

Norsk landbruksforskning

19 FEB. 1991

Norwegian Agricultural Research

Vol. 4 1990 Nr. 4

NISK, BIBLIOTEKET



70266709



Norsk institutt for skogforskning

Biblioteket

DR 41 - 1412 ÅS-NILV

Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, Norge

Norwegian Agricultural Advisory Centre, Ås, Norway

NORSK LANDBRUKSFORSKING / NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

Norsk landbruksforskning er en fortsettelse av Meldinger fra Norges landbrukshøgskole og Forskning og forsøk i landbruket og dekker et publiseringsbehov for norske forskningsresultater innenfor fagområdene: Akvakultur/*Aquaculture*, Husdyrbruk/*Animal Science*, Jordfag/*Soil Science*, Landbruksteknikk/*Agricultural Engineering and Technology*, Naturgrunnlag og miljø/*Natural Resources and Environment*, Næringsmiddelteknologi og hygiene/*Food Technology*, Plantedyrking jord- og hagebruk/*Crop Science*, Skogbruk/*Forestry*, Økonomi og samfunnsplanlegging/*Economics and Society Planning*.

Tidsskriftet har abstrakt, figur- og tabelltekster, overskrift samt nøkkelord på engelsk.
Articles published in the journal will always contain titles, abstracts, key words and figures and tables legends in English.

Ansvarlig redaktør/Managing Editor, Jan A. Breian

Fagredaktører/Subject Editors

Even Bratberg	Unni Dahl Grue	Rolf Horntvedt	Trygve Skjelvdal
Rolf Enge	Knut Heie	Atle Kvåle	Jon Stene
Ketil Gravir	Arne Hermansen	Fridtjov Sannan	Steinar Tveitnes

Redaksjonsråd/Editorial Board

Sigmund Christensen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag
Birger Halvorsen, Norsk institutt for skogforskning
Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning
Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon
Åshild Krogdahl, Institutt for akvakulturforskning
Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag
Toralf Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag
Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag
Nils K. Nesheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for økonomi og samfunnsfag
Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruks-økonomisk forskning
Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning
Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning
Hans Sevatdal, Norges landbrukshøgskole, Institutt for planfag og rettslære

Bal Ram Singh, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag
Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur
Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag
Grete Skrede, Norsk Institutt for næringsmiddelforskning
Kjell Steinholt, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag
Arne H. Strand, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag
Hans Staaland, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning
Asbjørn Svensrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogfag
Geir Tutturen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag
Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag
Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk
Kåre Årsvoll, Statens plantevern

UTGIVER/PUBLISHER

Statens fagtjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Centre*, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway. Norsk landbruksforskning/*Norwegian Agricultural Research* (ISSN 0801-5333) blir utgitt med fire hefter pr. år som utgjør et volum. Hvert hefte skal være på ca. 100 sider. Abonnementsprisen er NOK 400,- pr. år. Eventuelle supplementer vil bli sendt gratis til abonnenter, men kan bestilles separat hos utgiveren.

KORRESPONDANSE/CORRESPONDENCE

All korrespondanse av redaksjonell eller forretningsmessig karakter skal sendes til Statens fagtjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Centre*.

Kompostering og kompost av fast husdyrgjødsel: Ei oversikt

Composting and compost of solid animal manure: A review

KNUT HAGA

Statens forskingsstasjoner i landbruket, Kvithamar forskings-stasjon, Stjørdal, Noreg/Norsk senter for økologisk landbruk, Tingvoll Gard, Tingvoll, Noreg.

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway/The Norwegian Center for Ecological Agriculture, Tingvoll Gard, Tingvoll, Norway.

Haga, K. 1990. Composting and compost of solid animal manure. A review. Norsk Landbruksforskning 4: 245-258 ISSN 0801-5333.

A review of 66 publications from the period 1939-1990 on factors which influence the conservation and utilization of nitrogen when composting manure solids is presented. If composting is carried out in a closed system it is possible to catch volatilized ammonia from outlet air combined with heat recovery. If open systems are used, e.g. windrows, large amounts of available carbon (C/N>30), high pore moisture (70-80% moisture content), a cover of porous ammonia-retaining litter such as chopped straw and a plastic cover can prevent N losses. To maximize N utilization urine should be separated before litter is added. Foreign compost research is of limited applicability to Norwegian conditions mainly because of differences in climate, raw materials and research objectives, and the frequent use of small-scale compost experiments. In order to understand edaphic effects, long-term crop rotation experiments comparing composted and non-composted manure are needed. Also needed are field experiments combining the testing of local litter materials with different composting systems.

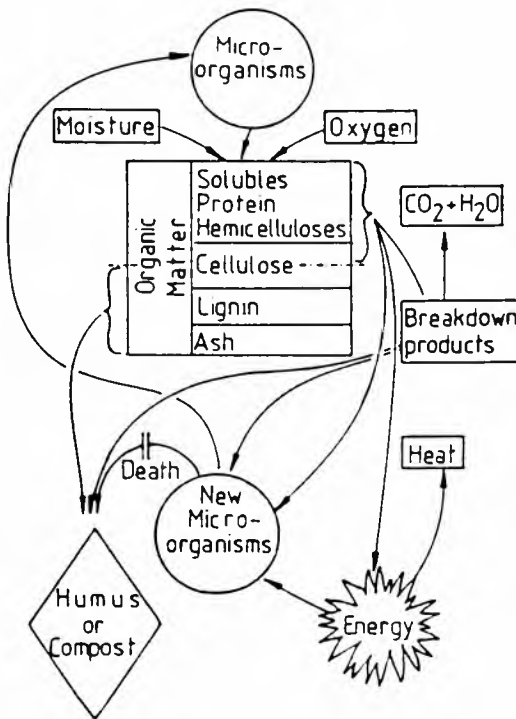
Key words: Composting systems, edaphic factors, manure composting, nitrogen conservation, nitrogen utilization.

Knut Haga, The Norwegian Center for Ecological Agriculture, Tingvoll Gard, N-6630 Tingvoll.

Aerob nedbryting og stabilisering av organisk materiale går relativt sakte i naturen og med omlag same temperatur som omverda. For å skunde på omsetninga kan ein samle materialet i haugar for å ta vare på varmen frå nedbrytinga slik at temperaturen i massen stig. Denne aksel-

lererte eksoterme prosessen er kalla kompostering (Gotaas 1956, Biddlestone et al. 1987); også definert som nedbryting av heterogent organisk materiale til enkle sambindingar ved hjelp av samansett mikrobebestand i fuktig, varmt og aerobt miljø. Sambindingane blir fri-

gjevne til omverda, bygde inn i mikrobielt vev eller akkumulerte som tungt nedbrytbare humusstoff (Grey et al. 1972, Nielsen 1986) (fig.1). Kompostmassen er eit mikrobielt økosystem, der det sentrale særdraget er samspelet mellom varmeproduksjon og temperatur (Finstein 1980). For å kunne styre prosessane mot ynskte mål, må vi kjenne til både dei fysiske, kjemiske og dei biologiske mekanismane i dette økosystemet, samt prosessparameter som balansering av næringsstoff, fukt, luftskifte, pH og temperatur (MacGregor et al. 1981, Jeris & Regan 1973 a, b).



Figur 1. Komposteringsprosessen (Biddlestone et al. 1987).

Figure 1. The composting process (Biddlestone et al. 1987).

Måla med kompostering kan vere ulike etter kva ein skal kompostere og kva ein skal nytte den ferdige komposten til. Frå gammalt av og under renessansen for kompostering i byrjinga av vårt hundreår var ivaretaking og tilbakefø-

ring av næringsstoff kombinert med avfallsanering hovudmålet (Gotaas 1956). I seinare tid har nedbrytinga vore sett på som eit mål i seg sjølv for å bli kvitt mest mogleg avfall på kortast mogleg tid, også i samband med industrielt husdyrhald utan nok areal lokalt til optimal resirkulering av næringsstoffa.

Ved kompostering av husdyrgjødsel står nitrogentap og -utnytting sentralt. Kan tapet reduserast og utnyttingsgraden aukast ved forbetring av enkle, tradisjonelle metodar, eller trengst meir kompliserte system? Kan tidlegare forskning gi oss overførbare svar på dette? Kva bør vi arbeide vidare med for å få fram resultat for norske forhold?

KOMPOSTERINGSPROSESSEN OG PROSESSPARAMETER

Organisk avfall er blandingar av sukker, protein, feitt, hemicellulose, cellulose, lignin og mineral. Konsentrasjonane varierer mykje. For planter spelar art og alder stor rolle for samansetjinga. Når plantene eldrast, går lågmolekylære sambindingar over til tyngre polymerar. For husdyrgjødsel er dyreslag og føring viktigast (Grey et al. 1972, Biddlestone et al. 1987). Berthelsen (1986) meiner at gjødsla frå einmaga dyr som fjørfe og gris er lettast å kompostere. Storfe utnyttar føret så godt at det er att lite lettomsettelege og mykje tungt- og langsamtomsettelege stoff i gjødsla.

Næringstilgang

Av næringsstoffa er tilgangen på nitrogen (N) og karbon (C) hovudutslagsgjevande for mikrobeaktiviteten. C-innhaldet ligg normalt rundt 40-45 % av tørrstoffet. N-innhaldet på tørrstoffbasis varierer frå under ein halv prosent (C/N omlag 80) i halm og torv (McCalla 1960) til 15-20 % (C/N rundt 1) i urin (Gotaas 1956). Fastgjødsl frå storfe har 2-3 % N (C/N=14-17), medan fjørfegjødsel og aktivert kloakkslam inneheld det doble (C/N=5-8) (Grey et al. 1973 a, Kirchmann 1985).

Ettersom mikroorganismane brukar 25-30 delar C for kvar del N, vil eit C/N-forhold rundt

30 (ca. 1,5 % N) vere nødvendig for å begrense faren for N-sløsing og N-tap til luft (Poincelot 1975). Særleg høgare C/N-tal hemmar kraftig mikrobevekst og omsetningsfart (McCalla 1960). Er målet einsretta på raskast mogleg omsetning kan C/N gjerne vere svært lågt (Schuchardt 1988). Ein lyt elles merke seg at det er tilgjengeleg C som mikrobane rettar aktiviteten etter; total C/N vil vere misvisande dersom det dreier seg om tungtomsettelege emne som cellulose og lignin (Grey et al. 1973 a). Særleg viktig er det med god tilgang på karbon i starten dersom materialet inneheld mykje ammoniakk/ammonium, t.d. husdyrgjødsel (Grey et al. 1973 a, Kirchman 1985).

Vassinnhald og luftveksling

Høveleg vassinnhald varierer m.a. med komposteringsmetode og strukturen i massen: God struktur gir mykje fritt luftvolum (Free Air Space; FAS) og toler høgt vassinnhald. Klebrig, finpartikla materiale lyt ha og toler mindre fukt (Jeris & Regan 1973 b). Dei fleste kjelder oppgir 50-70 % som optimalt vassinnhald ved søppel- og slamkompostering, mot 70-80 % ved kompostering av strøblanda husdyrgjødsel med god struktur (Gotaas 1956, Grey et al. 1973 b, Molland 1980, Bertelsen 1986). Ved reaktorkompostering og mekanisk lufting tålest det også høg fukt (Gotaas 1956). Ettersom lipida går over til flytande form ved temperaturar det her er snakk om, hevdar Wiley (1957) og Jeris & Regan (1973 b) at ein bør leggje desse til vassinnhaldet. Dette er særleg viktig for feittrikt materiale som daudfisk og slakteavfall.

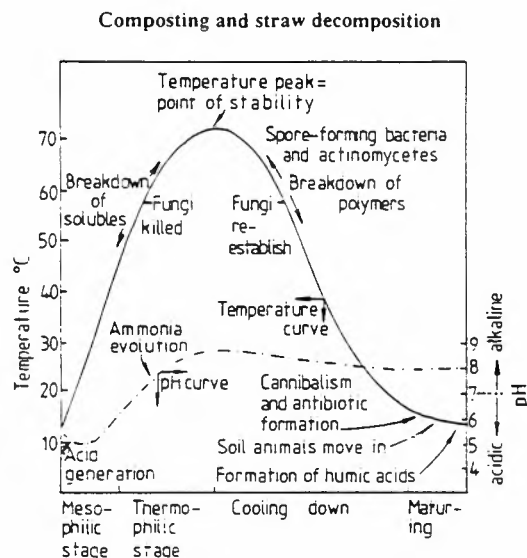
Luftveksling er viktig både for bortføring av karbondioksid, fukt og varme, og tilføring av oksygen. Jeris & Regan (1973 b) fann at FAS burde liggje på 30-35 % for blanda avfall (mixed refuse) for optimal luftveksling, noko som tilseier at vassinnhaldet skal liggje mellom adhesjonsvatn og holromsvatn (Schuchardt 1978). Berthelsen (1983) viser kor viktig god homogenisering er for rask og jamn oksygentilgang for mikroorganismene i halm-gjødselkompost: Det tek 23 timar for oksygenet å kome gjennom eit 10 mm tjukt gjødsellag, mot 14 minutt om laget er 1 mm.

Oksygenbehovet varierer med temperatur og tid, og synest vere størst ved 45-55°C (Berthelsen 1983, Jeris & Regan 1973, Grey et al. 1973 b). Wiley & Pearce (1955) tilrår ei oksygenforsyning på 6-19 mg O₂/time/gram omsettbar materiale. Omgjort til luft tilrår Biddlestone et al. (1987) 0,6-1,8 m³/døgn/kg, eller å halde oksygen-nivået i komposten på 10-18 %. Også Schuchardt (1988) reknar 10 % som minimum. Kotchitzky et al. (1969) observerte derimot ikkje anaerobe symptom sjølv ned i 0,5 % oksygen. Normalt skjer det meste av luftskiftet i ein vanleg haug grunna skorsteinseffekten: Varm luft stig til vers i midten av haugen, og ny luft blir sugd inn frå sidene. Lufta skiftest 1-2 gonger i timen (Molland 1980), m.a. etter strukturen i materialet. Luftinnblesing og/eller systematisk snuing er ofte nytta for å sikre optimal oksygen-nivå i heile massen og å hindre anaerobe forhold.

Temperatur- og tidsmønsteret

Temperatur- og tidsmønsteret i komposteringsprosessen er synt i fig. 2. Det er eit tydeleg samspel mellom biologisk aktivitet og temperaturauke, og temperaturen sin verknad på den biologiske aktiviteten (Finstein 1980).

I oppvarmingsfasen er det soppar og syreproduserande bakteriar som lever på frie aminosyrer og enkle karbohydrat. Varmeutviklinga overgår etterkvart det desse mesofile mikroorganismene toler (ca 40°C), men termofile organismar, særleg soppar, overtek og temperaturen held fram med å stige. Desse soppene er mest effektive i området 45-55°C (Chung Yang 1967). Ved 60°C gir dei opp, og det er berre aktinomysetar og sporedannande bakteriar att (Grey et al. 1972). Aktinomysetane held fram med å bryte ned meir eller mindre lettomsettelege stoff som protein, lipid og hemicellulose (Nielsen 1986). Etterkvart går varmeproduksjonen ned, anten grunna mangel på fukt, oksygen eller næring, eller at det blir for varmt for organismene (>70°C). Temperaturen byrjar gå ned (avkjølingsfasen). Når temperaturen kjem under 60°C att, vil soppene som også kan bryte ned cellulose re-invadere frå kjøligare soner (Grey et al. 1972). Denne nedbrytinga går rela-



Figur 2. Temperatur- og pH-variasjonar i ein komposthaug (Biddlestone et al. 1987).

Figure 2. Temperature and pH variations in a compost heap (Biddlestone et al. 1987).

tivt sakte og temperaturen held fram med å falle. I modningsfasen kjem mesofile organismar inn att, samt makrofauna og lignin nedbrytande hattsoppar (Chang Yung 1967, Bochemuhl 1981, Kirchmann 1986). Denne fasen er karakterisert ved danning av humussyrer frå ligninrestar og mikrobeprotein (Grey et al. 1972).

Utover i modninga vil det kunne dannast nitrat ved re-mineralisering av N om oksygen-tilgangen er god. Nitrat kan lett tapast ved utvasking, eller til lufta ved denitrifikasjon om det oppstår anaerobe forhold etter nitrifikasjonen (Poincelot 1974, Nielsen 1986).

Dersom sjukdomssanering er ei målsetting, tilrår Gotaas (1956) minst 60°C i heile massen. Poincelot (1975) reknar 55°C over tre veker som tilfredstillande. I tillegg til temperatur og tid er også konkurranse om næring, antagonisme, antibiotika og hemmande stoff som ammoniakk viktige faktorar i sjukdomssaneringa (Biddlestone et al. 1987).

Finstein (1980) og MacGregor et al. (1981) skil mellom to fundamentalt ulike komposte-

ringssystem: «Sjølvsavgrensande system» når opp i temperatur over 60°C som svekkar mikrobesamfunnet. Dette hemmar igjen nedbryting, varme- og vassfjerning. Motsett er det for «ikkje-sjølvsavgrensande system» der temperaturen ikkje går over 60°C. Temperatur- og prosesskontrollen lyt skje ved temperaturstyrt tvangslufting som igjen aukar fordampinga. I eit slikt system reknast at 90 % av varmetapet skjer gjennom fordamping (Finstein et al. 1983). Emerton et al. (1988) fekk høgare temperatur med tvangslufting enn utan, noko som m.a. skuldast for høg settemperatur på viftestyringa og dermed for lite tid med lufting. Medan Finstein et al. (1983) tilrår blesing og ikkje suging av luft for best kontroll, hevdar Molland & Pedersen (1982) at veksling mellom sug og bles hindrar for sterk uttørking og gir jamn fukt og temperatur i heile massen.

pH-utviklinga

Fig. 2 syner også pH-utviklinga ved kompostering. pH i starten varierer med utgangsmaterialet, og er svakt sur for plantematerialet, nøytral for t.d. blaugjødsel og svakt basisk for fastgjødsel. Normalt vil syreproduksjonen medføre eit kortvarig pH-fall i oppvarmingsfasen (Biddlestone et al. 1987). Utover i termofil fase vil pH stige grunna frigjering av HCO_3^- og NH_3 under nedbryting av organisk materiale og aminosyrer. Stiging skyt fart når det ikkje er meir kalsium-ion til karbonatfelling, og karbonatet reagerer med H^+ . Utflating og nedgang heng m.a. saman med buffring frå humussyrer (Hagen & Lavoll 1982, Nielsen 1986, Jakobsen 1988 a, b).

pH spelar stor rolle for ammoniakkdanninga. Ved pH 9,4 som er syrebasekonstanten (pKs) til ammonium i romtemperatur, er det like mykje ammoniakk som ammonium. Ved pH 8,4 og 7,4 vil ammoniakk-konsentrasjonen gå ned til 1/10 og 1/100 (Nielsen 1986). pKs varierer med temperaturen: Ved 5°C er han 9,9 og ved 50°C 8,5; same pH og stigande temperatur skuver jamvekta mot ammoniakk. Temperaturen virkar også inn på kor mykje ammoniakk som kan vere oppløyst i vatn. Løyeegraden går ned til det halve ved auke frå 0°C til 25°C, og til 1/4 for au-

ke frå 25°C til 65°C (Juul 1983). Også partialtrykket aukar med temperaturen (Nielsen 1986).

Grey et al. (1973 b) nemner tilfelle med tredobla omsetning og seksdobla N-tap ved å tilsetje 8 % CaCO₃ til avfallskompost. Kjem pH særleg over 9 (t.d. i kalkfelt slam) vil dette kunne inaktivere mikroorganismene (Molland 1980). Jakobsen (1988 a) greidde å halde pH lågare ved tilsetjing av CaCl₂. Grunna høg C/N vart det ikkje registrert ammoniakktvikling i kontrollleddet og såleis ikkje skilnad i N-tapet. Omsetninga vart derimot redusert med ca. 20 %.

Poding av komposten

Dei fleste undersøkingane finn liten verknad av poding med tidlegare kompost eller mikroorganismar for dei fleste typane komposterbart materiale. Eksisterande organismar formeirer seg raskt nok om forholda elles er optimale (Poincelot 1975, Biddlestone et al. 1987). Auka omsetning er funne ved poding av sterilt industriavfall (Grey et al. 1972), og ved resirkulering av større mengder aktivert kompostmasse ved reaktorkompostering av lite oppstykkka søppel (Jeris & Regan 1973 b). Gotaas (1956) nemner jordinnblanding, men då for å dempe temperaturutviklinga og binde ammoniakk. Skal dette ha nokon effekt, krevst relativt store mengder jord, og ho bør vere rik på leirmineral (Kirchmann 1985). Tilført jordfauna vil normalt stryke med eller ryme under varrefasen.

Modning og veksthemming

Kva tid er så komposten moden for bruk? Hovudregelen er at det organiske materialet skal vere stabilisert. Gotaas (1956) meiner dette er tilfelle når temperaturen kjem under 50°C og fleire snuingar ikkje gir temperaturauke. Då er det slutt på lettomsatteleg organisk stoff som kan gi spire- og veksthemming etter gjødsling. C/N-forholdet fortel også ein del om modninga. Etter Poincelot (1975) vil C/N i ein normal kompost stabilisere seg på 10-12. Ved mykje tungtomsatteleg C vil C/N flate ut på langt høgare nivå.

Chanyasak et al. (1983 b) fann at C/N i kom-

posten ikkje var brukbart mål, ettersom C/N varierte for mykje med utgangsmaterialet. Måling av forholdet organisk C/organisk N i vass-ekstrakt av komposten er langt sikrere mål. Det stabiliserte seg på 5-6 i forsøka deira uansett utgangsmateriale og C/N i komposten. Same verdiane finn ein i mikrobezellene (Chanyasak & Kubota 1981). Roig et al. (1988) undersøkte kationbyttekapasiten (CEC) som humifiseringsparameter for husdyrgjødsel. Dei fann at forholdet CEC/tot.organisk C over 1,7 tyder på godt humifiseringsnivå. Hagen & Lavoll (1982) fann samanheng mellom stabilisering av karbonmaterialet, nitratdanning og oppheving av hemmingeffektar i vekstforsøka. O₂-forbruk og CO₂-produksjon er også gode mål på omsetningsgraden. Det same gjeld innhaldet av sulfid og sulfat. Bruk av spireprøve med karse som indikatorplante er også aktuelt for å kontrollere veksthemming og modningsgrad (Zucconi et al. 1981 a).

Det kan vere fleire grunnar til veksthemming ved bruk av for lite omsatt organisk materiale. Ved høg C/N der karbonet ikkje er for sterkt bunde vil nitrogenet immobiliserast for plantene. Kortvarig nitrogenmangel kan også oppstå ved låg C/N dersom karbonet er svært lett nedbrytbart (Martinsen 1976). På andre sida kan stor tilførsle av materiale med sterk N-frigjering medføre ammoniakkgifting forsterka ved blokkering av nitrifikasjonen (Vigerust 1984). Den høge mikrobeaktiviteten lett omsetteleg materiale gir i jorda kan også medføre oksygenmangel i rotsona, og mellomprodukt i nedbrytinga kan ha toksisk verknad (Vigerust 1984, Zucconi et al. 1981 a, b). Chanyasak et al. (1983 a, b) fekk tydeleg veksthemming i karforsøk med Brassica rapa, var. perverdis der det var brukt lite omsatt kompost som inneheldt mykje kortkjeda fettysyrer. Kompostmaterialet var sortert hushaldsavfall. Tilførte mengder var 10 og 20 g tørrstoff pr. potte. Ved testing fann dei at særleg propion- og n-smørsyre virka hemmande. Biddlestone et al. (1987) viser til tilsvarende fytotoksiske effektar ved nedbryting av halm, der også eddiksyra synest vere medvirkande. Lynch (1987) fann at halmnedbryting under aerobe forhold faktisk stimulerte rotveks-

ten hos bygg. Anaerob nedbryting hemma veksten, grunna feittsyreakkumulering og pH-seinking like rundt halmstråa tidleg i nedbrytinga. For å få hemming, laut det vere nærkontakt mellom spirer og materialet som blei brote ned.

Inbar et al. (1985) separerte blautgjødning frå metangassproduksjon. Den faste delen, cabutz, vart nytta som vekstmedium. Det var tydeleg spire- og veksthemming for ukompostert cabutz samanlikna med kompostert; meir for tomat enn for agurk. Tilleggsjødsling med N kunne ikkje oppheve hemminga. Det vart ikkje oppdaga hemming ved bruk av væskedelen frå separeringa. Zucconi et al. (1981 a, b) fann at spirehemminga forsvann før den termofile fasen i komposteringa var over, og at dette tok kortare tid i tvangslufta kompost truleg grunna raskare omsetting. I vekstforsøk med fersk, umoden og moden søppelkompost var det liten skilnad mellom ubehandla jord og der det var brukt fersk kompost, medan umoden kompost gav omlag 40 % mindre og moden kompost 40 % større avling.

Massereduksjon

Massereduksjonen ved kompostering varierer med m.a. utgangsmateriale og metode. Tørrstofftapet ligg oftast i området 30-60 % (Poincelot 1974). Høgt innhald av oske og tungtomsetteleg C, og svært lågt innhald av N i høve til tilgjengeleg C gir vanlegvis minst tap. Kirchmann (1985) fekk 38 % tørrstofftap på 136 døgn i halmblanda fastgjødningkompost, men berre 24 % tap der strøet var torv og sagflis. Hagen & Lavoll (1982) fann omlag 50 % tap av organisk stoff både ved bruk av halm, bork, sagflis og torv som strø. Storparten av vasstapet skjedde i varmeperioden og var for heile perioden noko større enn tørrstofftapet. Vasstapet vil vere lite om komposten er utsett for mykje nedbør, særleg etter varmeperioden er over (Ferns et. al 1986). Nielsen (1986) fekk 40-50 % tørrstofftap etter 10 veker for kompost av blautgjødning og halm. Etter 28 veker var tapa omlag 50-60 %; mest der det var mest gjødning.

VERKNADEN AV HUMUS PÅ FYSISKE FORHOLD I JORDA

Gotaas (1956) hevdar at den jordfysiske verkna- den av komposthumus er like viktig som den næringsstoffmessige, særleg på tung leirjord og lett sandjord. Både infiltrasjonsevne og vasskapasitet aukar med auka aggregering. Aggregeringa blir dreven fram av cellulose-esterar frå bakterielt stoffskifte som aukar med auke i humusinnhaldet. Jurcova (1986) fann 65 % auka minimum luftkapasitet i snitt for 5 år etter tilført 50 t/ha med borkkompost kompostert etter Tjekoslovakisk patent nr. 7946/76 til tung jord i Slovakia.

I samband med gjødning med kloakkslam meiner Vigerust (1984) at tilføring av uomsett slam har større positiv verknad på jordstrukturen enn omsett vare. Uomsett slam gir større mengd verksame nedbrytingsprodukt. Han meiner dette må haldast opp mot veksthemming og akutt infiltrasjonshemming, men at problema ikkje er store om ein tilfører lite om gongen.

Ndayegamiye & Côté (1989) ville finne ut om tilførsle av relativt N-rik og C-fattig blautgjødning frå gris virka til å redusere innhaldet av organisk stoff i leirjord samanlikna med å bruke fastgjødning. Det vart nytta 60 og 120 t/ha grise- gjødning årleg med 3 % tørrstoff og C/N på 6, og 20, 40 og 60 t/ha fast storfe- gjødning annankvart år med 20 % tørrstoff og C/N på 20. Veksten var mais til ensilering. Etter ti år vart det ikkje funne signifikant skilnad i pH, total-N og C/N i jorda samanlikna med kontrollledet. CEC var høgare for fastgjødning enn for blautgjødning og kontroll. Sterkaste gjødninga auka innhaldet av organisk C i jorda, mikrobiell aktivitet og potensielt mineraliserbart N. Det var ingen skilnad i innhaldet i jorda av organisk stoff eller relativ mengd humus- og fulvussyrer mellom gjødningsslaga. Karboninnhaldet i humussyrene var derimot lågare for blautgjødning. Forfattarane trur den høge biologiske aktiviteten ved bruk av denne typen blautgjødning kan medføre redusert innhald av organisk stoff, CEC og humussyrer om det ikkje som her blir tilbakeført større mengder planterestar. Dette gjeld særleg på jord med lågt innhald av organisk stoff.

N-HUSHALD VED KOMPOSTERING AV HUSDYRGJØDSEL

Noko av det som tydeleg skil husdyrgjødsel frå planteavfall er det høge innhaldet av ammoniumnitrogen. I lagra urin vil nesten alt nitrogenet vere ammonium-N, og for sams lagra gjødsel 50-70 %. Sjølv ved urinfråskiljing vil vanlegvis 1/3 av nitrogenet vere ammonium-N og dermed svært utsett for å tapast under handtering og behandling av gjødsel (Haga 1986). I Danmark reknast fordampinga av ammoniakk frå husdyrgjødsel å utgjere omlag 100 000 t N i året. Tilsvarande N-tilførsle frå fossilt brennstoff er omlag 70 000 t (Sommer 1985).

Ved anaerob lagring tapast heller lite ammonium-N (Besson et al. 1985, Lindley et al. 1988). Spreiing av slik gjødsel kan derimot medføre svært store N-tap om forholda er ugunstige: Döhler & Wiechmann (1988) fekk tap av ammonium-N på 50-90 % ved spreieing utan nedmolding av ikkje vassblanda blautgjødsel i varmt, tørt vêr. Størst tap var det ved spreieing på halmstubb der det også var halmhakk, og minst der det var horva først. Ved rask nedmolding taptest 10 % ammonium-N.

Ved spreieing av kompostert gjødsel der nitrogenet er organisk bunde eller omdanna til nitrat skulle det ikkje bli tap ved spreieing sjølv utan nedmolding (Nilsen 1986). N-tapa under kompostering/lagring kan derimot bli store (Kirchmann 1985), og det kan bli lite plantetilgjengeleg N i tidlege delar av vekstsesongen (Piorr & Werner 1989).

Nitrogentap og -utnytting

Når ammoniumhaldig materiale skal komposterast, er eit av problema å halde på dette nitrogenet til mikrobane kan få det bunde. Det er kjendt at torv kan halde på ammonium (Kempainen 1987). Det same gjeld til dels også anna porøst fibermateriale. Minst like viktig er det at slikt materiale held på fukta i porene. Ved gjødselkompostering bør ein halde så høgt vassinnhald som råd, opptil 80 % ved god struktur, og unngå svært høg temperatur (Gotaas 1956). Etter Schuchardt (1988) skulle temperaturen ikkje gå over 40°C ut frå ammoniakk-løysegraden i

vatn og at nitrifikasjonsbakteriane kan få arbeide. Waksman et al (1939) fann i sine forsøk at fylgjande forhold måtte til for effektiv konservering av gjødsel-N ved kompostering: Høveleg C/N i starten, at nedbrytinga startar med ein gong og at ho ikkje blir hemma av verken for låg eller for høg temperatur. På dette viset meinte han at 85-90 % og mogleg oppi 95 % av nitrogenet kan bergast.

I forskingsarbeida Gotaas (1956) har sett på varierer optimalt C/N for å unngå N-tap mellom 26 og 38. Scott (1952) fekk ved kompostering i Nord-Kina minst tap ved C/N på 38, og aukande tap over 40 for halm/faeces-kompost. Ved kompostering av kommunalt avfall ved University of California (1953) fekk ein N-tap på 40-50 % ved C/N=20 og 1 % ved C/N=30.

Inbar et al. (1985) fekk ikkje tap ved kompostering av separert metangassgjæra gjødsel i 100 dagar. Maksimaltemperaturen var 55°C, pH var låg (endra seg frå 7,4 til 6,6) og start-C/N var 45 (slutt-C/N 15). Schuchardt (1988) fekk 50 % N-tap både for blautgjødsel frå gris og separert storfe gjødsel, begge iblanda halm.

Ved kompostering av noko strøblanda fjørfegjødsel med C/N på 5-7 fekk Bonazzi et al. (1988) 50-63 % N-tap. Komposteringa var kontinuerleg i opne reaktorar (60 og 100 m) med padlarar som snudde i gjødsel dagleg og samstundes flytta ho mot enden.

I Hagen & Lavoll (1982) sine forsøk var tapet etter 9 månader 9, 15 og 20 % for i same følgd halm-, bork- og fliskompost med C/N på 18, 28 og 38 i starten. Omlag 2/3 av nitrogenet fanst då som nitrat.

Nielsen (1986, 1987) gjorde forsøk med blautgjødsel frå storfe og ulike halmmengder i små kompostbingar utan dekking i perioden september-mars med 325 mm nedbør. Ved C/N på 39, 29 og 23 i starten taptest respektive 12, 22 og 42 % N til lufta i løpet av 28 veker. Utvaskingstapet for N var rundt 10 % for alle, og 3/4 av dette var organisk N. P- og K-utvaskinga var i same følgd 20-25 % og 50-60 %.

Kirchmann (1985) studerte tidlegare undersøkingar og føretok både komposterings- og vekstforsøk kring tap, planteopptak og utnytting av gjødsel-N. Alle dei 13 kjeldene om

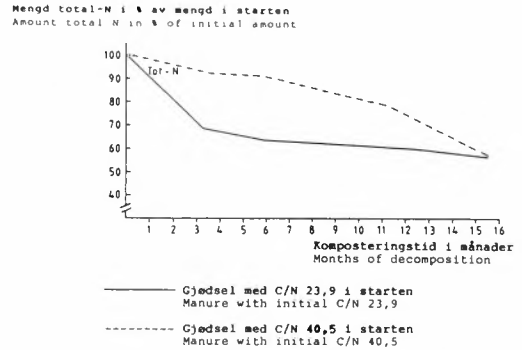
kompostert gjødsel Kirchmann refererer har hatt over 20 % N-tap. Utnyttinga synest gå ned med komposteringstida, sjølv om C/N også går ned. Dette kan skuldast auka resistens mot nedbryting av organisk bunde N ettersom det blir danna lignoprotein/humusstoff. Også celleveggene hos daude mikrobar gjer N-frigjering vanskeleg, ettersom dei er bygde opp av m.a. kitin (sopp) og mukopeptid (bakteriar) (Ljunggren 1980, Hand et al. 1988).

Kirchmann (1985) tok føre seg verknader av både klima, komposterings-/lagringstid, C/N-forhold og strøtypar i komposteringsforsøket med fast storfe-gjødsel i små bingar (ca. 0,5 m³). Det var liten skilnad mellom vinter- og sommarkompostering m.o.t. N-tap til luft. N-utvaskinga varierte mellom 2 og 10 %, utan samanheng med C/N-forholdet. C/N i starten spela derimot svært stor rolle for N-tap til luft, særleg første tida. For 5 månaders kompostering var det omlag 40 % tap ved C/N=16-20, 25 % for CN=20-30 og under 10 % for C/N > 40.

Fig. 3 syner at storparten av N-tapet ved lågt C/N-forhold skjedde innan 3 månader og mens innhaldet av organisk N auka. Tapet ved høgt C/N var lite i starten. Det auka særleg etter 1 år då organisk N blei mineralisert. N-konsentrasjonen auka til 2,7-3 % av tørrstoffet etter 6 månader, uansett innhaldet i starten. Kirchmann meiner dette er maksimalt oppnåeleg nivå for denne type gjødsel, og N kan difor tapast om det skjer nedbryting av organisk stoff etter at dette nivået er nådd.

Ved samanlikning av halm, sphagnumtorv og sagflis som strø, var N-tapet 36 % for halm, 43 % for torv og 53 % for flis etter 136 dagar kompostering og same C/N ved start (ca. 18). Torvkomposten hadde lite N-tap første 2-3 månadane, og seinare auke i tapet kan skuldast denitrifikasjon. Rameforsøk med bygg med 7 månader kompostert storfe-gjødsel og lik N-mengd tilført gav ikkje signifikant skilnad i N-opptak som i snitt låg på 37 % for 10 kg N/da. Innhaldet av uorganisk N var i snitt 14 %, noko som tyder på nettomineralisering av organisk N frå slik velmoden kompost.

I pottforsøk med kompostert og uomsett



Figur 3. Nitrogentap ved kompostering av storfe-gjødsel (etter Kirchmann 1985).

Figure 3. Nitrogen losses during cattle manure composting (from Kirchmann 1985).

¹⁵N-merka fjørfegjødsel og ammoniumsulfat til kveite fann Kirchmann (1985) berre 3-7 % gjødsel-N att i avlinga for kompostert gjødsel med C/N på 18-10. Tapet til luft ved denitrifikasjon i vekstsesongen var 13-26 %. For ukompostert gjødsel vart det funne att over 30 % ved C/N rundt 10. Plantene si N-utnytting minka med aukande halminnblanding, men nesten alt resterande N vart funne att i jorda ettersom denitrifiseringa uteblei grunna lita nitrifisering. For begge var det nettomineralisering opp til C/N=15. Til samanlikning vart 55 % av nitrogenet som var tilført som ammoniumsulfat oppteke, og 32 % tapt til luft.

Kirchmann (1985) fann større gjødsel-N-tap under lagringa og frå jorda i vekstsesongen og større N-opptak hos plantene om handteringa skjedde med lita strøtilførsle. Ved mykje strø vart både tap og utnytting redusert. Etter eitt avlingsår med bygg fanst berre 1 % av utskild storfe-gjødsel-N att i avlinga ved mykje strø, og 27 % ved lite. Tilsvarende var 80 og 26 % att i jorda.

DRØFTING AV ULIKE KOMPOSTERINGSSYSTEM

Ved tradisjonell *rankekompostering* er fukt- og C/N-regulering viktigaste reguleringsmekanismane for N-tap (Gotaas 1956). Strøtilsetjing

bør skje etter urinfråskiljinga. Auka strømengd i båsen treng ikkje gi høgare C/N, grunna større urinoppsuging (Kirchmann 1985, Daverkosen et. al 1990). Ved å hindre ekstra vasstilsørsle frå nedbør kan vassinnhaldet haldast høgt i starten og ein kan unngå utbløyting med anaerobe forhold og denitrifikasjon utover i modninga.

Det er mogleg å fange ein del ammoniakk ved god tildekking av toppen på ranken/haugen med halm, gjerne hakka (større overflate). Dette laget vil kunne halde seg fuktig dersom utlufta er kald nok. Halmdekke åleine hjelper lite mot utvasking. Med plast i tillegg kan ein lettare sikre høg yte-fukt også sommarstid. Det kan dempe temperaturen og sikre jamn omsetning av dei ytre laga i komposten (Daverkosen 1990, Suhr 1990). Også dekking med sphagnum-torv kan tenkjast medføre ein del N-fanging. Dekking med jord eller slam kan vere effektiv prosessdempar (Gotaas 1956).

Ved å leie avgangslufta frå komposteringa gjennom CaCl_2 -oppløysing kan ammoniakk fangast ved omdanning til ammoniumhydrogenkarbonat (Jakobsen 1988 a, b). Ammoniakk-vasking er i bruk m.a.i samband med kompostvarmeanlegg der ein tek ut varmen frå avgangslufta i staden for frå massen for ikkje å hemme komposteringa (Berthelsen 1983). Ein kan også tilsetje syre til vaskevannet for å auke effekten. Luftvasking er også nytta ved våtkomposteringanlegg.

