingen kan angis nøye, mens det derimot ikke er mulig å beregne nøyaktig mengden av gjødselnitrogen i avlingen, slik forsøket er lagt opp. Det er likevel utført en beregning, basert på en antatt utnyttelsesprosent for gjødselnitrogen på 80 ved svakeste gjødsling, og forutsatt like stort nitrogenopptak fra jordreservene i alle tre ledd.

Kg N i gjødsel	12	24	36
Kg N i avlingen	15,2	21,0	26,0
Kg N fra jordreserver i avlingen	5,6	5,6	5,6
Kg N fra gjødsel i avlingen	9,6	15,4	20,4
Kg gjødsel-N i jord + røtter + stubb	2,4	8,6	15,6
Prosent av tilført N tatt bort i avlingen	80	64	57

Alle tall nedenfor linjen i tallsammenstillingen er nødvendigvis usikre, fordi de to foran nevnte forutsetninger neppe er helt riktige. Tallene gir likevel trolig et noenlunde riktig bilde av størrelsesorden, spesielt når

det gjelder mengden av gjødselnitrogen som ikke er nyttet. Regner en utnyttelsegraden trinnvis for økende nitrogenmengder, vil den bli 48 og 42 prosent for intervallene 12—24 og 24—36 kg nitrogen.

V. Nitrat

Undersøkelser av blant andre *Ødelien* og *Hvidsten* (1957), *van Burg* (1970), *Steen* (1972) og *Håland* (1976) har vist at nitratinnholdet i plantene stiger med nitrogengjødselmengden. Ved svak og moderat nitrogenforsyning vil nitrattet normalt bli redusert i plantene nesten like raskt som det tas opp. Ved rikelig nitrogengjødsling, og under spesielle vekstforhold, kan det derimot skje en opphopning

av nitrat i plantevevet, særlig i stenglene. Et høgt innhold av nitrat kan være skadelig for husdyra, og må derfor unngås.

Det er i denne forsøksserien bestemt nitrat i omkring 400 grasprøver. I tabell 5 vil en finne middeltall for 37 årsefelter, der resultater foreligger for alle tre høstinger og alle nitrogentrinns.

Tabell 5. Prosent NO₃-N i grastørrstoff. Middelt 37 årsefelter.

Høsting	1.			2.			3.		
	5	10	15	3,5	7	10,5	3,5	7	10,5
NO ₃ -N, %	0,04	0,07	0,13	0,05	0,08	0,15	0,04	0,07	0,14

Nitrogengjødsling har øket innholdet av nitrat i graset ved alle høstinger. Ved tilnærmet samme nitrogenmengde, 10—10,5 kg, var innholdet nær det dobbelte ved andre og tredje høsting sammenlignet med første. Dette indikerer bedre nitrogenutnyttelse ved første høsting.

Resultater fra enkeltfelter viser at høyeste innhold av nitratnitrogen ved

kombinasjonen 5 + 3,5 + 3,5 kg nitrogen var 0,17 prosent, mens tilsvarende maksimum for kombinasjonene 10 + 7 + 7 og 15 + 10,5 + 10,5 kg nitrogen var henholdsvis 0,33 og 0,47 prosent.

Ved svak og middels sterk gjødsling, 12 og 24 kg nitrogen, hadde ca. 80 prosent av prøvene nitratnitrogen under 0,10 prosent, mens 40 prosent

av prøvene lå under denne grense ved sterkeste gjødsling. Det høyeste innhold av nitrat ble i de fleste tilfelle

funnet ved andre og tredje høsting. Nitratinnholdet viste, totalt sett, ikke store svingninger fra år til år.

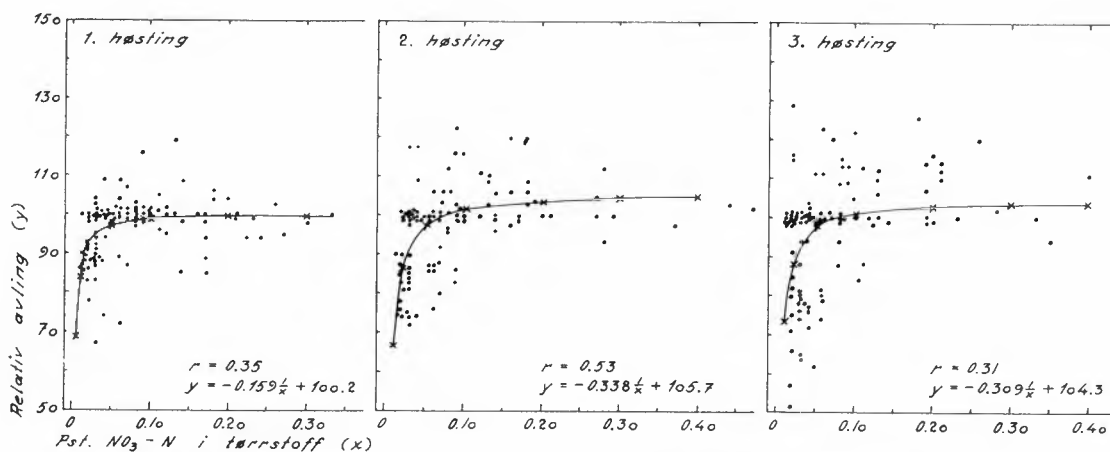
Tabell 6. Nitratinnhold i grastørrstoff. Middell for år.

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Antall felter	4	5	6	4	6	6	5	1
NO ₃ -N, %	0,08	0,12	0,12	0,09	0,07	0,06	0,06	0,09

I årene 1969—70 hadde graset det høyeste innhold av både nitrat og råprotein.

Nitratinnholdet i plantene er blitt foreslått som mål på plantenes nitrogenforsyning. Det er angitt av *van Burg* (1966) at gras må inneholde 0,14 prosent nitratnitrogen (tørr-

stoffbasis) for å oppnå maksimal vekst, mens *Behaeghe* og *Carlier* (1974) refererer verdier på 0,05 og 0,19 prosent. Tallene i dette materialet viser at det har vært liten eller ingen oppgang i avlingen når innholdet av nitratnitrogen øker ut over ca. 0,10 prosent.



Figur 3. Sammenhengen mellom relativ avling av tørrstoff (24 N = 100) og prosent NO₃-N i grastørrstoff.

Det har vært relativt stor spredning på observasjonene, særlig ved tredje høsting. Korrelasjonen mellom nitratinnhold og avling har ikke vært særlig god, men likevel signifikant ved alle høstinger. Resultatene antyder en relativt skarp overgang mellom mangel og overskudd av nitrat, og at overgangssonen har ligget ved

ca. 0,1 prosent nitratnitrogen ved alle høstinger.

Risikoen for forgiftninger på grunn av for høgt nitratinnhold (nitrittforgiftning) har vært undersøkt i betydelig utstrekning. Det finnes noe varierende tall for hvor den kritiske grense går, men verdier omkring 0,4 prosent nitratnitrogen i tørrstoff har

ofte vært referert (*Behaeghe* og *Charlier*, 1974). Det synes nå mer vanlig å operere med flere grenseverdier. I et rådgivningstidsskrift for foring til storfe i Nederland angis at 0,11 prosent nitratnitrogen er uskadelig. Et innhold på 0,35—0,45 prosent kan være skadelig uten supplerende foring, og et innhold på 0,70 prosent kan gi forgiftninger selv ved mindre grasmengder (*Committee on Mineral Nutrition*, 1973).

Går vi ut fra en kritisk verdi på 0,40 prosent nitratnitrogen, har vi i denne serien ikke i noe tilfelle kom-

met opp mot faregrensen ved bruk av 12 og 24 kg nitrogen pr. sesong. Ved kombinasjonen 15 + 10,5 + 10,5 kg nitrogen ble grensen nådd på 4 av 105 årsfelter, og i alle tilfelle bare ved sterkeste gjødsling etter første eller andre høsting. Den nitrogenmengde det her er tale om, 10,5 kg, ligger i overkant av det som kan anbefales ut fra økonomiske beregninger. Ved gjødsling etter anbefalte normer er det, etter disse resultatene, liten fare for skadelig høgt nitratinnhold i foret.

VI. Kalium

A. Mengden av kalium tatt opp av plantene

Kalium tas lett opp av plantene, og ved rikelig forråd i jorda kan det bli absorbert langt større mengder enn det som er nødvendig for plantenes vekst. Det har vist seg vanskelig å holde vedlike kaliumtilstanden i jorda, slik den blir målt ved jordanalyser eller ved hjelp av balansebereg-

ninger, gjennom en flerårig engperiode (*Uhlen*, 1956 og 1976, *Håland*, 1976).

Mengdene av kalium som er ført bort med avlingene ved de enkelte høstinger, er beregnet på grunnlag av 28 årsfelter, der det foreligger analyser av alle kaliumledd.

Tabell 7. Kalium i avlingen, kg pr. dekar og år. Middell 28 årsfelter.

Ledd	a	b	c	d	E
Kg K tilført	0	7,5	7,5 + 3,75 + 3,75	15	15 + 3,75 + 3,75
Kg K i avling					
1. høsting ..	9,7	12,6	13,6	15,0	15,7
2. » ..	5,3	6,6	7,8	8,4	9,1
3. » ..	4,4	5,1	6,8	6,2	7,5
Sum	19,4	24,3	28,2	29,6	32,3

Opptaket av kalium har vært stort uten kaliumtilførsel, men har likevel steget sterkt med økende kaliumgjødsling. Utnyttelsen av tilført kalium er i følgende tabell beregnet ut fra den forutsetning at det i alle ledd

er tatt like mye kalium fra jordreservene som i ledd a. Tallene er middel for fire felter (12 årsfelter), der det foreligger analyser for alle ledd og alle høstinger i tre engår.

Tabell 8. Prosent av tilført kalium som er ført bort med avlingen.

Ledd	b	c	d	E
1. engår	16	20	27	24
2. »	43	47	57	44
3. »	68	71	87	57

Utnyttelsen av gjødselkalium var dårlig i første engår og tiltok sterkt ut over i engperioden. Selv om trenden i tallene utvilsomt er riktig, hefter det en del usikkerhet ved beregningsgrunnlaget. Den reelle utnyttelsesgrad i siste engår har trolig vært lågere enn tallene i tabell 8 viser, da en ikke kan se bort fra ettervirkning av gjødsling i tidligere år. Det

virker ellers urimelig at utnyttelsesgraden delvis var lågest ved svakeste gjødsling. Siden antall felter pr. år bare var fire kan tilfeldigheter på enkeltfelter ha slått sterkt ut.

Mengden av kalium plantene tok opp fra jordreservene viste klar sammenheng med innhold i jorda, bedømt etter K-AL-tallene (Egner, Riehm og Domingo, 1960).

Tabell 9. Bortførsel av kalium fra ugjødslet jord, kg pr. dekar.

K-AL klasse	Antall felter	Engår				K-AL ved anlegg
		1.	2.	3.	Sum	
0-6	1	12,6	9,8	8,0	30,3	5,2
7-15	8	25,8	15,9	11,2	52,9	12
16-30	4	27,0	30,2	16,8	74,0	20
>30	1	30,6	24,4	34,2	89,2	39

Den årlige bortførsel av kalium har variert fra i middel vel 10 kg i lågste K-AL klasse til nær 30 kg i høgste. Det var en sterk nedgang i opp tatt kaliummengde fra første til tredje engår, bortsett fra ett felt som lå på svært kaliumrik jord.

Nitrogengjødsling har, som tidli-

gere vist, økt avlingen sterkt, og det te har også hatt betydning for mengden av kalium som er ført bort. Tallene i tabell 10 bygger delvis på ulikt antall felter pr. engår. Hovedtendensen er imidlertid slik en kunne vente, og dertil så klar at den knapt skyldes tilfeldigheter.

Tabell 10. Kalium ført bort med avlingen ved dekar.

Kg N pr. dekar	12				24				36			
	0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5
1. års eng	22,1	23,9	25,6	29,0	27,8	31,0	32,5	32,6	27,6	27,8	35,0	35,3
2. » »	20,7	24,4	26,8	29,4	23,3	27,1	33,0	35,3	23,1	28,9	33,1	36,2
3. » »	15,0	21,1	24,2	28,2	14,5	22,3	28,8	33,2	17,2	20,8	28,3	32,7
Sum 3 engår ..	57,8	69,4	76,6	86,6	65,6	80,4	94,3	101,1	67,9	77,5	96,4	104,2

Nitrogengjødsling har økt kaliumopptaket sterkt ved alle kaliumgjødslingsnivåer i første og andre engår, men bare ved de to øverste kaliumnivåer i siste engår. Uten og ved svak kaliumgjødsling var det mindre øk-

ulik nitrogen- og kaliumgjødsling, kg pr.

ning i kaliumopptaket for stigende nitrogenmengde i andre enn i første engår, og det var til dels ingen økning i siste engår. Det er rimelig å anta at dette skyldes minskede kaliumreserver i jorda.

B. Innhold av kalium i graset

Prosentisk innhold av kalium i graset er avhengig både av kaliumgjødning og av tidligere forråd i jorda.

Tabell 11 viser prosentisk kaliuminnhold i gras ved ulike kalium- og nitrogen-gjødsling.

Tabell 11. Kaliuminnhold, prosent i grastørstoff. Middel 23 årsefelter.

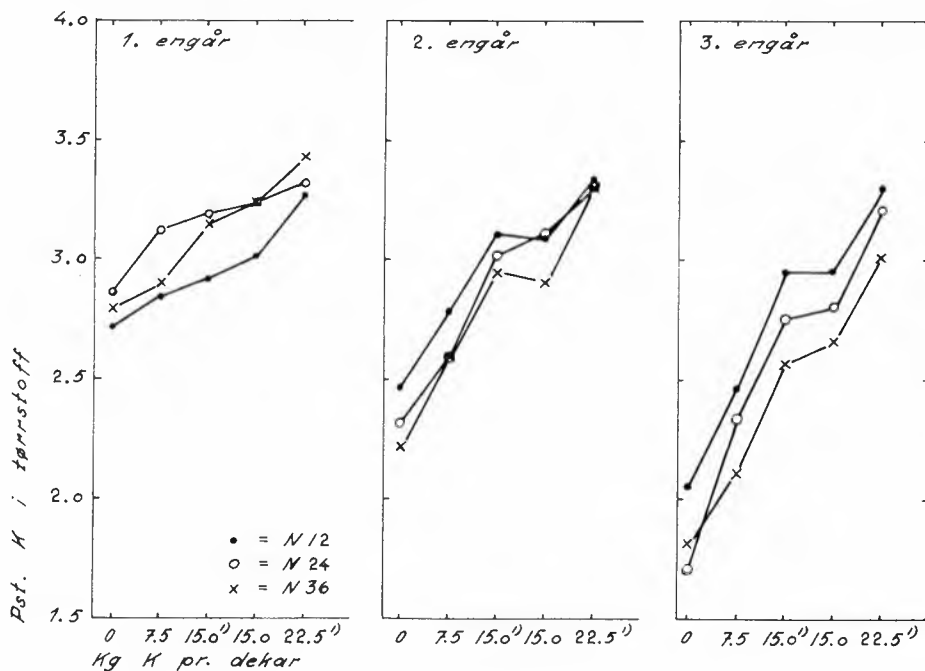
Kg N pr. dekar	Kg K pr. dekar					Middel
	0	7,5	15 ¹⁾	15	22,5 ¹⁾	
12	2,35	2,67	3,01	3,02	3,32	2,87
24	2,20	2,61	2,96	3,02	3,28	2,81
36	2,21	2,47	2,84	2,88	3,22	2,72

1) Delt gjødning

Det har vært en gradvis økning i kaliuminnholdet opp til største gjødselmengde. Tilførsel av 22,5 kg kalium har hevet innholdet av kalium i grastørstoff med ca. en prosentenheter ved alle nitrogennivåer.

Stigende nitrogen-gjødselmengder har, i middel for alle engår, resultert

i mindre nedgang i plantenes kaliuminnhold. Som vist i figur 4, førte imidlertid nitrogen-gjødsling til økt prosentisk innhold av kalium i første engår, mens det i andre, og spesielt i tredje engår var en nedgang i kaliumkonsentrasjonen.



1) Delt kaliumgjødning

Figur 4. Prosent kalium i grastørstoff i de enkelte engår ved ulike nitrogen- og kaliumgjødning.

Det er vist, blant andre av *Hvidsten* et al. (1959) og *Steen* (1972), at på kaliumrik jord vil nitrogen-gjødsling øke kaliumkonsentrasjonen i graset. Ved svakere kaliumtilgang, kan resultatet bli det motsatte. Dette forklares ved at tørrstoffproduksjonen da går raskere enn kaliumopptaket. Den stimulerende virkning av nitrat på opptaket av kaliumioner blir under slike forhold mer enn oppveid av fortykningseffekten. Resulta-

ter fra enkeltfelter, som av plasshensyn er utelatt her, bekrefter også dette. Gras fra et felt på svært kaliumfattig jord viste nedsatt kaliuminnhold, som følge av nitrogen-gjødsling, i alle engår, mens det var økt kaliuminnhold i alle år på ett felt med store kaliumreserver.

Virkingen av delt og udelt kaliumgjødsling på innholdet i plantene ved de ulike høstinger er vist i tabell 12. Tallene er middel for 23 årsfelter.

Tabell 12. Kalium, prosent i grastørrstoff ved ulike høstinger.

Høsting	Kg K pr. dekar				
	0	7,5	7,5 + 3,75 + 3,75	15	15 + 3,75 + 3,75
1.	2,29	2,81	2,96	3,24	3,38
2.	2,20	2,51	2,87	2,90	3,15
3.	2,26	2,42	2,98	2,78	3,28

Tilførsel av 15 kg kalium om våren har gitt betydelig høyere innhold ved første høsting, og større variasjon i sesongen enn om samme mengde ble fordelt på tre gjødslinger. De konsekvenser dette har for mineralsammensetningen i plantene er nærmere drøftet lenger ute i meldingen.

Innholdet av kalium de enkelte

engår er vist i tabell 13. Antall felter har ikke vært likt i alle engår. Resultatene var imidlertid tilnærmet det samme for fire felter, der det fantes analyser for alle år og høstinger. En har derfor valgt å presentere resultatene for det største antall felter, enda om det er enkelte svakheter ved sammenligningene.

Tabell 13. Kalium, prosent i grastørrstoff de enkelte engår.

Engår	Antall felter	Kg K pr. dekar				
		0	7,5	15 ¹⁾	15	22,5 ¹⁾
1.	5	2,79	2,96	3,09	3,16	3,34
2.	9	2,34	2,66	3,03	3,03	3,32
3.	9	1,89	2,31	2,76	2,81	3,18

1) Delt gjødsling

Uten kaliumgjødsling var det naturlig nok sterk nedgang i plantenes kaliuminnhold fra første til tredje engår. Nedgangen har også gjort seg gjeldende der det er tilført kalium, men bare i liten grad ved sterkeste gjødsling.

Tallene i tabell 13 viser at midlere kaliuminnhold har ligget høgt. Et betydelig antall felter hadde i første engår over 3 prosent kalium i grastørrstoff uten kaliumgjødsling, og det er registrert innhold opp til 5 prosent. Men det var også mange eks-

empler på lågt innhold, spesielt i tredje engår. Det var da eksempler på kaliuminnhold i graset ned mot 1 prosent uten eller med svak gjødsling, og det ble på flere av disse feltene notert sterke kaliummangel-symptomer.

Et spørsmål som har vært gjenstand for en del interesse, er om kaliumkonsentrasjonen i graset kan brukes som mål på plantenes gjødselbehov. *Davies* (1975) refererer fra ulike undersøkelser kritiske verdier for kalium i engvekster, varierende fra 0,9 til 2,2 prosent. *Knauer* (1963) fant liten meravling for kaliumgjødsling dersom innholdet i grastørrstoff

var høgre enn ca. 2 prosent ved høsting på silostadiet (15—20 % råprotein), mens meravlingen var stor ved kaliumkonsentrasjoner lågere enn 1,5 prosent. For planter høstet på seinere utviklingstrinn oppgir *Knauer* lågere grenseverdier.

En oppdeling av forsøksmaterialet etter kaliuminnholdet i grastørrstoff er gjort i tabell 14. Avlingen i ledd med 2,0—2,5 prosent kalium er brukt som basis, og meravling eller mindreavling av tørrstoff i forhold til denne basisgruppen er satt opp for tre grupper med lågere og en gruppe med høgere kaliuminnhold i graset.

Tabell 14. Avlingsdifferanser, kg tørrstoff, gruppert etter kaliuminnhold i graset.

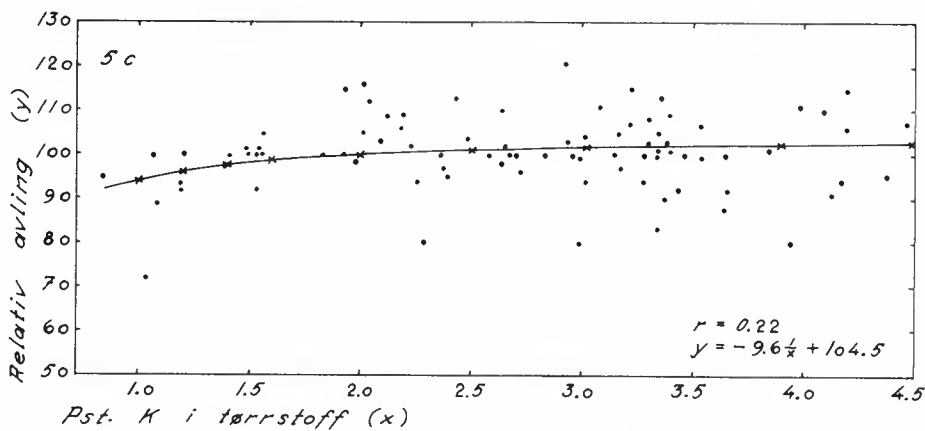
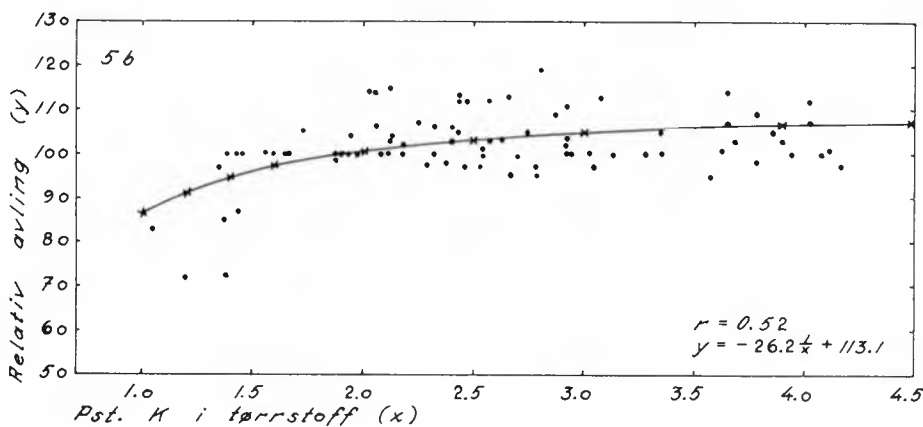
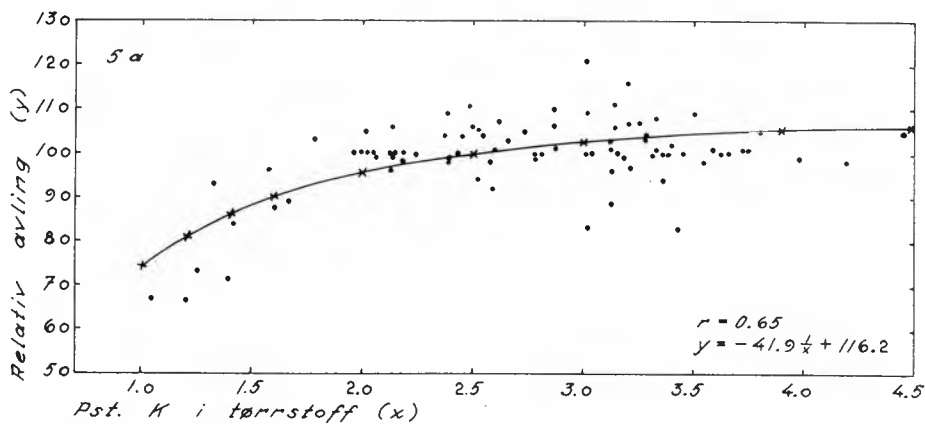
Prosent K i grastørrstoff	<1,3	1,3—1,5	1,5—2,0	2,0—2,5	>2,5
Antall sammenligninger med gruppen 2,0—2,5 . . .	48	45	54	—	99
Midlere differanse, kg tørrstoff pr. dekar	÷61	÷50	÷18	—	12
Antall sammenligninger med avlingsreduksjon . . .	45	42	45	—	24

Sammenligningen, som er gjort på forsøksleddbasis, viser en relativt god sammenheng mellom prosent kalium i grastørrstoff og avlingsnivået. Avlingsreduksjonen har tiltatt ganske sterkt ved nedgang i kaliuminnholdet fra 2,0—2,5 (middel 2,14) til under 1,5 prosent, mens avlingsoppgangen ved øket kaliuminnhold ut over 2,5 var liten.

En mer detaljert presentasjon av sammenhengen mellom kaliumprosent i graset og meravlingen er satt opp i figur 5. Ved framstillingen er avlingen i ledd b (7,5 kg K) satt lik 100. Relativavlinger er brukt for å eliminere års- og stedsvariasjoner i avlingsnivået. Felter med variasjonskoeffisient over 13 er ikke tatt med i materialet.

Ved første og andre høsting viser

materialet liten sammenheng mellom innhold og avlingsstørrelse når kaliumprosenten var høgere enn ca. 2,0. Ved lågere kaliuminnhold var det derimot klar sammenheng mellom kaliumprosent og avlingsstørrelse. Ved tredje høsting var det svak sammenheng mellom avling og kaliuminnhold, også ved låge kaliumkonsentrasjoner i graset. Varierende utviklingstrinn for graset og delvis små avlinger kan være årsaker til dette. Resultatene viser at kaliuminnhold over 2,0—2,5 prosent i grastørrstoff indikerer luksusforbruk, mens innhold under ca. 2 prosent varsler for svak kaliumforsyning. Det er god overensstemmelse mellom dette resultat og konklusjonen til *Knauer* (1963). Resultatene gjelder gras høstet ved begynnende skyting.



Figur 5. Sammenhengen mellom relativ avling (ledd b = 100) og kaliuminnhold i grastørrstoff.

VII. Magnesium

A. Magnesium i gras

Magnesium til førvekster har interesse både i egenskap av plantenæringsstoff og som et nødvendig element i husdyrernæringen. I dette forsøket er det med de vanlige gjødselslagene tilført bare 0,1—0,2 kg magnesium til leddet betegnet Mg 0, mens det er gitt 5 kg magnesium ekstra i kieseritt til ledd Mg 5. Dette er 2—5 ganger mer enn det som tilføres i en fullgjødsmengde tilsvarende 24 kg nitrogen, bortsett fra fullgjødsel 15-4-12, som inneholder mer magnesium enn de andre fullgjødsetypene.

Innholdet av magnesium i gras-tørrestoff har variert sterkt fra felt til felt. Ved første høsting er det notert konsentrasjoner fra 0,07 til 0,21 prosent. Tallene i tabell 15 viser middel for 23 felter, der en har analyser for alle nitrogen-kaliumkombinasjoner ved alle høstinger.

Kaliumgjødning har senket magnesiuminnholdet ved alle høstinger og på alle nitrogennivåer. Nedgangen var tilnærmet rettlinjet til 15 kg kalium, men litt svakere for øverste kaliumtrinn. Tilførsel av 15 kg kalium har senket magnesiuminnholdet med vel 0,03 prosentenheter.

Nitrogengjødsling økte magnesiuminnholdet, men ikke så sterkt at det veide opp virkningen av kalium. Økning fra 12 til 24 kg nitrogen hevet magnesiuminnholdet 0,01—0,02 prosentenheter.

Virkningen av magnesiumgjødning på innholdet av magnesium i gras er vist i tabell 16.

Tabell 15. Magnesium, prosent i grastørrestoff ved ulik nitrogen- og kaliumgjødning. Middel 23 felter.

Høsting	I					II					III				
	a	b	c	d	E	a	b	c	d	E	a	b	c	d	E
1.	0,146	0,130	0,126	0,120	0,124	0,160	0,143	0,145	0,134	0,128	0,168	0,150	0,148	0,140	0,137
2.	0,203	0,186	0,166	0,161	0,155	0,223	0,202	0,182	0,186	0,167	0,225	0,208	0,198	0,195	0,179
3.	0,227	0,213	0,184	0,186	0,177	0,246	0,227	0,199	0,209	0,185	0,248	0,241	0,215	0,220	0,197
Middel ..	0,192	0,176	0,159	0,156	0,152	0,210	0,191	0,175	0,176	0,160	0,214	0,200	0,187	0,185	0,171

Tabell 16. Magnesium, prosent i grastørrstoff ved ulik magnesium-, nitrogen- og kaliumgjødsling. Middell 23 felter.

Høsting	Mg i kieseritt kg pr. dekar	I		II		III		Middell I—III	
		a	E	a	E	a	E	a	E
1.	0	0,146	0,124	0,160	0,128	0,168	0,137	0,158	0,130
	5	0,151	0,132	0,164	0,140	0,178	0,141	0,164	0,138
2.	0	0,203	0,155	0,223	0,167	0,225	0,179	0,217	0,167
	5	0,222	0,175	0,246	0,183	0,254	0,188	0,241	0,182
3.	0	0,227	0,177	0,246	0,185	0,248	0,197	0,240	0,186
	5	0,240	0,192	0,249	0,202	0,287	0,212	0,259	0,202
Middell	0	0,192	0,152	0,210	0,160	0,214	0,171	0,205	0,161
	5	0,204	0,166	0,220	0,175	0,240	0,180	0,221	0,174

Høsting	K, kg pr. dekar		N, kg pr. dekar		Mg, kg pr. dekar							
	1.	2.	3.	4.								
1.	0	7,5	15	22,5	0							
2.	0	7,5	15	22,5	0							
3.	0	7,5	15	22,5	0							
Mg, % i tørrstoff	0,140	0,189	0,211	0,205	0,189	0,173	0,161	0,167	0,182	0,191	0,183	0,198
Antall analyser	345			307			345			414		

Magnesiumgjødning har virket positivt på innholdet av magnesium i plantene. Økningen i magnesiuminnholdet var liten ved første høsting, betydelig større ved de seinere høstinger.

Den største variasjon i plantenes magnesiuminnhold skyldes imidlertid ikke gjødning, men høstetid. Dette vil gå fram av følgende oversikt som viser hovedeffektene av gjødning og høstetid på innholdet av magnesium i grastørrstoff.

Oostendorp (1975) rapporterte økning i magnesiuminnhold på i middel 0,04 prosentenheter etter tilførsel av 6 kg Mg pr. dekar, og omtrent det

samme etter gjødning med 11 kg Mg pr. dekar. Noen større økning i magnesiuminnholdet i gras som følge av ekstra magnesiumgjødning kan en, i følge disse resultatene ikke vente.

Mengden av magnesium som ble ført bort med avlingen etter gjødning med 24 kg nitrogen og 22,5 kg kalium var i middel for alle analyserte prøver 1,3 kg pr. dekar uten, og 1,4 kg med magnesiumgjødning. Tallene er beregnet på grunnlag av innholdet i gras. I kløverrike avlinger kan bortførselen bli mer enn dobbelt så stor.

B. Magnesium i kløver

På de fleste feltene utgjorde grasarter mer enn 90 prosent av plantebestandet. Det var likevel noen få felter med en del kløver, og fra disse foreligger det analyser av både kløver og gras. Resultatene er samlet i tabell 17.

Innholdet av magnesium var i alle

ledd mer enn dobbelt så høgt i kløver som i gras. Det var en tendens til større utslag av ulik gjødning på magnesiuminnholdet i kløver enn i gras, men tallmaterialet er for lite til å trekke sikre konklusjoner om dette.

C. Behovet for magnesium i fóret

Ved beitedrift uten tilskudd av annet fór må dyra få de mineraler de trenger fra beiteplantene, mens det ved innføring eller kombinasjon av fóring og beite er flere alternativer for å dekke mineralbehovet. Også ved bruk av tilskuddsfór vil det være av en viss interesse å kjenne tilførselen av mineraler fra grovfóret. I Nederland anbefales, ifølge *Committe on Mineral Nutrition* (1973), at for melkeku bør ungt beitegras, rikt på protein og kalium inneholde ca. 0,30 prosent magnesium i tørrstoffet. I eldre gras med under 20 prosent råprotein og mindre enn 3 prosent kalium vil 0,20 prosent være tilstrekkelig. Tilsvarende tall for vinterfór er ikke oppgitt.

Midlere innhold i dette materiale har, som vist foran, ligget betydelig under 0,20 prosent magnesium ved første høsting, men litt over 0,20 prosent ved tredje høsting. Tilskudd av 5 kg magnesium har bragt innholdet opp i ca. 0,20 prosent ved andre høsting.

Den mest effektive måte å øke magnesiuminnholdet på vil være å øke kløverandelen i bestandet. Innblanding av 25—30 prosent kløver har i de fleste tilfelle sikret minimum 0,20 prosent magnesium i fóret ved første høsting. Det fantes imidlertid også felter hvor en slik kombinasjon ikke hadde mer enn 0,15 prosent magnesium i gras-kløverblandingens ved første høsting.

Tabell 17. Magnesium, prosent i kløver og grastørrstoff ved ulk magnesium-, nitrogen- og kaliumgjødsling. Kg pr. dekar. Middel 7 høstinger.

Kg Mg	0			5		
	12	24	36	12	24	36
Kg N	0	22,5	0	22,5	0	22,5
Kg K	0,384	0,323	0,360	0,357	0,427	0,343
Kløver	0,160	0,147	0,161	0,150	0,189	0,153
Gras						
				0,460	0,451	0,386
				0,164	0,179	0,159
				0,22,5	0,22,5	0,22,5
				0	0	0
				0,421	0,364	0,421
				0,191	0,159	0,171
				0	0	0
				22,5	22,5	22,5

VIII. Svovel

På en del felter var det tatt inn i forsøksplanen to ledd med svovelgjødsling.

Som omtalt i første melding, var det små utslag for svovelgjødsling.

Innholdet av svovel i graset er referert i tabell 18, som viser middeltallene for 10 årsfelter, alle med tre høstinger.

Tabell 18. Svovel, prosent i grastørrstoff.

S, kg pr. dekar	1			5		
	12	24	36	12	24	36
N, kg pr. dekar						
1. høsting	0,22	0,25	0,26	0,23	0,26	0,26
2. »	0,28	0,30	0,30	0,30	0,32	0,33
3. »	0,27	0,27	0,27	0,30	0,30	0,30

Økning av svoveltilførselen fra 1 til 5 kg har hevet svovelinholdet med maksimum 0,03 prosentenheter. Omtrent samme oppgang er oppnådd ved første og andre høstetid ved å øke nitrogenmengden fra 12 til 24 kg.

Mengden av svovel som ble tatt bort med avlingen var i middel for de analyserte felter 2,3 og 2,5 kg pr. dekar årlig ved tilførsel av henholdsvis 1 og 5 kg svovel. Tapene med

avlingen er noe større enn det som vanlig tilføres med fullgjødning til eng på Østlandet. Plantene har, i følge avlingsresultater og kjemiske analyser, kunnet dekke dette underskuddet fra svovelforråd i jorda, eventuelt gjennom svoveltilførsel fra luft.

I de strøk av landet der fullgjødning 16-3-15 brukes til eng, kommer svoveltilførselen ofte over 10 kg pr. dekar årlig.

IX. Fosfor og kalsium

Fosfor er bestemt i alle nitrogenkalkkombinasjoner på 14 felter. Innholdet varierte relativt lite. Kalium- og nitrogengjødsling hadde liten

virkning på fosforinnholdet, mens det kan registreres en svak stigning fra første til tredje høsting ved alle nitrogennivåer.

Tabell 19. Fosfor, prosent i grastørrstoff. Middel 14 årsfelter.

N, kg pr. dekar	12	24	36
1. høsting	0,32	0,33	0,33
2. »	0,35	0,35	0,35
3. »	0,37	0,38	0,37

Kalsium er bestemt i samme felter og forsøksledd som fosfor. Innholdet

av kalsium varierte fra 0,25 til 0,90 prosent av tørrstoffet.

Tabell 20. Kalsium, prosent i grastørstoff ved ulike nitrogen- og kaliumgjødsling. Kg pr. dekar. Middell 14 årsfelter.

N, kg	12				24				36			
	0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5	0	7,5	15	22,5
1. høsting ..	0,39	0,39	0,36	0,37	0,43	0,40	0,40	0,39	0,46	0,40	0,39	0,40
2. » ..	0,53	0,54	0,51	0,49	0,61	0,57	0,54	0,50	0,62	0,59	0,55	0,53
3. » ..	0,63	0,60	0,55	0,51	0,64	0,59	0,56	0,54	0,64	0,62	0,58	0,54

Nitrogengjødsling økte kalsiuminnholdet betydelig ved første og andre høsting, men lite ved siste. Kaliumgjødsling har, som ventet, senket kalsiuminnholdet. Nedgangen var minst ved første høsting. Deling av

kaliummengden (15 kg) virket lite inn på kalsiuminnholdet, og tallene er derfor sløffet i tabellen.

Det var en sterk økning i kalsiuminnholdet fra første til tredje høsting.

X. Relativ mineralsammensetning etter ulike gjødsling

Gjødsling kan øke innholdet av enkelte mineraler i plantene, mens innholdet av andre er uforandret eller kanskje avtar. Den relative mineralsammensetning kan derfor bli sterkt endret ved gjødsling. I forbindelse med angrep av beitekrampe hos storfe har søkelyset i særlig grad vært rettet mot elementene kalium, kalsium og magnesium. Kvotienten K/Ca + Mg har ofte vært brukt som uttrykk for den relative sammensetning av disse mineralene, men andre relasjoner har også vært beregnet og er sett i sammenheng med gjødselstyrke, høstetid, botanisk sammensetning og dyrenes helsetilstand. De seinere år er innholdet av råprotein i gras ttrukket inn i forbindelse med beitekrampe, fordi det er påvist at proteinkonsentrasjonen er av betydning for hvordan dyrene nytter ut mineralene.

Behandlingen av dette emne vil her bli innskrenket til en kort oppsummering av hvordan kvotienten K/Ca + Mg har variert i det foreliggende materiale. Store variasjoner i nitrogen- og kaliumgjødsling, og høstinger tre ganger i sesongen, gir mu-

ligheter for å dekke det meste av det variasjonsområde en kan vente for gras høstet på silostadiet. Tallene i tabell 21 er basert på 14 årsfelter, der det finnes analyser for alle høstinger. Beregningen er utført på grunnlag av innholdet av de ulike elementer angitt på ekvivalentbasis (milliekvivalenter pr. kg tørstoff).

Kaliumgjødsling har økt kvotienten sterkt ved alle høstinger. Deling av kaliummengden satte forholdstallet litt ned ved første høsting, og førte til en viss utjevning for vekstsesongen som helhet. Nitrogengjødsling senket kvotienten, særlig ved første høsting. Det var videre en sterk reduksjon i forholdstallet fra første til tredje høsting. Dette skyldes relativt sterkere økning i kalsium- og magnesiumkonsentrasjonen enn reduksjon av kaliuminnholdet.

Drøftingen av sammenhengen mellom førets mineralinnhold og forekomst av beitekrampe er gjort av flere, blant andre *Ødelien* (1960), *Rosenberger, Welte* og *Werk* (1964) og *Kemp* (1971). Kvotienten K/Ca + Mg betraktes i dag bare som en grov veiledning når det gjelder kram-

Tabell 21. Kvotienten K/Ca + Mg i grastørstoff, ved ulik nitrogen- og kaliumgjødsling. Ekvivalentbasis.

Høsting	I					II					III				
	a	b	c	d	E	a	b	c	d	E	a	b	c	d	E
1.	2,01	2,43	2,79	2,87	2,89	1,68	2,19	2,41	2,61	2,63	1,58	2,20	2,28	2,49	2,62
2.	1,39	1,71	2,02	1,94	2,25	1,20	1,48	1,92	1,90	2,22	1,24	1,45	1,70	1,70	2,03
3.	1,23	1,53	1,89	1,85	2,17	1,18	1,46	1,93	1,77	2,08	1,26	1,35	1,72	1,49	2,04

perisiko. Det er likevel fortsatt slik at førets innhold av magnesium, kalium og kalium, og følgelig de faktorer som påvirker dette, er av betydning med tanke på husdyrenes helse-tilstand.

XI. Diskusjon

Intensiv engdyrking forutsetter sterk gjødsling, og resulterer i stor bortførsel av nitrogen og mineralstoffer. Formålene med dyrkingen er å produsere mest mulig energi (tørrstoff) pr. dekar. Samtidig bør føret ha høy konsentrasjon av protein, helst også av de mineralstoffer som dyrene trenger. Innholdet av nitrat bør derimot være lågt, og mineralsammensetningen, som kan variere sterkt, bør være slik at den ikke representerer noen fare for husdyrenes helsetilstand. Virkningen av sterk drift på næringsinnholdet i jorda må en også ha for øye, av hensyn til etterfølgende vekster, og for å få det beste resultat, økonomisk sett.

Resultatene i denne serien belyser

virkingen av ulike nitrogen- og kaliumgjødselmengder på kløverfattig eller kløverfri eng. Et ventet resultat var derfor store meravlinger for nitrogengjødsling. På grunn av gjødselkostnadene og avtagende meravling ved økende gjødsling vil det ikke lønne seg å presse avlingsnivået opp til et absolutt maksimum.

Hva en må forlange av meravling for sist innsatte gjødseldose, vil avhenge både av gjødselprisen og av hva husdyrene kan betale for føret. Beregnet ut fra gjødselprisen i desember 1976, og ved å forutsette at meravlingen for sist innsatte gjødseldose skyldes nitrogen, får vi følgende gjødselkostnader pr. kg tørrstoff.

Meravling pr. kg N	Fullgjødsel					Kalk- salpeter
	A	C	D	F	25-3-6	
10	0,59	0,51	0,38	0,48	0,29	0,25
7	0,84	0,73	0,54	0,69	0,42	0,35
5	1,18	1,02	0,76	0,96	0,58	0,50
3	1,97	1,70	1,26	1,61	0,97	0,82

Regner vi videre ut fra disse forutsetninger:

1. en førenhetspris for grovfør på kr 1,20.
2. at det går 1,5 kg tørrstoff av grovfør pr. førenhet.

vil verdien av 1 kg tørrstoff i grovfør bli kr. 0,80.

Etter dette alternativ vil det for alle gjødseltyper lønne seg å gjødsle så sterkt at en får ned til 10 kg tørrstoff pr. kg nitrogen, og bortsett fra fullgjødsel A er det dekning til 7 kg tørrstoff. Ved bruk av kalksalpeter eller fullgjødsel 25-3-6 er det også brukbar lønnsomhet så lenge meravlingen er minst 5 kg tørrstoff pr. kg

nitrogen, mens 3 kg er ulønnsomt for alle gjødselslag.

Verdien av tørrstoff i grovføret er fastsatt på grunnlag av forutnyttingsberegninger for modelljordbruk (20 kyr) på Østlandet 1975, utført ved Norges Landbruksøkonomiske Institutt (*Sølverud*, 1976). Tallene er videre skjønnsmessig justert til prisnivået for 1976/77. Det er klart at slike beregninger ikke kan bli helt nøyaktige, og at verdien kan variere med dyretall og produksjonsretning (melk-kjøtt).

I følge avlingstallene og de økonomiske beregninger foran, vil en mengdefordeling for nitrogen i vekstsesongen på 10 + 8 + 6 kg pr. dekar i mange tilfelle ligge nær det øko-

nomiske optimum. Er plantedekke, vannforsyning og andre næringsstoffer nær optimum, slik at en generelt har mulighet for svært høgt avlingsnivå, kan en trolig øke mengden til 12 + 10 + 8 kg nitrogen pr. dekar.

På enkelte felter var det sterk uttynning av plantedekket, og skaden var klart større ved sterk enn ved mer moderat nitrogen gjødsling. Tidligere siste slått, og litt høyere stubbing ville trolig ha redusert disse skadene en del.

Små meravlinger for kalium i første engår, og sterk oppgang i avlingsutslag fra første til tredje engår, i middel for serien, er sumvirkninger som kan forklares ved bra kaliuminnhold ved anlegg og stor bortførelse av kalium med avlingene. Resultatene i forsøket bekrefter at det er vanskelig å opprettholde jordas kaliumnivå gjennom en flerårig engperiode, i hvert fall dersom K-AL-tallene opprinnelig ligger på et middels eller høgt nivå. Skal en holde tallene konstant under slike forhold, må en gjødsle betydelig sterkere med kalium enn det som trengs for å hol-

de avlingsnivået på et optimalt nivå. Uheldige virkninger av en slik praksis vil være dårligere lønnsomhet, lavere magnesium- og kalsiuminnhold i plantene og høgt K/Mg + Ca forhold.

På jord med middels og høgt innhold av kalium i jorda, slik den vurderes ved hjelp av K-AL og K-HNO₃-verdiene, vil det etter dette være riktig å redusere kaliummengden i første engår, og så gradvis øke den senere i engperioden. Jordanalysene, særlig K-AL tallene, har i denne serien gitt bra anvisninger om jordas evne til å forsyne plantene med kalium. Dagens utvalg av fullgjødsestyper gjør det fullt mulig å gjennomføre en slik gjødslingspraksis, men en må da også ta konsekvensen av dette ved gjødsling til vekster som kommer etter engperioden.

På forsøksfeltene som gikk inn i denne serien, var det ikke i noe tilfelle grunnlag for å gi svovel eller magnesium ut over de mengder som tilføres i de fullgjødsestelslagene som nå brukes til eng på Østlandet.

XII. Summary

A field trial series with different amounts and distribution of nitrogen, potassium, and magnesium or sulphur, applied to grassland, was carried out during 1968—75 in the south-eastern part of Norway. The experimental plan included three cuttings each year over a three year experimental period. The amounts and the distribution of the nutrients, expressed as kg per 0.1 ha, are given in more details in Table 1. The fertilizers used were ammonium nitrate limestone, potassium chloride, kieserit and gypsum. All plots received the equivalent of 60 kg P per ha.

Grass constituted in most fields 90

—100 per cent of the stand. The predominating grasses were *Phleum pratense* and *Festuca pratensis*, except for a few fields, where *Dactylis glomerata* dominated. The grass was cut at the stage of early heading.

The results for dry matter yields and soil analysis are presented in a separate publication (Bærug, 1977).

The content of crude protein in the grass dry matter is shown in Table 2. After a fertilizer distribution over three cuttings equivalent to 100 + 70 + 70 kg nitrogen per ha, the crude protein in the grass varied from 14.7 to 16.2 per cent. When the dressing was raised to 150 + 105 +

105 kg nitrogen, the crude protein in grass varied from 16.9 to 18.6 per cent. The increase in crude protein due to nitrogen fertilization was nearly the same in all years (Fig. 1), although the crude protein content varied considerably between years.

The yields of crude protein after yearly dressing with 120, 240 and 360 kg nitrogen per ha were 950, 1 310 and 1 630 kg per ha, respectively (Table 3). Application of 1 kg nitrogen per ha increased crude protein yield 2.0—3.4 kg (Table 4).

The content of nitrate-nitrogen in grass dry matter was on average 0.05, 0.08 and 0.14 per cent after application of 120, 240 and 360 kg nitrogen per year (Table 5). The highest content of nitrate-nitrogen after application of 70—100 kg nitrogen per dressing was 0.33, whereas the highest recorded value after application of 105—150 kg nitrogen per dressing was 0.47.

The relationship between nitrate in grass dry matter and yield is shown in Fig. 3. Although the results show rather great distribution, the transition zone between deficiency and sufficiency indicates that a nitrate-nitrogen content about 0.1 per cent is optimum for growth of grass.

The amount of potassium accumulated by the crop, as well as the potassium concentration of the grass show great variations between fields, and from one treatment to another (Tables 7—13). There was in many cases considerable luxury consump-

tion of potassium. The results indicate that about 2 per cent potassium in grass dry matter, at the stage of early heading, is sufficient for maximum growth (Fig. 5).

Nitrogen increased potassium uptake when the potassium supply was ample, whereas this effect did not appear when the supply was moderate or low (Fig. 4).

The soil analytical values for K-AL was a good measure of the ability of the soil to supply potassium to the grass (Table 14).

Magnesium concentration (per cent) of the grass dry matter was decreased 0.01—0.05 units by application of 75—225 kg potassium per ha, increased 0.01—0.03 units by application of 120—240 kg nitrogen and increased 0.01—0.03 units by application of 50 kg magnesium (Tables 15—16). Magnesium concentration in clover was two—three times as high as that in the corresponding samples of grass (Table 17).

The relative mineral composition of grass, as expressed by the quotient $K/Ca + Mg$, showed high values at the first cutting, especially when the potassium supply was liberal. At the second and third cuttings magnesium and calcium in grass increased considerably, whereas potassium often decreased. The relative potassium content, as given by the quotient, therefore decreased markedly from the first to the second cutting (Table 21).

XIII. Headings of Tables and Figures

- Table 1. Experimental plan, kg per 0.1 ha of nitrogen, potassium, magnesium and sulphur in spring and after the first and the second cutting.
- Table 2. Percentage of crude protein in grass dry matter at various nitrogen fertilization, and at three cuttings.
- Table 3. Kg crude protein per 0.1 ha at various nitrogen fertilization, and at three cuttings.
- Table 4. Increase in crude protein yield per kg nitrogen per 0.1 ha.
- Table 5. Percentage of $\text{NO}_3\text{-N}$ in grass dry matter at various nitrogen fertilization, and at three cuttings.
- Table 6. Percentage of $\text{NO}_3\text{-N}$ in grass dry matter, average for years.
- Table 7. Kg potassium in herbage at various potassium fertilization, and at three cuttings. Kg per 0.1 ha.
- Table 8. Percentage of applied potassium accumulated in the crop, assuming equal uptake from soil reserves in all treatments.
- Table 9. Uptake of potassium from soils with various soil analytical values (K-AL). Kg per 0.1 ha each year and sum for three years.
- Table 10. Accumulation of potassium by herbage at various nitrogen and potassium fertilization. Kg per 0.1 ha.
- Table 11. Percentage of potassium in grass dry matter at various nitrogen and potassium fertilization.
- Table 12. Percentage of potassium in grass dry matter at various potassium fertilization, and at three cuttings.
- Table 13. Percentage of potassium in grass dry matter at various potassium fertilization during three years of ley.
- Table 14. Differences in dry matter yield in plots with various potassium concentration in grass dry matter. Kg dry matter per 0.1 ha. Basis: Grass with 2.0—2.5 per cent potassium.
- Table 15. Percentage of magnesium in grass dry matter at various nitrogen and potassium fertilization, and at three cuttings.
- Table 16. Percentage of magnesium in grass dry matter at various magnesium, nitrogen and potassium fertilization, and at three cuttings.
- Table 17. Percentage of magnesium in clover and grass dry matter at various magnesium, nitrogen and potassium fertilization.
- Table 18. Percentage of sulphur in grass dry matter at various sulphur and nitrogen fertilization, and at three cuttings.
- Table 19. Percentage of phosphorus in grass dry matter at various nitrogen fertilization, and at three cuttings.
- Table 20. Percentage of calcium in grass dry matter at various nitrogen and potassium fertilization, and at three cuttings.
- Table 21. The quotient $\text{K/Ca} + \text{Mg}$ in grass dry matter at various nitrogen and potassium fertilization. Equivalent basis.
- Figure 1. Percentage of crude protein in grass dry matter at various nitrogen fertilization. Year averages.
- Figure 2. Relative yield of dry matter and crude protein, and percentage of crude protein in grass at various nitrogen fertilization.
- Figure 3. Relation between percentage $\text{NO}_3\text{-N}$ in grass dry matter at the stage of early heading, and relative yield of dry matter.
- Figure 4. Percentage of potassium in grass dry matter at various nitrogen and potassium fertilization in the first, second and third year of ley.
- Figure 5. Relation between percentage potassium in grass dry matter at the stage of early heading, and relative yield of dry matter.

XIV. Litteratur

- Behaeghe, T. J. and L. A. Carlier*, 1974: Influence of nitrogen levels on quality and yield of herbage under moving and grazing conditions. Proc. 5th Gen. Meet. Eur. Grassl. Fed. 1973: 52—66.
- Bærug, R.*, 1977: Nitrogen, kalium, magnesium og svovel til eng på Sør-Østlandet. I. Avlinger og jordanalyser. Forskn. fors. Landbr. 28: 533—548.
- Committee on Mineral Nutrition*, 1973: Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle. Centre for agricultural publishing and documentation. Wageningen.
- Davies, W. E.*, 1975: The effect of P, K and Ca on the yield, crude protein and mineral composition of lucerne and red clover. Proc. 11th Colloq. Intern. Potash Inst.: 149—154.
- Egner, H., H. Riehm and W. R. Domingo*, 1960: Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. Kungl. Lantr. Högsk. Annlr. 26: 199—215.
- Hvidsten, H., M. Ødelien, R. Bærug and S. Tollersrud*, 1959: The influence of fertilizer treatment of pastures on the mineral composition of the herbage and the incidence of hypomagnesemia in dairy cows. Acta Agric. Scand. 9: 261—291.
- Håland, A.*, 1976: Verknader av kalium og nitrogen på K-innhald i jorda og på avling og førkvalitet av Westerwoldsk raigras. Forskn. fors. Landbr. 27: 307—326.
- Kemp, A.*, 1971: The effects of K and N dressings on the mineral supply of grazing animals. Proc. 1st Colloq. Potass. Inst. Ltd.: 1—14.
- Knauer, N.*, 1963: Über die Brauchbarkeit der Pflanzenanalyse zur Ermittlung der P- und K-Versorgung des Bodens. Landwirtsch. Forsch. 16: 116—129.
- Oostendorp, D.*, 1975: The influence of fertilization on the mineral content of grass in relation to animal health. FAO/ECE/AGRI/12 Symp. Geneva 1974, II: 478—496.
- Rosenberger, G., E. Welte and O. Werk*, 1964: Einige Versuche zur Frage der Entstehung und Vorbeuge der Weidetetanie. Nord. Vet.-Med. I: 183—195.
- Steen, E.*, 1972: Stigande mængder kvæve till fem vallgräsarter skördade 3 gånger per sesong. Lantbrukshögskolans meddelanden A, 176: 435.
- Sølverud, S.*, 1976: Norges Landbruksøkonomiske Institutt. Ikke publisert.
- Uhlen, G.*, 1956: Noen langvarige gjødslingsforsøk på Østlandet. Forskn. fors. Landbr. 7: 34—79.
- Uhlen, G.*, 1976: Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer and farm manure in long term experiments with rotational crops in Norway. Int. Conf. on «Very long term experiments and their results». Paris-Grignon, July 7.—9., 1976.
- van Burg, P. F. J.*, 1966: Nitrate as an indicator of the nitrogen-nutrition status of grass. Proc. 10th Int. Grassl. Congr., Helsinki: 267—272.
- van Burg, P. F. J.*, 1970: The seasonal response of grassland herbage to nitrogen. Neth. Nitrogen Techn. Bull. 8: 1—59.
- Ødelien, M.*, 1951: Bladprosenten hos timotei og dens betydning for høyets førverdi. Forskn. fors. Landbr. 2: 52—62.
- Ødelien, M. og L. Hvidsten*, 1957: Stigende kunstgjødselmengder til eng ved ulike slåttetider. Forskn. fors. Landbr. 8: 241—294.
- Ødelien, M.*, 1960: Kan gjødsling være årsak til hypomagnesemi og tetani hos storfe? Tidsskr. Norske Landbr. 67: 353—371.

Fellesmelding frå

Statens forskingsstasjon Fureneset. Melding nr. 31.

Statens forskingsstasjon Særheim. Melding nr. 65.

Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrernæring og fôringslære.
Melding nr. 185.

Fureneset Agricultural Research Station. Report No. 31.

Særheim Agricultural Research Station. Report No. 65.

The Agricultural University of Norway, Department of Animal Nutrition.
Report No. 185.

I redaksjonen 31.3. 1977.

**FORSØK MED STRANDRØYR
OG NOKRE ANDRE GRASARTER**

Reed canarygrass compared with some other grass species

AV

K. AASE, F. SUNDSTØL OG K. MYHR

INNHALD

	Side
I. Samandrag	576
II. Innleiing	577
III. Litteraturoversyn	578
IV. Opplysningar om forsøka	579
A. Forsøksplan	579
B. Forsøksfelta	580
C. Ver og vekst	580
V. Avlingsresultat	581
A. Arter gruppert etter forsøksår	581
B. Utslag for stigande gjødsling	582
C. Utslag for jordpakking	583
D. Amerikansk og norsk strandrøyr	584
VI. Botanisk samansetnad	584
VII. Legde	587
VIII. Avlingskvalitet	587
A. Materiale og metodar	587
B. Kjemisk innhald	588
1. Spreidde felt	588
2. Høy i meltingsforsøk	590
3. Blad og stenglar	591
C. In vitro melteleg tørrstoff (IVMT)	592
D. Meltingsforsøk med sau	593
E. Fôrverdien av strandrøyr	594
IX. Særskilde granskningar	595
A. Spirehastigheit	595
B. Vekst og avling i attleggsåret	597
C. Blad og stengel	598
D. Utvikling hjå ulike strandrøyr-populasjonar	599
E. Formeiring med leddknutar	600
X. Drøfting av resultata	601
XI. Summary	602
XII. Litteratur	603

I. Samandrag

Strandrøyr er samanlikna med timotei, engsvingel, engrapp og rausvingel. Forsøk er utførde med to gjødselmengder og to alternativ for jordpakking. I alt er anlagt 22 markforsøk, 15 i Sogn og Fjordane, tre i Aust-Agder, to i Vest-Agder og eitt i kvart av fylka Rogaland og Hordaland. Dei fleste forsøka er utførde i bygder der det ofte er overvintringsvanskar. Fem forsøk vart hausta i seks engår, 11 forsøk i fem år, 13 forsøk i fire år og 21 forsøk i tre år. I tillegg til markforsøka er utført kjemiske analyser og meltingsforsøk med sauer, vidare er granska spirehastigheit, vekst og avling i attleggsåret, tilhøvet mellom blad og stengel, vekstrytme hjå ulike strandrøyrpopulasjonar, og formeiring av strandrøyr ved hjelp av leddknutar.

Dei viktigaste resultatane kan samanfatta slik:

1. Amerikansk strandrøyr har i middel for alle felt og forsøksår gitt signifikant større tørrstoffavling enn alle dei andre artene.
2. Strandrøyr er ein varig grasart som hevdar seg betre etter kvart som enga vert eldre, jamført med dei andre artene.
3. Strandrøyr toler og gir att for sterkare gjødsling enn timotei.
4. Strandrøyr har djupe røtter og dertil kraftige underjordiske utløparar som armerer matjordskiktet slik at det får stor bærevne.
5. Amerikansk strandrøyr er tilpassa vekstvilkåra i kyst- og fjordbygdene på Sør- og Vestlandet, men inne i dal- og fjellbygdene er det tydeleg at dei stadeigne strandrøyrpopulasjonane står betre enn den amerikanske.
6. Strandrøyr inneheld meire råprotein enn dei andre artene.
7. Meltingsforsøk med sauer viser at meltegraden for organisk stoff og energi er lågare i strandrøyr enn i høyr frå engsvingel/timotei-eng. Trevler og N-frie ekstraktstoff er vesentleg mindre melteleg i strandrøyr enn i engsvingel/timotei. Strandrøyr har derimot høgare meltingskoeffisientar for råprotein enn dei andre artene.
8. Ved tidleg hausting er førsteslått av strandrøyr relativt lett melteleg samanlikna med engsvingel/timotei. Ved sein hausting av første slått er strandrøyr vesentleg tyngre melteleg enn dei andre artene. Også andre slått av strandrøyr er tungt melteleg.
9. Frø av strandrøyr spirer seinare enn frø av timotei og engsvingel.
10. Ved såing tidleg om våren kan både strandrøyr og timotei gi store tørrstoffavlingar i attleggsåret.
11. Norsk strandrøyr har vesentleg meire blad enn både amerikansk strandrøyr og timotei.
12. Amerikansk strandrøyr er ein tidleg økotype med relativt mange frøskot. Dei stadeigne strandrøyrpopulasjonane på Vestlandet er seinare og har relativt få frøskot.
13. Strandrøyr er lett å formeire vegetativt ved stengelknutar og underjordiske stengelutløparar.