Ved mekanisk lufting skulle det vere visse sjansar for å kontrollere luftstraumane. Lettast vil det vere å suge luft gjennom massen, kjøle ho ned (evt. varmevekslar) for så å boble lufta gjennom den N-fangande væska (Jakobsen 1988).

Ved god tildekking av ranken kan det vere råd å kontrollere luftuttaket også ved blesing. Klarer ein dette, treng ein ikkje setje så store krav verken til strømengd eller strøkvalitet. Såleis er det svært aktuelt i samband med mekanisk separering der tørrstoffinnhaldet tillet kompostering utan strø og dermed lågt C/N-forhold.

Rankekompostering med *intensiv mekanisk snuing*, opptil dagleg, er mykje nytta i samband med søppelkompostering der det er viktig med god luftveksling, høg temperatur og snarast

mogleg massereduksjon (Grey 1974). Kompostering av husdyrgjødsel på denne måten kan gi store N-tap.

Reaktorkompostering er som oftast kontinuerleg kompostering i meir eller mindre lukka og avgrensa anlegg med tilpassa avstand mellom inntak og uttak. Dei fleste har mekanisk lufting. Komposteringstårn er vertikale siloar med topplading. Komposteringstrommel er ei roterande nesten horisontal tønne, vanlegvis med mating i øvre enden og uttak i nedre. Det finst også modellar med roterande padllarar. Komposteringsreaktorar har vore i bruk i lang tid for kommunalt avfall (Gotaas 1956, Grey 1974). I seinare tid har det kome anlegg berekna for husdyrgjødsel. M.a. er det i Danmark utvikla ulike typar automatiske anlegg med stillestående kammer og roterande strukturvalsar, med tanke på varmeuttak (Berthelsen 1983, 1986). Strukturvalsene går når det fyllest på ny gjødsel som er grundig blanda med finhakka halm. Ferdig kompost blir teken ut med skrue i botn. Mesteparten av lufta blir resirkulert i massen for å utnytte oksygenet, samstundes med inntak av frisk luft. Utgangslufta går gjennom ein dobbel varmevekslar med ammoniakkvaskar, der også inntakslufta varmast. Effektfaktoren er 5-6. På 6 dagar reknast 40 % av organisk stoff vere omsett.

Komposteringstromlar er ofte brukande til fleire typar organisk materiale, men det er også utvikla anlegg spesielt for gjødsel og strø. Omsetningstida er omlag som for nemnde kammeranlegg. Ein tysk trommel er utvikla for varmeutvinning og ammoniakk-fanging med varmevekslar på uttakslufta. Trommelen er isolert og roterer 2,4 gonger i timen. Gjødsel og strø kjem inn kvar for seg (Tveitnes & Skjelhaugen 1988). Også i Finland og Noreg er det utvikla tromlar berekna på gjødsel. Slike anlegg går greitt å gjere mobile, slik at dei kan flyttast mellom gardar. Dette kan vere aktuelt alternativ der ein lyt utvide lagerkapasiteten. Etter å ha vore gjennom trommelen kan gjødsla lagrast rett på bakken om vassinnhaldet er lågt nok og tildekkinga er god. Ulempa med mykje snuing som ved trommelkompostering er at dette uroar mycelveksten til sopp og aktinomycetar (Grey

1973 b). Periodisk rotering og stillstand kan betra dette (Gotaas 1956). Ved ettermodning i haugar kan ein få til vidare nedbryting av det tyngre tilgjengelege materialet.

I ein reaktor er det kanskje ikkje så viktig med tørt strø som ved rankekompostering. Kombinert med ammoniakkfangning spelar det difor mindre rolle om ikkje strøet inneheld så mykje lettomsatteleg karbon, og metoden vil dermed vere eigna i område med liten halmtilgang. Eit aktuelt strøslag i så måte er oppflisa lauvtre. Lauvkraft er det mykje av dei fleste stader. Slik flis reknast vere lettare omsatteleg enn flis frå bartre grunna lågare innhald av lignin (Lynch 1987).

Ein heilt annan komposteringsmetode er *vermikompostering* ved hjelp av *Eisenia fetida*, og så kalla kompostmakk. Optimal temperatur er 20-25°C (Price 1988). Formålet med slik kompostering er både proteinproduksjon og omsetning av organisk avfall. Det kan vere vanskeleg å få til begge delane på same tid, grunna uroing av både prosess og bestand ved uttak av produkt. Om kompostering er hovudmålet kan det vere like greitt å la makkbestanden vere i fred ved å la massen liggje på ei stor rist som ferdig kompost kan passere samstundes med tilførsel av ny gjødsel på overflata. Makken vil då vandre oppover der maten er. N-tapet synest ikkje vere så stort ved vermikompostering sjølv med tilførsle til overflata grunna rask nitrifisering (Hand et al. 1988). Innhaldet av humussyrer synest vere høgare etter kompostering med *E. fetida* enn utan (Albanell et al. 1988).

KONKLUSJONAR

Mykje vitskapeleg arbeid er gjort kring emnet kompostering. Særleg mykje kunnskap finst kring komposteringsprosessen og mikrobiologien ved vanleg haugkompostering. Mesteparten av innsatsen har vore på kompostering av søppel, slam og industriavfall. Av det som er gjort på kompostering av husdyrgjødsel synest avfallskvitting og metodar for dette dominere som problemstilling. Heller lite er gjort på kompostering med mål om å kome lengre innan op-

timalisering av næringshushaldet med særleg vekt på nitrogen. Her dreier det seg stort sett om forbetring av tradisjonelle komposteringsmetodar, i første rekke regulering av C/N-forholdet ved ulike strømengder. Lite arbeid går laus på nye system og metodar.

Utanlandsk forskning er berre i avgrensa grad overførbar til oss. Dette gjeld særleg der komposteringsmetoden medfører sterk påverking av klima i komposteringstida og det er nytta små kompostmengder, ofte langt under 1 m³. Massestorleiken påvirkar i stor grad prosessforløpet og reaksjonen på t.d. nedbør og utetemperatur. Såleis synest praktisk verdi av småkompostar vere begrensa også under like klimaforhold. Bruken av småkompostar heng mykje saman med kravet om statistisk tryggleik og ynskjet om mange kombinasjonar samstundes. Realistisk kompoststorleik og heller bruk av år som gjentak kan truleg vere vel så nyttig. Behovet er elles stort for feltforsøk der ulike gjødselhandteringar med og utan kompostering blir samanlikna. Skal edafiske verknader kunna belysast lyt slike forsøk gå over lang tid. Det same gjeld om ein skal få sikre tal for utnyttingsgraden av gjødsel. Ut frå store geografiske skilnader i tilgangen på halm er det behov for utprøving av lokale strøslag til kompostering, t.d. lauvtrefflis. Dette lyt utprøvast saman med utradisjonelle komposteringsmetodar og -system for å betre N-hushaldet. Sjølv om vi kan lese mykje ut av prosessregistreringar og kjemiske analysar, er det viktig å ha med fleirårige vekstforsøk i utprøvinga.

SAMANDRAG

Målet med denne undersøkinga var å få oversikt over vitskapeleg arbeid som er gjort for å kartlegge faktorar som påverkar nitrogenhushaldet ved kompostering. I alt 66 publikasjonar frå perioden 1939-1990 er gjennomgått. Hovudproblemstillinga har vore om N-tapet ved fastgjødselkompostering kan reduserast og N-utnyttingsgraden aukast gjennom forbetring av tradisjonelle metodar, eller om det trengst meir kompliserte system. Vidare om tidlegare forsk-

ing kan gi haldbare svar på dette for norske forhold, og kva område vi bør prioritere satsinga for å fylle kunnskapshol.

Viktige prosessfaktorar og -parameter for N-hushaldet er balansering av karbon- og nitrogenilgangen, fukt, luftskifte, pH og temperatur. Kor langt prosessen kan styrast mot mindre N-tap er avhengig komposteringsmetode og krav om oppfylling av andre mål som hygienisering, massereduksjon og låge kostnader.

Ved kompostering i lukka system er det råd å ta vare på ammoniakk frå avgangslufta, eventuelt kombinert med varmeattvinning. Dermed kan ein ha høg prosessfart utan å risikere auka tap. Ved opne system som tradisjonell rankekompostering er det ofte nødvendig å dempe omsetningsfarten. Mykje tilgjengeleg karbon, relativt høg porefukt og dekking av toppen med porøst, ammoniakkkfangande materiale og eventuelt plast er beste rådgerene for å redusere N-tapet. Nokre kjelder tilrår innblanding av leirmineral eller leirhaldig jord. C/N i starten bør liggje over 30. Vassinnhaldet kan liggje oppi 75-80 % om strukturen er god og det ikkje medfører forureinande avsig. God urinfråskiljing før strøinblanding er særst viktig.

Resultata av utanlandsk forskning kring kompostering er berre i begrensa grad overførbare til oss. Det skuldast m.a. skilnader i klima, utgangsmateriale og problemstillingar. Dessutan er mange forsøka gjort med svært liten massestørleik.

I det vidare arbeidet på dette området lyt vi ha langvarige markforsøk med kompostert og ukompostert gjødsel om ein skal kunne få fram eventuelle skilnader i verknad på jord og i utnyttingsgrad. Der er elles stort behov for utprøving av ulike lokale strøslag kombinert med utradisjonelle komposteringssystem. Også her lyt vi ha med fleirårige vekstforsøk.

ETTERORD

Takk til Noregs landbruksvitskapelege forskingsråd for økonomisk stønad i arbeidet med denne meldinga.

LITTERATUR

- Albanell, E., J. Plaixats & T. Cabrero 1988. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. *Biology and Fertility of Soils* 6: 266-269.
- Balsari, P. 1988. Cattle manure storage with controlled or uncontrolled digestion. *Agricultural waste management and environmental protection. Proceedings of the 4th international CIEC (International Scientific Centre of Fertilizers) symposium held in Braunschweig, German Federal Republic 11-14 May 1987.* 2: 45-52.
- Berthelsen, L. 1983. Komposteringsvarme. *Ugeskrift for Jordbrug* 128: 696-701.
- Berthelsen, L. 1986. Komposteringsvarme. s 64-78 i *Alternativ energiforsyning i landbruget. Sol, vind og biomasse. Det kgl. danske Landhusholdningsselskab, København, 104 s.*
- Besson, J.M., V. Lehmann & M. Roulet 1985. Influence de la préparation des lisières sur leur composition et pertes d'azote dues a leur epandage. *Revue suisse Agric.* 17: 231-238.
- Biddlestone, A.J., K.R. Gray & C.A. Day 1987. Composting and straw decomposition. pp. 135-175 in C.F. Forster & D.A.J. Wase (eds.). *Environmental Biotechnology.* Ellis Howard, Cirencester, UK, 450 pp.
- Bockemühl, J. 1981. *Vom Leben des Komposthaufens.* 2. opplag. Philosophisch-Antrophosphischer Verlag, Dornach, Schweiz, 67 s.
- Bonazzi, G., L. Valli & S. Piccinini 1988. Controlling ammonia emission from poultry manure composting plants. Volatile emissions from livestock farming and sewage operations. Pp. 183-195 in V.C. Nielsen, J.H. Voorburg, P. L'Hermite (eds.) *Proceedings of a workshop, Uppsala, Sweden 10-12 June 1987.*
- Chang Yung 1967. The fungi of wheat straw compost; biochemical and physical studies. *Trans. British Mycol. Society* 50: 667-677.
- Chanyasak, V. & H. Kubota 1981. Carbon/Organic Nitrogen Ratio in Water Extract as Measure of Composting Degradation. *Journal of Fermentation Technology* 59: 215-219.
- Chanyasak, V., A. Katayama, M.F. Hirai, S. Mori & H. Kubota 1983a. Effects of compost maturity on growth of komatsuna (*Brassica Rapa* var. *pervidis*) in Neubauer's pot. I. Comparison of Growth in Compost Treatments with that in Inorganic Nutrient Treatments as Controls. *Soil Sci. Plant. Nutr.* 29: 239-250.

- Chanyasak, V., A. Katayama, M.F. Hirai, S. Mori & H. Kubota 1983b. Effects of compost maturity on growth of komatsuna (*Brassica Rapa* var. *pervidis*) in Neubauer's pot. II. Growth Inhibitory Factors and Assessments of Degree by Org.-C/org.-N Ratio of Water Extract. *Soil Sci. Plant Nutr.* 29: 251-259.
- Daverkosen, S., L. Hagelskjær & M. Tessbøl 1990. Kunsten at holde på kvælstoffet. *Økologisk jordbruk* 9 (1):4.
- Döhler, H. & M. Wiechmann 1988. Ammonia volatilization from liquid manure after application in the field. Agricultural waste management and environmental protection. Proceedings of the 4th international CIEC (International Scientific Centre of Fertilizers) symposium held in Braunschweig, German Federal Republic 11-14 May 1987. 2: 305-313.
- Emerton, B.L., C.R. Mote, H.H. Dowlen, J.S. Allison & W. Sanders 1988. Comparison of forced and naturally aerated composting of manure solids. *Applied Engineering in Agriculture* 4: 159-164.
- Ferns, S.E., J.B. Gerrish, T.L. Loudon & L.J. Segerlind 1986. Finite element model of composting dairy manure solids. 1. American Society of Agricultural Engineers. Paper No. 86-4543. 21 pp.
- Finstein, M.S. 1980. Composting microbial ecosystems: Implication for process design and control. *Compost Science* 21 (4): 25-27.
- Finstein, M.S., F.C. Miller, S.T. Strom, S.T. MacGregor & K.M. Prarianos 1983. Composting ecosystem management for waste treatment. *Bio/Technology* 1: 347-353.
- Gotaas, H.B. 1956. Composting, sanitary disposal and reclamation of organic wastes. World Health Organization, Geneva, 205 pp.
- Grey, K.R., K. Sherman & A.J. Biddlestone 1972. Review of composting, part 1. *Journal of the Soil Association* 17 (1): 33-47.
- Grey, K.R., K. Sherman & A.J. Biddlestone 1973a. Review of composting, part 2a – The practical process. *The Soil Association* 1 (1): 6-9.
- Grey, K.R., K. Sherman & A.J. Biddlestone 1973b. Review of composting, part 2b – The practical process. *The Soil Association* 1 (2): 7-10.
- Grey, K.R., A.J. Biddlestone & R. Clark. 1974 Review of composting, part 3 – Processes and products. *The Soil Association*, 2 (2): 7-12.
- Haga, K. 1986. Jordbruk, samfunn og miljø. Hovedoppgåve, Noregs landbrukshøgskole, 280 s.
- Hagen, S. & A. Lavoll 1982. Om kompostering. Hovedoppgåve, Noregs landbrukshøgskole, 135 s.
- Hand, P., W.A. Hayes, J.C. Frankland & J.E. Satchell 1988. Vermicomposting of cow slurry. *Pedologia* 31: 199-209. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena.
- Inbar, Y., Y. Chen & Y. Hadar 1985. The use of composted slurry produced by methanogenic fermentation of cow manure as a growth media. *Acta horticulturae* 172: 75-82.
- Jacobsen, S.T. 1988a. Ammonia volatilization during composting of straw and slurry. Agricultural waste management and environmental protection. Proceedings of the 4th international CIEC (International Scientific Centre of Fertilizers) symposium held in Braunschweig, German Federal Republic 11-14 May 1987. 1: 283-291.
- Jacobsen, S.T. 1988b. Storage of animal slurries by composting with straw. Storing, handling and spreading of manure and municipal waste. Proceedings of the seminar of the 2nd and 3rd Technical Section of C.I.G.R., Uppsala, Sweden, 20-22 September 1988. *Jordbrukstekniska institutet rapport* 96.1: 14.1-8.
- Jeris, J.S. & R.W. Regan 1973a. Controlling environmental parameters for optimum composting. Part 1: Experimental procedures and temperature. *Compost Science* 14 (1): 10-15.
- Jeris, J.S. & R.W. Regan 1973b. Controlling environmental parameters for optimum composting. Part 2: Moisture, free air space and recycle. *Compost Science* 14 (2): 8-15.
- Jurcova, O. 1986. Changes of the physical properties of heavy soil in manuring with composted spruce bark. *Polnohospodarstvo* 32: 1018-1027.
- Juul, F. 1983. Muligheder for udnyttelse af fordampet kvælstoff fra komposteringsvarme s 57-69 i P. Tostrup & L. Berthelsen (red.) *Komposteringsvarme fra fast stallgødning*. Jordbrugsteknisk institutt. Meddelelse nr 43, Den kgl. veterinær- og landbohøjskole, København.
- Kemppainen, E. 1987. Innverkan av ströslag på stallgödselns kväve. *NJF-rapport* nr 39: 69-77.
- Kirchmann, H. 1985. Losses, plant uptake and utilization of manure nitrogen during a production cycle. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 24, 77 pp.
- Kirchmann, H. 1986. Komposteringsprocessen. Fakta-mark/växter, SLU nr 14, 4 s.
- Kotchtitzky, O.W., W.K. Seaman & J.S. Wiley 1969. Municipal composting research at Johnson City, Tennessee. *Compost Science* 9 (4): 5-16.

- Lindley, J.A., D.W. Johnson & C.J. Clanton 1988. Effects of handling and storage systems on manure value. *Applied Engineering in Agriculture* 4: 246-252.
- Ljunggren, H. 1980. Mikrobiella processer i kompostklosetter. Upublisert notat, Sveriges Lantbruksuniversitet, 21 s.
- Lynch, J.M. 1987. Utilization of lignocellulosic wastes. Symposium series – Society for Applied Bacteriology 16: 71S-83S.
- MacGregor, S.T., F.C. Miller, K.M. P. arianos & M.S. Finstein 1981. Composting process control based on interaction between microbial heat output and temperature. *Applied and Environmental Microbiology* 41: 1321-1330.
- Martinsen, J. 1976. Bruk av septikkslam og råslam ved dyrking av korn. PRA. 3.3. Rapport fra NLH, 54 s.
- McCalla, T.M. 1960. Microorganisms and the breakdown of organic materials. *Compost Science* 1 (2): 12-18.
- Molland, O. 1980. Kompostering av råslam. *Vann* 15 (1): 12-18.
- Molland, O. & T.A. Pedersen 1982. Tørrkompostering av husdyrgjødsel. Sluttrapport nr 457 NLVF, Oslo, 14 s.
- Ndayegamiye, A. & D. Cote 1989. Effects of long-term pig slurry and solid cattle manure application on soil chemical and biological properties. *Canadian Journal of Soil Science* 69 (1): 39-47.
- Nielsen, L.K. 1986. Næringsstofftab ved kompostering af halm og gylle. Hovedoppgave, Den kgl. veterinær- og landbohøjskole, 87 s.
- Nielsen, L.K. 1987. Kompostering af husdyrgødning. Vinterhalvårets næringsstofftab. *Ugeskrift for jordbrug* 132:1539-1543.
- Pierr, A. & W. Werner 1989. Aspekte zur Stickstoffdynamik in ökologischen Produktionssystemen. s. 41-52 i B. Pedersen (red.) *Ecological agriculture in the Nordic countries. Report from the 1989 meeting of Nordic researchers and advisers in ecological agriculture and Nordic IFOAM*, Haderslev 21 to 24 Sept. 1989.
- Poincelot, R.P. 1974. A scientific examination of principles and practice of composting. *Compost Science* 15 (3): 24-31.
- Poincelot, R.P. 1975. The biochemistry and methology of composting. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven. Bulletin 754, 18 pp.
- Price, J.S. 1988. Development of a vermicomposting system. Agricultural waste management and environmental protection. Proceedings of the 4th international CIEC (International Scientific Centre of Fertilizers) symposium held in Braunschweig, German Federal Republic 11-14 May 1987. 1: 293-300.
- Roig, A., A. Lax, J. Cegarra, F. Costa & M.T. Hernandez 1988. Cation exchange capacity as a parameter for measuring the humification degree of manures. *Soil Science* 146: 311-316.
- Schuchardt, F. 1978. Einfluss der Haufwerkstruktur auf den Kompostierungsverlauf, dargestellt am beispiel von Flusigmist - Feststoff - Gemengen. *Grund. Landtechnik* Bd 28 (2): 64-75.
- Schuchardt, F. 1988. Composting of liquid manure and straw. Agricultural waste management and environmental protection. Proceedings of the 4th international CIEC (International Scientific Centre of Fertilizers) symposium held in Braunschweig, German Federal Republic 11-14 May 1987. 1: 271-281.
- Scott, J.C. 1952. Health and agriculture in China. Faber and Faber LTD, London, 279 pp.
- Sommer, S. 1985. Ammoniakfordampning i landbruget. Økonomi og miljø. *Ugeskrift for Jordbrug* 130: 611-614.
- Suhr, K. 1990. Gode råd om kompost. *Økologisk jordbrug* 9 (3): 6.
- Tveitnes, S. & O.J. Skjelhaugen 1988. Besøk ved hurtigkomposteringsanlegg i Danmark. Reiserapport frå Inst. for jordfag, NLH. Upublisert, 4 s.
- University of California, Sanitary Engineering Laboratory 1953. Declaration of municipal refuse by composting. Technical Bulletin No. 9, Berkley, California, 89 pp.
- Vigerust, E. 1984. Kloakkslam og avfallskompost på landbruksarealer. Sluttrapport nr 495, NLVF, Oslo, 12 s.
- Waksman, S.A., T.C. Cordon & N. Hulpoi 1939. Influence of temperature upon the microbiological population and decomposition processes in composts of stable manures. *Soil Science* 47:83-113.
- Wiley, J.S. & G. Pearce 1955. A preliminary study of high rate composting. *Proc. ASCE. Journal of Sanitary Engineering Division* 81 (846): 1-11.
- Wiley, J.S. 1957. Liquid content of garbage and refuse. *Proc. ASCE, Journal of Sanitary Engineering Division* 83 (1411): 1-27.

Zucconi, F., A. Peira, M. Forte & M. de Bertoldi 1981a. Evaluation toxicity of immature compost. *BioCycle* 22 (2): 54-57.

Zucconi, F., M. Forte, A. Monaco & M. de Bertoldi 1981b. Biological evaluation of compost maturity. *BioCycle* 22 (4): 27-29.

Faktorer av betydning for lokalisering av frøavl i skandinaviske sorter av flerårige grasarter

Important considerations in the location of seed production in Scandinavian cultivars of perennial grasses

TRYGVE SVEEN AAMLID

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Landvik forskingsstasjon, Grimstad, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Landvik Research Station, Grimstad, Norway

Aamlid, T.S. 1990. Important considerations in the location of seed production in Scandinavian cultivars of perennial grasses. Norsk landbruksforskning 4: 259-277. ISSN 0801-5333.

A prerequisite for breeding Scandinavian cultivars of perennial grasses is an evaluation of the most favourable locations for seed production. In order to avoid loss of adaptation, the number of seed multiplying generations in different environments should be around two or three. While the long-day requirement for secondary flower induction may complicate seed production in northern cultivars at low latitudes, the length of the growing period and the low heat sum impose limits in northern Scandinavia. Pests, diseases, weed infestation, soil conditions and local climatological effects, such as the risk of low night temperatures or frost in summer, are also factors that must be considered. Whereas seed production in the northern Norwegian cultivars of *Phleum pratense* L. and *Festuca pratensis* Huds. proceeds fairly well in south Norway (58-61°N) and Denmark, the *Poa pratensis* L., cv. 'Holt' from Troms (69°N), is an extreme example of how unsuccessful seed multiplication in foreign environments can be.

Key words: Adaptation, climate, flower induction, seed multiplication, seed quality, soil conditions.

Trygve Sveen Aamlid, Landvik Research Station, N-4890 Grimstad, Norway.

Behovet for norsk grasfrøavl er slett ikke av ny dato. Allerede på slutten av 1800-tallet begynte veiledere og bønder å bli

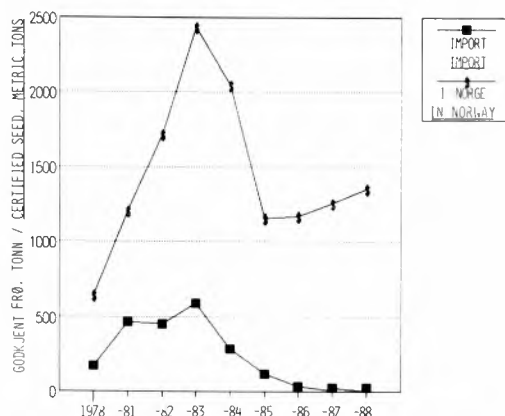
klar over at importert plantemateriale ikke alltid hadde de beste egenskaper for norske forhold. I et sitat fra Tromsø Amt,

tidfesta til året 1899, heter det for eksempel: "Anlæg af kunstig eng fordrer valg af riktige planter og deres varieteter. Erfaring synes at vise, at det ikke gaar an at saa kløver, timotei eller andet frø, avlet i Holland, Tyskland eller Amerika. Frøet maa hentes fra de nordligste avlssteder" (Norges Land og Folk, Tromsø Amt I, 1899, ref. av Østgård 1976).

Organisert norsk frøavl av timotei (*Phleum pratense* L.) har vært drevet siden 1916 (Hundskaar 1972). Lenge var Østfold-sorten Grindstad enerådende på markedet, men det var først etter at prøvedyrkinga av de nordnorske sortene 'Engmø' og 'Bodin' starta i Vestfold i 1947 at det for alvor ble fart på norsk frøavl: Den totale produksjonen økte fra 494 kg i 1946 til 48341 kg i 1952 (Hundskaar 1972). Dermed var også spådommene om at det ikke gikk an å avle frø av nordnorske sorter så langt borte fra opphavstedet gjort ettertrykkelig til skamme.

På 1970 tallet skjedde ei betydelig opptrapping av norsk grasforedling, og vi fikk godkjente sorter av flere arter utenom timotei. Med norske sorter oppstod behovet for frøavl, og i 1972 oppnevnte "Rådet for jordbruksforsøk" ei "arbeidsgruppe for frøavl av eng- og beitevekster". Denne gruppa hadde blant annet som mandat å "vurdere lokaliseringa av grasfrøavl i forhold til klima- og jordbunnsfaktorer" I konklusjonen fra gruppa hette det at 50% av frøbehovet av de norske sortene av engsvingel (*Festuca pratensis* Huds.), hundegras (*Dactylis glomerata* L.), engrapp (*Poa pratensis* L.), engkvein (*Agrostis capillaris* L.) og rødsvingel (*Festuca rubra* L.) burde kunne dekkes ved innenlandsk avl, tilsvarende at areal på ca 12000 daa. Resten av behovet skulle dekkes ved kontraktavl i utlandet, i første rekke Danmark, men også Nederland, Canada og USA (Rådet for jordbruksforsøk 1974).

Seksten år etter at denne arbeidsgruppe avga sin innstilling, kan det slås fast at den tok heller forsiktig i med hensyn til ambisjonene for norsk grasfrøavl. Figur 1 viser produksjonen av frø av



Figur 1. Frøavl av norske gras- og kløversorter i Norge og i utlandet, 1978-1988 (Statens frøkontroll, årsmeldinger; K.O. Larsen, Statens planteavlslsråd)

Figure 1. Domestic and foreign production of seed of Norwegian grass and clover cultivars, 1978-88

norske sorter i Norge og i utlandet i perioden 1978-1988. Først på 80-tallet var det en kraftig auke i den innenlandske produksjonen, så kraftig at vi fikk store lagerbeholdninger, og gjenleggsarealene måtte reduseres kraftig i 1984 og 1985. Ikke noe var da mer naturlig enn å skjære ned på kontraktavl av norske sorter utenlands, som på sitt beste var oppe i ca 500 tonn årlig. De siste åra har det igjen vært en viss auke i produksjonsomfanget innenlands, og det er beregnet at vi ved full dekning vil ha et årlig frøbehov på ca 2000 tonn (Hillestad 1989). En har da ikke regnet med det årlige forbruket av ett-, to- og fleirårig raigras (*Lolium* spp.) og heller ikke forbruket av engrapp og rødsvingel til grøntanlegg; til sammen utgjør dette ca 1300 tonn årlig (Hillestad 1989).

Etter 1987 har det ikke blitt importert frø av norske grassorter kontraktavla i utlandet (K.O. Larsen, Statens planteavlslsråd). Dermed kan en ikke si at spørsmålet om utenlandsk lokalisering av frøavl er utdebattert; det ble vi minnet om i januar 1990 da Statens planteavlslsråd gav tillatelse til utlegg av til sammen 500 daa bladfaks, rødsvingel og

engkvein i Ungarn. Vedtaket utløste så sterke reaksjoner i det norske frøavlsmiljøet at det aktuelle frøfirmaet trakk søknaden sin tilbake, men det reiste også spørsmålet om hvor kostbar den norske frøavlen egentlig har lov til å bli. For: Finnes det egentlig noen biologiske innvendinger mot en slik utenlandsk lokalisering av frøavlen? Og - for å holde oss til vårt eget land: Kan vi uten videre flytte frøavlen av sorter fra Troms og Finnmark til de beste strøka på Sørøstlandet? Det er nettopp disse spørsmåla som vil bli behandla i denne artikkelen. Emnet er delt inn på følgende måte:

1. Frøavlsstedets virkning på sortenes genetiske egenskaper.
2. Skandinaviske grassorters krav til klima for å gi ei god og årssikker frøavling av god kvalitet.
 - A) Krav til daglengde og temperatur.
 - B) Krav til nedbør.
3. Betydningen av edafiske faktorer for lokaliseringa av frøavlen.
4. Betydningen av ugras, insekter og plantesjukdommer for lokaliseringa av frøavlen.
5. 'Holt' engrapp - et eksempel på uheldig lokalisering.
6. Forsøk med ulik lokalisering av frøavlen i Norden.
7. Hva sier norsk frøavlsstatistikk?
8. Konklusjoner.
9. Etterord.
10. Litteratur.

1. FRØAVLSSTEDETS VIRKNING PÅ SORTENES GENETISKE EGENSKAPER

Ulik vekstrytme og overvintringsevne er trolig de viktigste skilnadene mellom økotypen og populasjoner av flerårige grasarter fra Sør- og Nord-Skandinavia (Andersen 1960, Foss 1968). Disse karakterene skyldes først og fremst adaptasjon til temperatur og daglengde og er sterkt korrelert med frøsettingsevnen. Lokalisering av frøavlen langt borte fra sortenes opphavssted vil derfor alltid innebæ-

re en fare for endring av deres genetiske egenskaper (Rognli 1985, 1986b).

Hvor stor denne faren er har sammenheng med hva slags genetisk bakgrunn sortene har. Vi kan skille mellom følgende sortstyper (Rognli 1986b):

Populasjoner (frøbaserte sorter)

De aller fleste av dagens norske sorter hører til denne gruppa. Elitefrøet produseres på foregående elite, eventuelt etter "vedlikeholdsseleksjon". Sortene er "dynamiske" og gjenstand for naturlig seleksjon. Jo flere generasjoner frøavlen foregår i fremmed miljø, jo mer vil sortene fjerne seg fra "det opprinnelige".

Syntetiske populasjoner (klonbaserte sorter)

Et eksempel her er 'Salten' engsvingel. Elitefrøet produseres ved samkryssing (polycross) av et bestemt antall utvalgte, vegetativt formerte kloner. Forutsatt at det ikke oppstår endringer i klonenes blomstringsbiologi og at det ikke forekommer genotype x miljø samspill når det gjelder frøavkastningen, vil frø av første samkryssingsgenerasjon (SYN 1) kunne produseres hvor som helst uten at den genotypiske sammensetningen forandres. Disse forutsetningene vil imidlertid sjelden være oppfylt, f.eks. fant Rognli (1986a) at enkelte genotyper innafor nordnorske timoteipopulasjoner viste spesielt store miljøsamspill. Langvarig vegetativ formering vil dessuten ofte innebære at klonene nedsmittes med virus og nematoder, noe som vil endre deres innbyrdes vitalitet og dermed frøavkastning (Berg 1986). Endelig er det fra skogbruket kjent at frostherdigheten hos avkom av gran kan avta når morkloner flyttes fra et frøavlsmiljø til et annet, og en kan godt tenke seg at det samme vil være tilfelle i gras (Rognli 1985). Konklusjonen av dette blir at heller ikke SYN 1 generasjonen hos klonbaserte sorter er garantert stabil uavhengig av frøavlsmiljøet. Og når det gjelder videre

oppformering av SYN 2 osv. vil naturlig seleksjon uansett virke på samme måte som for frøbaserte sorter.

Kloner (apomiktiske sorter)

Dette gjelder i første rekke engrapp, særlig nordlige sorter (Nilsen 1974). Faren ligger her i at graden av seksuell formering, og dermed frekvensen av genotypiske avvik, øker ved frøavl lenger sør.

Med bakgrunn i disse teoretiske betraktningene skal vi se på noen forsøksresultat som viser endringer i sortsegen-skapene ved frøavl borte fra opphavsstedet.

I et finsk forsøk studerte Valle et al. (1970) endringer i enkeltplanter av 'Tammisto' engsvingel etter økende antall generasjoners frøavl i ulik høyde over havet (107-1212 m) og på ulike breddegrader (35-46°N) i USA's veststater. Amerikanskavla frø gav gjennomgående mer opprette planter enn opphavsfrøet. Signifikant reduksjon i overvintringsevnen kunne først spores i 3. oppformeringsgenerasjon. I en annen undersøkelse med 'Tammisto' hundegras kunne Valle (1968) bare påvise små endringer i overvintringsevne, plantehøyde, tidlighet og avkastningsevne etter tre generasjoners frøavl i USA. Frøavlingene av det finske hundegraset var best på den nordligste lokaliteten (staten Washington).

Som nevnt innledningsvis har bruksfrøavlen av nordnorsk timotei lenge foregått i Sør-Norge. I forsøk på henholdsvis Holt og Vågønes forskingsstasjoner kunne Østgård (1959) og Pestalozzi (1960) bare påvise små endringer i høyavling av 'Engmo' og 'Bodin' frøavla i Trøndelag eller på Østlandet. Langt mer alvorlig var fallet i overvintringsevne som Andersen (1971) påviste etter økende antall frøavls generasjoner av 'Engmo' på Østlandet. I disse forsøka var prosent overlevende planter i middel:

Frøavl i Troms	79.1
1 generasjon frøavl på Østlandet	74.1
2 generasjoner frøavl på Østlandet	69.8
3 generasjoner frøavl på Østlandet	70.3

4 generasjoner frøavl på Østlandet	67.6
5 generasjoner frøavl på Østlandet	63.5
6 generasjoner frøavl på Østlandet	54.0

En skal være klar over at disse forsøka var utført med enkeltplanter og at virkningen vil bli mindre dramatisk i tett bestand. Selv konkluderer Andersen (1971) med at fallet i overvintringsevne etter én og to generasjoners frøavl på Østlandet er akseptabelt.

Som jeg seinere skal komme tilbake til er all frøavl av flerårige grasarter nord for Polarsirkelen svært usikker, og frøkvaliteten blir ofte heller tvilsom. Faren for endring av viktige sortskaraktorer ved frøavl lenger sør må til enhver tid veies opp mot disse ulempene. Som en konklusjon på dette avsnittet vil jeg si at 70- og 80-åras frøavls mønster for nordnorsk timotei og engrapp, med produksjon av elitefrø på opphavsstedet, stamsæd i Trøndelag og bruksfrø på Østlandet og Sørlandet (Larsen 1979) gir en god garanti for at sortenes genotypiske sammensetning vedlikeholdes. Det foreligger i dag forslag om at Stamsædsentalen på Hellerud skal overta ansvaret også for eliteavlen på grunnlag av et bestemt kvantum innfrosset "vedlikeholdsfrø" ("pre-basic seed") fra foredleren (Larsen pers. medd.). For nordnorske sorter vil dette i de fleste tilfeller innebære tre generasjoners frøavl utenfor opphavsområdet, men noen stor sannsynlighet for sortsglidning representerer neppe dette. Faren synes heller ikke stor om en generasjons bruksfrøavl blir flytta til Danmark, Nederland, Ungarn eller USA.

2. SKANDINAVISKE GRASSORTERS KRAV TIL KLIMA FOR Å GI EI GOD OG ÅRSSIKKER FRØAVLING AV GOD KVALITET

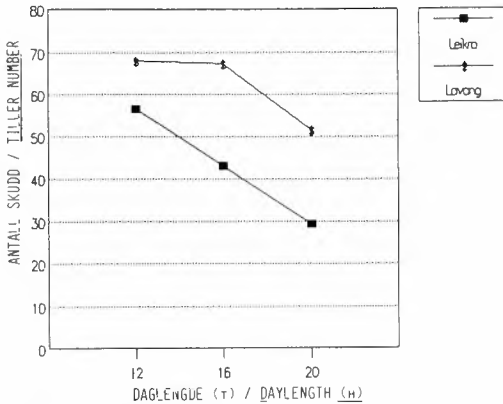
A) Krav til daglengde og temperatur.

Kravet til passende daglengde og temperatur er svært grunnleggende for lokaliseringa av frøavlen. I det følgende er disse parametrene behandlet i tre avsnitt,

inndelt med tanke på den suksessive oppbygging av avlingspotensialet og realiseringa av dette (Hebblethwaite et al. 1980).

Krav til daglengde og temperatur for å gi ei passende vegetativ utvikling i såingsåret og etter høsting i engåra

En rekke undersøkelser har vist at skuddanninga hos våre tempererte grasarter stimuleres av korte daglengder (Håbjørg 1976, Heide 1984, Hay & Pedersen 1986). Denne effekten er særlig tydelig ved høy temperatur, og den er mer markert for sør-norske enn for nord-



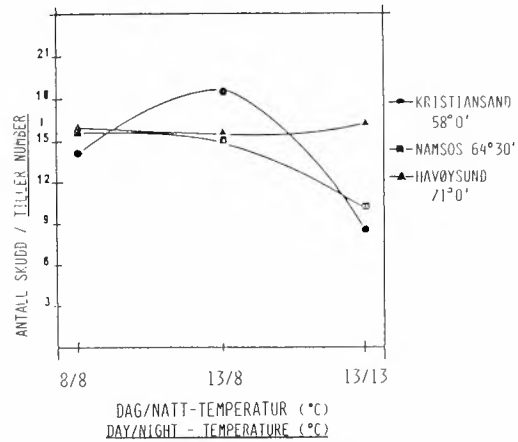
Figur 2. Skuddanning hos sørnorsk ('Leikra') og nordnorsk ('Lavang') engrapp (*Poa pratensis* L.) ved ulik daglengde (Aamlid 1990a)

Figure 2. Effect of photoperiod on tillering in cultivars of smooth meadow grass from southern ('Leikra') and northern ('Lavang') Norway

norske økolyper. Figur 2 viser hvordan skuddtallet hos den sør-norske engrapp-sorten 'Leikra' fra Valdres økte med fallende daglengde ned til 12 timer, mens det var en klar utflating ved 16 timer for den nordnorske sorten 'Lavang' (Aamlid 1990a). De oppgitte verdiene er middel-tall for de to dagtemperaturene 21 og 12°C. Ved 12°C dagtemperatur var det helst en reduksjon i antall skudd ved forkorting av daglengden fra 16 til 12 timer hos den nordnorske økolyper.