II. Innleiing

Denne meldinga har vorte til ved eit samarbeid mellom Statens forskingsstasjon Fureneset, Statens forskingsstasjon Særheim og Institutt for husdyrernæring og fôringslære ved Norges landbrukshøgskole. Forskar Knut Aase har hatt ansvaret for markforsøka i Sogn og Fjordane og i Hordaland. Forskar Jorulf Øyen har hatt ansvaret for markforsøka i Rogaland og på Sørlandet. Førsteamanuensis dr. Frik Sundstøl har teke seg av kjemiske analyser, meltingsforsøk og utrekning av fôrverdi. Forskar Kristen Myhr har utført dei særskilde granskingane på Fureneset.

Forfattarane har ansvaret for kvar sine avsnitt i meldinga på denne måten: K. Aase V—VII, F. Sundstøl VIII og K. Myhr I—IV og IX—XII.

I åra 1968 og 1969 vart Vestlandet heimsøkt av omfattande overvinterringsskader på eng og beite. For mange praktikarar fekk desse misvekst-åra store økonomiske konsekvensar og det vart spurt etter meire varige og vintersterke grasarter. Dette er bakgrunnen for at Statens forskingsstasjon Fureneset satte i gang forsøk for samanlikning av strandrøyr (*Phalaris arundinacea* L.) med vintersterke sortar av andre meire vanlege grasarter. Statens forskingsstasjon Særheim la ut ein del felt etter same plan på Jæren og Sørlandet.

Strandrøyr finst viltveksande i dei tempererte soner i Asia, Europa og Amerika, men til denne tid er det berre i Nord-Amerika det har fått nemnande verdi som kulturgras. Denne grasarten er tilpassa svært ulike veksttilhøve, og toler såleis flaum, tørke og dårlege overvintningsvilkår betre enn våre vanlege enggrasarter. Til denne tid har det vore mest uråd å skaffe frø av europeisk strandrøyr. I åra 1971—1976 er innført 31 tonn

frø frå USA. Frøet er sådd i Sogn og Fjordane, Hordaland og Rogaland.

Innan strandrøyr synest å vere store variasjonar i ulike eigenskapar. Den amerikanske økotypen har såleis ein annan vekstrytme enn våre heimlege populasjonar. Det er difor av interesse å kome i gang med utvalg og foredling i norsk strandrøyr for å lage sortar som er tilpassa våre tilhøve med ein relativt stutt, men intens vekstsesong.

Strandrøyr er eit høgvakse, bladrikt gras med grov og stiv stengel. Det gir store avlingar av proteinrikt fôr, men akseptabilitet og fôrverdi har det vore delte meiningar om, noko som truleg skuldast hausting ved ulik utvikling av planten, og ulikt kjemisk innhald som følge av ulike vekstvilkår. Frå Amerika er kjent at ymse populasjonar av strandrøyr inneheld ein eller fleire alkaloidkomponentar som avhengig av konsentrasjonen kan ha innverknad på smak og fôropptak. Førebels analyser av strandrøyrmateriale frå Fureneset viser at alkaloidkonsentrasjonen er så låg at den truleg ikkje verkar inn på fôropptaket. Dette spørsmålet skal takast opp i ei særskild melding. Strandrøyr har eit kraftig rotsystem som kan hente vatn og plantenæring frå stort djup og vidare sterke underjordiske stengelutløparar for vegetativ spreining. Desse underjordiske plantedelane armerer matjordskiktet slik at det får relativt stor bæreevne. I vårt land er dette av interesse på myrjord og elles i strok med stor nedbør. I Amerika har strandrøyr vore sådd eller planta langs elvar og bekkefar. Den sterke grastorva hindrar vassgraving.

Strandrøyr er ein av dei varigaste grasartene vi har. På næringsrik jord er det evigvarande, og ved sterk gjødsling er det aggressivt mot andre

engplanter. Ettersom det har vore svært vanskeleg å verte kvitt strandrøyr, har mange rekna planten for eit ugras, og passa på at den ikkje fekk spreie seg. Sjølv om vi i den seinare tid har fått effektive herbicid mot grasarter, må ein slå fast at strandrøyr berre høver for langvarig eng.

I den seinare tid har føregått ei utvikling i jordbruket som har gjort

strandrøyr aktuell i fleire landsdeler. Her skal nemnast spesialisering i retning av einseitig grasdyrking, bruk av fórhaustar som knuser den grove stengelen, trafikk med tunge vogner ute på engene, sterkare gjødsling, oppdyrking av myrar og anna jord med dårleg bæreevne, og oppdyrking av areal som ligg slik til at det er mest årvisst fare for overvintringsskader.

III. Litteraturoversyn

Etter siste verdskrigen er publisert resultat frå mange forsøk med strandrøyr. Det aller meste er frå USA og Canada, men det finst interessante resultat også frå Sverige og Noreg. I det følgjande skal vi referere mest utførleg frå forsøk i Skandinavia, men også take med nokre meldingar frå Amerika, og til slutt vise til nokre oversynsartiklar om denne grasarten.

Vigerust (1935), *Olsen* (1969) og *Jonassen & Fæste* (1976) har funne at strandrøyr ikkje gjer seg serleg gjeldande i fjellet. Ein stor del av plantene går ut alt første vinteren og plantedeckket vert tynt og gir lita avling jamført med andre grasarter. På Statens forskingsstasjon Løken har strandrøyr hevda seg godt i høve til timotei ved sterk gjødsling (*Solberg*, 1956). I ein nyare serie som er publisert av *Olsen* (1969), har strandrøyr stått noko dårlegare enn timotei på Løken, men har hevda seg svært bra i 3.—5. engår i tilsvarande forsøk på Statens forskingsstasjon Apelsvoll. På Norges landbrukshøgskole er strandrøyr prøvd i fireårige forsøk med tre gongers slått. Strandrøyr ga større tørrstoffavling enn timotei og ei blanding av timotei og engsvingel (*Grønnerød*, 1973). Ved Statens forskingsstasjon Særheim har *Pestalozzi*

(1973) vist at strandrøyr vart sterkt uttynna etter to år der det vart hausta fire eller fem gonger årleg, ved berre tre gongers hausting derimot stod strandrøyra godt.

Valberg (1971) og *Østgård* (1975) har skreve om ymse forsøk med strandrøyr i Nord-Noreg. Dei fann at stadeigne planter var evigvarande og at dei ga store avlingar, medan amerikanske sortar som oftast gjekk ut første vinteren.

Wik (1968) har gjort greie for ein del forsøk og praktiske røynsler med strandrøyr i Sverige. I 1920-åra vart utført forsøk med ulike grasarter på Flahult i Småland og Gisselås i Jämtland. Strandrøyr ga størst avling etter nokre år. På Gotland var det problem med flaumvatn som vart ståande i lang tid over nokre myrområde. Strandrøyr greidde seg betre enn andre grasarter under slike tilhøve. I åra etter 1967 er utført omfattande forsøk med strandrøyr i Nord-Sverige.

Anderson (1975) refererer nokre førebels resultat som syner at amerikanske sortar ikkje greier overvinterringa, medan den lokale sorten Torne-dalen står svært godt frå og med tredje engår, jamført med andre grasarter.

Vose (1959) og *Heath & Hughes*

(1966) refererer amerikanske forsøk der strandrøyr har synt stor evne til å overleve og til å gi stor avling både i vassmetta jord under flaum og ved sterk tørke. Arten har såleis spesiell interesse ved ymse jordverntiltak. Ved samanlikning av åtte aktuelle grasarter og fire belgvekstarter på organisk jord i Michigan fann *Tesar & Shepherd* (1963) at strandrøyr ga signifikant større tørrstoffavling enn alle andre arter. *Bonin & Tomlin* (1968) og *Dean & Clark* (1972) har fått store avlingsutslag ved å tilføre stigande mengder nitrogen-gjødsel til strandrøyrang.

Når det gjeld akseptabilitet, foropptak, meltingskoeffisientar og produksjon av kjøtt og mjølk er det motstridande resultat å finne i litteraturen, og den vanlege meining har vore at strandrøyr er noko mindre smakeleg og tynge melteleg enn våre andre meire vanlege grasarter. *Blakeslee, Harrison & Davis* (1956) fann at lam vaks noko seinare på strandrøyr- enn på bladfaksbeite, men ettersom strandrøyr ga større avling, kunne ein ha fleire dyr pr. arealeining og såleis få meire lammekjøtt enn på bladfaksbeite.

Marten & Donker (1968) fann også at strandrøyr ga vesentleg større avling enn bladfaks. Kviger som hadde fritt val mellom desse artene på beite tok bladfaks først, men når dyra vart delt slik at ei gruppe fekk

strandrøyr og ei anna bladfaks, var den daglege tilveksten like stor for begge. Når det vidare vart teke omsyn til at kvigene hadde mat i fleire dagar pr. arealeining av strandrøyr så måtte den arten tilrådest.

Allinson et al. (1969) fann at strandrøyr hadde høgare forverdi enn hundegras og bladfaks ved bruk av ein serskild *in vitro*-metode.

Colovos et al. (1969) fann at forverdien i strandrøyr minka relativt snøgt etter kvart som planten nådde lenger i utvikling før hausting. *Van Soest & Jones* (1968) har studert samanhengene mellom meltingsverdi og silisiuminnhald i strandrøyr og ymse andre engvekster. Desse granskarane fann at trevlene vert dårlegare melta når graset inneheld mykje silisium.

Strandrøyr er ein av dei få artene innan grasfamilien som inneheld alkaloid. Frå Amerika er kjent at høg alkaloidkonsentrasjon fører til nedsett foropptak, *Simons & Marten* (1971) og *Williams et al.* (1971). Frå amerikansk litteratur er elles kjent at strandrøyret inneheld mest alkaloid i periodar med tørt og varmt ver.

Det er skreve fleire generelle utgreiingar om strandrøyr og oversyn over forsøk med denne grasarten. Her skal nemnast *Hamar & Marum* (1974), *Wik* (1968), *Heath & Hughes* (1966) og *Vose* (1959).

IV. Opplysningar om forsøka

A. Forsøksplan

Forsøka er utlagde etter ein faktoriell plan med fire gjentak av fem grasarter, to gjødselmengder og to alternativ for jordpakking.

Grasarter:

Strandrøyr (*Phalaris arundinacea*),
amerikansk handelsvare,

Timotei (*Phleum pratense*), Bodin,
Engsvingel (*Festuca pratensis*),

Løken,
Engrapp (*Poa pratensis*), Holt,
Raudsvingel (*Festuca rubra*),

Reptans.

På Fureneset er dertil med strandrøyr frå Statens forskingsstasjon Lø-

ken på fire forsøk. Det er ein øko-
type frå fjellbygda Øystre Slidre i
Valdres. Grasfrøet er sådd utan inn-
blanding av kløver. Fire felt på Fure-
neset er radsådde, medan dei andre
er breisådde. Det er ikkje brukt dekk-
vekst.

Gjødsling:

Det er brukt to ulike mengder full-
gjødning F (16-3-15). To gjentak er
gjødsla medels sterkt (GI) og to
gjentak er gjødsla sterkt (GII).

Mengdene er, kg pr. dekar:

GI: 50 kg om våren
+ 50 kg etter 1. slått,

GII: 100 kg om våren
+ 75 kg etter 1. slått.

Jordpakking:

Eine halvparten av feltet er pakka
med firehjulstraktor som hadde 300
kg last på trekkstengene. Det var
oppsett særskild plan for korleis pak-
kinga skulle utførast om våren, etter
1. slått og etter 2. slått. I attleggs-
året og første engåret er ikkje pakka,
seinare skulle pakkinga intensiverast
etter kvart som enga vart eldre. Køy-
ringa skulle utførast straks etter
slåtten, før veksten var komen i gang
att.

Forsøksspørsmåla var:

PO: Ikkje pakka,

PI: Pakka med traktor.

B. Forsøksfelta

I alt er anlagt 22 forsøk i denne
serien. Dei 10 første vart anlagt vå-
ren 1970, og dei andre nokolunde
jamt fordelt i dei tre påføljande åra.
Fem felt vart forsøkshausta i heile
seks engår, seks felt er avslutta etter
fem engår, to felt etter fire engår,
åtte etter tre engår og eitt etter to
engår. Alle felt vart forsøkshausta
første og andre engåret.

Fire felt har lege på Statens fors-
kingsstasjon Fureneset, lokalt i Sogn
og Fjordane er utført 11 forsøk. I
kvart av fylka Hordaland og Rogal-
land er anlagt eitt felt, i Vest-Agder
to og i Aust-Agder tre felt.

Ved utlegging av desse felta prøvde
vi å få flest mogeleg plassert på sta-
der som relativt ofte var heimsøkt

av overvintringsskader. Om lag halv-
parten av felta er såleis utført på flat
og lite gjennomtrengelig jord i dal-
bygder som har relativt mykje snø
om vinteren. På Fureneset og hjå
fire—fem av dei lokale forsøksverta-
ne var det ikkje rekna med overvint-
ringsskader, men der hadde felta verd
ettersom dei i nokre høve låg på myr-
jord med lita bæreevne, og elles var
det av interesse å utføre nokre for-
søk under verkeleg gode tilhøve for
grasdyrking.

Etter planen skulle forsøka haus-
tast to gonger kvar sommar. Av ulike
grunnar er nokre få felt likevel haus-
ta berre ein gong i einskilde av for-
søksåra.

C. Ver og vekst

Felta i Sogn og Fjordane og Hor-
daland er utført i bygder med nor-
mal årsnedbør frå 1500 til 2300 mm,
tilsvarande for Rogaland og Agder-

fylka er 1000—1500 mm. I forsøks-
perioden 1970—1976 er ikkje regi-
strert særleg store avvik frå normal
nedbør og temperatur i veksttida i

noko år på Vestlandet. Sørlandet har derimot vore heimsøkt av tørke om sommaren både i 1975 og i 1976.

I dei indre dalbygder er registrert overvintringsskader i fleire forsøksår, men det er likevel klårt at skadene ikkje var av same omfang som

i 1968 og 1969. På einskilde felt gjekk timoteien og begge svingelartene ut etter få år, men rutene grodde til med villgras og ugras slik at det ikkje oppstod nokon stor avlingssvikt av den grunn.

V. Avlingsresultat

A. Arter gruppert etter forsøksår

Tabell 1 viser avlingane for fem grasarter etter kvart som enga vert eldre. I dei tre første engåra står omtrent like mange felt bak avlingstala, men frå tredje til fjerde engår har gått ut i alt åtte felt, og frå femte til sjette engår har gått ut seks felt, av ulike grunnar. Ei særskild granskning syner at dei utgatte

felta har hatt same tendensen til samspel mellom grasart og engår som dei andre forsøka. Når det gjeld avlingsnivået derimot er det klart at eit par av dei felta som gav minst avling gjekk ut etter tre år, av den grunn får alle arter noko høgare tal for tørrstoffavling i fjerde engår.

Tabell 1. Kg tørrstoff pr. dekar, 1. + 2. slått i seks engår kvar for seg. Total yields each year, kg dry matter per decare (0,1 ha).

Engår Age of fields, years	Tal felt Number of fields	Strand- røyr <i>Phalaris</i> <i>arundina-</i> <i>nacea</i>	Timotei <i>Phleum</i> <i>pratense</i>	Eng- svingel <i>Festuca</i> <i>pratensis</i>	Engrapp <i>Poa</i> <i>pratensis</i>	Rau- svingel <i>Festuca</i> <i>rubra</i>	LSD 5 %
1. engår ..	22	1119	1110	1022	854	871	57
2. engår ..	22	997	970	898	832	849	60
3. engår ..	21	933	808	818	737	764	55
4. engår ..	13	965	870	859	758	811	71
5. engår ..	11	909	776	778	740	766	74
6. engår ..	5	834	649	626	585	613	80
Medel Average ..		960	864	834	751	779	52
2. slått i prosent av 1. + 2. slått Second cut in per cent of annual yield		40	31	33	37	37	

Strandrøyr har gitt større avling enn alle dei andre artene i alle år. I første og andre engår står timotei omtrent like godt, men frå og med

tredje engår er meiravlinga for strandrøyr statistisk sikker. I høve til dei andre artene er det tydeleg tendens til at strandrøyret hevder seg

betre dess eldre enga vert. For heile materialet under eitt er det likevel ikkje funne signifikant samspel grasart x engår.

Strandrøyr gir ein relativt stor del av avlinga ved 2. slått. I desse forsøka er brukt amerikansk strandrøyr. Det er ein relativt tidleg type med grove stenglar.

Timotei har i medel for seks engår gitt 96 kg tørrstoff mindre enn strandrøyr, ein skilnad som er statistisk sikker. Det er likevel klart at timotei har gitt omtrent like stor avling som strandrøyr i dei to første engåra. I desse forsøka er brukt den nordnorske sorten Bodin som er kjent for å vere vintersterk og varig. Bodin har gitt ein relativt liten del av avlinga ved 2. slått.

Engsvingel har ikkje kunna hevde seg med timotei dei to første engåra, men frå og med tredje engår står desse to artene nokolunde likt i tørrstoffavling. Sorten Løken som er brukt i desse forsøka er kjent for å vere varig og for å gi store avlingar, jamført med andre engsvingelsortar.

Engrapp har gitt mindre avling enn alle dei andre artene i alle engår. Ved vurdering av dette resultatet må vi take omsyn til store artsskilnader. Engrapp er ein småvakxen grasart som høver best til beite. Den kan såleis ikkje tevla med t. d. timotei i tørrstoffavling ved berre to gongers slått i året. I desse forsøka er brukt den nordnorske sorten Holt, som truleg er meire varig og vintersterk enn andre sortar. Men Holt kjem ikkje på topp i avling på Vestlandet, til det avsluttar den veksten for tidleg om hausten.

Rausvingel er ikkje vanleg brukt i eng- og beitefrøblandingar i vårt land. På den andre sida er viltvekse ande rausvingel kjent for å vere ein av dei varigaste grasartene vi har. Då desse felta skulle leggest ut kunne det ikkje skaffast frø av norsk rausvingel og vi måtte bruke den sørsvenske sorten Reptans. Til liks med engrapp må rausvingel reknast for eit småvakse bladgras. Ved berre to gongers årleg hausting kan ikkje slike arter tevla med timotei når det gjeld tørrstoffavling.

B. Utslag for stigande gjødsling

Som det går fram av forsøksplanen er grasartene samanlikna ved to ulike gjødselmengder. Då det er tendens til

at artene reagerer ulikt på stigande gjødsling, skal vi sette opp hovudresultatet i tabell 2.

Tabell 2. Verknad av to ulike gjødselstyrkar. Kg tørrstoff pr. dekar, 1. + 2. slått. Medel for 90 årsavlingar.

*Effect of two rates of compound fertilizer.
Kg dry matter per decare (0,1 ha).*

Forsøksledd <i>Treatment</i>	Strandrøyr <i>Phalaris arundinacea</i>	Timotei <i>Phleum pratense</i>	Engsvingel <i>Festuca pratensis</i>	Engrapp <i>Poa pratensis</i>	Rausvingel <i>Festuca rubra</i>
Medels (GI)					
Medium	922	870	828	738	767
Sterk (GII)					
Heavy	1053	956	923	826	848

I medel for heile materialet har strandrøyr gitt ei meiravling på 131 kg tørrstoff pr. dekar og år for sterk gjødsling, for dei andre artene er meiravlinga jamt over 88 kg tørrstoff. For heile materialet under eitt er

ikkje samspelet grasart x gjødsling signifikant, men på dei fleste felt er det klart at strandrøyr har gitt vesentleg større utslag for sterk gjødsling enn dei andre artene.

C. Utslag for jordpakking

På eine halvparten vart jorda på alle felt pakka med ein traktor som hadde 300 kg last på trekkstengene. Etter forsøksplanen skulle det ikkje pakkast i atleggsåret og første engåret, seinare skulle pakkinga intensiverast etter kvart som eng vart eldre. Avhengig av jordart, og vassinn-

haldet i jorda da pakkinga vart utført, varierer resultatet av denne forsøkshandsaminga heller mykje frå felt til felt.

I tabell 3 er ikkje teke med avlingsresultat frå første og andre engår, ettersom ein då ikkje kunne vente utslag for jordpakking.

Tabell 3. Verknad av jordpakking. Resultat for 3.—6. engår. Medel for 50 årsavlingar.

Effect of soil compaction. Dry matter yields, kg per decare (0,1 ha). First and second year omitted.

Forsøksledd <i>Treatment</i>	Strandrøyr <i>Phalaris arundinacea</i>	Timotei <i>Phleum pratense</i>	Engsvingel <i>Festuca pratensis</i>	Engrapp <i>Poa pratensis</i>	Rausvingel <i>Festuca rubra</i>
Ikkje pakking <i>No compaction</i>	963	824	809	756	774
Jordpakking <i>Soilcompaction</i>	889	778	792	700	748

Strandrøyr er den art som har teke mest skade av jordpakkinga, avlinga er redusert med 74 kg tørrstoff pr. dekar. Dette resultatet kan diskuteras. Trass i den relativt store avlingsnedgangen er det strandrøyr som har gitt størst avling, også på pakka jord. Det kan tenkast at dei underjordiske stengelutløparane til strandrøyret trivst best i laus og porøs jord. På Fureneset er lagt merke til at strandrøyret toler mindre av mekanisk påkjenning i veksttida enn

dei andre artene. I nokre høve da jordpakkinga av ymse grunnar var utsett til etter veksten var komen i gang att, kunne det sjå ut som at fleire blad og stenglar var knekte på strandrøyret enn på dei andre artene. Dette er noko som vi må kome attende til og studere nærare.

Engrapp og *timotei* har også fått ein viss avlingsreduksjon etter jordpakking, medan *rausvingel* og særleg *engsvingel* har reagert lite på denne forsøkshandsaminga.

D. Amerikansk og norsk strandrøyr

Strandrøyr frå Statens forskingsstasjon Løken i Valdres var med i fire forsøk på Fureneset. To av desse vart forsøkshausta i fem år, eitt i fire og eitt i tre år. Forsøka var anlagt

på god gamal kulturjord, overvint-ringsskader førekom ikkje, og det vart hausta store avlingar i alle år. Avling og botanisk samansetnad går fram av tabell 4.

Tabell 4. Amerikansk og norsk strandrøyr jamført med timotei og engsvingel. Kg tørrstoff pr. dekar, og botanisk analyse.

American and Norwegian ecotypes of Phalaris arundinacea compared with Phleum pratense and Festuca pratensis. Dry matter, kg per decare (0,1 ha), and botanical analysis.

	Strandrøyr Amerikansk <i>Phal. arund.</i> American	Strandrøyr Løken <i>Phal. arund.</i> Norwegian	Timotei Bodin <i>Phleum</i> <i>pratense</i>	Engsvingel Løken <i>Festuca</i> <i>pratensis</i>	LSD 5 %
Tørrstoff, 1. + 2. slått <i>Dry matter, 1. + 2. cut</i>	1420	1300	1380	1290	90
2. slått i prosent av 1. + 2. slått <i>Second cut in percent</i> <i>of annual yield</i>	43	40	35	35	2
Isådd gras i prosent <i>Planted grasses</i> <i>in per cent</i>	80	65	82	80	12

Amerikansk strandrøyr har gitt signifikant større tørrstoffavling enn Løken strandrøyr. Bodin timotei har hevda seg godt og gitt nesten like stor avling som amerikansk strandrøyr. Løken engsvingel har gitt omtrent like stor avling som Løken strandrøyr.

Strandrøyr skil seg ut frå dei andre artene ved at ein større del av årsavlinga vert produsert på ettersom-maren. Dette gjeld særleg amerikansk

strandrøyr der heile 43 prosent av avlinga er hausta som hå.

På grunnlag av desse fire felta skal ein vere varsam med å tillegge skilnaden mellom amerikansk og Løken strandrøyr for stor vekt. Det skuldast signifikant skilnad i botanisk samansetnad. Løken spirte og grodde til seinare enn dei andre ledda i attleggsåret. Villgras og ugras fekk såleis betre høve til å kome inn. Dette er tilhøve som blir drøfta i eit seinare avsnitt.

VI. Botanisk samansetnad

Like før hausting av 1. slått er notert botanisk samansetnad på alle felt. I tabell 5 er ført opp prosent isådd gras for dei ulike grasartene. Tala viser medel for alle felt i kvart engår for seg.

Strandrøyret stod tett og fint på dei fleste felta og vart i mange høve notert med ein avlingsandel frå 90 til 100 prosent. På nokre andre felt var strandrøyret å rekne for mislukka og utgjorde ikkje meire enn frå

Tabell 5. Prosent isådd gras ved 1. slått i ulike engår.

Botanical composition each year. Per cent of total yield for each species.

Engår <i>Age of fields, years</i>	Tal felt <i>Number of fields</i>	Strandrøy <i>Phalaris arundinacea</i>	Timotei <i>Phleum pratense</i>	Engsvingel <i>Festuca pratensis</i>	Engrapp <i>Poa pratensis</i>	Rausvingel <i>Festuca rubra</i>	LSD 5 %
1. engår	22	82	89	87	67	73	7
2. engår	22	78	85	79	68	54	8
3. engår	21	73	68	70	63	41	8
4. engår	13	72	72	65	56	41	12
5. engår	11	74	54	55	54	34	12
6. engår	5	75	50	45	57	26	14

10 til 50 prosent av avlinga. Resten var villgras og ugras. Grunnen til den store variasjonen kan i nokre tilfelle først attende til spiringa og utviklinga i attleggsåret. Der spiretilhøva var gode, og der ugraset vart halde nede, slo strandrøyret godt til. På andre felt med mykje ugras vart strandrøyret for ein stor del kvalt ved spiringa eller i dei næraste vekene etterpå. Strandrøy spirer vesentleg seinare enn timotei. Det er elles klart at amerikansk strandrøy har gjort seg lite gjeldande på dei felte som låg lengst inne i dalane og høgast over havet. Når snøen vart liggende til ut i mai og vekstperioden var slutt først i september så kom ikkje amerikansk strandrøy til sin rett.

Når ein ser utviklinga i plantesetnad frå år til år er det klart at strandrøyret har vore varigare enn nokon av dei andre artene.

Timoteien stod pent på alle felt første og andre engåret. Deretter vart den sterkt uttynna mange stader, og da mest inne i dalbygdene. På Furenset, og på nokre andre stader med gode overvintringstilhøve, stod timoteien tett og fin, jamvel etter 5—6 haustear.

Engsvingelen stod tett og fin på alle felt første engåret, men deretter

gjorde den seg mindre gjeldande frå år til år på felte inne i dalbygdene. I kystbygdene klarte engsvingelen seg godt, rutene var stort sett fri for ugras og villgras, og avlingane heldt seg godt oppe sjølv i 5. og 6. engåret.

Engrapp. Holt engrapp hadde vanskar med å spire og konkurrere med ugraset i attleggsåret på mange felt. Engrapp spirer relativt seint, og i attleggsåret har ikkje planten stengel. Bladverket vart i mange høve overvaksje av ugras og kvalt. På dei felt der engrappen greidde å gro til heldt den seg godt i heile forsøksperioden.

Rausvingel set ikkje stengel i attleggsåret og følgeleg kan planten lett verte overvaksen og kvalt av ugras i ein frodig attleggsåker. Det er elles truleg at den svenske sorten Reptans ikkje har vore vintersterk nok. Det var berre nokre få felt som hadde tilfredsstillande plantedekke av rausvingel. På den andre sida var rutene tilgrodde med andre gras og ugras slik at avlinga vart nokolunde brukbar likevel.

I tabell 6 er materialet for botanisk samansetnad gruppert etter gjødsling. Tala viser prosent isådd gras for dei fem ulike grasartene ved medels og sterk gjødsling.

Tabell 6. Prosent isådd gras ved 1. slått etter ulik gjødsling.

Effect of two rates of compound fertilizer on botanical composition. Per cent of total yield for each species.

Forsøksledd <i>Treatment</i>	Strandrøyr <i>Phalaris arundinacea</i>	Timotei <i>Phleum pratense</i>	Engsvingel <i>Festuca pratensis</i>	Engrapp <i>Poa pratensis</i>	Rausvingel <i>Festuca rubra</i>
Medels GI <i>Medium</i>	72	68	68	62	46
Sterk GII <i>Heavy</i>	79	71	66	60	43

Strandrøyr og timotei har greidd seg betre i konkurransen med villgras og ugras ved sterk enn ved svakare gjødsling. For engsvingel, engrapp og rausvingel er det tendens til betre konkurranseevne ved medels enn ved sterk gjødsling. Strandrøyr har delvis spreidd seg inn på naborutene, særleg på sterkt gjødsla blokker har dette vore eit problem. Skil-

nadane har på den måten til ein viss grad blitt maskerte.

I tabell 7 er materialet for botanisk samansetnad gruppert etter jordpakking. Tala viser prosent isådd gras for dei fem ulike grasartene utan og med pakking av jorda. Første og andre engår er haldne utanfor ettersom plantesamansetnaden da ikkje er påverka av denne forsøkshandsaminga.

Tabell 7. Prosent isådd gras ved 1. slått etter ulik jordpakking.

Medel for 3.—6. engår.

Effect of soil compaction on botanical composition. Per cent of total yield for each species.

Forsøksledd <i>Treatment</i>	Strandrøyr <i>Phalaris arundinacea</i>	Timotei <i>Phleum pratense</i>	Engsvingel <i>Festuca pratensis</i>	Engrapp <i>Poa pratensis</i>	Rausvingel <i>Festuca rubra</i>
Ikkje pakking <i>No compaction</i> . . .	77	60	58	57	36
Jordpakking <i>Soil compaction</i> . .	70	60	60	57	34

For strandrøyr er det tendens til nedgang i prosent isådd gras ved pakking av jorda. Sjølv om denne skilnaden på 7 prosenteningar ikkje er statistisk sikker, så må vi truleg rekne med at strandrøyr ikkje toler fullt så mykje køyring og jordpakking som dei andre grasartene. Praktiske røynslar peiker i same lei. Her kan vere to årsaker. For det første er det kanskje slik at dei underjordiske stengelutløparane til strandrøyrret trivst betre i laus og porøs enn i

hardpakka jord. Den andre årsaken kan vere mekanisk skade på overjordiske plantedelar i veksttida. Som tidlegare nemnt synest strandrøyr å få meire skade i form av avbrotne blad og stenglar, jamført med timotei og engsvingel, når vi køyrer ut i ei eng etter at veksten er komen i gang.

For dei andre artene er det ikkje registrert nemnande skilnader i botanisk samansetnad på pakka og ikkje pakka ruter.

VII. Legde

Det er notert legde like før hausting av 1. slått på 17 forsøk. For kvart felt har vi observasjonar for opptil seks år. I tabell 8 er sett opp

medeltal for legde for fem grasarter ved medels sterk og ved sterk gjødsling.

Tabell 8. Prosent legde ved 1. slått, ved ulik gjødsling.

Lodging percentage, effect of two rates of compound fertilizer.

Forsøksledd <i>Treatment</i>	Strandrøyr <i>Phalaris arundinacea</i>	Timotei <i>Phleum pratense</i>	Engsvingel <i>Festuca pratensis</i>	Engrapp <i>Poa pratensis</i>	Rausvingel <i>Festuca rubra</i>
Medels (GI)	4	23	35	37	43
Sterk (GII)	6	30	45	53	47

Strandrøyr skil seg ut ved å ha stivare strå enn alle dei andre artene. Sjølv ved sterkaste gjødsling er ikkje registrert nemnande legde på strandrøyrutene på noko forsøk. Timotei

kjem i ei mellomstilling, medan engsvingel, engrapp og rausvingel har vesentleg meire legde. Holt engrapp har større auke i legde ved stigande gjødsling enn dei andre artene.

VIII. Avlingskvalitet

A. Materiale og metodar

Kvaliteten av avlinga frå spreidde felt er vurdert ved hjelp av kjemiske analyser og melteforsøk in vitro (*Tilley & Terry, 1963*). Kvaliteten av avlinga frå ein del av felta på Fureneset er undersøkt ved hjelp av kjemiske analyser, og meltingsforsøk med sauer.

Prøvene til kjemiske analyser frå dei spreidde felta omfattar 16 årsfelt av første slått og 5 årsfelt av andre slått. Av første slåtten utgjorde Løken strandrøyr frå Fureneset 7 årsfelt. Dei kjemiske analysene av prøver frå spreidde felt vart utførte ved Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon Holt, medan analysene i høve til melteforsøka vart utførde ved Kjemisk analyselaboratorium, Norges landbrukshøgskole. Innhaldet av ADF, lignin og SiO₂ (*Goering &*

van Soest, 1970) i 24 blad- og stengelprøver av gras, og in vitro-analysene vart utførde ved Institutt for husdyrernæring og fóringlære. ADF inneheld i hovudsaka lignocellulose og vert t.d. i Amerika nytta i praksis som kvalitetsmål for engvokstrar. In vitro melteforsøk vart utført med i alt 19 prøver frå spreidde forsøk (14 første slått, 5 andre slått) og 10 prøver frå første slått på Fureneset (5 svak gjødsling, 5 sterk gjødsling).

Melteforsøk med sauer vart utført med høyrprøver av strandrøyr i samanlikning med vanleg eng dyrka på Fureneset. Forsøka gjekk over to år og graset vart begge åra slege den 16. juni (første haustetid), 30. juni (andre haustetid) og 14. august (andre slått = hå). Høyet av strandrøyr stamma frå første års eng isådd med

amerikansk strandrøyr, men inneheldt omlag 10 % viltveksande markrapp. Den vanlege enga inneheldt om lag like delar av timotei og engsvingel (40 %) med noko innblanding av rapp (10—20 %).

Ved første haustetid viste strandrøyr såvidt teikn til skyting, medan 10—30 % av timoteien hadde skote og engsvingelen var langt på veg ferdig med skytinga. Ved andre haustetid, 14 dagar seinare, var både timoteien og engsvingelen for det meste ferdig skote, men ingen av dei viste teikn til bløming. Av strandrøyrplantene hadde 20—50 % skote den 30. juni.

Håa vart hausta på same rutene som første slått. Nokre få av timotei- og engsvingelplantene i håa hadde teke til å skyte, medan håa av strandrøyr ikkje viste teikn til skyting.

Jord og gjødsling var den same for alle ledda. Graset vart låvetørka, først med kaldluft og deretter med varmluft.

I melteforsøka vart det nytta to dyr på kvart ledd. Dagsrasjonen var 900 g høy og eit lite mineraltilskot. Forsøka var elles utførte på den måten som er vanleg for rutineforsøk ved Institutt for husdyrnæring og fôringslære.

B. Kjemisk innhald

1. Spreidde felt.

Innhaldet av råprotein, trevler og aske i første og andre slått av nokre grasarter dyrka på spreidde felt er vist i tabell 9. Da det ikkje er påvist

samspel grasart x gjødsling, har vi sett opp medeltal for dei to gjødselstyrkane. Ugras og villgras er sortert frå slik at prøvene representerer reine arter.

Tabell 9. Kjemisk innhald i høyrøver frå spreidde forsøk, prosent av tørrstoffet.

Chemical composition of dry matter (DM) in some grass species, first and second cut.

Stoff Component	Slått Cut	Tal års- felt Number of fields	Strand- røyr Am. <i>Phalaris arundi- nacea</i>	Timotei Bodin <i>Phleum pra- tense</i>	Eng- svingel Løken <i>Festuca pra- tensis</i>	Eng- rapp Holt <i>Poa pra- tensis</i>	Rau- svingel Reptans <i>Festuca rubra</i>	LSD 5 %
Råprot. (CP)	1. slått	16	12,4	10,4	10,6	12,9	11,8	0,9
	2. slått	5	17,5	15,9	17,2	17,6	16,4	1,3
Trevler (CF)	1. slått	16	33,8	33,8	35,2	29,3	32,2	1,8
	2. slått	5	30,5	28,7	28,8	27,2	29,4	1,8
Aske (Ash)	1. slått	16	6,9	5,3	6,3	6,7	7,0	0,5
	2. slått	5	8,2	7,6	9,8	8,1	9,0	0,5

Innhaldet av råprotein var mykje høgare i håa enn i første slått for alle grasartene. Strandrøyr inneheld meir råprotein enn timotei, engsvingel og rausvingel. Proteininnhaldet

var lågast i timotei, og skilnaden mellom strandrøyr og timotei var signifikant både for første slått og håa. Engrapp var den grasart som hadde det høgaste proteininnhaldet i denne

Tabell 10. Kjemisk innhald i høg av strandrøyr og engsvingel/timotei dyrka på Fureneset 1975—1976.

Chemical composition of reed canarygrass (RC) hay and meadow fescue/timothy (MF/T) hay from Fureneset used in digestibility experiments with sheep.

Stoff Component	Første slått First cut				Andre slått Aftermath	
	Hausta 16/6 Cut June 16.		Hausta 30/6 Cut June 30.		Hausta 14/8 Cut August 14.	
	Eng- svingel/ timotei MF/T	Strand- røyr RC	Eng- svingel/ timotei MF/T	Strand- røyr RC	Eng- svingel/ timotei MF/T	Strand- røyr RC
Tørrstoff, % (DM)	91,3	90,2	92,6	92,1	89,0	89,0
Bruttoenergi, (GE)						
Mcal/kg tørrstoff g pr. 100 g tørrst.: g per 100 g DM:	4,52	4,48	4,46	4,47	4,39	4,52
Råprotein (CP)	13,2	15,6	8,9	10,6	15,6	16,8
Eterekstrakt (EE)	3,4	2,5	2,6	2,3	3,0	2,7
Trevler (CF)	29,2	33,1	33,1	34,9	26,3	32,8
Aske (Ash)	6,4	6,9	4,7	5,6	8,4	7,4
N-frie ekstrakt- stoff (NFE)	47,8	41,9	50,7	46,8	46,7	40,3

granskingsa. Jamført med amerikansk strandrøyr inneheldt tørrstoffet i Løken strandrøyr 0,8 prosenteningar meir råprotein.

Det kan vere grunn til å peike på at utviklingstrinnet og innhaldet av blad i høve til stenglar er faktorar som i høg grad verker inn på innhaldet av protein i graset. Ser ein alle grasartene under eitt, førte ein auke i gjødselmengda om våren frå 8 til 16 kg N pr. dekar til at innhaldet av protein i tørrstoffet auka frå 9,7 til 12,0 prosent ved første slått.

Trevleinnhaldet var jamt over lågare i håa enn i første slåtten. Dette heng mest truleg saman med at ein slo håa på eit tidlegare utviklings-trinn. I første slåtten var trevleinnhaldet likt i strandrøyr og timotei, medan det var høgast i engsvingel og lågast i engrapp. I håa var trevleinnhaldet også lågast i engrapp, medan

strandrøyra då hadde det høgaste trevleinnhaldet.

Tørrstoffet i Løken strandrøyr inneheldt 0,7 prosenteningar mindre trevler enn amerikansk strandrøyr.

Stigande gjødsling hadde ikkje nemnande innverknad på trevleinnhaldet i plantene.

Innhaldet av aske var gjennomgåande høgare i håa enn i første slåtten. Timotei hadde lågast askeinnhald ved begge slåttar. Det var små skilnader i askeinnhald mellom artene. I første slåtten hadde rausvingel det høgaste askeinnhaldet, medan askeinnhaldet i håa var høgast hos engsvingel.

Det var i materialet ein tydeleg tendens til at Løken strandrøyr hadde eit høgare askeinnhald enn amerikansk strandrøyr.

Ein auke i vårgjødslinga frå 50 til 100 kg fullgjødsel (16-3-15) førte i

Tabell 11. Kjemisk innhald og in vitro melteleg tørrstoff (IVMT) i blad- og stengelprøver av grasarter dyrka på Fureneset og hausta på tre ulike utviklingstrinn 1976.

Chemical composition and in vitro dry matter digestible (IVDMD) of separate samples of leaves and stems of grass from Fureneset cut at three stages of growth 1976.

Prøve nr. Sample No.	Haustedato Date of cut	Art/sort Species/ variety	Del av planta* Part of the plant*	Tørrstoff DM	ADF % av TS ADF % of DM	Lignin (KMnO ₄) % av TS Lignin (KMnO ₄) % of DM	SiO ₂ % av TS SiO ₂ % of DM	IVMT IVDMD
1	21.6	Tim., For.	B	93,6	34,1	5,9	0,15	71,6
2	»	»	S	93,9	39,8	6,6	0,16	52,9
3	»	Engsv., Løk.	B	93,3	29,4	5,4	0,17	77,7
4	»	»	S	96,3	43,8	5,7	0,11	58,1
5	»	Stra., Amer.	B	92,7	29,5	5,3	0,08	74,1
6	»	»	S	95,7	43,7	6,6	0,40	55,8
7	»	Stra., Løk.	B	94,7	35,5	6,4	0,52	67,1
8	»	»	S	94,2	45,6	7,3	0,46	52,4
9	28.6.	Tim., For.	B	93,1	35,4	7,1	0,47	71,8
10	»	»	S	93,1	42,6	8,0	0,10	53,2
11	»	Engsv., Løk.	B	94,1	34,9	6,0	0,00	
12	»	»	S	93,3	44,2	8,1	0,11	60,7
13	»	Stra., Amer.	B	92,9	29,6	5,2	0,40	76,1
14	»	»	S	96,1	47,8	9,9	0,38	48,4
15	»	Stra., Løk.	B	91,0	29,9	5,5	0,53	73,8
16	»	»	S	95,1	48,9	9,3	0,20	49,6
17	1.7.	Tim., For.	B	92,1	32,3	6,0	0,28	73,0
18	»	»	S	94,5	40,1	6,3	0,32	56,6
19	»	Engsv., Løk.	B	93,4	32,7	4,6	0,29	67,8
20	»	»	S	91,5	39,5	6,6	0,20	57,8
21	»	Stra., Amer.	B	90,8	25,1	3,3	0,22	71,1
22	»	»	S	93,8	47,8	9,2	0,71	43,3
23	»	Stra., Løk.	B	90,7	31,7	6,2	0,75	74,8
24	»	»	S	93,0	45,2	8,6	0,53	48,8

* B = blad = leaves
S = stengler = stems

medel for alle arter ved første slått til ein auke i askeinnhaldet i tørrstoffet på 0,7 prosenteningar.

2. Høy i meltingsforsøk.

Den kjemiske samansetnaden av strandrøyr og vanleg eng som vart nytta i meltingsforsøka med sau går fram av tabell 10.

Resultata av desse analysene stadfester stort sett det som vart funne

for dei spreidde felta (Tabell 9). Første slått av strandrøyr inneheld omlag to prosenteningar meir protein i tørrstoffet enn engsvingel/timotei. I håa var skilnaden noko mindre (1,2 einingar). Som venta var det ein sterk nedgang i proteininnhaldet frå første (16/6) til andre (30/6) haustetid. Høgast var proteininnhaldet i håa for begge høyslaga. Det var ein tendens til at strandrøyr inneheldt mindre eterekstrakt enn engsvingel/

timotei, men skilnadene var ikkje store.

I motsetnad til det som vart funne for dei spreidde forsøka var trevleinnhaldet i førsteslåtten høgare i strandrøyr enn i engsvingel/timotei. Klårast var denne skilnaden for første haustetid. Som ein følgje av høgare protein- og trevleinnhald var innhaldet av N-frie ekstraktstoff lågare i strandrøyr enn i engsvingel/timotei.

3. Blad og stenglar.

I tillegg til den vanlege fóranalysen vart det utført ein del spesielle analyser av blad- og stengelprøver av grasarter dyrka på Fureneset og hausta på tre ulike utviklingstrinn. Resultata er viste i tabell 11.

Innhaldet av ADF var signifikant høgare i stenglar (43,1 %) enn i blad (31,7 %). Mellom dei tre artene som var med var det ingen skilnader. I blada var ADF-innhaldet høgast i timotei og lågast i amerikansk strandrøyr, medan det var omvendt i stenglane. Ti dagars skilnad i haustetid

hadde, etter det ein kunne sjå, ingen sikker verknad på ADF-innhaldet korkje i blad eller stenglar.

Lignin-innhaldet var i medel for heile materialet 5,5 % i blad og 7,6 % i stenglar. Denne skilnaden var statistisk sikker ($0,001 < P < 0,01$). Skilnadene i lignin-innhald mellom arter var ikkje sikre og dei fylgde stort sett same mønster som ADF. Utsett hausting (10 dagar) hadde heller ingen synleg verknad på lignin-innhaldet i plantene.

Innhaldet av SiO_2 var lågt både i stenglar og blad og det var ingen skilnad mellom desse. Strandrøyr inneheld likevel meir SiO_2 enn engsvingel ($0,01 < P < 0,05$). Høgast var SiO_2 -innhaldet i Løken strandrøyr (0,50 %).

In vitro melteleg tørrstoff var i medel 72,4 % for blad og 54,8 % for stenglar ($P < 0,001$). Det var elles ein tendens til at strandrøyr var mindre melteleg enn timotei og engsvingel, og at utsett hausting førte til lågare meltegrad, men ingen av desse skilnadene var statistisk sikre.

Samanhengen mellom dei ulike analysene går fram av tabell 12.

Tabell 12. Samanhengen mellom ulike analyser for 24 blad- og stengelprøver frå Fureneset 1976.

Correlation between various analyses for 24 samples of leaves and stems from Fureneset 1976.

Stoff Component	Blad Leaves	Stenglar Stems	Heile materialet All samples
korrelasjonskoeffisientar (r)			
ADF — lignin	0,82	0,79	0,86
ADF — SiO_2	0,11	0,46	0,09
ADF — in vitro	÷ 0,46	÷ 0,65	÷ 0,93
Lignin — SiO_2	0,33	0,39	0,23
Lignin — in vitro	0,03	÷ 0,72	÷ 0,77
SiO_2 — in vitro	÷ 0,07	÷ 0,72	÷ 0,07

Som det går fram av tabell 12, var det i materialet sterk korrelasjon mellom ADF- og in vitro-melteleg tørrstoff og mellom ADF og lignin.

In vitro-melteleg tørrstoff var og sterkt korrelert med lignin- og SiO_2 -innhaldet i stenglar.

C. In vitro melteleg tørrstoff (IVMT)

Resultat frå in vitro meltingsfor- Sør- og Vestlandet går fram av ta-
søk med høy frå spreidde forsøk på bell 13.

Tabell 13. In vitro melteleg tørrstoff i nokre grasarter, dyrka på Sør- og Vestlandet.

In vitro dry matter digestible (IVDMD) in some grass species grown in South and West Norway.

Art/sort <i>Species/variety</i>	Gjødsling <i>Fertilizer</i>		Slått <i>Cut</i>	
	Svak <i>Moderate</i>	Sterk <i>Heavy</i>	Første <i>First</i>	Andre <i>Aftermath</i>
Spreidde felt: <i>Field trials:</i>				
Tal årsefelt <i>Total fields</i>	8	8	14	5
Strandrøyr, Am. <i>Phalaris arundi</i>	62,8	62,6	62,9	63,8
Timotei, Bodin <i>Phleum pratense</i>	65,7	68,3	67,2	68,9
Engsvingel, Løken <i>Festuca prat.</i>	66,9	65,7	65,7	67,7
Engrapp, Holt <i>Poa pratensis</i>	68,7	68,0	67,6	66,8
Rausvingel, Reptans <i>Festuca rubra</i>	63,3	65,8	64,6	64,9
LSD 5%	2,8	2,8	2,0	3,5
Medel for 7 år på Fureneset, 1. slått: <i>Mean for 7 years at Fureneset, first cut:</i>				
Tal årsefelt <i>Total fields</i>	5	5		
Strandrøyr, Am. <i>Phalaris arundi</i> . . .	63,0	61,6		
Strandrøyr, Løken <i>Phalaris arundi</i> . . .	64,7	65,7		

Amerikansk strandrøyr synte seg å vere minst melteleg av dei grasartene ein samanlikna. Dette galdt både ved svak og sterk gjødsling, og ved andre og første slått. Bodin timotei og Holt engrapp hadde høgast innhald av IVMT, medan Løken engsvingel og Reptans rausvingel kom i ei mellomstilling. Frå forsøka på Fureneset såg det ut til at Løken strandrøyr var noko lettare melteleg enn

amerikansk strandrøyr (2—4 prosenteningar).

I ei amerikansk gransking (Niehaus, 1971) hadde heller ikkje stigande N-mengder, opptil 60 kg N/da, nokon verknad på meltegraden av strandrøyr in vitro. Meltingskoeffisienten var i medel 65,6, altså noko høgare enn det som vart funne for amerikansk strandrøyr her. Det var ein tendens til høgare prosent IVMT i andre enn i første slåtten.

D. Meltingsforsøk med sau

Resultata av meltingsforsøka med sau går fram av tabell 14.

Tabell 14. Meltingskoeffisientar for høy av strandrøyr og vanleg eng dyrka på Fureneset 1975—1976.
Digestion coefficients for reed canarygrass (RC) and meadow fescue/timothy hay (MF/T) from Fureneset 1975—1976.

	Første slått <i>First cut</i>				Andre slått <i>Aftermath</i>	
	Hausta 16/6 <i>Cut June 16.</i>		Hausta 30/6 <i>Cut June 30.</i>		Hausta 14/8 <i>Cut August 14.</i>	
	Eng- svingel/ timotei <i>MF/T</i>	<i>RC</i> Strand- røyr	Eng- svingel/ timotei <i>MF/T</i>	Strand- røyr <i>RC</i>	Eng- svingel/ timotei <i>MF/T</i>	Strand- røyr <i>RC</i>
Tørrstoff (<i>DM</i>) ..	75	70	71	63	75	64
Organisk stoff (<i>OM</i>)	76	72	73	65	77	66
Råprotein (<i>CP</i>) ..	74	76	64	67	76	77
Eterekstrakt (<i>EE</i>)	67	50	61	54	52	48
Trevler (<i>CF</i>)	79	76	75	66	78	66
N-frie ekstrakt- stoff (<i>NFE</i>)	76	68	73	63	77	62
Energi (<i>Energy</i>) .	73	69	69	61	74	64
Tal sauer						
<i>Number of sheep</i>	4	4	4	4	4	4

Det var berre små skilnader i meltegraden mellom dei to åra som var med i denne granskinga. Tabellen syner difor berre medeltal for dei to åra.

Samanlikna med vanleg engsvingel/timoteieng var meltegraden lågare for organisk stoff og energi i strandrøyr. Denne skilnaden var større ved andre haustetid enn ved første og var større i håa enn i første slått. Meltingskoeffisientane for råprotein var derimot høgare for strandrøyr enn for vanleg eng, særleg i første slått. Det heng truleg saman med at protein-innhaldet i strandrøyr er høgare enn i vanleg eng. Eterekstraktet i høy av strandrøyr såg ut til å vera mindre melteleg enn etereks-

trakt i engsvingel/timoteihøy. Det kan og ha samanheng med innhaldet av eterekstrakt i føret. Trevler og N-frie ekstraktstoff var mykje mindre melteleg i strandrøyr enn i engsvingel/timotei, og nedgangen i meltegraden ved utsett hausting var størst for strandrøyr. I håa av strandrøyr var trevler og N-frie ekstraktstoff og tungt melteleg.

Jamført med norske førtabeller var meltingskoeffisientane for engsvingel/timotei særst høge i denne granskinga. Normalt vert 70—71 prosent av det organiske stoffet melte i timotei og engsvingel hausta kring skyting, medan meltegraden for organisk stoff i desse forsøka var så høg som 76 %.

E. Førverdien av strandrøyr

Strandrøyr har ikkje tidlegare vore med i norske fórtabellar. Førverdien av strandrøyr har difor stor interesse. Ut frå dei medeltal for kjemisk inn-

hald og meltegrad som vart funne i denne granskinga er innhald av fóreiningar m. v. utrekna og synt i tabell 15.

Tabell 15. Utrekna førverdi av strandrøyr og vanleg eng dyrka på Fureneset 1975—1976.

Estimated feed value of reed canarygrass (RC) and meadow fescue/timothy (MF/T) hay from Fureneset 1975—1976.

	Første slått <i>First cut</i>				Andre slått <i>Aftermath</i>	
	Hausta 16/6 <i>Cut June 16.</i>		Hausta 30/6 <i>Cut June 30.</i>		Hausta 14/8 <i>Cut August 14.</i>	
	Eng-svingel/ timotei <i>MF/T</i>	Strandrøyr <i>RC</i>	Eng-svingel/ timotei <i>MF/T</i>	Strandrøyr <i>RC</i>	Eng-svingel/ timotei <i>MF/T</i>	Strandrøyr <i>RC</i>
Omsetteleg energi (ME) Mcal/kg tørrstoff <i>Metabolizable energy, Mcal/kg DM</i>	2,75	2,54	2,60	2,15	2,67	2,34
Omsetteleg energi (ME) MJ/kg tørrstoff <i>Metabolizable energy, MJ/kg DM</i>	11,5	10,6	10,9	9,0	11,2	9,8
Føreiningar pr. kg tørrstoff <i>Feed units per kg DM</i>	0,78	0,66	0,70	0,56	0,77	0,58
Høy (85 % ts.) pr. föreining, kg <i>Hay (85 % DM) pr. feed unit, kg</i>	1,51	1,78	1,67	2,08	1,52	2,02
Melteleg råprotein pr. kg høy, g <i>Digestible crude protein pr. kg hay, g</i>	83	100	48	60	101	110
Melteleg råprotein pr. föreining <i>Digestible crude protein pr. feed unit</i>	125	178	80	125	154	222

Ved utrekning av omsetteleg energi er Rostock-faktorane frå 1971 nytta. Faktorane til Kellner og eit trevlefrådrag på 1,5 NKF/g trevler er

nytta ved utrekning av föreiningar. Av di ein til no ikkje har produksjonsforsøk med strandrøyr, må tala for førverdien takast med mykje at-

terhald. Dei høge meltingskoeffisientane ein fann for vanleg høi i desse forsøka gjer og at ein må vere varsam med å nytta tala i tabell 15 utan vidare. Om ein går ut frå at erstatningstalet for engsvingel og timotei, hausta ved skyting, er 1,8 kg pr. fóreining og korrigerer dei andre tala i høve til dette (1,8/1,51 x kg pr. f.e.) vert erstatningstala for strandrøyr:

Strandrøyr hausta kring	
skyting (16/6)	2,1 kg/f.e.
Strandrøyr hausta 14 d. e.	
skyting (30/6)	2,5 »
Strandrøyr hå (før	
skyting) (14/8)	2,4 »

Om desse tala er meir rette enn dei i tabell 15 vil produksjonsforsøk eller respirasjonsforsøk kunne gi svar på.

Strandrøyr er kjend for å innehalde alkaloidar, og i ymse amerikanske forsøk er funne til dels sterk negativ samanheng mellom innhaldet av alkaloidar og opptaket av strandrøyr (*Simons & Marten, 1971, Kennedy & Holgate, 1971 og Marten et al., 1973*). Innhaldet av alkaloidar er ikkje undersøkt i denne granskinga, men spørsmålet er teke opp i eit eige arbeid.

IX. Særskilde granskingar

Etter kvart som markforsøka skrei fram vart vi klår over at det var naudsynt med nokre særskilde grans-

kingar for å lære noko meire om grasarten strandrøyr.

A. Spirehastigheit

For å klårlegge om det er skilnader i spiretid mellom strandrøyr og dei andre grasartene som er med i desse forsøka, vart det i 1976 utført ein serie laboratorieanalyser ved Statens frøkontroll, Ås, og vidare ein serie spireanalyser i kassar i fri luft på Fureneset.

Resultatet av spiretidsanalysen ved Statens frøkontroll er ført opp i tabell 16.

Timotei spirer snøggare enn dei andre artene, etter sju døgn er omtrent alle spirene registrert. Engsvingelfrøet som vart brukt i dette forsøket synte seg å vere av dårleg kvalitet, men det er likevel klårt at arten har evne til rask spiring. Engrapp og rausvingel kjem i ei mellomstilling, for desse artene er ikkje stort meire enn halvparten av spirene registrert

etter sju døgn, og det er ein viss liten auke i tal spirer i heile perioden.

Strandrøyr skil seg ut ved å spire vesentleg seinare enn dei andre artene. Det er vidare stor skilnad mellom dei to strandrøyr-populasjonane. Når Løken spirer seinare enn amerikansk strandrøyr så kan det skuldast ulike klimatiske tilhøve der frøet er dyrka. I den varme sommaren i midt-vest-statane i USA vert frøet godt utvikla og skikkeleg moge. På Løken i Valdres kan det kanskje bli noko dårlegare utvikling av frøet. På den andre sida merker vi oss at Løken har svært god spireevne ved oppteljing etter 28 døgn.

For å studere spiretida under meire praktiske tilhøve vart sådd frø i 50 x 60 cm vide og 12 cm djupe trekassar med sphagnumtorv som vekse-

Tabell 16. Prosent normale spirer etter ulik spiretid. Laboratorieanalyse, ved Statens frøkontroll, Ås.

Germination period. Laboratory test.

Grasart, sort <i>Species, variety</i>	Prosent normale spirer etter <i>Percentage normal seedlings at</i>				
	7 døgn <i>days</i>	10 døgn <i>days</i>	14 døgn <i>days</i>	21 døgn <i>days</i>	28 døgn <i>days</i>
Strandrøyr, Amerikansk <i>Phal.arund.,</i> <i>American</i>	24	46	65	78	81
Strandrøyr, Løken <i>Phal.arund., Norw.</i> ...	3	25	65	84	97
Timotei, Forus <i>Phleum pratense</i>	82	84	85	87	87
Engsvingel, Løken <i>Festuca pratensis</i> ...	65	69	70	71	71
Engrapp, Holt <i>Poa pratensis</i>	53	85	89	91	92
Rausvingel, Leik <i>Festuca rubra</i>	53	81	88	91	92

medium på Fureneset. Ved hjelp av holbrett vart sådd 300 stk. frø i kvar kasse. Ettersom disse plantene skulle brukast i andre forsøk seinare, vart sådd i alt 10 kassar av kvar art. Alle kassane var like og til kvar kasse vart oppvege same mengde torv som seinare vart tilsett same mengd vatn.

Frøet vart sådd den 6. mai og dekt med 2 mm kvartssand. Kassane vart sett ut til spiring den 7. mai 1976 og alle spirer som var synlege i overflata vart talde etter 14, 28 og 42 døgn frå såingsdato. Resultatet går fram av tabell 17.

Også dette forsøket viser at timo-

Tabell 17. Prosent normale spirer etter ulik spiretid. Fri luft, Statens forskingsstasjon Fureneset.

Germination period. Field test.

Grasart, sort <i>Species, variety</i>	Prosent normale spirer etter <i>Percentage normal seedlings at</i>		
	14 døgn <i>days</i>	28 døgn <i>days</i>	42 døgn <i>days</i>
Strandrøyr, Amerikansk <i>Phal. arund., American</i>	25	38	40
Strandrøyr, Løken <i>Phal. arund., Norw.</i>	8	35	40
Timotei, Forus <i>Phleum pratense</i>	49	57	57
Engsvingel, Løken <i>Festuca pratensis</i>	19	23	23
Engrapp, Holt <i>Poa pratensis</i>	37	52	53
Rausvingel, Leik <i>Festuca rubra</i>	36	45	45

tei spirer vesentleg raskare enn dei andre artene. Engsvingelen har spirt dårlegare ute enn inne på laboratoriet, noko som kan tyde på at frøet er av mindre god kvalitet. Tala tyder elles på at engsvingel spirer raskt. Engrapp og rausvingel kjem i ei mellomstilling, det er stor auke i tal spirer frå 14 til 28 døger. Strandrøyr har spirt vesentleg seinare enn dei andre artene, og for Løken strandrøyr er utslaget relativt stort.

Til vanleg er det ein føremon at grasfrøet spirer raskt og engplantene gror til snøgt, det gjeld ikkje minst

på stader der attlegget vert sådd utan bruk av dekkvekst. Når grasfrøet spirer raskt vert det mindre konkurranse frå ugras, mindre fare for vassgraving og betre utsikt for ei skikkeleg grasavling i attleggsåret. Ved såing på ettersommaren er det naudsynt å bruke grasarter som spirer raskt.

Strandrøyr set større krav til attleggsåkeren enn t. d. timotei. Spiretilhøva må vere gode og eventuelt ugras må haldast nede ved sprøyting. Strandrøyr må såast om våren eller på føresommaren.

B. Vekst og avling i attleggsåret

I dei same kassane som vart brukt til spireanalyse let ein graset vekse for måling av høgdevekst og registrering av avling i såingsåret. Plantehøgde vart målt to gonger med 10 døgn mellomrom. Tala for høgde representerer gjennomsnitt for dei 15 høgste plantene i kvar kasse. Då ein hadde 10 kassar av kvar art er det eit relativt stort materiale som står bak desse medeltala.

Tørrstoffavlinga vart registrert ved 1. slått den 27. juli og ved 2. slått den 6. september. Kassane stod ute i ei eng, og veksetilhøva var nær opp til det optimale heile tida. Det vart gjødsla relativt sterkt og vidare vart kassane vatna opp til ei viss total vekt når det tok til å verte tørt. Resultata går fram av tabell 18.

Ved høgdemålingane i slutten av juni og først i juli hadde ingen av artene skote, men strandrøyr og timotei hadde forma stengel. Desse strågrasa var vesentleg høgare enn rausvingel, engrapp og engsvingel som ikkje hadde stengel i attleggsåret.

Ved hausting av 1. slått den 27. juli hadde omlag halvparten av timoteiplantene skote, dei andre artene viste ikkje teikn til skyting. Strand-

røyrartane hadde grov og sterk stengel, medan rausvingel, engrapp og engsvingel framleis var mest berre blad. Timotei ga størst tørrstoffavling i attleggsåret, men amerikansk strandrøyr kom omtrent like høgt. Ved 1. slått ga timotei signifikant større tørrstoffavling enn amerikansk strandrøyr. Ved 2. slått ga amerikansk strandrøyr størst avling. Ved 1. slått ga Løken strandrøyr signifikant mindre avling enn amerikansk strandrøyr og Bodin timotei. Sein spiring og såleis stuttare veksetid er årsak til ein del av denne avlingssvikten hjå Løken. Også ved 2. slått har amerikansk strandrøyr gitt signifikant større avling enn Løken strandrøyr. Her skal ein vere merksam på at desse to strandrøyr-populasjonane har ulik vekstrytme. Den amerikanske veks lenger utover hausten enn den norske. Det er mykje som tyder på at vekstrytmen til ulike strandrøyr-populasjonar varierer i høve til breddegraden for heimstaden, slik som Foss (1968) har vist for timotei.

Engsvingel, rausvingel og engrapp har ikkje hevda seg særleg godt i attleggsåret.

Tabell 18. Høgdevekst i cm og tørrstoffavling i kg pr. dekar i attleggsåret (såingsåret).

Plant height, and dry matter yield in the seeding year.

No nurse crop.

Grasart, sort <i>Species, variety</i>	Høgdevekst, cm <i>Height, cm</i>		Tørrstoff, kg pr. dekar <i>Dry matter, kg per decare</i>		
	26. juni <i>june</i>	5. juli <i>july</i>	1. slått <i>cut</i>	2. slått <i>cut</i>	Sum
Strandrøyr, Amerikansk <i>Phal. arund.,</i> American	44	60	590	310	900
Strandrøyr, Løken <i>Phal. arund., Norw.</i>	38	52	455	265	720
Timotei, Forus <i>Phleum pratense</i>	41	58	650	290	940
Engsvingel, Løken <i>Festuca pratensis</i> ...	23	36	340	260	600
Engrapp, Holt <i>Poa pratensis</i>	21	34	330	230	560
Rausvingel, Leik <i>Festuca rubra</i>	18	29	340	260	600

C. Blad og stengel

For å fastsette tilhøvet mellom blad og stengel hjå strandrøyr, timotei og engsvingel vart i åra 1973, 1974 og 1976 utteke prøver for analyse ved følgjande tre haustetider:

1. Ved byrjande skyting av timotei.

På det tidspunkt var engsvingelen mest heilt utskoten, amerikansk strandrøyr hadde så vidt byrja å skyte, medan Løken strandrøyr ikkje syntte teikn til skyting. Medel haustedato er 18. juni.

2. Ei veke etter byrjande skyting av timotei.

Timoteien var no omtrent heilt utskoten. Amerikansk strandrøyr hadde ein del utskotne planter, og Løken strandrøyr hadde så vidt byrja å skyte. Medel haustedato er 25. juni.

3. To veker etter byrjande skyting av timotei.

Timoteien var no heilt utskoten, men viste ikkje teikn til blom. Eng-

svingelen hadde teke til å bløme. I begge strandrøyr-populasjonane fanst ein del utskotne planter, men det var ikkje teikn til bløming. Medel haustedato er 2. juli.

Av praktiske grunnar valde vi å rekne berre bladplata som blad og la bladskjeda gå saman med stengelen. Blada vart klypte av ved skjedehinna og slegne saman med skot utan stengel. Dette er så kalla *blad*, resten *stengel*. Mellom andre har *Ødelien* (1951) brukt denne framgangsmåten i ei gransking av verknaden av stigande gjødselmengder til timotei.

Etter at blad og stengel er skilt frå kvarandre er plantemassen tørka, resultatata i tabell 19 er såleis basert på tørrstoff.

Strandrøyr er ein bladrik grasart, det gjeld særleg den norske populasjonen Løken. Ved byrjande skyting, i medel for alle år den 18. juni, har amerikansk strandrøyr og Bodin timotei like stor bladprosent. Ved sei-

Tabell 19. Bladprosent hjå ulike grasarter.
Percentage leaves, dry weights.

Grasart, sort <i>Species, variety</i>	Haustedato, <i>Harvested</i>			Medel <i>Average</i>
	18. juni <i>june</i>	25. juni <i>june</i>	2. july <i>july</i>	
Strandrøy, Amerikansk <i>Phal. arund., American</i>	27,0	23,4	22,6	24,3
Strandrøy, Løken <i>Phal. arund., Norw.</i>	32,3	30,9	28,6	30,6
Timotei, Bodin <i>Phleum pratense</i>	27,2	20,9	18,7	22,2
Engsvingel, Løken <i>Festuca pratensis</i>	19,3	16,4	12,3	16,0

nare hausting har strandrøyret relativt meire blad enn timotei. Ved 1. slått er engsvingel ein bladfattig grasart når ein samanliknar med t. d.

strandrøy. Ved 2. slått vil dette tilhøvet vere motsett ettersom engsvingel har svært få planter med stengel i gjenveksten.

D. Utvikling hjå ulike strandrøy-populasjonar

Sommaren 1976 vart notert tid for skyting og prosent utskotne planter til nokre strandrøy-populasjonar i eit enkeltplantefelt på Statens forskingsstasjon Fureneset. Føresomma-

ren hadde temleg nær normale klimatiske tilhøve. August var derimot noko varmare og lysare enn normalt. Eit samandrag av notatane er sett opp i tabell 20.

Tabell 20. Utskotne planter i prosent, til ulik dato.
Percentage plants come into ear, at following dates.

Grasart, sort <i>Species, ecotype</i>	Notater før 1. slått <i>Notes before 1. cut</i>					Før 2. slått <i>Before 2. cut</i>	
	11.6	16.6	21.6	26.6	1.7	27.8	3.9
Timotei, Bodin <i>Phleum pratense</i>	5	40	60	80	90	60	70
Engsvingel, Løken <i>Festuca pratensis</i>	50	80	90	90	90	0	0
Strandrøy, Amerikansk <i>Phalaris arundinacea</i>	1	10	30	50	50	5	10
Strandrøy, Løken	0	0	10	25	30	0	1
Strandrøy, Fureneset	0	0	5	15	20	0	0
Strandrøy, Fimland	0	0	0	5	10	0	0

Av dei artene som er med i denne granskinga er det engsvingel som skyt først, den er omlag ei veke før timotei på føresommaren. Amerikansk strandrøy byrjar skytinga

omlag samstundes som timotei, men det er prosentvis færre strandrøyplanter som skyt. Når det gjeld dei tre norske strandrøy-populasjonane så er Løken ein fjellbygd-populasjon

frå Valdres. Fimland og Fureneset er begge frå Sunnfjord, den første frå ei høgtliggende dalbygd med mykje snø og den siste frå kysten. Dei to vestlandspopulasjonane har aldri vore dyrka frø på. Løken har vore formeira med frø i ein eller nokre få generasjonar, medan amerikansk handelsvare truleg har vore frøavla i fleire generasjonar slik at det har føregått eit utval i retning av fertile planter.

I gjenveksten skil timotei seg ut ved at eit stort tal planter skyt. Gjenveksten av engsvingel er stort sett samansett av berre blad. Strandrøyr er eit strågras der også gjenveksten har ein sterk stengel. Amerikansk strandrøyr får ein del utskotne planter i håa på Vestlandet, i Løken er også registrert nokre få utskotne planter, medan Fimland og Fureneset ikkje har skote etter 1. slått.

E. Formeiring med leddknutar

Frå U.S.A. er kjent at ein kan formeire strandrøyr ved hjelp av knutane på stengelen (Hovin et al., 1973). Desse amerikanske granskingane syntte at dei nedre knutane på stengelen hadde større spireevne enn dei øvre, og vidare at knutane på utvaksne planter spirte lettare enn tilsvarande frå yngre stenglar. I strok der det er vanskeleg å frøavle stadeigen strandrøyr kan det vere aktuelt å formeire planten ved stengelknutar. I praksis kan ein tenke seg at fórhaustaren vert køyrt to gonger. Først vert den innstilt for høg stubbing, slik at den øvre bladrike delen av planta vert lagt i silo. Deretter vert maskinen stilt lågt, slik at ein får hakka opp

den nedre delen av stengelen som deretter vert strødd ut og horva ned på ei myr som skal leggest ut til varig eng.

For å prøve om viltveksande strandrøyr frå Fureneset let seg formeire ved leddknutar vart utlagt særskilde forsøk i kassar i åra 1974, 1975 og 1976. Som veksemedium vart brukt sphagnumtorv. Forsøka vart anlagt etter ein faktoriell plan med følgjande ledd:

3 haustetider for leddknutar: 2 veker før skyting, ved skyting og 2 veker etter skyting av strandrøyret.

3 høgder for leddknutar: 7, 15 og 22 cm over jorda. For kvar stengelknute følgde med omlag 5 cm av

Tabell 21. Formeiring av strandrøyr med leddknutar. Prosent spirte knutar. *Propagation of Phalaris arundinacea from culm segment. Visible shoots in per cent of planted number.*

Knutehøgde, cm over jorda <i>Height of node, cm above soil surface</i>	Tid for hausting av knutane <i>Culm segment harvested</i>			Medel <i>Average</i>
	2 veker før skyting <i>2 weeks before heading</i>	Ved skyting <i>At heading</i>	2 veker etter skyting <i>2 weeks after heading</i>	
7	38	78	95	70
15	30	69	91	63
22	11	34	72	39
Medel, <i>Average</i>	26	60	86	57

strået. Ein kasse med 50 stk. stengelknutar utgjorde forsøkseninga. Spirene vart talde opp etter 10, 20 og 30 døgn. Dei aller fleste av dei spiredyktige knutane spirte etter å ha lege 10—12 dagar i våt torvjord. I tabell 21 er ført opp prosent spirte knutar etter 30 dagar.

Resultata i tabell 21 er i godt samsvarende med det som tidlegare er funne i USA. Dei nedre knutane spirer vesentleg betre enn dei lenger oppe på stengelen. Det er vidare heilt klart at spireevna aukar relativt sterkt etter kvart som planten vert meire utvikla.

X. Drøfting av resultatane

I medel for alle felt og forsøksår har strandrøyr gitt signifikant større avling enn alle dei andre artene, men ved å studere resultatane frå dei ein-skilde felte finn vi til dels store variasjonar. Ut frå notatar ved feltinspeksjon og samtalar med forsøksvertane kan vi slå fast at såtida og ugrastilstanden i attleggsåret har hatt avgjerande verknad for strandrøyrret si spiring og utvikling. I tabell 16 og 17 er vist at strandrøyr spirer vesentleg seinare enn t. d. timotei og engsvingel. På felt med mykje ugras i attleggsåkeren har strandrøyrret som følge av sein spiring vorte meire skadelidande enn dei andre artene. Praktiske røynslar tyder på at strandrøyrret har dårleg evne til å overleve i tevling med ein dekkvekst. Ut frå desse observasjonane er det grunn til å tru at strandrøyr ville gitt endå større avling i høve til timotei dersom alle felt var sådde om våren og ugraset var halde nede med sprøyting i attleggsåret.

Strandrøyr har eit stivt strå. Ved legging i silo må det knusast, ein vanleg fórhaustar gjer godt arbeid på den måten. Ein føremon med det stive strået er at planten kan gjødslast sterkare enn andre grasarter, utan å gå i legde. I denne forsøksserien er prøvd to gjødselmengder, medels og sterk. Strandrøyrret har hevda seg best ved sterkaste gjødsling, og mykje tyder på at denne arten både toler og betaler for sterkare gjødsling

enn timotei. Dersom overgjødsla vert utsett til etter veksten er komen i gang, kan køyringa føre til at ein del strandrøyrplanter brytes av under hjula.

Strandrøyr har kraftige underjordiske stengelutløparar og djupe røtter som armerer matjordskiktet. Arten er såleis av særskild interesse der ein er plaga med vassgraving, og vidare på våt og laus jord som har lita bæreevne. Vi skal likevel ikkje køyre og pakke jorda meire enn det som er naudsynt for å berge avlinga. Det er rimeleg å tru at dei underjordiske stengelutløparane trivst best i porøs jord.

Strandrøyr er ein varig grasart. Når vi pløyer om kjem planten att som ugras i åkeren. Sjølv om vi no har fått gode kjemiske preparat mot slike grasarter, så må vi slå fast at strandrøyr berre må såast der det skal vere permanent eng, og på stader med overvintringsvanskar.

Sjølv om strandrøyr gir større avling av både tørrstoff og råprotein, og dertil har fleire driftsmessige føremonar, samanlikna med våre meir vanlege grasarter, så må den låge meltingsgraden tilleggast stor vekt ved vurdering av desse forsøksresultata. Ved hausting av første slått ved byrjande skyting har vi fått ein meltingskoeffisient på 72 for organisk stoff i amerikansk strandrøyr, tilsvarende for engsvingel/timotei er 76. Sjølv om her er ein viss skilnad, så

er det klart at også strandrøyret har brukbar kvalitet, når vi jamfører med norske fórtabellar.

Amerikansk strandrøyr er ein relativt tidleg økotype med grove stenglar. Norske strandrøyr-populasjonar har relativt meire blad og ein vekst-

rytme som er meire i samsvar med tilhøva på våre breiddegrader. Det er såleis ei stor oppgåve å ale fram ein bladrik sort av norsk strandrøyr. Den vil truleg vere lettare melteleg og dertil vere betre tilpassa vekstvilkåra i våre snørike dal- og fjellbygder.

XI. Summary

Reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*), timothy (*Phleum pratense*), meadow fescue (*Festuca pratensis*), meadow grass (*Poa pratensis*) and red fescue (*Festuca rubra*) were compared on 22 fields in southern and western Norway during the period 1970—1976. Of reed canarygrass, Amerikan Common was planted in all fields, in addition the Norwegian ecotype Løken was entered in four experiments at Fureneset. Of timothy, meadow fescue and meadow grass winterhardy Norwegian varieties were planted. Red fescue was represented by the swedish variety *Reptans*. Two rates of compound fertilizer, and soil compaction were factors in the experiments. In the seeding year no companion crop was applied. The grasses were cut twice a year for three to six seasons in succession. Approximately half of the fields were located in valley areas where winter-killing is a substantial problem in forage crop management. Some experiments were planted on wet organic land where soil compaction and track damages are prevailing. For all experimental sites the climate has an oceanic character.

Yield capacity, persistency, chemical composition, digestibility and nutritive value were the principal objectives for our studies. To investigate germination period and establishment in the seeding year, and vegetative propagation of reed canary-

grass separate experiments had to be conducted.

The main results may be reviewed in this way:

1. Reed canarygrass produced significantly more dry matter and crude protein than any of the other grass species tested.

2. Reed canarygrass was superior with regard to persistency and resistance to invasion of weeds and volunteer grasses.

3. Due to tough rhizomes reed canarygrass forms a heavy sod which is useful to prevent track damages on wet organic soils.

4. Reed canarygrass has a strong stem which permit heavy applications of nitrogen fertilizers without causing lodging.

5. American reed canarygrass is usable in the coast and fjord areas of southern and western Norway. For the valley and mountain areas local ecotypes seemed to be better adapted.

6. Digestion trials with adult sheep revealed that crude fiber, ether extract and NFE were less, and crude protein more, digestible in reed canarygrass than in meadow fescue/timothy.

7. First-cut reed canarygrass harvested before the stage of visible ears had acceptable forage quality, delayed harvest resulted in poor digesti-

bility. Aftermath of reed canarygrass was less digestible than aftermath of the other grass species tested.

8. In vitro tests indicated that hay of a Norwegian ecotype had higher nutritive value than American reed canarygrass. That result may be explained by a more favourable leaf/stem portion.

9. Seed of reed canarygrass had delayed germination period compared with seed of other forage grasses. Therefore supervision and adequate weed control must be urged in the seeding year.

10. Vegetative propagation of reed canarygrass by culm segments has proved successful.

XII. Litteratur

- Allinson, D. W. et al., 1969: Influence of Cutting Frequency, Species, and Nitrogen Fertilization on Forage Nutritional Value. *Crop Science* 9: 504—508.
- Andersson, S., 1975: Sorter för norra Sverige 1975—76. Resultat av sortsforsøk med jordbruksvekster 1965—1974. Aktuelt från Lantbrukshögskolan 219. Mark-Växter 55.
- Blakeslee, L. H., C. M. Harrison and J. F. Davis, 1956: Ewe and lamb gains on brome and reed canarygrass pasture. *Quar. Bul. Michigan Agr. Exp. Sta.* 39: 230—235.
- Bonin, S. G. and D. C. Tomlin, 1968: Effects of nitrogen on herbage yields of reed canarygrass harvested at various developmental stages. *Can. J. Plant Sci.* 48: 511—517.
- Colovos, N. F. et al., 1969: Digestibility, Nutritive Value and Intake of Reed Canary grass (*Phalaris arundinacea* L.). *Agron. J.* 61: 503—505.
- Dean, J. R. and K. W. Clark, 1972: Nitrogen fertilization of Reed Canary grass and its effects on production and mineral element content. *Can. J. Plant Sci.* 52: 325—331.
- Foss, S., 1968: Vekstrytme hos timotei. *Forskn. fors. landbr.* 19: 487—518.
- Goering, H. K. & P. J. van Soest, 1970: Forage fiber analyses. *Agric. Research Service, USDA, Beltsville, Maryland.*
- Grønnerød, B., 1973: Aktuelt arts- og sortvalg i engvekster. *Samvirke* 1973: 54—57.
- Hamar, T. O. og P. Marum, 1974: En oversikt over slekta *Phalaris* L. med særlig vekt på *P. arundinacea* L. (Strandrøyr): Botanikk, cytologi, dyrking, kvalitet og foredling. Semesteroppgave, Institutt for plantekultur, NLH, kompendium 132 sider.
- Heath, M. E. and H. D. Huges, 1966: Reed canarygrass, Forages. *Iowa State Univ. Press. Ames, Iowa, USA.* s. 243—250.
- Hovin, A. W. et al., 1973: Propagation of Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L) from Culm Segments. *Crop Science* 13: 747—749.
- Jonassen, G. H. og H. Fæste, 1976: Forsøk med gras og grønfôr i fjellet. *Forskn. Fors. Landbr.* 27: 1—17.
- Kennedy, G. S. & M. D. Holgate, 1971: The acceptability of phalaris to sheep. *Austral. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 11: 169—172 (Abstrakt).
- Marten, G. C. and J. D. Donker, 1968: Reed Canarygrass Outscores Brome as Upland Pasture. *Minnesota Science* 24: 13—16.
- Marten, G. C., R. F. Barnes, A. B. Simons & F. J. Wooding, 1973: Alkaloids and palatability of *Phalaris arundinacea* L. grown in diverse environments. *Agronomy J.* 65: 199—201 (Abstrakt).
- Niehaus, M. H., 1971: Effect of N-fertilizer on yield, crude protein content and in vitro dry-matter disappearance in *Phalaris arundinacea* L. *Agronomy J.* 63: 793—794 (Abstrakt).
- Olsen, E., 1969: Felles arts- og sortsforsøk med eng- og beitevekster på Apelsvoll, Løken og Berset. *Forsk. fors. Landbr.* 20: 401—419.
- Pestalozzi, M., 1973. Ulik høsteintensitet til ulike grasarter. Rådet for jordbruksforsøk. Informasjonsmøte jordbruk 1973. LOT. Fortrykk: 101—106.
- Simons, A. B. and G. C. Marten, 1971: Relationship of Indole Alkaloids to Palatability of *Phalaris arundinacea* L. *Agron. J.* 63: 915—919.

- Solberg, P., 1956: Forsøk med luserne, kløver og grasvekster. Forskn. fors. Landbr. 7: 129—182.
- Tesar, M. B. and L. N. Shepherd, 1963: Evaluation of Forage Species on Organic Soil. Agron. Journ. 55: 131—134.
- Tilley, J. M. A. & R. A. Terry, 1963: A two-stage technique for the in-vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc., 18: 104—111.
- Valberg, E., 1971: Sortsprøving av gras i Nordland. Rådet for Jordbruksforsøk. Informasjonsmøte jordbruk 1971. LOT. Fortrykk: 41—46.
- Van Soest, P. J. and L. H. P. Jones, 1968: Effect of silica in forages upon digestibility. J. Dairy Sci. 51: 1644—48.
- Vigerust, Y., 1935: Våre viktigste grasarter i eng og beite. Melding fra Statens forsøksstasjon for fjellbygdene, 1935.
- Vose, P. B., 1959: The agronomic potentialities and problems of the canary grasses, *Phalaris arundinacea* L. and *Phalaris tuberosa* L. Herb. abstr. 29: 77—83.
- Wik, M., 1968: Rørflen, *Phalaris arundinacea*. Rapport från Norrlands lantbruks-försöksanstalt Röbbäcksdalen, Umeå. Nr. 1968: 1.
- Williams, M., 1971: Characterization of alkaloids in palatable and unpalatable Clones of *Phalaris arundinacea* L. Crop Science 11: 213—217.
- Ødehøien, M., 1951: Bladprosenten hos timotei og dens betydning for høyets för-verdi. Forskn. fors. landbr. 2: 52—62.
- Østgård, O., 1975: Strandrøyr som förvekst. Ny Jord 62: 14—18.

I redaksjonen 31.3. 1977.

NITRAT I JORD OG AVLING VED DYRKING AV ITALIENSK RAIGRAS

*Nitrate content in the soil and herbage
of Italian ryegrass
(Lolium multiflorum Lam.)*

AV
ADNE HÅLAND

INNHALD

	Side
I. Samandrag	606
II. Innleiing	606
III. Metodar og materiale	607
IV. Resultat og diskusjon	609
A. Verknader av gjødselmengde	609
B. Verknader av haustetid og utviklingssteg	611
C. Enkeltanalysar	612
V. Summary	613
VI. Litteratur	614

I. Samandrag

Denne meldinga byggjer på forsøk og nitratanalysar som er utført ved Statens forskingsstasjon Sørheim i åra 1973—75. Det blei dyrka italiensk raigras som i første slått blei hausta til fire forskjellige tider med to vekers mellomrom, og seinare med to vekers mellomrom både i andre, tredje og fjerde slått frå og med to eller fire veker etter føregåande slått og gjødsling. Gjødselmengder var 24, 36 og 48 kg N pr. dekar i sum for sesongen.

Gjødselmengda hadde gjennom heile veksttida klar verknad på nitratinnhaldet i jord og planter. Auka gjødsling i tillegg til minste mengde, 24 kg N pr. dekar i sum for sesongen, var ofte årsak til at nitratkonsentrasjonen i avlinga kom over den toksiske grensa på 300—400 mg NO₃-N pr. 100 g tørrstoff.

Stigande gjødselmengder og dermed aukande nitratinnhald i jord og plan-

ter gav ikkje alltid aukande avling. Best slikt samanheng var det mellom minste og mellomste N-mengde ved andre og tredje slått. Ved første og fjerde slått var det i det heile ikkje nemnande avlingsutslag for auke i gjødselstyrken.

Dei høgaste nitratkonsentrasjonane både i jord og i planter blei funne før plantene var skikkeleg utvikla om våren og 2—4 veker etter kvar slått og overgjødsling. Då det ofte blir hausta raigras om lag fire veker etter føregåande slått og somme tider også yngre planter, er det i vanleg praksis ein reell fare for å fóra med raigras som har nitratinnhald over «faregrensa». Risikoen er størst når vekstvilkåra er dårlege, til dømes tidleg om våren og seint om hausten, dessutan kort tid etter føregåande slått og gjødsling og når nitrogen-gjødslinga er sterk.

II. Innleiing

Italiensk raigras (*Lolium multiflorum* Lam.) blir i Norge mest brukt som eitt-årig vekst til direkte fóring i frisk tilstand. Normalt skyt det då ikkje aks, og frå eit jorde med denne veksten er det vanleg å hausta kontinuerleg etter behov. I praksis er det uråd å planleggja raigrasdyrkinga slik at tilveksten tilsvarar fôrbehovet til ei kvar tid. Derfor blir det gjennom sesongen hausta og fóra med raigras på forskjellige utviklingssteg. Dette saman med gjødselstyrken og andre forhold kan vera årsak til svært varierende nitratinnhald i fóret, og det er kjent at konsentrasjonen kan bli så høg at det er til skade for dyr som et mykje raigras.

Dersom fóret inneheld meir enn 300—400 mg nitrat-N pr. 100 g tørr-

stoff, reknar mange med at det er ein viss fare for akutt forgifting (f. eks. *Wright og Davison, 1964*). Meir uklart er spørsmålet om dyra kan vera kronisk forgifta ved lågare nitratkonsentrasjonar. Risikoen for nitratforgifting er elles i nokon mon avhengig av sjølve dyra. Vaksne, friske og sterke dyr toler relativt mykje, medan unge, sjuke, drektige eller svoltne dyr toler mindre.

Ei gransking i åra 1973—75 på Statens forskingsstasjon Sørheim tok sikte på å gi informasjon om korleis nitratinnhaldet i italiensk raigras kan endra seg gjennom vekstsesongen og om risikoen for å få nitratkonsentrasjonar over «faregrensa» ved forskjellige gjødselmengder og utviklingssteg.

III. Metodar og materiale

I kvart av åra 1973, -74 og -75 blei det lagt ut eit forsøksfelt med 84 ruter a 1,1 m². Av dette blei 0,75 m² nytta som hausterute. Jordart på alle felta var moldrik, leirholdig mo-

rene danna av gneis, granitt, glimmerskifer, fyllitt og amfibolitt (Semb, 1954). Tabell 1 viser haustesystemet som blei brukt.

Tabell 1. Haustesystem. (X) = forsøkshaustingar, X = tidlegare haustingar.

Harvesting system. (X) = experiment harvestings, X = preceding harvestings.

Haustedato <i>Harvesting date</i>	1. slått <i>1st cut</i>	2. slått <i>2nd cut</i>	3. slått <i>3rd cut</i>	4. slått <i>4th cut</i>
7/6	(X)			
21/6	(X)	X	X	X
5/7	(X)	X	X	X
19/7	(X)	(X)	X	X
2/8		(X)	X	X
16/8		(X)	(X)	
30/8		(X)	(X)	X
13/9			(X)	X
27/9			(X)	(X)
11/10				(X)
25/10				(X)
8/11				(X)

Kvar forsøkshausting og prøvetaking kom på denne måten alltid på nye ruter. For andre, tredje og fjerde slått blei dei føregåande haustingane tatt på nokolunde vanleg tid, men likevel ved to forskjellige haustetider med to vekers mellomrom, slik at ein etterpå kunne hausta raigras på for-

skjellige utviklingssteg samtidig. Dermed blei det mogleg å samanlikna nitratinnhaldet i planter på ulike utviklingssteg under like vertilhove.

For kvar haustetid og kvart utviklingssteg, som tabell 1 viser, var det tre gjødselmengder. Desse og fordelinga av dei går fram av tabell 2.

Tabell 2. Gjødsling gjennom sesongen, kg N pr. dekar.

Fertilizer rates throughout the season, kg N per 0.1 hectare.

	G ₁	G ₂	G ₃	Gjødselslag <i>Fertilizer</i>
Om våren <i>In spring</i>	8	12	16	Fullgjødsel F 16-3-15 *)
Etter 1. slått <i>After 1st cut</i>	6	9	12	— » —
Etter 2. slått <i>After 2nd cut</i>	6	9	12	— » —
Etter 3. slått <i>After 3rd cut</i>	4	6	8	Kalksalpeter **)
Sum	24	36	48	

*) *Compound fertilizer, 16 % N, 3 % P, 15 % K* **) *Calcium nitrate*

I gjennomsnitt for dei tre åra var dato for gjødsling om våren 15. april, og same dag blei felte tilsådde med Tetila raigras. Seinare blei rutene overgjødsla same dag som dei var hausta.

Smårutene blei hausta med saks, og avlinga blei vegen og lagra i plastposar ved $\div 25^{\circ}\text{C}$. Samtidig blei det tatt jordprøver (6 stikk pr. hausterute) både frå matjordlaget (0—20 cm) og frå undergrunnen (20—40 cm). Prøvene frå undergrunnen blei tatt med ein litt tynnare jordbor i

holene etter stikka i matjordlaget. Jordprøvene blei tørka og lagra til analyse seinare. Både jord- og planteprøver blei analyserte med ein Orion nitratelektrode i løpet av den etterfølgjande vinteren.

For å få kjennskap til kor mykje nitratinnhaldet kan endra seg ved lagring, både for jord- og planteprøver, blei ein del prøver første året også analyserte like etter uttaking. Følgjande samanlikningar er gjorde (r = korrelasjonskoeffisienten, n = tal prøvepar):

	mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /100 g ts. gjennomsnitt	r	n
<i>Gras</i>			
Analysert straks etter hausting ..	265	0,988	9
Lagra ved $\div 25^{\circ}\text{C}$ til 26/11	244		
Analysert straks etter hausting ..	302	0,987	12
Lagra ved $\div 25^{\circ}\text{C}$ til 7/2	302		
<i>Jord</i>			
Analysert straks etter prøvetaking	1,04	0,995	14
Tørka og lagra til 26/11	1,05		
Analysert straks etter prøvetaking	0,61	0,890	30
Tørka og lagra til 6/2	0,54		

Nitrat er eit labilt stoff, særleg i planter, men også i jord. I dette tilfellet kom prøvene dessutan frå forskjellige ruter som, trass i at dei låg svært nær kvarandre, likevel kunne ha noko ulike vekstvilkår. Derfor var det ein del tilfeldige variasjonar i nitratinnhaldet, og ein kan ikkje leggja vekt på små skilnader mellom forsøksledda. Frå ein praktisk synsstad er det også først og fremst dei store skilnadene som har interesse. Såleis må ein kunna seia at dei små endringane i nitratinnhaldet gjennom

lagersperiodane og den sterke korrelasjonen som går fram av tabellen ovafor, viser at det for det aktuelle formålet er fullt forsvarleg å lagra prøvene slik det her er gjort, før analyse.

Variansanalyse er utført for kvar slått med faktorane gjødsling og haustedato og for andre, tredje og fjerde slått også utviklingssteg uavhengig av haustedato. Dette er gjort både for nitratinnhald i planter, innhald i jordsjiktet 0—20 cm og 20—40 cm og for tørrstoffavling.

IV. Resultat og diskusjon

Fig. 1 viser hovudresultata i gjenomsnitt for dei tre forsøksåra framstilt grafisk. Øvste delen av figuren viser nitratinnhaldet i avlinga med innhaldet i jorda på same tidspunkt like under kvar søyle. Nedste delen av figuren viser avlingsstorleiken.

Resultata er framstilt for kvar gjødselmengde og kvar slått for seg,

dessutan for kvar haustetid med to vekers mellomrom. Det er då rekna med avstand i tid frå såing eller frå føregåande slått. For andre, tredje og fjerde slått gjeld dei tre mellomste søylegruppene gjennomsnittet av to haustingar, medan første og siste søylegruppe berre gjeld for ein enkel haustedato.

A. Verknader av gjødselmengde

Det blei prøvd tre gjødselmengder, 24, 36 og 48 kg N pr. dekar i sum for sesongen. Tabell 2 viser fordelinga gjennom sesongen og gjødselslag som blei nytta.

I fullgjødsel F 16-3-15, som blei nytta til første, andre og tredje slått, er det om lag like mykje ammonium-N som nitrat-N. I den varme årstida og på vanleg god dyrka jord går nitrifikasjonen raskt, og det er liten grunn til å tru at forsøksresultata ville blitt vesentleg endra dersom all nitrogengjødsel hadde vore nitrat-N.

Ved alle haustingane var det klart og regelmessig stigande nitratinnhald i plantene med aukande gjødsling, og i fleire tilfelle var sterk gjødsling direkte årsak til at nitratkonsentrasjonen kom over «faregrensa» (sjå fig. 1). Skilnadene mellom gjødselmengdene varierte ikkje mykje frå haustetid til haustetid eller frå slått til slått. Berre ved fjerde slått var det nær signifikant samspel mellom gjødselmengde og haustedato, idet at skilnadene var mindre ved sein fjerde slått enn ved tidleg.

Også i jorda var det i dei fleste tilfella stigande innhald med aukande gjødsling, og jamvel om utslaga for gjødselmengde varierte ein heil del, er det innafør dei enkelte slåttane

ikkje funne signifikante samspel mellom gjødselmengde og haustedato.

Som nemnt var hausterutene berre 0,75 m², og avlingane er derfor litt unøyaktig bestemte. Ved andre slått, som hadde høgast avlingsnivå, var det likevel signifikant utslag ($P < 0,05$) for gjødselmengde i gjennomsnitt for haustetidene. Ved dei mest aktuelle haustetidene har mellomste gjødselmengde, 36 kg N i sum for sesongen, gitt det beste avlingsresultatet. Men dersom ein vurderer resultata frå alle slåttar og haustetider under eitt, er det truleg rett å seia at dette økonomisk sett har vore for mykje. Dette samsvarar då bra med tidlegare forsøk på Jæren med Westerwoldsk raigras (Håland, 1976), som viste best lønsemd med 30—35 kg N pr. dekar, men då var det berre tre slåttar, og gjødsel var jamt fordelt til slåttane.

Av figur 1 går det fram at det ved første og fjerde slått ikkje har vore noko avlingsutbytte for auka gjødselmengde, trass i store skilnader i nitratinnhald både i jord og planter. Ved første slått var det eit særleg høgt nitratinnhald i jorda, som dei unge plantene ikkje har kunna nytta ut. Dette har ført til høgt nitratinnhald i plantene, samtidig som risikoen for utvasking av nitrat har vore

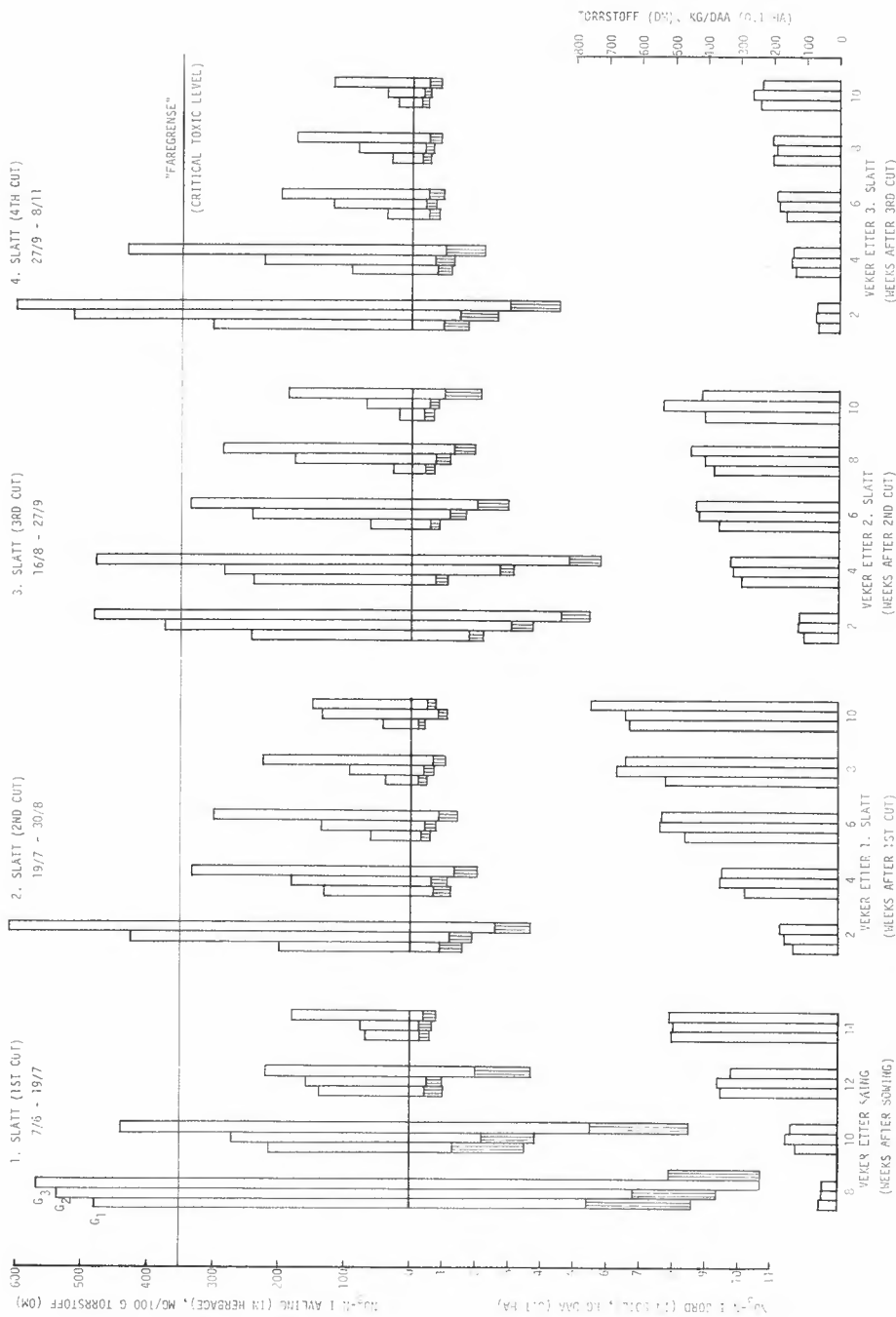


Fig. 1. $N_{03}-N$ i avling og i jord (uskravert 0—20 cm, skravert 20—40 cm) og tørrstoffavling ved forskjellige haustetidspunkt middel tre felt (år). $G_1 = 24$, $G_2 = 36$, $G_3 = 48$ kg N i fullgjødelse F 16-3-15 pr. dekar. $N_{03}-N$ i the herbage and in the soil (unhatched 0—20 cm, hatched 20—40 cm) and dry matter yield at different harvesting dates, average three fields (years). $G_1 = 240$, $G_2 = 360$, $G_3 = 480$ kg N in compound fertilizer per hectare throughout the season.

stor. Både av direkte økonomiske omsyn og med tanke på nitrat i grunnvatn og vassdrag, skulle det vera ein fordel å spara noko på nitrogengjødsla medan raigrasplantene er små. Truleg bør ein bruka mindre N ved såing enn etter første slått.

Heller ikkje er det forsvarleg å gjera noko forsøk på å pressa tilveksten opp med sterk N-gjødsling seint i sesongen, når temperaturen er for låg. Etter ein tredje slått i førstninga av september bør ein på Jæren ikkje bruka meir enn 3—4 kg N pr. dekar.

Ut frå resultatata av desse forsøka er det ikkje mogleg å finna nokon regel for kor lågt nitratinnhaldet i plantene kan vera før det går vesentleg ut over tilveksten, då tilveksten sjølvstøtt også er avhengig av mange andre vekstfaktorar. Men frå fire til åtte veker etter første slått har produksjonen vore på topp ved konsentrasjonar mellom 90 og 180 mg NO₃-N pr. 100 g tørrstoff i gjennomsnitt for tre år (mellomste gjødselmengde). Etter tredje slått har det vore maksimal tilvekst ved endå lågare verdier (minste gjødselmengde).

B. Verknader av haustetid og utviklingssteg

Resultata i fig 1 er sette opp for ulike haustetider rekna i veker frå føregåande slått og gjødsling, eller frå såing og gjødsling for første slått. Som figuren tydeleg viser, har nitratinnhaldet i jorda etter kvar gjødsling minka sterkt og nokså jamt etter som tida har gått. Når det gjeld nitratinnhald i plantene var nedgangen endå meir markert.

Det er først og fremst planter på eit tidleg utviklingssteg, anten etter såing eller etter slått, som har vore utsette for å få farleg høge nitratkonsentrasjonar. To veker etter både første, andre og tredje slått har det

I gjennomsnitt for alle slåttar og haustetider var det følgjande verdier for mg NO₃-N pr. 100 g plantetørrstoff ved dei tre gjødselmengdene:

G ₁	127
G ₂	209 (+ 82)
G ₃	328 (+ 119)

Det var altså litt sterkare auke i nitratkonsentrasjonen for andre gjødseldosen enn for den første i tillegg til G₁. Ved noko sterkare N-gjødsling, men om lag same nitratnivå i plantene fann *Winther* (1974) nesten like sterk auke ved første og andre nitrogentillegg i middel for 5 forsøk i Danmark.

Dette tyder på at ein i forsøka ikkje har nådd noko øvre grense for nitratkonsentrasjon i italiensk raigras, men at det er ein reell risiko for å få endå høgare verdier når vekstvilkåra er dårlegare og tilgangen på nitrogen til plantene er høg. Ved bruk av store husdyrgjødselmengder har ein ikkje full kontroll med nitrogenverknaden, og nyttar ein då også nitrogen i handelsgjødsel, blir risikoen særleg stor.

vore slike konsentrasjonar, og berre ved ei moderat nitrogengjødsling har desse gjennomsnittlege verdiane vore under faregrensa.

Ved andre slått var tilveksten på det sterkaste, og tilført nitrogen til jorda har raskt blitt tatt opp av plantene og omsett der, slik at det høge innhaldet, som blei påvist to veker etter første slått, alt to veker deretter var sterkt redusert. Etter andre og tredje slått har reduksjonen av dei høge nitratkonsentrasjonane tatt noko lengre tid, truleg på grunn av lågare temperaturar.

Utviklingssteg hjå raigraset er i

dette tilfellet definert som tidsavstand frå såing eller frå føregåande slått. Då plantene ikkje skyt aks, er det vanskeleg å finna eksakte synlege kriterium på utvikling. Skilnadene i nitratinnhald i plantene frå haustetid til haustetid, som er omtala ovafor, skuldast nok i stor mon reduserte reservar av nitrat i jorda etter som tida går, men også sjølve det fysiologiske utviklingssteget og storleiken på plantene (fortynning) spelar truleg ei rolle. Desse effektane

kan ikkje skiljast frå kvarandre i forsøka.

Veret på haustedagen og tida før kan også tenkjast å ha verknad på nitratinnhaldet. Dette er i nokon mon undersøkt i forsøka, i og med at gras med to vekers skilnad i veksttid etter føregåande slått blei hausta samtidig og altså hadde same verforhold dei to siste vekene, men forsøka gav ikkje noko eintydig svar på dette spørsmålet.

C. Enkeltanalysar

Fig. 1 viser stort sett ein klar samanheng mellom nitratinnhald i jord og i planter, men dette er mykje mindre regelbunde når ein ser på resultatata frå enkeltruter. Variasjonane i forsøka som har andre årsaker enn forskjellig gjødsling, var store, slik følgjande oppstilling viser for jord i kg NO₃-N pr. dekar og for planter i mg NO₃-N pr. 100 g tørrstoff. Det er ikkje tatt med analyseresultat frå første slått og elles berre for hausting fire veker etter føregåande slått, som er den mest aktuelle haustetida.

	Jord	Planter
G ₁	0,18— 2,25	6—597
G ₂	0,29— 5,24	15—601
G ₃	0,29—10,63	83—838

Ein skulle venta at noko av desse store variasjonane innan same gjødselmengde og haustetid (avstand frå føregåande slått) skreiv seg frå vekslande nedbørforhold, men det har ikkje lukkast å finna nokon tydeleg samanheng i dette materialet, truleg fordi det ennå er att mange sterke variasjonsårsaker som ikkje kan skiljast ut. Berre når det gjeld fjerde

slått har ein kunna registrera at nedbørmengda i tida før hausting har verka på nitratinnhaldet i jord og planter. Tabell 3 viser analyseresultatata ved fjerde slått dei tre åra.

I 1973 var det lite nedbør etter tredje slått, og nitratinnhaldet i jorda var svært høgt to veker seinare. På denne tida var det også svært høg nitratkonsentrasjon i plantene, og trass i at innhaldet i jorda avtok sterkt, heldt det seg på eit heller høgt nivå utover hausten i plantene, jamvel om det var ein viss reduksjon mellom fire og seks veker etter tredje slått.

I 1974 og -75 var det uvanleg mykje nedbør dei første to vekene etter tredje slått, og det var langt mindre nitrat i jorda enn i 1973. Dette medførte ein raskare reduksjon av nitratkonsentrasjonen i plantene, som seinare i perioden var langt lågare enn i 1973, trass i at nedbøren då var mindre enn på same tid i 1973.

På grunn av den sterke nedbøren som sikkert vaska ut mykje nitrat dei to åra, er nok dei nitratkonsentrasjonane som fig. 1 viser for fjerde slått mindre enn det ein skal venta eit normalt år. Tala frå 1973 understrekar også den store risikoen det er

for farlege nitratmengder i føret seint om hausten, når nitrogengjødslinga er sterk.

Desse forsøka gir likevel ikkje eit fullstendig bilde av risikomomentet

gjennom sesongen, fordi det i praksis kan vera mykje større variasjon i vekstvilråa enn det var mellom desse tre felta.

Tabell 3. $\text{NO}_3\text{-N}$ i jord (0—20 cm) og i avling ved 4. slått og G_3 samanlikna med nedbørsum for to veker før kvar hausting.
 $\text{NO}_3\text{-N}$ in the soil (0—20 cm) and in the herbage at the 4th cut and the highest fertilizer rate compared to the precipitation during the two weeks prior to each harvesting.

Veker etter 3. slått <i>Weeks after 3rd cut</i>	Nedbør <i>Precipitation</i> mm	$\text{NO}_3\text{-N}$	
		i jord kg/daa <i>in soil</i> kg/0.1 ha	i avling mg/100 g ts <i>in herbage</i> mg/100 g DM
1973 2	38	2,99	799
4	47	0,44	838
6	48	0,32	303
8	66	0,13	409
1974 2	172	0,61	655
4	43	0,41	178
6	40	0,15	75
8	31	0,21	39
1975 2	156	0,44	351
4	39	0,32	83
6	6	0,24	106
8	24	0,30	99

V. Summary

This report deals with field experiments and nitrate analyses carried out during the years 1973—75 at Særheim Agricultural Research Station located in southwestern Norway. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) was grown on small plots and harvested throughout the season on different plots at two weeks intervals from two or four weeks after the preceding cut. Three fertilizer rates, 240, 360, and 480 kg N per hectare, were tried and distributed during the season as shown in table 2.

The fertilizer rate had throughout the season noticeable effect on the

nitrate content in the soil and the herbage. Nitrogen in excess of 240 kg N often caused potentially toxic nitrate concentrations in the crop of more than 300—400 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ per 100 g DM.

Increasing fertilizer rates followed by increased nitrate content in the soil and herbage did not always increase the DM yield. Only at the second and third cut there was a clear yield gain when the fertilizer rate was increased from 240 to 360 kg N per hectare.

The highest nitrate content, both in the soil and in the herbage, was

in spring time when the ryegrass plants still were small and also 2—4 weeks after each cut. While farmers often feed Italian ryegrass to livestock within four weeks after the preceding cut and fertilizer dressing,

there is a real risk of poisoning the animals. The danger is most severe, when growing conditions are unfavourable i. e. in early spring and late autumn, and when using high nitrogen quantities.

VI. Litteratur

- Håland, A.*, 1976: Verknader av kalium og nitrogen på K-innhald i jorda og på avling og fórkvalitet av Westerwoldsk raigras. Forskn. fors. Landbr. 27: 307—326.
- Semb, G.*, 1954: Jorda på forsøkgarden Særheim, Klepp herred, Rogaland. Meld. Norges Landbr.høgsk. 34: 35—80.
- Winther, P.*, 1974: Italiensk raigræs. Udlægsmetodens, såtidens, slætantallets og kvælstofgødsningens indflydelse på etablering, udbytte og kvalitet. Tidsskr. for Planteavl 78: 483—508.
- Wright, M. J. and K. L. Davison*, 1964: Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. Adv. Agron. 16: 197—247.

Statens forskingsstasjon Fureneset. Melding nr. 32.
Fureneset Agricultural Research Station. Report No. 32.
Address: N-6994 Fure, Norway

Statens forskingsstasjon Særheim. Melding nr. 66.
Særheim Agricultural Research Station. Report No. 66.
Address: N-4062 Klepp st., Norway

I redaksjonen 25.5. 1977.

FORSØK MED STIGANDE MENGDER OG ULIK FORDELING AV FULLGJØDSEL F 16-3-15 TIL ENG PÅ SØR- OG VESTLANDET

*Experiments with varying rates and distribution
of compound fertilizer on grassland
in southern and western Norway*

AV
RUNE LOTSBERG

INNHALD

	Side
I. Samandrag	616
II. Innleiing	616
III. Opplysningar om forsøka	617
A. Forsøksplan	617
B. Forsøksfelt	618
C. Talmateriale	619
D. Veret	619
IV. Avlingsresultat	619
A. Gruppering etter forsøksår	619
B. Avlinga fordelt på slåttane	621
C. Gruppering etter jordart	622
D. Felt med sterkare vårgjødsling	623
V. Botanisk samansetjing og legde	624
VI. Avlingsanalysar	624
VII. Jordanalysar	627
VIII. Drøfting	628
IX. Summary	629
X. Litteratur	630

I. Samandrag

Meldinga gjer greie for ein serie med gjødslingsforsøk i eng på Sør- og Vestlandet i tidsrommet 1970—75. Det vart lagt ut 34 forsøksfelt, og dei fleste gjekk i tre eller fire år. Enga vart slegen tre gonger i året og gjødsla med fullgjødsla F 16-3-15. Gjødselmengdene varierte frå 125 kg til 250 kg pr. dekar i året. I forsøka vart det jamført kombinasjonar av ulike gjødselmengder om våren og etter første slått. Etter andre slått vart alle rutene gjødsla likt med 25 kg fullgjødsla F.

Dei viktigaste resultatane kan samanfattast slik:

1. Om våren har det jamt over svart seg å tilføre minst 75 kg fullgjødsla F pr. dekar. På eng med godt plantedekke har 100 kg fullgjødsla om våren vore lønsam gjødsling når ein tek omsyn til avlinga gjennom heile sesongen. Så sterk vårgjødsling har og gjeve etterverknad ved andre og tredje slått same året.

2. Til overgjødsling etter fyrste slått har 50 kg fullgjødsla F pr. dekar svart seg best. Større mengder har gjeve avlingsauke ved andre og tredje slått same året, men har ført til nedsett avling i fyrste slått året etter. Dårlegare overvintring kan vere grunnen til dette.

3. Sterk gjødsling førte til eit høgere innhald av råprotein og nitrat i avlinga. Nitratinnhaldet auka mest, men kom ikkje opp mot fåregrensa for forgifting. Av mineralemma vart kaliuminnhaldet sterkt påverka av gjødslinga. Dette auka med stigande gjødselmengder samstundes som det vart mindre av kalsium og magnesium. Mineralbalansen i fóret var difor endra.

4. Forsøka synte at fullgjødsla F 16-3-15 er eit surtverkande gjødselslag, og pH i jorda var merkbar lågare etter den sterkaste enn etter den svakaste gjødslinga.

II. Innleiing

Det er etter kvart gjort mykje for å finne ut korleis gjødslinga verkar på avlingsmengd og kvalitet ved engdyrking. I somme høve er det berre eitt einskilt næringsemne som er granska eller det kan vere ulike kombinasjonar av fleire. Av handelsgjødsel har fullgjødsla no fått ein dominerande plass. Gjødselverknaden av allsidig gjødsla vil vere ein sum av verknadene til kvart næringsemne.

I tidlegare forsøk med fullgjødsla har *Ødelien* (1950) og *Ødelien & Hvidsten* (1957) prøvd ulike gjødselmengder til eng på Austlandet. *Pestalozzi & Retvedt* (1959) har gjennomført ein omfattande serie med forsøksfelt i alle landsdelar. Gjødsling til eng under Vestlandstilhøve er

granska av *Myhr* (1961). Ved alle desse forsøka vart det brukt fullgjødsla om våren og salpeter til overgjødsling. Enga vart slegen to gonger og dei største prøvde gjødselmengdene varierte frå 14—20 kg N, 4—6 kg P og 12—22 kg K.

Dei siste åra har det vorte vanleg med meir intensiv engdyrking, og det vert no nytta mykje større gjødselmengder enn desse i praksis. Dette gjeld særleg der ein slær eng meir enn to gonger. Forsøka til *Pestalozzi & Retvedt* (1959) har elles synt at ein kan tilrå sterkare gjødsling på Vestlandet enn i andre delar av landet. Seinare har *Håland* (1974) funne ut at det i visse høve er tilrådeleg å bruke opptil 30 kg N til eng på

Vestlandet. Ved så sterk nitrogen-gjødsling trengst det og auka tilførsle av andre næringsemne, fyrst og fremst kalium. *Lyngstad & Einevoll* (1967) fekk litt større avling ved å dele kaliummengda på to utstrøingar, og *Håland* (1974) kom til resultat som delvis peika i same lei, men utslaga var små og usikre. Han meiner likevel at ein bør fordele store K-mengder gjennom sesongen av omsyn til avlingskvaliteten. Det same har *Ødelien* (1960) funne ut.

Eit ønskje om deling av kaliummengda på fleire utstrøingar var ein av grunnane til at det kom ein ny type handelsgjødsel på marknaden i 1969, fullgjødsel F 16-3-15. Denne vart tilrådd å bruke som einaste gjødselslag, såkalla heilsesong-gjødsel, til eng i kyststrøk. Eit spørsmål som då melde seg, var korleis den samla gjødselmengda skulle fordelast mellom vårgjødsling og seinare overgjødslingar. Ved tidlegare utførte gjødslingsforsøk har det som oftast vore eit visst høve mellom desse. *Hernes* (1959) har likevel gjennom-

ført ein forsøksserie på Austlandet der han samanlikna ulike kombinasjonar av vårgjødsling og overgjødsling med kalksalpeter til eng. Største mengdene han nytta var 12 kg nitrogen om våren og 6 kg N til etterslåtten.

I 1970 vart det så sett i gang ein ny serie med gjødslingsforsøk på Vestlandet. Serien var eit samarbeid mellom Statens forskingsstasjonar Særheim og Fureneset og tok for seg bruk av store mengder fullgjødsel F til eng og deling av desse gjennom sesongen. Denne meldinga handlar om resultatene av desse forsøka. Ein del av dei er førebels omtala av *Håland* (1975).

På felta som vart utlagde frå Særheim var det med nokre ledd med ekstra tilførsle av fosfor og kalium for å finne ut om innhaldet av dei tre hovudnæringsemna i fullgjødsel F var høveleg ved sterk gjødsling. Resultata frå desse ledda er publiserte av *Håland* (1976) og vert ikkje tekne med her.

III. Opplysningar om forsøka

A. Forsøksplan

Det vart brukt ein faktoriell forsøksplan med to gjentak. Etter den mest omfattande planen var det med fire mengder gjødsel om våren: 50, 75, 100 og 125 kg fullgjødsel F. Kvar av desse vart så kombinert med tre ulike mengder ved overgjødsling etter fyrste slåtten: 50, 75 og 100 kg F. Såleis vart i alt 12 ledd gjødsla med fullgjødsel F. Som regel vart felta hausta tre gonger. Ein gjødsla då etter andre slåtten med 25 kg F på alle ledda. I tillegg var det med eit ekstra ledd som fekk 146 kg fullgjødsel

A om våren og overgjødsling med 61,5 og 15 kg kalkkammonsalpeter. Den tilførte nitrogenmengda vart dermed like stor som på det sterkast gjødsla av dei andre ledda. Dette er synt i tabell 1.

Til dei felta som vart utlagde frå Særheim var det brukt ein plan der berre dei tre minste mengdene av vårgjødsling var med (50, 75 og 100 kg fullgjødsel F). Det er såleis i alt ni ledd (a1 — c3) som er sams for heile serien, og det er desse ein vil leggje størst vekt på her.

Tabell 1. Tilførte mengder av gjødsel og hovudnæringsemne i kg pr. dekar.

Ledd	Vår- gjødsling	1. over- gjødsling	2. over- gjødsling	Heile året		
	Full- gjødsel F	Full- gjødsel F	Full- gjødsel F	N	P	K
a1	50	50	25	20	3,75	18,75
a2	50	75	»	24	4,50	22,50
a3	50	100	»	28	5,25	26,25
b1	75	50	»	24	4,50	22,50
b2	75	75	»	28	5,25	26,25
b3	75	100	»	32	6,00	30,00
c1	100	50	»	28	5,25	26,25
c2	100	75	»	32	6,00	30,00
c3	100	100	»	36	6,75	33,75
d1	125	50	»	32	6,00	30,00
d2	125	75	»	36	6,75	33,75
d3	125	100	»	40	7,25	37,50
e	Full- gjødsel A 146	Kalkkammon- salpeter 61,5	Kalkkammon- salpeter 15	40	8,78	22,92

B. Forsøksfelt

Det vart lagt ut i alt 33 felt. 1 gjekk ut etter eitt år, 22 gjekk i tre år og 10 i fire år. Anleggsår var 1970 for 15 felt, 1971 for 9 og 1972 for 9 felt. Siste forsøksåret var 1975, då vart 4 felt hausta.

Av felta låg 1 i Aust-Agder, 7 i Vest-Agder, 11 i Rogaland, 10 i Hordaland, 3 i Sogn og Fjordane og 1 i Møre og Romsdal.

Dei fleste vart lagde i ny eng, eitt eller to år gamal. Berre 5 felt låg i eng som var eldre enn tre år ved starten av forsøket.

Fordelinga på jordarter og gjennomsnittsverdiene av jordanalysar ved anlegg av felta går fram av tabell 2.

Tabell 2. Resultat av jordanalysar ved anlegg av felta gruppert etter jordart.

	Tal felt	Glødetap	pH	P-AL	K-AL	K-HNO ₃	Mg-AL
Organisk jord ..	6	61,3	5,4	17	26	38	51
Morenejord	16	14,2	5,6	18	13	73	9
Sandjord	11	8,4	5,8	19	9	80	6

Grappa morenejord er nokså ueinsarta og omfattar både meir utprega leirjord og forvittringsjord. Den høge medelverdien for K-HNO₃ på sand-

jord skuldast i fyrste rekkje eitt felt der analysane synte verdiar på over 500. Gjennomsnitt for dei andre sandjordsfelta er om lag 40.

C. Talmateriale

Ved alle slåttane er avlinga på rutene vegen og tørrstoffprosenten fastsett. Ein har deretter rekna ut avlinga i kg tørrstoff pr. dekar. Det er desse tala som så er lagde til grunn for den statistiske analysen av materialet.

På nokre av felta vart det i ein-skilde år slege berre to gonger. Dette skuldast i dei fleste høve dårleg gjenvekst etter andre slåtten. Der den tredje slåtten mangla, har ein rekna summen av dei to fyrste som årsavling, og denne er så teken med i utrekningane. Det gjeld 38 av i alt 105 årsefelt. I to tilfelle har det heller ikkje vorte forsøkshausta i andre slåtten. Den tilsvarande årsavlinga på dei felta dette gjeld er då ikkje med i samandraget. Fyrste slåtten det same året er likevel teken med i oppstillinga med dei ein-skilde slåttane.

Summen av medelavlingane for kvar slått vert difor ikkje lik den gjennomsnittlege årsavlinga av di det er eit ulikt tal felthøustingar som ligg til grunn for desse.

På dei fleste felta er det utført botanisk analyse ved skjøn. Legdeprosenten er fastsett på same måten. Dette er berre gjort for fyrste slåtten.

Som regel er det teke prøver av avlinga for kjemisk analyse minst ein gong i perioden. Av di det ikkje alltid er dei same komponentane som er fastsette, trengst det fleire samanstillingar for å syne alle resultatata.

Jordprøver er uttekne to gonger på felta, ved start av forsøket og etter at det var avslutta. Ein har analysar som syner pH, P-AL, K-AL, K-HNO₃ og Mg-AL for ulike ledd på alle felta. Ca-AL er fastsett på nokre av dei.

D. Veret

Etter som felta har vore spreidde over eit stort område frå Grimstad i Aust-Agder til Ørsta på Sunnmøre, har veret naturleg nok variert ein del. Med nokre få unntak har dei likevel lege i ytre eller midtre strøk på stader med nokså typisk kystklima.

Eit særmerke for veret fyrst i 1970-åra var dei milde vintrane. Det var såleis lite overvintringsskade i enga i det tidsrommet denne forsøks-serien var i gang. Vinternedbøren var dessutan svært rikeleg i fleire år. Dette hadde truleg litt å seie for næ-

ringsinnhaldet i jorda om våren og dermed for verknaden av gjødsla.