Foruten korte daglengder vil også

store forskjeller mellom dag- og nattemperatur gi større skuddanning hos sørlige økolyper. Som eksempel kan vi nevne engrappøkotypen 'Kristiansand' som i forsøka til Håbjørg (1976) dannet flere skudd ved dag/nattemperatur 13/8°C enn ved konstant temperatur 8 eller 13°C (Figur 3). For den ekstremt nordlige øko-



Figur 3. Skuddanning hos geografiske engrappøkolyper (*Poa pratensis* L.) ved ulike dag/nattemperaturer (Håbjørg 1976).

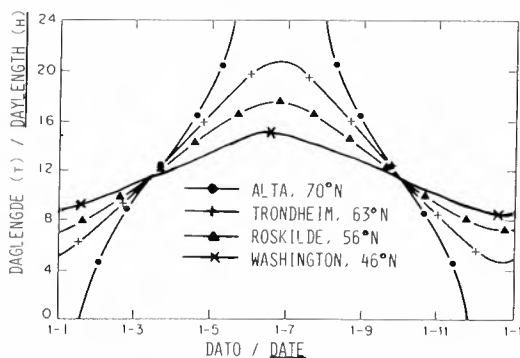
Figure 3. The influence of day/night temperature on tillering in three geographical ecotypes of smooth meadow grass

typen 'Havøysund' ble det derimot dannet like mange skudd uansett temperatur.

Fra et frøavlssynspunkt er rikelig skuddanning like ofte negativt som positivt, idet for mange skudd fører til foretting og dårlig induksjon, særlig i eldre frøenger (Nordestgaard 1988). Manglende stengeldannelse i 1. engår kan derimot ofte føres tilbake til dårlig skuddutvikling i gjenleggsåret; dette så mye mer som skudd hos de fleste grasarter med dobbelt induksjonskrav (se seinere) har en juvenil fase da de ikke er mottakelige for blomsterinduksjon (Cooper & Calder 1964). Meijer (1984) fant at den juvenile fasen hos engrapp og rødsvingel varte i henholdsvis 15 og 40 dager etter at skuddet var synlig innfor bladslira til

morskuddet. Undersøkelser i Øst-Tyskland (Schöberlein 1987) og Danmark (Odgaard 1968, 1970, Nordestgaard 1988) har vist at med unntak for timotei vil svært få skudd som dannes seinere enn i siste halvdel av september bli fertile året etter.

Egne forsøk antyder at for sein eller manglende skuddutvikling i såingsåret nettopp kan være en av årsakene til de jant over dårlige frøavlingene i 1. engår for den sørnorske engrappsorten 'Leikra' (Aamlid 1990c). Med bakgrunn i de refererte veksthusforsøka er det rimelig å anta at en mer sørlig og kontinental plassering av frøavl en vil være fordelaktig; daglengden i sommerhalvåret avtar som kjent jo lenger sørover en kommer (Figur 4), og temperaturamplituden øker med økende avstand fra kysten.

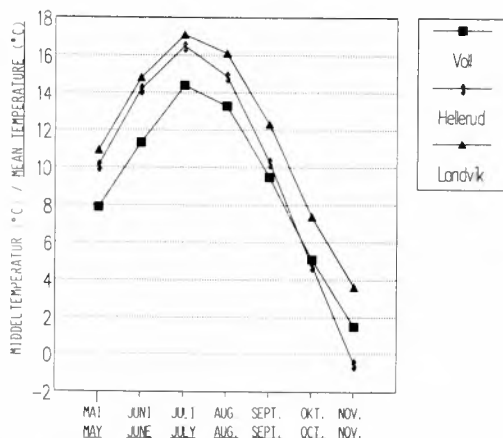


Figur 4. Daglengdevariasjon gjennom året på ulike breddegrader i Skandinavia og i staten Washington, USA

Figure 4. Yearly variation in photoperiod at different latitudes in Scandinavia and in Washington State, USA

For 'Lavang' og andre nordskandinaviske engrappsorter vil ei slik sørlig lokalisering av frøavl en derimot ha negativ effekt, noe jeg skal komme tilbake til seinere.

Figur 5 viser middeltemperaturen gjennom vekstsesongen på tre aktuelle frøavlssteder i Norge (Bruun 1967, Nordestgaard 1983). Temperaturen er betydelig lavere i Trøndelag (Voll) enn

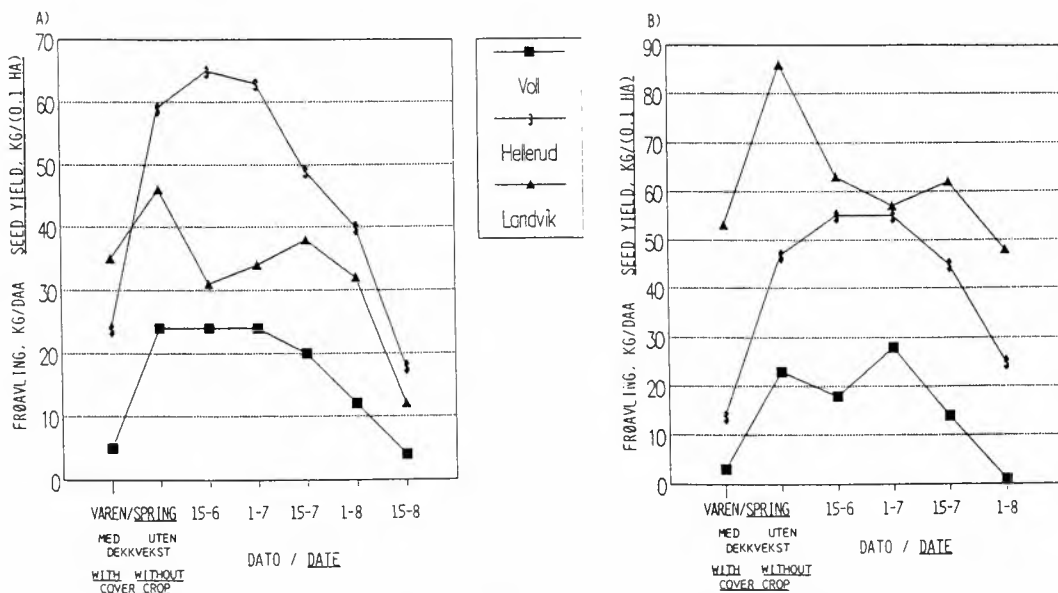


Figur 5. Midlere månedstemperatur mai-november på Voll (Trondheim), Hellerud (Oslo) og Landvik (Grimstad) (Bruun 1967)

Figure 5. Mean monthly temperature (May-November) at Voll (Trondheim), Hellerud (Oslo), and Landvik (Grimstad)

på Østlandet (Hellerud), som igjen har lavere temperatur enn Sørlandet (Landvik), særlig utover høsten. Om høsten faller temperaturen raskere på Hellerud enn på de mer maritime lokalitetene. Hvilke konsekvenser dette har for den vegetative utviklinga i såingsåret kan illustreres ved en serie forsøk med og uten dekkvekst og med ulik såtid i reinbestand til engsvingel og hundegras (Figur 6 - Jonassen & Hillestad 1990). På grunn av ulik jordråme ved de forskjellige såtidene knytter det seg vanligvis en del usikkerhet til denne type forsøk, men tendensen her er likevel grei nok. For engsvingel var utbyttet størst på Hellerud, men både der og på Voll falt avlingene ved såing etter 1. juli. For Landvik var avlingskurven noe ujevn, men noen alvorlig avlingsreduksjon oppstod først ved såing etter 1. august. For hundegras antyder resultatene at såinga ikke bør utsettes lenger enn til 1. juli på Voll og Hellerud, og mens en kan så med godt resultat 14 dager seinere på Landvik.

Klimaskilnaden mellom lokalitetene kommer også fram ved at avlingsreduksjonen ved bruk av dekkvekst gjennomgående var mye større på Voll og Hellerud enn på Landvik.



Figur 6. Frøavling i 1. engår av a) engsvingel (*Festuca pratensis* Huds.) og b) hundegras (*Dactylis glomerata* L.) etter vårsåing med og uten dekkvekst og etter ulike såtider i reinbestand på Voll (Trondheim), Hellerud (Oslo) og Landvik (Grimstad). Merk ulike skalering i a) og b) (Jonassen & Hillestad 1990)

Figure 6. Seed yield of (a) meadow fescue and (b) cocksfoot in the first ley year after spring seeding with or without cover crop and after different sowing dates in pure stand at Voll (Trondheim), Hellerud (Oslo) and Landvik (Grimstad). Note the different scales in (a) and (b)

Krav til daglengde og temperatur for blomsterinduksjon

Siden mange av våre flerårige grasarter ikke vil blomstre og sette frø uten å ha gjennomgått både en vinter med korte dager og/eller lav temperatur og en vår/sommer med lange dager og høyere temperatur, er det rimelig å tale om et dobbelt induksjonskrav. Heide (1980, 1984) anvender begrepene primær og sekundær induksjon, slik de først ble foreslått av Blondon (1972, ref. Heide 1980, 1984).

Timotei skiller seg fra de fleste andre grasartene ved at den har et enkelt induksjonskrav (Cooper & Calder 1964). Initiering av vekstpunkt og stråstrekking er langdagsreaksjoner, og plantene vil derfor blomstre og sette frø i såingsåret bare etableringa skjer tidlig nok. Kravet til lang dag vil variere med sortenes opphavssted; ifølge forsøk i klima-

veksthus trenger 'Forus', 'Grindstad' og engelske sorter ca 14 timer for å skyte mens den kritiske daglengda for 'Engmo' og 'Bodin' er ca 16 timer (Heide 1982). Mens de engelske sortene i disse forsøka var relativt upåvirka av temperatur og lysintensitet i blomstringsfasen, virket høy temperatur og lav lysintensitet hemmende på blomstring og frøsetting hos de norske sortene, særlig 'Bodin' og 'Engmo' (Heide 1982).

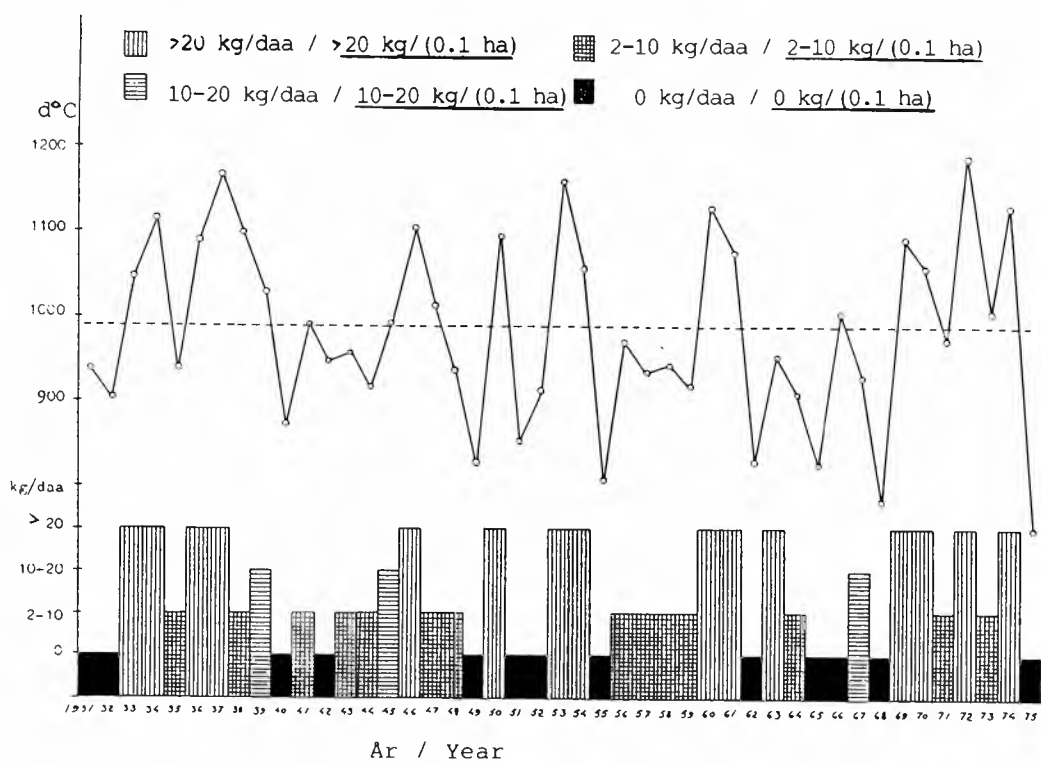
Hos bladfaks (*Bromus inermis* L.) er induksjonskravet dobbelt, men denne arten er likevel spesiell ved at det bare er korte dager, ikke lav temperatur, som kan framkalle primærinduksjon (Heide 1984). Ved temperaturen 15°C var den kritiske daglengda (50% blomstring) i denne fasen henholdsvis 13.5 og 14.5 timer for den amerikanske sorten 'Manchar' og den norske sorten 'Løfar'. For sekundærinduksjon trengte 'Løfar'

minst 16-17.5 timers daglengde, mest ved høy temperatur, mens 'Manchar' greide seg med 14-15 timer (Heide 1984).

I en undersøkelse av induksjonskravet hos norske engkvein-økotyper fra ulike breddegrader kom Karlsen (1988) til at lav temperatur var viktigste faktor i primærinduksjonsfasen. Ved 6°C ble plantene fullstendig indusert uavhengig av daglengde, og men ved 15°C ble det ingen blomstring selv ved 8 timers dag. Mellom disse ytterpunktene hadde korte dager en viss positiv effekt i tillegg til temperaturen. Tydelige forskjeller mellom økotypene ble påvist med hensyn til langdagskravet for sekundærinduksjon: Økotyper fra områdene nord for Polarsirkelen krevde 16-17.5 timer for å

blomstre, mens den sør-norske sorten 'Leikvin' hadde ca 13.5 timers kritisk grense. Høy temperatur i sekundærinduksjonsfasen førte til raskere fenologisk utvikling, men færre frøstengler (Karlsen 1988).

Det vil i denne artikkelen føre for langt å gå inn på induksjonskravet for alle grasarter som dyrkes i Norge. De tre eksemplene viser imidlertid at kravet til korte dager og/eller lav temperatur kan variere en del i primærinduksjonsfasen, mens det i alle tilfeller kreves langdagsforhold i sekundærinduksjonsfasen; den som normalt finner sted om våren og forsommeren. Det er også et generelt trekk at den kritiske daglengden for skyting og blomstring øker med breddegraden, og at



Figur 7. Nedre del: Frøavling av timotei (*Phleum pratense* L.) i Troms i åra 1931-75. Øvre del: Varmesum i døgngader, d°C (basistemperatur 0°C), for juni-august i Tromsø. Den stipla linja angir midlere varmesum 1931-1960 (Østgård 1976)

Figure 7. Lower part: Seed yield of timothy in Troms (69°N) during the period 1931-75. Upper part: Heat sum in d°C (base temperature 0°) for June-August in Tromsø. The broken line indicates average heat sum 1931-1960

Tabell 1. Sammenhengen mellom frøavling, spireevne og middeltemperatur for perioden juni-august ved frøavl av timotei (*Phleum pratense* L.) i Troms fylke, åra 1953-75 (Østgård 1976)

Table 1. The relationship between seed yield, germination capacity and the mean temperature (June-August) in timothy seed production in Troms county during 1953-75

Antall år kg daa ⁻¹ Number of years	Frøavling juni-august °C Seed yield kg (0.1 ha) ⁻¹	% spireevne % germination	Middeltemp. Mean temp. June-August °C
8	20-25	91	11.9
6	10-20	47	10.3
4	4-10	19	10.2
5	0	-	9.1

høy temperatur i denne fasen vil redusere frøsettinga. Selv om en skal være forsiktig med å trekke praktiske konklusjoner av forsøk utelukkende i klimaveksthus, synes det risikabelt å flytte frøavlen av nordnorske sorter til steder der den maksimale daglengden ikke kommer over 15-16 timer, slik tilfellet er f.eks. i nordveststatene i USA (Figur 4). For sørnorske sorter er dette mindre betenkelig, f.eks. er det jo ikke overraskende at frøavlen av 'Leikvin' har gått såpass bra i USA tatt i betraktning denne sortens svært moderate langdagskrav (Karlsen 1988).

Krav til temperatur fram mot høsting i engåret

Sammenlikna med kornartene eller rødkløver har de dyrka grasartene våre svært moderate krav til varmesum for å utvikle modent frø. For perioden fra 1. april til gulmodning beregnet Kåhre (1964) følgende varmesumskrav for svenske sorter av flerårige grasarter (basistemperatur 5°C):

Engrapp, 'Atlas'	: 557 døgngader
Engrapp, 'Golf'	: 637 »
Rødsvingel	: 665 »
Hundegras	: 715 »
Engsvingel	: 720 »
Flerårig raigras	: 876 »
Timotei 'Vanadis'	: 904 »
Timotei 'Bottnia II'	: 909 »

Om varmesummen sjelden er begrensen-

de for bruksfrøavlen i Sør- Skandinavia, kan den være svært avgjørende for elitefrøavlen nord for Polarsirkelen. Figur 7 viser varmesum og frøavling av 'Engmo' timotei i Indre Troms i åra 1931-75 (Østgård 1976). Det framgår at gode avlinger (> 20 kg daa⁻¹) fikk en bare i år da varmesummen for juni-august var over 1050 døgngader (basistemperatur 0°C), eller om lag i hvert tredje frøår. I 13 av 45 år ble timoteifrøet ikke modent i det hele tatt. Spireprosenten var nær korrelert med frøavlinga og med middeltemperaturen for juni-august (Tabell 1).

Mer interssant enn det totale varmesumkravet for frømodning er temperaturen i bestemte fenologiske faser. I Finland er en spesielt opptatt av virkningen på frøavlinga av frost tidlig i vekstsesongen. Niemeläinen (1989) fant at frost (-3 - -10°C) i perioden før skyting (frøstengelen 2-9 cm lang) mer enn halverte antall frøstengler hos hundegras. Tørrstoffavlinga ble derimot lite påvirket, bortsett fra ved temperaturen -10°C.

For korn er det kjent at lav temperatur i blomstringstida kan redusere frøsettinga. Dette vil også gjelde flerårige grasarter, jamvel om forholdet er lite undersøkt for skandinaviske sorter. For den engelske timoteisorten 'S.48' kreves en midlere dagtemperatur på 16-17°C for at blomstene skal åpne seg den følgende dagen (Lambert 1966). Hill (1980) refererer andre undersøkelser som viser at nattemperatur under 12.8° etterfulgt av dager med overskytende vær gir dårlig

blomstring i hundegras, strandsvingel (*Festuca arundinacea* L.) og bladfaks. I en analyse av engelske frøavliger av raigras (*Lolium perenne* L.) over en tiårsperiode fant Hampton & Hebblethwaite (1983) sterk positiv korrelasjon ($r=0.872$) mellom antall frø pr m² og midlere minimumstemperatur i uka rundt maksimal blomstring, vanligvis midt i juni. Bortsett fra midlere vindhastighet hadde ingen andre klimaparametre signifikant virkning på frøsettinga. Selv om det er rimelig å anta at skandinaviske grassorter er mer robuste mot lav temperatur i blomstringstida enn sorter fra sørligere breddegrader, viser disse engelske undersøkelser at lokaliteter med lav nattemperatur sommerstid bør unngås i grasfrøavligen.

Fra amerikanske undersøkelser er det kjent at ikke bare lav, men også vedvarende høy temperatur (>27°C) i blomstringstida kan hemme frøsettinga i engrapp, trolig på grunn av uttørking av pollenkorn (Hill 1980). Dette kan kanskje ha en viss betydning ved flytting av frøavligen av skandinaviske sorter til sørligere breddegrader.

B) Krav til nedbør i vekststida

Ikke minst ved etablering av frøeng er god tilgang på vann en forutsetning. Hvor ille det kan gå med gjenlegget i tørkeår fikk vi klare eksempler på i 1974,

1975 og 1976. I disse tre åra måtte henholdsvis 40, 54 og 79% av timoteiegjennlegga pløyes opp om høsten på grunn av forsommertørke. Bedre gikk det ikke med engsvingel, hundegras og de andre artene som ofte sås uten dekkvekst (Rasten 1979).

I engåra vil kravet til vannforsyning variere sterkt med frøengas utviklings-trinn. Jonassen undersøkte dette forholdet i engsvingel (1982) og hundegras (1986). For planta hundegras fikk han følgende avlingstall i middel for to engår (kg daa⁻¹):

Nedbør + vatning
hele vekstsesongen
125

Nedbør + vatning hele vekstsesongen, unntatt tørke i
august september mai juni juli (til høsting)
116 121 83 85 138

Det framgår at tørke om høsten hadde en svakt negativ virkning på neste års frøavling, men effekten var ikke på langt nær så stor som ved tørke i mai og juni, med andre ord i tida fra vekststart fram til blomstring. Særlig var det antall frø pr frøstengel som ble redusert ved denne forsommertørken, men det var også en viss nedgang i antall frøstengler. Tørke i juli, det vil i grove trekk si fra blomstring til høsting, hadde derimot klar positiv virkning på frøavlinga. Det siste hadde

Tabell 2. Midlere månedsnedbør (mm) mai-september på aktuelle frøavlssteder i Norge og i Roskilde, Danmark og Corvallis, Oregon (Det norske meteorologiske institutt 1988, Nordestgaard 1983, Youngberg 1980)

Table 2. Average monthly rainfall (mm) in May-September for seed production locations in Norway, Denmark (Roskilde) and Corvallis, Oregon

	mai May	juni June	juli July	august August	september September	sum Total
Kvithamar, Trøndelag	46	68	71	85	89	359
Kise, Hedmark	38	63	82	70	64	317
Melsom, Vestfold	56	73	83	106	96	414
Landvik, Aust-Agder	62	71	94	135	132	494
Roskilde, Danmark	36	46	68	60	60	270
Corvallis, Oregon	45	29	8	14	33	129

naturligvis sammenheng med at tørke i denne perioden gav mindre legde og bedre høsteforhold i frøenga, men det kan også skyldes at tørke reduserte danninga av vegetative buskingsskudd som i denne tida lett vil konkurrere med blomsterstanden om tilførsel av assimilater og mineraler (Hebblethwaite et al. 1980).

Jonassens (l.c.) resultater samsvarer godt med vanningsforsøk utført i andre land. Lambert (1966) foreslo for eksempel at de to mest kritiske periodene for vannmangel var uka før skyting og uka før blomstring.

Karakteristisk for klimaet i Trøndelag og Sørøst-Norge er at fordampinga er større enn nedbøren på forsommeren, mens forholdet er det motsatte i august og september. Nedbørunderskottet er noe større og varer framfor alt lenger utover sommeren i det indre Østlandsområdet enn på Sørlandet. Liten nedbør sist i juli og august vil imidlertid bare være en fordel med tanke på frømodning og skurtresking av de fleste arter. Et viktig særkjenne ved store frøavlsonrådene i verden er at klimaet er heller kontinentalt med lite nedbør i vekstsesongen (Tabell 2).

3. BETYDNINGEN AV EDAFISKE FAKTORER FOR LOKALISERINGA AV FRØAVLEN

De viktigste grasartene i nederlandsk frøavl er rødsvingel, engrapp og flerårig raigras. Av disse dyrkes de to første hovedsakelig på leirholdig jord, mens raigrasfrøavlen foregår uavhengig av jordart (Olsen et al. 1989).

I danske dyrkingsrettleiinger kan vi lese følgende om valg av jordart ved frøavl av ulike grasarter (Landskontoret for planteavl 1988).

Timotei: "Frøavlen lykkes bedst under gode fugtighedsforhold. Humusholdige jorde, gode muldrige lerjorde og svære lerjorde er velegnede.Lettere jorde er uegnede."

Engsvingel: "...trives bedst på lerjord og jorde med gode fugtighedsforhold....som dog ikke må være vandlidende"

Hundegras: "...kan dyrkes på de gode lermuldede og svære lerjorde. På lettere jorde kan frøavl af hundegræs udmærket lykkes, når der kan vandes. Lave humusholdige arealer kan anvendes hvor der er ringe risiko for nattefrost i det sene forår."

Engrapp: "...svære ler- og lermuldede jorde er velegnede."

Rødsvingel: "...lykkes bedst på gode lermuldede jorde og svære lerjorde, men kan også lykkes på lidt lettere jorde. Lave humusholdige og dårligt dræned arealer er uegnede. Her vil den produsere for meget bundgræs og for lidt frø."

Flerårig raigras: "...kan avles på alle jordtyper. På lette sandjorde er det dog en forutsætning at der kan vandes."

De danske tilrådingene samsvarer i hovedsak bra med norske erfaringer (Jonassen & Wølner 1980). Unntaket utgjøres av engrapp, der en i Norge tradisjonelt har anbefalt dyrking på lettere jordarter. Dette har sammenheng med at engrapp hos oss blir dyrket uten dekkvekst, og siden arten spirer svært seint, kan etableringa ofte være vanskelig på tyngre jord. Lettere jord blir dessuten raskere oppvarmet om våren, noe som vil fremme spirehastigheten. En har også antatt at rhizomene hos engrapp vil ha vanskeligere for å bre seg gjennom leirjord enn gjennom sandjord. Forsøk på Landvik har imidlertid vist at motstanden mot rhizomvekst kan bli like stor på lettere jord, og at totalavlinga for flere engår gjerne blir vel så store på siltig lettjorde som på siltig sandjord (Tabell 3). Dette har naturligvis sammenheng med at leirjorda er mer tørkesterk.

Ved frøavl av engkvein og bladfaks i Norge anbefales tradisjonelt lettere jordarter, uten at vi har forsøk som belyser

Tabell 3. Frøavling (kg daa⁻¹) av engrapp (*Poa pratensis* L.) i første og andre engår på ulike jordarter på Landvik forskingsstasjon (Aamlid 1990c - laveste pH-nivå utelatt)
 Table 3. Seed yield (kg (0.1 ha)⁻¹) of smooth meadow grass in the first and second ley years on two different soils at Landvik Research Station (pH values below 5.0 have been ignored)

	1. engår 1st ley year	2. engår 2nd. ley year	sum Total
Siltig sand/sandy loam	31.7	11.6	43.3
Siltig leittleire/silty loam	28.6	16.5	45.1

forholdet. For bladfaks kan det godt tenkes at avlingene i sum for flere år vil bli større på tyngre jord. For engkvein synes det derimot klart at kraftig og næringsrik leirjord gir for mye botngras og dermed små frøavlinger.

Selv om den beste jordarten for frøavl varierer en del mellom grasartene, har det trolig liten hensikt å stille absolutte krav, slett ikke for ulike sorter. I de fleste tilfeller blir kravet til jordart underordna kravet til klima når den beste lokaliseringa skal avgjøres. Dette gjelder enda mer med vår tids bruk av gjødsel, kalk og kunstig vatning.

4. BETYDNINGEN AV UGRAS, INSEKTER, PLANTESJUKDOMMER OG FAREN FOR INNBLANDING AV ANDRE SORTER

Faren for import av floghavre (*Avena fatua* L.) er en alvorlig innvending mot frøavl av skandinaviske grassorter i USA og Canada. Ved Statens Frøkontroll har en riktignok bare i ett tilfelle funnet arten etter kontraktdyrking i USA (i 'Leik' rødsvingel), men i importerte frøpartier av amerikanske og canadiske bladfaksorter er floghavre ikke uvanlig (O.S. Buraas og N. Chr. Rogstad, Statens frøkontroll).

I vårt eget land bør grasugrasa kveke (*Elytrigia repens* L.), tunrapp (*Poa annua* L.) og knereverumpe (*Alopecurus geniculatus* L.) tas hensyn til ved lokalisering av frøavlen. For knereverumpe påviste

for eksempel Synnes (1984) at arten var mest utbredet på myr- og moldholdig jord, og at det var mindre knereverumpe i Oppland enn i andre aktuelle frøavlsdistrikt.

Ved frøavl av nordnorsk engrapp i Sør-Norge er det i flere tilfelle observert angrep av frittflue (*Oscinella frit*) (Håbjørg 1978, 1979, Innbjør 1979), og ved stamsædavl i Indre Troms ble det påvist betydelig skade av en annen flueart - *Delia fabricii* - som inntil da ikke hadde vært kjent som skadegjører i landbruket (Johansen 1986). Til tross for disse spesielle problemene i engrappfrøavlen, må en ha lov å anta at avlingsreduksjonen på grunn av sjukdommer og skadedyr generelt vil være mindre i Norge enn ved kontraktavl på sørligere breddegrader. Selv i Danmark regner en med at sopp og skadedyr forårsaker mindre enn 5% avlingsreduksjon i gjennomsnittså (Bromand 1987). I Tsjekkoslovakia blir derimot 95% av frøarealene av visse arter sprøyta rutinemessig mot kvitaks forårsaka av tegen *Leptopterna dolobrata*, og en stor del av raigras-, rødsvingel- og engrappfrøet blir årlig forurenset av mjølauke (*Claviceps purpurea*) (Cagas 1987).

Ved kontraktavl av norske sorter i utlandet må en anta at faren for innblanding av andre sorter er større enn ved frøavl i Norge. For eksempel er det for 'Leikvin' engkvein frøavla i USA påvist innblanding av den amerikanske sorten 'Highland Bent' (O.S. Buraas, Statens frøkontroll).

5. 'HOLT' ENGRAPP - ET EKSEMPEL PÅ UHELDIG LOKALISERING AV FRØAVLEN

Engrappsorten 'Holt', opprinnelig fra Harstad, er det klassiske eksempel på hvor ille det kan gå når frøavlen av nord-skandinaviske sorter blir flytta for langt sørover. I perioden 1969-73 ble det sådd ut stamsæd av denne sorten i Danmark, Nederland og Oregon, USA, men samtlige steder var frøavlen mislykka. Som eksempel kan nevnes at gjennomsnittsavlinga i Danmark i 1972 ble bare 13.5 kg daa⁻¹, og i dette frøet var det 37% tunrapp (Rådet for jordbruksforsøk 1974). I Sør-Norge ble det avla en del frø av 'Holt' i åra rundt 1980, men avlingene var svært variable fra år til år (Torske-næs 1982).

Det har vært satt fram flere teorier om årsakene til dårlige frøavlinger av 'Holt' engrapp i Sør-Norge og lenger sør:

1. Mens vekstpunktet hos sørlige økotypen av engrapp forblir vegetativt helt til vinteren kommer, vil differensieringa hos nordlige økotypen ta til allerede i august-september (Innbjør 1979, Rognli & Staver 1979, Håbjørg 1978). Tilsvarede fenomen er observert for flere arter i Alaska (Hodgson 1966). Heide (1980) foreslo at dårlig stengeldannelse hos nordnorske engrappsorter etter ustabile, snøfattige vintre i sør kan skyldes at det langt differensierte vekstpunktet er svært utsatt for frost. I Nord-Norge vil dette være mindre problematisk på grunn av tidligere og mer stabilt snødekke.

2. Som nevnt vil det differensierte vekstpunktet hos nordnorsk engrapp også være utsatt for insektskade, bl. a. av frittflue-larver. Dette ble påvist av Håbjørg (1978, 1979) på Landvik og av Innbjør (1979) på Ås.

3. Tida for skuddanning og bladutvikling etter første frøhøsting blir for liten på grunn av tidlig vekst avslutning. Resul-

tatet blir liten frøavling i 2. engår. Utslaget blir særlig stort ved tørke på ettersommeren (Håbjørg 1979).

4. 'Holt' engrapp er svært mottakelig for rust (*Puccinia poae-nemoralis*) ved dyrking på sørligere breddegrader (Håbjørg 1979, Nordestgaard 1983). (Dette problemet er atskillig mindre for den nåværende nordnorske sorten 'Lavang').

5. Korte dager i sekundærinduksjonsfasen fører til sein og usynkron skyting og blomstring hos nordnorsk engrapp. Problemet er størst i låglandet der temperaturstigningen kommer mens dagene ennå er korte tidlig om våren (Håbjørg 1978, 1979).

Det framgår av oversikten at svært mange av de faktorer som kan ventes å vanskeliggjøre frøavl av nordskandinaviske sorter på sørligere breddegrader nettopp er blitt foreslått når det gjelder 'Holt' engrapp. Siden sorten nå er trukket tilbake er det vanskelig å ta stilling til de enkelte teoriene; i mange tilfeller kan det vel også være snakk om et samspill mellom dem. Det skal likevel nevnes at punkt 3 samsvarer godt med forsøk der følgende avlinger (kg daa⁻¹) ble oppnådd av 'Holt's' etterfølger 'Lavang' på to steder i Sør-Norge (Aamlid 1990c):

	1988 1.engår	1989 2.engår
Landvik	33.4	9.1
Hellerud	29.0	20.1

Avlingsnedgangen fra første til andre engår var mye større på Landvik enn på Hellerud, noe som sikkert har sammenheng med at særlig første halvdel av vinteren 1988-89 var langt mildere på Sørlandet. På Landvik ble rutene med 'Lavang' nesten ikke grønne igjen etter første frøhøsting, og åndingstapet var utvilsomt stort i de mørke vintermånedene.

Teori nr 5 har trolig størst relevans ved frøavl sør for Norge, for eksempel i nordveststatene i USA. Under normale Sør- og Østlandsforhold er sannsynligvis fotoperioden lang nok for normal skyting og blomsterutvikling i 'Lavang'. Heide (1980) kom til samme konklusjon for 'Holt' engrapp.

6. FORSØK MED ULIK LOKALISERING AV FRØAVLEN

Omfattende forsøk med frøavl av geografiske økotypen av engrapp på ulike steder i Norge ble utført av Håbjørg (1979). Han fant klare samspill mellom opphavssted og frøavlssted og påviste at frøavlingene generelt var større i innlandet enn langs kysten. Avlingene falt drastisk fra første til andre engår når

nordnorske økotypen ble dyrka langt sør, når sørlige typer ble dyrka langt nord og når kystøkotypen ble dyrka i innlandet.

I tillegg til Håbjørgs undersøkelser er det de siste 15 åra blitt gjennomført to fellesnordiske forsøksserier for å finne den mest optimale lokalisering av grasfrøavlen. I den første serien ble til sammen 11 sorter av engrapp og 9 sorter av rødsvingel fra Island, Danmark, Sverige, Finland og Norge frøavla på 10 steder i Norden - fra Roskilde i sør (56°N) til Tromsø i nord (69°N) (Nordestgaard 1983). Den andre serien (1982-87) hadde som mål å finne den beste lokaliseringa for frøavl av sorter fra Nordkalotten, og de fleste forsøksstedene lå nord for 62. breddegraden (Koskela & Schjelderup unpubl). Felles for begge forsøksserier var at dyrkingsteknikken ble tilpassa vanlig praksis på hvert enkelt forsøkssted.

Tabell 4. Frøavling (kg daa⁻¹) av engrappsortene (*Poa pratensis* L.) 'Primo' (sørsvensk), 'Leikra' (norsk - 61°N) og 'Holt' (norsk 69°N) og rødsvingelsortene (*Festuca rubra* L.) 'Veni' (dansk), 'Rubin' (sørsvensk) og 'Leik' (norsk - 61°N) på forskjellige forsøkssteder i Skandinavia (Nordestgaard 1983)

Table 4. Seed yield (kg (0.1 ha)⁻¹) of the smooth meadow grass cvs. 'Primo' (South Sweden), 'Leikra' (Norway - 61°N) and 'Holt' (Norway - 69°N) and the red fescue cvs. 'Veni' (Denmark), 'Rubin' (South Sweden) and 'Leik' (Norway - 61°N) at various experimental locations within Scandinavia

Forsøkssted Location	Breddegrad Latitude °N	Engrapp - Smooth meadow grass			Middel Mean
		'Primo'	'Leikra'	'Holt'	
Holt	69	19.0	9.6	37.0	21.9
Apelsvoll	61	32.8	22.8	31.6	29.1
Uppsala	60	82.3	58.1	74.6	71.7
Landvik	58	47.7	33.7	38.1	39.8
Roskilde	56	125.7	68.1	41.5	78.4
Middel/Mean		61.5	38.5	44.6	

Forsøkssted Location	Breddegrad Latitude °N	Rødsvingel - Red fescue			Middel Mean
		'Veni'	'Rubin'	'Leik'	
Holt	69	10.1	3.5	34.2	15.9
Apelsvoll	61	14.5	20.5	36.4	23.8
Uppsala	60	74.5	79.4	103.6	85.8
Landvik	58	25.6	28.8	46.5	33.6
Roskilde	56	111.4	114.2	99.0	108.2
Middel/Mean		47.2	49.3	63.9	

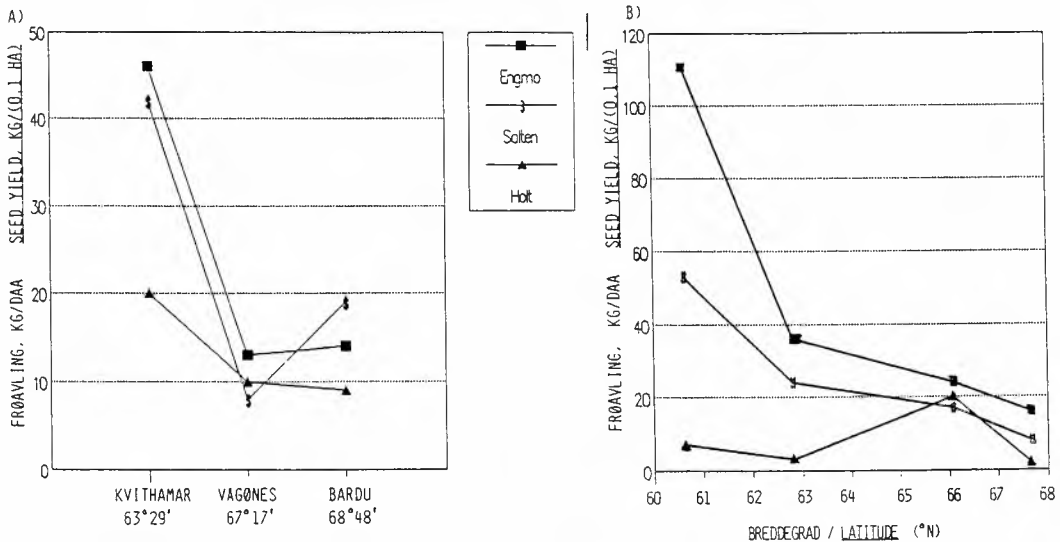
Ulempen med dette er at lokaliserings-effektene blir konfundert med effekter av gjødsling, høstbehandling etc; på den annen side må en anta at den dyrkingsteknikken som ble valgt på hvert sted bygger på solid erfaring og således er tilnærma optimal for forholda.

I forsøksserien til Nordestgaard (1983) ble de største avlingene av sørsvenske og danske sorter oppnådd i Roskilde (Tabell 4). Det samme gjaldt den norske engrappsorten 'Leikra'. For 'Holt' engrapp og 'Leik' rødsvingel var frøavlinga derimot størst i Uppsala, betydelig større enn på Apelsvoll og Landvik i Norge. For Apelsvolls vedkommende kan en del av forklaringa være at Uppsala har noe høyere middeltemperatur i veksttida, 13.8 mot 12.4°C for perioden mai-september. Når det gjelder Landvik kan vi ikke skylde på temperaturen; derimot er total nedbør for de samme månedene betydelig større enn i Uppsala - 494 mot 278 mm. Til tross for disse klimatiske skilnadene synes det klart at også jordart og dyrkingsteknikk

har hatt en viss betydning - vi er rett og slett ikke flinke nok frøavlere her i landet.

Jamsføring av de tre forsøksstedene i Norge viser at frøavlingene av de to Løken-sortene økte fra nord mot sør, mens 'Holt' gav tilfredsstillende avling også i Troms. Det var derimot ikke tilfellet i den andre fellesnordiske forsøks-serien (Koskela & Schjelderup unpubl.). Det sørligste forsøksstedet i Norge var her Kvithamar i Trøndelag, og der ble det oppnådd dobbelt så store frøavlinger som i Nordland og Troms, både for 'Holt' (Figur 8a) og for engrappsorter fra Island og Nord-Finland. I Finland (Figur 8b) og Sverige, der det var med sørligere forsøkssteder enn i Norge, gav både 'Holt' og de andre engrappsortene fra Nordkalotten størst frøavling innerst i Bottenviken (Tervola/Öjebyn/Vojakkala, ca 66°N).

For timotei- og engsvingelsorter fra Nordkalotten ble frøavlingene størst på de sørligste forsøksstedene både i Norge (Figur 8a), Sverige og Finland (Figur 8b). Dette viser at det bare er for engrapp



Figur 8. Frøavling av 'Engmo' timotei (69°N), 'Salten' engsvingel (67°N) og 'Holt' engrapp (69°N) på ulike breddegrader i a) Norge og b) Finland. Merk ulik skalering av aksene i a) og b) (Koskela & Schjelderup upublisert)

Figure 8. Seed yield of the timothy cv. 'Engmo' (69°N), the meadow fescue cv. 'Salten' (67°N) and the smooth meadow grass cv. 'Holt' (69°N) at increasing latitudes in (a) Norway and (b) Finland. Note the different scales in (a) and (b)

adaptasjonen til nordlige klimaforhold er så sterk at en for alvor må ta hensyn til det i frøavlens.

7. HVA SIER NORSK FRØAVLSSTATISTIKK ?

Av Tabell 5 framgår at timoteifrøavlingene stort sett faller fra sør til nord her i landet. Vestfold er det ledende frøavlsfylket; det gjelder også når det gjelder dyrkingsareal. Forskjellen i avlingsnivå mellom de to sidene av Oslofjorden har med tradisjon og dyrkingsmiljø å gjøre og kan knapt tilskrives klimatiske forhold. At nordnorsk timotei gjennomgående gir større frøavlinger enn sørnorsk er kjent fra tidligere undersøkelser (Skaare & Hillestad 1973) og har trolig sammenheng med at de nordnorske sortene er tilpassa én høyslått pr år (Rognli 1986a). Av tabellen ser vi likevel at forskjellen mellom nord- og sørnorske sorter er mye mindre i Hedmark og Oppland enn i Vestfold, Østfold og Buskerud. Dette kan tolkes slik at det bare er de klimatiske beste strøk som greier å realisere det store potensialet for frøavling som ligger i de nordnorske sortene.

For engsvingel og hundegras oppnår henholdsvis Vestfold og Aust Agder de gjennomsnittlig største frøavlingene her i landet. På grunn av færre dyrkere er

frøkontrollens statistikk mer usikker for disse artene, og det er ikke mulig å påvise distriktsvise skilnader mellom sørnorske og nordnorske sorter (O.S. Buraas og L.J. Rustad, Statens frøkontroll).

8. KONKLUSJONER

1. Hensynet til tilfredsstillende kvalitet og avling gjør at frøavlens av nordnorske sorter må flyttes sørover.
2. For å unngå sortsglidning bør antall oppformeringsgenerasjoner være så lite som mulig.
3. Langdagskravet for stråstrekking og blomstring setter grense for hvor langt sørover frøavlens kan lokaliseres. For sørnorske sorter er dette kravet ganske moderat.
4. Begrensende klimafaktorer for frøavl i Norge er: Indre Østlandet: Lav temperatur, særlig utover høsten. Sørlandet: Mye nedbør, særlig i august-september.
5. Aktuell lokalisering:
 - Nordnorsk engrapp: Indre Østlandet, Trøndelag eller Mellom/Nord-Sverige.
 - 'Leikra' engrapp: Langt sør (?)
 - Timotei: Sør- og Østlandet.
 - Andre arter/sorter: Sørøstlandet, Øst-Danmark, Skåne.

Tabell 5. Midlere frøavling (kg daa⁻¹) av de norske timoteisortene (*Phleum pratense* L.) 'Engmo' (69°N), 'Bodin' (67°N), 'Grindstad' (60°N) og 'Forus' (59°N) i de mest aktuelle frøavlsdistriktene i Norge, 1982-1985 (O.S. Buraas & L.J. Rustad, Statens Frøkontroll)

Table 5. Average seed yield (kg (0.1 ha)⁻¹) of the Norwegian timothy cvs. 'Engmo' (69°N), 'Bodin' (67°N), 'Grindstad' (60°N) and 'Forus' (59°N) in the main seed production districts in Norway 1982-85

Fylke County	'Engmo'	'Bodin'	'Grindstad'	'Forus'	Middel Mean
Vestfold	75	71	62	59	67
Buskerud	-	61	43	45	54
Østfold	58	59	47	46	53
Akershus	48	47	42	40	44
Hedmark/ Oppland	46	46	44	44	45
Middel/Mean	57	57	48	47	53
Trøndelag	33	33			

9. ETTERORD

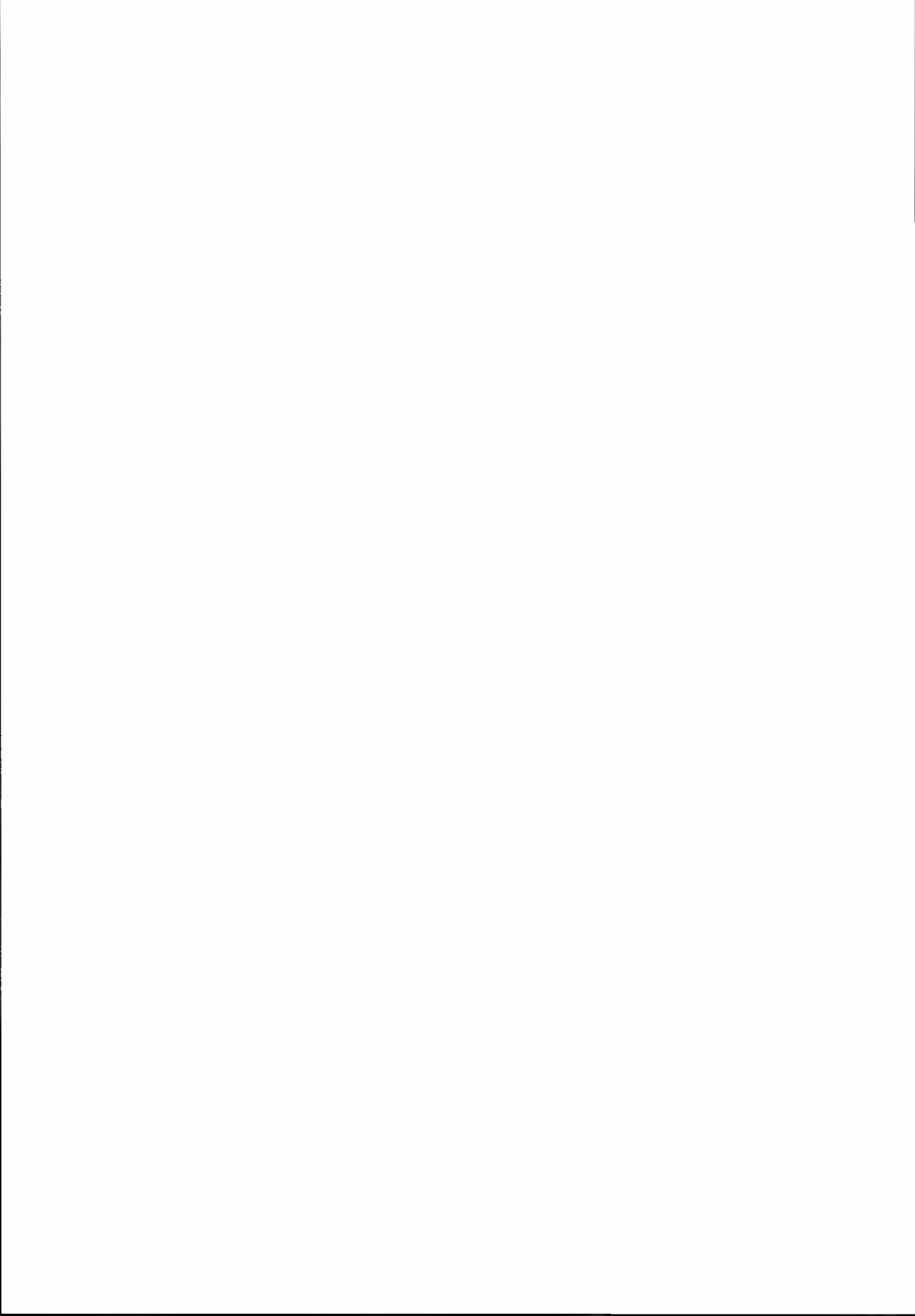
Denne artikkelen ble først presentert som prøveforelesning for graden Dr. Scient. ved Norges Landbrukshøgskole. Forfatteren er takknemlig til Statens planteavlslråd, Statens frøkontroll og Det Kgl. Selskap for Norges Vel, seksjon frøavl, for å ha stilt verdifullt materiale til disposisjon.

10. LITTERATUR

- Andersen, I.L. 1960. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. Forskning og forsøk i landbruket 11: 635-660.
- Andersen, I.L. 1971. Overvintringsforsøk med ulike grasarter. Forskning og forsøk i landbruket 22: 121-134.
- Berg, T. 1986. Utgreiing og framlegg til nye retningslinjer for vedlikehold av sortar til eng, beite og grøntanlegg. Notat til Fagutvalg for foredling og verdiprøving i forevekster og gras til grøntanlegg. 9 s.
- Bromand, B. 1987. Pests on seed grasses in Denmark. Preprint of lectures. International Seed Conference. Tjane landboskole, Denmark 15-19 June 1987. Upaginert.
- Bruun, I. 1967. Standard normals 1931-60 of the air temperature in Norway. Det norske meteorologiske institutt. Oslo. 269 s.
- Cagas, B. 1987. Important problems of plant protection in grass seed production in Czechoslovakia. Preprint of lectures. International Seed Conference. Tjane landboskole, Denmark 15-19 June 1987. Upaginert.
- Cooper, J.P. & D.M. Calder 1964. The inductive requirement for flowering of some temperate grasses. Journal of the British Grassland Society 19: 6-14.
- Danske dyrkingsvejledninger for timothe, engsvingel, hundegræs, engrapgræs, rødsvingel og alm. rajgræs til frø. 1988. Landskontoret for Planteavl. Århus, Danmark.
- Det norske meteorologiske institutt 1988. Månedsoversikter.
- Foss, S. 1968. Vekstrytme hos timoteisorter. Forskning og forsøk i landbruket 19: 487-518.
- Hampton, J.G. & P.D. Hebblethwaite 1983. The effects of the environment at anthesis on the seed yield and yield components of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cv. S.24. Journal of Applied Seed Production 1: 21-22.
- Hay, R.K.M. & K. Pedersen 1986. Influence of long photoperiods on the growth of timothy (*Phleum pratense* L.) varieties from different latitudes in northern Europe. Grass and Forage Science 41: 311-317.
- Hebblethwaite, P.D., D. Wright & A. Noble 1980. Some physiological aspects of seed yield in *Lolium perenne* (perennial ryegrass). s. 71-90 i: P.D. Hebblethwaite (red.). Seed production. Butterworths, London.
- Heide, O.M. 1980. Studies on flowering in *Poa pratensis* L. ecotypes and cultivars. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 59 (14). 27 s.
- Heide, O.M. 1982. Effects of photoperiod and temperature on growth and flowering in Norwegian and British timothy cultivars (*Phleum pratense* L.). Acta Agriculturae Scandinavica 32: 241-252.
- Heide, O.M. 1984. Flowering requirements in *Bromus inermis*, a short-long-day plant. Physiologia Plantarum 62: 59-64.
- Hill, M.J. 1980. Temperate pasture grass-seed crops: Formative factors. s. 137-149 i: P.D. Hebblethwaite (red.). Seed production. Butterworths, London.
- Hillestad, R. 1989. Sikring av vår engfrøforsyning. Norsk landbruksforskning Supplement No. 5: 45-52.
- Hodgson, H.J. 1966. Floral initiation in Alaskan graminæ. Botanical Gazette 127: 64-70.
- Hunnskaar, L. 1972. Vestfold frøavlslag 10 år 1962-1972. 43 s.
- Håbjørg, A. 1976. Effects of photoperiod and temperature on vegetative growth of different ecotypes of *Poa pratensis*. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 55 (16). 26 s.
- Håbjørg, A. 1978. Floral differentiation and development of selected ecotypes of *Poa pratensis* L. cultivated at six localities in Norway. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 58 (4). 19 s.
- Håbjørg, A. 1979. Seed production studies in latitudinal and altitudinal distant types of *Poa pratensis* L. cultivated at nine localities in Norway. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 58 (28). 18 s.
- Innbjør, H. 1979. Blomsterdifferensiering og utvikling hos to sorter (økotyper) av engrapp (*Poa*

- pratensis* L.) dyrket på tre steder i Norge. Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole. 58 s.
- Johansen, T.J. 1986. Skadeinsekter i timotei og engrapp i Nord-Norge. s.101-107 i: Vallfrøodling. Nordiske Jordbrugsforskeres Forening, Seminar nr. 91. Malmö, Sverige. 30. juni-2. juli 1982.
- Jonassen, G.H. 1982. Tørkeperioder og vanning i engsvingelfrøeng. s. 171-182 i: Engfrøavl. Nordiske Jordbrugsforskeres Forening, Seminar nr. 25. Hellerud, Norge. 29. juni-1. juli 1982.
- Jonassen, G.H. 1986. Tørkeperioder og vanning til frøeng av hundegras. s. 86-96 i: Vallfrøodling. Nordiske Jordbrugsforskeres Forening, Seminar nr. 91. Malmö, Sverige. 30. juni-2. juli 1982.
- Jonassen, G.H. & R. Hillestad 1990. Etablering av frøeng uten dekkvekst. s. 84-93 i: Frøavl. Nordiske Jordbrugsforskeres Forening, Seminar nr. 173. Tune landboskole, Danmark. 18.-20. juni 1990.
- Jonassen G.H. & K. Wølner 1980. Dyrking av grasfrø. Landbrukets opplysningstjeneste. Småskrift 2/80. 24 s.
- Karlsen, Å.K. 1988. Primary and secondary induction requirements for flower initiation in four populations of *Agrostis capillaris* L. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 2: 97-108.
- Koskela M. & I. Schjelderup 1989. Jämförelse mellan områden i Norden för produktion av elitfrö till vallväxter. (In prep.)
- Kåhre, L. 1964. Frömognad hos vallväxter. Skrifter från Institutionen för växtodling vid Lantbrukshögskolan no. 20. Almqvist & Wiksell. Uppsala, Sverige. 102 s.
- Lambert, D.A. 1966. Factors affecting seed yield. s. 4-12 i: I.V. Hunt (red.). Proceedings of a conference on timothy seed production. Auchincruive, Scotland. 1966.
- Larsen, A. 1979. Utredning om frøavl av vekster til eng, beite og grøntanlegg. Statens planteavlsråd og Statens forskingsstasjoner i landbruk. 52 s.
- Meijer, W.J.M. 1984. Inflorescence production in plants and in seed crops of *Poa pratensis* L. and *Festuca rubra* L. as affected by juvenility of tillers and tiller density. Netherlands Journal of Agricultural Science 32: 119-136.
- Niemäläinen, O.T. 1989. Effect of frost on panicle production in *Dactylis glomerata*. s. 663-664 i: Proceedings of the XVI International Grassland Congress. Nice, Frankrike. 4-11 October 1989.
- Nilsen, O. 1974. Genetisk variasjon i 'Holt' engrapp (*Poa pratensis* L.). Forskning og forsøk i landbruket 25: 1-11.
- Nordestgaard, A. 1983. Samnordiske frøavlsforsøg med sorter af engrappgræs (*Poa pratensis*) og rød svingel (*Festuca rubra*). Tidsskrift for Planteavl 87, 429-444.
- Nordestgaard, A. 1988. Undersøgelser af skududviklingen i rød svingel (*Festuca rubra*) og hundegræs (*Dactylis glomerata*). Tidsskrift for Planteavl Specialserie, beretning nr. S 1937. 20 s.
- Odgaard, P. 1968. Foreløbige resultater fra undersøgelser over skuddannelse hos græsser. s. 43-56 i: Referat af indlæg ved 2. nordiske seminar vedrørende frøavlsforsøg. Årslev, Danmark. 26.-28. juni 1968.
- Odgaard, P. 1970. Fortsatte undersøgelser over skuddannelse m.m. hos græsser til frøavl. s. 39-57 i: Referat af indlæg ved 4. nordiske seminar vedrørende frøavlsforsøg. Norge. 30. juni - 3. juli 1970.
- Olsen, O.B., J. Øyen & T.S. Aamlid 1989. Rapport fra den 16. internasjonale graslandkongressen (IGC) og besøk ved forskningsinstitusjoner i Frankrike og Nederland oktober 1989. Statens forskingsstasjoner i landbruk. 22 s.
- Pestalozzi, M. 1960. Forsøk med timotei i Nordland 1935-59. Forskning og forsøk i landbruket 11: 607-633.
- Rasten, J. 1979. Frøforsyningen i perioden siden 1968. s. 26-33 i: Landskurs i engfrøavl. Vestfold landbruksskole Melsom. 25.-27. juni 1979.
- Rognli, O.A. 1985. Betydningen av frøavlsmiljøet for sortsstabiliteten ved oppformeringen av nordnorske grassorter. s. 256-279 i: Engvekstforedling IV. Norges landbruksvitenskapelige forskingsråd og Statens forskingsstasjoner i landbruk.
- Rognli, O.A. 1986a. Studies on the genetic variation in seed production characters within arctic populations of timothy (*Phleum pratense* L.). Doctor Scientiarum Thesis. Norges Landbrukshøgskole. 145 s.
- Rognli, O.A. 1986b. Foredling og vedlikehold av sorter for marginale områder. Prøveforelesning for graden Doctor Scientiarum ved Norges Landbrukshøgskole 11.juli 1986. 29 s.
- Rognli, O.A. & E. Staver 1979. Virkning av så- og plantetid på blomsterdifferensieringen og viktige avlingsbestemmende karakterer ved frøavl av engrapp (*Poa pratensis* L.) i Bardu og på Ås. Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole. 155 s.

- Rådet for jordbruksforsøk 1974. Frøavlsforskning i gras. Utredning foretatt av en komité. 37 s.
- Salisbury, F.B. & C.W. Ross 1985. Plant physiology. Third edition. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California. 540 s.
- Schöberlein, W. 1987. Correlations between the phase of development of some perennial grass species in autumn and seed yield characteristics in the following year. Preprint of lectures. International Seed Conference. Tune landboskole, Denmark 15-19 June 1987. Uaginert.
- Skaare, S. & R. Hillestad 1973. Frøavkastning av timoteisorter. Forskning og forsøk i landbruket 24, 439-450.
- Synnes, O.M. 1984. Knereverumpe (*Alopecurus geniculatus* L.) - førekomst og skade innan ulike grøder/veksestader og på ulik jord. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 63 (1). 15 s.
- Torskenæs, E. 1982. Frøavl av engrapp viser store variasjoner. Norden 86 (12): 18-19 og 32.
- Valle, O. 1968. Experiences with seed production of Finnish Tammisto orchardgrass. Forskning og forsøk i landbruket 19, 203-211.
- Valle, E., O. Valle, K. Äyräväinen & C.S. Carrison 1970. Evaluation of the characteristics and agronomic value of Finnish Tammisto meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) seed grown in the USA. Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland 44: 279-299.
- Youngberg, H. 1980. Techniques of seed production in Oregon. s. 203-214 i: P.D. Hebblethwaite (red.). Seed production. Butterworths, London.
- Østgård, O. 1959. Forsøk med timoteistammer. Forskning og forsøk i landbruket 10: 266-275.
- Østgård, O. 1976. Timoteifrøavlen i Troms. Ny Jord 1976 (2): 55-62.
- Aamlid, T.S. 1990a. Vegetative growth and development of Norwegian *Poa pratensis* L. ecotypes. s. 12-40 i: T.S. Aamlid. Effects of climatic and edaphic factors on growth, development and seed production of smooth meadow grass (*Poa pratensis* L.). Doctor Scientiarum Theses 1990:8. Norges landbrukshøgskole.
- Aamlid, T.S. 1990b. Vegetative and reproductive growth of *Poa pratensis* L. as influenced by soil compaction. s. 80-114 i: T.S. Aamlid. Effects of climatic and edaphic factors on growth, development and seed production of smooth meadow grass (*Poa pratensis* L.). Doctor Scientiarum Theses 1990:8. Norges landbrukshøgskole.
- Aamlid, T.S. 1990c. Seed production of smooth meadow grass as influenced by soil type, pH and compaction. II. Seed yield and other plant characteristics. s. 140-174 i: T.S. Aamlid. Effects of climatic and edaphic factors on growth, development and seed production of smooth meadow grass (*Poa pratensis* L.). Doctor Scientiarum Theses 1990:8. Norges landbrukshøgskole.



Tørke ved ulike utviklingsstadier hos potet I. Frilandsforsøk

Drought at different stages of growth of five potato varieties: I. Field experiments

HUGH RILEY

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kise forskingsstasjon, Nes på Hedmark, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, Nes på Hedmark, Norway

Riley, H. 1990. Drought at different stages of growth of five potato varieties. *Norsk landbruksforskning* 4. 279-300. ISSN 0801-5333.

Five potato varieties ('Pimpernel', 'Beate', 'Peik', 'Troll', 'Saturna') were sheltered from precipitation at different stages of growth and otherwise irrigated whenever soil tension at a depth of 10-20 cm exceeded 0.4 bar. Sheltering during stolon development (up to 3 weeks from emergence) reduced total tuber number, but increased the proportion of large tubers. This treatment gave slightly lower DM yields with an August harvest, but increased yields at later harvesting. The yield of large tubers was increased at both harvests. Sheltering during tuber initiation (4-6 weeks from emergence) had no effect on tuber number, but reduced early harvest yields and DM concentration. 'Pimpernel' was the only variety which fully compensated for this loss at later harvesting. Sheltering during early tuber growth (7-9 weeks from emergence) gave large yield reductions at both harvests, accompanied by early senescence and greater DM concentration. Concentrations of N, P and K were negatively correlated with yield, but other quality characteristics were little affected by the sheltering treatments.

Key words: Drought period, potato varieties, tuber number, tuber quality.

Hugh Riley, The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, N-2350 Nes på Hedmark, Norway.

Virkingen av tørke til ulik tid i vekstsesongen er tidligere undersøkt hos flere potetsorter i Norden (Dragland 1978, 1985, Linnér 1984, Myhr 1970, Jørgensen 1984, Jørgensen & Edlefsen 1987). Avlgsreduksjon er funnet når

tørken inntreffer under knolldanning eller knollvekstperioden, mens tørre forhold tidlig i vekstsesongen ikke ser ut til å hemme veksten, og noen ganger fører til økt avling.

Dragland (1985) påviste samspill

mellom sort og høstetid når det gjelder virkningen av tørke før og under knolldanning. Tørke før knolldanning reduserte tørrstoffavlinga hos sene sorter når disse ble høstet i august, i større grad enn hos tidlige sorter. Ved senere høsting førte det derimot til større avling hos alle sorter. Tørke under knolldanning ble oppveid ved sen høsting av sene sorter men dette var ikke tilfellet hos tidligere sorter.

Ved siden av virkningen på avling, har tørke stor betydning for knollantall og størrelsesfordeling, og for viktige kvalitetsegenskaper som vekstsprekker, indre hulrom, kokekvalitet, skurvangrep m.m. Grunlaget for flere av disse parametrene er lagt allerede under knolldanningsfasen (Bailey 1990, Carr & Hamer 1989).

Bakgrunnen for denne undersøkelsen var ønsket om å klarlegge betydningen av tørke til ulik tid for sortene 'Peik' og 'Troll', som er kjent for å være storknollet, og 'Saturna', som er kjent for å være meget tørkesvak. Til sammenligning ble to tidligere undersøkte sorter ('Beate' og 'Pimpernel') også tatt med.

Meldingen omhandler feltforsøk utført på Kise i 1986 og 1987. De samme sortene ble også undersøkt i veksthusforsøk (Furunes 1990).

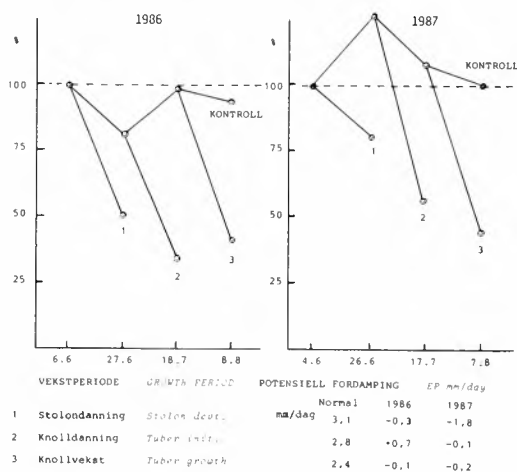
MATERIALE OG METODER

Forsøksopplegget var av samme type som tidligere benyttet på Kise til lignende undersøkelser hos andre vekster (Dragland 1975). Tre forsøksledd, som ble skjermet mot nedbør til forskjellige tider i vekstsesongen, ble sammenlignet med et ledd hvor jorda ble holdt godt oppfuktet hele tiden (tensiometersug < 0,4 bar i 10-20 cm dybde). For å oppnå rask uttørking av jorda ved skjerming, ble forsøket utført på tørkesvak jord (mold- og grusrik lettleire, med grus under). Jordas lagringsevne for tilgjengelig vann var ca. 70 mm ned til 50 cm dybde.

Settepoteter av alle sortene ble oppbevart i mørke ved ca. 20°C de to siste ukene før setting. Radavstanden var 75 cm og setteavstanden 25 cm. Feltet ble gjødslet begge årene med 80 kg/daa 13-6-16 NPK-gjødsel. Datoer for oppkomst, skjerming og høsting er vist i tabell 1. Det ble også tatt med et ledd uten vaning og uten skjerming, for å få et inntrykk av vekstforholdene i enkeltårene.

Været i de to forsøksårene var ganske forskjellig (tabell 2), henholdsvis varmere og tørrere enn normalt i 1986 og kaldere og fuktigere enn normalt i 1987. Kontroll-leddet ble vannet med tilsammen 200 mm i 1986 og 110 mm i 1987. I juni 1987 skjedde det trolig en del utvasking fra forsøksleddene som ikke var skjermet på det tidspunktet, pga. ekstremt mye nedbør.

Uttørkinga av jordprofilen (0-50 cm) målt med nøytronmeter før og etter hver skjermingsperiode er vist i figur 1. Uttørkinga kom lengst i 1986, spesielt ved skjerming under knolldanningsperioden. I 1987 var det forholdsvis lite uttørking ved skjerming før knolldanning.



Figur 1. Jordas vanninnhold i 0-50 cm dybde, som prosent av den tilgjengelige mengden (100% = 70 mm) i forsøksledd som ble skjermet mot nedbør (1-3), sammenlignet med et vannet kontroll-ledd (0) Figure 1. Soil moisture contents at 0-50 cm depth, as percentages of the available water capacity (100% = 70 mm) for plots sheltered from rainfall (1-3) compared with an irrigated control treatment

Tabell 1. Datoer for setting, oppkomst, skjerming og høsting
 Table 1. Dates of planting, emergence, sheltering and harvesting

	1986	1987
Settedato <i>Planting date</i>	9.5	5.5
Oppkomst <i>Emergence</i>	1.6	30.5
<i>Skjermingsperioder Sheltering periods</i>		
Stolondanning <i>Stolon development</i>	6.6 - 27.6	5.6 - 26.6
Knolldanning <i>Tuber initiation</i>	28.6 - 18.7	27.6 - 17.7
Knollvekst <i>Tuber growth</i>	19.7 - 8.8	18.7 - 7.8
1. høsting <i>1st harvest</i>	13.8	17.8
2. høsting <i>2nd harvest</i>	17.9	17.9

Tabell 2. Værforholdene på Kise i forsøksårene
 Table 2. Weather conditions at Kise in the trial years

	År <i>Year</i>	mai <i>May</i>	juni <i>June</i>	juli <i>July</i>	aug. <i>Aug.</i>	sept. <i>Sept.</i>	mai-sept. <i>May-Sept.</i>
Lufttemp. <i>Air temp. (C)</i>	1986	8,8	14,9	15,4	11,9	7,9	11,8
	1987	7,7	10,8	15,0	11,8	8,7	10,8
	Normal 1)	8,2	13,5	15,2	14,1	9,7	12,2
Pot. fordamp. <i>Pot. evap. (mm)</i>	1986	50	80	97	46	42	315
	1987	61	40	81	48	39	269
	Normal 2)	61	84	82	68	40	335
Nedbør (mm) <i>Precipitation</i>	1986	34	39	29	127	36	266
	1987	69	179	49	101	100	499
	Normal 2)	45	65	63	67	65	305
	1) 1951-1980		2) 1963-1987				

RESULTAT

Forsøksresultatene viste samme hovedtrend i begge årene, og er for det meste gjengitt her som middeltall. Det er bare trukket fram høyere ordens samspill der disse har interesse for tolkningen av enkeltresultat.

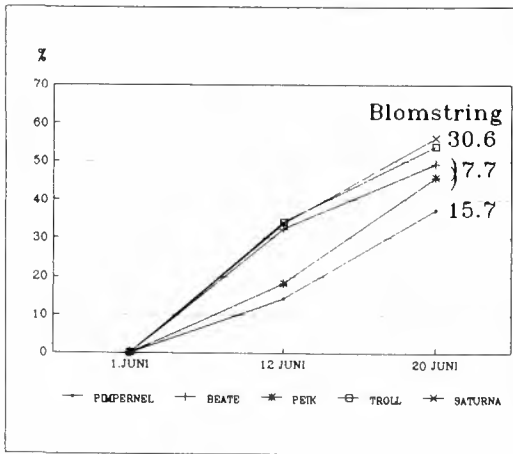
Vekst og tørrstoffprosent

'Saturna' viste raskest vekst, mens 'Beate', 'Peik' og 'Troll' kom i en mellom-

stilling og 'Pimpernel' var senest (figur 2 og 3).

Tørke før og under knolldanning førte hos alle sorter til senere risdød enn jevn vanning, mens tørke under knollvekst ga tidligere risdød (figur 3). Dette er som ventet ved tørke i potet (Loon, 1981).

De to første tørkeperiodene ga litt mindre tørrstoffkonsentrasjoner ved første høstetid, mens tørke under knollvekst ga en økning (tabell 3). Dette over-



Figur 2. Prosent bladdekking hos ulike sorter etter oppkomst 1. juni 1986.

Figure 2. Percentage leaf cover of different varieties following emergence on 1st June 1986

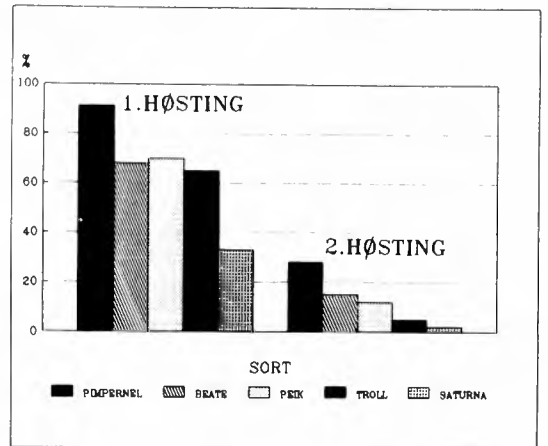
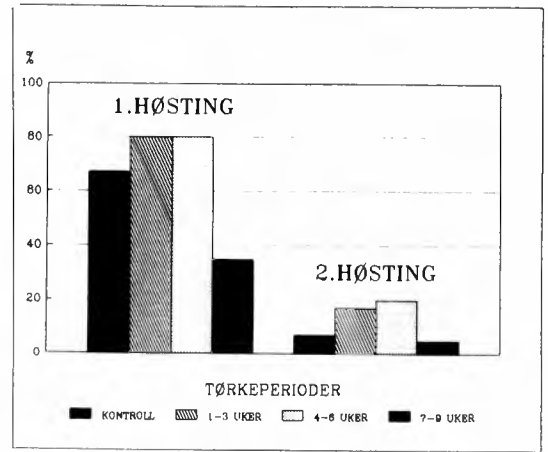
enstemmer med tørkeperiodenes ulike virkning på risdød. 'Pimpernel' var den eneste sorten som viste stor økning i tørrstoffkonsentrasjon mellom 1. og 2. høsting.

Knolldanning og størrelsesfordeling

Det var nesten 75% flere knoller pr. plante i det kalde og fuktige året 1987 enn i det varme året 1986 (tabell 4). Dette samsvarer med hypotesen til Ng og Loomis (1984) om at flere knoller blir dannet ved lav temperatur (9-10°C) enn ved høyere temperatur (15-20°C) fordi begrenset tilgang på assimilater hindrer at et fåtall knoller vokser på bekostning av de andre.

Tørke under stolonutvikling førte begge årene til en markert nedgang i knollantallet pr. plante totalt, og til en økning i antallet av store knoller (>45 mm). Tørke under knolldanning og knollvekst hadde liten virkning på det totale knollantallet, men førte til en forskyvning av fordelingen mot mindre knoller.

MacKerron (1988) beskrev et forsøk i Skottland som viste at knollantallet ble påvirket av tørke før men ikke under knolldanning. Han mente at antall sto-



Figur 3. Prosent levende ris ved 1. og 2. høsting etter tørke til ulik tid etter oppkomst (over) og for ulike sorter (under). Middelt av begge årene

Figure 3. Percentage green haulm at first and second harvest dates, following drought at various times from emergence (above) and for different varieties (below). Means of both years

loner pr. plante var avgjørende for knollantallet. Det er kjent også fra svenske forsøk at høy jordfuktighet i perioden like etter oppkomst er nødvendig for god stolonutvikling (Linnér 1984).

Sortene 'Beate' og 'Saturna' ga flest små knoller, mens spesielt 'Troll' hadde mange store knoller.

Tabell 3. Tørrstoffprosent i 35-45 mm knoller etter tørke ved ulike vekststadier og for ulike sorter ved to høstetider. Middell av 1986 og 1987
 Table 3. Dry matter percentage in 35-45 mm tubers following drought at different growth stages and for different varieties at two harvest dates. Means of 1986 and 1987

	Høstetid <i>Harvest date</i>	August	Sept.
<u>Tørkeperiode <i>Drought period</i></u>			
Kontroll <i>Irrigation control</i>		23,1	23,8
Stolondann. <i>Stolon development</i>		- 0,4	+ 0,1
Knolldann. <i>Tuber initiation</i>		- 0,6	- 0,3
Knollvekst <i>Tuber growth</i>		+ 2,6	+ 1,0
Middelfeil <i>s.e.</i>		0,15	
<u>Sort <i>Variety</i></u>			
Pimpernel		23,5	+ 2,1
Beate		23,0	+ 0,2
Peik		22,9	+ 0,7
Troll		23,4	- 0,3
Saturna		24,6	± 0
Middelfeil <i>s.e.</i>		0,17	

Tabell 4. Antall knoller av ulike størrelser pr. plante. Middell av begge høstetider
 Table 4. Number of tubers per plant in different size classes. Means of both harvest dates

	<35mm	35-45mm	>45mm	Total
<u>År <i>Year</i></u>				
1986	5,0	5,0	2,4	12,4
1987	10,0	8,5	3,1	21,6
Middelfeil <i>s.e.</i>	0,13	0,09	0,06	0,14
<u>Tørkeperiode <i>Drought period</i></u>				
Kontroll <i>Irrigation control</i>	7,3	7,5	3,1	17,9
Stolonutvikl. <i>Stolon development</i>	- 2,4	- 1,7	+ 1,0	- 3,0
Knolldann. <i>Tuber initiation</i>	+ 1,1	- 0,6	- 0,6	- 0,1
Knollvekst <i>Tuber growth</i>	+ 2,0	- 0,8	- 1,7	- 0,4
Middelfeil/ <i>s.e.</i>	0,04	0,02	0,02	0,02
<u>Sort <i>Variety</i></u>				
Pimpernel	6,3	6,8	2,8	15,9
Beate	10,4	7,3	2,1	19,8
Peik	4,8	5,9	2,9	13,6
Troll	5,8	6,6	4,2	16,6
Saturna	10,2	7,0	1,9	19,1
Middelfeil <i>s.e.</i>	0,24	0,15	0,11	0,20

Tabell 5. Tørrstoffmengder og knollavlinger i middel av år, sort og skjermingsperiode (kg/daa)
 Table 5. Dry matter and tuber yields given as means for years, varieties and periods with sheltering from rainfall (kg/daa)

År Year	Tørrstoff DM	Knollavling Tuber yield		
		<35 mm	35-45 mm	>45 mm
1986	641	458	1130	1173
1987	831	675	1624	1170
Middelfeil s.e.	6	12	18	n.s.
<i>Sort Variety</i>				
Pimpernel	717	468	1333	1105
Beate	760	833	1570	898
Peik	699	399	1288	1326
Troll	809	406	1264	1822
Saturna	703	725	1430	706
Middelfeil s.e.	8	21	31	47
<i>Tørkeperiode Drought period</i>				
<i>1. HØSTETID 1ST HARVEST</i>				
Kontroll Irrigation control	745	567	1543	1125
Stolonutvikl. Stolon development	- 34	- 201	- 341	+ 438
Knolldann. Tuber initiation	- 130	+ 90	- 224	- 384
Knollvekst Tuber growth	- 142	+ 174	- 287	- 746
<i>2. HØSTETID 2ND HARVEST</i>				
Kontroll Irrigation control	843	545	1571	1441
Stolonutvikl. Stolon development	+ 67	- 197	- 318	+ 755
Knolldann. Tuber initiation	- 74	+ 80	- 145	- 225
Knollvekst Tuber growth	- 144	+ 137	- 124	- 730
Middelfeil s.e.	8	23	32	45

Knollavling og tørrstoffmengde

Avlingene av både knoller og tørrstoff var større i det kalde året 1987 enn i 1986 (tabell 5), men virkningene av tørkeperiodene var svært like i begge år. Leddet uten noe vanning ga 40% mindre tørrstoffavling enn kontroll-leddet i 1986 og 20% mindre i 1987. 'Beate' og 'Troll' ga størst total knollavling og tørrstoffmengde, mens 'Peik' og 'Troll' ga størst avling av store knoller.