Sommarveret var meir varierende. Nokre av somrane var kalde og våte, det galdt særleg 1973 og ettersommaren 1970. Desse åra vart det likevel etter måten gode grasavlingar. Periodar med tørke hadde ein på forsommaren i 1970 og i 1974. Dei siste av desse åra var heile sommaren svært tørr i Agder. Dette hadde nok meir å seie for avlingane, for enga treng god tilgang på vatn skal ikkje veksten gå ned.

IV. Avlingsresultat

A. Gruppering etter forsøksår

Tabell 3 syner den gjennomsnittlege årsavlinga på dei ni ledda som var med på alle felta. Det er liten skilnad i utslaga for gjødsling frå år til år. Men avlingane har gått sterkt ned

gjennom denne perioden. Ein av grunnane til det er nok at dei fleste felta vart lagde i fyrste års eng, og at plantesetnaden der har endra seg med åra slik at det har kome inn

Tabell 3. Total årsavling, kg tørrstoff pr. dekar, dei fire forsøksåra og i medel for heile materialet.

Forsøksår/felt	Fullgjødsel F om våren + gjødsel etter 1. slått, kg pr. da.										LSD 5 %	CV
	50 +50	50 +75	50 +100	75 +50	75 +75	75 +100	100 +50	100 +75	100 +100			
1 33 felt	1045	1115	1102	1103	1121	1152	1158	1188	1174	32	5,9	
2 32 »	996	1040	1038	1062	1077	1081	1098	1120	1114	28	8,6	
3 32 »	966	1019	1033	1045	1067	1080	1103	1106	1120	32	6,0	
4 10 »	884	880	956	960	973	989	968	959	966	69	8,1	
Medel heile materialet												
105 årsefelt	992	1042	1049	1060	1078	1094	1106	1122	1120	24	8,2	

mindre yterike artar. På dei ti felta som gjekk i fire år var avlingsnivået jamt over litt lågare enn gjennomsnittet for alle. Avlingsnedgangen frå tredje til fjerde året var difor litt mindre enn tala i tabellen tyder på.

Ein variansanalyse syner statistisk sikker skilnad mellom forsøksledda på 0,1 %-nivået for heile materialet under eitt og dei tre fyrste åra kvar for seg. Det fjerde året var det færre felt og etter måten mindre utslag. Skilnaden var likevel statistisk sikker på 5 %-nivået.

Det er vårgjødslinga som har hatt størst innverknad på årsavlinga. Det er såleis statistisk sikker skilnad i avling mellom kvar av dei tre gjødselmengdene som er prøvde. Kvart einskilt av forsøksåra er det og sikre avlingsutslag.

Overgjødslinga har hatt mindre å seie for den totale årsavlinga. For heile materialet under eitt har ein fått statistisk sikre avlingsutslag, men derimot ikkje i alle åra kvar for seg. Dessutan er det sikker skilnad berre mellom dei to minste gjødselmengdene, ikkje mellom 75 og 100 kg fullgjødsel. Det er ein veik tendens til at utslaga for overgjødsling er mindre ved sterk overgjødsling enn ved svak. Ein kan likevel ikkje påvise noko samspel mellom desse når det gjeld verknaden på årsavlinga, korke i einskilde år eller for heile materialet under eitt. I sine forsøk med kalksalpeter fann og *Hernes* (1959) ut at verknaden av overgjødslinga var uavhengig av gjødselmengda som var brukt om våren, men dette var på eit mykje lågare gjødslingsnivå. For gjødselmengder opptil 28 kg N til dei to fyrste slåttane har *Håland* (1977) funne eit negativt samspel mellom verknaden av vårgjødsling og overgjødsling.

B. Avlinga fordelt på slåttane

Som nemnt vart det berre slege to gonger på ein del av felta. I planen var det derimot gått ut i frå tre slåttar. Tabell 4 syner korleis avlinga var fordelt på slåttane, dessutan avlingsauken ved stigande gjødselmengder for to og tre slåttar i året.

Medelavlingane for kvar slått syner at det har vore etter måten sterk etterverknad av gjødsla. Større mengder gjødsel om våren har såleis ført til auka avling ved alle slåttane. I tredje slåttan er ikkje utslaga store, men likevel merkbare. Ved andre slåttan er det derimot ein monaleg verknad som er om lag like stor som verknaden av overgjødsla etter fyrste slåttan. Det same fann *Hernes* (1959) galdt for gjødsla med kalksalpeter. I medel har mellom 50 og 60 prosent av avlingsauken ved stigande vårgjødsling kome i fyrste slåttan.

Overgjødsla etter fyrste slåttan har og gjeve tydeleg avlingsauke ved begge dei to siste slåttane. Derimot legg ein merke til at avlinga ved fyrste slåttan har gått ned nokre kilo. Skilnaden er ikkje stor, ein nedgang på 11 kg tørrstoff i medel frå minste til største gjødselmengd. Dette må skuldast ein etterverknad av overgjødsla året før og heng truleg saman med overvintringa til plantane. Sterk gjødsla på ettersommaren vil føre til at dei veks lenger utetter hausten og ikkje får førebu seg til vinteren. Dermed vert dei lettare skadde, og veksten kjem seinare i gang att om våren. I einskilde år var avlingsnedgangen i fyrste slåttan større enn desse tala gjev uttrykk for av di dei omfattar heile forsøksperioden, medan dette ikkje gav utslag før det andre året.

Det er ikkje berre etter strenge vintrar at dette kan gjere seg gjeldande, som nemnt var vintrane i tidsrommet for desse forsøka uvanleg

Tabell 4. Medelavling ved kvar slått og årleg meiravling i høve til minste gjødselmengda for 2 og 3 slåttar. Kg tørrstoff pr. da.

Slått/felthaustingar	Fullgjødsel F om våren + gjødsel etter 1. slått, kg/da.									
	50 +50	50 +75	50 +100	75 +50	75 +75	75 +100	100 +50	100 ^p +75	100 +100	
1. slått 107 felthaustingar	558	568	560	599	591	587	621	614	600	
2. » 105 »	335	368	385	360	383	398	381	398	405	
3. » 67 »	154	163	166	154	164	171	160	168	179	
Årleg meiravling 3 slåttar										
67 årsefelt	—	+54	+59	+62	+94	+110	+119	+138	+145	
Årleg meiravling 2 slåttar										
38 årsefelt	—	+44	+53	+78	+71	+89	+104	+114	+97	

milde. Nedgangen i avlinga i fyrste slåtten på grunn av sterk overgjødsling året før var også merkbar på Jæren, der ein vanlegvis har lite overvintringsskade.

På grunn av den sterke etterverkningen av gjødsla er det rimeleg at det vert skilnad på avlingsutslaga om ein slær enga to eller tre gonger. Ved svakaste gjødslinga er meiravlingane for kvar gjødseldose om lag like sto-

re, men sterk gjødsling har gjeve mykje større utslag på totalavlinga ved tre slåttar. Desse resultatata høver elles ikkje til å samanlikne to og tre haustingar av enga. I planen var det gått ut i frå tre, og haustetidspunkt vart heile tida fastsett ut ifrå det. Forsøksresultata er difor strengt teke avgrensa til å gjelde for tre haustingar av enga.

C. Gruppering etter jordart

Avlingsutslaga for stigande gjødsling på ulike jordarter er synte i fig. 1. Her er ikkje teke omsyn til forde-

linga av gjødsla, berre til den totale mengda som vart brukt gjennom året.

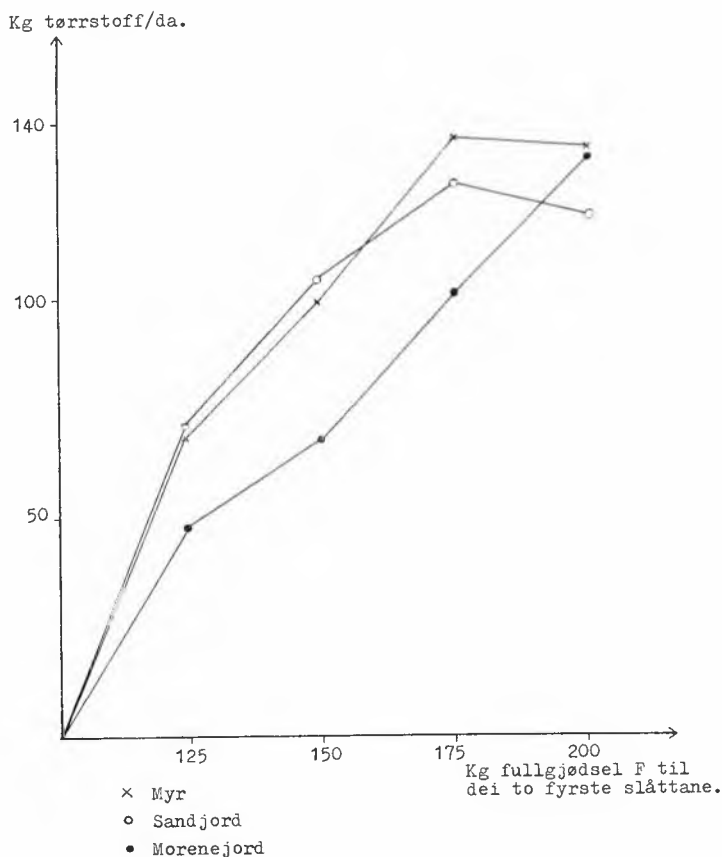


Fig. 1. Meiravling i høve til minste gjødsemengd (100 kg fullgjødsel F) ved sterkare gjødsling på tre jordarter.

Ved svak gjødsling har meiravlinga pr. gjødseldose vore størst på sandjord og myr. På begge desse jordartene har dessutan avlinga gått ned når gjødselmengda vart auka frå 175 til 200 kg pr. da. På morenejord

derimot var avlingsauken om lag rettlinja heilt til topps. Skilnaden mellom største og minste avling var størst på myr og morenejord, mindre på sandjord.

D. Felt med sterkare vårgjødsling

Den mest omfattande forsøksplanen vart som nemnt berre brukt på nokre av felta. Her var det med fire ledd som alle fekk tilført 20 kg N om

våren. Avlingane på desse ledda er jamførte med nokre av dei andre i tabell 5.

Tabell 5. Avling på ledda med sterkast vårgjødsling, gjennom heile året og ved kvar slått for seg, kg tørrstoff pr. dekar.

Slått/haustingar	Fullgjødsel F om våren + etter 1. slått, kg/da						e
	100 +50	100 +75	100 +100	125 +50	125 +75	125 +100	
1. slått							
50 felthaustringar	608	605	579	599	586	591	580
2. slått							
48 felthaustringar	364	387	389	384	383	401	362
3. slått							
24 felthaustringar	148	154	165	151	141	162	136
Arsavling							
48 årsfelt	1050	1074	1052	1069	1044	1076	1012

125 kg fullgjødsel r utstrødd om våren har i medel gjeve berre 4 kg større tørrstoffavling enn 100 kg F. I fyrste slåtten har avlinga endåtil gått ned, så auken skuldast ein sterkare etterverknad seinare på sommaren. For mindre gjødselmengder kunne ein ikkje påvise noko samspel mellom verknaden av vårgjødsling og overgjødsling. Det ser likevel ut til at der det er brukt 125 kg fullgjødsel om våren, har overgjødslinga gjeve mindre avlingsutslag enn ved svakare vårgjødsling.

Ledd e, som vart gjødsla med fullgjødsel A om våren og kalkammon-

salpeter seinare i sesongen, skulle på ein måte representere den «gamle» gjødslingspraksisen. Avlinga på dette leddet er mindre enn der same nitrogenmengda er tilført i fullgjødsel F. Slik forsøka er lagde opp, kan ein likevel ikkje bruke desse resultatata til å samanlikne dei to fullgjødseltypane generelt. Ein må nøye seg med å slå fast at 146 kg fullgjødsel A utstrødd på ein gong er altfor mykje til at plantane kan nytte det. Denne gjødselmengda kan nok og gje så høg saltkonsentrasjon at resultatet vert sviskade på plantane, kanskje også giftverknad i jorda.

V. Botanisk samansetjing og legde

Gjennom forsøksperioden endra plantesetnaden seg. Dette galdt særleg dei felte som låg på ny eng, og det var som nemnt dei fleste. På nokre av desse minka prosentdelen av isådde artar frå 90 det fyrste året til 70 det tredje. Kløver var det lite av, men der han fanst, gjekk han sterkt attende, og siste året kom han heilt bort mange stader. Ymse ville grasartar og ugras tok over plassen.

Resultatet av den botaniske analysen siste forsøksåret syner kva verknad ulik gjødsling har hatt på artssamansetjinga. I tabell 6 er berre nokre av dei vanlegaste artane tekne med. Prosent-tala er medel for dei felte der vedkomande art vart oppnotert særskilt. Overgjødslinga såg ikkje ut til å ha nokon innverknad på den botaniske samansetjinga og er difor utelaten.

Tabell 6. Botanisk samansetjing siste forsøksåret. Prosent av vedkomande art eller artsgruppe.

	Vårgjødsling, kg fullgjødssel F/da		
	50	75	100
Kløver	8	5	4
Timotei	40	43	44
Engsvingel	26	23	23
Eng. raigras	29	27	27
Ugras	7	7	7

Utslaga for gjødsling er små og usikre. Kløver, engsvingel og engelsk raigras syner ein veik tendens til å gå fortast ut ved sterk gjødsling, for timotei er det motsette tilfelle. Ugrasprosenten har ikkje vorte påverka av gjødslinga.

Myhr (1961) fann og at timotei heldt seg betre i enga ved sterk enn ved svak gjødsling, og utslaga var tydelegare enn desse. Det har truleg samanheng med at gjødslingsnivået var mykje lågare.

Føre fyrste slåttan vart det notert legdeprosent på nokre av felte. Medeltala frå desse er attgjevne nedanfor.

Vårgjødsling pr. da	Prosent legde
50 kg F	30
75 » »	36
100 » »	39
125 » »	43
146 kg A	43

Det er ein jamn auke i legdeprosenten med stigande gjødselmengder heilt opp til den sterkaste gjødslinga. Nitrogenet ser ut til å ha hatt mest å seie. 125 kg fullgjødssel F og 146 kg A inneheld begge 20 kg N, men svært ulike mengder av andre næringsemne. Desse har likevel i medel ført til like mykje legde.

VI. Avlingsanalysar

På 18 felt vart det teke prøver av avlinga frå to av ledda for kjemisk analyse. Prøvene tok ein tredje for-

søksåret i fyrste slåttan på 13 av felte og i andre slåttan på dei andre 5. Utslaga for gjødsling var så like ved

dei to slåttane at ein har slege saman alle desse resultatane, og medeltala er attgjevne i tabell 7.

Avlingsprøver frå 12 andre felt vart analyserte på same måten, men desse var uttekne frå andre ledd og

treng difor ei eiga oppstilling. Fem prøver vart tekne ved fyrste slått og fem ved andre slått på kvart felt. I tabell 8 har ein teke med analysedata for desse.

Tabell 7. Kjemisk innhald i avlinga målt i prosent av tørrstoffet på dei to ledda a1 (50 + 50 kg fullgj. F) og c3 (100 + 100 kg).

Ledd	Råpro- tein	Trev- lar	P	Mg	Ca	K	Na	K
								Mg + Ca
a1	13,9	28,5	0,31	0,16	0,39	2,18	1,25	1,71
c3	16,3	28,5	0,33	0,14	0,32	2,85	0,86	2,65
P <	0,01	NS	NS	0,05	0,05	0,001	0,05	

Tabell 8. Kjemisk innhald av avlingsprøver frå dei to fyrste slåttane, prosent av tørrstoffet.

Ledd/gjødsling	P	K	Ca	Mg	K	Rå- protein
					Ca + Mg	
1. slått:						
a 50 kg F	0,31	2,71	0,40	0,14	2,20	13,1
b 75 »	0,34	2,96	0,40	0,15	2,34	14,9
c 100 »	0,34	2,96	0,41	0,16	2,25	16,3
d 125 »	0,36	3,09	0,41	0,16	2,35	17,3
e 146 kg A	0,37	3,29	0,44	0,16	2,40	16,7
2. slått:						
b1 75 + 50 kg F	0,40	3,23	0,48	0,18	2,13	16,2
c2 100 + 75 »	0,41	3,56	0,47	0,17	2,43	18,2
d2 125 + 75 »	0,42	3,53	0,46	0,18	2,39	17,7
d3 125 + 100 »	0,44	3,75	0,44	0,18	2,69	19,5
e	0,44	3,32	0,56	0,19	1,95	18,7

Tabell 9. Innhald av råprotein og nitrat-N i avlinga frå fyrste slått, prosent av tørrstoffet.

	Kg fullgjødsling F om våren		
	50	75	100
Råprotein	12,0	13,6	15,1
Nitrat-N	0,03	0,06	0,10

Av mineralerna er det særleg innhaldet av kalium som har endra seg med gjødslinga. Tidlegare forsøk har synt at stigande mengder med allsi-

dig gjødsling fører til eit høgare kaliuminnhald i plantane (*Ødelien*, 1960). Det er fyrst og fremst gjødslinga før den vedkomande slått som ser

Tabell 10. Innhald av råprotein og nitrat-N i avlinga ved dei to siste slåttane, prosent av tørrstoffet.

	Fullgjødsele F om våren + overgj. etter 1. slått, kg/da									
	50 +50	50 +75	50 +100	75 +50	75 +75	75 +100	100 +50	100 +75	100 +100	
2. slått										
Råprotein	14,8	16,3	17,8	14,9	16,2	18,4	14,8	16,4	18,1	
Nitrat-N	0,04	0,11	0,19	0,06	0,11	0,19	0,07	0,13	0,21	
3. slått										
Råprotein	17,3	18,2	18,4	17,5	18,3	18,8	17,8	18,6	19,8	
Nitrat-N	0,02	0,04	0,05	0,03	0,05	0,05	0,03	0,04	0,08	

ut til å ha noko å seie. Ved fyrste slåttan har prøvene frå e-leddet hatt høgast innhald av kalium. Her vart heile K-mengda tilført om våren, men for heile sesongen under eitt var kaliumgjødsla svakare her enn på dei fleste andre ledda.

Samstundes med auken i kaliuminnhaldet har det vorte mindre av nokre andre mineraltrass i at desse og er tilførte i større mengder med gjødsla. Dette gjeld i særleg grad kalsium og magnesium. Høvet mellom desse tre minerala i fóret har dermed vorte endra nokså mykje. Dette går fram av brøken $K/(Ca + Mg)$ uttrykt på ekvivalentbasis. Tidlegare har det vorte hevda at verdien av denne brøken ikkje bør bli høgare enn 2,2 dersom husdyra skal halde seg friske (*Kemp & t'Hart*, 1957). Etter kvart har dette vorte sett på meir som ei grov rettleiing enn som noko skarp grense. I desse forsøka har 100 kg fullgjødsele F utstrødd på ein gong som regel ført til verdiar som er høgare enn dette talet.

Analysane synte ingen skilnad mellom ledda når det gjaldt innhald av trevlar i avlinga. Det vart dessutan utført in-vitro smeltingsforsøk på prøver frå fem felt, men heller ikkje her ser gjødsla ut til å ha hatt nokon verknad.

Innhaldet av råprotein har derimot auka sterkt med stigande gjødsla. Dette vart nærare granska i særskilte prøver frå ni felt. Avlinga vart då analysert for råprotein og nitrat ved alle tre slåttane og i alle åra. Resultata av desse er tekne med i tabell 9 og 10.

Som for innhaldet av mineraler er det gjødsla føre den vedkomande slåttan som har hatt mest å seie for innhaldet. Ein kan likevel merke ein sterkare etterverknad av tidlegare gjødsla i dette høve.

I fyrste slåttan er utslaga for vår-gjødsla statistisk sikre både når det

gjeld råprotein og nitrat. I andre slåtten er det berre etterverknaden på nitratinnehaldet som er sikker. Overgjødslinga har derimot gjeve tydelegare utslag på begge delar. I tredje slåtten har ein funne sikre utslag på råprotein og nitrat både for vår-gjødsling og overgjødsling.

Ved stigande gjødselmengder har nitratinnehaldet jamt over auka snøg-gare enn innhaldet av råprotein har gjort. Det vil seie at ein stendig større del av nitrogenet i plantane finst i form av nitrat. Dette gjeld for alle slåttane. Høgast var nitratinnehaldet

i andre slåtten. På det sterkast gjøds-la leddet utgjorde nitratinnitrogenet då over 0,2 % av tørrstoffet i medel. Dette er langt under fåregrensa for forgifting, som vert oppgjeven til om lag 0,4 % (Wright & Davison, 1964). På eit par av felte var likevel innhal-det av nitratinnitrogen i enkeltprøver nær oppunder grensa, men ikkje over. I fyrste slåtten var nitratinnehaldet berre halvparten så høgt som i an-dre, og i tredje slåtten var det endå lågare trass i at innhaldet av råpro-tein i avlinga var aller høgast då.

VII. Jordanalysar

Prøvene vart uttekne ved slutten av forsøket om hausten tredje eller fjerde forsøksåret. I tabell 11 er ana-

lysetala for tre ledd jamførte med dei tilsvarande verdiane i anleggsåret.

Tabell 11. Resultat av jordanalysar siste året jamført med verdiane ved anlegg på tre ledd, a1 (50 + 50 kg fullgj. F), b2 (75 + 75 kg) og c3 (100 + 100 kg).

	pH	P-AL	K-AL	K-HNO ₃	Mg-AL	Ca-AL
Tal felt	31	31	31	31	31	18
Ledd						
a1	5,2	16,1	9,3	63	13,0	129
b2	5,1	16,9	10,7	63	13,1	124
c3	5,0	18,1	13,7	67	13,4	114
Ved start av forsøket ..	5,6	18	14	68	16	159

På 3—4 år har jorda vorte etter måten mykje surare. Nedgangen i pH er større på morenejord enn på dei andre jordartane. På grunn av den sure verknaden av fullgjødsel F 16-3-15 i jorda har dei største gjødsel-mengdene ført til lågast pH-verdi i medel for alle felte. Skilnaden i jord-reaksjonen på ledda er tydeleg på sandjord og morenejord, medan det ikkje er nokon slik skilnad på myr-jord.

Den sterke nedgangen i kalsium-innhaldet i jorda er det og naturleg

å sjå i samband med den sure gjød-selverknaden. Analysane syner at Ca-AL har minka fortast der dei stør-ste gjødselmengdene er brukte.

Innhaldet av ymse andre nærings-emne i jorda har jamt over endra seg lite etter den sterkaste gjødslinga. Men det er ein merkbar skilnad mel-lom ledda her. Denne er tydelegast for lettlyøseleg kalium (K-AL). Skil-naden mellom det svakaste og det sterkaste gjøds-la leddet er over 4 K-AL-einingar for heile materialet, men om lag 11 einingar for dei seks

felta på myrjord. Her er det og minst kaliumreservar i jorda. På a1-leddet har såleis $K-HNO_3$ gått sterkt ned på myrjord, men syner lita endring for dei andre jordtypene. Difor er det heller små utslag på medeltala for heile materialet.

I medel har fosforinnhaldet likeins gått ned på dei to svakast gjøds-

la ledda, men halde seg oppe der dei største gjødselmengdene er brukte. På sandjordsfelta har derimot fosforinnhaldet minka på alle ledda, og det er mindre skilnad mellom dei.

For magnesium er det liten skilnad mellom gjødslingsalternativa. Det har vore ein tydeleg nedgang i Mg-AL desse åra, størst på myrjord.

VIII. Drøfting

Dette var faktorielle forsøk der ein samanlikna kombinasjonar av ulike gjødselmengder om våren og etter fyrste slåttene. Av di det vart gjødsla likt på alle ruter etter andre slåttene, er det særleg dei to fyrste gjødslingane som interesserer her. Med overgjødsling meiner ein difor overgjødsling etter fyrste slåttene når ikkje noko anna vert sagt.

At gjødsla som er utstrødd om våren har auka avlinga mest, syner at næringa som er tilført plantane då har vorte best utnytta. Dette går og fram av avlingsresultata ved dei einskilde slåttene etter som vårgjødslinga har gjeve positive utslag ved alle tre. Avlingsauken etter stigande gjødsling varierer likevel nokså mykje frå felt til felt. Dette skuldast truleg fyrst og fremst ulik plantesetnad i engene med meir eller mindre yterike arter. Det er elles ein tendens til at felta på Sørlandet og Sør-Vestlandet har gjeve litt større avlingsauke enn dei som låg lenger nord, men noko geografisk samspel kan ikkje påvisast. I høve til 50 kg fullgjødsel har 75 kg jamt over gjeve tydelege utslag på avlinga, og på dei fleste felta har den neste dosen opp til 100 kg hatt mest like god verknad. 125 kg har derimot berre i einskilde høve ført til vidare avlingsauke.

Effekten av overgjødslinga er mykje mindre. Det er og rimeleg når det er positive avlingsutslag berre ved

dei to siste slåttene. Dessuten ser det ut til at sterk gjødsling utpå sommaren kan redusere fyrste slåttene neste år. 75 kg fullgjødsel gav likevel større totalavling enn berre 50 kg, medan den største mengda på 100 kg fullgjødsel ikkje førte til nokon nemnande auke utover dette.

Ettersom hovudeffekten av vårgjødslinga var større enn av overgjødslinga og det ikkje er funne noko samspel mellom dei, er det rimeleg at det beste alternativet vil vere ein kombinasjon av sterk vårgjødsling og svakaste overgjødsling. Dette ser ut til å stemme. Ei samla gjødselmengd på 175 kg gjennom heile sesongen er i desse forsøka fordelt mellom utstrøingane på tre måtar. 100 + 50 + 25 kg har gjeve størst avling, deretter kjem 75 + 75 + 25 kg og til sist 50 + 100 + 25 kg. Noko ledd med direkte svak gjødsling var det ikkje med i denne serien. Den minste gjødselmengda som vart brukt, 125 kg fullgjødsel F pr. dekar, svarar om lag til den sterkaste gjødslinga i dei tidlegare forsøka ein har synt til framanfor. Dette er likevel berre halvparten av den største mengda som var med her. For alle dei aktuelle gjødselmengdene har det lønt seg best å bruke største dosen om våren. På dette punktet er resultatata nokså eintydige.

Skal ein jamføre bruk av to eller fleire gjødselmengder, må ein og ta

omsyn til kostnadene. Det er mange faktorar som verkar inn på lønsemda ved gjødsling, t. d. arbeidskrafta på garden, silokapasiteten, storleiken på buskapen i høve til arealet og sjølv-sagt prisar på gjødsel og fôr. Her vil ein ikkje gå nærare inn på desse, men sjå litt på avlingsutslaga ved stigande gjødsling. Det er i desse forsøka to alternativ som merkjer seg ut: 150 og 175 kg fullgjødsel F fordelt som 75 + 50 + 25 kg og 100 + 50 + 25 kg. Avlingsskilnaden mellom desse er i medel 46 kg tørrstoff, eller 25 fôreiningar om ein reknar 1,8 kg tørrstoff til 1 f.e. Ein har dermed fått att ei fôreining for kvar kg av den gjødseldosen som skil desse to. I dei fleste høve vil dette truleg vere ein lønsam avlingsauke slik at ein bør velje den største av desse mengdene. Men på grunn av den store variasjonen mellom felta er det klårt at 150 kg fullgjødsel F mange stader er sterk nok gjødsling.

Eit av formåla med å føre inn fullgjødsel F var som nemnt at ein ville dele kaliummengda gjennom vekstese-songen. Ved å bruke 175 kg fordelt med 100 + 50 + 25 kg på dei tre utstrøingane kan det sjå ut som dette ikkje er gjort så godt som det var ynskjeleg. 100 kg fullgjødsel F i ei gjødsling har nok til dels ført til eit høgt kaliuminnhald i fôret, men denne fordelinga har likevel vore langt betre enn å tilføre all kalium om våren slik det tidlegare vart gjort. Den skeive mineralbalansen ein har funne i nokre av prøvene, skuldast truleg for ein del kaliumreservar i jorda. Fleire av felta låg såleis på jord som var så rik på kalium at ein helst burde ha brukt andre gjødseltypar. Men ei mengd på 175 kg fullgjødsel F i året har ført til tydeleg nedgang i kaliuminnhaldet i jorda for alle felta under eitt, så på lenger sikt vil dette truleg jamne seg ut.

IX. Summary

This is a report on experiments with varying rates and distribution of compound fertilizer (fullgjødsel F 16-3-15) to first and second cut in meadow. During the period 1970—75 34 field experiments were carried out in southern and western Norway, an area with mostly oceanic climate. Most of the experiments continued for three or four years and were cut three times a year. The amounts of fertilizer applied through the season varied from 1250 to 2500 kg per hectare. The experiments were factorial and combinations of several quantities of fertilizer to the first and second cut were compared. After the second cut equal amounts of fertilizer, 250 kg per hectare, were applied to all plots.

In spring four different quantities

were applied: 500, 750, 1000 and 1250 kg per hectare. Because of different plant growth in the fields there was some variation in the response to increased rates of fertilizer. As a rule there was a raise in the total crop up to an application of 1000 kg in spring. The increase of the first crop was greatest, but there was also a considerable effect on the yield at the second and third cut.

After the first cut three amounts of fertilizer were applied: 500, 750 and 100 kg per hectare. The effect of the fertilizer used at this time was less than in spring. There was some increase in the total crop up to 750 kg of fertilizer. At the two last cuts there was a considerable yield gain, but also a reduced yield at the first cut the following year. The reason for

this is probably that heavy fertilization late in the summer makes the plants more susceptible to winter damage.

In the fields with a dense plant stand a total application of 1750 kg per hectare through the whole season seemed to be most profitable. This should be distributed with 1000 + 500 + 250 kg to the three crops. In fields where the planted species had thinned out a spring fertilization of 750 kg per hectare might be sufficient. The botanical composition of the meadow was not influenced very much by different fertilization.

Increased amounts of fertilizer enhanced the nitrate and crude protein content of the herbage. However, the NO_3 -content did not reach a level that would imply a danger of nitrate poisoning. The ratio $\text{K} : (\text{Ca} + \text{Mg})$ was considerably enlarged when fertilization increased to the highest rates.

Chemical analysis of soil revealed that pH was reduced by this type of compound fertilizer. During the experiments the content of P, K and Mg in the soil decreased, the reduction was greatest where the lowest rates of fertilizer were applied.

X. Litteratur

- Hernes, O., 1959: Forsøk med ulik fordeling av kvelstoffgjødning til 1. og 2. slått. *Forskn. fors. Landbr.* 10: 251—263.
- Håland, A., 1974: Kalium og nitrogen til eng i Vest-Norge. *Forskn. fors. Landbr.* 25: 145—167.
- Håland, A., 1975: Enggjødning gjennom sesongen. *Bondevennen* nr. 44: 1050—1051.
- Håland, A., 1976: Fosfor og kalium til eng ved sterk nitrogengjødsling. *Forskn. fors. Landbr.* 27: 701—715.
- Håland, A., 1977: Overvintring av eng etter forskjellig gjødning og haustingspraksis i slutten av veksttida. *Forskn. fors. Landbr.* 28: 111—127.
- Kemp, A. and M. L. t'Hart, 1957: Grass tetani in grazing milking cows. *Nederl. Jour. Agric. sci.* 5: 4—17.
- Lyngstad, I. og O. Einevoll, 1967: Kaliumgjødning til eng — stigende mengder og ulike spredningstider. *Forskn. fors. Landbr.* 18: 165—188.
- Myhr, K., 1961: Forsøk med stigende mengder fullgjødning A til eng. *Forskn. fors. Landbr.* 12: 401—430.
- Pestalozzi, M. og K. Retvedt, 1959: Forsøk med store kunstgjødselmengder til eng 1948—1952. *Forskn. fors. Landbr.* 10: 315—412.
- Wright, M. J. and K. L. Davison, 1964: Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agron.* 16: 197—247.
- Ødelien, M., 1950: Forsøk med sterk gjødning til eng på Østlandet 1946—1948. *Forskn. fors. Landbr.* 1: 347—420.
- Ødelien, M. og L. Hvidsten, 1957: Stigende kunstgjødselmengder til eng ved ulike slåttetider. *Forskn. fors. Landbr.* 8: 241—294.
- Ødelien, M., 1960: Kan gjødning være årsak til hypomagnesemi og tetani hos storfe? *Tidsskrift for Det norske Landbruk* 67: 354—371.

I redaksjonen 31.5. 1977.

ETEFON (2 kloretyl-fosfonsyre)
SOM TYNNINGSMIDDEL TIL EPLE

*Ethephon (2 chloroethyl-phosphonic acid)
as a thinning agent for apples*

AV
ATLE KVALE

INNHALD

	Side
I. Samandrag	632
II. Innleiing	632
III. Materiale og metodar	632
IV. Resultat og drøfting	633
V. Summary	637
VI. Litteratur	638

I. Samandrag

Meldinga gjer greie for 2 års forsøk med etefon som tynningsmiddel til eple. Midlet har vore prøvt på sortane 'Prins', 'Raud Prins', 'James Grieve' og 'Raud Melba'. Forsøka viste at ein fekk best effekt ved å sprøyta tidleg i bløminga (10—15 % open blom). Brukt på dette tidspunkt gav midlet god tynningseffekt på alle fire sortane. Fruktsetjinga vart i medel redusert med om lag 50 prosent. I høve til kontrollen auka fruktstorleiken med om lag 25 prosent hjå 'Prins' og 'Raud Prins', og med 40—70 prosent hjå dei to andre sortane. Auken i fruktstorleiken førde til at mengda av Standard I auka med 10 kg pr. tre hjå 'Prins' og 'Raud Prins'. Hjå 'James Grieve' var ikkje auken i fruktstorleiken stor

nok til å kompensera for nedgangen i tal eple. Men også for denne sorten er det mengda av småfalne eple som har vorte redusert.

Sprøytinga førde til auka innhald av oppløyst turrstoff i frukta hjå alle sortane.

Det vart registrert tydelege utslag for væskemengd. Bruk av store væskemengder kan føra til overtynning. Etefonbehandlinga førde til at mogninga vart framskunda 4—5 dagar.

Hjå 'Raud Melba' vart det registrert positivt utslag på avlingsmengda året etter etefonbehandlinga. Hjå 'Raud Prins' var det positiv effekt på blomstringa året etter berre i dei tilfella der ein hadde brukt så store væskemengder at det førde til overtynning.

II. Innleiing

Omfattande forsøk med kjemiske tynningsmiddel til eple har vist at etefon kan gje god tynningseffekt på sortar som er vanskelege å tynna med carbaryl (*Wertheim*, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975). I ei tidlegare melding frå Ullensvang Forsøksgard er det vist at etefon kunne vera eit effektivt tynningsmiddel til eplesorten 'Prins' (*Kvåle*, 1974). Forsøket omfatta berre ein sort og gjekk ber-

re over ein sesong. Ein fann det difor ynskjeleg med meir omfattande forsøk der også fleire sortar var med.

Etefon har sikrast effekt når det vert brukt tidleg i blomstringa. På det tidspunktet veit ein lite om korleis fruktsetjinga blir. Forsøka vart difor avgrensa til sortar som set rikt jamvel om tilhøva under blomstringa ikkje er dei beste.

III. Materiale og metodar

Forsøka omfatta sortane 'Prins', 'Raud Prins', 'James Grieve' og 'Raud Melba'. Ved sida av felt på forsøksgarden vart forsøka med 'Prins' og 'Raud Prins' lagt ut på spreidde felt hjå dyrkarar i Ullensvang og Ulvik. Forsøka med 'Prins' og 'Raud

Prins' gjekk over to år på i alt fem felt kvart år. Forsøka med 'James Grieve' og 'Raud Melba' vart lagt ut i forsøksgarden sine felt og varde berre ein sesong.

Forsøksplanen var blokkforsøk med fem gjentak og eit tre på kvar

rute. Etefonkonsentrasjonane går fram av tabellane. Sprøytetida var 10—20 % open blom. Fruktsetjinga vart kontrollert ved oppteljing av tal eple på 150—500 blomsterstandar. Fruktstorleiken vart bestemt ved oppveging av 100 eple frå kvart for-

søkste. Prøvar på ti eple vart tekne ut for måling av oppløyst turrstoff. Analysane vart utførde ved hjelp av eit Atago Abbe bordrefraktometer ved 20° C. På dei spreidde felta vart sprøytinga utford av dyrkarane.

IV. Resultat og drøfting

I eit av forsøka som vart lagde ut i 1974 vart verknaden av ulike sprøyte-tidspunkt prøvd. Tabell 1 viser effek-

ten av sprøyting ved byrjande blø-ming samanlikna med sprøyting i full blom.

Tabell 1. Verknaden av etefon på fruktsetjinga hjå 'Raud Prins' etter sprøy-ting til ulike tider under bløminga, 1974.

The effect of ethephon on fruit set of 'Raud Prins' as related to time of application, 1974.

	Sprøytetidspunkt <i>Time of application</i>	Fruktsetjing Tal eple pr. 100 blr. standar <i>Fruit set number of apples pr. 100 clusters</i>
Kontroll <i>Check</i>	—	127
Etefon, 400 ppm	10—20 % open blom	43
» » »	full blom	67
HSD 5 %		50

Den tidlege sprøytinga har gjeve best verknad. Dette er heilt i sam-svar med resultat frå Holland (*Wert-heim, 1971*).

Tabell 2 viser gjennomsnitt for alle fem forsøka som vart gjennom-førde i 1974. Etefonsprøyting ved byrjande bløming reduserte frukt-setjinga til om lag det halve i høve til kontrollen. Auka fruktstorleik gjorde likevel at avlingsreduksjonen vart moderat. Sorteringsresultatet og inn-haldet av oppløyst turrstoff i frukta viser at verknaden på fruktkvaliteten var positiv. Ein del variasjon mellom felta gjer at skilnadene mellom gjennomsnitta sett under eit ikkje alltid er statistisk sikre. Reduksjonen

i fruktsetjinga var sikker i alle felta. I to felt var det sikker auke i opp-løyst turrstoff og i mengda av eple i storleiksgruppa over 60 mm. Auken i fruktstorleiken var statistisk sikker i to av felta medan avlingsnedgangen var sikker i berre eit felt.

Dei noko varierende resultatata frå 1974 kan ha samanheng med at ein hadde lita røynsle med bruk av ete-fon under blomstringa. Mellom anna vart det klart at bruk av store væskemengder og grundig utført sprøytearbeid lett kunne føra til overtynning. Korrigerig på dette punktet førde til meir einsarta resul-tat i 1975. Som det går fram av ta-bell 3 er det sikker effekt både på

Tabell 2. Verknad av etefon på fruktsetjing, avling og kvalitet hjå 'Prins' og 'Raud Prins' 1974. Gjennomsnitt av 5 forsøk.

Effect of ethephon on fruit set, yield and quality of 'Prins' and 'Raud Prins' 1974. Average of 5 experiments.

	Frukt- setjing a) <i>Fruit set</i>	Avling b) <i>Yield</i> kg/tre	Frukt- storleik <i>Fruit</i> <i>size</i> g	Sorte- rings- resultat c) <i>Grading</i> ≥ 60 mm kg/tre	Oppløyst turrstoff <i>Soluble</i> <i>solids</i> %
Kontroll <i>Check</i>	90	57	71	10	10,2
Etefon 400 ppm	51	45	87	24	11,0
F	7,48*		6,02	3,92	—

a) Tal eple pr. 100 blomsterstandar. *Number of apples pr. 100 clusters.*

b) Gjennomsnitt av 4 felt. *(Average of 4 experiments).*

c) Gjennomsnitt av 3 felt. *(Average of 3 experiments).*

fruktstorleik, sorteringsresultat og innhald av oppløyst turrstoff når ein ser heile materialet under eitt. Resultata frå 1975 stadfester såleis dei noko usikre resultata frå 1974.

Effekten av ulike væskemengder vart undersøkt i eit felt på forsøks-garden i 1975. I det forsøksleddet der ein brukte stor væskemengd vart det utført ei grundig sprøyting med rifle, og det vart brukt så store væskemengder at det rann av trea. I forsøksleddet med lita væskemengd vart sprøytinga utført ved at ein sprøyttte medan ein køyrde langs tre-

rekkjene med traktorsprøyte. Tabell 4 viser at det er aukande tynnings-verknad med stigande væskemengd. Dette stadfester observasjonane frå 1974 om at store væskemengder kan føra til overtynning. På den andre sida kan for små væskemengder føra til at verknaden blir for dårleg. Dette var tilfelle i eit felt i 1975. Tåke-sprøyting vart prøvd i eit felt på om-lag 2 daa i 1975. Det vart brukt 6 gonger vanleg konsentrasjon, men køyrehastigheita vart tilpassa slik at preparatmengda skulle tilsvare van-leg sprøyting med rifle. Sprøytetids-

Tabell 3. Verknad av etefon på fruktsetjing, avling og kvalitet hjå 'Prins' og 'Raud Prins', 1975. Gjennomsnitt av 5 forsøk.

Effect of ethephon on fruit set, yield and quality of 'Prins' and 'Raud Prins', 1975. Average of 5 experiments.

	Frukt- setjing a) <i>Fruit set</i>	Avling <i>Yield</i> kg/tre	Frukt- storleik <i>Fruit</i> <i>size</i> g	Sorte- rings- resultat <i>Grading</i> ≥ 55 mm kg/tre	Oppløyst turrstoff <i>Soluble</i> <i>solids</i> %
Kontroll <i>Check</i>	74	49,1	63	28,9	10,2
Etefon 400 ppm	58	47,9	83	38,4	11,2
F	2,90	—	15,86*	9,27*	21,32**

a) Tal eple pr. 100 blomsterstandar. *Number of apples pr. 100 clusters.*

Tabell 4. Tynning av 'Raud Prins' med ulike væskemengder, 1975.
Effect of different quantities of dilute spray, 1975.

	Frukt- setjing a) <i>Fruit set</i>	Avling kg/tre	Sorteringsresultat <i>Grading</i>			Frukt- storleik <i>Fruit size g</i>	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>
			50—55 mm	55—65 mm	≥ 65 mm		
Kontroll <i>Check</i>	135	40,1	11,4	25,5	3,2	68	10,5
Etefon 400 ppm lita væskemengd	91	49,8	3,5	27,0	19,3	95	11,0
<i>Small quantity</i> Etefon 400 ppm stor væskemengd	25	16,3	0,5	3,6	12,2	122	11,6
<i>Large quantity</i> (<i>drip off</i>)							
HSD 5 %	48	12,5	4,7	15,9	7,7	12,5	0,8

a) Tal eple pr. 100 blomsterstandar. *Number of apples pr. 100 clusters.*

punktet var 10—15 % open blom. Behandlinga var utan effekt.

I 1975 vart etefon prøvt på Raud Melba' og 'James Grieve'. Som det går fram av tabellane 5 og 6 var tynningsverknaden god også på desse sortane. Fruktsetjinga vart redusert til om lag 40 prosent i høve til kontrollen, og fruktstorleiken auka med 41 prosent hjå 'James Grieve' og med 77 prosent hjå 'Raud Melba'. Det vart registrert noko avlingsnedgang. Men det er berre hjå 'Raud

Melba' at nedgangen er statistisk sikker. Som vanleg i tynningsforsøk er det den kvalitativt sett dårlegaste delen av avlinga som har vorte redusert. Hjå 'James Grieve' er mengda av Standard II redusert til under ein tredjepart i høve til kontrollen, medan mengda i storleiksgruppa over 65 mm tverrmål er meir enn seks gonger større.

Gjennomgåande har tynninga ført til betring av fruktkvaliteten. Hjå alle sortane er det sikker auke i inn-

Tabell 5. Tynning av 'Raud Melba' med etefon, 1975. Sprøytetidspunkt: 30 % open blom.

Effect of ethephon on fruit set, yield and quality of 'Raud Melba', 1975. Time of application: 30 % open bloom.

	Frukt- setjing a) <i>Fruit set</i>	Avling <i>Yield</i> kg/tre	Frukt- storleik <i>Fruit size</i> g	Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids %</i>
Kontroll <i>Check</i>	98	16,1	66	10,6
Etefon 400 ppm	38	11,1	117	12,1
F	33,99**	14,60**	13,41*	14,09*

a) Tal eple pr. 100 blomsterstandar. *Number of apples pr. 100 clusters.*

Tabell 6. Tynning av 'James Grieve' med etefon, 1975.

Effect of ethephon on fruit set, yield and quality of 'James Grieve', 1975.

	Frukt- setjing a) <i>Fruit set</i>	Avling <i>Yield</i> kg/tre	Frukt- storleik <i>Fruit size</i> g	Sorteringsresultat <i>Grading</i>			Oppløyst turrstoff <i>Soluble solids</i> %
				< 55 mm	55—65 mm	≥ 65 mm	
Kontroll <i>Check</i>	97	59,6	83	9,8	45,4	4,4	10,4
Etefon 400 ppm	45	40,3	117	2,6	11,4	26,3	11,3
F	34,46**	3,75	56,73**	8,46*	19,06*	28,34**	41,00**

a) Tal eple pr. 100 blomsterstandar. *Number of apples pr. 100 clusters.*

haldet av oppløyst turrstoff. Som i det første forsøket (*Kvåle*, 1974) har det også i desse forsøka vore registrert ei framskunding av fruktmogninga på 4—5 dagar.

Verknaden på blomstring og avling året etter behandling vart undersøkt hjå 'Raud Prins' og 'Raud Melba'. Dei etefonbehandla trea av 'Raud Melba' blomstra rikt våren

1976, medan det var mest ikkje blom på kontrolltrea (fig. 1). Dette gav store utslag i avling som vist i tabell 7. Dette samsvarar godt med det *Wertheim* (1975) fann for 'Laxton's Superb'.

Hjå 'Raud Prins' var det positiv effekt på blomstringa berre i dei tilfella då det var brukt så store væskemengder at det førde til overtynning.

Tabell 7. Etterverknad av tynning med etefon i 1975 på avlinga i 1976, 'Raud Melba'.

Yield of 'Raud Melba' 1976 as affected by ethephon treatment 1975.

	Avling 1976 <i>Yield</i> kg/tre
Kontroll <i>Check</i> 1975	5,2
Etefon 400 ppm 1975	21,6
	27,018**



A



B

Fig. 1. 'Raud Melba'. Effekt av tynning i 1975 på blomstringa i 1976. A. 400 ppm etefon. B. Kontroll.

Effect of ethephon treatment at early bloom stage 1975 on return bloom 1976. A. ethephon. B. check.

V. Summary

The effect of ethephon as a chemical thinner for apples has been investigated. Over the years 1974 and 1975 experiments were carried out in four commercial orchards and at Ullensvang Research Station.

400 ppm ethephon thinned adequately the cultivars 'Prins', 'Raud Prins', 'James Grieve' and 'Red Melba' when applied at the early bloom stage (10—15 % open bloom). Fruit

set was reduced by about 50 percent as compared to no treatment. Soluble solids content and fruit size were increased.

Application of large amounts of dilute spray with a hand gun thinned too strongly. Treated fruit could be harvested 4—5 days earlier than non treated fruit. Low volume (6 x) spray with a conventional high concentration sprayer did not thin adequately.

VI. Litteratur

- Kvåle, A.*, 1974: Tynning av 'Raud Prins' med etefon. *Forskn. fors. Landbr.* 25: 347—352.
- Wertheim, S. J.*, 1971: Chemical thinning on apple. Research Station for fruit growing, Wilhelminadorp. Annual Report: 154—155.
- Wertheim, S. J.*, 1972: Growth regulators on top fruit. Thinning. Research Station for fruit growing, Wilhelminadorp. Annual Report: 17—18.
- Wertheim, S. J.*, 1973: Chemical thinning on apple. Research Station for fruit growing, Wilhelminadorp. Annual Report: 17—18.
- Wertheim, S. J.*, 1974: Chemical thinning. Research Station for fruit growing, Wilhelminadorp. Annual Report: 14—17.
- Wertheim, S. J.*, 1975: Regulation of fruit set and vegetative growth. Research Station for fruit growing, Wilhelminadorp. Annual Report: 12—16.

I redaksjonen 3.6. 1977.

BEVARING AV ASKORBINSYRE I ENKELTE GRØNNSAKSLAG UNDER LAGRING

*Retention of ascorbic acid in some vegetables
during storage*

AV
GUDRUN ROGNERUD OG ANNE SIRI RØNNEVIG

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	640
II. Innledning	640
III. Metodikk	641
IV. Resultater	642
V. Diskusjon	643
VI. Summary	646
VII. Litteratur	649

I. Sammendrag

De tre grønnsakslagene kruspersille, purre og rosenkål ble lagret ved forskjellige temperaturer og askorbinsyreinnholdet bestemt ved forskjellige tidsintervaller fra innhøsting og frem til grønnsakene ikke lenger var «god handelsvare».

Kruppersille ble lagret i perforerte plastposer med relativ fuktighet nær 100 % i henholdsvis 1 uke ved 20° C, 2 uker ved 12,5° C, 3 uker ved 5° C, i 12 uker ved 0° C og ved + 1° C.

Ved innhøsting var askorbinsyreinnholdet ca. 300 mg/100 g. Ved 20° C sank innholdet til det halve, ved de øvrige temperaturer sank det til 70—80 % av opprinnelig innhold, i løpet av lagringsperiodene.

Purre ble lagret 23 uker i kasser ved henholdsvis 2° C og 85 % relativ fuktighet, ved 0° C og ved 90—95 %

relativ fuktighet, og ved + 1° C og 90—95 % relativ fuktighet.

Askorbinsyreinnholdet som var ca. 30 mg/100 g, forandret seg relativt lite under lagringen ved alle tre temperaturer.

Rosenkål ble lagret i perforerte plastposer med relativ fuktighet nær 100 %, henholdsvis i 11 uker ved 2° C, og i 16 uker ved 0° C og ved + 1° C.

Askorbinsyreinnholdet, som lå nær 200 mg/100 g, viste liten nedgang under lagringen. Resultatene fra de tre temperaturene var nesten identiske.

Forsøkene viser derved at det er meget god bevaring av askorbinsyre i alle tre grønnsakslagene ved de anvendte lagringsbetingelser.

II. Innledning

Ved Statens institutt for forbruksforskning er det utført en rekke undersøkelser som har tatt sikte på å klarlegge innhold av næringsstoffer i serveringsferdige grønnsaker. Dette omfatter både analyse av rå grønnsaker, og undersøkelse av hvordan tilberedningen virker på varmelabile stoffer som askorbinsyre (*Blegen og Rognerud, 1972, Rognerud, 1972, Rognerud og Rønnevig, 1976*).

Askorbinsyre er sansynligvis det minst stabile vitamin i grønnsaker. Siden innholdet av det også er relativt enkelt å bestemme ved kjemiske analyser, er askorbinsyre ofte blitt betraktet som en indikator på graden av nedbrytning av labile stoffer generelt i grønnsaker.

Det er utført svært mange studier av nedbrytbarhet og bevaring av

askorbinsyre under forskjellige stadier av bearbeiding. Mange av disse arbeidene, særlig om innvirkning av industriell bearbeiding, er samlet av *Harris og von Loesecke (1960)*. De største tap vil forekomme ved varmebehandling, men også lagring kan ha innflytelse på innholdet av askorbinsyre. Det er kjent at askorbinsyreinnholdet i poteter avtar under lagringen, mens innholdet i kålrot er relativt stabilt (*Nordnes, Emanuelson og Werenskiold, 1957, Rognerud, Riise og Blegen, 1971, Werenskiold, 1941*).

I vårt land hvor det er nødvendig å lagre grønnsaker en stor del av året, vil det være av betydning å få klarlagt i hvilken grad askorbinsyreinnholdet forandres under lagring, særlig i grønnsakslag som har en

viss betydning som vitamin C-kilde.

Formålet med denne undersøkelsen har vært å påvise eventuelle forandringer av askorbinsyreinnholdet i de tre grønnsakslagene kruspersille, purre og rosenkål, lagret ved forskjellige temperaturer. Opplegget har vært å bestemme askorbinsyreinnholdet ved forskjellige tidsinter-

valler fra grønnsakene ble høstet og fram til kvaliteten var så forringet at de ikke lenger ville være brukbare som handelsvare. Forsøket ble utført i to sesonger, men kruspersillen ble bare undersøkt den første sesongen. Kruspersillen ble lagret ved fem forskjellige temperaturer, purre og rosenkål ved tre.

III. Metodikk

Prøvemateriale

Grønnsakene ble dyrket og lagret ved Institutt for grønnsakdyrking, Norges landbrukshøgskole. Det var høstet ved riktig modningsgrad, og var ved innlegging på lager, av første-klasses kvalitet. Følgende sorter ble nyttet:

Kruspersille	Bravour
Purre	Odin
Rosenkål	Topscore
	i første sesong
	Frigostar
	i andre sesong

Lagring

Kruspersille ble lagret i perforerte plastposer ved $+1$, 0 , 5 , $12,5$ og 20°C . Relativ fuktighet i plastposene ble ikke målt, men den lå nær opp til 100% .

Purre ble lagret i kasser. I den første sesongen var temperaturer og relativ fuktighet henholdsvis $+1^{\circ}\text{C}$ og $90-95\%$, 0°C og $90-95\%$ og 2°C og 85% .

I den andre sesongen ble purre lagret bare ved $+1^{\circ}\text{C}$ og $90-95\%$ relativ fuktighet.

Rosenkål ble lagret i perforerte plastposer, i den første sesongen ved $+1^{\circ}\text{C}$, 0°C og 2°C , i den andre sesongen bare ved $+1^{\circ}\text{C}$. Relativ fuktighet for samtlige var nær 100% .

Prøvematerialet ble tatt ut til analyse ved tidsintervaller som var tilpasset hvor lagringsdyktige grønnsakene var, som vist i tabell 1—6.

Analyse

Ved uttak ble råtne eller visne deler fjernet, og grønnsakene ble forøvrig rensset som til vanlig husholdningsmessig bruk. På kruspersille ble de groveste deler av stilken fjernet, på purre ble den øverste tredjedel av det grønne fjernet, og på rosenkål ble det meste på snittflaten skåret bort. De rensende grønnsakene ble homogenisert i en Warring blender i oksalsyre til 1% ferdig homogenisat.

Direkte reduserende askorbinsyre ble bestemt ved Bessey og King's modifikasjon av Tillmanns metode (Bessey og King, 1933) ved titrering med 2,6-diklorfenol-indofenol.

Total askorbinsyre ble bestemt ved reduksjon av dehydroaskorbinsyre med H_2S -gass, fulgt av titrering med 2,6-diklorfenol-indofenol som beskrevet av Bessey (1938).

Vanninnholdet ble bestemt som vekt tap etter tørking i 20 timer ved 103°C .

Av samtlige prøver ble det utført 3 parallelle analyser. Til hver ble det brukt 25 g persille, 250 g rosenkål eller 5 stk. halve purrer.

IV. Resultater

Kruspersille. Innholdet av direkte reduserende og total askorbinsyre er vist i tabell 1, og av vann i tabell 2. Lagringsdyktigheten, og dermed lagringstiden som kunne benyttes, var sterkt avhengig av temperaturen. Ved 20° C var kruspersillen holdbar bare i én uke, ved 12,5° C i to uker, og ved 5° C i tre uker. Ved 0° C og + 1° C var holdbarheten 12 uker.

Innholdet av askorbinsyre i persille ved høsting lå nær 300 mg/100 g. Dette er ca. 50 % høyere enn den verdi som Næringsmiddeltabellen oppgir (*Statens Ernæringsråd*, 1968).

Ved + 1° C viste askorbinsyreinnholdet en økning de første tre ukene, og avtok deretter, og var ca. 80 % av det opprinnelige etter 12 uker. Ved 0° C var innholdet stort sett konstant de første ukene, men avtok deretter noe. Etter 12 uker var det på det samme nivå som i persille lagret ved + 1° C. Ved 5° C var innholdet noenlunde konstant de to første ukene, men sank deretter, og var ca. 80 % av det opprinnelige etter tre ukers lagring.

Ved 12,5° C avtok innholdet jevnt i de to ukene lagringen varte, og endte på 70 % av det opprinnelige nivå. Ved 20° C falt innholdet til omtrent det halve i løpet av én uke.

Resultatene viser at innholdet av askorbinsyre holder seg relativt godt i frisk kruspersille, selv etter lang lagring. Dette stemmer godt overens med forsøk utført av Zelewski, som viste at 40 % av askorbinsyren ble bevart i kruspersille som ble lagret så lenge som 6 mnd. ved 2—4° C (*Zelewski et al.*, 1972).

Innholdet av vann i det analyserte materialet lå mellom 79 og 84 g/100 g, og varierte lite gjennom hele forsøket. Det var ingen tendens til at vanninnholdet avtok under lagring, men som nevnt ble alle visne plantedeler fjernet før analyse.

Purre. Innhold av askorbinsyre er vist i tabell 3 og av vann i tabell 4. Purre ble lagret i to sesonger. Det første året ble materialet ved en feil ikke analysert før etter 2 ukers lagring, og det ble da tatt ut prøver lagret ved 0° C. Purre lagret ved + 1° og 2° C ble først analysert etter seks ukers lagring. Forsøket ble avsluttet etter 23 uker ved alle tre temperaturer.

Askorbinsyreinnholdet var ca. 30 mg/100 g, eller samme verdi som er oppgitt i Næringsmiddeltabellen (*Statens Ernæringsråd*, 1968). Innholdet viste en liten nedgang under lagringen ved samtlige temperaturer. Forandringer i askorbinsyreinnholdet i purre i den første del av lagringstiden ble studert året etter. Prøvematerialet ble da analysert ved innlegging på lager og annenhver uke fremover til forsøket ble avsluttet etter 8 uker. Siden det ikke var noen reel forskjell på resultatene fra lagring ved de tre temperaturer det første året, ble det nå bare valgt én temperatur, nemlig + 1° C. Innholdet i purren dette året lå innenfor det samme området som året før, og viste god stabilitet i de ukene forsøket varte.

Vanninnholdet i analysematerialet lå mellom 86 og 88 g/100 g og var således praktisk talt konstant gjennom hele forsøket.

Rosenkål. Innhold av askorbinsyre er vist i tabell 5 og av vann i tabell 6. Rosenkål ble lagret i to sesonger. Det første året ble prøver tatt ut etter 6, 11 og 16 uker ved + 1 og 0° C, men bare etter 6 og 11 uker ved 2° C.

Askorbinsyreinnholdet lå nær 200 mg/100 g, som er vesentlig høyere verdi enn det som Næringsmiddeltabellen oppgir, nemlig 125 mg/100 g. Innholdet viste liten nedgang i løpet av lagringsperioden, ved alle tre tem-

peraturer. For å studere forandringen i de første ukene av en lagringsperiode ble forsøket gjentatt neste år, men bare ved $\pm 1^\circ \text{C}$. Prøvematerialet ble analysert ved innlegging på lager og annenhver uke frem til 8 ukers lagring. Innholdet av askorbinsyre lå innen det samme området

som året før, og var stabilt i de åtte ukene forsøket varte. *Suhonen* (1967) har funnet en liknende stabilitet i rosenkål lagret i det samme temperaturområdet i inntil 120 dager.

Også i rosenkål var vanninnholdet praktisk talt konstant gjennom hele forsøket, 81—82 g/100 g.

V. Diskusjon

Flere undersøkelser har tatt for seg forandring av askorbinsyre i grønnsaker, som blir lagret i relativt kort tid ved forskjellige temperaturer. En oversikt over disse er gitt av *Harris* og *von Loesecke* (1960). Imidlertid er det ikke utført undersøkelser av de grønnsakslag som er med i vår undersøkelse. Det er stort sett funnet større tap av askorbinsyre i disse undersøkelsene, enn i våre, til tross for at lagringstiden har vært vesentlig kortere. For eksempel ble innholdet i salat og broccoli redusert til henholdsvis $\frac{2}{3}$ og $\frac{3}{4}$ av det opprinnelige etter 3 døgn ved kjøleskaps-temperatur.

Virkingen av lagring er forskjellig for de enkelte grønnsakslag. I noen av dem, som grønnkål og spinat, er det vist at tap av askorbinsyre er knyttet til vissning. (*Ezell* og *Wilcox*, 1959). Det er mulig at den gode bevaring av askorbinsyre, som er påvist i våre undersøkelser, kan ha sammenheng med at alt visst materiale på grønnsakene ble fjernet før analyse. Dette er også vist i resultatene ved at vanninnholdet i det analyserte materialet var praktisk talt konstant under hele lagringen.

Den høye luftfuktigheten som ble nyttet under lagring, førte til langsom vissning, og kan også ha vært en viktig årsak til den gode bevaringen.

Undersøkelsen viser altså at ved

tilfredsstillende lagring vil det vesentligste av askorbinsyreinnholdet bli bevart, selv etter flere måneders lagring. Grønnsaker med relativt høyt innhold av askorbinsyre kan derfor gi et bra tilskudd av vitamin C til vårt kosthold, selv om de har vært lagret lenge.