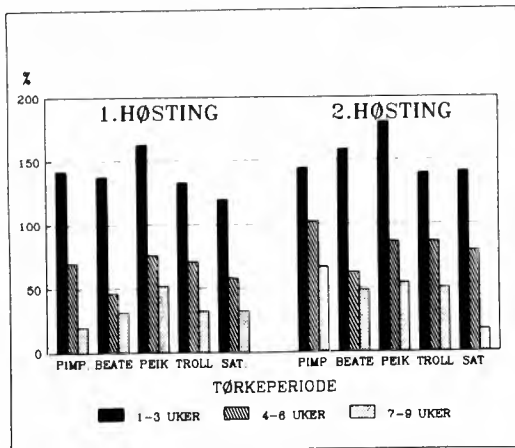
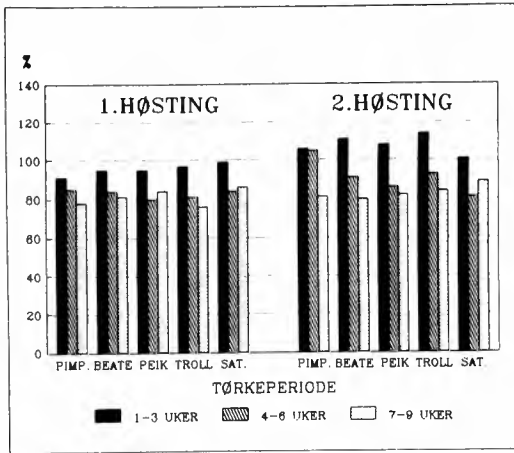
Tørke under stolonutvikling reduserte det totale avlingsnivået litt ved høsting i august, men ga en økning på 7-

8% ved senere høsting. Dette er i tråd med tidligere resultat fra forsøk både i Norge og Sverige (Dragland 1978, 1985, Linnér 1984). Denne tørkeperioden ga henholdsvis 39% og 52% større avling av store knoller (>45 mm) ved 1. og 2. høsting, og omtrent 25% mindre avling av små knoller.

Tørke under knolldanning og tidlig knollvekst ga stor reduksjon i alle avlingskomponenter, bortsett fra avlingen av ikke-salgbare knoller (<35 mm). Nedgangen var noe større ved tørke under knollvekst enn ved tørke under knoll-

danning, særlig i avlingen av store knoller. Dette resultatet er også i tråd med tidligere erfaring.

Det var tendenser til treveis samspill mellom tørkeperiode, høstetid og sort i tørrstoffmengden og avlingen av store knoller (>45 mm), når disse ble uttrykt som prosent av kontrollavlingen (figur 4).



Figur 4. Relative avlinger av tørrstoff (over) og knoller >45 mm (under) etter tørke ved ulike vekststadier, som prosent av avlingen etter jevn vanntilgang

Figure 4. Relative yields of dry matter (above) and tubers >45 mm (below) after drought at different stages of growth as percentages of the yield with frequent irrigation

'Saturna' var den eneste sorten som ikke viste positivt utslag for tidlig tørke ved høsting i september. Dette var trolig fordi tørkeperioden kan ha overlappet noe med knolldanning hos denne sorten. En kan ellers merke seg at utslagene i tørrstoffmengde etter denne tørkeperioden var langt mindre enn for avlingen av store knoller.

'Pimpernel' utmerket seg ved å være den eneste sorten som klarte å kompensere for tørke under knolldanning ved høsting i september. Dette gjaldt for både tørrstoff og knollavling. Resultatet er i samsvar med tidligere resultat (Dragland 1985), og kan tilskrives sortens lange veksttid.

'Peik' viste spesielt stor økning i avlingen av store knoller etter tidlig tørke. Dette har sammenheng med sortens lave knollantall. På motsatt vis ga 'Beate', som var sorten med størst knollantall, den mest markerte nedgangen i avlingen av store knoller etter tørke under knolldanning.

Kjemisk innhold

Konsentrasjonen av N, P og K i tørrstoffet var lite påvirket av tørke under stolondanning, men viste høyere verdier ved senere tørkeperioder. Leddet uten noe vanning førte til markert høyere konsentrasjon (tabell 6).

Resultatene er en følge av avlingsstørrelsen på de ulike leddene. For nitrogen sank konsentrasjonen med 0,1% N pr. 100 kg tørrstoff ($r = -0,74$, $P < 0,001$). Totalopptaket var likevel størst på leddene med størst tørrstoffavling.

'Pimpernel' hadde den laveste konsentrasjonen av alle tre stoffene mens 'Saturna' skilte seg ut med spesielt høy nitrogenkonsentrasjon.

Spisekvalitet

Det var ubetydelig skurvangrep i dette forsøket. Det ble bare funnet hulrom (kolv) i enkelte av de største knollene hos 'Peik' og 'Troll', men en fant ingen sammenheng med tørkeperiodene. Det er likevel grunn til å forvente problemer

Tabell 6. Nitrogenmengden i knollene og konsentrasjonene av N, P og K i tørrstoffet. Middell av 1986 og 1987

Table 6. Nitrogen uptake in tubers and concentrations of N, P and K in dry matter. Means of 1986 and 1987

	N kg/daa	N%	P%	K%
<i>Tørkeperiode Drought period</i>				
Kontroll <i>Irrigated control</i>	7,9	1,01	0,29	2,12
Stolonutveckl. <i>Stolon development</i>	+ 0,1	- 0,01	- 0,01	+ 0,01
Knolldann. <i>Tuber initiation</i>	- 0,6	+ 0,10	+ 0,02	+ 0,05
Knollvekst <i>Tuber growth</i>	- 0,3	+ 0,19	+ 0,01	+ 0,09
Ingen vanning <i>Unirrigated</i>	- 2,1	+ 0,31	+ 0,03	+ 0,16
Middelfeil <i>s.e.</i>	0,08	0,04	0,006	0,02
<i>Sort Variety</i>				
Pimpernel	6,1	0,98	0,29	2,09
Beate	7,7	1,11	0,32	2,19
Peik	6,9	1,12	0,30	2,15
Troll	7,8	1,11	0,28	2,23
Saturna	8,2	1,33	0,31	2,25
Middelfeil <i>s.e.</i>	0,09	0,01	0,003	0,02

med kolv etter tidlig tørke, fordi andelen store knoller da er størst.

I 1987 ble det funnet tendenser til vekstsprekker hos flere sorter, spesielt hos 'Beate' ved tørke under knollvekstperioden (31%). Sprekkene hos denne sorten var imidlertid små og lite sjennerende.

'Saturna' hadde 30-40% knoller med rustflekker, men det var ikke mulig å vise noen sammenheng med tørkeperiodene. Sorten er kjent for denne svakheten.

I 1987 ble mørkfarging før og etter koking undersøkt, og graden av sundkoking og mjølenhet ble bestemt. Det ble ikke funnet forskjeller i disse egenskapene som kunne tilskrives tørkeperiodene, men det var enkelte forskjeller i sortenes egenskaper. 'Troll' og 'Peik' var minst utsatt for sundkoking, mens 'Pimpernel' og 'Saturna' var mest utsatt. 'Beate' og 'Pimpernel' hadde mest mørkfarging, og 'Troll' hadde desidert minst.

DRØFTING OG KONKLUSJON

Det er kjent at tørke under knolldanning

og spesielt under knollvekst reduserer avlingen. Dersom tørken inntreffer relativt tidlig, vil plantene gjenoppta veksten når det igjen blir fuktig. Dette gir som regel nedsatt tørrstoffkonsentrasjon ved høsting. Ved senere tørke, kan man få forsert risdød, og økt tørrstoffkonsentrasjon.

Tørke tidlig i vekstsesongen, dvs. under stolondanningen som varer ca. 3 uker fra oppkomst, gir en markert reduksjon i det totale knollantallet, men en viss økning i antall store knoller. Ved tidlig høsting kan dette føre til noe mindre avling, men ved senere høsting har det positiv virkning både for avlingen av matpotet og av tørrstoff.

I utlandet er det en vanlig oppfatning at maksimalt knollantall er nødvendig for stor avling (MacKerron 1989). Også i Norge fant Kirkerød (1978) at vanning fra like etter oppkomst ga størst knollantall og størst avling. Det må imidlertid presiseres at i hans forsøk var den totale vanntilførselen betydelig større for dette leddet enn for leddene med senere starttidspunkt for vanning. Som i denne undersøkelsen, fant Dragland (1978, 1985) og Linnér (1984) at tidlig tørke ga

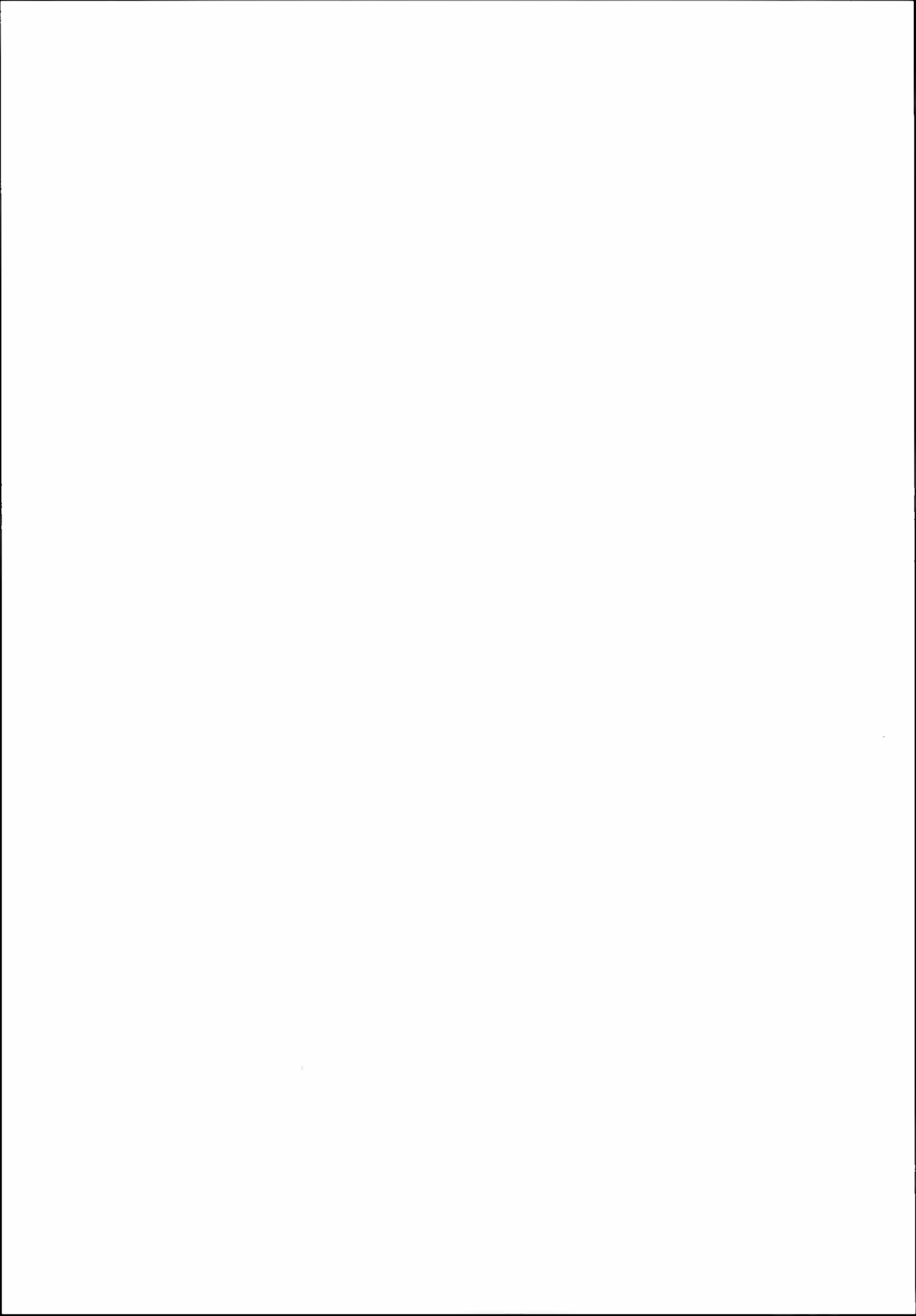
avlingsøkning, til tross for en markert reduksjon i knollantallet.

Under nordiske forhold ser det derfor ikke ut som om maksimalt knollantall er så avgjørende for avlingsstørrelsen som under forhold med lengre vekstsesong. Likevel kan det være gunstig å vanne tidlig til sorter som 'Peik' og 'Troll', hvis man vil unngå å få for mange svært store knoller. Det samme gjelder hvis man vil produsere settepoteter.

Den store betydningen av tørke under knolldanning for bl. a. skurvangrep er mye omtalt i litteraturen (Bailey 1990, Bjør 1972, Foley 1989, Jørgensen 1984, Linnér 1984). Det blir ofte anbefalt å vanne som en forsikring mot skurvangrep på et tidligere tidspunkt enn det som er nødvendig for å sikre størst mulig avling. Som i dette forsøket, er det imidlertid ikke alltid at man har fått skurvangrep, selv ved ganske sterk tørke. Faren for angrep under våre forhold er derfor kanskje noe overdrevet, og kan neppe brukes som argument for å starte vanning før ca. 3 uker etter oppsiring.

LITTERATUR

- Bailey, R. 1990. Irrigated crops and their management. Farming Press, 192 s., ISBN 0-85236-205-6.
- Bjør, T. 1972. Vanning - et effektivt middel mot flat-skurv. Norsk Landbruk nr. 4:8-9.
- Carr M.K.V. & P.J.C. Hamer 1989. Irrigating potatoes. UK Irrigation Association Technical Monograph 2, Cranfield Press, 67 s., ISBN 09-477-679-24.
- Dragland, S. 1975. Nitrogen- og vassbehov hos kepaløk. Forsk. fors. landbr. 26:93-113.
- Dragland, S. 1978. Virkninger av tørkeperioder og to nitrogenmengder på potetsorten 'Saphir'. Forskn. fors. landbr. 29: 277-299.
- Dragland, S. 1985. Tørke til ulike utviklingsstadier hos fire potetsorter. Forskn. fors. landbr. 36: 159-167.
- Foley, M. F. 1989. A review of the effects of irrigation on the incidence of diseases. Carr, M.K.V. & P. J. C. Hamer (op. cit.), s. 49-53.
- Furunes, J. 1990. Tørke ved ulike utviklingsstadier hos potet. II. Veksthusforsøk. Norsk landbruksforskning 4: 289-300.
- Jørgensen, V. 1984. Vandforsyningens indflydelse på udbytte og kvalitet af kartofler. Tidsskr. Planteavl. 88: 453-468.
- Jørgensen, V. & O. Edlefsen 1987. Vandforsyningens indflydelse på udbytte og kvalitet af industrikartofler. Tidsskr. Planteavl. 91: 329-347.
- Kirkerød, T. 1978. Vanning til poteter. Forsk. fors. landbr. 29: 499-518.
- Linnér, H. 1984. Markfuktighetens inlflytande på evapotranspiration, tillväxt, näringsupptagning, avkastning och kvalitet hos potatis (*Solanum tuberosum* L.). SLU, Inst. för markvetenskap, avd. för hydroteknik. Rapport 142, 153 s.
- Loon, C.D. van 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. Am. Potato J. 58: 51-69.
- MacKerron, D.K.L. 1989. Timing of irrigation in relation to yield and quality of potatoes. Carr M.K.V. & P.J.C. Hamer (op.cit.), s. 54-60.
- Myhr, E. 1970. Virkninger av tørkeperioder til ulik tid i poteter, bygg og eng. Meld. Norg. Landbr. Høgsk. 49, 33: 1-11.
- Ng, E. & R.S. Loomis 1984. Simulation of growth and yield of the potato crop. Simulation Monographs PUDOC, Wageningen.



Tørke ved ulike utviklingsstadier hos potet

II. Veksthusforsøk

Drought at different stages in the growth of potatoes

II. Greenhouse experiments

JON FURUNES

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kvithamar forskingsstasjon, Stjørdal, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway

Furunes, J. 1990. Drought at different stages in the growth of potatoes. II. Greenhouse experiments. Norsk landbruksforskning 4: 289-300. ISSN 0801-5333.

Potatoes were grown in pots under glass at varying levels of water supply in order to study the possible effects of drought on yield and quality. Treatments included the modification of N-supply, either by high/low fertilization or by the use of organic/mineral soil. Water uptake per plant was approximately 7-8 dl/day in unstressed plants and 2-4 dl/day in drought-stressed plants. No varietal differences were found in the response to drought, either in yield or in quality. Drought before tuber initiation had little effect on tuber yield, but drought at all later growth stages caused yield reduction, except when N supply was limited. Reductions were much larger when plant water uptakes was reduced from 4 to 2 dl/day. The incidence of internal rust (spraing), brown centre and vascular discoloration was greatest in unstressed plants grown in peat. Medium-early or late drought reduced enzymatic browning in one of two years. Drought had no significant effect on hollow heart or other quality characteristics.

Key words: Drought period, glass, greenhouse, potato, tuber quality, tuber yield.

Jon Furunes, The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, N-7500 Stjørdal, Norway.

Vannmangel i veksttiden påvirker potetavlingene så vel i mengde som i kvalitet, avhengig av tørketid og -intensitet. I

Norge har Dragland (1978, 1985), Ekeberg (1986), Kirkerød (1978), Myhr (1970) og Riley (1989) undersøkt sam-

menhengen mellom vanntilgang og avlingsmengde og -kvalitet i potet. I Sverige og Danmark er forsøk gjort av henholdsvis Linnér (1984) og Jørgensen (1984, 1987).

I denne undersøkelsen er det særlig lagt vekt på å klarlegge eventuell sammenheng mellom tørke og indre kvalitetsfeil, men ønsket om å finne fram til en praktisk veksthusmetodikk for prøving av tørkeresistens i foredlingsmateriale har også telt med. Forsøkene ble gjennomført i veksthus ved Kvitthamar forskingsstasjon i 1986-87. Sortene som var med var de samme som ble undersøkt i feltforsøk på Kise forskingsstasjon i 1986-87 (Riley 1990).

MATERIALE OG METODER

Undersøkelsen er utført i veksthus i 1986 og 1987 fra setting i henholdsvis april og mars til opptak i juli og juni. Nattemperaturen var $16.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$ og dagtemperaturen 20°C . Dagtemperaturen gikk over 20°C i de perioder på våren og sommeren da ventilasjonen ikke var tilstrekkelig. CO_2 -konsentrasjonen var utenom luftperiodene 600 ppm. Plantene ble dyrket i 12 liters plastbøtter med en plante pr. bølge. Planteavstand var 33 cm og radavstand 80 cm, og denne arealdekningen er brukt som grunnlag ved beregning av dekaravlinger. Før setting var potetene lysgrodd i 4 uker ved 12°C . Sortene 'Beate', 'Saturna', 'Troll' og 'Peik' ble brukt i begge forsøk, 'Pimpernel' bare i 1986. Settepotetene var tilnærmet like store i alle sorter begge år. Plantene ble bundet opp til en stokk festet i bøtta.

Dyrkingsmediet var første året naturtorv med omdanningsgrad 2-4 etter von Post (Tiurtorv fra Nittedal Torvindustri A/S). Andre året ble forsøket utvidet til også å omfatte siltig sandjord fra Værnes prestegard, med pH 5.8-5.9. Den andre halvparten av forsøket i 1987 var torvjord av samme opprinnelse og kvalitet som i 1986.

Av tørr torv ble det innveid 1 kg og

av mineraljord 13.5 kg pr. bølge. I bunnen av bøttene ble det brukt et drenerende lag av Leca-perler. Første året var bøttene tette, og vanntilførselen ble regulert til hver bølge ved veiing/vanning, med 73-74 vektprosent vanninnhold som tilsett nivå i tørkeperiodene.

Andre året var bøttene perforert med 5 huller à 15 mm Ø. Tilsatt vanninnhold i tørkeperiodene i 1987 var 71 vektprosent. Dyrkingsmediene ble grunn-gjødslet med kalkdolomitt og FTE nr. 36 i mengder tilsvarende henholdsvis 70.5 og 4.5 g pr. bølge. Det ble gitt 28.2 g Fullgjødsel B pr. bølge til alle planter andre året og til halvparten av plantene ('Høg' gjødsling) første året. Den andre halvparten av planteantallet i 1986 ('Låg' gjødsling) ble tilført 14.1 g Fullgjødsel B pr. bølge i voksemediet.

I veksttida ble plantene gjødslet med en næringsløsning bestående av 92 g Superba Rød 7-4-21, 60 g kalksalpeter 15.5% N samt 25 g kaliumsulfat første året, alt pr. 100 liter ferdig løsning.

Potetene ble satt den 3. april og 9. mars, var ferdig oppspirt den 23. april og 31. mars og viste begynnende blomstring fra 24. mai og 4. mai, for henholdsvis 1986 og 1987. Ved setting var vanninnholdet i torva 84-85 vektprosent. I 1986 registrerte en vannforbruket hos samtlige planter, også de som ikke skulle tørkebehandles. Veiing av bøttene ble dette året brukt som grunnlag for bestemmelse av vanntilførsel for hver enkelt plante i hele veksttiden. De planter som i 1987 skulle ha optimal vanntilførsel fikk det ved at rennene som bøttene sto i ble fylt opp et par ganger pr. dag (undervanning). Plantene som etter hvert skulle tørkebehandles ble dette året satt i skåler i rennene, for tilmåling av daglige vannmengder. Vannregnskap ble i 1986 ført for samtlige planter i hele vekstperioden, i 1987 bare for den tid plantene var utsatt for tørke. Gjødselvanning ble også tatt med i vannregnskapet, for 1987 bare de som falt i tørkeperioden. En oversikt over antall døgn fra settedato til begynnende

tørkebehandling, varighet av tørke samt daglig inntak av vann pr. plante i tørkeperiodene er gitt i tabell 2. Av tabell 2 framgår at tørken var betydelig hardere i 1987 enn i 1986, med vanntildelinger ned til om lag det halve av det som ble gitt i 1986.

Forsøk i 1986

Forsøksplanen var faktoriell og omfattet 5 sorter, 4 behandlinger for tørke, 2 nivå for gjødsling med 5 planter pr. behandling a to gjentak, i alt 400 planter.

Antatt kritisk øvre vektprosent vann i torv (drukningsgrense): 84-85.

Antatt kritisk nedre vektprosent vann i torv (tørkegrense): ca. 70.

Vektprosent vann i torvjord i gjennomsnitt for 5 sorter:

1. Ikke tørke		83.3
2. Tidlig tørke	(28/4-16/5, 18 døgn)	74.4
3. Middels tidlig tørke	(16/5-2/6, 17 døgn)	74.7
4. Sein tørke	(3/6-20/6, 17 døgn)	73.3

Deretter normal vanning fram til avslutning 7/7. (Tabell 1)

Gjødslingsbehovet ble bestemt gjennom daglig kontroll med plantene. Ved lett klørse i toppen på en eller flere planter ble gjødselblanding straks tilført samtlige, og i like store kvanta til alle planter innen samme gjødslingsnivå. (Tabell 2)

Forsøk i 1987

Forsøksplanen var faktoriell med 4 sorter, 4 behandlinger for tørke og med 2 jordtyper. Det var en plante pr. behandling i tre gjentak, i alt 96 planter.

Vektprosent vann i torvjord i gjennomsnitt av 4 sorter

1. Ikke tørke		
2. Middels tidlig tørke (27/4-18/5, 21 døgn)		72-73
3. To tørketider (5/5-18/5, 13 døgn og 2/6-12/6, 10 døgn) =		ca. 71
4. Sein tørke (3/6-20/6, 17 døgn) =		ca. 71

Det ble deretter vannet ens etter behov fram til avslutning 29/6. "Sein tørke" ble i 1987 begynt ca. 3 uker seinere enn i 1986, regnet fra settetidspunktet i de to årene. I "2 tørketider" i 1987 gikk den

Tabell 1. Gjødsling 1986, g verdistoff pr plante
Table 1. Fertilizing 1986, g fertilizing elements per plant

		N	P	K	Mg	Ca
Høg gjødsling						
Ved anlegg	(Fullgj. B 13-6-16):	3.67	1.70	4.52	0.30	2.00
	(kalkdolomitt):				2.61	
I veksttida	(10 vanninger a 0.5 liter):	0.87	0.19	1.51	0.22	0.82
	Totalt:	4.54	1.89	6.03	3.13	2.82
Låg gjødsling						
Ved anlegg	(Fullgj. B 13-6-16):	1.84	0.85	2.26	0.15	1.00
	(kalkdolomitt):				2.61	
I veksttida	(10 vanninger a 0.3 liter):	0.59	0.12	0.89	0.13	0.51
	Totalt:	2.43	0.97	3.15	2.89	1.51

Høg gjødsling/High fertilizing level
Låg gjødsling/Low fertilizing level

Ved anlegg/before planting
I veksttida/during the growth

Fullgj. B 13-16/Fertilixer 13% N, 6% P, 16% K

10 vanninger a 0.5/0.3 liter/fertilizing solution, 0.5/0.3 liters given 10 times

Total/totally

292 Tørke ved ulike utviklingsstadier hos potet. II Veksthusforsøk

Tabell 2. Vannopptak i ulike tørketider, g pr. plante og døgn. I 1986: Bare torvjord
Table 2. Water consumption at different drought times, g per plant per 24 hours. In 1986: Organic soil, only

Gjøds- ling	1986				Jord- type	1987			
	intervall i vekst- tiden	Tørketid antall døgn				intervall i vekst- peri- oden	Tørketid antall døgn		
		fra setting	i tørke	vann- oppt.			fra setting	i tørke	vann- oppt.
Ferti- lizing	Drought period interval of growing period				Soil type	Drought period interval of growing period			
		from plant- ing	in drought	water- cons.			from plant- ing	in drought	water- cons.
"Høg"	Ingen tørke	-	(52)	724	Torv- jord	Ingen tørke	-	0	...
"High"	Midd.tidl. tørke	43	17	378	Organic soil	Midd.tidl. tørke	49	21	221
	Sein tørke	60	17	364		Sein tørke	86	17	172
	Tidlig tørke	25	18	392		2 tørketider	57, 85	13 + 10	157
	Midd. 2) Aver. 2)			378					183
"Låg"	Ingen tørke	-	(52)	588	Miner- al- jord	Ingen tørke	-	0	...
"Low"	Midd.tidl. tørke	43	17	326	Miner- al soil	Midd.tidl. tørke	49	21	129
	Sein tørke	60	17	338		Sein tørke	86	17	172
	Tidlig tørke	25	18	378		2 tørketider	57, 85	13 + 10	157
	Midd. 2) Aver. 2)			347					153
	Midd. total 2) Aver. total 2)			363					168

2): Midlet av de tre tørkebehandlinger

2): Average of three drought levels

Ingen tørke/No drought

Midd.tidl. tørke/Medium-early drought

Sein tørke/Late drought

Tidlig tørke/Early drought

2 tørketider/2 drought periods

(52): Antall døgn i alt med tørkebehandling (28. april-20. juni) i forsøket

Total number of days (28th April-20th June) with experimental drought management

første tørketidsavdelingen parallelt med de siste to ukene av "middels tidlig tørke", og med den første 1 1/2 uke av "sein tørke". Det var 2 ukers opphold mellom de to tørketidene. Gjødsling i bøttene våren 1987 var for så vel torv som mineraljord som til torv ved "Høg" gjødsling i 1986. Tilskott av gjødselvann

etter behov i veksttida var mindre i 1987 enn første året, i underkant (ca. 2/3) av mengdene gitt til "Låg" i 1986.

Observasjoner

Det er også foretatt observasjoner som ikke er tatt med i oversiktene i meldinga. Dette gjelder sjukdommer eller misvekst

Tabell 3. Vannforbruk, total avling og tørrstoffinnhold i knoller, middel av fem sorter i 1986. (+ og - i forhold til Ingen tørke)

Table 3. Water uptake, total yields and per cent dry matter in tubers. Mean results from five varieties in 1986. (+ and - relative to No drought)

Gjøds- ling	Tørke- tid	VANN		Knoller,	Knolltørrstoff	
		kg pr. plante totalt	g pr.g t-stoff i ris+kn.	kg/da	%	kg/da
Ferti- lizing	Time of drought	WATER		Tubers,	Tuber DM	
		kg per plant totally	g per g DM prod. in top + tubers	kg per 0.1 ha	%	kg per 0.1 ha
«Høg»	Ingen tørke	52	145	3762	28.5	1072
	Tidlig tørke	- 2	- 11	+ 15	+ 0.6	+ 27
	Midd.tidl. tørke	- 6	- 13	- 197	+ -0.0	- 56
	Sein tørke	- 7	- 14	- 269	+ 0.5	- 59
«High»	Midd./Mean	48	136	3649	28.8	1050
	Significance	***	**	**	n.s.	n.s.
«Låg»	Ingen tørke	40	175	2716	27.4	744
	Tidlig tørke	- 1	- 18	- 26	+ 1.9	+ 44
	Midd.tidl. tørke	- 3	- 26	+ 53	+ 1.3	+ 51
	Sein tørke	- 3	- 26	+ 34	+ 1.9	+ 62
«Low»	Midd./Mean	38	158	2731	28.7	783
	Significance	**	***	n.s.	n.s.	n.s
	Samspill, signif.	**	n.s.	**	n.s.	n.s
Midd. «Høg»/ «Låg»	Ingen tørke	46	160	3239	27.9	908
	Tidlig tørke	- 1	- 15	- 8	+ 1.3	+ 36
	Midd.tidl. tørke	- 4	- 20	- 72	+ 0.7	- 2
	Sein tørke	- 5	- 20	- 118	+ 1.3	+ 2
Mean of «High»/ «Low»	Midd./Mean	43	146	3190	28.7	917
	Significance	***	***	n.s.	n.s.	n.s

** : P<0.01
*** : P<0.001
n.s.: no significance

Ingen tørke/No drought
Tidlig tørke/Early drought
Midd.tidl. tørke/Medium-early drought
Sein tørke/Late drought

Samspill/Interaction

som bare har forekommet i svært liten grad eller helt har uteblitt, likeså hvor det bare har vært ubetydelige skilnader i forekomsten mellom forskjellige tørkebehandlinger.

Variansanalyser er gjennomført for resultatene fra begge år. P-verdiene er angitt ved asteriks (*) i de enkelte tabellene.

RESULTATER

Da det ikke er påvist samspill mellom sorter og tørke for noen aktuelle egenskaper, er resultatene presentert som sortsgjennomsnitt. I undersøkelsen for 1987 har nivået "Ingen tørke" ligget lenger fra vannmetningsgrensen enn "Ingen tørke" i 1986, men resultatene for

dette nivået for "Torvjord" i tabell 4 (1987) skulle likevel være godt sammenlignbare med de fra "Høg" gjødsling i tabell 3 (1986).

Avling

Av tabellene 3 og 4 går det fram at "Høg" gjødsling i 1986 har vist stor grad av likhet med "Torvjord" i 1987 i så vel avling som tørrstoffinnhold når vanntilgangen har vært tilnærmet optimal ("Ingen tørke"). Både avling og tørrstoffinnhold var ved optimal vanntilgang vesentlig lågere ved "Låg" gjødsling (tørv) i 1986 og på "Mineraljord" i 1987. Utslagene for tørkebehandling var i 1986 (tabell 3)

relativt små og usikre. Innen "Høg" gjødsling ble det påvist signifikant nedgang i knollavling, men bare ved middels tidlig og sein tørke. Signifikant samspill tørketid X gjødslingsnivå ($P < 0.05$) tyder på at tørken ikke har hatt noen virkning ved et gjødslingsnivå under det normale, og bare har slått ut ved høyere gjødslingsstyrke. Dette stemmer overens med resultater fra tilsvarende forsøk på friland på Kise forskingsstasjon (Riley 1990).

Knollantallet har både i 1986 og 1987 vist seg uavhengig av tørkebehandling. Tørke har bidratt til å heve tørrstoffprosenten ved begge gjøds-

Tabell 4. Totalavling og tørrstoffinnhold i knoller for ulike tørketid og tørkegrad. Middelt av fire sorter i 1987. (+ og - i forhold til Ingen tørke)

Table 4. Total yields and per cent dry matter in tubers for different drought treatments. Mean results from four varieties in 1987. (+ and - relative to No drought)

Jord-type	Tørke-tid og -grad	Knoller, kg/da	%	Knolltørrstoff kg/da
Soil type	Time and degree of drought	Tubers, kg per 0.1 ha	%	Tuber DM kg per 0.1 ha
Torv-jord	Ingen tørke	3682	26.8	983
	Midd.tidl. tørke	- 587	- 1.1	- 188
	2 tørketider	- 820	- 1.2	- 251
Organic soil	Sein tørke	- 549	- 1.4	- 189
	Significance	***	*	***
Mineral-jord	Ingen tørke	2767	27.2	757
	Midd.tidl. tørke	- 781	+ 0.5	- 207
	2 tørketider	- 728	+ 0.7	- 189
Mineral soil	Sein tørke	- 458	+ 0.5	- 120
	Significance	***	n.s.	***
Midd. jordart	Ingen tørke	3224	27.0	870
	Midd.tidl. tørke	- 684	- 0.3	- 197
Mean soil type	2 tørketider	- 774	- 0.2	- 220
	Sein tørke	- 504	- 0.4	- 154
	Significance	***	*	***

*: $P < 0.05$

***: $P < 0.001$

n.s.: no significance

Ingen tørke/No drought

Midd.tidl. tørke/Medium early drought

2 tørketider/2 drought periods

Sein tørke/Late drought

lingsnivå i 1986, og trolig mest ved svak gjødsling. Det er imidlertid ingen *signifikante* utslag for tørkebehandling verken på tørrstoffprosent eller på tørrstoffavling dette året.

For 1987 (tabell 4), med en hardere tørkebehandling enn i 1986, er de negative avlingsutslagene i så vel knoll - som i tørrstoffavling helt klart signifikante ved alle tørkebehandlinger og for begge jordtyper, sammelignet med normal vanntilgang. Der det ble brukt torvjord ble det en klar nedgang i tørrstoffprosent ved alle tre tørkebehandlinger. Plantene i mineraljord hadde derimot en økning på ca. en halv prosentenheter ved alle tre tørkebehandlinger, riktignok ikke signifikant høyere enn tørrstoffinnholdet ved normal vanntilgang.

Vannforbruk pr. plante

Totalforbruket av vann var ved høgt gjødselnivå og uten forekomst av tørke 52 liter pr. plante i middel av fem potet-sorter, og 40 liter pr. plante ved ved lågt gjødselnivå (tabell 3). Tørke førte til en signifikant nedgang i vannforbruket på fra 2 liter ved tidlig til 7 liter ved sein tørke, og tilsvarende fra 1 til 3 liter innen lågt gjødslingsnivå. Signifikant samspill tørke X gjødslingsnivå (tabell 3) bekrefter at mindreforbruket ved tørke er reelt lågere ved lågt enn ved høgt gjødslingsnivå. Tabell 3 (1986) viser at vannforbruket pr. gram tørrstoff i ris + knoller er litt høyere ved sparsom enn ved noe rikeligere tilgang på gjødsel. Tørke fører til noe innsparing i brukt vann pr. gram tørrstoff. Det er ikke påvist signifikante skilnader mellom de to gjødslingsnivå i reaksjon på tørke, selv om det er en tendens til noe større nedgang i vannmengde pr. gram tørrstoff ved svak enn ved sterk gjødsling.

Enzymatisk mørkfarging

I undersøkelsen fra 1986 hadde bare "Troll" mørkfarging av noen betydning (tabell 5). "Låg gjødsling" hadde en enhet bedre mørkfargingskarakter enn "Høg gjødsling". Det kunne ikke i noen av de to

gjødslingsnivåene hver for seg påvises signifikante utslag for tørkebehandling. Et samspill tyder imidlertid på at tørke ved "Høg gjødsling" kan ha virket til en minskning i mørkfarging av knollkjøttet, mens tørke kan føre til økt mørkfarging ved lågt gjødslingsnivå.

I 1987 (tabell 6) har tørke hatt nokså lik virkning på planter dyrka i torv- og i mineraljord. I middel av alle fire sorter og begge jordtyper har middels tidlig tørke ført til en økning og sein tørke til en minskning i mørkfarging på ca. én enhet, mens en ved 2 tørketider bare har fått en ubetydelig endring.

Nitrogen i knollene

Innholdet av N i knollene var ulikt ($P < 0.01$) for de fem sortene som var med i 1986, og var for 'Saturna', 'Beate', 'Peik', 'Troll', og 'Pimpernel' henholdsvis 1.24, 1.15, 1.06, 1.03 og 0.90 prosent. Dette stemmer meget godt med det som ble funnet av Riley (1990), der 'Saturna' hadde mest (1.33%) og 'Pimpernel' minst (0.98%) N i knollene. Mellom ulike tørkebehandlinger var det ingen påviselige skilnader i N-innhold i knollene, verken i Riley's materiale eller i resultatene fra Kvithamar.

Andre observasjoner

Det har for begge gjødslingsnivå i 1986 vært en litt høyere risvekst ved tidlig tørke enn ved optimal vasstilgang og en noe lågere ved middels tidlig og ved sein tørke. Signifikante utslag ble det bare hvor det ble brukt sterk gjødsling (tabell 5).

Det har vært liten forekomst av kolv i materialet, men det refererte samspill tørke X gjødslingsnivå i tabell 5 er signifikant ($P < 0.05$). Samspillet tyder på at middels tidlig og sein tørke har bidratt til å senke forekomsten av kolv ved god næringstilgang, mens den er økt ved tilsvarende tørkenivå under knapp næringstilgang (tabell 5).

Tabell 6 (1987) viser at de indre defektene i knoller, rustflekker, brun marg og nekroser i karstreng først og fremst

Tabell 5. Effekt av gjødslingsnivå og tørketid på rislengde og en del kvalitetsfeil i knollene i 1986. Middell av fem sorter i 1986 (+ og - i forhold til Ingen tørke)

Table 5. Effect of fertilizing level and time of drought on top height and some tuber deficiencies in 1986. Mean results from five varieties in 1986 (+ and - relativeto No drought)

Gjøds- ling	Tørke- tid	Ris- lengde, cm	Kolv, % av knoller	Enzymatisk mørkfarging i "Troll" (1-9, 1 mørkest)
<i>Ferti- lizing</i>	<i>Time of drought</i>	<i>Top height cm</i>	<i>Hollow heart % of tubers</i>	<i>Enzymatic browning in "Troll" (1-9, 1 darkest)</i>
«Høg» «High»	Ingen tørke	116	0.20	6.1
	Tidlig tørke	+ 5	+ 0.01	+ 0.9
	Midd.tidl. tørke	- 4	- 0.20	+ 0.4
	Sein tørke	- 4	- 0.11	+ 1.1
	Midd./Mean	115	0.13	6.7
	Significance	***	n.s.	n.s.
«Låg» «Low»	Ingen tørke	93	0.00	7.2
	Tidlig tørke	+ 1	+ - 0.00	- 0.1
	Midd.tidl. tørke	- 4	+ 0.28	+ 0.2
	Sein tørke	- 3	+ 0.04	- 1.1
	Midd./Mean	92	0.08	7.0
	Significance	n.s.	n.s.	n.s.
	Samspill, signif.	n.s.	*	*
Middel Mean	Ingen tørke	104	0.10	6.7
	Tidlig tørke	+ 3	+ 0.01	+ 0.3
	Midd.tidl. tørke	- 3	+ 0.04	+ 0.3
	Sein tørke	- 3	- 0.03	10.0
	Midd. total Mean total	103	0.11	6.9
	Significance	***	n.s.	n.s.