Som vist i tabellene ble det bestemt innhold både av reduserende og total askorbinsyre. I denne sammenheng står «total askorbinsyre» for reduserende askorbinsyre + dehydroaskorbinsyre. I helt friskt plantevev er innholdet av dehydroaskorbinsyre svært lavt, (*Mapson*, 1961), mens det ofte har vært påvist en viss mengde dehydroaskorbinsyre i vegetabilier som har vært lagret noe, eller bearbeidet (*Burger*, et al., 1956, *Leichsenring* et al., 1957, *Noble* og *Hanig*, 1948). Siden dehydroaskorbinsyre dannes ved enzymatisk oksydasjon av askorbinsyre, har det vært vanlig å anta at denne reaksjonen også skjer i plantevev under lagring, eventuelt med videre oksydasjon til diketogulonsyre.

Enkelte forskere har imidlertid kommet frem til at nærvær av dehydroaskorbinsyre kan være et resultat av den ekstraksjonsmetoden som er nyttet ved analysen, heller enn at dehydroaskorbinsyre dannes i plantevevet (*Barker* og *Mapson*, 1959).

I de foreliggende forsøk utgjør

Tabell 1. Innhold av askorbinsyre, reduserende og total (mg/100 g frisk vare) i KRUSPERSILLE, lagret ved fem temperaturer. Angitt som gjennomsnittsverdi med variasjonsbredde.
Content of ascorbic acid reducing and total (mg/100 g fresh weight) in Parsley, stored at five different temperatures. Average values and variation given.

Temperatur Temperature	Ved inn- høsting At harvest	1 uke 1 week	2 uker 2 weeks	3 uker 3 weeks	4 uker 4 weeks	8 uker 8 weeks	12 uker 12 weeks	
± 1°C	Red.	265 250—285	295 275—310	310 285—335	345 330—370	285 270—290	215 200—230	235 195—250
	Total	300 275—325	335 325—345	340 315—370	375 355—400	310 295—320	245 225—255	245 225—260
0°C	Red.	265 250—285	265 250—285	270 260—280	250 230—270	270 230—290	195 180—215	225 195—260
	Total	300 275—325	310 300—325	300 290—305	270 255—295	300 255—330	225 210—245	245 225—280
5°C	Red.	265 250—285	260 250—280	265 255—275	220 210—230	—	—	—
	Total	300 275—325	300 287—310	290 280—295	240 320—250	—	—	—
12,5°C	Red.	265 250—285	210 205—220	185 175—190	—	—	—	—
	Total	300 275—325	250 250—255	215 205—225	—	—	—	—
20°C	Red.	265 250—285	135 127—140	—	—	—	—	—
	Total	300 275—325	165 160—180	—	—	—	—	—

Det er utført 3 analyser av hver prøve.

Tabell 2. Innhold av vann (g/100 g) i KRUSPERSILLE, lagret ved fem temperaturer. Angitt som gjennomsnittsverdi. *Content of moisture (g/100 g) in Parsley, stored at five different temperatures. Average values given.*

Temperatur Temperature	Ved inn- høsting At harvest	1 uke 1 week	2 uker 2 weeks	3 uker 3 weeks	4 uker 4 weeks	8 uker 8 weeks	12 uker 12 weeks
-1°C	80	82	80	79	80	81	83
0°C	80	83	81	80	80	82	83
5°C	80	83	81	81	—	—	—
12,5°C	80	83	83	—	—	—	—
20°C	80	84	—	—	—	—	—

Det er utført 3 analyser av hver prøve.

Tabell 3. Innhold av askorbinsyre, reduserende og total (mg/100 g frisk vare) i PURRE, lagret ved tre temperaturer. *Angitt som gjennomsnittsverdi med variasjonsbredde.*

Content of ascorbic acid, reducing and total (mg/100 g fresh weight) in Leek, stored at three different temperatures. Average values and variation given.

Temperatur Temperature	Ved inn- høsting At harvest	2 uker 2 weeks	4 uker 4 weeks	6 uker 6 weeks	8 uker 8 weeks	11 uker 11 weeks	16 uker 16 weeks	23 uker 23 weeks
-1°C (Første sesong) Red.	—	—	—	32	—	27	26	21
Total	—	—	—	31—34	—	25—30	25—27	20—23
(Andre sesong) Red.	27	31	26	26	30	—	28	25
Total	22—31	29—33	24—28	24—28	29—32	—	27—31	23—26
0°C (Første sesong) Red.	—	26	27—34	26—31	31—34	—	—	—
Total	—	24—28	—	32—39	—	26	24	22
(Andre sesong) Red.	—	29	—	39	—	23—33	23—25	18—28
Total	—	28—30	—	35—42	—	28	27	26
2°C (Første sesong) Red.	—	—	—	31	—	24—23	25—28	20—32
Total	—	—	—	30—32	—	29—33	28	21
(Andre sesong) Red.	—	—	—	36	—	33	25—31	19—23
Total	—	—	—	33—39	—	32—35	29	26
(Andre sesong) Red.	—	—	—	—	—	—	25—33	20—35

Det er utført 3 analyser av hver prøve.

Tabell 4. Innhold av vann (g/100 g) i PURRE, lagret ved tre temperaturer. Angitt som gjennomsnittsverdi.
Content of moisture (g/100 g) Leek, stored at three different temperatures. Average values given.

Temperatur <i>Temperature</i>	2 uker <i>2 weeks</i>	6 uker <i>6 weeks</i>	11 uker <i>11 weeks</i>	16 uker <i>16 weeks</i>	23 uker <i>23 weeks</i>
+ 1°C	—	87	87	87	88
0°C	87	86	87	86	88
2°C	—	86	86	86	87

Det er utført 3 analyser av hver prøve.

innholdet av dehydroaskorbinsyre ca. 10 % av askorbinsyreinnholdet gjennom hele lagringsperioden. Et slikt konstant forhold kan forklares dersom det skyldes analysemetodikken. Hvis dehydroaskorbinsyre og diketogulonsyre dannes i intakt plantevæv vil forholdet mellom askorbin-

syre og dehydroaskorbinsyre bli konstant så sant de to oksydasjonsreaksjoner har samme hastighet.

Begge former for askorbinsyre er biologisk aktive. Ved ernæringsmessig vurdering er det derfor mengden av total askorbinsyre som må legges til grunn.

VI. Summary

Due to climatic conditions in Norway, vegetables can only be harvested over a relatively short period of the year, making long storage of vegetables necessary.

Knowledge of the nutrient content in vegetables during storage is thus of importance.

The content of ascorbic acid was determined in three kinds of vegetables, parsley, leek and brussel sprouts, during storage at different temperatures, and for different periods. Analyses were carried out at certain intervals from the vegetables were harvested until the quality was no longer acceptable.

Parsley was stored in perforated plastic bags at 100 % RH at the following temperatures and periods, 20° C for 1 week, 12,5° C for 2 weeks, 5° C for 3 weeks and finally at 0° C and + 1° C for 12 weeks. The content of ascorbic acid, initially 300 mg/100 g fresh weight, decreased approximately 50 % during the one

week of storage at 20° C. At the remaining temperatures the content had decreased to 70—80 % of original level at the end of the storage periods.

Leek was stored in boxes for 23 weeks at the following conditions: 2° C and 85 % RH, 0° C and + 1° C and 90—95 % RH.

The content of ascorbic acid, initially 30 mg/100 g, showed only a minor decrease during the storage period at all three temperatures.

Brussel sprouts were stored in perforated plastic bags at 2° C for 11 weeks, and at 0° C and 1° C for 16 weeks, the relative humidity being ca. 100 %.

The content of ascorbic acid, which initially was ca. 200 mg/100 g fresh weight, decreased only slightly.

The experiment shows thus that, under favourable storage condition, the retention of ascorbic acid is good, even after a long storage period.

Tabell 5. Innhold av askorbinsyre, reduserende og total (mg/100 g frisk vare) i ROSENKÅL, lagret ved tre temperaturer. Angitt som gjennomsnittsverdi med variasjonsbredde.

Content of ascorbic acid, reducing and total (mg/100 g fresh weight), stored at three different temperatures. Average values and variation given.

Temperatur Temperature	Ved inn- høsting At harvest	2 uker 2 weeks	4 uker 4 weeks	6 uker 6 weeks	8 uker 8 weeks	11 uker 11 weeks	16 uker 16 weeks
-1°C	Første sesong	—	—	185 175—190	—	180	160
	Red.	—	—	200	—	175—185	155—165
	Total	—	—	195—210	—	195	170
	Andre sesong	175	165	165	175	—	—
	Red.	170—175	160—170	160—165	170—175	—	175—185
	Total	195	185	180	195	—	—
0°C	Første sesong	—	—	195	—	180	165
	Red.	—	—	185—190	190—200	175—185	165—165
	Total	—	—	210	—	190	180
2°C	Første sesong	—	—	205—215	—	185—195	180—180
	Red.	—	—	190	—	180	—
	Total	—	—	210	—	170—185	—
		—	—	205—210	—	190	—

Det er utført 3 analyser av hver prøve.

Tabell 6. Innhold av vann (g/100 g) i ROSENKÅL, lagret ved tre temperaturer. Angitt som gjennomsnittsverdi.

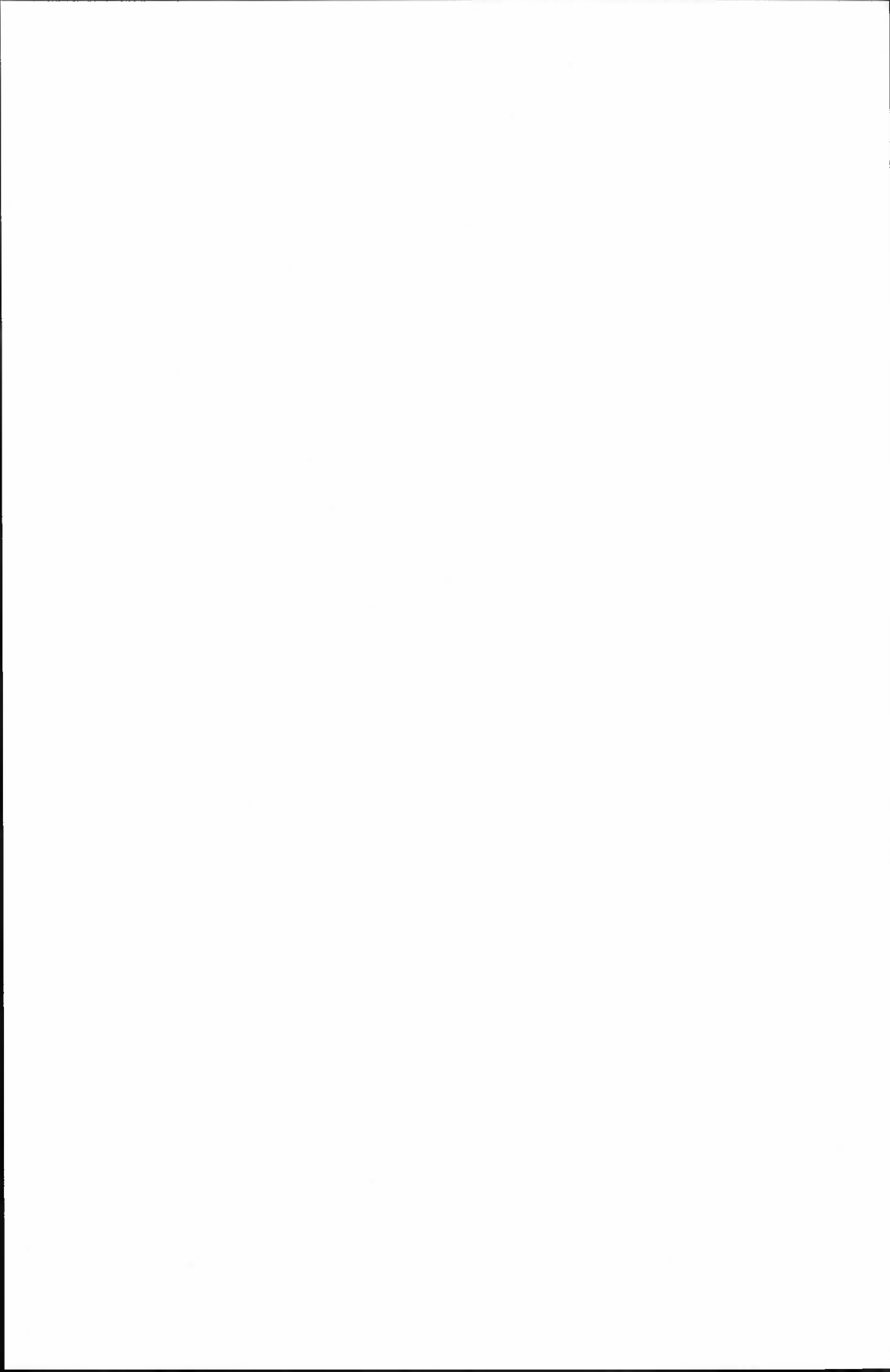
Content of moisture (g/100 g) in Brussel sprouts, stored at three different temperatures. Average values given.

Temperatur <i>Temperature</i>	6 uker <i>6 weeks</i>	11 uker <i>11 weeks</i>	16 uker <i>16 weeks</i>
÷ 1°C	81	82	82
0°C	81	81	82
2°C	81	81	—

Det er utført 3 analyser av hver prøve.

VII. Litteratur

- Barker, J. and L. W. Mapson*, 1959: The ascorbic acid systems in plant tissue. I. Influence of various methods of extraction in the estimation of dehydroascorbic acid. *New Phytologist* 58: 58—67.
- Bessey, O. A.*, 1938: A method for determination of small quantities of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in turbid and colored solution in the presence of other reducing substances. *J. Biol. Chem.* 126: 771—784.
- Bessey, O. A. and C. C. King*, 1933: The distribution of vitamin C in plant and animal tissue and its determination. *J. Biol. Chem.* 103: 687—698.
- Blegen, E. og G. Rognerud*, 1972: Innhold av en del næringsstoffer i rå, dypfryste grønnsaker. *Tidsskrift for Hermetikind.* 58: 15—24.
- Burger, M., L. W. Hein, L. J. Teply, P. H. Derse and C. H. Krieger*, 1956: Vitamin, mineral and proximate composition of frozen fruits, juices and vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 4: 418—425.
- Ezell, B. D. and M. S. Wilcox*, 1959: Loss of vitamin C in fresh vegetables as related to wilting temperature. *J. Agric. Food Chem.* 7: 507—509.
- Harris, R. S. and H. von Loesecke*, 1960: Nutritional evaluation of food processing. *John Wiley & Son.* pp 612.
- Leichsenring, J. M., L. M. Norris and H. L. Pilcher*, 1957: Effect of storage and of boiling on the ascorbic, dehydroascorbic and diketogulonic acid content of potatoes. *Food Res.* 22: 37.
- Mapson, L. W.*, 1961: A note on the estimation of dehydro-l-ascorbic acid in plant tissue by the Roe & Kuther procedure. *Biochem. J.* 80: 459—461.
- Noble, I. and M. M. D. Hanig*, 1948: Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of raw and cooked vegetables. *Food Res.* 13: 461.
- Nordnes, T., H. K. Emanuelsen og B. Q. Werenskiold*, 1957: Matpoteten belyst ved norske analyser. *Forskning og forsøk i landbruket.* 43: 43—59.
- Rognerud, G.*, 1972: Innhold og bevaring av askorbinsyre i tilberedte, dypfryste grønnsaker. *Tidsskrift for Hermetikind.* 58: 130—135.
- Rognerud, G., E. Riise og E. Blegen*, 1971: Innhold av en del næringsstoffer i tilberedte poteter. *Melding nr. 26 fra Statens institutt for forbruksforskning og vareundersøkelser.* Oslo.
- Rognerud, G. og A. S. Rønnevig*, 1976: Innhold av askorbinsyre i rå og tilberedte, ferske grønnsaker. *Forskning og forsøk i landbruket.* 27: 253—267.
- Statens Ernæringsråd*, 1968: *Næringsmiddeltabell.* Landsforeningen for Kosthold og Helse. Oslo.
- Suhonen, I.*, 1967: Cold storage and ascorbic acid content of brussel sprouts. *J. Sci. Agric. Soc. Finland.* 39: 99—106.
- Werenskiold, B. Q.*, 1941: Undersøkelse av askorbinsyreinnholdet i kålrot. *Landbruksdirektørens årsmelding.* Tillegg M.
- Zelewski, S. J. Kucharczyk and K. Osypuk*, 1972: Technological suitability and nutritive value of fresh and frozen parsley. *Przemysl Sposywczy.* 26: 544—546.



I redaksjonen 10.6. 1977.

RESULTATER OG ERFARINGER
FRA FÓRING AV REIN MED HØY, SURFÓR,
«SAUENØTT» OG «KOMPLETTFÓR M/HALM»

*Results and experiences from feeding reindeer
with hay, silage, sheep pellets and «completed straw feed»*

AV
ENDRE JACOBSEN OG SVEN SKJENNEBERG

INNHold

	Side
I. Sammendrag	652
II. Innledning	652
III. Resultater	652
A. Surfór av gras	652
B. Høy	654
C. Sauenøtt	654
D. «Komplettfór m/halm»	656
IV. Summary	660
V. Litteratur	660

I. Sammendrag

Praktiske forsøk med å anvende følgende forslag som fôr til rein er utført: Surfôr av gras, høy, «Sauenøtt» og «Komplettfôr m/halm».

Surfôr kan gis til rein på tidlig høstbeite uten dietiske problemer. Ved overgang til surfôr fra vinterbeite må man regne med dietiske problemer for reinen dersom man ikke har tilstrekkelig reinlav til minst en ukes overgangsfôring. Det høye vanninnholdet gjør fôret tungvint og kostbart å transportere.

Høy er uegnet som eneste fôr til rein, da opptaket av høy på langt nær er tilstrekkelig til å dekke selv vedlikeholdsbehovet. Reinen viste ikke interesse for høy når den hadde

fri tilgang til RF-71.

«Sauenøtt» er uegnet til rein, da de får dietiske problemer, selv ved forsiktig overgangsfôring.

«Komplettfôr m/halm». To forskjellige forsøk viser motstridende resultater. I det første forsøket åt dyrene (3 rein) meget godt av fôret og fikk ingen dietiske problemer. På tross av *ad lib.* fôring og høyt opptak av fôret virket det imidlertid som om dyrene var sultne hele tiden. I neste vinters forsøk (7 rein) viste dyrene meget liten interesse for fôret. 2 dyr døde som følge av dårlig utnyttelse (fordøyelse) av fôret. Videre forsøk vil være nødvendig for å avgjøre om fôret er brukbart til rein.

II. Innledning

En av hovedoppgavene ved Statens reinforsøk har vært å utvikle et fôr til bruk i situasjoner med dårlig næringstilgang til rein, spesielt om vinteren. Et slikt fôr er utviklet og til dels brukt i praktisk reindrift med relativt bra resultater. (Jacobson et al., 1977 a.)

Imidlertid har prisen på dette fôret øket ganske betydelig og pri-

sen er vel nå den største begrensning for sterkere bruk av fôret.

Ved Statens reinforsøk har man derfor vært interessert i å utprøve andre fôrtyper som kunne falle bedre ut rent økonomisk ved fôring av rein. Det har i denne sammenheng vært forsøkt fôring med: A: Surfôr, B: Høy, C: «Sauenøtt» og D: «Komplettfôr med malt halm».

III. Resultater

A. Surfôr av gras

Bruk av surfôr til fôring av rein om vinteren har sine klare begrensninger. Fordi energiinnholdet pr. kg fôr er svært lavt, vil transportutgiftene lett bli høye og bruken vil i praksis måtte begrenses til steder hvor reinen kan tas inn til fôring nær siloplassen. Dernest må man regne med

problemer i sterk kulde på grunn av fôrets høye vanninnhold. Imidlertid vil surfôr av gras mange steder, der reiene selv kan produsere det, bli et billig fôr, om man bare ser på kapitalinnsatsen.

Ved Statens reinforsøk ble det vinteren 1974—75 utført et forsøk hvor

man undersøkte dietisk virkning og maksimalt opptak av surfór hos rein-kalver. Forsøket ble utført med kun 3 kalver som ble forsiktig overgangs-fóret fra reinfór (RF-71) til surfór. Dyrene stod først på RF-71 *ad lib.* i 4 uker, deretter ble de overgangs-fóret til surfór i løpet av 8 dager. Til slutt stod de utelukkende på surfór i ca. 2 uker. Også den tiden (første 4 uker) de ble fóret med RF-71 hadde

de fri tilgang til surfór. Resultatene fra dette forsøket viste at mens dy-rene hadde fri tilgang til både RF-71 og surfór var opptaket av surfór ube-tydelig. Under overgangsforingen da mengden av RF-71 avtok økte de sitt opptak av surfór og i de siste 2 uker, da det kun ble gitt surfór, var opp-taket ca. 5 kg surfór (ca. 1 000 g tørrstoff) pr. dyr og dag. Vektøkning-en i forsøket var slik:

Fóring	Tidsrom	Vektøkning kg/dyr
RF-71 <i>ad lib.</i>	3/3—2/4	3,5 kg
RF-71 — avtrapping	3/4—10/4	0 kg
Surfór	11/4—27/4	0 kg

Man kunne ikke observere negati-ve dietiske virkninger av fóringen med surfór.

Som en konklusjon på dette meget kortvarige stasjonsforsøk, kan man si at fóring med surfór har virket die-tisk brukbart og at kalver har hatt et fóropptak tilstrekkelig stort til å holde kroppsvekten vedlike.

Fóring med surfór er også forsøkt i praktisk fóring av rein, hvor reinen (ca. 70 dyr) ble samlet og satt i gjerde for fóring med RF-71. Ved fóringens start ble det også lagt ut surfór i krybber. Dyrene viste svært liten interesse for surfóret — bortsett fra 5—6 av kalvene. Disse spiste relativt godt av surfóret. Mengden av opptatt surfór ble ikke registrert. Det ble imidlertid observert at disse kalver ikke viste interesse for RF-71. Av de 5—6 kalvene som viste inter-esse for surfóret døde 2 og man an-tar at dette har sammenheng med fóringssituasjonen. Etter disse uhell ble det ikke gitt mere surfór. Selv om 2 av kalvene i dette forsøket døde, kan man neppe konkludere med at fóring med surfór av gras ikke er brukbart i praksis. De kalvene det

her er snakk om viste som nevnt heller ikke interesse for RF-71 og var sannsynligvis spesielt nervøse og svake kalver. Heller ikke den gene-relt dårlige interesse for surfór kan tolkes dit hen at surfór ikke er bruk-bart fór, da dyrene i dette forsøket hadde et alternativt tilbud i RF-71.

Man er også kjent med at det i praktisk reindrift har vært brukt surfór til fóring av rein ved kortva-rig opphold i samlegjerder under merkearbeider o. l. Også fra Finland rapporteres det om bruk av surfór (*Kurkela, 1976*). I de finske forsøk er det fóret med surfór til en gruppe rein gjennom flere år. Fóringen har her pågått fra høst til vår. Opptaket av surfór lå i disse forsøk på ca. 1 f. e. pr. dyr og dag. Det ble ikke observert negative dietiske virknin-ger av fóringen med surfór.

Det rapporteres fra denne vinter (L. Villmo, personlig opplysning) forøvrig om dødsfall i forbindelse med at en mindre reinflokk ble tatt fra vinterbeitet og satt på hel fóring med grassurfór. Overgangsperioden med utfóring av reinlav var i dette tilfelle meget kort. Sannsynligvis har

dette uhell sammenheng med for kort overgangsperiode med reinlav.

Ved forbytte må drøvtyggere alltid få tilstrekkelig tid til å la formagemikrobenene få justere seg etter det nye fóret. Dette er særlig viktig der-

som reinen har sultet før den settes på det nye fóret. I den samme flokken ble det da også fóret 9 rein med silo fra høsten, og dette forløp uten uhell, hvilket også harmonerer med de finske erfaringer (*Kurkela*, 1976).

B. Høy

Høy har fra tid til annen vært gitt til rein som fôr i krisesituasjoner, men har ikke funnet særlig anvendelse, da reinen har problemer med å ete det i tilstrekkelige mengder til å dekke behovet. (*Persson*, 1961, *Skjennøberg* og *Slagsvold*, 1968). Imidlertid benyttes høy mere rutinemessig som tillegg til annet fôr ved fóring av rein i Sverige. Av den grunn ønsket vi å undersøke om et slikt tilskudd av høy til norsk reinfór, RF-71, kunne øke reinens trivsel i fóringssjerdet, eventuelt forhindre enkelte dietiske problemer som man kan oppleve under overgangspe-rioden bl. a. på grunn av at enkelte dyr med lav sosial status ikke kommer til reinfóret.

Våre praktiske forsøk ble utført etter samme metode som for forsøkene med surfór. Maksimalt opptak og dietisk virkning ble undersøkt hos 3 reinkalver vinteren 1974—75. Dyrene ble fóret RF-71 *ad lib.* i 4 uker, deretter overgangsfóret til høy i løpet av 8 dager og til slutt fikk de kun høy i 2 uker. Et av dyrene døde i forsøksperioden, men det er uklart om dette kan tilskrives høyfóringen.

Vektutviklingen i dette forsøket var analogt til surfórforsøket, bort-

sett fra siste periode, da det i høyforsøket var en vektnedgang på 2 kg pr. dyr. Opptaket av høy i perioden med kun høyfóring var på ca. 1 000 g pr. dyr og dag eller ca. 850 g tørrstoff, altså noe lavere tørrstoffopptak fra høy enn fra surfór. Energetisk blir forskjellen enda større, da 850 g tørrstoff i høy gir 0,4—0,5 f.f.e, mens 1 000 g tørrstoff i surfór gir 0,7—0,8 f.f.e. Etter disse resultater vil det maksimale opptak av høy hos reinkalver dekke bare halvparten av energibehovet til vedlikehold (*Jacobsen* et al., 1977 b). De 4 første uker, da RF-71 ble gitt *ad lib.*, var opptaket av høy ubetydelig. Man kunne ikke registrere negative dietiske virkninger av høyfóringen.

Høy er også forsøkt nyttet som tilskudd til rein fóret med RF-71 i større fóringforsøk om vinteren. Det ble ikke registrert opptak av høy i dette forsøket.

Etter disse resultater kan man ikke regne med at høy er brukbart ved fóring av rein der høy nyttes som eneste fôr. Det ser heller ikke ut til at reinen viser interesse for høy når de får rikelig tilgang til RF-71.

C. Sauenøtt

Det fôr som er utviklet til bruk i reindriften (RF-71) er et spesielt fôr for rein. Da forbruket av dette fóret er lavt, har det vært vanskelig å kunne holde fóret som lagervare på distriktslagrene til produsenten. Men

når først behovet for fóring av en reinflokk melder seg, kan dette skje uten langvarig forutgående varsel og man har ikke tid til å vente på å få produsert fôr.

Ut fra dette, og etter anmodning

fra Statskonsulenten i reindrift, har man vært interessert i å undersøke om et av de kraftfôrslag som nyttes innenfor husdyrbruket også kunne nyttes til rein. Det ble valgt å prøve

«Sauenøtt» som i kjemisk sammensetning ligger nær opp til RF-71. Tabell 1 og 2 viser sammensetning og næringsinnhold i RF-71 og «Sauenøtt».

Tabell 1. Sammensetning av RF-71 og «Sauenøtt» i % av totalvekt.

Composition of RF-71 and pelleted sheep feed «Sauenøtt».

	RF-71	«Sauenøtt»
Grasmel <i>Ground hay</i>	25,—	—
Sildemel <i>Herring flour</i>	—	2,—
Soya, ekstrahert <i>Soybean meal</i>	—	10,5
Soyaoilje <i>Soybean oil</i>	3,—	—
Maisgrøp <i>Ground corn</i>	—	17,—
Bygggrøp <i>Ground barley</i>	40,—	42,—
Havregrøp <i>Ground oats</i>	17,—	10,—
Hvetegris <i>Wheat bran</i>	15,—	12,—
Melasse <i>Molasses</i>	—	5,—
Mineralblanding <i>Mixed minerals</i>	—	1,—
Koksalt <i>NaCl</i>	—	0,5

Tabell 2. Kjemisk sammensetning av RF-71 og «Sauenøtt» i % av tørrstoff.

Chemical composition of RF-71 and sheep pellets («Sauenøtt») in % of dry matter.

	RF-71	«Sauenøtt»*
Organisk stoff <i>Org. matt.</i>	94,3	94,9
Råprotein <i>Crude protein</i>	13,7	15,5
Fett <i>Fat</i>	7,3	2,8
Trevler <i>Fibre</i>	11,0	5,0
NFE	62,3	71,6
Aske <i>Ash</i>	5,7	5,1

* Beregnet *Calculated*

Da et av de største problemer ved utvikling av RF-71 var å finne en sammensetning som var dietisk tilfredsstillende, valgte man å prøve «Sauenøtt» i et fôringsforsøk av lengre varighet uten å studere overgangsføringsproblematikken spesielt.

6 kalver som var godt tilvent RF-71, ble satt over på «Sauenøtt». Førmengden var 1500 g pr. dyr og dag. Etter 1—2 dagers fôring fikk samtlige dyr bløt gjødsel, 3 av dyrene fikk kraftig diaré og et av disse døde. Førmengden ble redusert uten at det bedret diaréen, og etter en uke ble samtlige dyr satt over på

RF-71 pluss lav og senere bare lav. Etter kort tid endret gjødselens konsistens seg til normal vintergjødsel. Etter at dyrene hadde stått på lavfôring i 10 dager og virket helt normale, forsøkte man denne gang en meget forsiktig overgangsfôring til «Sauenøtt». Lav og «Sauenøtt» ble gitt sammen i 4 dager. Etter at dyrene (5 stk.) deretter hadde stått på fôring med «Sauenøtt» (1 kg pr. dyr/dag) i 4 dager, ble gjødsel kontrollert med følgende resultat:

1 dyr normal gjødsel
2 dyr bløt gjødsel (sommergjødsel)
2 dyr diaré.

Etter dette må man konkludere med at «Sauenøtt» ikke har tilfredsstillende dietisk virkning og ikke bør nyttes ved fóring av rein. Noen nær-

mere undersøkelse av hvilken komponent eller hvilke egenskaper ved «Sauenøtt» som bevirker diaréen, er ikke foretatt.

D. «Komplettfór m/halm»

Som nevnt tidligere er den største ulempen for en mere utstrakt bruk av RF-71 prisen på fóret. Prisen pr. kg vil variere litt fra sted til sted avhengig av fraktutgifter, men ca. kr 2,25 pr. kg (inkl. M.V.A.) koster fóret levert vår forsøksstasjon. For en reineier vil det komme tilleggs-kostnader ved transporten fra vei til fóringplass.

Ved fóring av kalv må man regne med en daglig utgift pr. dyr på kr 2,50 (1,1 kg) som et minimum. I tillegg kommer så utgifter til transport til fóringplass. Dette vil igjen si at ved fóring av kalv om vinteren med tanke på å bedre overlevingsevnen må man regne med en fóringutgift pr. dyr på ca. kr 100,— (40 fóringdager). Med en slakteverdi på ca. kr 800,— i middel pr. dyr utgjør kapitalinnsatsen pr. dyr ca. 13 % av dyrets slakteverdi. For at en fóring av kalv med tanke på å bedre overlevingsevnen om vinteren og samtidig tilsvarende bedre slakteuttak skal være lønnsom, må fóringen etter dette resultere i over 13 % bedret overlevingsevne. Kunne man senke fóringkostnadene til det halve, ville tilsvarende tall bli 6,5 %. Ved en fóring av 100 kalver i 40 dager vil en altså,

med de fórpriser vi har i dag, måtte berge over 13 kalver som ellers ville ha omkommet for at fóringen skal være lønnsom.

Fra statskonsulenten i reindrift er Statens reinforsøk forespurt om å utprøve et fór som er utviklet av Felleskjøpet og basert på malt halm. I sammenligning med RF-71 er det først og fremst et betraktelig høyere trevleinnhold og en lavere energiverdi pr. kg tørrstoff som kjennetegner fóret. Prisen for halmfór er omlag halvparten av prisen på RF-71.

Det er utført to forsøk med tanke på å klarlegge verdien av dette fóret brukt til rein. Forsøk A ble utført vårvinteren 1975 med 3 kalver som et orienterende forsøk. Forsøk B ble utført høsten 1975 og var opplagt til å bestå av:

1. Vekstforsøk med 7 oksekalver i 120 dager.
2. Balanseforsøk med 3 oksekalver i 10 dager.
3. Praktisk fóring. Fóring av en større dyregruppe i felt.

Fórsammensetning og næringsinnhold i halmelet er vist i tabell 3 og 4.

Tabell 3. «Komplettfór m/halm». Fórsammensetning i % av totalvekt.

«Completed straw feed». Composition of feed in % of total weight.

Halmmel (mest bygg) <i>Ground straw (mostly barley)</i>	70
Byggørp <i>Ground barley</i>	18
Soyamel <i>Soybean meal</i>	5
Melasse <i>Molasses</i>	6
Mineral og vitaminer <i>Minerals and vitamins</i>	1

Tabell 4. «Komplettfór m/halm». Kjemisk sammensetning i % av tørrstoff.
«Completed straw feed». Chemical composition in % of dry matter.

	Forsøk A Trial A	Forsøk B Trial B
Organisk stoff <i>Organic matter</i>	94,—	93,2
Råprotein <i>Crude protein</i>	9,—	9,6
Fett <i>Fat</i>	2,—	2,2
Trevler <i>Fibre</i>	24,8	27,3
NFE	58,1	54,1
Aske <i>Ash</i>	6,—	6,8

Forsøk A

3 reinkalver med gjennomsnittlig levende vekt på ca. 40 kg ble hentet fra beite og fóret med lav i 2 dager før de ble satt over på «Komplettfór m/halm» (senere kalt halmmel). Dyrene ble fóret med halmmel i perioden 3.3.—25.4. = 53 dager. I forsøket ble dietisk virkning, fóropptak og vektutvikling registrert. I perioden 3.3.—25.4. var midlere vektøkning pr. dyr og dag 94,3 g. På grunn av uhell ved registrering av fórrester er tallene for fóropptak usikre, men vil ligge på ca. 3,0 kg pr. dyr og dag. Den dietiske virkning må sies å ha vært tilfredsstillende, men dyrene viste en uventet høy appetitt på fóret og virket sultne på tross av *ad lib.*-fóring og høyt fóropptak.

Hele vektøkningen som dyrene hadde var oppnådd i tidsrommet 3.3.—2.4. = 30 dager. Fra 2.4. til forsøkets slutt 25.4., holdt dyrene vekten konstant. Dette kan tyde på at den vektøkningen som ble oppnådd var et resultat av øket vominnhold og muligens også øket vannmengde forøvrig.

Etter dette forsøket ser det ut til at dyrene er i stand til å holde vekten konstant ved *ad lib.* fóring. Imidlertid virket det som dyrene ikke fikk tilfredsstilt sin trang til enkelte næringsstoffer og man må derfor regne med at lengre tids fóring kun-

ne ha gitt negative utslag. Dette forsøket ga imidlertid så interessante resultater, at det ble lagt opp til et større forsøk blant annet for i balanseforsøk å få klarlagt dyrenes utnyttelse av fóret.

Forsøk B

Til forsøket ble det tatt inn 7 oksekulver fra beite 21.10. 1975. Dyrene ble overgangsfóret til halmmel ved hjelp av lav. Det viste seg imidlertid denne gang umulig å få dyrene til å ta tilstrekkelige mengder halmmel. Etter ca. 2 uker med forsøk på å få reinen til å ete av melet, ble så dyrene sluppet i beitehage og tilleggsfóret med lav. 20.11. ble dyrene igjen satt på fóringbås og overgangsfóret til halmmel, men det lyktes kun for 2 dyrs vedkommende å få dem til å ta selv små mengder mel. 2 av dyrene døde. Ved obduksjon på Statens veterinære laboratorium for Nord-Norge ble følgende konklusjon gitt: «Tilstanden synes å være fóringbetenget og har trolig sammenheng med mangelfull utnyttelse (fordøyelse) av fóret». Det ble påvist akutt, kataralsk tarmbetennelse. I løpen var det rikelig mel tørt, finfordelt fór. Ellers ble symptomene diaré og «bløt buk» observert under forsøket. Dette er symptomer man kjenner fra fóring av rein med kraftfór med høyt trevleinnhold.

Etter disse problemer ble forsøket avbrutt, men de 2 kalvene man fikk til å ta noe halm fra 20.11. ble

satt over i balanseforsøk. Oversikt over balanseforsøket er vist i tabell 5.

Tabell 5. Råbalanser under balanseforsøk med «Komplettfór m/halm». *Crude balances in balance trials with «completed straw feed».*

	Dyr nr. <i>Animal No.</i>	
	138	131
Fórinntak, 1/12—10/12, pr. dag, g	1250	1070
<i>Feed intake, 1/12—10/12, pr. day, g</i>		
Fórinntak, 11/12—21/12, pr. dag, g	1200	1000
<i>Feed intake, 11/12—21/12, pr. day, g</i>		
Gjødselmengde, pr. dag, g	2442	1367
<i>Faeces amount, pr. day, g</i>		
Urinvolum, pr. dag, ml	2443	1897
<i>Urine volume, pr. day, ml</i>		
Vanninntak, pr. dag, ml	5000	3500
<i>Water intake, pr. day, ml</i>		
Vektendring, 11/12—21/12, pr. dag, g	÷ 270	÷ 330
<i>Change in live weight, 11/12—21/12, pr. day, g</i>		

Resultatene fra fordøyelses- og balanseforsøket er gitt i tabell 6.

Som det fremgår av tabellen, er det stor forskjell i utnyttelsen av fóret mellom de to dyr (ca. 9 % for org. st.). Det dyret som viser lavest fordøyelighet har også negative balanser for mineralene Ca, P og Mg. Begge dyr har negative balanser for N på tross av relativt god fordøyelighet av proteinet. Dette må skyldes den kraftige negative energihusholdning dyrene var i med vekttap på 270 og 330 g pr. dyr og dag og derav føl-

gende stor utvasking i nyrene av N-holdige produkter fra nedbrytningen.

Etter disse to forsøkene med halm, må man si at det fortsatt er noe uklarhet om verdien av dette fóret til rein. Dette fordi det er klar forskjell mellom de to forsøkene i reinens opptak av fóret. Hvis helt spesielle forhold med fóret eller dyr har vært årsak til det lave opptak av halm i forsøk B, vil resultatene fra balanseforsøket si lite om fórets brukbarhet til rein.

Tabell 6. Balanseforsøk med «Komplettfôr m/halm» til rein. Resultater.
Balance trials with «completed straw feed» to reindeer. Results.

	Tørrstoff <i>Dry matt.</i>	Org. stoff <i>Org. matt.</i>	Aske <i>Ash</i>	N	Fett <i>Fat</i>	Trevler <i>Fibre</i>	NFE	Ca <i>g</i>	P <i>g</i>	Mg <i>g</i>
Dyr nr. 138:										
<i>Animal No. 138:</i>										
Fôr, g	1080,—	1006,8	73,2	16,56	23,3	295,2	658,—	6,264	3,456	1,944
Feed, g										
GjødseI, g	556,8	505,5	51,3	8,06	7,3	200,2	247,6	6,180	2,617	1,503
Faeces, g										
Fordøyd, g	523,2	501,3	21,9	8,50	16,0	95,0	410,4	0,084	0,839	0,441
Digested, g										
Fordøyd, %	49,—	50,—	29,9	51,3	67,5	32,2	62,4			
Digested, %										
Urin, g				9,13				0,290	1,160	0,125
Urine, g										
Balanse, g				-0,63				-0,206	-0,321	+0,316
Balance, g										
Dyr nr. 131:										
<i>Animal No. 131:</i>										
Fôr, g	900,—	839,—	61,—	13,80	19,4	246,—	487,4	5,310	3,060	1,440
Feed, g										
GjødseI, g	377,3	343,1	34,2	6,01	5,2	135,3	165,—	4,263	1,622	1,094
Faeces, g										
Fordøyd, g	522,7	495,9	26,8	7,79	14,2	110,7	322,4	1,047	1,438	0,346
Digested, g										
Fordøyd, %	58,0	59,1	43,9	56,4	73,2	45,—	66,—			
Digested, %										
Urin, g				9,20				0,250	1,337	0,129
Urine, g										
Balanse, g				-1,41				0,797	0,101	0,217
Balance, g										

IV. Summary

Practical experiments are carried out to test 4 types of feed to reindeer in capture: Ensilage of grass, hay, «Sauenøtt» (a pelleted sheep feed concentrate) and «Komplettfôr m/ halm» (a pelleted feed concentrate with 70 % ground straw).

With ensilage one must foresee dietic troubles in winter unless the changing from pasture to ensilage is done very carefully with reindeer lichen. Changing to ensilage from early autumn pasture seems to cause little dietic problems. Because of the high water content, the ensilage will

be expensive to transport and may cause some troubles in heavy frost.

Hay is unsuitable as single feed for reindeer. The intake is not high enough to meet the maintenance need.

«Sauenøtt» causes dietical problems (diarrhoea) in spite of very careful change from other kind of feed (lichen, RF-71).

«Komplettfôr m/ halm». Two different smaller experiments have shown totally contradictory results with regard to the intake and dietic tolerance of the feed.

V. Litteratur

- Jacobsen, E., R. Bjarghov og S. Skjenneberg, 1977 a:* Nutritional effect on weight gain and winter survival of reindeer calves (*Rangifer tarandus tarandus*). Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 56, nr. 8.
- Jacobsen, E., H. Lysnes, L. Nymoen og S. Skjenneberg, 1977 b:* Energi, protein og mineraltilskudd til reinsdyrkalver føret med lav. (Under trykning).
- Kurkela, P., 1976:* Prospects for reindeer husbandry based on grass and silage feeding. *Acta Veterinaria Scandinavica Suppl.* 60.
- Persson, S., 1961:* Utfodringsforsøk med renkalvar inom Serriområdet 1960—61. Stensilrapport.
- Skjenneberg, S. og L. Slagsvold, 1968:* Reindriften og dens naturgrunnlag. Universitetsforlaget, s. 112.
- Ahman, G., 1973:* Rundresa bland tillskottsutfodrade renar. *Rennäringsnytt* Nr. 9, s. 4.

Statens forskingsstasjon Særheim. Melding nr. 67.
Særheim Agricultural Research Station. Report No. 67.
Address: N - 4062 Klepp st., Norway.

Statens forskingsstasjon Fureneset. Melding nr. 33.
Fureneset Agricultural Research Station. Report No. 33.
Address: N - 6994 Fure, Norway.

I redaksjonen 13.6. 1977.

FORSØK MED SORTAR AV FLEIRÅRIG RAIGRAS 1970—1976

Variety trials with Perennial Ryegrass 1970—1976

AV
MARKUS PESTALOZZI OG JØRULF ØYEN

INNHALD

	Side
I. Samandrag	662
II. Innleiing	662
III. Opplysningar om forsøka	663
IV. Resultat	665
A. Avling og kvalitet i reinbestand	665
B. Verknad av ulik haustetid	668
C. Dyrking av sortane i blanding med andre artar	670
D. Samanlikning av raigras og timotei	671
V. Diskusjon — sortstilaråd	672
VI. Summary	673
VII. Litteratur	673

I. Samandrag

Meldinga gjer greie for resultat av 10 felt med sortar av fleirårig raigras i åra 1970—76. Felta låg på forskingsstasjonane Særheim og Fureneset med fem felt på kvar stasjon. Dei fleste felta gjekk i 3 til 4 år. Det er i alt prøvd 12 sortar, 2 norske, 1 svensk, 4 danske og 5 hollandske. På tre av felta på Særheim vart sortane prøvde ved to haustetider og ved dyrking i reinbestand og i blanding med timotei, engsvingel og raudkløver.

Dei tetraploide sortane stod på topp med ei årsavling på 1250 til 1300 kg tørrstoff pr. dekar. Av dei skandinaviske diploide sortane gav den tidlege sorten Verna Pajbjerg størst avling. Kleppe hadde minst avling av alle sortar med vel 1000 kg tørrstoff pr. dekar.

Dei tetraploide sortane hadde ved alle haustingar lågare tørrstoffinnhald enn dei diploide.

Analysar av 1. slåtts avling synte størst proteininnhald, askeinnhald og meltingegrad og minst trevleinnhald hos dei seinaste sortane fordi desse er hausta på eit tidlegare utviklingssteg.

Proteinprosenten i 2. og 3. slått var høgare i diploide enn i tetraploide sortar.

Ved å utsetje 1. slåtten med 12 dagar frå 6. til 18. juni gav sortane ein avlingsauke på 200 til 300 kg tørrstoff i 1. slåtten. Gjenveksten etter 1. slått var derimot best etter tidleg 1. slått, og dette var særleg tydeleg hos dei seine sortane. I sum for året gav sein 1. og 2. slått ei meiravling på 50 til 180 kg tørrstoff pr. dekar.

Utsett haustetid verka stort sett likt på alle sortane. Proteininnhaldet i 1. slåtten gjekk ned med 4 %-einingar når 1. slåtten vart utsett med 12 dagar. Askeinnhaldet og meltingegraden vart tilsvarande redusert med etter tur 2,0 og 2,6 %-einingar, medan trevleinnhaldet i middel auka frå 22,9 % ved tidleg slått til 25,4 % ved sein slått. Proteininnhaldet i 2. slått var minst ved sein slått, medan det varierte lite med forskjellig hausting ved 3. slått. Årsavlinga av råprotein var omtrent den same ved tidleg og sein slått.

Innblanding av timotei, engsvingel og raudkløver i raigraset medverka til å halde avlinga oppe i seinare engår.

Sortane Barvestra, Barlatra og Taptoe blir tilrådd for dyrking i dei beste kyststrøka på Sør-Vestlandet.

II. Innleiing

Siste sortsprøving i engelsk raigras vart utført i åra 1960—68. Resultat frå denne prøvinga viste at raigraset hevda seg godt i kyststrøka på Vestlandet (Særheim og Fureneset), mens det stod langt dårlegare på Austlandet (Simonsen, 1971).

Andre forsøk på Jæren og i ytre strøk på Vestlandet syner og at det

knapt er noko anna grasslag her som kan måle seg med fleirårig raigras i dei to første engåra, og særleg er dette tilfelle når ein haustar enga ofte og nyttar sterk nitrogen-gjødsling (Myhr, 1967, Raustein, 1972 Øyen, 1973).

I dei siste åra har det kome fleire nye sortar av engelsk raigras, m. a.

gjeld det tetraploide sortar frå Nederland og Danmark. Fleire av desse sortane var med på nokre felt i den førre sortsprøvinga, men dei få forsøka gav ikkje grunnlag for ei skikkeleg vurdering av dyrkingsverdien til sortane (*Simonsen l. c.*).

Dei mest lovande av desse sortane er i åra 1970—76 jamført med skandinaviske sortmateriale. Ved Statens forskingsstasjonar Særheim og Fureneset er det i alt anlagt 10 forsøksfelt og ein har resultat frå 34 hausteår. På 3 av felta har ein nytta for-

skjellig haustetid og likeså prøvd sortane i blanding med andre grasslag. I denne meldinga skal ein leggje fram resultatane av desse forsøka.

Forskar Markus Pestalozzi har vore ansvarleg for opplegget av forsøka og har utført det meste av reknearbeidet. Forskar Jorulf Øyen har hatt ansvaret for gjennomføringa av forsøka på Særheim frå 1972 og har redigert meldinga. Forskar Knut Aase har hatt ansvaret for gjennomføringa av forsøka på Fureneset.

III. Opplysningar om forsøka

Forsøksstader: Sortsprøvinga er gjennomført på 10 felt, 5 på Statens forskingsstasjon Særheim og 5 på Statens forskingsstasjon Fureneset. Felta er anlagt i åra 1969 til 1974 og er forsøkshausta i 2 til 5 år.

Sortar: I alt er 12 sortar prøvde på minst 2 felt, 2 norske, 1 svensk, 4 danske og 5 hollandske. Sortnamn, tal årfelt og foredlar går fram av følgjande oppstilling:

Sort	Tal årfelt		Foredlar
	Fureneset	Særheim	
Kleppe	14	16	Lokalsort frå Rogaland, Norge
Fure	11	20	Statens forskingsstasjon Fureneset, Norge
Viva	14	20	Sveriges Utsädesförening, Sverige
Verna Pajbjerg ..	12	18	Dansk planteforædling, Danmark
Dux Øtofte	9	14	» » »
Tonga (4x)	2	2	» » »
Uri (4x)	2	2	» » »
Barstella	3	14	Barenbrug, Nederland
Barvestra (4x) ..	5	20	» »
Barlatra (4x)	11	7	» »
Taptoe (4x)	9	9	D. J. Van der Have, Nederland
Sceempter			
Hay (4x)	6	10	Zwaan & de Wiljes, Nederland

Kleppe raigras stammar frå nokre planter som er valde ut på garden Kleppe i Klepp på Jæren i 1921. Sorten vart frøavl på Jæren til midten

av 30-åra. Seinare er sorten halden ved like på Austlandet (*Simonsen, 1971*).

Fure raigras er foredla på Statens

forskningsstasjon Fureneset. Innsamla planter frå Nordfjord og planter av ymse norske og utanlandske sortar vart sette ut på enkeltplantefelt i åra 1960—63. Dei mest produktive og vintersterke blei delte opp og sette ut i sams frøfelt. Opphavet til Fure raigras er 4 klonar av Kleppe raigras, 4 av materiale frå Vidars-hov og Bjørke (stamsædgardane til Oslo felleskjøp), 6 av svenske og 1 av danske sortar.

Dei norske sortane er ikkje godkjende for avl under offentleg kontroll.

Dei utanlandske sortane er med på offisielle sortslister i deira heimland (Sceemter Hay er berre med på lista i Storbritannia). Dei fleste danske og hollandske sortane er og med på EEC-sortlista og er godkjende for bruk i fleire land.

Haustetider: Alle felt er hausta tre gonger kvart år. På 3 av felta på Særheim er halvparten av rutene hausta på eit tidleg utviklingssteg, dvs. når dei tidlegaste sortane (Ver-na, Pajbjerg, Barvestra) byrja skyte. I middel for alle åra vart felta hausta til desse tider:

Forsøksstad	1. slått	2. slått	3. slått
Særheim, tidleg	6/6	23/7	1/10
Særheim, vanleg.....	18/6	3/8	1/10
Fureneset	12/6	30/7	11/9

Såmengder og innblanding: Av diploide sortar er det sådd 3,5 kg pr. dekar, mens det er brukt 4 kg av tetraploide sortar. På felta på Fureneset er det i tillegg sådd 0,3 kg pr. dekar av Molstad raudkløver på alle ruter. På Særheim er raigraset sådd i reinbestand på alle felt. På felt 1, 2 og 3 er sortane og prøvde i ei frøblanding som forutan 25 prosent raigras inneheldt 30 prosent Forus timotei, 35 prosent Løken engsvingel

og 10 prosent Tripo raudkløver. Alle felta på Fureneset er sådde utan dekkvekst, mens det på Særheim er brukt dekkvekst av bygg eller havre til mogning.

Jordart: Alle felt på Særheim og 4 felt på Fureneset låg på morenejord, mens eit felt på Fureneset var anlagt på moldjord. Middeltal for jordanalyser tatt i anleggsåret var slik:

Felt nr.	Stad	pH	P-AL	K-AL	Gløde-tap %
1—5	Særheim	6,0	10	14	7,5
6—9	Fureneset	5,7	6	10	12,0
10	»	5,4	10	8	70,0

Gjødsling: I middel har dei årlege gjødselmengdene i kg pr. dekar vore slik:

	N	P	K
Særheim	26,0	5,8	18,0
Fureneset	22,0	5,0	17,0

Verlag: På Fureneset har overvintringa vore god i alle forsøksåra. Med unntak av vinteren 1975/76 har det same vore tilfelle på Særheim. Ei viktig årsak til dei store skadene på enga i 1976 var sterk frost i februar—mars. I mildversperiodar kjem rai-graset snøgt i gang med veksten, og frostperiodar etter mildver er derfor

særs farlege for overvintringa. Tal dagar med minimumstemperatur under 0° C i sum for månadene februar, mars og april kan vere eit mål for påkjenninga som plantene er utsette for. Nedanfor er dette talet sett opp for Obrestad verstasjon, oppgitt som avvik frå middel for åra 1961—76 som er 39.

Ar	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Tal frostdagar, avvik frå middel for 1971—76	÷9	÷4	÷12	+11	±0	+5

I 1976 var det nokre fleire frostdagar enn «normalt», mens 1975 var eit «normalår». I resten av forsøksperioden var det heller lite frost jamført med middel for dei 16 siste åra.

IV. Resultat

A. Avling og kvalitet i reinbestand

Tørrstoffavling

Avlingstal for sortane på alle felt er vist i tabell 1. Sortane er prøvde på eit varierende tal felt, og alle tala

er derfor utjamna etter Stevens metode. Sortane er ordna etter tidspunktet for skyting, med dei tidlegaste øvst i tabellen. Dei første 3

Tabell 1. Tørrstoffavling, kg pr. dekar og 1. slått i prosent av årsavling.

Dry matter yield, kg per 0.1 ha, and first cut yield as percentage of annual yield.

Sort <i>Variety</i>	Tal felt <i>Number of trials</i>	Tørrstoff, kg pr. dekar <i>Dry matter, kg per 0,1 ha</i>				1. slått i prosent av årsavling <i>First cut as percentage of annual yield</i>
		1. slått <i>1st cut</i>	2. slått <i>2nd cut</i>	3. slått <i>3rd cut</i>	Sum <i>Total yield</i>	
Verna Pajbjerg	8	563	435	211	1209	47
Tonga (4x)	2	626	436	236	1295	48
Barvestra (4x)	7	599	455	249	1302	46
Viva	10	542	397	208	1145	47
Fure	9	596	382	201	1179	51
Dux Øtofte	6	530	421	211	1163	46
Barstella	4	566	434	223	1223	46
Taptoe (4x)	5	558	460	242	1260	44
Barlatra (4x)	6	556	468	237	1261	44
Jri (4x)	2	559	452	228	1239	45
Sceempter Hay (4x)	4	545	448	238	1230	44
Kleppe	9	481	367	193	1040	46

sortane kan kallast tidlege, dei neste 4 halvtidlege og dei siste 5 seine. Det er ein skilnad i skytingsdato på vel 14 dagar mellom tidlegaste sort (Verna Pajbjerg) og seinaste sort (Kleppe).

Dei tidlege tetraploide sortane Barvestra og Tonga gav størst avling, med dei middelseine tetraploide Barlatra og Taptoe på dei neste plassane. Kleppe kunne ikkje tevle med dei nye foredla sortane. Det er statistisk sikker avlingsskilnad mellom sortane ($P < 0,001$) for alle haustingar og for totalavlinga.

Dei tidlege sortane gav ein etter

Tabell 2. Årsavling i forskjellige engår og differanse mellom 1. og 3. engår for årsavling og prosent raigras ved 1. slått. Middell av 6 felt.

Total yield each year and difference between 1st and 3rd year.

Sort Variety	Tørrstoff, kg pr. dekar <i>Dry matter, kg per 0,1 ha</i>			Differanse 3.—1. engår <i>Difference 3rd—1st year</i>	
	1. engår <i>1st year</i>	2. engår <i>2nd year</i>	3. engår <i>3rd year</i>	Tørrstoff avling <i>Dry matter yield</i>	Prosent raigras <i>Per cent ryegrass</i>
Verna Pajbjerg	1287	1085	1149	÷138	÷13
Viva	1261	1062	1054	÷207	÷11
Fure	1347	1102	1095	÷252	÷ 9
Dux Øtofte	1288	1077	1087	÷201	÷13
Tetraploide*)	1334	1167	1225	÷109	÷ 5
Kleppe	1132	976	968	÷164	÷ 9
LSD 5 %	75	74	66	87	NS

*) Middell av Barvestra, Barlatra, Taptoe og Sceempter Hay.
Mean of Dutch tetraploids.

Årsavlinga var størst hos Fure i 1. engår, medan dei tetraploide hollandske sortane, noko uventa, stod på topp både i 2. og 3. engår. Avlingsreduksjonen frå 1. til 3. engår var minst hos dei tetraploide sortane og størst hos Fure. I 3. engår var dei fleste tetraploide raigrasplantene framleis i live, medan bestanden var

måten stor del av avlinga i første slått. Dessutan stod vintersterke sortar betre ved 1. slått enn sortar som vart skadde under overvintringa. Fure skilde seg ut med særst stor avlingsprosent i 1. slått. Elles var det heller liten skilnad mellom sortane med omsyn til fordeling av årsavlinga på slåttane.

Avlinga i einsskilde engår er vist i tabell 2. Analyse av dei 5 skandinaviske sortane saman med middel for dei tetraploide hollandske viste signifikant samspel sort x engår ($P < 0,05$).

tynna ut ein god del på rutene med Viva, Verna Pajbjerg og Dux Øtofte.

Avlingskvalitet

Tørrstoffinnhaldet varierte lite frå sort til sort, men for alle slåttar var det ein klar tendens til lågare tørr-

stoffprosent hos dei tetraploide sortane jamført med dei diploide. For-

skjellen var størst i 2. slått. Dette går fram av desse middeltala:

Sortsgruppe	% tørrstoff		
	1. slått	2. slått	3. slått
Diploid	18,6	19,3	16,9
Tetraploid	17,4	17,5	15,7

Med tanke på ensilering i silo, er lite tørrstoffinnhald ei ulempe, då det fører til større pressaftavrenning.

Tabell 3 viser kjemisk innhald og prosent melteleg tørrstoff hos sortane.

Tabell 3. Kjemisk innhald og in vitro melteleg tørrstoff, g pr. 100 g tørrstoff.

Chemical composition and in vitro dry matter digestibility (IVDMD), g per 100 g dry matter.

Sort Variety	1. slått 1st cut				2. slått 2nd cut	3. slått 3rd cut
	Rå- protein Crude protein 12*	Aske Ash 10*	Trev- lar Crude fibre 10*	Melteleg tørr- stoff IVDMD 8*	Rå- protein Crude protein 8*	Rå- protein Crude protein 4*
Verna Pajbjerg ..	12,8	7,7	26,2	74,9	10,6	15,5
Viva	13,2	8,6	25,1	74,8	11,8	15,9
Fure	13,0	8,1	25,3	75,8	11,9	15,9
Dux Øtofte	13,8	8,4	25,0	76,3	10,9	15,7
Taptoe	13,8	8,9	23,1	78,0	10,3	14,6
Barlatra	14,0	8,8	23,8	78,2	10,3	14,1
Sceemter Hay ...	14,1	9,2	22,6	78,3	10,8	14,1
Kleppe	15,5	9,4	22,5	78,9	12,1	16,1
LSD 5 %	0,8	0,5	0,9	1,7	0,9	1,0

* Tal analysar
Number of analyses

Proteininnhaldet varierte frå 12,8 til 15,5 % ved 1. slått. Forskjellen mellom sortane kjem helst av at dei ikkje har kome like langt i utvikling ved hausting. Tidlege sortar som Verna Pajbjerg og Viva hadde minst innhald av protein, mens seine sortar som Kleppe, Barlatra og Sceemter Hay var proteinrike. Ved 2. og 3. slått hadde dei tetraploide hollandske sortane lågast proteinprosent.

Råproteinavlinga er rekna ut på grunnlag av avlingsmengd og proteininnhald. Det var sikker forskjell mellom sortane med omsyn til råproteinavling, men skilnaden var likevel mindre for råproteinavling enn for tørrstoffavling. Dersom ein set avlinga for Kleppe lik 100, var tørrstoffavlinga for Verna Pajbjerg 120 %, men proteinavlinga berre 106 %. Dei tilsvarande tala for Bar-

latra var 136 % for tørrstoffavling og 114 % for proteinavling.

Innhald av aske og trevlar er og bestemt av utviklingssteget. Dei tidlege sortane hadde lite innhald av aske og mykje trevlar, medan dei seine sortane jamt over hadde høg aske- og låg trevleprosent.

Meltingsgraden viste som venta negativ samanheng med trevleinnhaldet. Dei seine sortane hadde størst og dei tidlege sortane minst innhald av melteleg tørrstoff.

B. Verknad av ulik haustetid

På tre av felta på Særheim er halvparten av rutene hausta første gong ved begynnande skyting av dei tidlegaste sortane og resten 12 dagar seinare. Same skilnad i haustetid har ein ved 2. slått, medan 3. hausting er utført samstundes på heile feltet.

Tørrstoffavling

Avlingsresultat etter tidleg og sein slått for sortane som var med på alle 3 felta er vist i tabell 4.

Sortane gav ein avlingsauke på mellom 171 og 258 kg tørrstoff i 1. slått når denne blei utsett med 12 dagar. Auken var minst hos den tidlege sorten Verna Pajbjerg og størst hos Fure og Barlatra. Gjenveksten etter 1. slått var derimot best etter tidleg slått. Dette kjem mellom anna av at færre vekstpunkt vert fjerna ved den tidlege første slåtten. Dessutan fell gjenveksten i ein periode der plantene veks snøggare enn sei-

Tabell 4. Tørrstoffavling ved tidleg slått og avlingsutslag for sein slått. Middel av 9 årsefelt på Særheim.

Dry matter yield on the early cut treatment and difference in yield between the early and late cut treatment, kg per 0,1 ha.

Sort Variety	Slått nr.: Cut No.: Date:	Tidleg slått Early cut				Sein slått Late cut			
		1. 6/6	2. 23/7	3. 1/10	Sum Total	1. 18/6	2. 3/8	3. 1/10	Sum Total
Verna Pajbjerg	401	467	238	1106	+171	÷ 79	÷24	+ 68	
Viva	385	439	227	1051	+242	÷101	÷38	+103	
Fure	427	445	222	1094	+258	÷124	÷29	+105	
Dux Øtofte	368	477	247	1092	+224	÷115	÷42	+ 67	
Barlatra	367	525	292	1184	+258	÷111	÷60	+ 87	
Kleppe	330	444	197	971	+197	÷134	÷12	+ 51	

nare i sesongen. Avlingsreduksjonen var jamt over minst hos dei tidlegaste sortane (Verna Pajbjerg, Barvestra), mens han var noko større hos dei seine sortane.

I 3. slåtten fekk ein naturleg nok minst avling etter sein 2. slått, då det her var kortast tid mellom 2. og 3. slått. Avlingsnedgangen var som

ein kunne venta størst hos dei sortane som har god vekst på ettersommaren.

Korrelasjonen mellom avlinga i 3. slått etter tidleg slått og avlingsdifferansen sein slått — tidleg slått var såleis sterkt negativ ($n = 10, r = \div 0,90^{***}$).

Det var statistisk sikkert samspel mellom sortar og haustetider ved 1. slått ($P < 0,01$) og tendens til samspel ved 2. og 3. slått, ($P < 0,1$), men ikkje noko samspel for årsavling. Dei same sortane gav altså best årsavling ved begge haustetider, men sein slått gav i middel 80 kg tørrstoff meir pr. dekar enn tidleg slått.

Prosentvis fordeling av totalavling på slåttar var nokså lik hos sortane ved same haustingspraksis. Nedanfor er vist middeltal for tidleg og sein slått.

% av totalavling	1. slått	2. slått	3. slått
Tidleg slått .	34	43	23
Sein slått ...	51	31	18

Som venta blir årsavlinga noko jamnare fordelt ved tidleg slått.

Avlingskvalitet

Tørrstoffinnhaldet og kjemisk samansetnad av plantene er sterkt påverka av haustetida, men sortane reagerte likt på utsett haustetid. I tabell 5 viser ein derfor berre middeltal for alle sortar.

Tabell 5. Verknad av haustetid på kjemisk samansetnad hos engelsk raigras. Middeltal av 8 sortar.

Effect of harvest time on the chemical composition of perennial ryegrass. Mean of 8 varieties.

Analyse <i>Analysis</i>	Tal observa- sjonar <i>Number of observations</i>	Tidleg slått <i>Early cut</i>	Sein slått <i>Late cut</i>
% tørrstoff 1. slått			
% <i>dry matter 1st cut</i>	72	16,5	20,1
% råprotein 1. slått			
% <i>crude protein 1st cut</i>	46	15,7	11,8
% trevlar 1. slått			
% <i>crude fibre 1st cut</i>	38	22,9	25,4
% aske 1. slått			
% <i>ash 1st cut</i>	38	9,5	7,5
% IVMT* 1. slått			
% <i>IVDMD* 1st cut</i>	32	78,2	75,6
% tørrstoff 2. slått			
% <i>dry matter 2nd cut</i>	72	22,0	19,2
% råprotein 2. slått			
% <i>crude protein 2nd cut</i>	32	10,7	11,4
% tørrstoff 3. slått			
% <i>dry matter 3rd cut</i>	72	19,5	17,7
% råprotein 3. slått			
% <i>crude protein 3rd cut</i>	16	15,3	15,2

* In vitro melteleg tørrstoff.
In vitro dry matter digestibility.

Forandringane i analysetala er i samsvar med resultat frå tidlegare forsøk. Tabellen syner at kvaliteten var svært bra, jamvel ved utsett haustetid. Ein må då vere merksam på at det ein her har kalla «sein slått» er tatt midt i skytinga til rai-

graset, altså på eit nokså vanleg tidspunkt for siloslått i praksis.

Årsavlinga av råprotein var vel så stor ved tidleg som ved sein slått, men forskjellen er ikkje statistisk sikker.

C. Dyrking av sortane i blanding med andre artar

På 3 felt på Særheim vart sortane og raudkløver. I tabell 6 er vist innprøvde både i reinbestand og med hald av raigras i 1. slått og årsavling i reinbestand og i blanding.

Tabell 6. Årsavling av tørrstoff og innhald av raigras ved dyrking i reinbestand og i blanding. Middell av 9 årsefelt på Særheim.

Total dry matter yield and percentage of ryegrass in pure stand and in mixture with other species.

Sort Variety	Raigras, % 1. slått <i>Ryegrass, % 1st cut</i>		Tørrstoffavling, kg pr. dekar <i>Dry matter yield, kg per 0,1 ha</i>		
	Reinbestand <i>Pure stand</i>	Blanding <i>Mixture</i>	Reinbestand <i>Pure stand</i>	Blanding <i>Mixture</i>	Utslag for blanding <i>Difference mixture-pure stand</i>
Verna Pajbjerg	91	52	1141	1173	+ 32
Viva	91	50	1103	1155	+ 52
Fure	94	50	1147	1148	+ 1
Dux Øtofte	91	50	1126	1161	+ 35
Barlatra	90	48	1228	1191	÷ 37
Kleppe	93	44	996	1121	+125

I reinbestand var det signifikant avlingsskilnad mellom sortane, men etter innblanding var denne skilnaden borte. Som vist i tabellen fekk sortane som gav minst avling i reinbestand størst avlingsauke etter innblanding, medan sortane som hevda seg best i reinbestand i mange høve gjekk ned i avling etter innblanding. Samspelet mellom sort og innblanding var signifikant ($P < 0,01$). På grunnlag av middeltal frå 9 årsefelt har ein rekna ut følgjande korrelasjonskoeffisientar mellom avling i reinbestand og avlingsutslag for innblanding for dei 10 sortane som var med på desse felta:

- 1. slått $r = \div 0,87$
- 2. slått $r = \div 0,92$
- 3. slått $r = \div 0,95$
- Sum avling $r = \div 0,91$

Det var signifikant negativ korrelasjon ($P < 0,001$) både for sumavling og for avling i dei einskilde slåttane.

Som vist var det liten og usikker forskjell mellom sortane i innhald av raigras både i reinbestand og i blanding. Mellom sort og innblanding var det likevel eit signifikant samspel ($P < 0,05$), og dette kjem nok av at Kleppe har gått noko sterkare ned etter innblanding enn dei andre sortane.

For prosent raigras var det og signifikant samspel innblanding x haustetid. Det går fram av denne oppstillinga:

Hauasetid	Reinbestand	Blanding
Tidleg	92	58
Sein	92	39

Raigraset hevda seg altså best i konkurranse med dei andre artane ved tidleg slått.

Innblanding av timotei, engsvingel og raudkløver var med og heldt engavlinga oppe i seinare engår. Dette

går fram av denne oppstillinga av sumavling i forskjellige engår (kg tørrstoff pr. dekar):

	Rein- bestand	Bland- ing	Meir- avling for bland- ing
1. engår	1346	1282	+ 64
2. engår	1057	1113	+ 56
3. engår	964	1078	+114
Middel	1123	1158	+ 35

D. Samanlikning av raigras og timotei

På Statens forskingsstasjon Furene-set var timotei med på 4 av raigras-sortsforsøka, sorten Grindstad på 3 felt og Forus på 1 felt. I middel for 17 årsfelt gav timotei 1 250 kg tørrstoff pr. dekar mot 1 350 kg for den beste raigrassorten, Barvestra.

Det er særleg i første engår raigraset gav størst avling. Følgjande oppstilling syner sumavling i forskjellige engår (kg tørrstoff pr. dekar):

	Rai- gras (Barve- stra)	Timo- tei	Rai- gras i % av timo- tei
1. engår	1391	1198	116
2. engår	1303	1254	104
3. engår	1368	1354	101

Også i tidlegare forsøk på Vestlandet (*Myhr*, 1967) har raigraset hevda seg dårleg i seinare engår. At

Samspelet engår x innblanding var signifikant ($P < 0,05$). Det er først i 2. og 3. engår ein hadde fordel av innblanding av timotei, engsvingel og raudkløver i raigraset.

raigraset her i middel for alle år gav betre avling enn timotei skuldast at overvintringstilhøva var sær gode, at enga vart hausta tre gonger kvart år og at ein har meir yterike sortar enn tidlegare.

I første slåttan var det liten skilnad mellom timotei og raigras, men raigraset hadde størst gjenvekst. For dei einskilde slåttane fekk ein i middel følgjande resultat (kg tørrstoff pr. dekar).

	Rai- gras (Barve- stra)	Timo- tei	Rai- gras i % av timo- tei
1. slått	641	636	101
2. slått	464	416	192
3. slått	246	198	124

Raigraset gav såleis ein langt større del av avlinga mot slutten av veksttida enn timoteien.

V. Diskusjon — sortstilråding

Forsøka viser at dei tetraploide sortane gir noko større avling enn dei diploide. Dette samsvarer med tidlegare sortsprøving i fleirårig raigras (Simonsen, 1971). Det er liten forskjell mellom sortane med omsyn til plantebestand (% raigras) notert ved 1. slått i denne forsøksserien. I middel viste dei tetraploide sortane ein svak tendens til noko tettare plantebestand. I tidlegare forsøk var denne forskjellen mykje større. Ein del av forklaringa på dette kan vere at det i dei tidlegare forsøka var innblanda 20 % raudkløver i raigraset på halvparten av forsøka. Skilnader i konkurransevna hos sortane kom dermed betre fram. I denne forsøksserien er det berre brukt 7—8 % innblanding av kløver på felta på Furenaset.

Overvintringstilhøva for raigras var uvanleg gode i heile forsøksperioden. Dette favoriserer dei nederlandske og danske sortane. I meir «normale» år kan venteleg dei hardføre norske og svenske sortane (Kleppe, Fure og Viva) tevla betre med dei danske og hollandske sortane.

Forsøka med ulike haustetider syner at ein får sterkt nedsett avlingsmengd dersom ein haustar 1. slåttan før skyting. Seine sortar bør derfor haustast noko seinare enn tidlege, ein bør rette seg etter utviklingssteget og ikkje etter kalenderen. Dei skandinaviske sortane avsluttar veksten tidlegare om hausten enn dei hollandske sortane. Dette heng for ein del saman med at opphavsmaterialet til sortane er tilpassa forskjellig lys- og temperaturklima. Sortar som avsluttar veksten tidleg toler

ugunstige overvintringstilhøve betre enn sortar med sterk vekst om hausten.

Den negative samanhengen som er påvist mellom avling hos sortane i reinbestand og utslag for innblanding av timotei og engsvingel, heng truleg saman med konkurransevna til sortane. Det er rimeleg at dei sortane som gir stor avling i reinbestand også har ein tett og «aggressiv» veksemåte som ikkje gir rom for andre artar, men tvert om vert hemma av slikt innblanding. Tidlegare forsøk har og vist at dei tetraploide sortane jamt over konkurrerer sterkare enn dei diploide sortane (Simonsen, 1971).

Barvestra, *Barlatra* og *Taptoe* er særst yterike hollandske sortar som kan nyttast i dei beste kyststrøka på Sør-Vestlandet.

Verna Pajbjerg og *Øtofte Dux* er brukande sortar for same område, men dei gir litt mindre avling. Dei har fleire frøstenglar og mindre bladmengd og kvaliteten er derfor litt ringare enn for dei før nemnde sortane.

Viva er meir hardfør enn dei danske og hollandske sortane. Den kan derimot ikkje tevla i avling i vanlege år og har synt seg å vere tørkesvak. I Sverige vart det i 1974 sendt ut ein ny sort, *Svea*, som er minst like hardfør som *Viva*. *Svea* er til denne tid lite prøvd her i landet.

Kleppe gir for dårleg avling. Det er ikkje aktuelt å få godkjent sorten, men ein vonar han kan bli brukt i vidare foredlingsarbeid.

VI. Summary

The report presents the results of 10 trials with different varieties of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). The trials were carried out in Western Norway at the Agricultural Research Stations Særheim and Fureneset during the years 1970—76. Yield data from 3 annual harvests were obtained in 3 or 4 years in each trial. Twelve different varieties have been tested in the trials. Of the twelve varieties, 2 were Norwegian, 1 Swedish, 4 Danish and 5 Dutch. In 3 of the trials, the varieties were subjected to two different harvest times in first and second cut, and also grown in pure stand or in mixture with timothy (*Phleum pratense*), meadow fescue (*Festuca pratensis*) and red clover (*Trifolium pratense*).

The tetraploid varieties gave the highest dry matter yield. Annual DM-yield expressed as metric tons per hectare were between 12.5 and 13.0 for these varieties, whereas the corresponding figures for the diploid varieties were 11.5 to 12.0. One exception being the diploid Norwegian variety Kleppe, which gave a total annual DM-yield of 10.4 metric tons per hectare.

The tetraploid varieties, however, had a lower dry matter content than the diploid varieties in all harvests.

In the first harvest, content of protein, ash and digestible dry mat-

ter were highest for the late varieties, whereas content of crude fibre was lowest in this group of varieties.

The content of protein in the yield of second and third cut was higher in diploid than in tetraploid varieties.

Postponing the first harvest 12 days from June 6th to 18th, resulted in increased DM-yield of 0.2 to 0.3 tons per hectare in the first harvest. However, the regrowth after first cut was best after early cut, and this was most pronounced for the late varieties. The annual increase in total DM-yield on the late cut treatment was between 0.5 and 1.8 tons per hectare.

Content of crude protein (%) was reduced by 4 %-units when the first cut was taken on June 18th compared to cutting on June 6th. The corresponding reduction in ash content (%) and dry matter digestibility (%) was 0.2 and 2.6 %-units respectively, whereas content of crude fibre increased from 22.9 % for the early first cut to 25.4 % for the late first cut.

Growing of timothy, meadow fescue and red clover together with perennial ryegrass had a positive effect on the yield in second and third year of harvest compared to growing of perennial ryegrass in pure stand.

VII. Litteratur

- Myhr, K., 1967: Forsøk med ulike grasarter på Vestlandet i åra 1956—1965. Forskn. fors. Landbr. 18: 1—21.
- Raustein, D., 1972: Engfrøblandinger for intensiv drift på Jæren. Forskn. fors. Landbr. 23: 82—103.
- Simonsen, Ø., 1971: Forsøk med raigrassorter. Forskn. fors. Landbr. 22: 103—117.
- Øyen, J., 1973: Engfrøblandinger for intensiv drift i Rogaland og Agder-fylka. Forskn. fors. Landbr. 24: 358—373.



I redaksjonen 13.6. 1977.

LAGRINGSFORSØK MED POTETER

Potato storage research

AV
ANTON LETNES OG TRYGVE KIRKERØD

INN H O L D

	Side
1. Sammendrag	676
2. Innledning	678
Forsøksplanen	678
Gjennomføring av forsøkene	678
Statistisk beregning av forsøksmaterialet	679
3. Totalt lagringsvinn	679
Innlagringsklimaet	679
Forbehandlingstid	680
Hovedlagringsklimaene	681
Klima 95 % luftfuktighet uten forbehandling	682
Klima 95 % luftfuktighet med forbehandling	682
Klima 80 % luftfuktighet uten forbehandling	682
Klima 80 % luftfuktighet med forbehandling	683
Sortsresultatene	684
Vasking og bløyting av potetene	684
Fordelingen av lagringsvinn	685
Groesvinn	685
Ånding og vanntap	686
Inntørkede poteter	686
Råtesvinnene	687
4. Klassifiseringen av råteorganismene	688
Bløtråte	688
Pythiumråte	689
Fusariumråte	689
5. Skurvangrep	689
6. Endring i stivelsesprosenten	690
Forbehandlet	691
Uten forbehandling	691
7. Lagringstap av stivelse	691
8. Kjemiske analyseresultater	693
Potetenes sukkerinnhold	693
Innhold av nitrogen, fosfor og kalium (N, P og K)	694
9. Summary	696
10. Litteratur	697

1. Sammendrag

Forbehandling

For å styrke skallet og hele sår og skader, og for å beskytte potetene mot flere sykdomsangrep etter opptakingen, må potetene straks få et spesielt forlagringsklima med høy luftfuktighet og høy temperatur. Begge deler må til for å få en effektiv styrking av skallet, heling av sår og dermed hindre inntrengning av sykdomsorganismer.

Temperaturen bør være på minst 15° C, luftfuktigheten på 95 % R. H. og forlagringstiden minst 14 dager. Om forbehandlingstiden strekker seg over 24 dager ser det ut til bare å være en fordel.

Lufting med kald og tørr luft straks etter opptakingen er derfor uheldig. Ventilasjonen må da foregå med sirkulasjon, lukkede porter og luker. Hvis potetene kommer rå inn må en kanskje ventilere i tillegg til intern sirkulasjon, men da helst bare når utelufta er varm og rå.

Forbehandlingen virker imidlertid til å øke det totale stivelsessvinnet første delen av lagringstiden.

Lagringstemperaturer

5° C er under de fleste forhold en ideell lagringstemperatur for poteter til alle bruksformål. Den utløser noe groedannelse i mars, så hvis potetene skal lagres lenger må lagringstemperaturen senkes et par grader.

2,5° C er for lav temperatur uten for poteter som skal langtidslagres til, og over sommeren. Så lav temperatur hindrer groing i det hele tatt.

7,5° C er aktuelt bare for korttidslagring frem til jul, men gir litt mere svinn enn 5° C.

Luftfuktighet

For poteter som skal holdes saftspente og med god aroma, og for å beholde størst mulig vekt for salg,

bør luftfuktigheten være høy og på minst 95 % R.H.

For industripoteter som betales etter innveid stivelse kan luftfuktigheten senkes til 80 % R. H. Stivelsessvinnet blir minst da.

Samspillvirkninger

Forlagring er viktigst hvis hovedlagringen foregår enten ved lav temperatur, og/eller i tørr luft, og potetene skal brukes til mat. Høy luftfuktighet og en høyere temperatur både under forlagring og hovedlagring kan hver for seg kompensere noe for en manglende korrekt forlagring, men resultatet blir best når disse faktorene virker sammen i forlagringen.

Poteter som skal leveres til industri først i lagringssesongen, og som betales etter innveid stivelse, kan med fordel lagres i tørrere luft og er ikke avhengig av forlagring. Men da må lagringstemperaturen holdes på 5° C. Kommer den ned mot 2,5° C blir svinnet meget stort. Likedan må potetene være sykdomsfrie og uten smittestoff.

Groedannelsen

Groedannelsen begynner tidlig på nyåret når hovedlagringstemperaturen er 7,5° C, og i mars når den er 5° C.

2,5° C utløser ikke groing i det hele tatt.

Kerrs Pink gror villigere enn Beate, og høy luftfuktighet gir sterkere groing. Forbehandlingen påvirker ikke groeutviklingen.

Råtesvinnene

Råtesvinnene er størst i forlagringstiden, men blir fordelaktig mindre i hovedlagringstiden for de forbehandlede potetene. Kerrs Pink har råtnet mest i forlagringstiden og først i hovedlagringstiden. Beate derimot mest

sist i hovedlagringstiden der hvor lagringsklimaet har vært ugunstigst.

Inntørkede poteter

Inntørkede poteter kan det bli mye av i kald og tørr luft uten forbehandling. Skall og sårkork blir så ufullstendige at knollene ikke greier å beholde vannet og saftspenningen. Alle slags lagringssvinn blir da meget store.

Angrep av skurv

Når det gjelder angrep av alle skurvarter, er det en sortsforskjell med mest skurv på Kerrs Pink. Laveste lagringstemperatur tenderer til å gi noe mere skurv, men forbehandling har virket gunstig. Det er ingen forskjell mellom de to luftfuktigheter.

Endring i stivelsesprosenten

Forbehandlingen har senket stivelsesprosenten med 0,2 prosentenheter etter 14 dager. Uten forbehandling er stivelsesprosenten økt med i middel 1 prosentenheter i den samme tiden.

Senere i lagringstiden øker stivelsesprosenten for alle lagringskombinasjoner, men mest uten forbehandling og ved den siste lagringskontrollen for den høyeste lagringstemperaturen på 7,5° C.

Totalt stivelsessvinn

Forbehandlingen har i middel på 14 dager gitt 5 % større stivelsessvinn enn de potetene som er satt direkte

til sine hovedlagringsklimaer. Denne forskjellen er minsket til 3,9 % i middel den 6/11. Det er ikke noen samspillvirkninger med de andre klimafaktorene, så årsaksforholdet begrenser seg kun til forlagringen. Ingen forbehandling, 5° C og 80 % R.H. har for hele lagringssesongen gitt bare 2,3 % totalt stivelsessvinn. Hvis derimot hovedlagringstemperaturen senkes til 2,5° C har man fått det største totale stivelsessvinnet på hele 19 %. Dette er forhold som vi ikke har funnet behandlet i litteraturen tidligere, men som er registrert i tidligere forsøk her på Hveem, og som også er bekreftet i den praktiske lagringskontrollen.

Kravene til lagringsklima for matpoteter er derfor ikke de samme som for industripoteter som betales etter innveid stivelsesmengde. Dette kan derfor by på problemer i praksis.

Sukkerinnholdet

Sukkerinnholdet i poteter varierer sterkt, spesielt etter lagringstemperaturen.

Jo høyere lagringstemperatur desto lavere sukkerinnhold. Derfor virker forbehandlingen gunstig, men bare i den tiden den foregår.

Potetene har en topp i sukkerinnholdet ved juletider under alle lagringsforhold, uten at en kan gi noen forklaring på det. Dette kjenner man til av erfaring fra chipsindustrien.

2. Innledning

Forsøksplanen

Denne 3-årige forsøksserien omfatter lagringssesongene 1973/74 til 1975/76.

Hovedspørsmålet har vært å finne ut hvordan ulike temperaturer og luftfuktigheter, samt innlagingsklimaet påvirker lagringssvinnene på to potetsorter.

Forsøksplanen var faktoriell med følgende forsøksfaktorer:

Sorter

Kerrs Pink (K. P.)
Beate (B.)

Luftfuktigheter

80 % R. H. (Relativ
95 % R. H. luftfuktighet)

Forbehandling

0 = Ingen forbehandling. Potetene satt direkte til sine respektive lagringsklimaer.

F = Forbehandlet med 15° C og 95 % R. H. i 2 uker fra innlegg, deretter satt direkte til sine respektive klimaer.

Vasking

0 = Ikke vasket før ved siste kontroll.
1 = Vasket ved innlegg og ved siste kontroll.
2 = Vasket ved innlegg og ved hver kontroll. Denne vaskingen kom-

mer inn som et nødvendig ledd fordi stivelsesprosenten er registrert ved egenvektsbestemmelser.

Av Kerrs Pink var det 3 paralleler av hvert forsøksledd, d.v.s. 108 prøver, og av Beate var det 2 paralleler, d.v.s. 72 prøver, altså 180 prøver til sammen for begge sortene.

Lagringen foregikk i klimaregulerte celler på (2 x 2 x 2,3) m³ med små kjøleenheter og befuktningseinheter eller enheter for utfrysing av luftfuktigheten. Klimaet ble regulert automatisk av termostat for kjølingene og hygrostat for luftfuktighetene. Temperaturene varierte rundt de instilte med ± 0,2° C, og for luftfuktigheten med ± 2,0 % relativ luftfuktighet. Luftvekslingen skjedde bare naturlig gjennom ventiler nederst og øverst i hver klimacelle.

Hver prøve ble veid til 8 kg netto ved innlagring i vanlige potetplukkekurver. Vaskingen ble utført svært skånsomt ved at disse kurvene ble plassert i en vannbeholder med trykkluft i bunnen. I tillegg til de 180 prøvene ble det lagret separate prøver for bestemmelse av sukker- eller dekstroseinnholdet ved hver vektkontroll. Forsøksfaktorene var de samme bortsett fra at her ble ingen prøver vasket.

Gjennomføringen av forsøkene

Potetene til forsøkene ble dyrket likt på samme jorden, satt samtidig og høstet samtidig.

Potetene ble håndsortert over i lagringskurvene umiddelbart og senest dagen etter opptaking. 1. vektkontroll ble foretatt 14 dager etter

innlagring, d.v.s. samtidig med at de forbehandlede prøvene ble overflyttet til sine respektive hovedlagringsceller.

Ved hver vektkontroll ble nettovekta registrert og potetene ble undersøkt m.h.t. råte og groer. Råte

knoller og groer ble veid hver for seg og fjernet. Den jorda som falt av de uvaskede potetene under kontrollveiningene, er eliminert ved beregningen av vektsvinnet. For øvrig er vektsvinnet ved alle kontrolldatoene beregnet i % av innlagt mengde. Tap av stivelse er også beregnet i % av innlagt stivelsesmengde. Stivelsesprosenten er bestemt på Parows ana-

lysevekt bygd over Maerekers tabell. (Egenvektsbestemmelse.) Denne tabellen stemmer noenlunde med Lundens tabell for egenvektsbestemmelse av stivelses-%.

Det er bare $\frac{1}{3}$ av prøvene (Vask 2) som ligger til grunn for beregning av stivelses-% og stivesssvinn ved hver kontroll.

Statistisk beregning av forsøksmaterialet

I den statistiske beregningen for hele forsøksserien er alle effekter testet mot tilhørende samspill med år.

I forsøksmeldingen er diskutert

hovedsakelig de utslag og differanser mellom forsøksleddene som har gitt 95 % statistisk sikkerhet.

3. Totalt lagringssvinn

Innlagringsklimaet

Innlagringsklimaet har hatt stor innvirkning på det totale lagringssvinn. Vektsvinnene er under alle forhold relativt store de 2 første lagringssukene, og resultatene viser at det er store muligheter for å påføre

potetene unødig stort svinn både i innlagringstiden og senere gjennom hele lagringsperioden, særlig hvis temperaturen er lav og lufta for tørr. Følgende tabell viser % vektsvinn etter 14 dagers lagring.

Tabell 1. % vektsvinn etter 14 dagers lagring.

Temp. °C	Luftfuktighet % R. H.	% vektsvinn
2,5	80	6,2
5,0	80	5,4
7,5	80	6,7
2,5	95	3,4
5,0	95	3,1
7,5	95	3,0
15,0	95	2,4 (Forbeh.)

Som tabellen viser har en i løpet av de 2 første ukene etter innlagring fått lavest vekttap ved 15° C og 95 % R. H. (forbehandlingsklimaet). Sjøl

7,5° C er for lav temperatur for å få lavest mulig svinn både i forbehandlingsperioden og som vi senere skal se også i resten av lagringstiden.

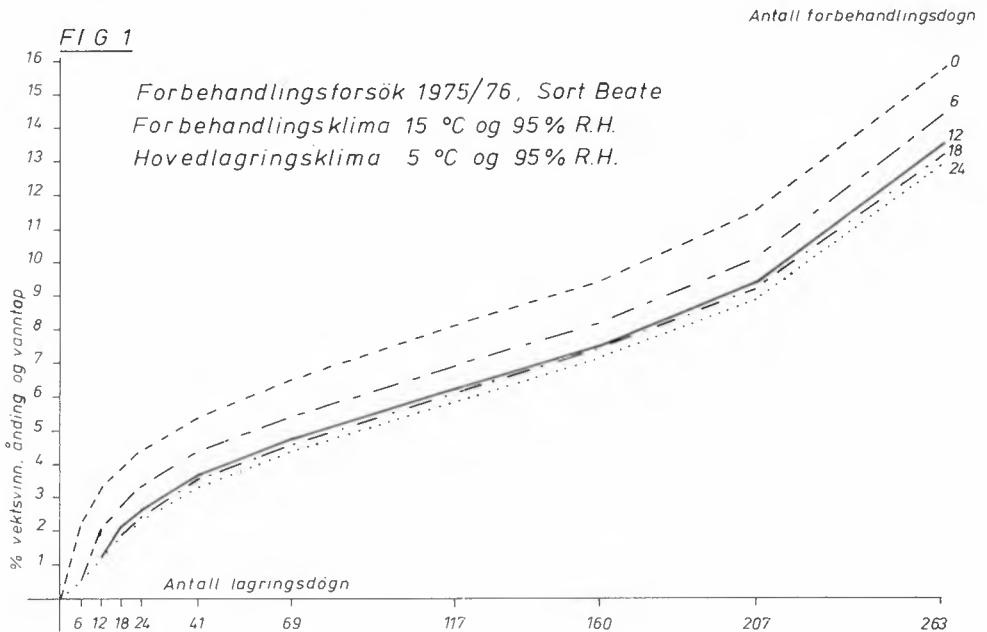
Blant de prøvene som ikke er forbeholdt, er det allikevel luftfuktigheten som har størst betydning. Her er vekstvinn ved 80 % R.H. nesten dobbelt så stort som ved 95 % R. H.

Denne gunstige hovedvirkningen av luftfuktigheten fortsetter og er tiltagende gjennom hele lagringsperioden.

Forbehandlingstid

I utenlandsk litteratur er 14 dager forbehandlingstid angitt som standard. Høsten 1975 gjennomførte vi et orienterende forsøk med 0, 6, 12, 18 og 24 døgns forbehandlingstid med

sorten Beate. Temperaturen var 15° C og luftfuktigheten 95 %. Hovedlagringsklimaene var 2,5 og 5° C, og 95 % luftfuktighet.



Som figur 1 viser har lagringsvinnnet minnet helt opp til 24 døgns forbehandlingstid. Videre ser en at 6 døgns forbehandlingstid er for kort. Men etter 12 døgner er nedgangen i vinn mindre. Dette gjelder ved hovedlagring ved 5° C. Ved en hovedlagringstemperatur på 2,5° C er en forlenget forbehandlingstid opptil 24 døgner enda gunstigere, og denne senkingen i lagringssvinnnet virker hele lagringstiden, og helt frem til 15/6

året etter.

Forlenget forbehandlingstid har ikke gitt mere groer ved 5° C om våren, heller tvert om. Det er viktig å vite for praktikerne som tar opp poteter til samme lager over lengere tidsperiode om høsten.

Hansen og Henriksen (1960) fant at 10 dagers forlagring var lang nok tid i hvert fall for uskadede poteter. Men de hadde poteter som var lagret ca. 1½ mnd. før forsøkene startet.

Hovedlagringsklimaene

Sjøl om høgste luftfuktighet er svært gunstig ved alle de andre klimakonstellasjonene, så er forholdet noe mere komplisert når det gjelder lagringstemperaturene. De er nemlig tydelig avhengig av om potetene er forbehandlet eller ikke. Uten forbehandling er det 5,0° C som har gitt lavest vekttap, men ved å forbehandle potetene kan en kjøle dem ned til 2,5° C etterpå. Men behandlingseffekten er heller ikke konstant. Den positive virkningen er mye større der hvor potetene lagres ved 80 % R.H. etter forbehandling enn der hvor luftfuktigheten fortsatt holdes på 95 % R. H. Den samme tendensen fant Bjor (1973).

Hele dette avhengighetsforholdet mellom temperatur, luftfuktighet og forbehandling dokumenteres ved at man i den statistiske beregningen har påvist et signifikant 3-faktorsamspill mellom disse klimafaktorene ved alle kontrollene.

Tabell 2 viser hvordan lagringsklimaet har virket sterkt inn på det totale lagringssvinnet. Det gunstigste totale lagringssvinnet fram til 12/6 har i middel vært 11 %, og det ugunstigste på hele 38 %. Det dårligste resultatet er i tillegg relativt enda ugunstigere fordi kvaliteten ble så sterkt redusert.

Tabell 2. % vekstvinn fra innlagring den 27/9 og fram til de forskjellige kontrolldatoene.

Temp. °C	Fuktigh. % R. H.	Forbeh. = F	Prosent lagringssvinn totalt ved alle kontrolldatoene						
			Kontrolldatoer						
			1. 11/10	2. 6/11	3. 4/12	4. 21/1	5. 4/3	6. 18/4	7. 12/6
2,5	80	0	6,2	11,1	15,6	22,9	26,6	31,9	38,0
5,0	80	0	5,4	8,5	10,8	13,7	16,2	19,3	24,1
7,5	80	0	6,7	9,9	12,0	15,6	19,3	25,5	33,1
2,5	95	0	3,4	5,8	7,5	9,5	11,2	13,1	16,7
5,0	95	0	3,1	4,9	6,2	7,7	9,4	12,3	16,0
7,5	95	0	3,0	5,0	6,2	8,7	11,8	16,3	23,5
2,5	80	F	2,1	5,3	7,3	9,7	11,6	13,6	17,0
5,0	80	F	2,4	5,5	7,3	9,5	11,4	14,2	18,2
7,5	80	F	2,5	5,8	7,7	10,8	14,3	17,9	25,5
2,5	95	F	2,4	4,5	5,6	6,9	7,9	9,0	11,0
5,0	95	F	2,7	4,2	5,6	7,0	8,4	10,5	13,6
7,5	95	F	2,5	4,6	5,8	8,3	10,9	15,4	21,9
Middelfeil, m:			0,25	0,25	0,3	0,9	0,9	1,0	0,8

Tallene i tabellen inkluderer både råte og groer, og er middeltall for alle 3 årene.

Hvert tall i tabellen er middeltall av 45 enkeltprøver. Kontrollen 11/10 er etter 14 dagers lagring.

Figurene 2 a, b, c og d gir uttrykk for temperaturvirkningene ved de 4 forskjellige kombinasjonsmulighetene mellom luftfuktighet og forbehandling.

Klima 95 % luftfuktighet uten forbehandling

Figur 2, del a viser at ved 95 % R. H. uten forbehandling har 5,0° C gitt minst totalt lagringssvinn når man ser hele lagringssesongen samlet. Men i første del av sesongen følger kurvene for 5,0° og 7,5° C hverandre. Laveste temperatur 2,5° C har derimot gitt størst svinn fram til februar. Deretter er det 7,5° C som gir det

største svinn. Dette skyldes hovedsakelig at groene da utvikles ganske sterkt ved så høy temperatur. Ved 5,0° C dannes det også en del groer fra mars av, slik at det totale svinn ved denne temperatur nærmer seg resultatet for 2,5° C på slutten av lagringssesongen.

Klima 95 % luftfuktighet med forbehandling

I figur 2, del b er det også 95 % R. H., men her er potetene forbehandlet. Dette har ført til at temperaturvirkningen er noe forskjellig fra del a.

Fram til juletider er det totale lagringssvinn ved de 3 temperaturene nokså likt, men herfra er det en tiltagende økning av svinn ved 7,5° C. Dette skyldes for en stor del det sterkt tiltagende groesvinn.

Fra slutten av januar begynner vektsvinn ved 5° C å øke relativt mere enn for 2,5° C. Litt senere begynner en å ha groedannelse ved 5° C også.

Klimakombinasjonene 95 % luftfuktighet og 2,5° C, og i tillegg forbehandling, har derfor gitt det minste totale lagringssvinn for hele lagringsperioden frem til 12. juni. Dette lagringssvinn utgjorde da i middel totalt 11 % i vekt. Høy luftfuktighet og forbehandling er derfor viktig for å oppnå en god lagring, og temperaturen må så avpasses etter lagringstidens lengde. Ved langtidslagring må derfor temperaturen ned mot 2,5° C for å unngå groedannelse og for å holde lagringssvinn lavest mulig.

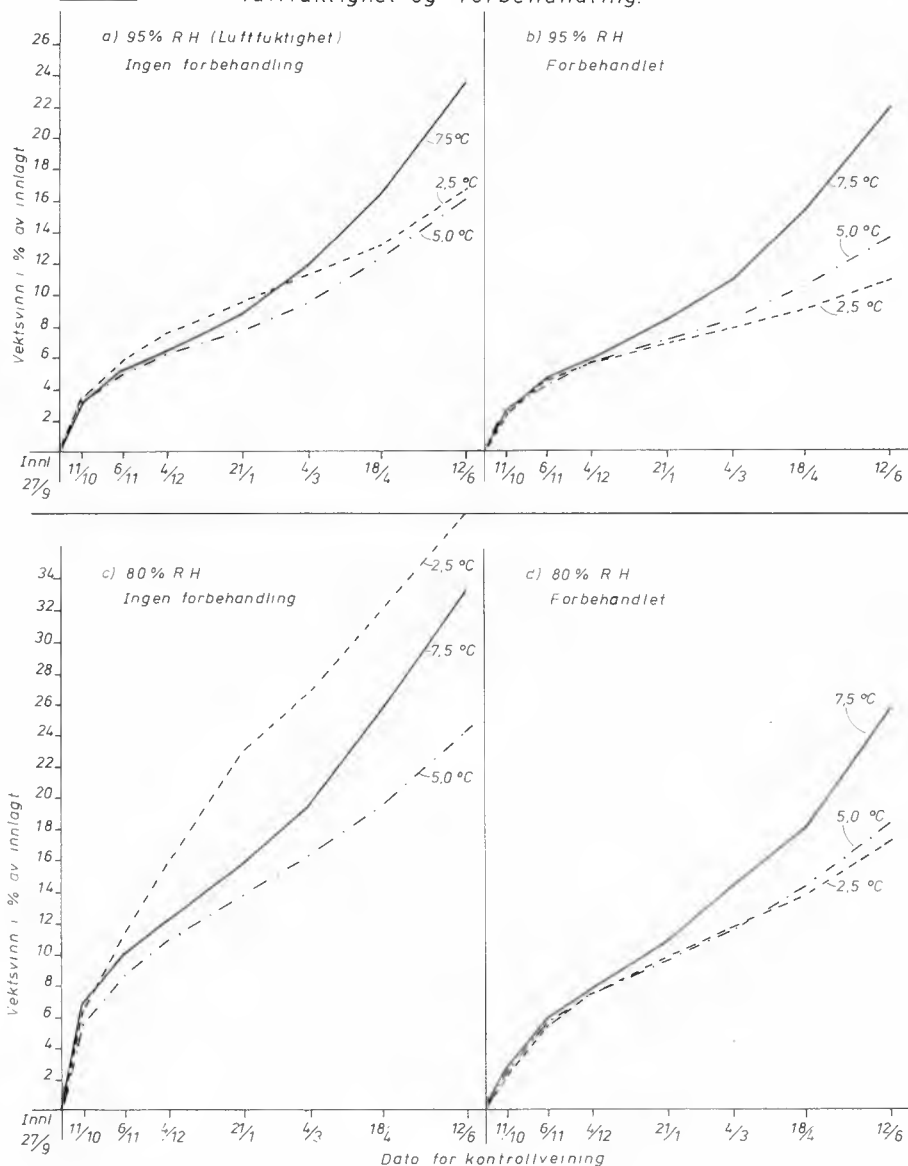
Klima 80 % luftfuktighet uten forbehandling

Figur 2 c viser lagringssvinnene ved de relativt ugunstige kombinasjonene, med 80 % luftfuktighet og ingen forbehandling, altså direkte nedkjøling til de respektive temperaturer. Allerede etter vel 1 måneds lag-

ring ligger vektsvinn her på ca. 8—10 % for alle lagringstemperaturer. Siden fortsetter svinn å øke mest ved 2,5° C til 38 % svinn, og minst ved 5,0° C til 24 % svinn den 12/6.

Samspillvirkningene mellom temperatur, luftfuktighet og forbehandling.

FIG. 2



Klima 80 % luftfuktighet med forbehandling

Figur 2 d viser til sammenligning at forbehandlingseffekten har vært meget stor ved 80 % R.H., og har resultert i at her har laveste lagrings-

temperaturen gitt minst svinn med totalt 17,0 %.

Særlig i første del av lagringsseksjonen er stigningen på disse tempe-

raturkurvene mye mindre enn på del c. Det er liten forskjell i vektsvinnet mellom 2,5° C og 5,0° C, mens 7,5° C har gitt størst svinn i peri-

oden etter jul, noe som det tiltagende grosvinnet må ta en stor del av skylden for. Totalt svinn for 7,5° er blitt 25,5 %.

Sortsresultatene

Det er i forsøksserien ikke påvist noen samspillvirkning i lagringssvinne mellom de to sortene og de ulike klimaer og behandlinger. Sor-

tene Kerrs Pink og Beate har derfor reagert nokså likt i det totale lagringssvinnet i disse forsøkene.

Vasking og bløyting av potetene

Vasking og senere bløyting av potetene ved hver kontrollveiling får en med som et nødvendig ledd når en bruker egenvektsbestemmelser ved stivelsesbestemmelsene. (Vask 2.) I tillegg har vi tatt med et ledd hvor prøvene er vasket ved innleggingen, og bare kontrollert ved avsluttende lagring. (Vask 1.) Videre har en så de prøvene som bare er kontrollveid uten vasking og uten stivelsesbestemmelse. (Vask 0.) Svinnene ved disse vaskealternativene er beregnet. Dette for å konstatere om man gjennom analysemetoden påvirker lagringssvinnene. Fordelen ved den-

ne analysemetoden er at man bestemmer stivelses-% på de samme potetene ved hver kontroll.

Ved kjemiske analyser kan man ikke analysere de samme knollene om igjen, og som kjent varierer det kjemiske innholdet ganske mye mellom knollene, sjøl i et ensartet potetparti.

Dessuten er det enkelte praktikere som bløyter potetene ved separasjon av stein og poteter ved innlagringen, og det er industrier som vasker potetene ved innlagringen. Spørsmålet har derfor en viss praktisk interesse også.

Tabell 3. Vaskings innvirkning på vektsvinnet av potetene.

	Mersvinn i % ved vasking i forhold til uvasket				
	2,5°C	5,0°C	7,5°C	80 % R. H.	95 % R. H.
Vask 1	3,6	1,2	0,7	2,7	0,9
Vask 2	5,3	1,7	0,7	4,1	1,0

Resultatene i tabell 3 viser at både vasking 1 og 2 har økt lagringssvinnet noe, og mere ved 80 % luftfuk-

tighet enn ved 95.

Ellers avtar mersvinnene med økte temperaturer.

Fordelingen av lagringssvinnet

Ved hver vektkontroll er det i tillegg til registreringen av det totale lagringssvinnet registrert hvor stor andel av dette svinnet som skyldes råte og groer, og for enkelte klimaer i tillegg fullstendig inntøking av knol-

lene. Den resterende andel, som utgjør hovedtyngden av svinnet forårsakes av ånding og vanntap. Disse tapene er slått sammen, da vi ikke har teknisk utstyr til å separere disse to tapene.

Groesvinnet

En ukontrollert groedannelse virker både til store lagersvinn og arbeidsmessige problemer og kostnader.

I tabell 4 ser en at det er i første rekke lagringstemperaturen som utløser og bestemmer groingsintensiteten. Ved 2,5° C er det ikke utløst groing i det hele tatt i disse forsøkene. Altså ingen groer etter 8½

måneds lagring. I to lagringssesonger har vi hatt liggende knoller til observasjon over to år uten at det er utløst groing. Men kokeprøver på Statens institutt for forbruksforskning av disse potetene etter 1½ års lagring, viste nokså redusert matkvalitet. Ved 5° C begynner groingen i mars, og ved 7,5° C i januar.

Tabell 4. Groedannelser ved de to siste vektkontrollene for de to sortene og for de ulike lagringsklimaer. Angitt i vektprosent av innlagt potetmengde.

	5° C		7,5° C	
	18/4	12/6	18/4	12/6
Kerrs Pink	0,8	1,6	3,9	7,4
Beate	0,5	0,8	3,0	5,2
80 % R. H.	0,5	1,0	3,1	5,7
95 % R. H.	0,8	1,4	3,9	6,8
Ikke forbehandlet 0	0,7	1,2	3,5	6,3
Forbehandlet F	0,6	1,2	3,4	6,3
Vask 0	0,8	1,4	3,7	6,7
Vask 1	0,7	1,4	3,8	7,0
Vask 2	0,4	0,8	2,8	5,2

Tallene i tabell 4 utleder den konklusjonen at i knapt to måneder fremover fra midten av april, og ved konstant lagringstemperatur, vil groesvinnet tilnærmet fordobles. Mens 7,5° C fem- til seks-dobler groesvinnet i forhold til 5,0° C i dette tidsrommet.

Sortsforskjeller med hensyn til spirehissighet og groedannelser kjennes vi godt fra praksis.

Resultatene i tabell 4 viser at Kerrs Pink er mere spirevillig enn Beate.

Økt luftfuktighet øker også groedannelsen. Det må en anta skyldes at økt luftfuktighet øker livsfunksjonene. Det samme fant Bjør (1973).

Forbehandlingen har ikke utløst sterkere groing. Faren for at forlagringsklimaet skal utløse sterkere groing utover våren er derfor uberettiget. Dette bekreftes av orienterende

forsøk med så lang forbehandlings-tid som 24 døgn. Den sterkeste vaskingen har derimot hemmet groedannelsen, vask 2 i forhold til vask 0 og 1.

En må anta at sterk groedannelse indirekte øker lagringssvinnet også,

idet groene med dårlig utviklet hudvev øker vannfordampningen fra morknollen. Dessuten virker sterk groedannelse til senking av kvaliteten. Dette kommer i tillegg til de økte arbeidsmessige problemer og kostnader.

Ånding og vanntap

Den største delen av vektsvinnet skyldes ånding og vanntap. I dette forsøket er summen av disse beregnet indirekte ved at man fra det totale lagringssvinnet subtraherer råte og groer. Stort sett kan en si at lagringstapets forløp for ånding og vanntap i dette forsøket følger kurvene for det totale lagringssvinnet. Det som forårsaker eventuelle avvikelser i forholdet mellom disse kurvene er forskjellig utvikling av råte og groer gjennom lagringsperioden. Men stort sett vil resultatene og diskusjonene av disse tapene bli de samme som for totalt lagringssvinn. Da en imidlertid må gå ut fra at det hovedsakelig er luftfuktigheten som påvirker fordampingen, bør en kunne anta at nivåforskjellen mellom de to luftfuktighetene først og fremst skyldes at vanntapet har vært størst ved 80 % R.H.

Rønsen (1971) fant imidlertid at lavere luftfuktighet økte åndingstapet. Vi må også anta at åndingstapet minker med vanntapet.

Andre forsøk har vist at åndingsintensiteten først og fremst er temperaturavhengig. Den er lavest ved 5° C og øker derfra svakt med temperaturen. Men når temperaturen avtar fra 5° C og nedover mot 0° C øker åndingen meget sterkt (*Burton*, 1966).

Av de 3 temperaturene som er med her må en da anta at åndingen har vært størst ved 2,5° C. Den har vært minst ved 5° C, og noe høyere ved 7,5° C. Hvis denne teorien stemmer, virker det ganske naturlig å kunne forklare at 5° C står med det laveste lagringssvinnet fremover til groingen utløses i mars.

Inntørkede poteter

Det er naturlig nok der hvor det har vært tørrest luft at potetene har tørket inn. Men det er bare de potetene som ikke har vært forvarmet dette har skjedd med. Omfanget av denne inntørkingen er absolutt størst ved laveste lagringstemperatur, og Beate

har vært mer utsatt enn Kerrs Pink.

Når vekta av de inntørkede knollene ved 7. kontroll beregnes i % av innlagt knollmengde, får man følgende middeltall for de poteter som er lagret ved 80 % R.H. uten forbehandling.

Lagrings- temperaturer:	2,5°C	5,0°C	7,5°C
Kerrs Pink ...	0,9	0,0	0,1
Beate	4,3	0,6	0,5

Som tallene viser er det når Beate lagres ved 2,5° C og 80 % R.H. uten

forbehandling at denne inntørkingen får noen større betydning for vektsvinnet. Men selv en svakere inntørking vil gi skrupne knoller som rent kvalitetsmessig kan ha stor negativ virkning for matpoteter.

Råtesvinnene

Ved hver vektkontroll ble de knollene som viste tydelige råteangrep veid separat og fjernet fra prøven. På mange prøver dannet det seg råteflekker som nærmest tørket inn uten å utvikle seg videre. Disse ble ikke fjernet før ved siste kontroll. Den svinnandelen som tilskrives råte fra 1. til 6. vektkontroll representerer derfor hovedsakelig aktive råteangrep hvor potetene delvis er blitt bløte. Ved 7. kontroll ble det i tillegg plukket ut også de knollene som hadde faste råteflekker. Kriteriet for utplukkingen ved 7. vektkontroll var at alle poteter som ikke kunne brukes som matpotet ble fjernet. I noen prøver, særlig fra 80 % R. H. uten forbehandling, var det mange knoller som var inntørket, skrupne og enkelte harde som stein, uten at det kunne påvises noe sjuk-

domsangrep. Disse ble også veid ut for seg og inngår således i det totale vektsvinnet. Disse potetene var dessuten meget lette, slik at størstedelen av det svinnet disse forårsaker er inkludert i ånding og vanntap ved tidligere veining.

Man må også regne med at de råteknollene har letnet noe i vekt før de er veid ut av prøvene. Dette vekttapet som da egentlig skyldes råteangrep, har også kommet med under ånding og vanntap.

Det er påvist flere samspillvirkninger mellom de ulike forsøksfaktorene m.h.t. råteangrepet. Utslagene er allikevel så små at det betyr relativt lite i forhold til det totale lagringssvinnet. I tabell 5 er det derfor bare tatt med hovedvirkningene av de ulike forsøksfaktorene.

Tabell 5. Råteknoller i vektprosent fra innlegg og fram til de ulike kontrolldatoene.

Kontrolldato	Kerrs Pink			Beate		
	11/10	21/1	12/6	11/10	21/1	12/6
2,5°C	0,8	1,1	2,1	0,0	1,5	4,6
5,0°C	0,8	1,1	1,8	0,4	0,5	1,2
7,5°C	0,9	1,3	2,2	0,1	0,3	1,1
80 % R. H.	0,7	1,1	2,0	0,2	1,2	2,9
95 % R. H.	0,9	1,3	2,1	0,2	0,4	1,7
Vask 0	0,3	0,6	1,4	0,0	0,5	1,8
Vask 1	1,1	1,4	2,2	0,2	0,9	2,4
Vask 2	1,1	1,5	2,5	0,2	1,0	2,8
Forbehandlet	1,6	2,1	3,0	0,3	0,5	0,9
Ikke forbehandlet ..	0,0	0,3	1,1	0,0	1,1	3,8

11/10 er etter 14 dagers lagring.

I første halvdel av lagringssesongen har Kerrs Pink blitt sterkere angrepet av råte enn Beate. Dette skyldes hovedsakelig at forbehandlingen har påført Kerrs Pink 1,6 vektprosent råtne knoller, mens Beate bare har fått 0,3 % råtne knoller i forbehandlingsperioden.

På slutten av lagringssesongen har derimot råteangrepet vært størst for Beate, der lagringsklimaet har vært

ugunstigst og da i særdeleshet når denne sorten ble lagret ved 2,5° C og 80 % R. H. uten forbehandling.

Verken temperatur eller luftfuktighet har hatt noen betydning for råteangrepet på Kerrs Pink.

Vaskingen har øket råteangrepet på begge sortene, men det er ingen sikker forskjell mellom de to vaskintensitetene.

4. Klassifisering av råteorganismene

I løpet av den siste lagringssesongen, ble alle de råtne knollene man fant ved hver av de 7 vektkontrolene sendt til Statens plantevern. Her identifiserte førsteamanuensis Erling Førstund de sykdomsorganismer som var i disse knollene.

Følgende råteorganismer ble påvist: Bløtråte (*Pectobacterium carotovorum*), Pythiumråte (*Pythium ultimum*) og Fusariumråte (*Fusarium solani*). Men det var tydelig at lag-

ringsklimaet hadde hatt stor innvirkning på angrepsgraden av de forskjellige sykdommene. Hvor stort vekstvinn dette råteangrepet totalt forårsaker, fremgår av tabell 5.

For å få et begrep om størrelsesorden av de forskjellige sykdommene, er det i den følgende fremstillingen omregnet til antall råtne knoller i 100 kg poteter som felles målestokk.

Bløtråte

Etter 14 dagers lagring er det kun i de prøvene som har vært forbehandlet (15° C + 95 % R.H.) man har funnet bløtråte. Men her er det både sortsforskjell og utslag for vaskinga:

Kerrs Pink vasket:

71 råtne knoller pr. 100 kg poteter

Kerrs Pink uvasket:

6 råtne knoller pr. 100 kg poteter

Beate vasket:

15 råtne knoller pr. 100 kg poteter

Beate uvasket:

2 råtne knoller pr. 100 kg poteter

Kerrs Pink er mye sterkere an-

grepet enn Beate, spesielt når potetene er vasket før forbehandlingen. Begge sortene har imidlertid reagert meget negativt på vaskinga.

I den påfølgende hovedlagringssesongen er det funnet lite bløtråte. Gjennomsnittlig 4 knoller pr. 100 kg hos Kerrs Pink og 2 knoller hos Beate. Men også her er det de prøvene som ble vasket og forbehandlet ved innlagring som er mest angrepet. Det er ingen entydige utslag verken for temperatur eller luftfuktighet på lageret med hensyn til bløtråteangrepet.

Pythiumråte

Det er hovedsakelig Kerrs Pink som er angrepet av *Pythium*. I løpet av forbehandlingsperioden er det bare Kerrs Pink som er angrepet. Her er det gjennomsnittlig 4 angrepne knoller pr. 100 kg av de forhandlede prøvene. Det er ingen forskjell mellom vaskede og uvaskede prøver.

Det er noe angrep i de potetene som ikke er forbehandlet. I resten

av lagringssesongen tilsvarer de råtne potetene mindre enn 1 knoll pr. 100 kg i Beate og 2 knoller i Kerrs Pink. Med hensyn til lagringssklimaet er Kerrs Pink mye sterkere angrepet ved 7,5  C enn ved de to lave lagringstemperaturene. I middel 5 knoller pr. 100 kg mot bare 1 ved 2,5  og 5  C.

Fusariumråte

Det er ikke funnet fusarium så tidlig som etter de to første lagringssukene.

Senere i sesongen er det funnet 2 fusariumangrepne knoller pr. 100 kg. Kerrs Pink og 1 knoll i samme mengde Beate. Men her er det entydige temperaturvirkninger.

I middel for begge sortene er det funnet følgende antall knoller pr. 100 kg poteter ved de respektive temperaturer:

- 2,5  C — 3 knoller
- 5,0  C — 2 knoller
- 7,5  C — 1 knoll

Det er altså et markert sterkere angrep ved lav lagringstemperatur. Mellom de to luftfuktighetene, 80 og 95 % R.H. er det ingen påviselig forskjell i angrepsfrekvens.

Når det gjelder forhandlingseffekten, ser det ut til at sortene har reagert litt forskjellig. Forbehandlingen har hatt en svak positiv virkning for Beate, men for Kerrs Pink er det absolutt sterkest angrep i de forhandlede prøvene. Vaskingen har favorisert fusariumangrepet i begge sortene.

5. Skurvangrep

De to siste forsøksårene ble det ved siste vektkontroll foretatt en skjønsmessig vurdering av skurvangrepet. Det ble brukt skala 0—5, hvor 0 er fri for skurv. Det var helhetsinntrykket fra hver prøve som lå til grunn for denne vurderingen. Men det kunne være store forskjeller mellom potetene innen samme prøve, dessuten var det ofte angrep av flere skurvarter på samme knoll.

Den største forskjellen ble registrert mellom sortene. Kerrs Pink fikk en middelvei på 2,0, mens Beate fikk 0,7. Laveste lagringstemperatur

har gitt noe sterkere skurvangrep enn de to øvrige temperaturene. Dette gjelder spesielt for Beate det ene året. Mellom de to luftfuktighetene er det praktisk talt ingen forskjell. De forhandlede prøvene viser tendens til litt svakere skurvangrep enn de øvrige prøvene.

De uvaskede prøvene har litt sterkere skurvangrep enn de vaskede. Dessuten er det innen de vaskede prøvene mindre skurv i de prøvene som ble vasket ved hver vektkontroll enn i de prøvene som bare ble vasket ved innlegg og uttak.

6. Endring i stivelsesprosenten

Stivelsesprosenten er registrert ved egenvektsbestemmelser ved veiing av 5 kg poteter i luft og vann. Stivelsesprosenten er valgt fordi den bestemmes sikrere enn tørrstoffprosenten ved egenvektsbestemmelser. Summarisk vil en få tørrstoffprosenten ved å legge 7,2 prosentenheter til stivelsesprosenten.

Fordelen med denne metoden er at en bestemmer stivelsesprosenten på de samme potetene ved hver kontroll. Det kan man ikke ved kjemiske analyser.

Men som vi så i eget avsnitt om vasking av potetene, vil vaskingen økte knollsvinn litt. Inntørkede og skrupne poteter vil kanskje også gi gale angivelser. Men ved de gunstigste klimakonstellasjonene skulle ikke vaskingen ha så stor negativ innflyt-

else, fordi vaskesvinnet var lite og potetene i god kondisjon. Tendensen blir likevel at vi registrerer litt for lav total stivelsesmengde.

I middel for hele denne forsøksserien var potetenes stivelsesinnhold ved innlagring 16,7 %. Men i løpet av lagringssesongen har denne stivelsesprosenten forandret seg. Størrelsen av denne forandringen har vært påvirket av temperatur, luftfuktighet og forbehandling. Samspillet mellom disse klimafaktorene har resultert i at virkningen både av temperatur og luftfuktighet hver for seg og sammen har vært påvirket av om potetene ble forbehandlet ved innlagringen.

Tabell 6 viser hvordan lagringsklimaet har påvirket stivelsesprosenten både med og uten forbehandling.

Tabell 6. Økning i prosent stivelse fra innleggingen.

Lagringstemperatur og forlagringsforhold	Kontrollnummer og dato			
	1. 11/10	2. 6/11	6. 18/4	7. 12/6
2,5°C 0	1,2	2,1	3,4	3,6
F	÷0,2	0,7	1,6	1,7
5,0°C 0	0,9	1,5	2,9	3,4
F	÷0,2	0,5	1,5	2,0
7,5°C 0	0,9	1,6	3,4	5,0
F	÷0,2	0,5	2,3	3,8
Luftfuktighet og forlagringsforhold				
80 % R. H. 0	1,4	2,5	4,6	5,5
80 % R. H. F	÷0,2	0,8	2,4	3,3
95 % R. H. 0	0,5	1,0	1,9	2,5
95 % R. H. F	÷0,2	0,4	1,1	1,8

0, uten forbehandling.

F, forbehandlet.

÷ er registrert nedgang i prosent stivelse.

11/10 er etter 14 dagers lagring.

Forbehandlet

I løpet av forbehandlingsperioden er det registrert en liten nedgang i stivelsesprosenten (0,2 %-enheter) hos de forbehandlede prøvene. For de prøvene som ble nedkjølt direkte til 2,5, 5,0 eller 7,5° C er det i samme periode funnet en gjennomsnittlig økning i stivelsesprosenten på 1,0 %-enhet. Etter avsluttet forbehandling har alle prøvene økt i stivelsesprosent. Men forbehandlingen har ført til at den påfølgende lagringstemperatur har hatt liten innvirkning på stivelsesprosentens endring i første halvdel av lagringssesongen. Fra ap-

ril derimot begynner det å bli en spredning i stivelsesprosentene for de forbehandlede prøvene. 7,5° C får her en tiltagende økning i stivelsesprosent som gjør at den ender opp med høyere stivelsesprosent enn de to laveste temperaturene, selv der hvor disse ikke har vært forbehandlet. Ved 5° C blir det også en sterkere økning i stivelsesprosenten i siste del av lagringssesongen. Selv om utslaget er mindre enn ved 7,5° C, forårsaker det at 2,5° C, som har hatt en ganske jevn økning hele tiden, får den laveste stivelsesprosenten ved siste kontroll.

Uten forbehandling

Uten forbehandling har laveste lagringstemperatur gitt størst økning i stivelsesprosenten fram til 21. januar (4. kontroll). Så langt er det liten forskjell mellom 5,0° og 7,5° C som hele tiden har ligget noe lavere enn 2,5° C. Herfra har 7,5° C gitt en tiltagende økning, og ved 6. kontroll (18/4) er stivelsesprosenten lik for høyste og laveste temperatur. Den samme utviklingen fortsetter også fram til siste kontroll hvor 7,5° C da har 5,0 %-enheter høyere stivelsesinnhold enn ved innlagring. 5,0° C som har hatt en tilnærmet, rettlinjert svak økning hele tiden, nærmer seg

nivået til 2,5° C på slutten av sesongen.