*: P < 0.05

***: P < 0.001

n.s.: no significance

Ingen tørke/No drought

Tidlig tørke/Early drought

Midd.tidl. tørke/Medium early drought

Sein tørke/Late drought

Samspill/Interaction

har forekommet hos torvjordsplanter med optimal vanntilgang, mens disse kvalitetsfeil nesten ikke er observert der hvor plantene ble utsatt for tørke. Minskningen av defekter i knollene på grunn

av tørke er signifikant bare i torvjordsmaterialet. Tendensen til økning av rustflekker med tørke i mineraljordplantene er liten og ikke signifikant.

Plantematerialet har vært meget

Tabell 6. Rislengde, indre defekter og enzymatisk mørkfarging i knoller hos potet utsatt for ulike tørkestress. 0: ingen forekomst av indre defekter, 1 mørkest i enzymatisk mørkfarging. Middell av fire sorter i 1987. (+ og - i forhold til Ingen tørke)

Table 6. Top height, internal quality deficiencies and enzymatic browning in tubers of potato plants subjected to different levels of drought. 0: no appearance of internal deficiency, 1 darkest in enzymatic browning. Mean results from four varieties in 1987. (+ and - relative to No drought)

Jordtype	Tørketid og -grad	Rislengde, cm	Rustfleck	Brunmarg i knoller	Mørk karstreg	Enzymatisk mørkfarging
			0-9	0-9	0-9	1-9
Soil type	Time and degree of drought	Top height cm	Internal rust spot	Brown centre	Vascular discoloration	Enzymatic browning
			0-9	0-9	0-9	1-9
Torvjord	Ingen tørke	160	0.50	0.65	2.40	6.3
	Midd.tidl. tørke	-8	-0.35	-0.55	-2.07	-0.8
	2 tørketider	-8	-0.50	-0.40	-1.02	+0.1
Organic soil	Sein tørke	-9	-0.42	-0.17	+0.05	+1.5
	Significance	*	*	***	**	***
Mineraljord	Ingen tørke	155	0.05	0.45	1.28	6.8
	Midd.tidl. tørke	+11	+0.18	+0.32	-0.03	-1.1
	2 tørketider	-2	-0.05	-0.25	+1.30	-0.5
Mineral soil	Sein tørke	-1	+0.08	+0.03	-0.28	+0.7
	Significance	**	n.s.	n.s.	n.s.	***

** : P < 0.01
 *** : P < 0.001
 n.s.: no significance

Ingen tørke/No drought
 Midd.tidl. tørke/Medium-early drought
 2 tørketider/2 drought periods
 Sein tørke/Late drought

friskt, og skurvjukdommene (flat-, vorte-, svart-, sølv-, og nettskurv) har i likhet med råtesoppene vært ubetydelig representert. Også defekter som kolv, vekstsprekker og sekundærvekst på knollene har det vært lite av. Et unntak er sorten 'Beate', som hadde en svanehalsliknende utvekst i navleenden på knollene, men denne misveksten var lite avhengig av tørkebehandling og gjødslingsnivå. Med unntak for kolv er det derfor ikke gitt noen tabelloversikt over disse observasjonene.

DRØFTING

Vannforbruket

Med den planteavstand som er brukt tilsvarende 52 og 40 litervann pr. plante (tabell 3) en total vanntilgang på henholdsvis 197 og 152 mm nedbør eller liter pr. m². Dette skulle være et uttrykk for den optimale vanntilførsel til potetplanter ved "Høg" henholdsvis "Låg" gjødsling dyrka under veksthusforhold i 1986.

Adderer en sammen de daglig innsparer vannporsjoner i forhold til opti-

malt vannforbruk (tabell 2), vil en for middels tidlig og sein tørke finne at dette stemmer godt med det totale mindre forbruk i forhold til fri vanntilgang, slik det framgår av tabell 3. Dette gjelder både ved "Låg" og ved "Høg" gjødsling, og er på h.h.v. 3-4 og 6-7 liter pr. plante. Ved tidlig tørke, som i 1986 ble påbegynt straks etter avsluttet oppspiring, er nedgangen i totalforbruk av vann betydelig lågere enn ved de to siste. Dette tyder på at plantene ved tidlig tørke ennå ikke har hatt så stort behov for vanntilførsel, og dermed heller ikke har hatt så stort grunnlag for sparing. Tidlig tørke kan kanskje endog ha virket gunstig inn på knollavlingen, ved at temperaturen i bøttene er blitt noe hevet i de første 2-3 viktige ukene etter oppspiring. At relativt høg temperatur i tiden omkring og like etter oppspiring kan være gunstig, er også vist av Furunes (1956).

Tabell 3 viser ellers at selv om totalforbruket pr. plante er lågere ved "Låg" enn ved "Høg" gjødsling, så er vannforbruk pr. produsert gram totaltørrstoff (ris + knoller) størst hos førstnevnte. Ved begge gjødslingsnivå bidrar tørke til en viss innsparing av vann pr. gram produsert totaltørrstoff, og kanskje mest ved lågeste, selv om samspillet tørkestress X gjødslingsnivå i dette materialet ikke er signifikant.

Avlingstallene for "Låg" gjødsling i tabell 3 viser ellers en viss økning med tørkebehandling, særlig gjelder dette de to seineste. Det kan tyde på at den vannprosent i torvjorda som ble valgt som referanse (optimal vanntilgang) kan ha ligget for nært maksimumsgrensen, og at dette særlig har gjort seg gjeldende ved lågeste gjødslingsnivå. Ved veiing vil også vekten av plantematerialet inngå, og denne vil være størst ved "Høg" gjødsling. Plantene som er gjødslet sterkest vil dermed få beregnet et relativt lågere vannbehov, og ved etterfølgende vanning være mindre utsatt for å få for mye vann enn plantene med svakere gjødsling. Tørkebehandlingen i 1986 var ikke sterk

nok, med ca. 4 dl vann pr. plante pr. dag i middel av de enkelte tørkeperioder.

I litteraturen angis at knollanleggene ansettes (initieres) 2-3 uker etter oppspiring (MacKerron 1989). I henhold til dette har "tidlig tørke" (1986) vært avsluttet når knollansettelsen tar til. "Tidlig tørke" ser ut til å ha hatt ingen eller en svakt gunstig virkning på avlingsnivået ved vanlig høstetid for halvseine/seine potetsorter, sammenlignet med etter optimal vanning. Dette stemmer med resultater fra Nederland (Loon 1981) og fra Norden (Dragland 1978, 1985, Linnér 1984 og Riley 1990). Både i 1986 og 1987 har "Middels tidlig tørke" startet omkring 1 uke etter knollansettelse. Når en har fått en atskillig sterkere avlingsreduksjon ved "middels tidlig tørke" i 1987 for planter i torv enn ved "middels tidlig tørke" for høgt gjødslede planter i 1986, må dette skyldes minskningen i daglig vannmengde pr. plante i tørkeperiodene fra 4 dl i 1986 til 2 dl i 1987. Selv om "Sein tørke" i 1986 er påbegynt ca. 3 uker og i 1987 6-7 uker etter sannsynlig knollansettelse, skiller den seneste tørketiden seg lite fra "middels tidlig" i begge år, hva avlingsnivå angår. Dette gjelder under veksthusforhold, med torv som dyrkingsmedium, optimal gjødsling og med meget knapp vanntilgang i tørkeperioden.

Planter dyrket i mineraljord 1987 hadde mindre avlingsnedgang ved sein enn ved middels tidlig tørke, motsatt av hva Riley (1990) fant i forsøk på friland. Det kan være at plantene i mineraljord i veksthusforsøket 1987 hadde nådd noe lenger i utmodning enn plantene i Riley's undersøkelse og torvjordsplantene i veksthus i 1987 og 1986, og var kommet inn i perioden med avtakende vannbehov.

Samspillet gjødsling X tørke (i kolv (innhole knoller) i 1986 (tabell 5) kan trolig forklares av det tilsvarende samspillet i knollavling (tabell 3). Ulike tørkebehandling har ikke innvirket på knollantallet, og større avlinger har der-

med gitt flere større knoller. Store knoller er ofte et produkt av hurtig vekst, noe som i følge enkelte forfattere kan være en årsak til kolv (Moore & Wheeler 1928, Nelson et al. 1979).

Brun marg ligner mye på kolv i tidlig stadium, og er av enkelte antatt å være samme fenomen (Dinkel 1960, Levitt 1942, Reeve 1968). Hiller & Koller (1981) fant at brun marg var verst under *våte* og kjølige forhold. De opplyser at 600 mm nedbør ga en forekomst av brun marg på 8%, 350 mm eller mindre derimot bare 1%. Dette stemmer bra med resultatet på Kvithamar i 1987, der særlig middels tidlig og sein tørke (torv) var nesten fri for brun marg, mens leddet med fri tilgang på vann hadde signifikant ($P < 0.001$) mer brun marg. Lignende skilnader hadde en også for rustflekk og nekrotisk (mørkfarget) karstreng for planter dyrket i torv.

Ellers viser tabell 6 at også forekomst av rustflekker og av mørkt, nekrotisk vev i karstrengene i likhet med brun marg minker ved tørke i torvjord.

Ellers viser tabell 6 at også forekomst av rustflekker og av mørkt, nekrotisk vev i karstrengene i likhet med brun marg minker ved tørke i torvjord.

Når det gjelder mørkt, nekrotisk vev i ledningsvevet mener Kunkel et al. (1952) at det kan indikere mulig effekt av plantestress av forskjellig slag. Mørkt, nekrotisk vev vil således av og til vise seg etter f.eks. kjemisk nedsviing av ris.

Med omsyn til enzymatisk mørkfarging i 1986 har altså både "tidlig" og "sein" tørke ved "Høg" gjødsling bidratt til en bedring på ca. én enhet. Det samme har skjedd ved "sein" tørke i 1987, både på torv- og mineraljord. På den annen side har "middels tidlig" tørke virket til en forverring på en enhet i mørkhetsgrad. Da det har vært liten variasjon i kaliuminnholdet i analysene for poteter fra 1986, kan skilnaden i mørkhetsgrad mellom "middels tidlig" og "sein" tørke vanskelig forklares ut fra mengdeforholdet av K i knollkjøttet.

SAMMENDRAG

Virkingen av tørke ved forskjellige utviklingstrinn hos potet ble undersøkt i veksthusforsøk. I 1986 var fem sorter med, 'Beate', 'Saturna', 'Troll', 'Peik' og 'Pimpernel', og i 1987 de fire første. Dyrkingsmediet var i 1986 veksttorv for alle 400 planter, og i 1987 for 48 av samtlige 96. For de øvrige 48 planter det siste året var dyrkingsmediet siltig sandjord. Hver enkelt plante var plassert i 10-liters plastbøtte. I 1986 hadde bøttene hel botn, med vanning etter vekt til hver plante. I 1987 hadde bøttene perforert botn, med undervanning til de av plantene som skulle ha fri vanntilgang. Planter i tørkesituasjon 1987 fikk vannet tilmålt særskilt for hver plante, bøttene plassert på skåler i vannrennene. Samtlige 96 planter i 1987 og 200 i 1986 fikk 4 1/2 g N, 2 g P, 6 g K og 2 g Ca pr. plante. Halvparten av denne mengden ble gitt til de øvrige 200 planter i 1986. Til alle planter ble det gitt 3 g Mg. Innstilt dag- og nattemperatur var henholdsvis 20 og 16°C, og tilsiktet CO₂-nivå i luft 600 ppm.

Tørketid (i døgn etter setting) 1986: Tidlig tørke: 25.-43.): 18 d. Middels tidlig tørke: 43.-60.): 17 d. Sein tørke: 60.-77.): 17 d. 1987: Middels tidlig tørke: 49.-70.): 21 d., Sein tørke: 86.-103.): 17 d. og 2 tørketider: 57.-70. og 86.-96.): 13 d. + 10 d. Daglig vannmengde pr. plante i tørkesituasjon: I 1986: ca. 4 dl pr. plante pr. dag, i 1987 ca. 2 dl pr. plante pr. dag. Ved fri vanntilgang var opptaket (1986) 7-8 dl pr. plante pr. dag. Totalt vannopptak ved "Høg" gjødsling var i 1986 i middel 52 liter pr. plante, og ved "Låg" 40 liter. Innskjerpning av vannmengdene fra 4 ca. dl i 1986 til ca. 2 dl i 1987 førte til markant avlingsnedgang ved tørke i forhold til fri vanntilgang, med mindre avlinger pr. dekar på ca. 600 og 500 kg knoller pr. dekar for middels tidlig og sein tørke i torvjordsplanter dette året, og henholdsvis ca. 800 og 450 kg på mineraljord. Ved tidlig tørke (bare 1986)

har en ikke kunnet registrere noen nedgang i avling eller kvalitet. Forekomst av rustflekker, brun marg og mørk karstreg i knollene har vært størst hos potetplanter uten tørkestress, dyrket i torvjord i 1987. For planter dyrket på mineraljord samme år er bildet ikke så klart. Planter med middels tidlig tørke hadde i 1987 sterkere, og sein tørke markert svakere enzymatisk mørkfarging enn planter uten tørke. 1987 års metodikk for tørkebehandling av potetplanter i veksthus viste seg mer hensiktsmessig enn den som ble brukt i 1986.

LITTERATUR

- Carr, M.K.V. & P.J.C. Hamer 1989. Irrigating potatoes. UK Irrigation Association Technical Monograph 2, Cranfield Press, 67 s. ISBN 09-477-679-24.
- Dinkel, D.H. 1960. A study of factors influencing the development of hollow heart in Irish Cobbler potatoes. Ph.D. Dissertation, University of Minnesota, Minneapolis. In Li, P.H. 1985. (op.cit.) s. 400.
- Dragland, S. 1978. Virkninger av tørkeperioder og to nitrogenmengder på potetsorten 'Saphir'. Forskning og forsøk i landbruket. 29: 277-299.
- Dragland, S. 1985. Tørke til ulike utviklingsstadier hos fire potetsorter. Forskning og forsøk i landbruket 36: 159-167.
- Ekeberg, E. 1986. Vanning og gjødsling til potet. Forskning og forsøk i landbruket 37: 187-204.
- Furunes, J. 1956. Sortforsøk med poteter i Nordland fylke 1940-53. Forskning og forsøk i landbruket. 7: 485-528.
- Hiller, L.K. & D.C. Koller 1981. Brown center/hollow heart of potatoes - What do we know? Proc. Wash. State Potato Conf. 23:67-73. In Li, P.H. 1985 (op.cit.), s. 401-402.
- Jørgensen, V. 1984. Vandforsyningens indflydelse på udbytte og kvalitet af kartofler. Tidsskrift for Planteavl 88: 453-468.
- Jørgensen, V. & O. Edlefsen 1987. Vandforsyningens indflydelse på udbytte og kvalitet af industrikartofler. Tidsskrift for Planteavl. 91: 329-347.
- Kirkerød, T. 1978. Vanning til poteter. Forskning og forsøk i landbruket 29: 499-518.
- Kunkel, R. W.C. Edmundson, & A.M. Binkley 1952. Results with potato vine killers in Colorado. Colo., Agric. Exp. Stn., Tech. Bull. 46. In Li, P.H. 1985 (op.cit.), s. 415.
- Levitt, J. 1942. A histological study of hollow heart of potatoes. American Potato Journal 19: 134-143. In Li, P.H. 1985. (op.cit.), s. 400.
- Li, P.H. 1985. Potato physiology. Academic Press Inc., 586 s., ISBN 0-12-447661-9.
- Linnér, H. 1984. Markfuktighetens innflytande på evapotranspiration, tillväxt, näringsupptagning, avkastning och kvalitet hos potatis (*Solanum tuberosum* L.). SLU, Inst. för markvetenskap, avd. för hydroteknik. Rapport 142, 153 s.
- Loon, C.D. van 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. American Potato Journal 58: 51-69.
- MacKerron, D.K.L. 1989. Timing of irrigation in relation to yield and quality of potatoes. In Carr, M.K.V. & P.J.C. Hamer 1989 (op.cit.), s. 54-60.
- Moore, H.C. & E.J. Wheeler 1928. Further studies of potato hollow heart. Mich., Agric. Exp. Stn., Bull. 11. s. 20-24. In Li, P.H. 1985 (op.cit.) s. 399.
- Myhr, E. 1970. Virkninger av tørkeperioder til ulike tid i poteter, bygg og eng. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole. 49, 33: 1-11.
- Nelson, D.C., D.A., Jones, & M.C. Thoreson 1979. Relationships between weather, plant spacing and the incidence of hollow heart in Norgold Russet potatoes. American Potato Journal. 56: 582-586. In Li, P.H. 1985 (op.cit.), s. 399.
- Reeve, R.M. 1968. Further histological comparisons of black spot, physiological internal necrosis, black heart, and hollow heart in potatoes. American Potato Journal 45: 391-401. In Li, P.H. 1985 (op.cit.), s. 400.
- Riley, H. 1989. Irrigation of cereals, potato, carrot and onion on a loamy soil at various levels of moisture deficit. Norwegian Journal of Agricultural Science 3: 117-145.
- Riley, H. 1990. Tørke ved ulike utviklingsstadier hos potet. I: Frilandsforsøk. Norsk Landbruksforskning 4: 279-300.

Ulike oppalingsmetoders virkning på avling i sein kvitkål

Effects of various methods of transplant production on cabbage yield

LIV LYGSTAD

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kise forskingsstasjon, Nes på Hedmark, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, Nes på Hedmark, Norway

Lyngstad, L. 1990. Effects of various methods of transplant production on cabbage yield. *Norsk landbruksforskning* 4: 301-312. ISSN 081-5333

In trials conducted over a four-year period in south eastern Norway, bare-root, peat-block and cell-raised transplants were compared in trials with the late white cabbage cv. «Lennox». The establishment loss was greater for bare-root transplants (3%) than for the other types of plants (1%). Total yield did not differ significantly either when the establishment conditions were good or when drought occurred in the establishment period. Drought in the establishment period reduced the yield of saleable heads (0.6 - 2.5kg) by 28% for cell-raised transplants and by 34% for bare-root and peat-block transplants.

Key words: Plant raising, production, transplants, white cabbage, yield.

Liv Lyngstad, Kise Research Station, N-2350 Nes på Hedmark, Norway

Tre metoder brukes for oppal av kålplanter. Breisåing i torvstrø eller jord, som gir barrotplanter ved utplantning, ettfrøsåing i blokker av sammenpresset torv og ettfrøsåing i brett med torvfylte celler, såkalte pluggbrett. De tre metodene stiller ulike krav til frø, torvblanding, teknisk utstyr og arbeidsinnsats (Olsen, 1986).

Når kostnadene for oppalingsmetodene skal beregnes, må det også tas

hensyn til eventuelle avlingsforskjeller som skyldes bruk av ulike plantetyper. Hensikten med disse forsøkene har vært å undersøke avlingen av sein kvitkål etter at det har vært plantet ut enten barrot-, torvblokk- eller pluggplanter.

MATERIALE OG METODER

Forsøkene ble utført i årene 1986 til

1989. I oppalingsstiden var plantetyperne plassert i samme veksthus. For alle plantene var sådatoen den samme, ca 18. april, og det ble brukt frø fra samme frøparti. Pluggplantene ble sådd i brett med 160 plugger pr brett. Pluggene hadde form som omvendte pyramider, og senteravstand var 3,7 cm. Brettene ble fylt med pluggtorv, og etter spiring fikk plantene gjødsel tilført med vanningsvannet. Til torvblokk- og barrotplantene ble det brukt en blanding av 400 l kalket og gjødslet torvstrø tilsatt 80 l jord. Torvblokkene var 4,0 x 4,0 cm. Barrotplantene ble sådd i kasser med avstand 3,7 x 3,7 cm. Torvblokkplantene og barrotplantene ble ikke tilført gjødsel i oppalingsperioden. I 1986 og 1989 ble torvblokk- og barrotplantene plassert 1 uke på kjølelager for å bremse veksten fram til planting.

Barrot-, torvblokk- og pluggplanter ble plantet ut i blokkforsøk med fire gjentak ca 20. mai. Planteavstanden var 40 x 50 cm. Hvert år ble det lagt ut to felt. Det ene feltet skulle etter planen ha tørke i etableringsperioden. Derfor ble det et par dager før utplanting plassert plasttak over feltet. Plasttakene ble fjernet og feltet vannet når enkelte planter så ut for å skulle dø på grunn av uttørking. Det andre feltet hadde god vanntilgang fra utplanting. Sorten «Lennox» ble brukt i alle årene.

De tre første årene hadde feltene bygg som forgrøde, og det siste året var forgrøden potet. Om våren ble det gjødslet med 21 kg N, 9 kg P og 20-30 kg K/daa. I midten av juli ble det i tillegg gjødslet med kalksalpeter tilsvarende 8 kg N/daa. Etter tilleggsjødsling ble feltene vannet.

Antall vekstdøgn etter utplanting var ca 140, og feltene ble høstet først i oktober. Hodene ble veid enkeltvis.

Juni 1987 var spesielt nedbørrik, kald og solfattig, og plantene under plasttakene fikk ikke symptom på tørke. I 1988 var det mye klump i jorda ved utplanting. Dette ga plantene dårlige etableringsforhold, og det ble registrert planter med tørkestress også på feltet uten plasttak. I disse to årene var det ikke statistisk sikker forskjell på avlingene etter de to behandlingene i etableringsperioden. I analysen er derfor alle feltene fra 1987 og 1988 behandlet samlet. For årene 1986 og 1989 er feltene med og uten tørke i etableringsperioden analysert hver for seg.

RESULTAT

Etableringstap av planter.

Etableringstapet var i alle årene størst for barrotplanter (tab. 1). På feltene med tørke i etableringsperioden og på alle

Tabell 1. Etableringstap av planter i prosent av opprinnelig antall plantet

Table 1. Plant losses during the establishment period as percentages of the total number transplanted

Antall felt No. trials	År Year	Plantetype Type of transplants			LSD 5% LSD 5%
		Barrot Bare- root	Torvblokk Peat- block	Plugg Cell- raised	
2 MT ¹⁾	1986, 1989	3	1	0	1.4
2 UT ²⁾	1986, 1989	2	1	0	n.s.
4	1987, 1988	4	1	2	2.2

¹⁾ MT = Tørke i etableringsperioden

MT = Drought in the establishment period

²⁾ UT = Uten tørke i etableringsperioden

UT = No drought in the establishment period

Tabell 2. Total hodeavling (kg/daa)
Table 2. Total yield of heads (kg 0.1 ha⁻¹)

Antall felt No. trials	År Year	Plantetype			LSD 5% LSD 5%
		Barrot Bare-root	Torvblokk Peat-block	Plugg Cell-raised	
2 MT ¹⁾	1986, 1989	4998	5070	5516	n.s.
2 UT ²⁾	1986, 1989	7797	7506	7983	n.s.
4	1987, 1988	6092	6573	6502	n.s.

- 1) MT = Tørke i etableringsperioden
MT = Drought in the establishment period
2) UT = Uten tørke i etableringsperioden
UT = No drought in the establishment period

feltene i 1987 og -88 var forskjellen i etableringstap signifikant på 5% nivået. Forskjellen var ikke signifikant på feltene med gode etableringsforhold. På ett av de åtte feltene var etableringstapet av barrotplanter 8%, mens det på to av feltene ikke var døde barrotplanter. Det største etableringstapet av torvblokkplanter var 2%, mens tre felt var uten tap. På fire felt var det ikke tap av pluggplanter, men ett av feltene hadde 5% døde planter.

Totalavling

Totalavlingen for de fire feltene i 1987 og 1988 var i gjennomsnitt 6389 kg/daa. Torvblokk- og pluggplanter ga ca 500 kg større avling enn barrotplantene (tab. 2). Denne avlingsforskjellen var ikke signifikant på 5% nivået.

I årene 1986 og 1989 hadde feltene med tørre forhold i etableringsperioden, en totalavling på 5194 kg/daa. Feltene med tilgang på vann i hele vekstperioden hadde en totalavling på 7762 kg/daa.

Tabell 3. Avling av konsumkål, hodevekt 0,6-1,5kg og 1,5-2,5kg (kg/daa)
Table 3. Yield of heads weighing 0.6-1.5kg and 1.5-2.5kg (kg 0.1 ha⁻¹)

Ant.felt No. trials	År Year	Hodevekt Weight of head	Plantetype			LSD 5% LSD 5%
			Barrot Bare-root	Torvblokk Peat-block	Plugg Cell-raised	
2 MT ¹⁾	1986, 1989	0.6-1.49kg	2573	2442	2556	n.s.
		1.5-2.5 kg	1822	1902	2223	n.s.
2 UT ²⁾	1986, 1989	0.6-1.49kg	1802	2635	2236	n.s.
		1.5-2.5 kg	4865	3963	4411	673
4	1987, 1988	0.6-1.49kg	2593	2668	2612	n.s.
		1.5-2.5 kg	2513	2861	2608	n.s.

- 1) MT = Tørke i etableringsperioden
MT = Drought in the establishment period
2) UT = Uten tørke i etableringsperioden
UT = No drought in the establishment period

Plantetyperne hadde ingen statistisk sikker virkning for størrelsen på totalavlingen.

Konsumavling

Alle kålhoder som veide mellom 0,6 og 2,5 kg ved høsting ble regnet som konsumkål. Plantetyperne hadde ikke signifikant virkning på konsumavlingen i noen av årene (tab. 3).

Det er de minste hodene av konsumkål som er mest etterspurt, og derfor ble både avling av hoder som veide 0,6-1,49 kg og som veide 1,5-2,5 kg beregnet.

For feltene i 1986 og 1989 med god vanntilgang i hele vekstperioden ga barrotplantene i gjennomsnitt den største avlingen av hoder som veide 1,5-2,5 kg ($P < 0,10$), mens torvblokkplantene ga størst avling av hoder som veide 0,6-1,49 kg ($P < 0,05$) (tab. 3). Når konsumavlingen vurderes samlet (0,6-2,5 kg), var avlingen omtrent like stor, ca 6600 kg/daa, for alle plantetyperne også disse

årene. Tørke i etableringsperioden reduserte konsumavlingen med ca 2260 kg/daa (34%) for barrot- og torvblokkplantene og med ca 1860 kg/daa (28%) for pluggplantene.

Variasjon i hodestørrelse.

Andelen av små (<0,6 kg) og store (>2,5 kg) hoder var omtrent lik for alle plantetyperne i alle årene (tab. 4).

Det var heller ingen forskjeller i den totale andelen konsumkål som ble høstet av hver plantetype. På feltene med god vanntilgang i hele vekstperioden i 1986 og 1989 hadde plantetypen innvirkning på fordelingen av kålhoder på de to gruppene av konsumkål (tab. 4).

DISKUSJON

Erfaringer fra praksis tyder på at pluggplantene etableres raskest og jamnest etter utplanting, og at risikoen for dårlig

Tabell 4. Antall hoder i ulike vektgrupper i prosent av totalt antall hoder høstet
Table 4. Number of heads in various weight groups as percentages of the total number of harvested heads

Ant.felt No. trials	År Year	Hodevekt Weight of head	Plantetype Type of transplants			LSD 5% LSD 5%
			Barrot Bare- root	Torvblokk Peat- block	Plugg Cell- raised	
2 MT ¹⁾	1986, 1989	< 0.6 kg	24	29	23	n.s.
		0.6-1.49kg	54	49	51	n.s.
		1.5-2.5 kg	21	21	24	n.s.
		> 2.5 kg	1	2	2	n.s.
2 UT ²⁾	1986, 1989	< 0.6 kg	8	7	7	n.s.
		0.6-1.49kg	33	46	39	n.s.
		1.5-2.5 kg	52	41	45	7
		> 2.5 kg	7	5	8	n.s.
4	1987, 1988	< 0.6 kg	16	13	15	n.s.
		0.6-1.49kg	50	51	50	n.s.
		1.5-2.5 kg	28	31	28	n.s.
		> 2.5 kg	5	6	8	n.s.

¹⁾ MT = Tørke i etableringsperioden
MT = Drought in the establishment period

²⁾ UT = Uten tørke i etableringsperioden
UT = No drought in the establishment period

etablering er størst ved bruk av barrotplanter (Bengtsson et al., 1988; Long, 1987; Olsen, 1986). Registreringene fra dette forsøket viste det samme. Det var flest barrotplanter og færrest pluggplanter som gikk ut. Torvblokkplantene hadde omtrent like god etableringsevne som pluggplantene.

Long (1987) hevdet at barrotplantene ga større variasjon i hodestørrelse enn pluggplantene. Resultatene fra denne undersøkelsen viste at dette ikke gjelder under alle forhold.

Hverken Pessala (1988) eller Guttormsen (1984) fant vesentlige avlingsforskjeller mellom torvblokk- og pluggplanter. I et amerikansk forsøk med hodekål (White, 1980) ga barrotplanter signifikant mindre avling enn pluggplanter og planter i torvpotter. For en sort ga også torvblokkplantene mindre avling enn pluggplantene. De samme tendensene ble funnet i våre forsøk, selv om resultatene varierte noe fra år til år. På feltene med tørke i etableringsperioden ga pluggplantene ca 500 kg større totalavling pr dekar enn de to andre plantetyperne. I gjennomsnitt for årene 1987-88 ga barrotplantene minst avling, mens avlingene for torvblokk- og pluggplanter var omtrent like store.

Selv om det ble registrert tildels store avlingsforskjeller både ved gode og dårlige etableringsforhold ga ikke forsøksresultatene statistisk sikkert grunnlag for å hevde at en plantetype vil gi større avling enn en annen. Valg av plantetype hadde mindre betydning for avlingsresultatet enn tilgangen på vann i etableringsperioden. For alle plantetyperne var det viktig med god vann-tilgang på feltet like etter utplanting.

SAMMENDRAG

I forsøk på Kise forskingsstasjon ble det i fire år plantet ut barrot-, torvblokk- og

pluggplanter av den seine kvitkålssorten «Lennox». Etableringstapet var større for barrotplantene (ca 3%) enn for de andre plantetyperne (ca 1%). Det ble ikke funnet signifikante avlingsforskjeller mellom plantetyperne. Dette gjaldt både under gode etableringsforhold og dersom det var tørke i etableringsperioden. Tørke i etableringsperioden reduserte avlingen av hoder til konsum (0,6-2,5 kg) med ca 28% for pluggplanter og ca 34% for barrot- og torvblokkplanter.

ETTERORD

Takk til Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd som har finansiert forsøket som en del av prosjektet «Ulik innsats av produksjonsfaktorer i planteproduksjonen». Takk også til fagassistent Arne Steinar Sollien som har utført det meste av feltarbeidet.

LITTERATUR

- Bengtsson I., D.Elisson, M. Hellbe & B. Rämert 1988. Odling och plantering av grönsaksplantor. Hortica skrift. Tomellilla. 133s.
- Guttormsen, G. 1984. Forsøk med ulike oppalingsmetoder i grønnsaker. Grønnsakseminar. Aktuelt fra SFFL nr. 7, 1984: 13-16.
- Long, E. 1987. Heading for home sales. Grower 108(15):26-27.
- Pessala, R. 1988. Plantuppdragningsforsøk med vitkål och selleri. NJF-seminar nr. 141. Planteetablering av frilandsgrønnsaker. Stensiltrykk. Ås, 1988.
- Olsen, J. P. 1986. Oppalingsystemer for grønnsaker. Aktuelt fra SFFL nr. 10, 1986: 37-43.
- White, J. M. 1980. Cabbage yield, head weight and size as affected by plant growing containers. Proc. Fla. State Hort. Soc. 93: 266-267.



Lagring av veksthusagurk

Storage of cucumber

HALLDOR HOFTUN & SVEIN O. GRIMSTAD

Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk, Ås, Norge

Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, Ås, Norway

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon, Klepp, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Særheim Research Station, Klepp, Norway

Hoftun H. & S.O. Grimstad 1990. Storage of cucumber. Norsk landbruksforskning 4: 307-312. ISSN 0801-5333.

Cucumber fruits of the cultivars 'Colias', 'Farbiola', 'Jessica', 'Mustang', 'Solara' and 'Ventura', non-wrapped or wrapped in plastic film, were stored at 10, 12.5 or 20°C for three weeks. Significant differences in colour between cultivars stored for 0, 1 or 2 weeks were observed. After three weeks 'Solara' had less and 'Colias' more fruits discharged because of yellowing than the other cultivars. Storage at 20°C resulted in significantly faster de-greening, more discharged fruits due to yellowing, more weight loss and more total loss than storage at 10 or 12.5°C. With the exception of higher weight loss at 12.5°C than at 10°C there were no significant differences in other quality criteria between fruits stored at 10 or 12.5°C. No clear symptoms of chilling injury at 10°C were observed. Cucumbers wrapped in plastic film had a significantly better colour, less weight loss and total loss, but more decay during the storage period than non-wrapped fruits. Wrapped fruits had most decay at 20°C, whereas non-wrapped cucumbers had most decay at 10°C.

Key words: Cucumber, cultivars, plastic wrapping, storage, temperatures.

Halldor Hoftun, Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, P.O. Box 22, N-1432 Ås-NLH, Norway

Dei største problema ved omsetnad av agurkar i frisk tilstand er vekttaap, gulning, angrep av mikroorganismar og fysiologiske skader.

Vekttaapet kan reduserast ved å plastfilma fruktene. Dette fører til at luftråmen innafor plasten vert høg og det vert gode vilkår for vekst og utvikling av mikroorganismar.

Gulning kan skuldast påverknad av etylen, men også temperaturen verkar inn på kor raskt klorofyllnedbryting skjer (Willumsen 1987). Apeland (1966) fann i sine granskingar raskare gulning ved både 10, 15 og 20°C enn ved 12.5°C. Han meinte den relativt raske gulninga ved 10°C skuldast svak kjøleskade.

Korleis ulike sortar reagerar på ulike

lagringstilhøve er lite granska. I samband med verdiprøving i veksthusagurk i 1988-89 vart det difor gjennomført forsøk med plastfilma og ufilma agurkar lagra ved ulike temperaturar.

MATERIALE OG METODAR

Lagringsforsøka vart gjennomført etter følgjande plan:

Sortar: 'Colias', 'Farbiola', 'Jessica', 'Mustang', 'Solara' og 'Ventura'.

Lagringstemperaturar: 10, 12.5 og 20°C.

Emballering: Med og utan perforert plast krympefolie.

I kvart ledd var det 4 frukter.

Agurkane vart dyrka i Rogaland og fruktene sende til Institutt for hagebruk, Norges landbrukshøgskole og lagra der. Lagringsforsøka starta dagen etter hausting. Første forsøket vart starta 15.03.88 og deretter vart det sendt agurkar kvar 4. veke i hausteperioden. Sist av i alt 8 sendingar var 27.09.88. Totalt var det 1152 frukter med i lagringsforsøket.

Ved mottak og etter lagring i 1, 2 og 3 veker vart farge, vekt og sjuksomsangrep registrert. Fargen vart vurdert subjektivt etter ein skala frå 9 til 1 der 9 er mørkegrøne og 1 er heilt gule frukter. Frukter som var rotne, visne og/eller hadde dårlegare farge enn 5 vart sortert frå.

Tabell 1. Farge hos filma og ufilma frukter frå seks agurksortar etter lagring i 0, 1, 2 og 3 veker ved 10, 12.5 eller 20°C. Fargen vart vurdert etter ein skala frå 9 til 1 der 9 er mørk grøn og 1 er gul. Innafor kolonnene er det ikkje signifikante skilnader ($P > 0,05$) mellom verdiar med same bokstav

Table 1. Colour of fruits of six cucumber cultivars, wrapped or non-wrapped in plastic film after storage for 0, 1, 2 and 3 weeks at 10, 12.5 or 20°C. Colour was evaluated using a scale from 9 to 1, where 9 is dark green and 1 is yellow. Means within columns with the same letter are not significantly different ($P > 0,05$)

Sort/Cultivar	Lagringstid, veker Storage period, weeks			
	0	1	2	3
'Colias'	7,5 B	6,9 CD	5,9 B	5,7 A
'Farbiola'	7,6 B	6,8 D	5,9 B	5,6 A
'Jessica'	7,7 AB	7,2 AB	6,4 A	6,0 A
'Mustang'	7,7 AB	7,1 BC	6,2 A	5,8 A
'Solara'	7,8 A	7,3 A	6,4 A	5,9 A
'Ventura'	7,7 AB	7,1 BC	6,3 A	5,6 A
Temperatur/Temperature				
10°C		7,1 A	6,3 A	5,8 A
12.5°C		7,1 A	6,4 A	5,8 A
20°C		6,9 B	5,8 B	5,7 A
Filming/Wrapping				
Filma/Wrapped		7,3 A	6,4 A	5,9 A
Ufilma/Non-wrapped		6,9 B	6,0 B	5,5 B
Temperatur x sort Temperature x cultivar	I.S.	I.S.	I.S.	x
Temperatur x Filming Temperature x Wrapping	I.S.	x	I.S.	I.S.
Sort x Filming Cultivar x Wrapping	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.

x = $P \leq 0,05$

I.S. = Ikkje signifikant/not significant

RESULTAT

Farge

Det var skilnader i farge mellom sortane både ved mottak og gjennom lagring i 1 og 2 veker (tabell 1). Etter lagring i 3 veker var ikkje skilnadene signifikante.

Endringane i farge frå mottak til lagring i 3 veker var minst hos 'Jessica' med 1,7 einingar og størst hos 'Ventura' med 2,1 einingar.

Lagring ved 20°C i 1 og 2 veker førte til raskara gulning enn lagring ved 10 eller 12,5°C. Etter 3 veker var det ikkje sikre skilnader i farge hos agurkane frå dei ulike temperaturane.

Agurkar som var plastfilma hadde betre farge gjennom heile lagringsperioden enn ufilma frukter.

Svinn

Totalt svinn er samansett av vekttao og vekt av frukter som vart frásortert på grunn av dårleg farge, rote eller visningssymptom. 'Jessica' hadde signifikant lågare svinn enn dei andre sortane etter lagring i 1 og 2 veker (tabell 2). Etter 3 veker skilde 'Colias' seg ut med høgast svinn.

Det var ikkje skilnader i totalt svinn etter lagring ved 10 eller 12,5°C, men svinnet ved begge desse temperaturane var signifikant lågare enn ved 20°C gjennom heile lagringsperioden.

Plastfilming av fruktene førte til klar og sikker reduksjon i svinnet samanlikna med ufilma agurkar.