Samspillvirkningene for ulike klimaer og lagringstid på spredningen i stivelsesprosenten, medvirker til å forklare forskjellen mellom totalt vektsvinn og tap av stivelsesmengde. I grove trekk er det de potetene som har vært lagret ved 80 % R.H. uten forbehandling som har hatt størst økning i stivelsesprosenten. Dette resulterer da i at stivessvinnet blir relativt mye lavere enn det totale vektsvinnet for de samme prøvene.

Det var ingen sikre forskjeller mellom de to sortene med hensyn til endringer i stivelsesprosentene.

7. Lagringstap av stivelse

Stivelsen utgjør ca. $\frac{3}{4}$ av potetens tørrstoff, og en endring i tørrstoffinnholdet skyldes for en meget stor del endring i stivelsesprosenten. Andelen ikke-stivelse er mere konstant, men relativt kan viktige stoffer av ikke-stivelsen som forekommer i små mengder, variere i innhold.

Under lagringen foregår det en stoffmessig ombygging av potetens kjemiske innhold, særlig nedbryting av stivelse til sukker, mere enn det som er nødvendig til åndingen. En del sukker gjenbygges derfor til stivelse. Dette kan være noe av forklaringen på at vi først i lagringsperio-

den ofte får en økning i stivelsesmengde, særlig i tørr luft. Ved beregninger av materiale i Larsson's (1973) resultater fra Sverige har han kommet til samme resultat med økning i totalt tørrstoffinnhold, sjøl om han bestemmer tørrstoffprosenten ved tørking. I hans resultater gjelder dette forholdet også særlig ved de

laveste luftfuktigheter, 50 og 70 % R. H.

Forsøksresultatene er så entydige at det må få praktiske konsekvenser for veiledningen i lagring av poteter til grovindustrien som veier inn og betaler etter stivelsesmengde. Lagringssvinnene av stivelse blir et produkt av vekstvinn i knoller og endringen i stivelsesprosenten.

Tabell 7. Totalt lagringssvinn i stivelse i % av innlagt stivelsesmengde.

Lagringstemperatur og forlagringsforhold	Kontrollnummer og dato			
	1. 11/10	2. 6/11	6. 18/4	7. 12/6
2,5° C 0	+1,6	+2,6	9,6	12,7
2,5° C F	3,5	0,8	3,4	5,0
5,0° C 0	+0,8	+1,7	2,4	4,0
5,0° C F	4,6	2,8	5,6	5,8
7,5° C 0	+0,4	+1,4	5,1	7,2
7,5° C F	4,3	2,5	5,0	6,7
Luftfuktighet og forlagringsforhold				
80 % R. H. 0	+1,9	+3,2	7,0	9,4
80 % R. H. F	4,2	1,4	3,1	4,8
95 % R. H. 0	0	+0,7	4,5	6,5
95 % R. H. F	4,1	2,7	6,2	6,9

0, uten forbehandling.

F, forbehandling.

+ er registrert økning i stivelsesmengde.

11/10 er etter 14 dagers lagring.

Resultatene i tabell 7 viser at det er store forskjeller i stivessvinn mellom første og siste del av lagringsperioden.

Ingen forbehandling har, både for begge luftfuktigheter og alle tre hovedlagringstemperaturer, gitt en større registrert stivelsesmengde ved de to første kontrollene enn ved innleggingen. I middel er denne økningen 0,9 % etter 14 dagers lagring direkte innsatt til sine hovedlagringstemperaturer, og er økt til 1,9 % den 6/11.

Forbehandling har derimot senka total stivelsesmengde i middel med 4,1 % etter 14 dagers forlagring ved 15° C og 95 % R.H.

Stivessstapet er i middel gått ned til 2,0 % den 6/11. Differansen i stivessstapet til fordel for ingen forbehandling er derfor 5 % mere stivelse etter 14 dager, og 3,9 % i middel den 6/11.

Det er ingen sikre samspillvirkninger her, så det er nokså entydig at forlagringen har virket til å senke det registrerte stivesssvinn uansett luftfuktighet og lagringstemperatur. Dette skyldes vel hovedsakelig at forlagringen senker stivelsesprosenten, mens innlagring direkte til hovedlagringstemperaturene øker den.

I slutten av lagringsperioden derimot får man sikre samspillvirkninger, og her har man fått betydelig

positiv effekt for forbehandling. Særlig har forbehandlingen senka stivelsessvinnet til under det halve både ved 80 % luftfuktighet og ved 2,5° C, altså det forholdet som virket uheldigst på totalt knollsvinn også.

Ved 5° C derimot er det fortsatt forsøksleddene uten forbehandling som har gitt det laveste totale stivelsessvinn, mens ved 7,5° C er totalt stivelsestap nokså likt uten og med forbehandling ved de to siste kontrollene.

I grunnmaterialet går det frem at 0 forbehandling, 5° C og 80 % R. H. har gitt det gunstigste resultatet med bare 2,3 % stivelsessvinn totalt. Det dårligste resultatet for hele lag-

ringssesongen er det blitt med forsøksleddet 0 forbehandling, 2,5° C og 80 % R.H. med hele 19 % totalt stivelsessvinn. Dette til tross for at denne kombinasjonen stod godt i første delen av lagringsperioden.

Poteter som leveres til all industri som betaler etter innveid stivelsesmengde bør derfor lagres i tørrere luft uten en markert forbehandlingsperiode, særlig gjelder dette leveranser tidlig i sesongen. Samtidig må det tolereres at potetene ikke er så saftspente.

Temperaturen på ca. 5° C er gunstigst, som for matpoteter. Sortene har ikke reagert signifikant ulikt.

8. Kjemiske analyseresultater

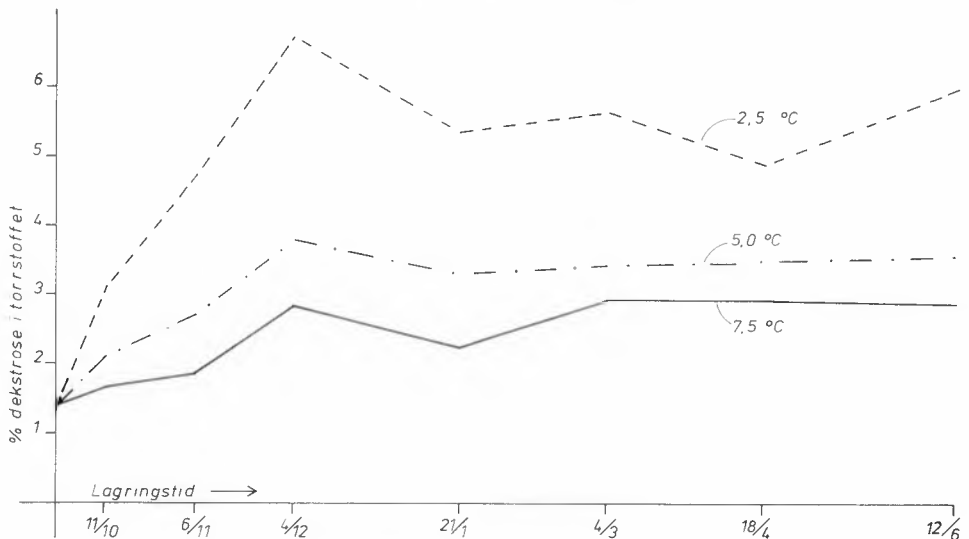
Potetenes sukkerinnhold

Ved hver vektkontroll har Potetindustriens laboratorium foretatt bestemmelser med hensyn til potetenes innhold av reduserende sukker, uttrykt som mg DE/ml. potetsaft. Samtidig er også tørrstoffinnholdet bestemt i de samme prøvene. Med disse to analyseresultatene som utgangspunkt er sukkerinnholdet omregnet til gram DE pr. 100 gram tørrstoff, heretter betegnet som % DE i T det vil si innhold av reduserende sukker uttrykt i % av potettørrstoffet. Ved opptakingen av de potetene som er benyttet til lagringsforsøket, ble det hvert år tatt ut noen prøver til sukkeranalysering direkte fra jordet. Disse analyseresultatene skulle da gi uttrykk for det gjennomsnittlige nivå med hensyn til potetenes sukkerinnhold ved innlagring. I middel for disse prøvene var det 1,38 % DE i T, med noe større innhold i Beate enn Kerrs Pink, henholdsvis 1,66 og 1,10 % DE i T. I løpet av

lagringssesongen har dette sukkerinnholdet blitt større. Allerede etter 2 ukers lagring har det øket til 2,60 for Beate og 1,99 % for Kerrs Pink. Økningen fortsetter for begge sortene fram til 3. kontroll den 4/12, hvor det i middel for begge sortene var 4,44 % DE i T. Her stagnerer sukkerøkningen, for Beate er det faktisk registrert en nedgang til de påfølgende kontrollene. Dette resulterer i at man den 4/3 også har påvist en sikker sortsforskjell, men da med Kerrs Pink som den «søteste» med 4,33 % og Beate med 3,70 % DE i T. Selv om man i disse forsøkene har registrert en endring av sortsrekkefølgen mellom Kerrs Pink og Beate i løpet av lagringssesongen, er utslagene relativt små og bare ved 2 av de 7 kontrolltidspunktene er de signifikante. En annen forsøksfaktor som derimot viser entydig utslag gjennom hele lagringsperioden er temperaturen.

FIG. 3

Gram DE pr. 100 gram tørrstoff (% DE i T)
ved de 3 temp. gjennom lagringssesongen.



Figur 3 viser for det første at laveste lagringstemperatur, 2,5° C har gitt høyeste sukkerinnhold hele lagringssesongen.

Men det er særlig i de 2 første lagringsmånedene at sukkerkonsentrasjonen øker mye sterkere ved 2,5° C enn ved de to andre temperaturene. Den 21. januar er det faktisk for alle temperaturene registrert lavere sukkerkonsentrasjon enn ved foregående kontroll den 4. desember. Det er ikke registrert noen nevneverdig økning i sukkerinnholdet fra tiden omkring årsskiftet og fram til sommeren. I middel for hver av de 3 temperaturene har nivået i denne lagringsfasen vært 5,5 % DE i T ved 2,5° C, 3,5 % ved 5,0° C og 2,8 %

ved 7,5° C.

Når det gjelder luftfuktigheten på lageret, har 95 % R.H. gitt høyere sukkerinnhold enn 80 % R.H., men forskjellen er sikker bare ved siste kontroll.

Forbehandlingen har også påvirket sukkerinnholdet, men det er særlig i løpet av forbehandlingsperioden at forskjellen oppstår. De forvarmede prøvene har etter denne 14-dagers perioden et gjennomsnittlig sukkerinnhold på 1,04 % DE i T. Middeltallet for de prøvene som ble direkte nedkjølet er 3,54 % etter 14 dagers lagring. Når så de forvarmede potetene nedkjøles, øker også sukkerinnholdet i disse, og den opprinnelige forbehandlingseffekten forsvinner.

Innhold av nitrogen, fosfor og kalium (N, P og K)

Det første forsøksåret (1973—74) ble det ved de 4 første kontrollene foretatt kjemiske analyser over nitrogen-, fosfor- og kaliuminnholdet i potetene. Også disse analyseringe-

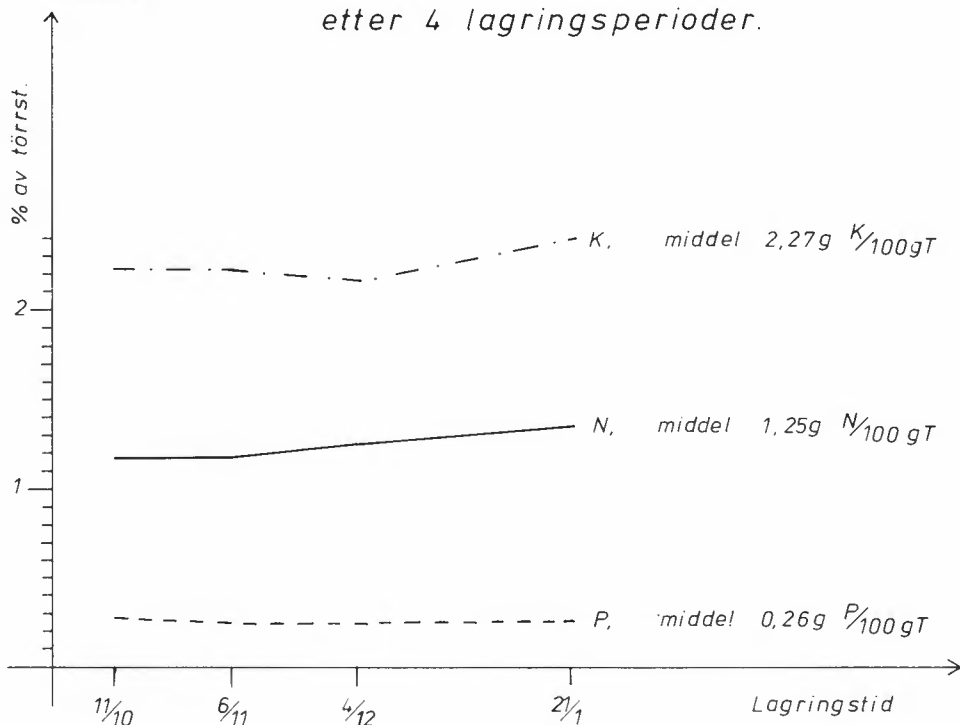
ne ble utført ved Potetindustriens laboratorium og resultatene presenteres som gram av de respektive næringsstoffer pr. 100 gram tørrstoff, det vil si: % av T.

Figur 4 viser middelverdien for hvert av de tre stoffene ved de 4 analyse-tidene.

Men innen hvert av de 3 næringsstoffene er det både sortsforskjeller og utslag for lagringsklimaet.

FIG 4

Gjennomsnittlig N, P og K-innholdet etter 4 lagringsperioder.



Nitrogen

Nitrogen er lite påvirket av de forskjellige forsøksfaktorene. Det er bare forbehandlingen som har påvirket og senket nitrogeninnholdet, men virkningen begrenser seg til selve forbehandlingsperioden. Etter 14 dagers lagring er det gjennomsnittlige N-innholdet 1,24 % av T for de potetene som ble direkte nedkjølt. Med forvarmingen ved 15° C i den samme perioden ble det registrert 1,12 % N av T. Årsaken kan vel forklares med at stivelsesprosenten senkes, fordi forskjellen utjevnes ganske raskt når også de forvarmede pote-

tene nedkjøles til de respektive hovedlagringstemperaturene.

Selv om Beate har hatt litt større N-innhold enn Kerrs Pink ved alle de fire analyse-tidene, er denne sortsforskjellen ikke statistisk sikker.

Fosforinnholdet

Fosforinnholdet er også lite påvirket, men det er sikker sortsforskjell i fosforinnholdet ved hver kontroll. Kerrs Pink har lavest fosforinnhold med 0,22 % P av T, mens Beate har 0,29 % P. Ved 2. og 3. kontrollen ble det også påvist samspillvirkning mel-

lom temperatur og fuktighet. Men utslagene er meget små og de peker dessuten i hver sin retning ved de to tidspunktene.

Kaliuminnholdet

Kaliuminnholdet er også høyere for Beate enn Kerrs Pink, henholdsvis 2,36 og 2,17 % K av T i middel for de fire analysene.

Forbehandlingen har også ført til at K-innholdet er blitt noe lavere enn uten forbehandling. Men i motsetning til N-innholdet, så har denne

forskjellen holdt seg også etter at forbehandlingen ble avsluttet. De forhandlede prøvene har hatt et gjennomsnittlig K-innhold på 2,23 % av T, mens de andre prøvene har hatt 2,30 % K av T.

Temperatur og luftfuktighet har også påvirket K-innholdet. Ved 80 % R.H. har K-innholdet vært litt høyere enn ved 95 % R.H. Laveste lagringstemperatur har også gitt litt høyere K-innhold enn de to andre lagringstemperaturene, men denne temperaturvirkningen har vært sterkest ved 95 % R.H.

9. Summary

These storage results reveal a significant interaction for total loss of weight between prestoring, storage temperature and air humidity. The climatic conditions during the 14 days of prestoring were 15° C and 95 % R.H. A prestorage period of up to 24 days gave the best result in a single research, without increased sprouting in the following spring. The lower the temperature acid humidity, the better the results for a prestorage treatment.

The best storage temperature seems to be about 5° C until April, preconditioned, and 95 % R.H. For longer storage periods 2.5° C will be better to restrain the sprouts. The best result in respect of total loss of weight for the entire storage season until 12 June is shown after prestoring, 2.5° C and 95 % R.H. Then the total loss of weight was 11 %.

Potatoes for industrial use which are paid for according to their starch content (percentage of starch x weight of tubers) fare better if stored at a lower air humidity and without any prestorage period. This gives from 4 % to 5 % less loss of starch up till Christmas. Later in the storage

season prestorage treatment gave good results in reducing the loss of starch, even at a storage temperature of 2.5° C and 80 % R.H. With a storage temperature of 5° C no prestorage treatment seems necessary, and up to 12 June in the following year gave only 2.3 % total loss of starch.

Prestorage treatment gave more soft rotten tubers in the prestorage period, better results later in the storage season.

Sprouting starts in March at 5° C, and in January at 7.5° C. Kerrs Pink sprout more than Beate. At 2.5° C there is no sprouting at all.

A high humidity, 95 % R.H., gave more sprouts than 80 % R.H. Prestorage treatment had no influence on the sprouting. Low temperatures and dry air without prestorage treatment gave large numbers of completely dried-up tubers.

The content of sugar increased with decreased temperature, and had its highest value around Christmas. Prestorage treatment gave a lower content of sugar, but this effect disappeared later in the storage season.

10. Litteraturoversikt

- Bjor, Tore*, 1973: Virkningen av lagringsklima og behandling før lagring på vekt-tap, groing og innhold av reduserende sukker hos poteter. Meld. Norges Landbrukshøgskole, 52, nr. 6.
- Burton, W. G.*, 1966: The Potato. H. Venman & Zonen N. V. Wageningen, Holland.
- Hansen, Frode og Johs. Bak Henriksen*, 1960: Undersøgelser over såring av Kartoffler. Tidsskrift for planteavl. 64. binds 2. hæfte: 244—293.
- Larson, Kjell*, 1973: Potatislagring vid olika luftfugtighet. Jordbrukstekniska Institutet. Meddelande nr. 349.
- Rønsen, Knut*, 1971: Åndingsintensitet hos potetknoller. Forskning og forsøk i landbruket. Bind: 22: 377—388.



I redaksjonen 21.7. 1977.

GJØDSLINGSFORSØK MED RØDBET

Fertiliser Experiments with Red Beet

AV
JENS ROLL-HANSEN

INN H O L D

	Side
I. Sammendrag	700
II. Innledning	700
III. Resultater	701
A. Nitrogen	701
B. Fosfor	705
C. Kalium	709
D. Jordanalyser gjennom et år	713
1. pH	713
2. Fosfor	716
3. Kalium	716
4. Magnesium	717
IV. Summary	719

I. Sammendrag

Ved rasjonell gjødsling av de to forsøksfeltene på Kvithamar, har en fått omtrent følgende innhold i 1000 kg friske rødbeter:

Nitrogen (N) ...	2500—3000 gram
Fosfor (P)	450— 500 gram
Kalium (K)	3000—4000 gram
Magnesium (Mg)	200— 225 gram
Kalsium (Ca) ..	200— 275 gram
Svovel (S)	80— 90 gram

Ser en alle forsøksårene i sammenheng, synes 20 kg N (15—25 kg) pr. dekar å peke seg ut som en passelig stor gjødselmengde, — selv om en enkelte år kan oppnå avlingsøking ved å gå helt opp i 30 kg N pr. dekar.

Hovedeffekten for fosforgjødsel viser at de minste mengdene med 2,6 og fra 1973 med 4,4 kg P pr. dekar, har vært tilstrekkelig. Dette har gitt P-AL verdier på 16 og 12 for henholdsvis forsøk «nord» og «syd». I disse forsøkene har P-HCl-verdiene vært rundt 100.

Generelt regner en med at sterk gjødsling med kalium er årsak til mindre opptak av magnesium. Sterk gjødsling med fosfor har i disse forsøkene i noen grad hindret denne virkningen av kalium.

Det var tydelig alt i ettervirkningsåret etter hodekål at rødbetene gir stort utslag for kalium og vesentlig mer enn vi i de foregående forsøksår hadde fått for gulrot og hodekål.

Likevel synes 100 kg fullgjødning A (14—6—16) å dekke et rimelig behov for kalium til rødbet. Og 100 kg fullgjødning A gir samtidig rødbetene nok fosfor. For å dekke behovet for nitrogen, vil det i mange tilfelle kreves et tillegg ved å overgjødse i veksttiden, f. eks. etter 30 kg kalksalpeter pr. dekar.

På grunn av omdanningsprosesser i jorden og rotaktiviteten i veksttiden, sank pH i juni og juli med omtrent 0,5 pH enheter i disse forsøksfeltene. Ut over høsten og vinteren gikk imidlertid denne nedgangen tilbake igjen, slik at pH våren 1975 var praktisk talt den samme som våren 1974, eller litt høyere.

Ved forholdsvis små gjødselmengder bindes en vesentlig del av det tilførte kalium sterkt til jorden på Kvithamar, antageligvis vesentlig til leirkolloidene. Bindingen er så sterk at en ved AL-analysen, alt en uke etter gjødsling, bare fant igjen 50 % av den minste gjødselmengden (20,5 kg K/daa).

II. Innledning

Denne meldingen går igjennom resultater for NPK-gjødsling til rødbet fra to forsøk som begge ligger på Kvithamar, — det ene nord for og det andre sør for bygdeveien. Jorden på forsøk «nord» var meget moldrik, sandrik leirjord. Jorden på forsøk «syd» var moldrik, middels stiv leirjord.

Forsøkene ble startet 1957 som blindforsøk, og dette året med både gulrot og rødbet.

Det var videre forsøk med gulrot 1958—62, hodekål 1963—67 og rødbet 1968—75.

Av rødbet ble det i 1957 brukt den runde 'Improved Detroit' og for årene 1968—75 den sylindrerforma 'Formanova'.

Det ble sådd i månedskiftet mai—juni med en rad på drill, 65 cm avstand, og tynnet til 7,5 cm.

Hensikten med forsøkene har vært å finne frem til de riktige gjødsel-

mengdene av stoffene nitrogen, fosfor og kalium, og til hvilke verdier av jordanalysene for P og K som er hensiktsmessig for rødbetdyrking under tilsvarende forhold som ved Kvithamar.

Av tabellene 1, 3 og 5 går det frem hvilke gjødselmengder som ble brukt pr. år på de enkelte forsøksledd. Måten jordprøvene ble tatt ut på, er referert under tabell 7. Gjennomsnittsstørrelse av røttene i klasse I som ble brukt til analyse, står øverst i tabell 8.

For at ikke mangel på magnesium skulle ødelegge et optimalt resultat, ble det både i 1965 og i 1974 gitt 50 kg kiseritt pr. dekar. I 1968, da det ble gjødslet likt på alle ruter, ble det brukt kalkammonsalpeter med bor, — for å være sikker på at ikke mangel på bor skulle kunne ødelegge forsøket.

En av blokkene (9 ruter) er senere tilført mikronæringsstoffer i form av

frittet trace elements nr. 36, etter 20 kg pr. dekar, — i håp om å kunne oppdage på de andre to blokkene mulig mangel på et av de esensielle mikronæringsstoffene.

En må søke noe av årsaken til det svake avlingsresultatet i 1971 i lav sommertemperatur, omtrent 1° C lavere middeltemperatur i juli—september enn normalt.

Jordprøvene er analysert ved Statens jordundersøkelse, Norges landbrukshøgskole. Rødbetene er analysert ved Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim. Sentral for forsøksmetodikk og databehandling ved Norges landbrukshøgskole har behandlet tallmateriale.

Fagassistentene Arne Reitan og Roald Sagerup har stått for forsøkets utførelse med gjødsling, uttaking av prøver, høsting, lagring og sammenstilling av de enkelte års resultater etter hvert som de forelå.

III. Resultater

A. Nitrogen

Tabellene 1, 2 og 8. I årene 1969—1971 var det avlingsøking for gjødsling med 15,1 kg N i forhold til 9,9 kg N pr. dekar. I 1971 var det også på begge felt en betydelig, og rettlinjert øking frem til 20,3 kg N pr. dekar.

I 1972 ble det derfor brukt ennå større mengder med nitrogen. Og dette året ga 25,5 kg N pr. dekar signifikant størst avling. Og en gikk ytterligere opp i gjødselmengden for årene 1973 og 1974. I 1973 ga 30,7 kg N pr. dekar signifikant størst avling for begge feltene og i 1974 for felt syd.

Ser en alle forsøksårene i sammenheng, synes 20 kg N (15—25 kg) pr. dekar å peke seg ut som en passelig stor gjødselmengde, — selv om en enkelte år kan oppnå avlingsøking ved å gå helt opp i 30 kg N pr. dekar.

Ved oppbevaring på kjølelager til i april, har lagringsevnen vært lite påvirket av de ulike mengdene nitrogen-gjødsling. Bare ved særlig lang lagring, til sist i mai, er lagringsevnen gått klart ned etter største mengde nitrogengjødsling.

Tabell 8 viser innholdet av enkelte stoffer i rødbeter tatt fra forsøk «nord» i de to årene 1971 og 1974.

Tabell 1. Nitrogen i tre mengder. Forsøk «nord».

Table 1. Nitrogen at three rates. Trial «north».

	1 N	2 N	3 N
Blindforsøk 1957. Preliminary check 1957			
Fullgjødning B. Triple fertiliser B			
11,5 % N, 5 % P, 14,5 % K. Kg/decare	100	100	100
Kalkammonsalpeter med 0,35 % B			
<i>Calcium ammonium nitrate with 0.35 % B</i>			
Kg/dekar. Kg/decare	50	50	50
Ettervirkning etter forsøk med hodekål.			
<i>After effect, after trial with cabbage.</i>			
1968.	Kalkammonsalpeter, kg/dekar		
	<i>Calcium ammonium nitrate, kg/decare</i>		
	40	40	40
	med 0,35 % B, with 0.35 % B		
1969—1971.	Kalkammonsalpeter, kg/dekar		
	<i>Calcium ammonium nitrate, kg/decare ...</i>		
	20	40	60
	Kalksalpeter, kg/dekar		
	<i>Calcium nitrate, kg/decare</i>		
	30	30	30
	Kg N/dekar. Kg N/decare		
	9,9	15,1	20,3
1972.	Kalkammonsalpeter, kg/dekar		
	<i>Calcium ammonium nitrate, kg/decare ...</i>		
	40	60	80
	Kalksalpeter, kg/dekar		
	<i>Calcium nitrate, kg/decare</i>		
	30	30	30
	Kg N/dekar. Kg N/decare		
	15,1	20,3	25,5
1973—1974.	Kalkammonsalpeter, kg/dekar		
	<i>Calcium ammonium nitrate, kg/decare ...</i>		
	50	75	100
	Kalksalpeter, kg/dekar		
	<i>Calcium nitrate, kg/decare</i>		
	30	30	30
	Kg N/dekar. Kg N/decare		
	17,7	24,2	30,7
1974.	Kiseritt, kg/dekar		
	<i>Kieserite, kg/decare</i>		
	50	50	50
	Kg Mg/dekar. Kg Mg/decare		
	8	8	8
1975.	Ettervirkning. Fullgjødning A		
	<i>After effect. Triple fertiliser A</i>		
	13,7 % N, 6,0 % P, 15,7 % K. Kg/decare..		
	100	100	100
	Kg N/dekar. Kg N/decare		
	13,7	13,7	13,7
Jordanalyser. Soil analysis			
	pH—H ₂ O, juli, July, 1957		
	6,37	6,41	6,39
	15.7. 1968		
	6,1	6,1	6,1
	2.7. 1971		
	6,28	6,20	6,06***
	14.7. 1975		
	6,00	5,92	5,84***
	pH—CaCl ₂ 2.7. 1971		
	5,74	5,68	5,60***
	mg P/100 g etter Egner, 1957		
	7,4	7,5	7,7
	P-AL, 15.7. 1968		
	22	22	21
	2.7. 1971		
	26	26	26
	14.7. 1975		
	22,3	22,2	20,9
	mg K/100 g etter Egner, 1957		
	13,7	13,9	13,7
	K-AL, 15.7. 1968		
	7,4	7,2	7,0
	2.7. 1971		
	8,8	9,3	9,0
	14.7. 1975		
	14,2	13,5	11,4*
	Mg-AL, 15.7. 1968		
	11,6	11,3	10,3
	2.7. 1971		
	9,4	9,1	8,5
	14.7. 1975		
	11,9	10,9	10,3*

	1 N	2 N	3 N
CaO, NH ₄ Cl oppløselig, <i>soluble</i> , 1957, %..	0,90	0,92	0,86
Ca-AL, 2.7. 1971	490	498	482
Glødetap, <i>Loss on ignition</i> , 1957, %	18,4	18,1	18,5
N total, <i>N total</i> , 20.7. 1972, %	0,62	0,64	0,62
C total, <i>C total</i> , 20.7. 1972, %	7,3	7,1	7,1
Avling rødbet i alt, kg/dekar			
<i>Total yield red beet, kg/decare</i>			
1957	2606	2582	2722
1968	3049	3015	3024
1969	3725	4165	4190*
1970	2831	3030	3156***
1971	1724	2032	2330***
1972	3862	4383	4615***
1973	2015	2399	2648***
1974	4095	4658	4760***
1975	4038	4073	4076
Avling rødbet klasse I, kg/dekar			
<i>Yield red beet class I, kg/decare</i>			
1968	1526	1445	1368
1969	2670	3063	3157**
1970	2293	2417	2601**
1971	690	986	1365***
1972	3404	3936	4125***
1973	1500	1893	2146***
1974	3473	3901	3986***
1975	3302	3310	3293
Avling blad, kg/dekar			
<i>Yield of foliage, kg/decare</i>			
1971	1430	1658	1807***
Uttatt klasse I fra lager, %			
<i>Class I after storage, %</i>			
22.5. 1970	74	53	46**
22.4. 1974	79	81	80
18.4. 1975	79	82	78
23.5. 1975	77	84	63

Tabell 2. Nitrogen i tre mengder. Forsøk «syd».

Table 2. Nitrogen at three rates. Trial «south».

	1 N	2 N	3 N
Det er brukt de samme gjødselsmengdene i forsøk «syd» som i forsøk «nord». For detaljer om dette henvises til tabell 1.			
<i>For trial «south» we have used the same quantities of fertilisers as for trial «north». For details about this, is referred to table 1.</i>			
Jordanalyser. Soil analysis.			
pH—H ₂ O, juli, July, 1957	6,2	6,1	6,2
16.7. 1968	5,8	5,7	5,7
5.7. 1971	6,1	5,9	5,8**
16.7. 1975	5,8	5,6	5,6**
pH—CaCl ₂ 5.7. 1971	5,5	5,3	5,3
mg P/100 g etter Egner, 1957	4,5	4,2	4,2
P-AL, 16.7. 1968	17	16	16
5.7. 1971	20	20	19
16.7. 1975	17	16	17
mg K/100 g etter Egner, 1957	17,1	18,6	18,6
K-AL, 16.7. 1968	11,4	9,8	9,9**
5.7. 1971	14,7	13,1	14,2
16.7. 1975	18,8	16,5	16,1**
Mg-AL, 16.7. 1968	9,3	9,1	8,9
5.7. 1971	7,5	7,2	6,9*
16.7. 1975	8,6	8,2	7,7**
CaO, NH ₄ Cl oppløselig, soluble, 1957, %	0,66	0,68	0,69
Ca-AL, 5.7. 1971	293	298	298
Glødetap, Loss on ignition, 1957, %	14,7	15,9	15,8
N total, N total, 20.7. 1972, %	0,43	0,47	0,46
C total, C total, 20.7. 1972, %	5,0	5,4	5,3
Avling rødbet i alt, kg/dekar.			
<i>Total yield red beet, kg/decare.</i>			
1957	2677	2713	2794
1968	2585	2711	2517
1969	3645	4166	4426***
1970	2947	3291	3272**
1971	1972	2398	2932***
1972	3449	3965	4311***
1973	2175	2453	2623***
1974	3806	4302	4601***
1975	3305	3549	3468
Avling rødbet klasse I, kg/dekar.			
<i>Yield red beet class I, kg/decare.</i>			
1968	1375	1514	1276
1969	2659	3216	3339**
1970	2473	2765	2731*
1971	817	1214	1692***
1972	3094	3551	3889***
1973	1719	2002	2190***
1974	3112	3446	3770***
1975	2387	2434	2528
Utatt klasse I fra lager, %.			
<i>Class I after storage, %.</i>			
22.5. 1970	76	78	68
23.4. 1974	90	83	80
17.4. 1975	89	85	83
22.5. 1975	80	80	59*

Tørrstoffinnholdet gikk ned henholdsvis 0,7 og 0,9 % ved sterkeste nitrogengjødsling. I 1974 var det en klar stigning for innholdet av nitrogen og av magnesium ved stigende nitrogengjødsling. Som tabell 8 viser førte stigende nitrogengjødsling til noe lavere innhold av kalsium i friskvekten. For opptak av kalsium var det signifikant samspill NxP, slik som i følgende oppstilling

*Innhold av kalsium i gram
pr. 100 gram tørrstoff. 1974.*

	1 N	2 N	3 N
1 P	0,21	0,20	0,20
2 P	0,20	0,20	0,20
3 P	0,20	0,21	0,22

B. Fosfor

Tabell 3. Fosfor i tre mengder. Forsøk «nord».

Table 3. Phosphorus at three rates. Trial «north».

	1 P	2 P	3 P
Blindforsøk 1957. Preliminary check 1957. Fullgjødsel B, 100 kg/dekar. Triple fertiliser B, 100 kg/decare. Kg P/dekar. Kg P/decare	5	5	5
Ettervirkning etter forsøk med hodekål. After effect, after trial with cabbage. 1968. Kraftsuperfosfat, 20 kg/dekar. Enriched superphosphate, 20 kg/decare. Kg P/dekar. Kg P/decare	2,6	2,6	2,6
1969—1972. Kraftsuperfosfat, kg/dekar. Enriched superphosphate, kg/decare Kg P/dekar. Kg P/decare	20 2,6	40 5,2	60 7,8
1973—1974. Superfosfat, kg/dekar. Superphosphate, kg/decare Kg P/dekar. Kg P/decare	40 4,4	60 6,6	80 8,8
1974. Kiseritt, kg/dekar. Kieserite, kg/decare Kg Mg/dekar, kg Mg/decare	50 8	50 8	50 8
1975. Ettervirkning. Fullgjødsel A. After effect. Triple fertiliser A. Kg/dekar. Kg/decare Kg P/dekar. Kg P/decare	100 6	100 6	100 6
Jordanalyser. Soil analysis. pH-H ₂ O, juli, July, 1957 15.7. 1968 2.7. 1971 14.7. 1975	6,37 6,1 6,20 5,90	6,41 6,1 6,20 5,94	6,39 6,1 6,13 5,92
pH-CaCl ₂ , 2.7. 1971	5,68	5,69	5,66
mg P/100 g etter Egner, 1957	7,7	7,5	7,4
P-AL, 15.7. 1968 2.7. 1971 14.7. 1975	16 18 16	23 26 22	27*** 34*** 27***

	1 P	2 P	3 P
P-HCl, 15.7. 1968	85	99	108***
2.7. 1971	96	109	120***
mg K/100 g etter Egner, 1957	14,4	13,1	13,8
K-AL, 15.7. 1968	7,2	7,4	7,0
2.7. 1971	8,9	9,5	8,7
14.7. 1975	13,0	12,9	13,3
Mg-AL, 15.7. 1968	10,6	11,3	11,2
2.7. 1971	8,3	9,4	9,3
14.7. 1975	10,5	11,5	11,1
CaO, NH ₄ Cl-oppløselig, -soluble, 1957, %	0,82	0,91	0,96
Ca-AL, 2.7. 1971	449	504	517**
Glødetap, Loss on ignition, 1957, %	16,9	18,5	19,7*
N total, N total, 20.7. 1972, %	0,59	0,65	0,65
C total, C total, 20.7. 1972, %	6,6	7,3	7,6*
Avling rødbet i alt, kg/dekar. Total yield red beet, kg/decare.			
1957	2530	2653	2727*
1968	2942	3050	3097
1969	4133	4170	3777*
1970	2959	3041	3017
1971	1937	2080	2069
1972	4215	4310	4336
1973	2272	2336	2454*
1974	4361	4502	4649**
1975	3969	4053	4166**
Avling rødbet klasse I, kg/dekar. Yield red beet class I, kg/decare.			
1968	1359	1456	1523
1969	3070	3046	2774
1970	2388	2452	2471
1971	949	1062	1031
1972	3714	3848	3902*
1973	1733	1847	1958*
1974	3760	3703	3896
1975	3240	3304	3362
Avling blad, kg/dekar. Yield of foliage, kg/decare.			
1971	1597	1625	1672
Uttatt klasse I fra lager, %. Class I after storage, %.			
22.5. 1970	58	51	64
22.4. 1974	70	83	88*
18.4. 1975	90	83	67**
23.5. 1975	73	80	71

Tabell 4. Fosfor i tre mengder. Forsøk «syd».
 Table 4. Phosphorus at three rates. Trial «south».

	1 P	2 P	3 P
Det er brukt de samme gjødselmengdene i forsøk «syd» som i forsøk «nord». For detaljer om dette henvises til tabell 3.			
<i>For trial «south» we have used the same quantities of fertilisers as for trial «north». For details about this, is referred to table 3.</i>			
Jordanalyser. Soil analysis.			
pH-H ₂ O, juli, July, 1957	6,1	6,1	6,3
16.7. 1968	5,7	5,7	5,8
5.7. 1971	5,9	5,9	5,9
16.7. 1975	5,7	5,7	5,7
pH-CaCl ₂ , 5.7. 1971	5,4	5,3	5,4
mg P/100 g etter Egner, 1957	4,2	4,1	4,7
P-AL, 16.7. 1968	12	16	21***
5.7. 1971	12	20	26***
16.7. 1975	12	17	21***
P-HCl, 16.7. 1968	103	111	116***
5.7. 1971	104	118	127***
mg K/100 g etter Egner, 1957	19,5	18,6	16,3*
K-AL, 16.7. 1968	11,0	10,6	9,6**
4.8. 1970	11,1	11,2	9,2*
5.7. 1971	14,6	14,5	12,9
20.7. 1972	15,4	14,9	13,3**
5.7. 1973	18,2	19,4	20,3
16.7. 1975	17,1	17,3	17,0
Mg-AL, 16.7. 1968	9,5	9,5	8,3**
5.7. 1971	7,3	7,6	6,6*
5.7. 1973	7,3	7,3	6,7*
17.7. 1974	10,6	10,0	9,8*
16.7. 1975	8,2	8,5	7,7
CaO, NH ₄ Cl-oppløselig, -soluble, 1957, %	0,68	0,68	0,67
Ca-AL, 4.8. 1970	316	314	308
Glødetap, Loss on ignition, 1957, %	16,4	15,8	14,2
N total, N total, 20.7. 1972, %	0,47	0,47	0,41
C total, C total, 20.7. 1972, %	5,6	5,4	4,7*
Avling rødbet i alt, kg/dekar.			
<i>Total yield red beet, kg/decare.</i>			
1957	2817	2859	2509*
1968	2462	2748	2604
1969	4140	4228	3869
1970	3107	3231	3173
1971	2419	2525	2357
1972	3972	3862	3890
1973	2317	2478	2457
1974	4195	4284	4230
1975	3317	3425	3381
Avling rødbet klasse I, kg/dekar.			
<i>Yield red beet class I, kg/decare.</i>			
1968	1266	1496	1403
1969	3092	3227	2896
1970	2601	2724	2644
1971	1223	1317	1184

	1 P	2 P	3 P
1972	3545	3440	3549
1973	1885	1993	2033
1974	3446	3440	3442
1975	2392	2480	2476
Uttatt klasse I fra lager, %.			
<i>Class I after storage, %.</i>			
22.5. 1970	70	73	78
23.4. 1974	77	92	84
17.4. 1975	86	84	86
22.5. 1975	69	72	77

Tabellene 3, 4 og 8. Blindforsøket 1957 viste at rutefordelingen var uheldig. For forsøk «nord» var glødetapet signifikant større der det senere er brukt størst mengde med fosforgjødsel. Dette forholdet ble bekreftet ved analyse av total C 1972. Glødetap 1957, total C 1972 og avling 1957 stilles sammen nedenfor:

	1 P	2 P	3 P
Glødetap			
1957, % ..	16,9	18,5	19,7*
C total			
1972, % ..	6,6	7,3	7,6*
Rødbet,			
kg/dekar			
i blind-			
forsøket			
1957	2530	2653	2727*

For forsøk «syd» var rutefordelingen også uheldig, men der i motsatt retning slik følgende sammenstilling viser:

	1 P	2 P	3 P
Glødetap			
1957, % ..	16,4	15,8	14,2
C total			
1972, % ..	5,6	5,4	4,7*
Rødbet,			
kg/dekar			
i blind-			
forsøket			
1957	2817	2859	2509*

Disse forholdene bør en ha i mente når en bedømmer avlingsutslagene og kanskje enda mere når gjødslingens innvirkning på moldinnholdet skal bedømmes. En kunne ellers meget lett ledes til å tro at sterk gjødsling med fosfor hadde ført til en økning av total C i jorden på forsøk «nord», f. eks. på grunn av større rotmengde.

Hovedeffekten for fosforgjødsel viser at de minste mengdene med 2,6 og fra 1973 med 4,4 kg P pr. dekar, har vært tilstrekkelig. Dette har gitt P-AL verdier på 16 og 12 for henholdsvis forsøk «nord» og «syd». Samtidig har P-HCl-verdiene vært rundt 100.

I 1972 var det imidlertid signifikant samspilleffekt for P x K, slik det er vist nedenfor:

Kg rødbet pr. dekar 1972.

	1 P	2 P	3 P
1 K	3990	3996	3888
2 K	4430	4364	4341
3 K	4224	4569	4780

Ved sterkeste gjødsling med kalium var også behovet for gjødsling med fosfor størst, for dermed å kunne oppnå den største avlingen på 4780 kg pr. dekar.

Særlig for forsøk «nord» har lagringsevnen variert meget fra år til år for de ulike mengdene fosforgjødsling, uten at en har klarlagt nærmere årsaken til dette.

I 1974 førte stigende gjødsling med fosfor til signifikant større innhold av fosfor i rødbetene, med en stigning fra 450 til 480 gram fosfor i 1000 kg rødbeter.

Tabell 8 viser at stigende gjødsling med fosfor, har ført til stigende opptak av magnesium. 1971 økte innholdet av magnesium fra 191 til 228 gram i 1000 kg rødbet gjødslet med henholdsvis 1 P og 3 P.

Generelt regner en med at sterk gjødsling med kalium er årsak til mindre opptak av magnesium. Sterk gjødsling med fosfor har i disse forsøkene i noen grad hindret denne virkningen av kalium, slik sammenstillingene i det følgende viser for 1971 og 1974:

Innhold av magnesium i gram pr. 1000 kg rødbet. 1971.

	1 P	2 P	3 P
1 K	226	198	223
2 K	188	211	247
3 K	158	203	215

Innhold av magnesium i gram pr. 1000 kg rødbet. 1974.

	1 P	2 P	3 P
1 K	236	228	209
2 K	225	232	237
3 K	208	220	244

C. Kalium

Tabell 5. Kalium i tre mengder. Forsøk «nord».

Table 5. Potassium at three rates. Trial «north».

	1 K	2 K	3 K
Blindforsøk 1957. Preliminary check 1957. Fullgjødsel B, 100 kg/dekar. Triple fertiliser B, 100 kg/decare. Kg K/dekar. Kg K/decare	14,5	14,5	14,5
Ettervirkning etter forsøk med hodekål. After effect, after trial with cabbage. 1968. Kaliumsulfat, 20 kg/dekar. Potassium sulphate, 20 kg/decare. Kg K/dekar. Kg K/decare	8,2	8,2	8,2
1969—1971. Kaliumsulfat, kg/dekar. Potassium sulphate, kg/decare. Kg K/dekar. Kg K/decare	20	40	60
Kaliumsulfat, kg/dekar	8,2	16,4	24,6
1972. Kaliumsulfat, kg/dekar. Potassium sulphate, kg/decare	30	50	70
Kg K/dekar. Kg K/decare	12,3	20,5	28,7
1973—1974. Kaliumsulfat, kg/dekar. Potassium sulphate, kg/decare	50	75	100
Kg K/dekar. Kg K/decare	20,5	30,75	41
1974. Kiseritt, kg/dekar. Kieserite, kg/decare	50	50	50
Kg Mg/dekar. Kg Mg/decare	8	8	8
1975. Ettervirkning. Fullgjødsel A. After effect. Triple fertiliser A. Kg K/dekar. Kg K/decare	15,7	15,7	15,7

	1 K	2 K	3 K
<i>Jordanalyser. Soil analysis.</i>			
pH-H ₂ O, juli, July, 1957	6,40	6,40	6,37
15.7. 1968	6,0	6,1	6,2*
2.7. 1971	6,21	6,17	6,16
14.7. 1975	5,91	5,92	5,93
pH-CaCl ₂ , 2.7. 1971	5,68	5,68	5,67
mg P/100 g etter Egner, 1957	7,6	7,9	7,0
P-AL, 15.7. 1968	22	22	22
2.7. 1971	26	27	26
14.7. 1975	22	22	21
mg K/100 g etter Egner, 1957	13,8	14,5	13,0
K-AL, 15.7. 1968	5,8	6,9	9,0***
15.7. 1969	6,2	7,7	11,3***
3.8. 1970	4,8	6,6	9,6***
2.7. 1971	5,7	8,6	12,8***
20.7. 1972	6,0	9,0	14,4***
5.7. 1973	6,2	10,8	20,8***
16.7. 1974	6,7	12,1	21,9***
14.7. 1975	8,0	12,3	18,9***
K-HNO ₃ , 15.7. 1968	79	82	92**
2.7. 1971	84	94	111***
Mg-AL, 15.7. 1968	11,1	11,1	10,9
3.8. 1970	9,8	9,8	9,7
2.7. 1971	9,1	9,1	8,7
5.7. 1973	8,4	8,6	8,5
16.7. 1974	14	13	14
14.7. 1975	11,1	10,7	11,3
CaO, NH ₄ Cl-oppløselig, -soluble, 1957, %	0,89	0,90	0,89
Ca-AL, 2.7. 1971	480	497	493
Glødetap, Loss on ignition, 1957, %	17,6	18,6	18,8
N total, N total, 20.7. 1972, %	0,60	0,63	0,65
C total, C total, 20.7. 1972, %	7,0	7,1	7,5
Avling rødbet i alt, kg/dekar.			
<i>Total yield red beet, kg/decare.</i>			
1957	2662	2683	2565
1968	2774	3035	3279***
1969	3821	3945	4314**
1970	2773	3061	3182***
1971	1905	2082	2099*
1972	3958	4378	4524***
1973	2202	2401	2458**
1974	4352	4546	4614*
1975	3946	4100	4142**
Avling rødbet klasse I, kg/dekar.			
<i>Yield red beet class I, kg/decare.</i>			
1968	1223	1440	1676
1969	2768	2888	3234**
1970	2173	2546	2591***
1971	866	1102	1074**
1972	3490	3909	4065***
1973	1690	1917	1933*
1974	3592	3834	3934**
1975	3167	3306	3433*
Avling blad, kg/dekar.			
<i>Yield of foliage, kg/decare.</i>			
1971	1597	1614	1684
Uttatt klasse I fra lager, %.			
<i>Class I after storage, %.</i>			
22.5. 1970	53	59	61
22.4. 1974	81	78	81
18.4. 1975	82	74	84
23.5. 1975	67	73	85*

Tabell 6. Kalium i tre mengder. Forsøk «syd».
 Table 6. Potassium at three rates. Trial «south».

	1 K	2 K	3 K
Det er brukt de samme gjødselmengdene i forsøk «syd» som i forsøk «nord». For detaljer om dette henvises til tabell 5. For trial «south» we have used the same quantities of fertilisers as for trial «north». For details about this, is referred to table 5.			
Jordanalyser. Soil analysis.			
pH-H ₂ O, juli, July, 1957	6,2	6,2	6,1
16.7. 1968	5,8	5,7	5,8
5.7. 1971	6,0	5,9	5,8
16.7. 1975	5,7	5,7	5,6
pH-CaCl ₂ , 5.7. 1971	5,4	5,4	5,3
Ang P/100 g etter Egner, 1957	4,3	4,4	4,3
P-AL, 16.7. 1968	17	16	16
4.8. 1970	16	16	16
5.7. 1971	21	20	18*
16.7. 1975	17	17	17
Ang K/100 g etter Egner, 1957	19,6	17,2	17,5
K-AL, 16.7. 1968	7,8	9,7	13,7***
15.7. 1969	8,4	11,1	16,7***
4.8. 1970	7,4	9,6	14,4***
5.7. 1971	8,7	12,1	21,1***
20.7. 1972	9,1	12,8	21,7***
5.7. 1973	10,1	18,0	29,8***
17.7. 1974	11,1	18,4	31,4***
16.7. 1975	11,1	16,1	24,2***
K-HNO ₃ , 16.7. 1968	123	127	138
5.7. 1971	128	137	153**
16.7. 1975	134	142	153**
Mg-AL, 16.7. 1968	9,7	8,8	8,9*
4.8. 1970	7,9	7,3	7,1*
5.7. 1971	7,7	7,1	6,8**
5.7. 1973	7,3	7,0	6,9
17.7. 1974	10,4	9,8	10,2
16.7. 1975	8,5	8,1	7,9*
CaO, NH ₄ Cl-oppløselig, -soluble, 1957, %	0,68	0,66	0,69
Ca-AL, 4.8. 1970	321	309	308
5.7. 1971	309	291	289**
17.7. 1974	283	274	276
16.7. 1975	255	245	243
Glodetap, Loss on ignition, 1957, %	14,1	16,6	15,7
N total, N total, 20.7. 1972, %	0,44	0,44	0,47
C total, C total, 20.7. 1972, %	5,2	5,1	5,4
Avling rødbet i alt, kg/dekar. Total yield red beet, kg/decare.			
1957	2741	2635	2809
1968	2349	2620	2844**
1969	3766	4022	4449***
1970	2968	3227	3315**
1971	2374	2327	2601*
1972	3609	3864	4251***

	1 K	2 K	3 K
1973	2308	2427	2516*
1974	4060	4247	4403***
1975	3201	3323	3599***
Avling rødbet klasse I, kg/dekar.			
<i>Yield red beet class I, kg/decare.</i>			
1968	1177	1442	1546*
1969	2699	3032	3484***
1970	2478	2650	2841**
1971	1143	1126	1455**
1972	3182	3456	3896***
1973	1867	2007	2037
1974	3245	3452	3629**
1975	2213	2427	2709**
Uttatt klasse I fra lager, %.			
<i>Class I after storage, %.</i>			
22.5. 1970	71	73	77
17.4. 1975	86	81	90
22.5. 1975	70	63	84

Tabellene 5, 6 og 8. I ettervirkningsåret 1968, da det ble gjødslet likt på alle ruter etter 8,2 kg K pr. dekar, viste rødbetene et meget signifikant positivt utslag for de stigende K-AL verdiene som var opparbeidet etter forsøksårene med gulrot og hodekål. Nedenfor stilles dette sammen, hentet fra tabellene 5 og 6:

	1 K	2 K	3 K
<i>Forsøk «nord»</i>			
K-AL,			
15.7. 1968	5,8	6,9	9,0***
K-HNO ₃ ,			
15.7. 1968	79	82	92**
Avling rødbet			
Kg pr. dekar	2774	3035	3279***
<i>Forsøk «syd»</i>			
K-AL,			
16.7. 1968	7,8	9,7	13,7***
K-HNO ₃ ,			
16.7. 1968	123	127	138
Avling rødbet			
Kg pr. dekar	2349	2620	2844**

Dette året ble avlingene større på forsøk «nord», — antageligvis på grunn av forhold som har sammenheng med det høyere moldinnhold i jorden på dette feltet.

En vil peke spesielt på at det ble ca. 500 kg i meravling ved de høyeste K-AL verdiene 9,0 og 13,7 i forhold til de laveste verdiene, — likegyldig om dette var K-AL 5,8 eller 7,8, og om syreløselig kalium var 79 eller 123.

Det var således tydelig alt i ettervirkningsåret etter hodekål, at rødbetene gir stort utslag for kalium og vesentlig mer enn vi i de foregående forsøksår hadde fått for gulrot og hodekål.

Som det går frem av tabell 5 fant vi det nødvendig etter hvert å øke mengden av kaliumgjødsel, både i 1972 og i 1973, og derfor å fortsette forsøk med rødbet tilsammen i 8 år.

Op fremdeles var det i ettervirkningsåret 1975 meget signifikante, positive, utslag for de høyeste K-AL verdiene, slik sammenstillingen øverst på neste side viser:

	1 K	2 K	3 K
1975			
<i>Forsøk</i>			
«nord»			
K-AL	8,0	12,3	18,9***
Rødbet, kg/daa			
Ettervirk- ningsår	3946	4100	4142**
<i>Forsøk</i>			
«syd»			
K-AL	11,1	16,1	24,2***
Rødbet, kg/daa			
Ettervirk- ningsår	3201	3323	3599***

Noe uforklarlig synes det å være at avlingsøkingen er dobbelt så stor på forsøk «syd» hvor K-AL-verdiene for laveste og høyeste verdi er hen-

holdsvis 11,1 og 24,2, som på forsøk «nord» med de lavere K-AL verdiene 8,0 og 18,9.

I 1975 ga de høyeste K-AL verdiene på forsøk «nord» røtter med best lagringsevne. Andre år var det lite forskjell i lagringsevnen.

Som vanlig for ulike planteslag har også rødbetene et stort «luksusforbruk» av kalium etter som gjødselmengden stiger. I tabell 8 finner en at i 1971 var stigningen fra 2 806 til 3 543 gram kalium i 1000 kg rødbeter. I 1974 var stigningen fra 3 849 til 4 371 gram kalium i 1000 kg rødbeter. Samtidig var det i 1971 en signifikant nedgang i mengde opptatt magnesium og i 1974 en signifikant nedgang i mengde opptatt fosfor ved stigende kaliumgjødsling. Som nevnt under fosfor, har stigende gjødsling med fosfor i noen grad motvirket den nedgang i opptak av magnesium som ellers sterk gjødsling med kalium er årsak til.

D. Jordanalyser gjennom et år

For å få en oversikt over hvorledes pH og innholdet av fosfor, kalium og magnesium, bestemt ved jordanalysene, varierer i løpet av et år, ble det tatt ut jordprøver 6 ganger i 1974 og 2 ganger våren 1975. I tabell 7 finner en først de gjødselmengdene som ble brukt. Under tabellen er det gjort nærmere rede for når og hvorledes prøvene ble tatt ut.

1. pH

Etter å ha brukt kalkkammonsalpeter i de tidligere forsøksårene med gulrot og hodekål og i 5 år til rødbet, er jorden blitt svakt surere etter stigende gjødsling med kalkkammonsalpeter. 22. mai 1974 og 5. mai 1975 var pH etter største mengde kalkkam-

monsalpeter 6,20 mot henholdsvis 6,34 og 6,38 ved minste mengde nitrogengjødsling. Det er, selv med de meget små differansene en har, meget stor signifikans, — noe som viser pH-analysenes store nøyaktighet.

På grunn av omdanningsprosesser i jorden og rotaktiviteten i veksttiden, sank pH i juni og juli med omtrent 0,5 pH enheter i disse forsøksfeltene. Ut over høsten og vinteren gikk imidlertid denne nedgangen tilbake igjen, slik at pH våren 1975 var praktisk talt den samme som våren 1974, eller litt høyere.

Den sterkeste nedgang vi finner i pH etter gjødsling med superfosfat, er 0,13 pH enheter ved bruk av 80 kg i forhold til bruk av 40 kg superfosfat, og vi finner dette 7. oktober

Tabell 7. Jordanalyser gjennom et år.
 Table 7. Soil analysis throughout a year.

	Kalkammonsalpeter 26 % N + Kalksalpeter 15,5 % N <i>Calcium ammonium nitrate 26 % N</i> + <i>Calcium nitrate 15.5 % N</i>			Superfosfat 11 % P <i>Superphosphate 11 % P</i>			Kaliumsulfat 41 % K <i>Potassium sulphate 41 % K</i>		
	1 N	2 N	3 N	1 P	2 P	3 P	1 K	2 K	3 K
	50 +30	75 +30	100 +30	40	60	80	50	75	100
Gjødsel kg/dekar	50	75	100						
Fertiliser kg/decare	+30	+30	+30	40	60	80	50	75	100
Kg N/dekar	17,7	24,2	30,7	—	—	—	—	—	—
Kg N/decare	—	—	—	4,4	6,6	8,8	—	—	—
Kg P/dekar	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kg P/decare	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kg K/dekar	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kg K/decare	—	—	—	—	—	—	20,5	30,8	41,0
<i>pH-H₂O</i>	6,34	6,28	6,20***	6,29	6,30	6,23**	6,29	6,27	6,27
22.5. 1974	6,0	5,9	5,8**	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
30.5. 1974	5,9	5,8	5,8**	5,8	5,9	5,8	5,9	5,8	5,8
4.6. 1974	5,9	5,8	5,6***	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
16.7. 1974	4,10	6,14	5,92***	6,08	6,06	5,99*	6,07	6,03	6,02
7.10. 1974	6,18	6,12	6,00***	6,16	6,11	6,03**	6,11	6,14	6,04
5.5. 1975	6,38	6,32	6,20***	6,33	6,30	6,27	6,31	6,32	6,27
3.6. 1975	6,39	6,29	6,17***	6,29	6,29	6,27	6,29	6,29	6,27
<i>P-AL</i>	20	20	19	14	20	25***	19	20	19
22.5. 1974	24	23	23	16	23	30***	23	24	23
30.5. 1974	23	22	22	15	23	29***	23	23	22
4.6. 1974	23	22	21	15	23	28***	21	22	22
16.7. 1974	19,2	18,4	18,8	13,1	19,6	23,8***	19,2	19,0	18,2
4.10. 1974	19,4	19,0	18,2	13,3	19,4	23,9***	18,9	19,2	18,6
7.10. 1974	19,4	18,8	18,6	13,6	19,0	24,2***	18,9	19,3	18,6
5.5. 1975	19	19	18	13	19	24***	19	19	18
3.6. 1975	19	19	18	13	19	24***	19	19	18

<i>P-HCl</i>										
22.5. 1974	102	104	103	90	103	116***	101	107	102	
4.10. 1974	124	124	123	109	127	136***	124	126	121	
7.10. 1974	122	122	122	108	124	134***	118	127	121	
3.6. 1975	102	99	101	88	101	113***	98	105*	99	
<i>K-AL</i>										
22.5. 1974	8,0	7,8	6,9**	7,7	7,9	7,1	4,9	7,5	10,2***	
30.5. 1974	19,1	21,9	22,3	20,7	20,3	22,3	10,5	20,2	32,6***	
4.6. 1974	16,9	18,7	17,7	17,1	17,2	19,0	8,7	16,7	27,9***	
16.7. 1974	13,5	13,8	13,4	13,6	13,3	13,8	6,7	12,1	21,9***	
4.10. 1974	8,3	8,0	7,1	7,8	8,1	7,5	5,3	7,1	11,1***	
7.10. 1974	9,6	9,2	7,4*	8,5	8,5	9,2	5,5	7,8	12,9***	
5.5. 1975	10,4	9,8	8,7*	9,3	9,7	9,9	6,1	9,4	13,4***	
3.6. 1975	10,2	9,3	7,6*	8,9	8,9	9,3	5,9	8,1	13,1***	
<i>K-HNO₃</i>										
22.5. 1974	93	96	96	100	96	88	89	93	102	
4.10. 1974	98	98	94	97	102	90	86	92	111***	
7.10. 1974	102	100	97	101	103	95	89	96	113***	
<i>Mg-AL</i>										
22.5. 1974	8,2	7,8	6,9**	7,2	8,0	7,7	7,5	7,8	7,6	
30.5. 1974	13,0	12,5	12,0	11,8	12,9	12,8	12,2	12,2	13,0	
4.6. 1974	13	13	12	12	13	13	13	12	13	
16.7. 1974	14	14	14	13	14	14	14	13	14	
4.10. 1974	11,4	10,5	9,6*	10,2	11,1	10,2	10,4	10,2	10,8	
7.10. 1974	10,9	10,3	9,5*	9,8	10,6	10,3	10,2	10,0	10,5	
5.5. 1975	10,4	9,8	9,2	9,7	10,0	9,7	9,7	9,9	9,8	
3.6. 1975	10,8	10,2	8,9**	9,4	10,0	10,5	9,9	9,7	10,2	

Prøvene er alltid tatt fra hele matjordlaget, som på flatt land er 18–20 cm dypt, ned til undergrunnen. Prøvene er alltid tatt fra det arealet som utgjør høstrutene, med 18 stikk pr. rute. For å stoppe videre aktivitet, er prøvene straks tørket ved 35° C. 1974 ble det gitt kiseritt etter 50 kg pr. dekar.