Det var ikkje sikre skilnader i vekttao mellom ulike sortar (tabell 3). Vekt-

Tabell 2. Totalt svinn i prosent av innlagt vekt hos filma og ufilma frukter av seks agurksortar etter lagring i 1, 2 og 3 veker ved 10, 12,5 eller 20°C. Innafor kolonnane er det ikkje signifikante skilnader ($P > 0,05$) mellom verdiar med same bokstav

Table 2. Total loss, expressed as a percentage of the initial weight, of fruits from six cultivars wrapped or non-wrapped in plastic film after storage for 1, 2 and 3 weeks at 10, 12.5 or 20°C. Means within columns with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$)

Sort/Cultivar	Lagringstid, veker Storage period, weeks		
	1	2	3
'Colias'	7,9 BC	51,0 A	91,2 A
'Farbiola'	7,3 BC	49,8 A	82,6 B
'Jessica'	5,7 C	30,8 B	75,9 B
'Mustang'	13,4 A	45,6 A	80,7 B
'Solara'	10,9 AB	48,5 A	79,1 B
'Ventura'	10,0 AB	43,0 A	78,1 B
Temperatur/Temperature			
10°C	3,6 B	33,0 B	75,2 B
12,5°C	6,9 B	36,8 B	74,8 B
20°C	17,1 A	64,5 A	93,8 A
Filming/Wrapping			
Filma/Wrapped	5,8 B	38,4 B	72,7 B
Ufilma/Non-wrapped	12,6 A	51,2 A	89,6 A
Temperatur x Sort Temperature x Cultivar	x	I.S.	I.S.
Temperatur x Filming Temperature x Wrapping	I.S.	I.S.	xx
Sort x Filming Cultivar x Wrapping	I.S.	I.S.	I.S.

x = $P \leq 0,05$

xx = $P \leq 0,01$

I.S. = Ikkje signifikant/not significant

Tabell 3. Vekttap i prosent av innlagt vekt etter 1 veke. Prosent agurkar sortert frå på grunn av rote eller med farge dårlegare enn 5 på fargeskala 9 til 1 der 9 er mørkegrøn og 1 er gul. Gjennomsnitt for filma og ufilma frukter lagra ved 10, 12,5 eller 20°C i 3 veker. Innfor kolonnane er det ikkje signifikante skilnader ($P > 0,05$) mellom verdiar med same bokstav

Table 3. Weight loss after one week expressed as a percentage of initial weight. Percentage of cucumbers discharged due to decay or colour-rating below 5 on a scale from 9 to 1 where 9 is dark green and 1 is yellow. Plastic-wrapped or non-wrapped fruits stored for three weeks at 10, 12.5 or 20°C. Means within columns with the same letter are not significantly different ($P > 0,05$)

Sort/cultivar	Prosent/Per cent		
	Vekttap Weight loss	Rotne agurker Decayed cucumbers	Agurker med farge under 5 Cucumbers with colour below 5
'Colias'	3,8 A	45,8 B	47,2 A
'Farbiola'	3,9 A	52,1 AB	30,6 B
'Jessica'	3,7 A	44,4 B	31,3 B
'Mustang'	3,9 A	54,9 AB	26,4 B
'Salora'	4,1 A	57,6 A	20,8 C
'Ventura'	3,2 A	47,9 AB	32,6 B
Temperatur/Temperature			
10°C	2,6 C	54,9 A	20,5 B
12,5°C	3,5 B	49,7 AB	25,0 B
20°C	5,2 A	46,9 B	49,0 A
Filming/Wrapping			
Filma/Wrapped	0,8 B	56,7 A	17,1 B
Ufilma/Non-wrapped	6,7 A	44,2 B	45,8 A
Temperatur x sort Temperature x cultivar	I.S.	I.S.	I.S.
Temperatur x filming Temperature x wrapping	xxx	xxx	xx
Sort x filming Cultivar x wrapping	I.S.	I.S.	x

x $P \leq 0,05$

xx = $P \leq 0,01$

xxx = $P \leq 0,001$

I.S. = Ikkje signifikant/not significant

tapet steig signifikant med stigande temperatur. Ufilma agurkar hadde etter ei veke eit vekttap på 6,7% medan det var 0,8% hos filma frukter. Denne skilnaden er sikker.

Rotne frukter vart sortert frå etter kvar registrering. Etter 3 veker var det klare skilnader i talet på rotne frukter mellom ulike sortar og mellom ulike temperaturar. Plastfilma agurkar hadde signifikant meir rote enn frukter som ikkje var filma.

Gjennomsnittstala i tabell 3 viser at det var nedgang i rote med stigande tem-

peratur og at det er signifikant samspel mellom temperatur og filming. Det var mest rote hos filma agurkar ved 20°C og minst hos ufilma frukter ved same temperatur (tabell 4). Det relativt låge sjukdomsangrepet ved 20°C kan ha samanheng med stort vekttap, 9% etter ei veke ved denne temperaturen. Det tyder på at luftråmen i lageret har vore låg og dette kan ha gjort det vanskeleg for mikroorganismane å utvikla seg.

Når det gjeld frukter som måtte sorterast frå på grunn av dårleg farge, var det sikre skilnader mellom sortane, mel-

Tabell 4. Prosent agurkar sortert frå på grunn av rote eller med farge dårlegare enn 5 på skala 9 til 1 der 9 er mørkegrøn og 1 er gul. Lagring i 3 veker. Middell av seks sortar
 Table 4. Percentage of cucumbers discharged due to decay or with colour below 5 on a scale from 9 to 1, where 9 is dark green and 1 is yellow. Storage for three weeks. Means of six cultivars

Temperatur Temperature	Rotne agurkar Decayed cucumbers			Prosent/Percent			Agurkar med farge under 5 Cucumbers with colour below 5		
	Filma Wrapped	Ufilma Non- wrapped	Middel Mean	Filma Wrapped	Ufilma Non- wrapped	Middel Mean	Filma Wrapped	Ufilma Non- wrapped	Middel Mean
10°C	51,4	58,3	54,9	11,1	29,9	20,5			
12.5°C	52,8	46,5	49,7	13,2	36,8	25,0			
20°C	66,0	27,8	46,9	27,1	70,8	49,0			
Middel Mean	56,7	44,2		17,1	45,8				

lom 20°C og dei to andre temperaturane og mellom filma og ufilma agurkar (tabell 3). Det var også signifikant samspel mellom temperatur og filming. Tabell 4 viser at det var stigning i tal fråsorterte frukter med stigande temperatur både i ledd med filma og med ufilma agurkar. Ved alle temperaturar var det fleire ufilma enn filma frukter med farge dårlegare enn 5.

DISKUSJON

Hos agurk er frukter med jamn grøn farge både ved hausting og gjennom omsetningsperioden eit viktig kvalitetskriterium. Både sortseigenskapar, dyrkingsvilkår og lagringstilhøve kan verka inn på klorofyllinnhald og klorofyllnedbryting hos fruktene.

I forsøket som er omtala i dette arbeidet var det skilnader i farge mellom sortane både ved mottak og gjennom lagringsperioden (tabell 1). Fargen og fargeendringane hos dei einskilde sortane verka og inn på talet av agurkar som var sortert frå på grunn av gulning (tabell 3) og dermed på det totale kvalitetstapet (tabell 2) hos kvar sort.

Nedbryting av klorofyllet gjekk raskare ved 20°C enn ved 10 og 12.5°C (tabell 1). Dette er i samsvar med resul-

tata til Wiebe (1969) som fann raskare fargeendring med stigande temperaturar. Apeland (1966) registrerte raskare gulning ved 10 enn ved 12.5°C og at fargetapet ved 10°C var omlag det same som ved 20°C. Apeland skriv at relativ rask gulning ved 10°C er symptom på svak kjøleskade. Også andre forskarar har registrert kjøleskade ved 10°C (Eaks & Morris 1957, Wiebe 1969, Abdel-Maksoud et al. 1976 og Umiecka 1985). Yu et al. (1982) skriv at 11°C er kritisk temperatur for kjøleskade hos agurk.

Bruk av krympefilm verkar inn på ulike kvalitetsfaktorar hos agurkane. Filming reduserer vekttafet (tabell 3) og totalt svinn (tabell 2) og hemmar nedbrytinga av klorofyll (tabell 1) samanlikna med ufilma frukter. Dette samsvarer med Wiebe (1969) og Adamicki (1985) sine observasjonar. Otma (1988) fann at både perforert og uperforert krympefolie reduserte vekttafet, men berre uperforert folie hadde positiv verknad på fargen.

Både i eigne forsøk (tabellane 3 og 4) og i granskingane til Wiebe (1969) og Otma (1988) var det sterkare sjukdomsangrep hos filma enn hos ufilma frukter. For filma agurkar steig prosent rotne frukter med stigande temperaturar (tabell 4). For ufilma agurkar var tendensen det motsette, minst rote ved 20°C. Sam-

spelet mellom ulik filming og ulike temperaturar kan ha fleire årsaker. Ufilma frukter hadde stigande vekttap med stigande temperatur. Låg luftfuktighet kan ha gjort at mikroorganismene kan ha hatt vanskar med å utvikla seg i ufilma frukter, særleg ved 20°C (tabell 4). Klorofyllnedbrytinga gjekk raskare hos ufilma enn hos filma agurkar (tabell 4). Dette kan ha ført til at fruktene vart sortert frå før sjukdomsorganismene fekk tid til å gjera skade. Adamicki (1985) registrerte sterkare symptom på kjøleskade ved 5°C hos ufilma enn hos filma frukter. Sveking på grunn av svak kjøleskade kan også vera medverkande årsak til meir rote hos ufilma agurkar ved 10°C enn ved høgere temperaturar.

SAMANDRAG

Veksthusagurk med eller utan plast krympfolie vart lagra ved 10, 12.5 eller 20°C i tre veker. Følgjande sortar var med i forsøket: 'Colias', 'Farbiola', 'Jessica', 'Mustang', 'Solara' og 'Ventura'.

Det var signifikante skilnader i farge mellom dei ulike sortane ved mottak og etter lagring i 1 og 2 veker. Etter 3 veker hadde 'Solara' signifikant færre og 'Colias' signifikant fleire frukter som var sortert frå på grunn av dårleg farge enn dei andre sortane.

Samanlikna med 10 og 12.5°C førte lagring ved 20°C til signifikant raskare nedbryting av klorofyll og fleire fråsorterte frukter på grunn av dårleg farge, til større vekttap og totalt svinn. Bortsett frå større vekttap ved 12.5°C enn ved 10°C var det ingen signifikante skilnader i andre kvalitetsegenskapar mellom dei to temperaturane. Det kunne ikkje registrerast sikre symptom på kjøleskade etter lagring ved 10°C.

Agurkar i krympfolie hadde signifikant betre farge, lågare vekttap og totalt svinn, men meir rote gjennom lagringsperioden enn ufilma frukter. Hos filma agurkar var det mest rote ved 20°C medan det hos ufilma frukter var mest rote ved 10°C.

ETTERORD

Forfattarane vil takka Gartnerhallen A/L avd. Vest for at dei stilte agurkar til rådvelde for lagringsforsøka, for hjelp til filming av fruktene og for transport frå Stavanger til Oslo. Ei takk også til fagassistent Eija Bakken som hadde det daglege tilsynet med forsøka og som føretok kvalitetsvurderingane av forsøksmaterialet.

LITTERATUR

- Abdel-Maksoud, M.M., A.B. Abou Aziz, A.S. Abdel-Kader & K.A. Abdel-Samie, 1976. Effect of storage temperature and production areas on the storability of hairy (*Cucumis melo* L.) and conventional (*Cucumis sativus* L.) cucumbers. *Egyptian Journal of Horticulture* 3 (2): 125-134.
- Adamicki, F. 1985. Effects of storage temperature and wrapping on the keeping quality of cucumber fruits. *Acta Horticulturae* 156: 269-272.
- Apeland, J. 1966. Factors affecting non-parasitic disorders of the harvested product of cucumber. *Acta Horticulturae* 4: 102-104.
- Eaks, I.L. & L.L. Morris, 1957. Deterioration of cucumbers at chilling and non-chilling temperatures. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science* 69: 388-399.
- Otma, E.C. 1988. Folieverpakking vermindert vochtverlies komkommers. *Groenten en Fruit* 44(8): 50-51.
- Umiecka, L. 1985. Comparison of the suitability of several cultivars of greenhouse cucumbers for short term storage. *Acta Horticulturae* 156: 265-268.
- Wiebe, H.J. 1969. Haltbarkeit von Salatgurken nach Verpackung in Schrumpffolie. *Gemüse* 5 (3): 54-56.
- Willumsen, K.J. 1987. Etylen under lagring og markedsføring av grønnsaker. NLVF sluttrapport nr. 678: 14 s.
- Yu, L., Y.H. Liu, S.Q. Feng & S.T. Zhou, 1982. The time-temperature relation on chilling injury to cucumber in refrigerated storage (*Cucumis sativus*). *Refrigeration science and technology* 1: 247-251.

In vitro meltegrad i sortar av bygg, havre og triticale, hausta på ulike utviklingssteg til grønfôr

In vitro digestibility of dry matter in varieties of barley, oats and triticale harvested at different stages of maturity

ODD ØSTGÅRD

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Holt forskingsstasjon, Tromsø, Norge
*The Norwegian State Agricultural Research Stations, Holt Research Station,
Tromsø, Norway*

Østgård, O. 1990. In vitro digestibility of dry matter in varieties of barley, oats and triticale harvested at different stages of maturity. Norsk landbruksforskning 4: 313-320. ISSN 0801-5333.

In vitro digestibility of dry matter (DDM) was determined for spring-sown varieties of barley, oats and triticale at weekly intervals from heading to the soft dough stage. The whole crop cereals were grown at four research stations (50-70°N) in Norway during two successive years.

The average percentage of DDM of whole plants of the three species decreased from 76% at heading to 66% at the soft dough stage 5-6 weeks later. The British spring barley varieties *Corgi* and *Doublet* had higher digestibility at all stages of maturity than the others. There were no significant differences in the percentage of DDM among the other varieties, in spite of varying degrees of earliness.

Digestibility was lowest in all varieties grown in northern parts of Norway, generally as a result of a lower proportion of ears by weight of the whole plants. The ears had higher digestibility than the stalks at every stage of maturity. The digestibility of the ears of barley was higher than that of oats and triticale, whereas the digestibility of stalks at the milk and soft dough stages was highest in oats.

Key words: In vitro digestibility, stage of maturity, whole plant cereals.

Odd Østgård, Holt Research Station, P.O. Box 100, N-9000 Tromsø, Norway.

Haustetida for korngrønfôr fell normalt mellom skyting og gulmodningsstadiet, uansett om kornarten er sådd i reinbe-

stand eller i blanding med ein annan grønfôrvekst. Ved val av kornsort er det viktig å kjenne til sortseigenskapar som

gjer at han høver godt til grønfôrdyrking. I såvel eldre som nyare forsøk er det påvist sortsskilnader i grønfôravling og kjemisk innhald (Fjærvoll 1932, Vigerust 1939; Pestalozzi 1973, Kilcher & Troelsen 1973, Tingle & Dawley 1974, Fisher & Fowler 1975, Cochran & Radcliffe 1977, Skaland & Østgård 1983, Østgård 1984).

Det er også registrert skilnad i meltegraden i grønfôr av kornartar og -sortar i land som Danmark, Canada, U.S.A. og Australia (Hostrup 1983, Fisher & Fowler 1975, Smith & al. 1986, Cochran & Radcliffe 1977).

Formålet med denne granskinga var å få nærmare greie på meltegraden, in vitro, hos aktuelle sortar av bygg, havre og triticale ved ulike utviklingstrinn, og dyrka under varierende veksevilkår frå Jæren i sør til Tromsø i nord.

MATERIALE OG METODAR

Desse sortane av bygg, havre og triticale var med i granskinga:

Arter <i>Species</i>	Sortar <i>Varieties</i>	Eigar <i>Owner</i>
Bygg <i>Barley</i>	Bode	SFL Vågønes, N
	Tunga	SFL Kvithamar, N
	Lise	Inst. Pl.kultur, NLH, N
	Trine	Inst. Pl.kultur, NLH, N
	Tore	Inst. Pl.kultur, NLH, N
	Bamse	Svaløf A/B, S
	Gunilla	Svaløf A/B, S
	Corgi	WPBS, Aberystwyth, GB
	Doublet	WPBS, Aberystwyth, GB
Havre <i>Oats</i>	Pol	SFL Vågønes, N
	Moholt	SFL Kvithamar, N
	Kapp	SFL Apelsvoll, N
	Lena	SFL Apelsvoll, N
	A82034	SFL Apelsvoll, N
	Titus	Svaløf A/B, S
	Svea	Svaløf A/B, S
	Veli	Jokiainen, F
	Mustang	RJM, NL
Marengo	RJM, NL	
Triticale <i>Triticale</i>	PCZ38	CIMMYT Mexico

Prøvetakinga byrja ved skytingsstadiet for tidlegaste byggsort, og deretter prøve-taking kvar veke til tørrstoffinnhaldet i akset nærma seg 60 prosent. Prøvene vart delte i to. Den eine halvparten vart skilt i strå og aks, medan den andre gjekk til sams oppmaling for in vitro analyse. Tørrstoffinnhaldet er utrekna på grunnlag av vektene før og etter tørking i skap med temperatur 60°C.

In vitro analysen er utført av In vitro laboratoriet på Vågønes forskingsstasjon. Sortsmaterialet vart dyrka på forskingsstasjonane Særheim, Vollebekk (NLH), Apelsvoll og Holt i åra 1985-86. Byggsortane *Tore*, *Corgi* og *Doublet*, samt havresortane *Moholt*, *Lena*, A 82034, *Svea*, *Mustang* og *Marengo* var med berre siste forsøksåret.

RESULTAT

Meltegraden i grønfôr av kornsortar

Tabell 1 viser in vitro meltegraden i grønfôrprøver av kornsortar på skytingsstadiet og 1,3 og 5 veker seinare.

Meltegraden var høgst ved skytingsstadiet hos samtlige sortar, med eit meltingsgradsnivå på 75-79% av tørrstoffet. Dei to britiske byggsortane *Corgi* og *Doublet* hadde jamt over høgare meltegrad enn dei andre ved alle utviklingstrinna. Av dei norske var det tendens til at *Tunga*, *Trine* og *Tore* kom litt betre ut enn *Bode* og *Lise* og dei svenske byggsortane *Bamse* og *Gunilla*. Nedgangen i meltegraden etter skyting utgjorde 10 - 12 prosenteningar, og han var nokolunde like stor for alle sortane fram mot gulmodningsstadiet.

Havresortane var svært like med omsyn til meltingsgraden både ved skyting og på seinare utviklingstrinn. Det var med andre ord ingen tydeleg skilnad mellom t.d. den tidlege norske sorten *Pol* og den seine nederlandske sorten *Marengo*.

Triticalesorten *PCZ 38* lå på same meltegradsnivået som havresortane gjennom heile vekstfasen.

Tabell 1. *In vitro* meltegrad i grønførprøver av kornsortar på ulike utviklingssteg. 1 % av tørrstoffet
 Table 1. *In vitro* digestibility of DM in whole plants of cereal varieties

Arter Species	Sortar Varieties	Ved skyting At heading	Veker etter skyting Weeks after heading		
			1	3	5
Bygg Barley	Bode	75	71	69	63
	Tunga	77	73	70	65
	Lise	76	72	67	63
	Trine	78	74	70	66
	Tore	77	73	69	66
	Bamse	75	72	68	64
	Gunilla	75	71	67	63
	Corgi	79	76	72	67
	Doublet	78	75	72	67
	Pol	75	71	69	68
Havre Oats	Moholt	75	72	69	66
	Kapp	76	70	70	67
	Lena	75	72	71	67
	A 82034	76	73	68	66
	Titus	77	72	70	68
	Svea	76	73	71	67
	Veli	77	73	70	67
	Mustang	76	72	71	66
	Marengo	75	73	70	66
	PCZ 38	75	72	70	66
Triticale Triticale					

Dei etter måten små sortsskilnader i meltegradsnivået gjekk igjen på alle forsøksstadene og det var ikkje påviseleg samspel mellom dyrkingsstad og sort.

Meltegraden i aks- og stråfraksjonen

Det meste av skilnaden i meltegrad mellom byggsortane hadde samanheng med ulik meltegrad i stråfraksjonen, medan det for aksfraksjonen ikkje var nemnande skilnader. Dette går fram av samanlikninga *Bode* og *Corgi* som var mest ulike i meltegraden av heilt plantemateriale.

	Bode		Corbi	
	aks	strå	aks	strå
Ved skyting	78	73	79	79
5 veker etter skyting	72	60	73	68

In vitro meltegraden i strået heldt seg jamt høgare i dei seinaste sortane, truleg fordi dei ikkje var komne så langt i vekstfasen eller utvikling som dei tidlegaste

sortane ved skyting og utover mot gulmodning.

Meltegraden i medel for kornartene går fram av tabell 2.

I heilt plantemateriale lå meltegraden på same høgdenivået hos alle tre artene bygg, havre og triticale. Den einaste tydelege skilnaden mellom artene var at havrestrået hadde høgare *in vitro* meltegrad enn stråfraksjonen hos bygg i slutten av hausteperioden. Stråmassen hos triticale hadde tendens til å ligge mellom bygg- og havrestråfraksjonen i *in vitro* meltegrad.

Variasjon i meltegraden etter dyrkingsstad

Resultata av *in vitro* analysene viste at det ikkje var store arts- eller sortsskilnader i meltegraden. Derimot var det relativ stor skilnad i meltegraden mellom dyrkingsstadene lengst nord og lengst sør i landet, slik det framgår av tabell 3.

Meltegraden var høgst i prøvene frå

Tabell 2. *In vitro* meltegrad i bygg, havre og triticale ved ulike utviklingssteg. 1 % av tørrstoffet
 Table 2. *In vitro* digestibility of DM in whole plants, ears and stalks of barley, oats and triticale at different stages of maturity

Arter <i>Species</i>	Plantedelar <i>Plant parts</i>	Ved skyting <i>At heading</i>	Veker etter skyting <i>Weeks after heading</i>		
			1	3	5
Bygg <i>Barley</i>	heile planter <i>whole plants</i>	76	73	69	66
	aks, ears <i>strå, stalks</i>	78 74	76 71	75 66	71 62
Havre <i>Oats</i>	heile planter <i>whole plants</i>	76	72	70	67
	aks, ears <i>strå, stalks</i>	77 74	73 72	71 70	69 66
Triticale <i>Triticale</i>	heile planter <i>whole plants</i>	75	72	70	66
	aks, ears <i>strå, stalks</i>	77 71	74 70	71 69	69 63
Medel <i>Average</i>	heile plantar <i>whole plants</i>	76	72	70	66
	aks, ears <i>strå, stalks</i>	77 74	74 71	73 68	70 64

Særheim og lågast i Holt- prøvene. Prøvene frå Vollebekk og Apelsvoll kom i ei mellomstilling. På Vollebekk hadde bygg litt høgare meltegrad enn havre ved skytingsstadiet, elles var det ikkje nokon klår skilnad mellom artene.

Meltegraden varierte dessutan mellom forsøksåra utan at det var mogleg å finne nokon rimeleg samanheng med vertilhøva eller andre årsaker til årsvariasjonen.

Tørrstoffinnhaldet i kornartene

Tabell 4 viser tørrstoffprosenten i grønførmassen av bygg, havre og triticale ved skyting og 1, 3 og 5 veker seinare.

Tørrstoffinnhaldet lå kring 20 prosent ved skytingsstadiet hos alle tre artene. I vekene etterpå steig innhaldet mest i bygg-grønføret og minst i havre-grønføret.

Det var ikkje vesentlege sortsskil-

Tabell 3. *In vitro* meltegrad i bygg og havre ved skyting, dyrka på Jæren, Austlandet og i Troms
 Table 3. *In vitro* digestibility of DM in whole crops of barley and oats at heading, grown at different sites in Norway

Stad <i>Location</i>	Breddegrad <i>Latitude, N</i>	Bygg <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Særheim, Jæren	59	80	81
Vollebekk, Ås	60	77	74
Apelsvoll, Toten	61	76	75
Holt, Tromsø	70	72	73

nader innan artene på nokon av forsøksstadene, men tørrstoffnivået i grønfør-prøvene fra Apelsvoll og Vollebekk lå både ved skyting og seinare over innhaldet i prøvene frå Holt og Særheim. Verlaget i veksetida var varmare og tørre på Austlandet enn på Jæren og i Tromsø, og dette var vel forklaringa på

Tabell 4. Prosent tørrstoff i bygg, havre og triticale ved ulike utviklingssteg
 Table 4. Percentage DM in whole plants of barley, oats and triticale at different stages of maturity

Arter Species	Ved skyting At heading	Veker etter skyting Weeks after heading		
		1	3	5
Bygg, Barley	20	23	29	34
Havre, Oats	19	22	24	28
Triticale, Triticale	19	23	28	30

Tabell 5. Prosent aks hos bygg, havre og triticale ved ulike utviklingssteg
 Table 5. Percentage of ears in plants of barley, oats and triticale at different stages of maturity

Arter Species	Ved skyting At heading	Veker etter skyting Weeks after heading		
		1	3	5
Bygg, Barley	22	27	41	51
Havre, Oats	26	28	38	47
Triticale, Triticale	20	22	28	37

skilnadene i tørrstoffinnhaldet mellom forsøksstadene.

Stigningskurven for tørrstoffinnhaldet i plantemassen hadde nær samanheng med endringa i aks/stråforholdet, ettersom tørrstoffinnhaldet i akset auka frå 25 til 50 prosent mot 20 til 30 prosent i strået. Byggakset var særleg i dei siste vekene av veksetida monaleg tørrstoffrikare enn toppfraksjonen hos havre og triticale.

Andelen av aks

Tabell 5 viser kor stor del akset utgjør av heile planten ved skyting og inntil 5 veker seinare.

Aksandelen hos bygg utgjorde vel halvparten av heile planten ved deigulmodningsstadiet, 5-6 veker etter skyting. Hos havre steig andelen noko slakare i same tidsrommet, og aller minst stigning i aksandelen hadde triticale.

Byggsorten *Lise* merkte seg ut med lågare aksandel enn dei hine bygg-sortane. Toradssorten *Gunilla* hadde også relativ låg aksandel, medan *Tore* og dei britiske sortane *Corbi* og *Doublet* kom

høgst i slutten av modningsfasen. Mellom havresortane hadde nummersorten *A 82034* størst og *Titus* og *Veli* den minste toppandelen. Men alt i alt var det ingen store skilnader mellom sortane verken av bygg eller havre i aks-/stråforholdet. Den avgjerande faktoren for relasjonen mellom plantedelane var sikkert veksevilkåra, som varierte frå nord til sør og frå år til år. I tabell 6 er oppført aksandelen hos kornartene 5 veker etter skyting på Holt og Særheim i forsøksåra 1985-86.

Alle artene hadde den lågaste aksandelen på Holt, den nordlegaste forsøksstaden. Årsvariasjonen såg ut til å vere av meir slumpmessig karakter.

DRØFTING

Fôrverdien og fôrkvaliteten er avhengig av meltegraden, som fortel kor stor part av næringsemna husdyra kan nyttiggjere seg. Meltekoefisientane i fôr midteltabellane er for det meste baserte på meltingsforsøk, ofte med sau. Men for

Tabell 6. Prosent aks hos bygg, havre og triticale 5 veker etter skyting på Holt og Særheim i åra 1985-86
 Table 6. Percentage of ears in plants of barley, oats and triticale five weeks after heading at Holt (69°N) and Særheim (59°N) in the years 1985-86

Arter Species	Holt		Særheim	
	1985	1986	1985	1986
Bygg, Barley	26	25	51	59
Havre, Oats	27	21	51	48
Triticale, Triticale	20	19	37	37

rutinemessige analyser av mange forprøver samstundes må nyttast enklare og snøggare laboratoriemetodar, som t.d. in vitro metoden med bruk av vomsaft (Tilley & Terry 1963).

Meltegraden fell med utviklingstrinnet eller alderen på plantane. Hos kornartene er fallet i meltegraden størst etter skyting og fram mot grønmodningsstadiet (Lawes og Jones 1974, Kilcher & Troelsen 1973, Pestalozzi 1973, Fisher og Fowler 1975, Cochrane & Radcliffe 1977, Hole 1982, Hostrup 1983, Garmo 1984).

Resultata som er lagt fram i denne meldinga går i same retninga. Det var nedgang i meltegraden etter skytingsstadiet hos alle bygg- og havresortane samt triticalesorten som var med i in vitro analysen. Nedgangen, som var størst i dei første dagane etter skyting, heldt fram gjennom heile prøvetakingsperioden inntil gulmodning for dei tidlegaste sortane. Dei registrerte skilnadene mellom byggsortane i meltegraden hadde mest samanheng med utviklingstrinnet, ettersom dei seinaste sortane hadde dei høgaste meltingskoeffisientane for stråmassen, medan det for aksfraksjonen ikkje var nemnande skilnader.

Mellom havresortane var det ingen tydelege skilnader, uansett tidligheit.

I medel lå meltegraden i heilgrøden, grønførmassen, på same nivået hos alle tre artene bygg, havre og triticale, både ved skyting og seinare i vekstfasen. Frå utanlandske publikasjonar er det imidlertid kjent at det kan vere skilnader mellom kornarter og -sortar av m.a. bygg og havre med omsyn til meltegraden i

grønføret (Tingle & Dawley 1974, Fisher & Fowler 1975).

I grønføråkeren utgjør strå og blad det meste av avlinga inntil åkeren begynner å gulne. Andelen av aks var minst i grønførprøvene frå Troms kor akset utgjorde berre ein firedel av plante-massen ved deigmodningsstadiet, mot nær halvparten i prøvene frå Austlandet og Jæren. Med høg aksandel følger høg meltegrad, ettersom meltegraden er høgare i akset enn i halmen. Derfor lå også meltegradsnivået i grønførprøvene frå Sør-Norge over prøvene frå Troms.

Bygg og havre hadde i medel om lag like høg aksandel i vekene etter skyting, medan triticale merkte seg ut med lågare aksandel ved alle haustetidene.

Tørrstoffinnhaldet varierte med utviklingstrinnet, frå 15-20 prosent ved skyting til 40-45 prosent ved gulmodningsstadiet. Auken i tørrstoffinnhaldet var størst i aksfraksjonen, som ved gulmodning hadde kring 50 prosent tørrstoff mot berre 30-35 prosent i halmen. Ved ensilering av korngrønfør ved begynnande skyting kan det verta store pressaftmengder. På den andre sida vil seint hausta heilgrøde vere vanskeleg å ensilere på grunn av den grove strukturen og dermed fare for feilgjæring og varmgang i siloen.

Meltegraden, aksfraksjonen, og tørrstoffinnhaldet var stort sett på same nivået hos dei fleste aktuelle sortane som var med i granskinga. Ved val av kornsort til grønfør dyrking er det andre eigenskapar som må vektleggjast relativt sterkare. Det gjeld m.a. avlingspoten-

siale, stråstyrke og korleis kornslaget høver i samdyrking med eventuelle andre grønførvekstar.

SAMANDRAG

In vitro meltegraden er bestemt i grønførprøver av 9 byggsortar, 10 havresortar og 1 triticalesort, dyrka på forskingsstasjonane Særheim (Jæren), Apelsvoll og Vollebekk (Austlandet) og Holt (Tromsø) i åra 1985-86.

Meltegraden fall med utviklingstrinnet hos alle sortane, frå 76% av tørrstoffet i medel ved skyting til 66% etter 5-6 veker eller nær gulmodningsstadiet for dei tidlegaste sortane.

Av byggsortane hadde dei seinaste sortane som *Corgi* og *Doublet* jamt over høgare meltegrad enn dei andre. Mellom havresortane var det derimot ingen sikre skilnader i meltegraden, sjølv om det var med både seine og tidlege sortar. Triticalesorten sto nærmast likt med havresortane i meltegrad.

I medel lå meltegraden for grønførprøvene av bygg og havre på same nivået. Skilnaden mellom artene kom fram i aks- og stråfraksjonen, ettersom byggsortane hadde litt høgare meltegrad i akset enn havresortane, medan forholdet var omvendt for stråmassen. Elles hadde alle artene dei høgaste meltegradsverdiane i akset på alle utviklingstrinn frå skyting og utover mot gulmodning.

Meltegraden fall 7-8 prosentainingar med dyrkingsstaden frå sør til nord i landet. Dette hadde samanheng med at andelen av aks i forhold til stråmassen var minst i dei nordlegaste grønførprøvene ved alle utviklingstrinn.

Sortane reagerte stort sett likt på dyrkingsstadene. Det var såleis ikkje noko samspel mellom dyrkingsstad og sort med omsyn til meltegraden.

Alt i alt var dei aktuelle sortane av bygg, havre og triticales tolleg jamgode i meltegrad ved dyrking av grønfør. Ved val av grønførsort er det rimeleg at andre eigenskapar må vere meire avgjerande,

slike som stråstyrke, avlingspotensiale og korleis sorten høver i blanding med eventuelle andre grønførvekstar.

ETTERORD

Denne granskinga er gjennomført i samarbeid med Jorulf Øyen, SFL Særheim, Nils Skaland, Institutt for plantekultur (Vollebekk, NLH) og Hans Lein, SFL Apelsvoll.

Takk til desse og alle andre som har hjelp til med felt- og analysearbeidet.

LITTERATUR

Cochran, M.J. & J. C. Radcliffe 1977: Changes in digestibility, crude protein and yield of maturing wheat, oat and barley cultivars (notes). *Agric. Record* 4: 50-51.

Fisher, L.H. & D.B. Fowler 1975: Predicted forage value of whole plant cereals. *Can. J. Plant Sci.* 55: 975-986.

Fjærvoll, K. 1932: Grønførforsøka i Troms og Finnmark. *Meld. frå Statens forsøksgard på Holt* 1931: 5-21.

Garmo, T. 1984: Avling og kvalitet av byggheilgrøde. *Meld. Norg.Landbr. Høgsk.* 63 (16).

Hole, J.R. 1982: Surfør av havre-førraps og bygg-førraps. *Husdyrforsøksmøtet 1982. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket 1982* (1): 222-227.

Hostrup, S. 1983: Grøn- og helsædshøst af kornafgrøder. Vækstanalyse i vårsæd og vintersæd. *Tidskrift for Planteavl's Specialserie. Beretning nr. S* 1640.

Kilcher, M.R. & Troelsen, J.E. 1973: Contribution and nutritive value of the major plant components of oats through progressive stage of development. *Can. J. Plant Sci.* 53: 251-256.

Lawes, D.A. & D.I.H. Jones 1971: Yield, nutritive value and ensiling characteristics of whole-crop spring cereals. *J. Agric. Sci. Camb.* 76: 479-485.

Pestalozzi, M. 1973: Undesøkelser i grønførhavre. *Aktuelt fra Landb.dep. opplysn. tj.* 1973 (2): 57-61.

Skaland, N. & O.Østgård 1983: Fôrreddik, havre-grønfor og raigras. Sammenlikning av ulike sorter, frøblandinger, såtider og høstetider. *Forskning og forsøk i landbruket* 34: 27-36.

Smith, R.L., K.K. Bolsen & J.D. Hoover 1986: Yield, composition, and feeding value of grain sorghum cultivars harvested as silage. *Proceedings of the 11th General Meeting of The European Grassland Federation, Troia-Portugal* 1986: 461-465.

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.

Tingle, J.N. & W.K. Dawley 1974: Yield and nutritive value of whole-plant cereals at a silage stage. *Can. J. Plant. Sci.* 54: 621-624.

Vigerust, Y. 1939: Forsøk med grønforvekster. *Meld. fra Statens forsøksstation for fjellbygdene* 1938: 36-60.

Østgård, O. 1984: Grønforblandinger. I dyrking og utnytting av forvekster I, 1984: 124-129, utgitt av NLVF og SFL.

Forsøk med ulike høymolearter

Herbicideffekt avhengig av sprøytetidspunkt, dose og middeltype

Experiments with Rumex species

Herbicidal effect depending on time of application, dosage and type of herbicide

HALDOR FYKSE

Statens plantevern, avdeling ugras, Ås-NLH

Norwegian Plant Protection Institute, Department of Herbology, Ås-NLH

Fykse, H. 1990. (engelsk tittel). Norsk landbruksforskning 4: 321-335. ISSN 0801-5333.

The effects of different herbicides and application rates were examined on *Rumex* spp. with special emphasis on the susceptibility of different species and developmental stages of the plants at the time of treatment. *R. obtusifolius* L. was less susceptible to the herbicides than *R. crispus* L. and *R. longifolius* DC. Application in spring gave better results than application after cutting in all species except *R. obtusifolius*, and all the species were more susceptible at the rosette stage than at later stages. Herbicides containing phenoxypropionic acids gave faster and more long lasting effects than for example asulam. As a consequence of weed removal, there was a decrease in the total yield after herbicide application. One year later the yield containing less weeds had regained its former level.

Key words: Asulam, developmental stage, phenoxypropionic acids, *rumex* spp., susceptibility to herbicides.

*Haldor Fykse, Norwegian Plant Protection Institute, Departement of Herbo-
logy, N1432-Ås-NLH.*

Høymole er i mange enger og beite brysame ugras. Dei viktigaste artene hos oss er vanleg høymole (*Rumex longifolius* DC.), krushøymole (*Rumex crispus* L.) og byhøymole (*Rumex obtusifolius* L.) med

den første som dominerande art. Vidme (1973) oppnådde gode resultat mot vanleg høymole med fenoksypropion-syrer og dikamba. Middel av desse typ-ane har vore og er framleis i handelen,

men mange praktiskarar har likevel gitt uttrykk for at effekten kan vera både varierende og mangelfull. Av den grunn vart det ved Statens plantevern, Avdeling ugras sett i gang eit prosjekt for å undersøkje denne plantegruppa nærare. Resultata frå granskinga av vekst og regenerasjonsevne og frå studien av transport av assimilat og MCPA er publisert i to meldingar tidlegare (Fykse 1986 og Fykse 1987).

Denne meldinga som er den siste i prosjektet, gjer greie for forsøk vedkomande bekjemping av høymole med ulike herbicid i forskjellige dosar og situasjonar. På grunnlag av resultata frå dei første granskningane vart det her lagt særleg vekt på å undersøkje artsskilnader og innverknader av plantene sitt utviklingsstadium ved sprøyting.

METODIKK

Granskinga er gjennomført som markforsøk, der det er nytta høymole med forskjellig bakgrunn: Planta høymole og høymole som voks naturleg i grasmark. Plantinga sikra felt med einsarta veksevilkår og jamn fordeling av planter med kjend alder, artssamansetnad og opphav. Naturleg veksande høymole gav på den andre sida høve til å prøva middel og sprøytetider på høymole av ulik alder og opphav, og under ulike veksevilkår. I tillegg vart her effekten av midla på avlinga undersøkt.