1974 kiseritte at the rate of 50 kg per decare was supplied to all plots.
Jordprøvene ble tatt. *Taking soil samples.*

22.5. 1974. Våren. Før gjødsling. *Spring. Previous to fertilisation.*

30.5. 1974. Etter gjødsling. Fra flatt land. *After fertilisation. From flat land.*

4.6. 1974. Etter oppdrilling. Bare fra drillene. *After furrowing. Only from the furrows.*

16.7. 1974. Bare fra drillene. *Only from the furrows.*

4.10. 1974. Etter innhøsting. I drillene. *After harvest. From the furrows.*

7.10. 1974. Etter pløying. *After ploughing.*

5.5. 1975. Så snart det var mulig om våren. *Earliest possible in spring.*

3.6. 1975. Like før gjødsling. *Immediately before fertilisation.*

når jordprøvene ble tatt etter pløying.

Ved bruk av stigende mengder med kaliumsulfat har en ikke funnet signifikant nedgang i pH verdiene.

2. Fosfor

I ettervirkningsåret 1975 ble det brukt fullgjødning A likt på alle ruter etter 100 kg pr. dekar. Nedenfor er stillet sammen de ulike avlingene en fikk som resultat av de ulike P-AL verdiene som var opparbeidet gjennom tidligere forsøksår:

	1 P	2 P	3 P
P-AL, 3. juni 1975, før gjødning	13	19	24***
P-AL, 14. juli 1975, etter gjødning med 100 kg fullgjødning A pr. dekar	16	22	27***
Rødbeter, kg pr. dekar	3969	4053	4166**

Det er overraskende at en får stigende avling for P-AL 19 og P-AL 24 i forhold til P-AL 13 når en til disse P-AL verdiene bruker 6 kg P pr. dekar i fullgjødning A for alle ledd.

For rødbet er det likevel neppe lønnsomt å sikte mot høyere P-AL verdier enn 15—20 i veksttiden.

En bør være oppmerksom på at analysene for syreløselig (P-HCl) var ca. 100 i disse forsøkene.

3. Kalium

Ved forholdsvis små gjødselmengder bindes en vesentlig del av det tilførte kalium meget sterkt til jorden på Kvithamar, antageligvis vesentlig til leirkolloidene. Bindingen er så sterk at en alt en uke etter gjødning ved hjelp av AL-analyse bare fant

igjen 50 % av den minste gjødselmengden (20,5 kg K/daa). Dette fremgår av følgende som er satt opp på grunnlag av gjødselmengdene som er oppgitt i tabell 7, og utreknet etter en volumvekt for jorden på 920 gram pr. liter og 20 cm's prøveborsdybde.

	1 K	2 K	3 K
Teoretisk stigning i K-AL-verdiene	11,14	16,71	22,28
Stigning i K-AL-verdiene funnet i jordprøvene som var ferdig lufttørket ca. en uke etter gjødning	5,6	12,7	22,4
Funnet stigning i prosent av teoretisk beregnet	50	76	101

Med uttrykket «teoretisk stigning» er ment at en skulle finne all tilført kalium igjen i jordanalysen.

Der hvor jordens innhold av syreløselig kalium i løpet av tidligere forsøksperioder, var kommet så høyt som 102 mg pr. 100 gram lufttørr jord, fant en ved første prøvetaking etter gjødning alt det kalium som ble tilført med gjødsla i 1974, i AL-fraksjonen. Men etter hvert går K-AL fraksjonen betydelig ned ut over sommeren også for 3 K, slik en ser av tabell 7.

I ettervirkningsåret 1975 ble det med fullgjødning A gitt 15,7 kg kalium pr. dekar likt på alle ruter. Likevel

fikk en, som tidligere nevnt, signifikant stigning i avling for stigende K-AL verdier slik de var opparbeidet gjennom tidligere forsøksperioder. Disse resultatene stilles nedenfor sammen fra tabellene 7 og 5 og her med analysene av jorden før og etter gjødsling:

	1 K	2 K	3 K
K-AL, 3. juni 1975, før gjødsling	5,9	8,1	13,1***
K-AL, 14. juli 1975, etter gjødsling	8,0	12,3	18,9***
Rødbeter, kg pr. dekar	3946	4100	4142**

En kan regne med at de store avlingene med rødbet på 4 tonn pr. dekar i 1975 førte bort omtrent den kaliummengden som ble tilført med 100 kg fullgjødsel A.

Likevel har en fått signifikant større avling når K-AL før gjødsling var 8,1 og 13,1 enn om K-AL var 5,9, men det dreier seg om så liten avlingsøkning at det neppe er forsvarlig å presse den frem.

4. Magnesium

Når en lot bladene være igjen på åkeren, ble det med en avling rødbeter på Kvithamar fjernet mellom 0,5 og 1,0 kg magnesium pr. dekar pr. år, — alt etter hvor stor avlingen var det enkelte år.

En kan sikre magnesiumforsyningen ved å gjødsle med kiseritt. Det ble gitt 50 kg kiseritt pr. dekar i 1965 og på nytt i 1974.

Det blir oppgitt 16—17 % innhold av magnesium i kiseritten. Etter 16 % er det pr. dekar tilført 8 kg magnesium med 50 kg kiseritt. Etter en volumvekt på 920 gram pr. liter og regnet etter 200 000 liter jord pr. dekar, blir det teoretisk tilført 4,35

milligram Mg pr. 100 gram lufttørr jord.

Nedenfor følger en sammenstilling av jordanalysene for Mg-AL før og etter gjødsling:

Innhold av magnesium i jorden analysert som Mg-AL, mg Mg pr. 100 gram jord

	Teoretisk ventet	Funnet analyseverdier, som middel for 27 ruter
Før gjødsling 14. mai 1965	—	9,26
Etter 50 kg kiseritt pr. dekar, 17 % Mg	13,86	13,57
Før gjødsling 22. mai 1974	—	7,63
Etter 50 kg kiseritt pr. dekar, 16 % Mg	11,98	12,49

På forsøksfeltene gikk det 9 år mellom tilførsel av magnesium. Som en ser av sammenstillingen ovenfor gikk magnesiuminnholdet i jorden noe mer ned enn tilsvarende innholdet i 50 kg kiseritt. Ved dyrking av grønnsaker bør det neppe gå mer enn 8 år mellom hver gang en bruker 50 kg kiseritt pr. dekar, hvis ikke magnesium tilføres på annen måte f. eks. med husdyrgjødsel eller magnesiumholdig handelsgjødsel.

I 1971 var det negativt samspill mellom magnesiuminnholdet i rødbetene og stigende kaliumgjødsling. Det er under omtale av fosfor, gjort rede for det positive samspillet en hadde i 1971 og i 1974 for opptak av magnesium med stigende fosforgjødsling. I 1974 var det positivt samspill for opptak av magnesium og stigende nitrogengjødsling.

Tabell 8. Innhold av forskjellige verdistoffer i gram pr. 1000 kg rødbeter, Formanova.
 Table 8. Contents of essential elements given as grams per 1000 kg red beets, variety 'Formanova'.

	1 N	2 N	3 N	1 P	2 P	3 P	1 K	2 K	3 K
gram/rot, grams/beet									
1971	173	193	200***	186	192	189	187	186	193
1974	359	406	416**	372	412	397	384	395	402
Tørrestoff, Dry matter, %									
1971	14,5	13,6	13,8	14,3	13,5	13,9	13,8	14,0	14,0
1974	13,3	13,1	12,4**	13,2	12,9	12,8	12,8	13,2	12,9
Nitrogen, Nitrogen									
1971	3074	3026	2918	2979	2999	3040	3065	3059	2894
1974	2584	2782	2784**	2734	2672	2743	2739	2728	2683
Fosfor, Phosphorus									
1971	507	493	496	491	497	508	511	508	476
1974	468	459	467	450	464	480*	483	465	445*
Kalium, Potassium									
1971	3215	3267	3264	3183	3429	3134	2806	3397	3543**
1974	4089	4052	4404	4097	4269	4180	3849	4326	4371**
Magnesium, Magnesium									
1971	200	212	211	191	204	228**	216	215	192*
1974	212	224	244***	223	227	230	225	231	224
Kalsium, Calcium									
1971	221	211	203	209	216	210	212	222	201
1974	276	268	256*	271	259	270	271	268	262
Svovel, Sulphur									
1974	87	89	86	83	86	93	84	89	89
Aske, Ash									
1971	8560	8998	8560	8277	9141	8700	8193	9032	8893
1974	8969	9125	9639**	9001	9352	9379	8792	9419	9521**

IV. Summary

At efficient fertilising on two different field experiments at Kvithamar, we count on getting approximately following content in 1000 kg fresh red beets:

Nitrogen (N)	2500—3000 gram
Phosphorus (P) . .	450— 500 gram
Potassium (K) . . .	3000—4000 gram
Magnesium (Mg) . .	200— 225 gram
Calcium (Ca)	200— 275 gram
Sulfur (S)	80— 90 gram

When we take all the experimental years into consideration, they point out 20 kg N (15—25 kg) per decare as a suitable amount of fertiliser, even if we some years can attain increased crop using up to 30 kg N per decare.

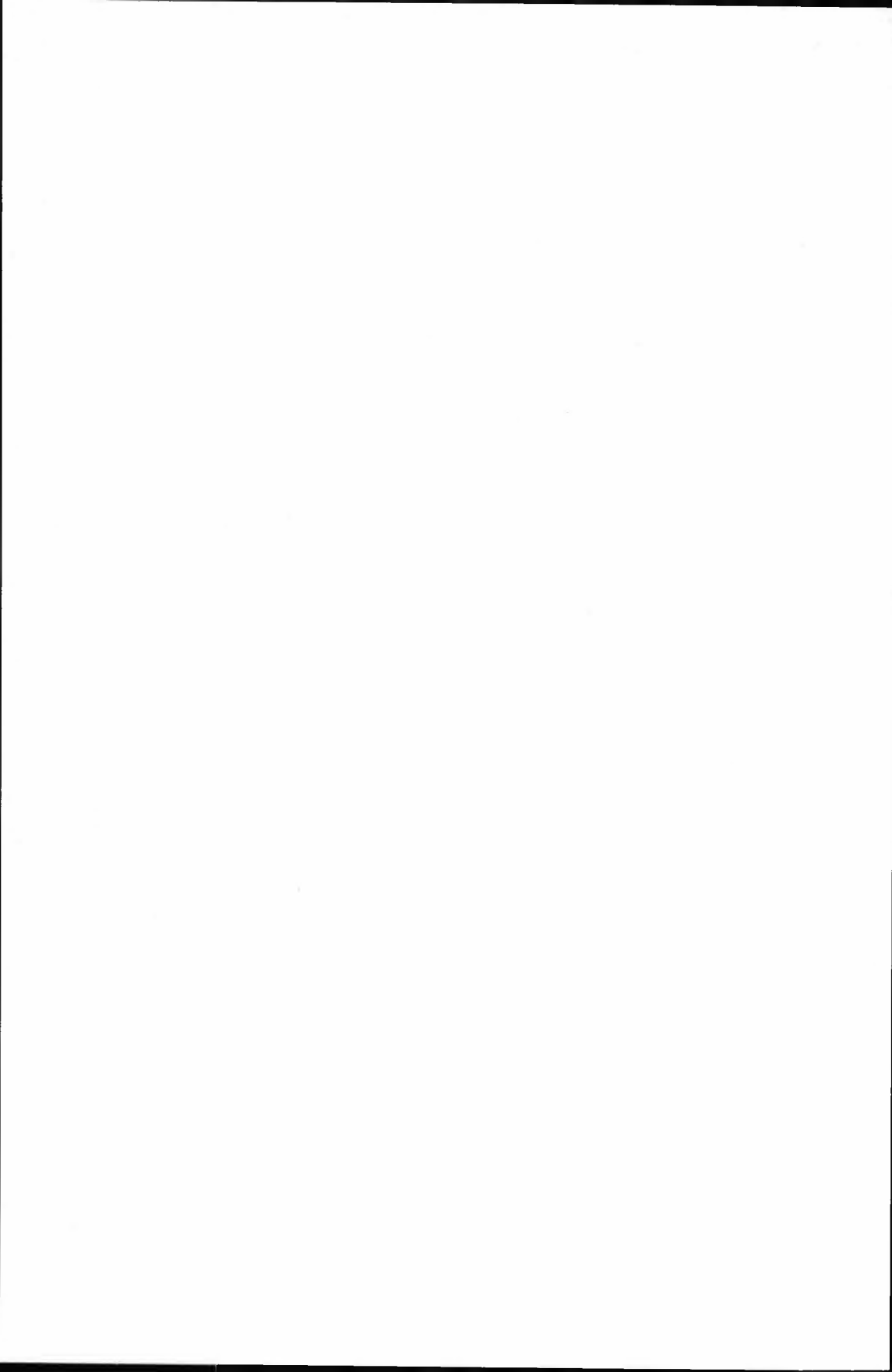
The main effect for phosphate fertiliser shows that the minimum quantity with 2.6 and from 1973 with 4.4 kg P per decare, has been sufficient. This has given P-AL value of 16 and 12 for respectively experiment «north» and «south». In these experiments P-HCl-values has been about 100. Generous dressings of potassium fertilisers often is the reason for a lower taking up of magnesium. In these experiments a generous fertilising with phosphorus has to some extent counteracted this effect of potassium.

It was clear even in the after effect trial after cabbage (1968) that red beets gave a main effect for potassium and essentially more than we have had in previous experimental years on carrot and cabbage.

Nevertheless it seems that 100 kg triple fertiliser A (14—6—16) is enough to cover a reasonable need of potassium for red beets. And 100 kg triple fertiliser A gives at the same time the red beets enough phosphorus. To meet the needs of nitrogen it will in many cases be a demand on addition of fertilizer during growing period, e.g. after 30 kg calciumnitrate per decare.

Because of transformation processes in the soil and rootactivity in the growing period, the pH reduction in these experiment fields were about 0.5 pH in June and July. During autumn and winter the reduction receded to normal. In spring 1975 pH was practically the same as in spring 1974.

At a relatively small fertiliser quantity an essential part of added potassium is fixed strongly to the soil at Kvithamar, presumably to claycolloids. Fixation is so strong that merely one week after fertilising, the AL-analysis only found 50 % of the added potassium (20.5 kg K per decare).



I redaksjonen 26.7. 1977.

KALKINGSFORSØK I SOLØR OG ODAL

I. Endringer i jordreaksjon og innhold av utbyttbart aluminium ved kalking

Liming experiments in Solør and Odal

I. Changes in soil pH and content of exchangeable aluminium after liming

AV
GUNNAR SEMB

INNHold

	Side
Sammendrag	722
Innledning	722
Metoder	723
Forsøksplan og gjennomføring av forsøkene	723
Analysemetoder	724
Analyser av jorda på forsøksfeltene ved anlegg	725
Endringer i jordreaksjonen etter kalking	729
Innholdet av utbyttbart aluminium etter kalking	731
Summary	733
Litteratur	734

Sammendrag

Virkingen av kalking på kjemiske forhold i jorda har vært gjenstand for undersøkelse i 12 markforsøk i Solør og Odal i årene 1969—75. Fem av feltene ble lagt på nydyrket sterk sur jord, pH under 5,0, og sju på eldre dyrket jord med pH fra ca. 5 til 6. Jordarten på feltene har vært sand, fin sand og silt («koppjord»).

Følgende kalkmengder ble brukt ved anlegg av feltene: 200, 400, 600 og 1000 kg kalksteinsmel pr. dekar. Våren 1973 ble det foretatt suppleringskalking for å oppnå samme kalktilstand ved samme kalkingstrinn på de ulike felter. På grunnlag av jordanalyser ble det da i tillegg til de kalkmengder som var brukt ved anlegget, tilført mengder som skulle til-

svare 30, 50, 75 og 100 % basemetning.

Kalkingen bevirket en heving av pH. Ved avslutning av forsøkene var pH i gjennomsnitt for 10 felter 5,9, 6,2 og 6,5 etter kalking til hhv. 50, 75 og 100 % basemetning.

Innholdet av utbyttbare aluminiumioner var stort, spesielt i jord med pH under 5,0 og utgjorde i disse tilfelle en større del av utbyttbar aciditet enn hydrogenioner. Etter kalking avtok innholdet av utbyttbare aluminiumioner raskt. Ved kalking til 50 % basemetning var det $\leq 0,2$ mval Al/100 g, og ved sterkere kalking avtok innholdet ytterligere. I prøver fra et felt med moldrik jord var endringene i pH mindre og innholdet av aluminium større enn i de øvrige.

Innledning

De løse avleiringer i det vide dalområdet langs Glomma gjennom Sør Odal og Solør består for en stor del av sand, finsand og mojord. Jordlagene ble avsatt under isavsmeltingen i en lang fjordarm helt opp til Elverum.

Fra naturens side er jordsmonnet i dette området fattig på plantenæringsstoffer og har sterk sur reaksjon. De fysiske forholdene er gode. Jorda er steinfri og lettbrukt. Finsand og mojord er tørkesterke. Noe grovere sand er mer utsatt for tørke. Mulighetene for vanning er ofte gode, og vanning er tatt i bruk på en del av mer utpreget sandjord og med godt resultat.

Ved god gjødsling, ved å sørge for at det ikke er mangel på viktige mikronæringsstoffer og en kalktilstand som er tilfredsstillende for de vekster som blir dyrket, tas det store avlinger.

Jordbruket har forandret seg meget mht. jordanvendelse i løpet av siste 40—50 år. Etter jordbrukstellingene ble i bygdene Sør Odal t.o.m. Våler i 1939 42 % av fulldyrket areal og i 1969 75 % brukt til havre, bygg, hvete og potet.

Prosent av fulldyrket areal til disse vekstene var i 1939 hhv. 26, 1, 9 og 6 og i 1969 42, 27, 0,6 og 5,3 %. Endringene er en følge av den omlegging fra husdyrhold til korndrift som har funnet sted.

Det har foregått betydelig nydyrking i dette distriktet, særlig etter at bulldosere ble tatt i bruk for vel 30 år siden. I følge jordbrukstellingene er arealet av fulldyrket jord i de foran nevnte bygder økt fra 224 652 dekar i 1939 til 269 962 i 1969 eller 20 %. Det er nydyrket mer enn disse tallene gir uttrykk for fordi betydelige arealer er gått ut av jordbruksdrift.

Det er overveiende skogsmark som er blitt dyrket, granskog, gran- furuskog tildels også ren furuskog av lavlyng type. Skogsjorda er som regel meget sterk sur med pH 4,5 eller lavere. Nydyrket jord trenger derfor kalking.

Særlig i den første tiden etter at bulldosere ble tatt i bruk og før man fikk mer hensiktsmessig utstyr, ble alt for mye av humus og en del av mineraljorda skrapet av og ført bort sammen med stubbene til rankene. Dermed fikk man igjen sand med lite humusinnhold og jord med liten bufferevne. Det er atskillige eksempler på at det er blitt kalket for sterkt med den følge at manganmangel har gjort seg gjeldende lang tid etter oppdyrkingen. (Semb og Øien, 1970). Det dreier seg her som nevnt, om et

område med spesielle jordbunnsforhold. En stor del av jorda har sterk sur reaksjon. Etter vanlig vurdering av jordanalysene skulle det være behov for å kalke i hvert fall en tredjedel av jorda i distriktet.

Det er atskillig nydyrket jord hvor kalking er en forutsetning uansett hvilke vekster som skal dyrkes, men hvor resultatet både på kort og lengre sikt vil avhenge av at de kalkmengder som blir brukt er avpasset etter jordas egenskaper.

Forsøkene ble satt i gang for å belyse behovet for kalking på eldre dyrket jord og nydyrket jord i forhold til jordreaksjon og andre egenskaper ved jorda. En tok sikte på å følge virkningen av ulik sterk kalking på avlinger, pH, oppløselighet og opptak av plantenæringsstoffer.

Metoder

Forsøksplan og gjennomføring av forsøkene

Våren 1969 og våren 1970 ble det anlagt i alt 14 forsøksfelter. På nydyrket tidligere skogsmark ble 6 felter plassert og 8 på eldre dyrket jord. Feltene 2, 4, 6, 8 og 12 ble anlagt på helt nydyrket jord. De øvrige ble anlagt på eldre dyrket jord. To av feltene, nr. 1 og 7, ble lagt på lavtliggende flater som mer eller mindre regelmessig blir satt under vann ved flom i Glomma. Dette skjedde i juni 1973, da avlingen på nr. 7 ble ødelagt, men greide seg på nr. 1. Felt nr. 11, som ligger ut mot Glomma, er utsatt for å bli oversvømmet ved stor flom. På grunn av stor jordvariasjon, vesentlig i undergrunnen, var avlingene på enkelte ruter på to av feltene, nr. 10 og nr. 13, sterkt utsatt for tørkeskader. Disse feltene ble derfor kassert. De enkelte forsøksfelter ble valgt på grunnlag av kjennskap til jordbunnsforholdene fra tidligere

jordundersøkelser i distriktet og etter drøftelse med herredsagronomene og eierne.

Følgende kalkmengder ble brukt ved anlegg av feltene: 0, 200, 400, 600 og 1000 kg kalksteinsmel pr. dekar. Tidlig våren 1973 ble det tilført kalk på nytt og da i mengder som i tillegg til det som var brukt ved anlegget, skulle gi jorda hhv. 30, 50, 75 og 100 % basemetningsgrad. Kalkmengdene ble beregnet på grunnlag av basemetningsgrad, kationombytningsskapasitet og volumvekt bestemt i gjennomsnittsprøver av jorda på de enkelte felter uttatt ved anlegget. (Se tabell 1 og 3).

Anleggsrutene var 4 x 5 m, høsterutene 4 x 4 med et gjentak av hver behandling.

Jordarbeiding, gjødsling og såing er utført av brukerne etter spesiell avtale og instruks.

Prøver av jord og avling

Ved anlegg av forsøkene ble det tatt ut jordprøver av laget 0—20 cm på hver rute. Dessuten ble det på hvert felt tatt ut prøver fra 20—40, 40—60, 60—80 og 80—100 cm. Etter høsting ble det hvert år tatt ut jordprøver fra hvert felt for undersøkelse av jordreaksjon m.m. Høsten 1973 ble det på hver rute også tatt ut prøver fra 20—40 og 40—60 cm.

Ved høstingen ble loavlingene for hver rute veid. En prøve tilsvarende

hele, halvparten eller en tredjedel av ruteavlingene avhengig av avlingsstørrelsene, ble fylt i på forhånd veide sekker. Disse ble transportert til NLH hvor de ble tørket og veid i lufttørr tilstand.

Treskingen ble foretatt på forsøks-treskeverk. Kornet ble rensert og veid. Vanninnholdet ble bestemt, og kornavlingen i kg pr. dekar ble omregnet til korn med 15 % vanninnhold.

Analysemetoder

Av jordprøver uttatt ved anlegg av forsøksfeltene ble det for hver rute utført bestemmelse av glødetap, organisk karbon, PH_2O , AL-oppløselig P, K, Mg og Ca. I gjennomsnittsprøver fra hvert felt er utbyttbare kationer bestemt ved utvasking med 1 n ammoniumacetatoppløsning. Titrerbar aciditet (H^+ i tabell 1) er bestemt etter bariumkloridtrietanolaminmetoden (Peech, 1962 og 1965). Den aciditet som blir bestemt etter denne metoden, omfatter utbyttbare hydroniumioner, utbyttbare trivalente aluminiumioner, hydroksyaluminiumioner, dessuten svakt dissosierte sure grupper i leir og organisk materiale, m.a.o. «total titrerbar aciditet».

For bestemmelse av ombyttbare aluminiumioner og hydroniumioner er det foretatt ekstraksjon med 1 n kaliumklorid. (Lin et al., 1960, Rich & Thomas, 1960). I ekstraktet er bestemt utbyttbar aciditet, mval/100 g. Bestemmelse av aluminium er utført både ved titrering med natriumfluorid (McLean, 1965) og ved atomabsorpsjon (Øien og Gjerdingen, 1972).

Utbyttbar aciditet ÷ utbyttbare Al^{3+} = utbyttbare H_3O^+ .

Innholdet av mikronæringsstoffer er bestemt ved ekstraksjon med forskjellige oppløsninger, kobber med

2 mol/l dinatrium-EDTA tilsatt ammoniumklorid (Henriksen og Jensen, 1958) mangan med 1 n ammoniumacetat pH 7 tilsatt 0,2 % hydrokinon (Sherman et al., 1942) sink med 0,2 mol/l HCl (Elles et al., 1964) molybden med Tamms oppløsning (Grigg, 1953, Johnson og Arkley, 1964) noe modifisert, og bor ved ekstraksjon med kokende vann (Riehm, 1957).

Mekanisk analyse er utført etter hydrometermetoden (Gandahl, 1952). Innholdet av ulike kornstørrelsesgrupper er beregnet som prosent av humusfri jord.

Volumvekt (densitet) er bestemt etter Bondorffs metode (1950) i lufttørre prøver siktet gjennom 2 mm sikt. På grunnlag av regressjonen som er påvist mellom volumvekt for jord med naturlig lagring og siktet jord, er det foretatt omregning av laboratoriebestemmelsene til kg pr. dekar for øverste 20 cm jorddybde (Vigerust, 1970 og ikke publiserte undersøkelser).

Bestemmelse i ekstraktene av kobber, mangan og sink er utført ved hjelp av atomabsorpsjon, molybden og bor kolorimetrisk i overensstemmelse med de nevnte referanser, delvis med enkelte modifikasjoner.

Analyser av jorda på forsøksfeltene ved anlegg

Jordreaksjon, basemetningsgrad

For flere forhold var det tydelig forskjell mellom feltene på nydyrket jord (nr. 2, 4, 6, 8 og 12) og de på eldre dyrket jord (nr. 1, 3, 5, 7, 9, 11 og 14). Dette gjelder særlig pH, innhold av kalsium og magnesium, basemetningsgrad og utbyttbart aluminium. Næringstilstanden generelt var også dårligere i nydyrket jord.

Feltene på nydyrket jord var tidligere skogsmark av noe forskjellig type, som furuskog av lyng-lavtype på selvdrenert sandjord (nr. 6 og 8) til dels med innblanding av noe gran (nr. 12), granskog av bærlyngtype på tett kvabbrick sand (nr. 2) og på moldrik dårlig drenert noe leirholdig kvabb i utkanten av myr (nr. 4),

Jorda på de nydyrkede feltene var meget sterkt sur, pH under 5 på samtlige. Jorda på de andre feltene var mindre sur, med variasjon fra 5,2—5,8. Siden det er sammenheng mellom pH og basemetningsgrad var det tilsvarende forskjell mellom feltene mht. basemetningsgraden, med variasjon fra praktisk talt umettet, 1,8 % til 50 %.

Kationombytningskapasiteten er i jord av sandkarakter som jorda på disse feltene, vesentlig bestemt av humusinnholdet.

Utbyttbart aluminium

Innholdet av utbyttbart aluminium varierer også stort sett i overensstemmelse med pH. Det var vesentlig større innhold av utbyttbart aluminium i prøvene fra nydyrket jord enn i prøvene fra feltene på eldre dyrket jord. I to av prøvene nr. 11 og 14 med pH over 5,5 var Al-innholdet meget lite. I jord med sterk sur reaksjon utgjorde aluminium en betydelig større del av utbyttbar aciditet i jordekstrakt med 1 n KCl enn utbyttbare

Tabell 1. Glødetap, pH, utbyttbare kationer, ombytningskapasitet, utbyttbar AL og H⁺.

Felt nr.	Glødetap %	pH H ₂ O	Utbyttbare kationer mval/100 g					Omb. kap.	Base-metn.-grad	Utbyttbar aciditet	Utb. bar	
			Na	K	Mg	Ca	H ⁺				Al	H ⁺
1	2,5	5,2	0,01	0,26	0,17	0,99	7,14	8,58	16,7	1,18	0,57	0,61
2	6,2	4,3	0,01	0,07	0,09	0,20	17,60	18,00	2,2	3,75	2,83	0,92
3	3,8	5,5	0,30	0,30	0,16	2,49	5,60	8,55	34,4	1,35	0,83	0,52
4	15,4	4,3	0,03	0,19	0,76	1,15	29,74	31,87	6,7	7,75	6,02	1,73
5	6,1	5,5	0,03	0,31	0,27	2,72	14,30	17,63	17,7	1,60	0,89	0,71
6	2,4	4,9	0,01	0,08	0,03	0,12	9,26	9,50	2,5	1,55	0,91	0,54
7	3,7	5,3	0,02	0,25	0,17	1,95	7,48	9,87	24,2	1,10	0,52	0,58
8	2,9	4,7	0,01	0,04	0,04	0,08	9,46	9,63	1,8	1,70	1,24	0,46
9	19,4	5,5	0,06	0,24	0,50	5,21	26,68	32,69	18,4	1,50	0,79	0,71
11	3,1	5,6	0,04	0,38	0,18	2,22	7,26	10,08	27,0	0,60	0,18	0,42
12	5,0	4,8	0,02	0,10	0,13	0,65	14,82	15,72	5,7	2,85	2,42	0,33
14	7,0	5,8	0,48	0,48	0,20	5,30	5,80	11,78	50,7	0,45	0,15	0,29

hydrogenioner. I prøver av jord med utpreget sandkarakter (nr. 6 og 8) var det mindre innhold av utbyttbart aluminium enn i prøve (nr. 2, 4 og 12) med tilsvarende lav pH, men med større innhold av finmateriale. I prøve nr. 4 med stort moldinnhold var det mer av utbyttbare hydrogenioner enn i de øvrige. Dette tyder på at en må regne med at det vil være store variasjoner i innholdet av utbyttbart aluminium og i forholdet Al^{3+}/H_3O^+ i forskjellig slags jord etter forskjell i pH, innhold av organisk materiale og egenskaper ved mineralmaterialet.

Innholdet av utbyttbare aluminiumer har spesiell interesse fordi de utgjør en vesentlig del av utbyttbar aciditet i sterkt sur mineraljord og fordi dårlig vekst i slik jord kan skyldes toksisk virkning av aluminium. Den toksiske virkning settes gjerne i forbindelse med vanskeligheter med opptak av fosfor, i visse tilfelle med redusert opptak av kalsium (Schmehl et al., 1952), dårlig rotutvikling eller forkrøblete røtter. Det har vist seg at det er stor forskjell på planteslagenes evne til å tolerere

aluminium. Dette tilskrives bl. a. forskjellig evne til å ta opp fosfor ved høy konsentrasjon av aluminium i vekstmediet (Foy & Brown, 1964).

Ved vurdering av behovet for kalking har innholdet av utbyttbart aluminium i de senere år vært sterkt fremme i diskusjonen (Kamprath, 1970, McLean, 1976).

Glødetapet, innholdet av organisk materiale har variert fra 2—3 % til over 16 %, eller fra moldfattig til meget moldrik jord. Moldinnholdet er av stor betydning for såvel kjemiske som fysiske forhold i jorda og for planteveksten. De største avlingene og de minste variasjonene fra år til år var de på feltene med størst moldinnhold, mens avlingene i flere år ble skadd av tørke på jord med lavt humusinnhold, særlig nr. 6, 8 og 12. Volumvekten er nøye korrelert med moldinnholdet og kornstørrelsesfordelingen av mineralmaterialet.

Makro- og mikronæringsstoffer

Innholdet av plantenæringsstoffer er gjengitt i tabell 2.

Tabell 2. Innholdet av makro- og mikronæringsstoffer.

Felt	P-AL	K-AL	Mg-AL	Cu	Mn	Zn	Mo	B
1	4,3	10,0	2,0	19,3	138	14,0	0,15	0,12
2	2,2	2,7	1,1	0,4	2	0,7	0,10	0,09
3	6,2	11,3	1,8	0,9	45	1,0	0,13	0,16
4	4,4	7,5	9,1	7,6	10	5,3	0,06	0,20
5	4,4	12,1	3,3	0,3	6	0,8	0,07	0,24
6	3,1	3,1	0,4	0,3	1	0,8	0,02	0,09
7	5,8	9,7	2,1	7,3	80	8,1	0,15	0,17
8	0,9	1,7	0,8	0,2	1	0,9	0,03	0,08
9	5,6	9,3	6,0	3,8	34	1,2	0,10	0,34
11	11,4	14,9	2,2	2,5	169	5,9	0,36	0,94
12	1,5	5,0	1,8	0,3	34	2,0	0,05	0,14
14	19,9	18,0	2,3	1,9	49	3,8	0,23	0,29

Innholdet av fosfor, kalium og magnesium var lavt i prøver fra flere av feltene, særlig i de fra nydyrket jord. Noe mindre avlinger i feltene på nydyrket jord enn på eldre dyrket

jord de første årene kan nok ha sammenheng med at næringstilstanden generelt har vært dårligere på nydyrkingsfeltene, men dette har jevnet seg ut etterhvert.

Innholdet av mikronæringsstoffer, kobber, mangan, sink og i noen grad også molybden var spesielt stort i jorda på feltene 1, 7 og 11 som ligger så lavt at de mer eller mindre regelmessig blir satt under vann ved flom i Glomma. Relativt stort innhold av kobber og mangan var det også på feltene 4 og 9 med noe større leirinnhold enn i de øvrige. Ellers var kobberinnholdet lavt til meget lavt på de fleste felter med nydyrket jord, til dels også på eldre dyrket jord som ligger så høyt at stedet ikke er utsatt for å bli oversvømmet. På feltene med lavt kobberinnhold ble det tilført kobber i en mengde tilsvarende ca. 5 kg kobbersulfat pr. dekar.

Innholdet av *aktivt mangan* var så lavt i prøver fra feltene 2, 4, 5, 6 og 8 at en etter det som er oppgitt i litteraturen (Åsen, 1966) kunne ventet manganmangel ved sterk kalking. Som kritisk verdi blir oppgitt 25—65 ppm Mn. Innholdet i jordprøvene fra de nevnte feltene var betydelig lavere enn dette.

For *sink* vil faren for mangel bero på flere forhold så som vekstslaget, innholdet av ekstraherbart sink og titrerbar alkalinitet, dvs. den mengde syre som kreves for å redusere pH til 5 (Nelson et al., 1959). Som kritisk verdi er oppgitt 1 ppm når det ikke er titrerbar alkalinitet, og 7,5 ppm når titrerbar alkalinitet utgjør 100 mval/100 g eller mer. Disse verdier er oppgitt for mais som er ømfindlig for sinkmangel. Våre kornarter er mindre følsomme for sinkmangel. Som det går fram av jordanalysene må sinkinnholdet anses for lavt på feltene 2, 3, 5, 6 og 8.

Molybdeninnholdet i jorda på en del av feltene må anses for å være meget lavt (nr. 4, 5, 6, 8 og 12). Vi har imidlertid lite å holde oss til når det gjelder vurdering av molybdeninnholdet på grunnlag av jordanalyser. I undersøkelser hvor molybden-

innholdet i jorda ble jevnført med mangelsymptomer på plantene, forekom ikke mangelsymptomer i sur jord når innholdet av oksalatløselig molybden var 0,20 mg/kg eller mer. Ved pH 7 eller mer ble tilsvarende grenseverdi satt til 0,15 mg/kg (Michael & Trobisch, 1961). Disse grenseverdier synes å være svært høye. I norske prøver av mineraljord fra steder med tydelige mangelsymptomer på plantene har molybdeninnholdet som regel vært under 0,1 mg/kg og ofte betydelig mindre enn dette.

Fysiske egenskaper

Resultatene av mekaniske analyser er gjengitt i tabell 3.

Jorda på feltene kan karakteriseres enten som sand, for det meste middels fin til fin sand med større eller mindre innhold av silt eller mojord. Jorda på feltene 2, 3, 4 og 9 vil nok som regel bli karakterisert som mojord eller *koppjord* som er lokalbetegnelsen på slik jord i distriktet. Dette er jord med stor vannkapasitet og stor evne til å motstå tørke, men holder seg samtidig rå og kald så det er særlig i tørre og varme somre den viser sin overlegenhet. Feltene 6 og 8 har jord med mest utpreget sandkarakter og lite innhold av silt. Den slags jord har liten vannkapasitet og er tørkesvak. Uten kunstig vanning var avlingene på disse feltene og på det store dyrkingsfeltet hvor de ligger, svært variable.

Analyser av prøver fra dypere lag

Analyser av dypere lag i profiler på forsøksfeltene viste at jorda var sur også under ployelaget med en liten stigning i pH i noen tilfelle ned mot 1 m.

Innholdet av makronæringsstoffer var lite som det vanligvis er i sand-

Tabell 3. Volumvekt og mekanisk sammensetning.

Felt nr.	Dybde	Glødetap %	V.Vekt kg/l	Sand 2,0—0,2	% Silt 0,2—0,002	Leir < 0,002
1	a	2,2	1,12	73	24	3
	b			82	16	2
2	a	5,9	1,10	55	43	2
	b			48	50	2
3	a	3,5	1,24	55	38	7
	b			49	43	8
4	a	16,5	0,73	36	56	8
	b			31	62	7
5	a	5,7	1,06	75	20	5
	b			63	33	4
6	a	2,5	1,38	91	7	2
	b			95	5	0
7	a	3,4	1,15	67	29	4
	b			72	25	3
8	a	2,6	1,35	84	14	2
	b			98	2	0
9	a	14,6	0,97	40	49	11
	b			20	65	15
11	a	3,6	1,25	74	23	3
	b			73	23	4
12	a	3,0	1,08	67	27	6
	b			82	16	2
14	a	6,8	1,05	65	39	6
	b			73	23	4

jord. Av kobber og sink var det meget lite i nr. 2, 3, 4, 5, 6, 8 og 12, noe mer i de øvrige, spesielt i nr. 1 og 7. Manganinnholdet var meget lavt i nr. 5, 6 og 8, i de andre betydelig mer. Det er sannsynlig at plantene kan få dekket sitt behov for mangan helt eller delvis fra lag under pløyelaget f. eks. ved sterk kalking.

Innholdet av utbyttbart aluminium avtok raskt fra pløyelaget i profiler på nydyrket jord. For en del av feltene på eldre dyrket jord på lavt liggende steder til tider oversvømmet (1 og 7) og i dårlig naturlig drenert jord (5 og 9) var det en økning av aluminiuminnholdet i laget 20—40 cm. I profiler fra nr. 11 og 14 var det meget lite oppløselig aluminium.

Laget 0—20 cm i nydyrket jord består for en stor del av rustjordlaget av de opprinnelige podsolprofiler hvor jern og aluminium er utfelt. Humuslaget og noe av et tynt blekjordlag er for en stor del skrapet av og kjørt sammen i stubberankene. I eldre dyrket jord var pH i matjordlaget som regel noe høyere enn i plogbunnlaget. Dette kan ha bidratt til at innholdet av utbyttbart aluminium var noe større i laget 20—40 cm.

Både med hensyn til kjemiske og fysiske egenskaper ved jorda på forsøksfeltene og med hensyn til dyrkingshistorie burde flere ulike og aktuelle forhold når det gjelder kalktilstand og kalkbehov i dette distriktet være representert i disse forsøkene.

Endringer i jordreaksjonen etter kalking

Tabell 4. pH og ombyttbart Al, mval/100 g i jordprøver, tatt høsten 1972 etter kalking ved anlegg med 200, 400, 600 og 1000 kg kalksteinsmel/dekar.

Felt nr.	Kalkmengde									
	0		200		400		600		1 000	
	pH	Al	pH	Al	pH	Al	pH	Al	pH	Al
1 ..	5,3	0,37	5,5	0,13	5,9	0,112	6,0	0,100	6,6	0,045
2 ..	4,3	3,82	4,6	2,56	5,0	1,66	5,0	1,205	5,3	0,837
3 ..	5,6	0,71	6,1	0,51	6,0	0,357	6,2	0,089	6,5	0,112
4 ..	4,3	4,60	4,5	3,02	4,6	3,24	4,7	3,07	5,0	1,897
5 ..	5,6	0,76	5,8	0,42	5,9	0,323	5,9	0,301	6,0	0,100
6 ..	5,2	0,86	5,7	0,39	6,0	0,334	5,9	0,100	6,3	0,033
7 ..	5,4		5,9		5,9		6,1		6,4	
8 ..	4,5	0,96	5,3	0,66	5,4	0,546	5,7	0,323	6,5	0,056
9 ..	5,5	0,81	5,8	0,56	5,9	0,267	5,9	0,279	6,1	0,145
11 ..	5,8	0,21	6,1	0,11	6,2	0,078	6,2	0,033	6,7	0,022
12 ..	5,0	2,14	5,3	1,55	5,3	0,125	5,4	1,295	5,6	0,602
14 ..	6,0	0,22	6,2	0,089	6,3	0,067	6,4	0,045	6,4	0,056

I tabell 4 er gjengitt pH i jordprøver tatt på feltene høsten 1972.

Kalkingen har bevirket en heving av pH. Men på en del av feltene med sterk sur reaksjon og jord med stor ombytningskapasitet ble ikke pH hevet så meget som vi ønsket. Ved at det blir brukt samme kalkmengder på alle felter vil det også etter kalkingen være stor forskjell mellom de ulike felter mht. pH og basemetningsgrad ved samme behandling. Siden en rekke kjemiske og biologiske forhold i jorda og i forhold til planteveksten har nøye sammenheng med pH, vil det være bedre i kalkingsforsøk å søke å oppnå samme pH eller samme kalktilstand i forsøkene for samme ledd eller kalkingstrinn.

Våren 1973 ble feltene kalket på nytt og da med kalkmengder som i tillegg til det som var gitt ved anlegget, skulle tilsvare følgende basemetningsgrader: b = 30 %, c = 50 % d = 75 % og e = 100 %. Kalkmengdene ble beregnet på grunnlag av om-

bytningskapasitet, basemetningsgrad og volumvekt av jorda på de ulike felter.

Beregning av kalkmengdene kan illustreres ved følgende eksempel:

Kationombytningskapasitet

20 mval/100 g

Basemetningsgrad 20 %, tilsv.

4 mval/100 g

Volumvekt 1 kg/l, tilsv.

200 000 kg/dekar til 20 cm

Kalkmengde til 50 % basemetning

(20 mval 0,5)—4

6 mval/100 g

6 mval tilsvare 6 x 28

= 168 mg CaO/100 g

Kg CaO pr. dekar 168 x 200 000 x 10

= 336 kg CaO

Tilført tidligere 400 kg kalksteinsmel

44 % CaO, tilsv. 176 kg/dekar

Tilført i 1973 336 kg — 176

= 160 kg CaO

De kalkmengder som er brukt er gjengitt i tabell 5.

Tabell 5. Kg CaO pr. dekar 0—20 cm for å oppnå basemetningsgrad 30, 50, 75 og 100 ved anlegg + supplering våren 1973.

Forsøksfelt	Basemetningsgrad			
	30	50	75	100
1	84	168	252	420
2	371	669	1042	1414
3	84	191	412	632
4	241	492	805	1117
5	94	337	643	949
6	150	276	435	593
7	84	168	342	432
8	181	317	486	656
9	145	517	983	1448
11	84	168	356	548
12	209	403	644	887
14	84	186	459	730

I noen tilfelle var det på grunn av de kalkmengder som var tilført ved anlegget ikke mulig å oppnå de foran nevnte basemetningsgrader. Dette gjelder alle ledd på felt 1 og dessuten ledd b nr. 3, 11 og 14 b og c.

Ved kalkingen i 1973 ble det brukt brent kalk med ca. 75 % CaO, 8 % MgO og 10 % CaCO₃. Ved omregningen er innholdet satt til 87 % CaO.

Etter at kalkmengdene var avpasset etter jordas egenskaper ble det stort sett oppnådd samme pH på alle feltene for samme ledd. Felt nr. 4 skilte seg ut ved at pH ble endret vesentlig mindre enn på de andre feltene. Jordreaksjonen for de enkelte felter etter forskjellig sterk kalking er gjengitt grafisk i fig. 1 og 2. Ved kalking til 50 % basemetningsgrad var pH i middel for 10 felter (nr. 1 og 4 utelatt) 5,9 med variasjon 5,7—6,2, ved 75 % pH 6,2 (6,0—6,7) og ved 100 % pH 6,5(6,3—6,7).

I betraktning av betydelige feilkilder både ved kjemisk bestemmelse av ombytningskapasitet og basemetningsgrad, ved omregning til kg CaO pr. dekar på grunnlag av volumvekt, og fordi en må regne med jordvariasjon innenfor det enkelte felt og at det er umulig å få spredd og blandet inn kalken jevnt i jorda, må en si at

resultatet har vært ganske tilfredsstillende.

Når det ikke er oppnådd full nøytralisasjon med kalkmengder som skulle tilsvare 100 % basemetning, er det nærliggende å tilskrive dette ujevn innblanding av kalken, at prøvene ikke har vært representative nok og andre uunngåelige feil som gjelder markforsøk.

Endringer av pH i forsøksperioden og i dypere jordlag

I jordprøver uttatt hver høst var pH praktisk talt uforandret fra 1970 til 1972. Bare for ukalket var det en stigning fra pH 5,1 til 5,3 i gjennomsnitt for 12 felter. Fra 1973 til 1975 var det en nedgang tilsvarende 0,2 pH-enheter i gjennomsnitt for hvert av kalkingstrinnene. Også for ukalket var det en nedgang fra 5,3 til 5,2.

Virkning av kalkingen på jordreaksjonen under pløyselaget ble undersøkt i prøver uttatt høsten 1973. pH i laget 20—40 cm viste til dels en stigning for de kalkede leddene i forhold til ukalket avhengig av de kalkmengder som var brukt og av jordas mekaniske sammensetning. For feltene på utpreget sandjord, nr. 1, 6, 8 og

12 var det en økning i pH for leddene *d* og *e* på hhv. 0,4—0,8, 0,8—0,6, 0—1,0, 0,7—0,5. På felt 4 hvor det ble brukt store kalkmengder var endringene i pH for laget 20—40 cm og for de to nevnte ledd, 0,6 og 0,7 pH. I mer finkornet jord, nr. 2, 3 og 9 og

på felter (11 og 14) hvor det var brukt mindre kalk, var endringene i pH for laget 20—40 cm vesentlig mindre og usikre.

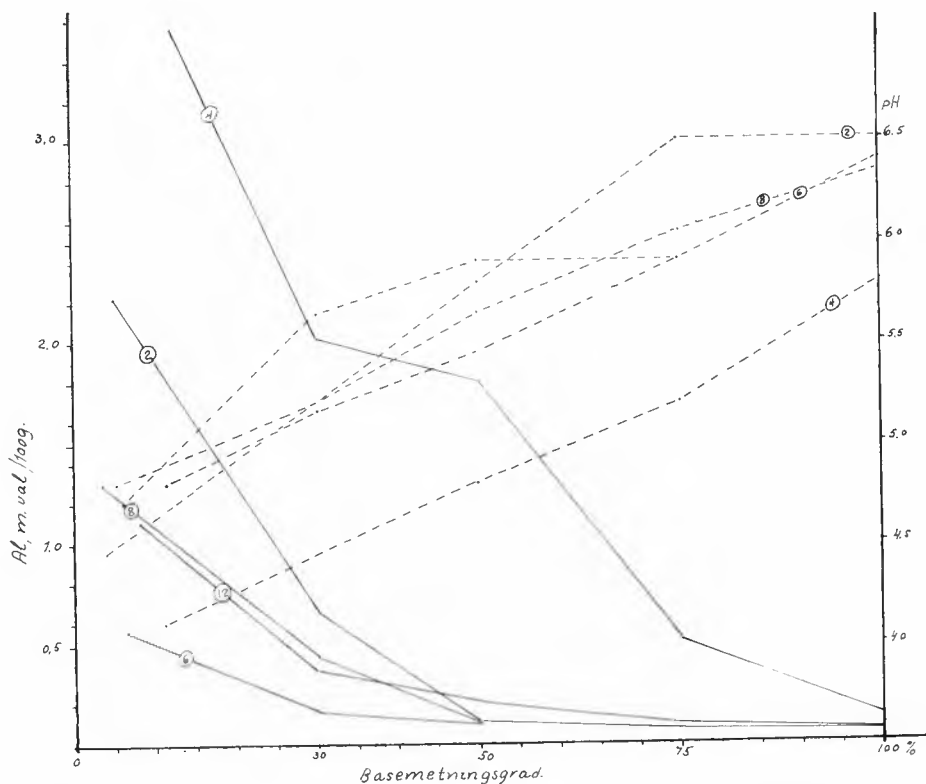
For laget 40—60 cm var pH endringene små, som regel mindre enn 0,3 pH.

Innholdet av utbyttbart aluminium etter kalking

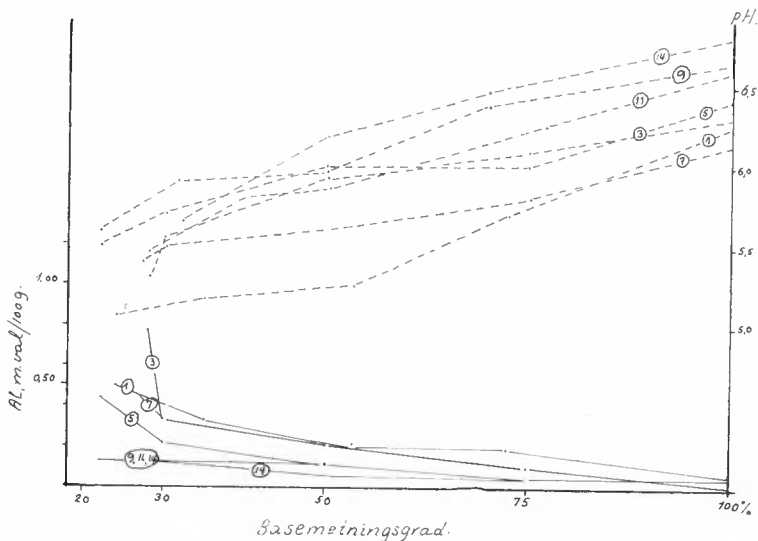
I tabell 4 er gjengitt innholdet av aluminium bestemt ved ekstraksjon med 1 n KCl etter kalking med de mengder som ble brukt ved anlegg av forsøkene.

Det var tidligere vanlig oppfatning

at nøytralisering av surheten i jorda ved kalking berodde på at utbyttable hydrogenioner (hydroniumioner (H_3O^+)) ble fortrent av kalsium under dannelse av CO_2 og H_2O . Det har imidlertid lenge vært kjent at det



Figur 1. pH og innholdet av utbyttbart aluminium i ukalket jord og etter kalking til 30, 50, 75 og 100 % basemetning i prøver tatt høsten 1975. Felter på nydyrket jord.



Figur 2. pH og innholdet av utbyttbart aluminium i ukalket jord og etter kalking til 30, 50, 75 og 100 % basemetning i prøver tatt høsten 1975. Felter på gammel kulturjord.

i sterkt sur jord var aluminiumioner i jordvæsken og at disse i mineraljord ofte utgjorde betydelig større del enn utbyttbare hydrogenioner (Jenny, 1961, Coleman & Thomas, 1967, McLean, 1976). I jord med stort humusinnhold og i organiske jordarter vil innholdet av aluminiumioner være mindre. Virkningen av kalking i sterkt sur mineraljord vil etter den oppfatning en er kommet til, i første rekke skyldes at utbyttbare hydrogenioner og aluminiumioner blir fortrengt under dannelse av CO_2 og $\text{Al}(\text{OH})_3$. Hvis det blir brukt mer kalk enn det som er nødvendig for å fortrenge utbyttbare aluminiumioner vil også hydrogenioner i sure grupper i kolloidkomplekset, i svake organiske syrer og hydroksyaluminiumioner bli nøytralisert (se bl. a. Coleman et al., 1959).

Kalkingen har redusert innholdet av oppløselig aluminium i jorda på alle felter. Men selv ved største kalkmengde (1000 kg kalksteinsmel) var det fremdeles et betydelig innhold av

oppløselig aluminium i jorda på tre av feltene (nr. 2, 4 og 12).

Innholdet av oppløselig aluminium ble også bestemt i jordprøver tatt høsten 1975. Resultatene sammen med pH er fremstilt grafisk i fig. 1 og 2.

For prøver fra feltene på nybrott med sterkt sur jord var det en rask nedgang i innholdet av utbyttbart aluminium etter kalking til 30 % basemetningsgrad. Nedgangen videre ved sterkere kalking var langsommere. Ved 50 og 75 % basemetning var innholdet redusert til ca. 0,2 mval eller mindre og ved 100 % basemetning var innholdet for de aller fleste prøver mindre enn 0,1 mval/100 g.

Prøvene fra felt nr. 4 skiller seg ut fra de øvrige ved at pH ble endret mindre og ved at aluminiuminnholdet på de forskjellige kalkingstrinn var vesentlig større. Det var først ved største kalkmengde at aluminiuminnholdet kom under 0,2 mval/100 g i nr. 4. Med de undersøkelser som er utført, lar det seg ikke gjøre å for-

klare årsaken til at prøvene fra felt 4 har vært så forskjellig fra de andre. Det kan se ut til at jord med stort innhold av organisk materiale har større potensiell surhet enn det som kommer til uttrykk ved bestemmelse av ombytningskapasitet og basemetningsgrad etter den metoden som er brukt.

Kalking med relativt små kalkmengder har i disse undersøkelsene i de fleste tilfeller ført til en rask nedgang i innholdet av utbyttbare aluminiumioner. Når svak kalking ofte har gitt store meravlinger på sterkt sur mineraljord, er det ikke urimelig å anta at dette kan ha sammenheng med at innholdet av oppløst aluminium er blitt vesentlig forminsknet. Under visse forhold helst på sterkt forvitret og utvasket jordsmonn (ultisols-oxisols) er det oppnådd full virk-

ning av kalkingen med mengder tilsvarende de som skal til for å redusere innholdet av utbyttbart aluminium til under den toksiske grense (Reeve et al., 1870). Andre mener at kalkmengder tilsvarende innholdet av utbyttbart aluminium i 1 n KCl eller noe mer vil være et realistisk mål for vurdering av kalkbehovet (Kamp-rath, 1970).

I jordsmonn som er mindre forvitret og hvor innholdet av organisk materiale er større, vil virkningen av kalkingen for en stor del bero på økt mikrobiologisk aktivitet ved frigjøring av plantenæringsstoffer som nitrogen og fosfor. Våre undersøkelser og erfaringer fra andre forsøk tyder på at det vil være nødvendig å bruke større kalkmengder enn ovenfor antydnet for å oppnå full virkning av kalkingen.

Summary

The effect of liming on changes in soil reaction and the content of exchangeable aluminum were investigated in twelve field experiments with different amounts of lime during the years 1969—75 in the district of Solør and Odal.

Five of the trials were placed on newly cleared very acid forest soil with pH below 5 and seven on older cultivated soils with pH from 5 to about 6. The soil texture at the different sites varied from sand to silt.

Liming was carried out by adding finely ground limestone in amounts corresponding to: 2, 4, 6 and 10 tons per ha respectively at the start of the experiments. In early spring 1973 extra lime was added in order to obtain the same lime status in all trials for the four liming steps. The amounts of lime were calculated on the basis of soil analyses (CEC, sa-

turation degree and volume weight) and was added in amounts corresponding to: 30, 50, 75 and 100 percent base saturation, respectively taking into consideration the amounts which were added when the experiments started.

The mean pH of soil samples from 10 sites at the end of the experiments showed: pH 5,9, 6,2 and 6,5 for the three steps with soil limed to 50, 75 and 100 percent base saturation, respectively.

The content of exchangeable aluminium in 1 n KCl was high, especially in soil with pH below 5. In these soils the content of exchangeable aluminium was considerably higher than the content of exchangeable hydrogen ions.

After liming the content of exchangeable aluminium decreased rapidly. In soil limed to 50 percent base saturation the content of aluminium in

all fields was $\leq 0,2$ m val/100 g except for one on very acid loam, rich in organic matter. pH changed less and the content of exchangeable aluminium in the soil from different liming steps remained higher in this trial than in the others. Apparently the potential buffer capacity was higher in this soil than indicated by the soil analyses.

Litteratur

- Bondorff, K. A.*, 1950: Om bestemmelse av jordens rumvægt. Tidssk. Planteavl. 53: 449—460.
- Coleman, N. T.*, 1959: Cation exchange capacity and exchangeable cations in Piedmont soils in North Carolina. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23: 146—149.
- Coleman, N. T. and Thomas, G. W.*, 1967: The basic chemistry of soil acidity. Amer. Soc. Agron. 12: 1—41.
- Elles R., Davis J. and Turlow, D. L.*, 1964: Zinc availability in calcareous Michigan soils as influenced by phosphorus level and temperature. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 83—86.
- Foy, C. D. and Boawn, J. C.*, 1964: Toxic factors in acid soils II. Differential Al tolerance of plant species. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 27—32.
- Gandahl, R.*, 1952: Hydrometermetoden. Geol. Fören. Förhandl. 74: 497.
- Grigg, J. L.*, 1953: Determination of available molybdenum of soils. New Zealand J. Sci. Tech. Sec. A. 34: 405—414.
- Henriksen, Aa. og Jensen, H. L.*, 1958: Chemical and biological determinations of copper in soil. Acta Agric. Scand. 22: 173—177.
- Jenny, H.*, 1961: Reflections on soil acidity merry-go-round. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25: 428—432.
- Johnson, C. M. and Arkley, T. H.*, 1954: Determination of molybdenum in plant tissue. Anal. Chem. 26: 572—573.
- Kamprath, E. J.*, 1970: Exchangeable aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 252, 254 and 364.
- Lin, C. and Coleman, N. T.*, 1960: The measurement of exchangeable aluminium in soils and clays. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 24: 444—446.
- Mc. Lean, E. O., Shoemaker, H. E. and Hourigan, W. R.*, 1961: Some effects of Al on lime requirement tests of soil. Trans. Soil. Sci. Congr. vol. II: 142—151, Madison.
- Mc. Lean, E. O.*, 1965: Exchangeable aluminium. Methods of Soil Anal. II, Agron. 9: 985—998.
- Mc. Lean, E. O.*, 1976: Chemistry of soil aluminium. Comm. Soil Sci. and Plant anal. 7: 619—636.
- Michael, G. u Trobisch, S.*, 1961: Der Molybdänversorgungsgrad mitteldeutscher Ackerböden. Zeitschr. Pfl. ernähr. Düng. Bodenk. 93: 9—18.
- Nelson, J. L., Boawn, L. C. and Viets, F. G. jr.*, 1959: A method for assessing zink status of soil using acid extractable zink and «titratable alkalinity» values. Soil Sci. 88: 275—283.
- Peech, M., Cowann, R. L. and Baker, J. H.*, 1962: A critical study of the BaCl₂-trietanolamine and the ammonium acetate methods for determining the exchangeable hydrogen content of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26: 37—40.
- Peech, M.*, 1965: Exchange acidity. Black. Methods of soil analyses II. Chemical and mikrobiological Methods. Agron. 9: 905—912.
- Reeve, N. G. and Sumner, M. E.*, 1970: Lime requirements of Natal Oxisols based on exchangeable aluminium. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 595—598.
- Rich, C. J. and Thomas, G. W.*, 1960: The clay fraction in soils. Adv. Agron. 12: 1—39.

- Riehm, H.*, 1957: Untersuchungen über die in Augustenberg ausgearbeitete Methode zur Bestimmung des heisswasserlöslichen Bors im Boden nach Berger und Truog. *Agrochimica* 1: 91—106.
- Schmehl, W. R., Peech, M. and Bradfield, R.*, 1952: Influence of soil acidity on adsorption of calcium of alfalfa and revealed by radiocalcium. *Soil Sci.* 73: 11—21.
- Semb, G. og Øien, A.*, 1970: Orienterende undersøkelser over manganmangel i relasjon til manganinnholdet i jorda. *Forsk. forsøk landbr.* 21: 125—137.
- Sherman, G. D., McHargue, J. S. and Hodkins, W. S.*, 1942: Determination of active manganese in soils. *Soil Sci.* 54: 253—257.
- Vigerust, E.*, 1970: Enkelte aktuelle spørsmål vedrørende kjemiske jordanalyser. *Grundförb.* 23: 143—148.
- Øien, A. og Gjerdingen, K.*, 1972: Extended use of atomic absorption in soil analysis. *Acta. Agri. Scand.* 22: 173—177.
- Asen, I.*, 1966: Mangan i jord og planter. Nokre resultat frå arbeidet med manganmangel på korn. *Ny jord:* 37—47.