Desse herbicida gjekk inn i forsøka - anten åleine eller som komponentar i blandingspreparat - levert ferdig frå tilverkar eller blanda i tanken like før sprøyting:

- a) MCPA (2-metyl-4-klorfenoksyeddiksyre Ka-salt)
- b) diklorprop (2,4-diklorfenoksypropionsyre Ka-salt)
- c) mekoprop (2-metyl-4-klorfenoksypropionsyre Ka-salt)
- d) bentazon (3-isopropyl-(1H)-benzo-2,1,3-tiadiazin-4-on 2,2-dioksyd)

- e) asulam (metyl 4-aminofenylsulfonylkarbamat)

1. Planta høymole

Plantene var avla fram frå same frøparti og dyrka på same jorde som omtala tidlegare, på Statens plantevern sine forsøksareal (Fykse, H. 1986). To felt gjekk inn i granskinga, og felta vart lagt ut med 3 års mellomrom.

I det første feltet vart verknaden av forskjellige middel undersøkt på planter i ulike utviklingsstadium: ¹⁾store rosettar om våren, ²⁾stengelen 30 - 40 cm høg, ³⁾små rosettar i håa og ⁴⁾store rosettar i håa. Kvart middel vart brukt i «normaldose» for grasmark: Asulam 100 g/daa, diklorprop 400 g/daa, mekoprop (berre første stadium) 400 g/daa og MCPA 200 g/daa.

Feltet hadde berre ei høymoleart, vanleg høymole, og var tilsådd med timotei. Det vart slått til vanleg haustetid for graset. Feltet hadde 4 gjentak med 24 planter pr forsøksrute (10,0 m²). Overlevande planter vart talt opp 28. august i sprøyteåret og 21. mai året etter.

I det andre feltet vart styrken hos ulike høymolearter mot diklorprop ved fleire utviklingsstadium undersøkt. Vanleg høymole, krushøymole og byhøymole vart planta side om side på senger, med ca 85 planter pr art og seng. Når vanleg høymole og krushøymole hadde nådd fram til desse stadia: ¹⁾små rosettar før slått, ²⁾store rosettar før slått, ³⁾byrjande blomstring før slått, ⁴⁾små rosettar etter slått og ⁵⁾store rosettar etter slått, vart ei seng sprøyta med diklorprop, tilsvarande 300 g/daa.

Som vist tidlegare (Fykse, H. 1986), utviklar om våren krushøymola seg litt seinare og byhøymola markert seinare enn vanleg høymole. Ved stadium 2 hadde såleis byhøymola framleis relativt små rosettar. Først i stadium 3 var rosetane blitt store, og dei lengste stenglane ca 50 cm. Vanleg høymole hadde då 70-80 cm og krushøymola 60-70 cm lange stenglar.

Middelvalet vart gjort ut frå resul-

tata i det første feltet, men for betre å få fram eventuelle artsskilnader vart dosen her redusert til 3/4 styrke.

Feltet var utan grasvekst. Før å etterlikna situasjonen i ei slåtteeing vart likevel feltet slått til same tid som eit nærliggjande engareal.

Høymoleplantene vart talt opp og klassifisert som «friske», «skadde» og «daude» ved sprøyting, 10. september i sprøyteåret og 16. mai året etter. Ei plante vart rekna som «daud» når rota sette korkje blad eller stengel.

I begge felta med planta høymole vart midla sprøyta ut i 25 liter vatn pr dekar.

2. Høymole som voks naturleg

Felta låg i forsøksringar og var spreidd over store delar av landet. Dei er gjennomført i to ulike seriar.

I den første vart verknaden av ulike herbicid i ulike dosar på aktuell høymoleart undersøkt. Serien hadde desse forsøksledda:

Middel	Mengde, g/dekar
1. Usprøyta	—
2. Asulam	50
3. Asulam	100
4. Asulam	150
5. Diklorprop	200
6. Diklorprop	400
7. MCPA	200
8. Asulam + diklorprop	50 + 200
9. Asulam + MCPA	50 + 200

Sprøytinga vart utført når høymola hadde store rosettar om våren - stenglane ikkje over 20 cm høge.

Felta låg i to år, og mengda av høymole (og anna ugras) vart gradert ¹⁾ca 4 veker etter sprøyting, ²⁾i håa før 2. slått, ³⁾før 1. slått 2. år og ⁴⁾før 2. slått 2. år. Ugraset vart gradert både i prosent av mengda på usprøyta ruter, og i prosent dekking av marka. Felta vart hausta 2 gonger kvart år, og råvekta pr rute målt. Ein prøve på ca 3 kg/rute (den reelle vekta vart målt nøye) vart ved kvar hausting tørka, vegen på nytt, og høyvekta rekna ut.

I den andre serien var det *tidspunktet* for sprøytinga som stod i fokus. Utvalde

midde, men berre med ein dose av kvart, vart sprøyta på den lokale høymolearta etter denne forsøksplanen:

Middel	Mengde, g/daa	Sprøyte-tid ¹⁾
1. Usprøyta	—	—
2. Asulam	150	a
3. Asulam	150	b
4. Diklorprop	400	a
5. Diklorprop	400	b
6. Bentazon + diklorprop + MCPA ²⁾	250	a
7. Bentazon + diklorprop + MCPA ²⁾	250	b
8. Asulam + MCPA	50 + 200	a
9. Asulam + MCPA	50 + 200	b

¹⁾ Sprøytetid:

a = høymola hadde store rosettar om våren

b = høymola hadde store rosettar i håa

²⁾ Av plassomsyn i figurar oppgitt med handelsnamnet 'Triagran'

Desse felta låg også i 2 år, og både ugrasgraderinga og avlingskontrollen vart utførde som i den første serien.

I begge seriane vart midla sprøyta ut i væskmengder på 25-50 l/daa, avhengig av sprøyteutstyret i forsøksringen. Kvart felt hadde 2 gjentak. Den første serien hadde 13 felt i alt, den andre 14, men ikkje alle målingane vart gjennomført i alle felta.

3. Statistiske analysar

Resultata er testa ved hjelp av Proc Catmod og Proc GLM i SAS (SAS Institute 1985). I dei to seriane som gjekk i forsøksringar, er kvart felt rekna som ei blokk der observasjonane i kvart forsøksledd representerer gjennomsnittet for dei to gjentaka i feltet. Når $P \leq 0,05$ er differansen mellom forsøksledda karakterisert som 'signifikant' eller 'statistisk sikker'.

RESULTAT

1. Planta høymole

Resultata frå det første feltet, der berre vanleg høymole var med, er framstilt i tabell 1. Diklorprop verka jamt over best. For alle sprøytetider sett under eitt viste diklorprop året etter sprøyting signifi-

Tabell 1. Prosent overlevande planter (vanleg høymole) etter sprøyting med ulike middel til forskjellige tider

Table 1. *Surviving plants (per cent) of R. longifolius DC. treated with different herbicides at different times*

Sprøytetid <i>Time of treatment</i>	Om våren <i>In spring</i>				I håa <i>After cutting</i>				
	Store rosetter <i>Large rosettes</i>		Stengel 30-40 cm <i>Stem</i> 30-40 cm		Små rosetter <i>Small rosettes</i>		Store rosetter <i>Large rosettes</i>		
Registr. tid ¹⁾ <i>Time of evaluation¹⁾</i>	Haust	Vår	Haust	Vår	Haust	Vår	Haust	Vår	
Herbucid: <i>Herbicide:</i>	g.v.s/daa g a.i. <i>per 1000m²</i>								
MCPA <i>MCPA</i>	200	16	21	51	51	65	67	73	80
Diklorprop <i>Dichlorprop</i>	400	8	12	14	15	28	27	38	33
Mekoprop <i>Mecoprop</i>	400	9	3	-	-	-	-	-	-
Asulam <i>Asulam</i>	100	22	26	43	65	19	18	22	33

¹⁾Haust = 28/8 i sprøyteåret 28 August the year of treatment

Vår = 21/5 året etter 21 May the year after treatment

kant betre effekt enn MCPA og asulam. Mekoprop verka derimot ved den eine sprøytetida då det var med, like bra som diklorprop.

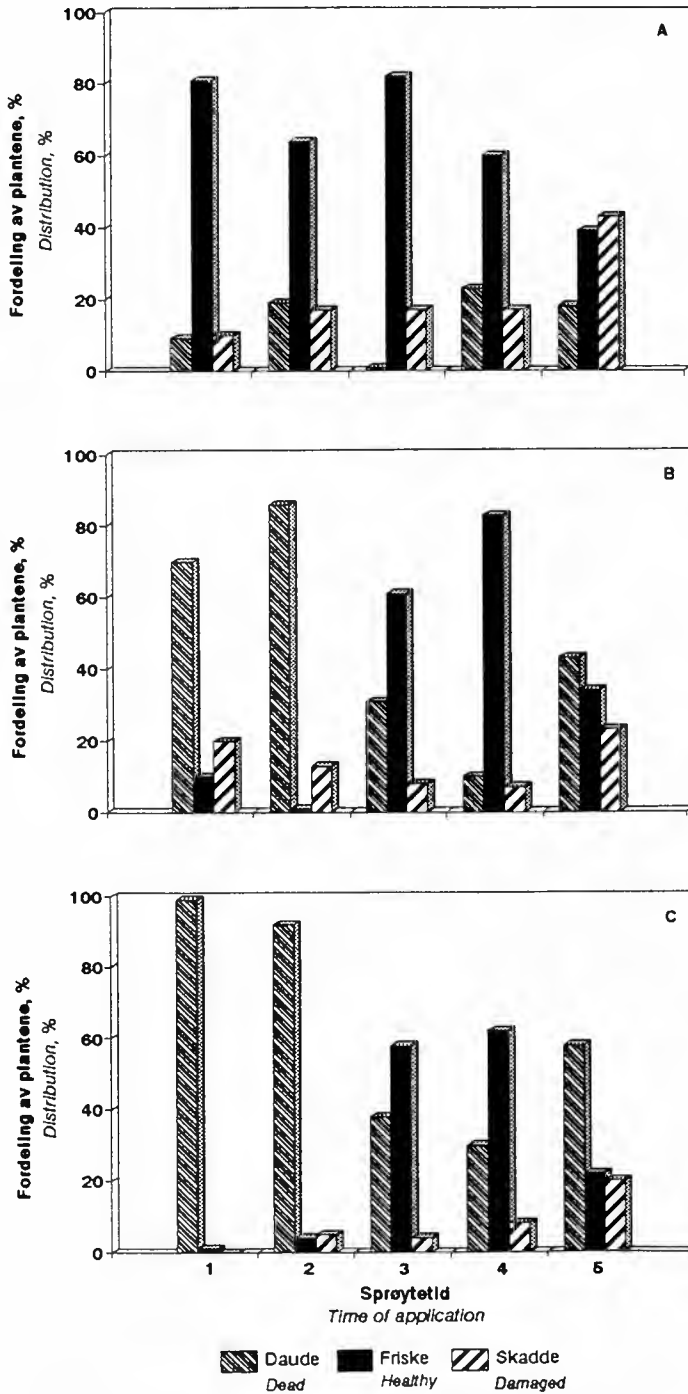
Generelt gav sprøyting på store rosetter om våren signifikant betre verknad enn sprøyting etter at stenglane hadde byrja strekkja seg. (Sprøyting på små rosetter om våren gjekk ikkje inn i denne forsøksplanen). I håa gav sprøyting på små rosetter betre effekt enn sprøyting på store. Verknaden av sprøyting før slått var statistisk sikkert betre enn sprøyting i håa. Her skilde likevel asulam seg ut. Dette midlet verka minst like bra i håa som om våren.

Prosenten av overlevande høymole var ofte litt større våren etter sprøyting enn om hausten i sprøyteåret. Dette tyder at høymoleplantene hadde byrja vakna til liv att. Gjenveksten var minst for diklorprop.

Hovudresultata for året etter sprøyting frå det andre feltet er vist i figur 1. Ved å jamføra dei 3 delane av figuren ser ein at dei ulike artene reagerte dels svært forskjellig på diklorprop. Vanleg høymole (C) og krushøymole (B) var mykje veikare overfor herbicidet enn byhøymola (A). Dette galdt alle sprøytetider, unntatt for sprøyting på små rosetter i håa. Då hadde krushøymola flest friske planter.

Dei ulike sprøytetidene viste elles at mot vanleg høymole og krushøymole verka sprøyting om våren betre enn sprøytinga i håa. For byhøymola var det omvendt. Sprøytinga i håa førde for denne arta spesielt til at talet på «friske» planter gjekk ned. Effekten på denne tida, som trass alt var den beste som vart oppnådd, låg likevel langt under effekten mot dei to andre artene før 1. slått.

Sjølve utviklingsstadiet for plantene



Figur 1. Verknad av diklorprop, 300 g/dekar, på ^{A)} byhøymole, ^{B)} krushøymole og ^{C)} vanleg høymole i ulike utviklingsstadium - registrert om våren året etter sprøyting
 Figure 1. The effects of dichlorprop, 3.0 kg a.i. per ha, on ^{A)} *R. obtusifolius* L., ^{B)} *R. crispus* L. and ^{C)} *R. longifolius* DC. at different developmental stages - evaluated in spring, the year after application

spela også inn. Ved sprøyting om våren tolde vanleg høymole signifikant minst ved første sprøytetid (små rosettar), medan krus- og byhøymole var veikast når dei hadde utvikla store rosettar (hos byhøymola var rosettane på grunn av den langsame utviklinga hos denne arta, likevel heller små ennå). Når høymoleplantene så vidt hadde byrja blomstra (byhøymola berre ca 50 cm høg stengel) var motstandsevna stigande. Dette viste seg særleg ved at fleire planter nå vart karakterisert som «friske».

Ved sprøyting i håa gav siste sprøytetid (store rosettar) signifikant betre effekt på vanleg høymole og krushøymole enn første (små rosettar). For byhøymola gjekk tendensen i same retning. Særleg gav siste sprøytetid færre «friske» planter, men dette resulterte berre i tilsvarende fleire «skadde» og ikkje i fleire «daude».

Verknad over tid

Figur 1 viser effekten av sprøytinga om våren året etter behandling. Om hausten i sprøyteåret var effekten sterkare enn det figuren viser. Ein del planter hadde såleis kvikna til att. Planter som om hausten hadde fått karakteren «skadde», kunne t.d. visa seg «friske» våren etter, og tilsvarende kunne «daude» planter bli «skadde» og jamvel «friske». Dette galdt krushøymola meir enn dei andre to artene, og det kom tydelegare til uttrykk etter sprøyting i håa enn etter sprøyting før 1. slått.

2. Høymole som voks naturleg

Verknad på høymola

Vanleg høymole dominerte i alle felta, medan by- og krushøymola berre fanst sporadisk. Resultata for desse to artene vart difor usikre, og blir ikkje tatt med her.

Tabell 2. Verknad av ulike middel og dosar på vanleg høymole, gradert i prosent av usprøyta ruter. Sprøytetid: Store rosettar/stenglar ikkje over 20 cm høge om våren

Table 2. The effects of different herbicides and doses on *R. longifolius* DC., expressed as a percentage of untreated plots. Time of application: In spring on large rosettes/stems not exceeding 20 cm

Grade- rings- tid ¹⁾	Tal for- søk	U- sprøy- ta	Asulam	Diklor- prop	MCPA	Asulam + diklor- prop	MCPA	Asulam + MCPA		
Time of evalu- ation ¹⁾	Number of exp.	Untre- ated	Asulam	Dichlor- prop	MCPA	dichlor- prop	Asulam + MCPA			
			G.v.s. pr dekar G a.i. per 1000 m ²							
			50	100	150	200	400	200	50 + 200	50 + 200
1.1	13	100	67	52	43	10	4	18	4	11
2.1	13	100	76	28	14	16	10	29	10	26
1.2	10	100	46	29	14	13	9	16	6	19
2.2	7	100	69	35	31	12	6	19	9	11

- ¹⁾ 1.1 = like før første slått i sprøyteåret
immediately before 1st cut in the year of treatment
2.1 = like før andre slått i sprøyteåret
immediately before 2nd cut in the year of treatment
1.2 = like før første slått året etter sprøyting
immediately before 1st cut in the year after treatment
2.2 = like før andre slått året etter sprøyting
immediately before 2nd cut in the year after treatment

Resultata frå den første serien er framstilt i tabellane 2 og 3. Tabell 2 viser effekten av dei ulike midla og dosane uttrykt i prosent av usprøyta, medan tabell 3 viser dekkingsgraden for høymola og gir såleis eit uttrykk for den rolle høymola spela i enga.

Av tabell 2 går det fram at fenoksy-syrene diklorprop og MCPA verka både sterkare og snøggare enn asulam. Ved første gradering etter sprøyting (1.1), viste alle ledd som inneheldt fenoksy-syrer, signifikant betre effekt enn asulam åleine. Mellom ledd med fenoksy-syrer var det derimot ingen statistisk sikker skilnad, jamvel om diklorprop hadde dei lågaste tala. Graderinga i håa i sprøyte-året (2.1) gav eit anna bilete. Største mengde asulam syntte nå like god effekt som ledda med fenoksy-syrer. Det var ingen signifikante skilnader mellom ledda. Dette galdt også første slåttan året etter sprøyting. I håa derimot (2.2) hadde fenoksy-syreledda, med unntak av MCPA åleine, signifikant betre effekt enn asulam, jamvel i største dose. I alle ledda med asulam var høymola i ferd med å koma til hektene att. Denne tendensen viste ikkje ledda med fenoksy-syrer.

Herbicidmengda spela også ei rolle. For asulam gav såleis største mengde ved alle graderingstider signifikant betre effekt enn minste. Tendensen var den same for diklorprop, men var der ikkje signifikant.

Jamvel om diklorprop åleine eller saman med asulam såg ut til å verka betre enn tilsvarande ledd med MCPA, var skilnadene mellom ledda ikkje statistisk sikre.

Tala i tabell 3 gir stort sett dei same konklusjonane m. o. t. middeleffekt som nemnt ovanfor, men illustrerer samtidig at høymola i utgangspunktet utgjorde ein stor del av plantemassen i enga og, jamført med tabell 2, at dekkingsgraden kunne bli påverka meir enn plante-mengda. Midla reduserte storleiken på dei gjenlevande plantene.

Resultata frå den siste serien går fram av figur 2, som viser effekten av midla, uttrykt i prosent av asprøyta. Dekkingsgraden av høymola var i gjennomsnitt ca 35% på usprøyta ruter, men viste elles prinsipielt same utslag som i den første serien, og er difor ikkje tatt med her.

Sprøyting om våren. I første slått

Tabell 3. Verknad av ulike middel og dosar på vanleg høymole, gradert i prosent dekking av marka. Sprøyteid: Store rosettar/stenglar ikkje over 20 cm høge om våren

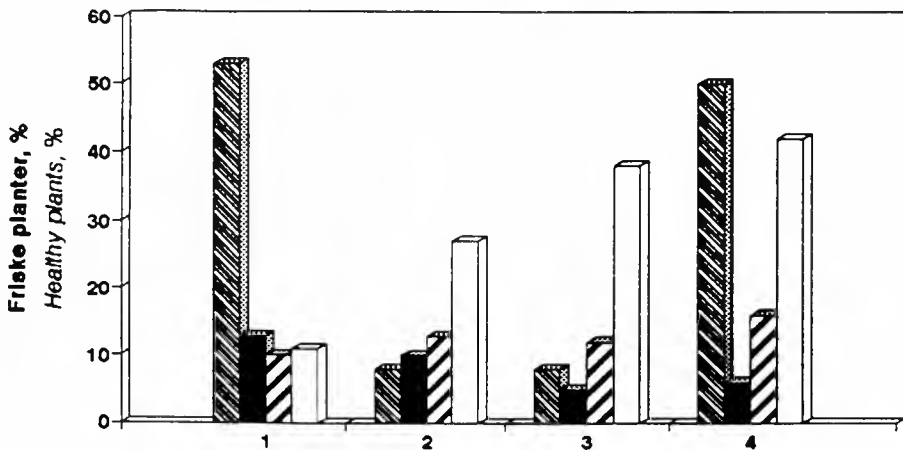
Table 3. The effects of different herbicides and doses on *R. longifolius* DC., expressed as a percentage cover of the plots. Time of application: In spring on large rosettes/stems not exceeding 20 cm

Grade- rings- tid ¹⁾	Tal for- søk	U- sprøy- ta	Asulam	Diklor- prop	MCPA	Asulam + diklor- prop				
Time of eval- uation ¹⁾	Number of exp.	Untre- ated	Asulam	Dichlor- prop	MCPA	Asulam + dichlor- prop				
G.v.s. pr dekar G a.i. per 1000 m ²										
			50	100	150	200	400	200	50 + 200	50 + 200
1.1	12	35	23	14	15	4	2	8	2	6
2.1	12	35	22	10	4	7	4	12	5	9
1.2	9	47	23	11	7	8	4	11	4	11
2.2	5	43	32	10	10	4	5	6	7	6

¹⁾Sjå tabell 2. See Table 2.

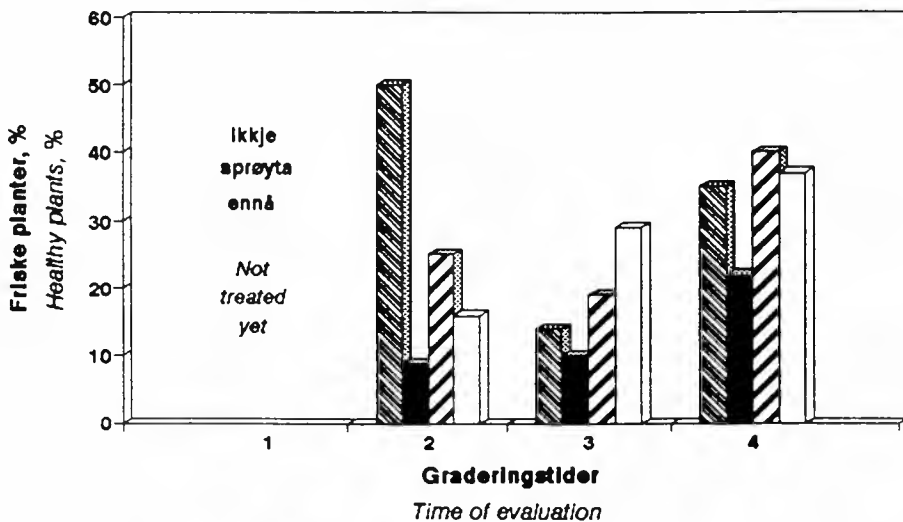
Sprøytetid: På store rosetter om våren

Time of application: Large rosettes in spring



Sprøytetid: På store rosetter i håa

Time of application: Large rosettes after cutting



Asulam
 Diklorprop
 'Triagran'
 Asulam + MCPA

Figur 2. Verknad av ulike herbicid og sprøytetidspunkt på vanleg høymole, gradert like før ¹⁾ 1. slått, 1. år ²⁾ 2. slått, 1. år ³⁾ 1. slått, 2. år og ⁴⁾ 2. slått, 2. år. Herbicidmengde pr. dekar: Asulam 150 g, diklorprop 400 g, Triagran 250 g, asulam + MCPA 50 + 200 g

Figure 2. The effects of different herbicides and times of application on *R. longifolius* DC., evaluated immediately before ¹⁾ 1st cut, 1st year ²⁾ 2nd cut, 1st year ³⁾ 1st cut, 2nd year and ⁴⁾ 2nd cut, 2nd year. Rates of herbicides (a.i.) applied per ha: Asulam 1.5 kg, dichlorprop 4.0 kg, Triagran 2.5 kg, asulam + MCPA 0.5 + 2.0 kg

første år verka asulam signifikant dårlegare enn dei 3 andre midla. Mellom dei var derimot skilnadene små og ikkje statistisk sikre. I andre slåttten var verknaden av asulam åleine mykje betre. Det var nå ingen signifikante skilnader mellom midla, jamvel om høymola som var sprøyta med asulam + MCPA, viste sterke teikn til å skulla friskna til att.

Året etter sprøyting var resultatata i første slåttten stort sett som i andre slåttten året før, men likevel med den skilnad at gjenveksten for asulam + MCPA nå var statistisk sikker i høve til dei andre midla. I andre slåttten kom gjenveksten for fullt også for asulam åleine. Begge ledda med asulam hadde nå signifikant dårlegare verknad enn ledda med dei to andre midla. Mellom dei var forskjellen ikkje statistisk sikker, jamvel om tala for diklorprop var lågast, og høymola på dette leddet ennå ikkje viste teikn til gjenvekst.

Sprøyting i håa. Ved den første registreringa - andre slåttten - hadde asulam åleine verka signifikant veikare enn dei tre andre midla. Av dei hadde diklorprop best gjennomsnittstal, men skilnadene mellom midla var ikkje statistisk sikker.

Året etter sprøyting var i første slåttten effekten av asulam mykje betre. Diklorprop stod best, medan kombinasjonen av asulam + MCPA der gjenveksten alt hadde byrja, var svakast. Skilnadene mellom dei 4 midla var likevel ikkje signifikante. I andre slåttten kom framleis diklorprop best ut, men nå var gjenveksten tydeleg for alle middel, og skilnadene mellom dei var ikkje statistisk sikre.

Jamføring av sprøytetidene. For alle middel vurdert samla førde ikkje sprøytetidene til signifikant forskjellig effekt på høymola. Dette galdt alle graderingstider. Derimot var det ved gradering i håa første året statistisk sikkert samspel mellom middel og sprøytetid. Dette skuldast asulam, som verka svært seint. Sprøytinga i håa hadde ennå gjort lite av seg, medan effekten av vårsprøytinga nå var på topp.

Året etter var desse skilnadene utlikna, og ingen statistisk sikre samspel kunne då påvisast.

Verknad på avlinga

Resultata frå den første serien er vist i tabellane 4 og 5. Første året (tab. 4) førde alle ledda som var sprøyta, til avlingsnedgang i første slåttten både av rått gras og tørt høy. Nedgangen var sterkast for dei ledda som hadde fjerna mest av høymola, og var signifikant for alle midla som inneheldt fenoksytyrer. Det same galdt asulam i største mengde (gras) og dei to største mengdene (høy). Skilnadene innbyrdes mellom ledda med fenoksytyrer, og mellom ledda med asulam åleine, var derimot ikkje statistisk sikre. På den andre sida steig tørrstoffprosenten signifikant i alle ledd med fenoksytyrer. Høymengda minka difor ikkje i same grad som graset.

I andre slåttten var utslaga for sprøyting langt mindre enn i første. Midtre mengde asulam (100 g/daa) gav signifikant auke i grasavlinga og kombinasjonen asulam + diklorprop statistisk sikker auka høyavling. Elles låg dei positive og negative utslaga innanfor feilmarginane. Tørrstoffprosenten viste etter bruk av fenoksytyrer også her tendens til oppgang, men den var signifikant berre for største mengde diklorprop.

For første og andre slåttten sett under eitt gjekk høymengda i sprøyteåret litt ned på alle ledd. Nedgangen var signifikant på ledda med diklorprop, MCPA og blandinga asulam + MCPA.

Året etter sprøyting (tab. 5) gjekk også grasavlinga i første slåttten ned på alle sprøyta ledd. Nedgangen var statistisk sikker på alle ledd med fenoksytyrer. På dei same ledda gjekk tørrstoffprosenten signifikant opp, med det resultat at utslaga på høyavlinga vart små og ikkje signifikante.

I andre slåttten gav sprøytinga nå små, positive avlingsutslag, likevel utan å vera statistisk sikre. Auken i tørrstoffprosenten var derimot signifikant for alle ledd med fenoksytyrer, unntatt minste

Tabell 4. Avlingsutslag i sprøyteåret for sprøyting med ulike middel og dosar mot vanleg høymole. Sprøyteid: Store rosetter/stenglar ikkje over 20 cm høge om våren
 Table 4. The effect on the yield in the year of treatment of different herbicides and doses applied to *R. longifolius* DC.. Time of application: In spring on large rosettes/stems not exceeding 20 cm

	Tal for-søk	U-sprøyt	Asulam		Diklorprop		MCPA	Asulam + diklorprop		MCPA		
			Asulam	Asulam	Dichlorprop	MCPA	Asulam + dichlorprop	MCPA				
	Number of exp.	Un-treated	50	100	150	200	400	G.v.s. pr dekar	G.a.i. per 1000 m ²	200	50 + 200	50 + 200
1. slått:												
<i>1st cut:</i>												

Gras, kg/daa	16	3199	-174	-261	-389	-818	-1078	-836	-885	-870		
<i>Grasses, kg/1000m²</i>												
% tørrstoff	16	17	16	16	17	18	19	19	19	19		
<i>% dry matter</i>												
Høy, kg/daa	16	501	-30	-42	-59	-75	-102	-77	-86	-80		
<i>Hay, kg/1000m²</i>												
2. slått:												
<i>2nd cut:</i>												

Gras, kg/daa	13	1623	+133	+228	+86	+42	-105	-80	+156	+9		
<i>Grasses, kg/1000m²</i>												
% tørrstoff	13	17	16	16	16	18	18	18	17	18		
<i>% dry matter</i>												
Høy, kg/daa	13	260	+15	+28	+11	+23	+2	+1	+37	+16		
<i>Hay, kg/1000m²</i>												
1. og 2. slått:												
<i>1st and 2nd cuts:</i>												

Høy, kg/daa	13	771	-7	-7	-50	-55	-97	-69	-47	-61		
<i>Hay, kg/1000m²</i>												

mengde diklorprop. For høyavlinga var utslaga likevel små og ikkje statistisk sikre. Det same galdt høyavlinga for første og andre slått til saman.

Resultata frå den andre serien er framstilt i tabellane 6 og 7. Første året (tab. 6) førde sprøytinga i første slått til statistisk sikker nedgang i grasavlinga på alle ledd. Midla med fenoksy-syrer gav dessutan signifikant sterkare avlingsreduksjon enn asulam. På den andre sida gjekk tørrstoffprosenten signifikant opp for alle middel, unntatt asulam. Trass i dette vart det statistisk

sikker reduksjon i høyavlinga for alle middel, for asulam åleine likevel signifikant mindre nedgang enn for diklorprop åleine og bentazon + diklorprop + MCPA.

I andre slått var utslaga på grasavlinga for sprøyting om våren små og ikkje statistisk sikre. Tørrstoffprosenten gjekk litt opp på alle ledd, og høyavlinga skilde seg ikkje lenger signifikant frå avlinga utan sprøyting. På ledda som var sprøyta i håa, viste derimot høyavlinga statistisk sikker nedgang.

Høyavlinga for første og andre slått

Tabell 5. Avlingsutslag året etter sprøyting med ulike middel og dosar mot vanleg høymole. Sprøytetid: Store rosetter/stenglar ikkje over 20 cm høge om våren
 Table 5. The effects on the yield the year after treatment of different herbicides and doses applied to *R. longifolius* DC. Time of application: In spring on large rosettes/stems not exceeding 20 cm

	Tal for-søk Num-ber of exp.	U-sprøy-ta Un-trea-ted	Asulam		Diklor-prop		MCPA	Asulam + diklor-prop		MCPA	Asulam + MCPA
			Asulam	Asulam	Dichlor-prop	Dichlor-prop	MCPA	Asulam + dichlor-prop	MCPA	Asulam + MCPA	
			G.v.s. pr dekar G a.i. per 1000m ²								
			50	100	150	200	400	200	50+200	50+200	50+200
1. slått:											
1st cut:											

Gras, kg/daa	12	2478	-66	-85	-106	-265	-384	-344	-349	-386	
Grasses, kg/1000m ²											
% tørrstoff	12	18	19	19	19	21	21	20	20	21	
% dry matter											
Høy, kg/daa	12	421	13	25	15	18	-4	0	3	-8	
Hay, kg/1000m ²											
2. slått:											
2nd cut:											

Gras, kg/daa	9	1734	+70	+157	+130	+65	+80	+12	+21	+30	
Grasses, kg/1000m ²											
% tørrstoff	7	20	19	19	19	20	21	21	21	21	
% dry matter											
Høy, kg/daa	7	325	-5	+6	-6	+8	+16	+11	+10	0	
Hay, kg/1000m ²											
1. og 2. slått:											
1st and 2nd cuts:											

Høy, kg/daa	7	747	-3	+36	0	+24	+1	0	-4	-20	
Hay, kg/1000m ²											

ten samla var signifikant redusert på alle ledd som var sprøyta med middel inneholdande fenoksyser.

Året etter sprøyting gav i første slått alle ledda som var sprøya, mindre grasavling enn det usprøyta leddet (tab. 7). Nedgangen var statistisk sikker for alle ledd med fenoksyser. Tørrstoffprosenten viste derimot signifikant auke for alle herbicid, unntatt asulam åleine, slik at verknadene av sprøytinga på høyavlinga vart heller små. Berre diklorprop i haa førde til statistisk sikker avlingsnedgang.

I andre slått viste diklorprop åleine og bentazon + diklorprop + MCPA etter begge sprøytetider og asulam + MCPA etter sprøyting i haa signifikant reduksjon i grasavlinga, men tørrstoffprosenten viste igjen, unntatt for asulam om våren, statistisk sikker auke. Avlingsutslaget for høyet var positivt på alle ledd. Auken var signifikant for diklorprop og asulam + MCPA sprøyta ut om våren, og for asulam åleine ved begge sprøytetider.

Høyavlinga for første og andre slått samla viste jamt over små utslag i høve til

Tabell 6. Avlingsutslag i sprøyteåret for sprøyting med ulike middel til forskjellig tid mot vanleg høymole
 Table 6. The effects on the yield in the year of treatment of different herbicides applied at different times to *R. longifolius* DC.

	Tal for- søk Num- ber of exp.	U- sprøy- ta Un- trea- ted	Asulam	Diklor- prop	Bentazon + diklorp. + MCPA	Asulam + MCPA				
			Asulam	Dichlor- prop	Bentazon + dichlorp. + MCPA	Asulam + MCPA				
			G.v.s. pr dekar G a.i. per 1000m ²							
			150	150	400	400	250	250	50+200	50+200
Sprøyteid ¹⁾ Time of treatment ¹⁾			a	b	a	b	a	b	a	b
1. slått: 1st cut:										

Gras, kg/daa	13	3363	-466	.	-1157	.	-1155	.	-929	.
Grasses, kg/1000m ²										
% tørrstoff	13	18	19	.	22	.	22	.	22	.
% dry matter										
Høy, kg/daa	13	588	-74	.	-132	.	-127	.	-94	.
Hay, kg/1000m ²										
2. slått: 2nd cut:										

Gras, kg/daa	11	1701	+60	-448	-78	-493	+75	-432	+21	-545
Grasses, kg/1000m ²										
% tørrstoff	11	18	20	19	20	20	20	20	20	20
% dry matter										
Høy, kg/daa	11	287	+24	-68	+8	-66	+32	-45	+11	-68
Hay, kg/1000m ²										
1. og 2. slått: 1st and 2nd cuts:										

Høy, kg/daa	11	909	-32	.	-120	.	-91	.	-71	.
Hay, kg/1000m ²										

- ¹⁾ Sprøyteid: a = høymola hadde store rosetter om våren
¹⁾ Time of treatment: *R. longifolius* with large rosettes in spring
 b = høymola hadde store rosetter i håa
R. longifolius with large rosettes after 1st cut

usprøyta. Statistisk sikker nedgang gav berre diklorprop åleine sprøyta i håa.

Mellom sprøyteidene og herbicid kunne ingen signifikante samspel påvisast, korkje på grasavling, tørrstoffprosent eller høyaavling ved noko haustetidspunkt.

DISKUSJON

Verknader på høymola

Fenoksypropionsyrene verka jamt over godt. Dette galdt også preparat der denne herbicidtypen gjekk inn som ein av

Tabell 7. Avlingsutslag året etter sprøyting med ulike middel til forskjellig tid mot vanleg høymole
 Table 7. The effects on the yield the year after treatment of different herbicides applied at different times to *R. longifolius* DC.

	Tal for- søk Num- ber of exp.	U- sprøy- ta Un- trea- ted	Asulam		Diklor- prop		Bentazon + diklorp. + MCPA		Asulam + MCPA	
			Asulam	Asulam	Dichlor- prop	Dichlor- prop	Bentazon + diklorp. + MCPA	Bentazon + diklorp. + MCPA	Asulam + MCPA	Asulam + MCPA
			150		150		G.v.s. pr dekar G a.i. per 1000m ²			
			150	150	400	400	250	250	50 + 200	50 + 200
Sprøytetid ¹⁾ Time of treatment ¹⁾			a	b	a	b	a	b	a	b
1. slått:										
Ist cut:										

Gras, kg/daa	14	2722	-79	-161	-351	-541	-311	-488	-424	-457
Grasses, kg/1000m ²										
% tørrstoff	14	19	20	20	23	22	23	22	22	22
% dry matter										
Høy, kg/daa	14	522	+5	0	+9	-51	+15	-30	-12	-24
Hay, kg/1000m ²										
2. slått:										
2nd cut:										

Gras, kg/daa	12	1274	+73	-3	-119	-176	-159	-113	-76	-183
Grasses, kg/1000m ²										
% tørrstoff	12	17	17	18	20	19	20	19	19	19
% dry matter										
Høy, kg/daa	12	190	+27	+22	+25	+10	+14	+18	+20	+10
Hay, kg/1000m ²										
1. og 2. slått:										
1st and 2nd cuts:										

Høy, kg/daa	12	694	+36	+30	+32	-44	+22	-4	+4	-11
Hay, kg/1000m ²										

¹⁾ Sprøytetid: Sjå tab. 6

¹⁾ Time of treatment: See table 6

komponentane: asulam + diklorprop og bentazon + diklorprop + MCPA. Om plantene var unge (planta høymole) eller hadde varierende alder og dels var gamle (høymole som voks naturleg), endra ikkje dette inntrykket. MCPA var veikare og gav både tidlegare og sterkare gjenvekst. Asulam merkte seg ut særleg ved å verka seinare enn dei andre. Asulam såg også

ut til i større grad enn dei andre midla å slå høymoleplantene i «svime». Eit års tid etter sprøyting var mykje av effekten borte. Kombinasjonane av asulam og diklorprop eller MCPA verka betre enn kvar av komponentane i same dose åleine, men stod likevel tilbake for beste alternativ av diklorprop.

Når herbicida vart brukt i ulike do-

sar, auka sjølvsagt effekten med stigande dose. Dette var særleg tydeleg for asulam, der berre største dose (150 g/daa) kunne seiast å ha nokolunde tilfredsstillande verknad. Alt i alt var likevel verknaden av asulam svak, både åleine og saman med fenoksysyrer.

Det beste sprøytetidspunktet synest variera med arta. Både vanleg høymole og krushøymole var veikast for diklorprop om våren. For vanleg høymole galdt dette også det tresidige midlet bentazon + diklorprop + MCPA og kombinasjonen asulam + MCPA. Krushøymola som på mange måtar har vist seg som ein veikare kopi av vanleg høymole (Fykse 1986, 1987), ville truleg ha reagert tilsvarende på desse midla. Byhøymola tolde derimot minst når sprøytinga vart utført i håa, og skilde seg såleis markert frå dei to andre artene.

Mellom utviklingsstadiet og -farten av høymola i dei to terminane (våren og i håa) på den eine sida, og resultatet av sprøytinga på den andre kom det fram interessante relasjonar. Vanleg høymole som utvikla seg svært fort om våren (Fykse, 1986), reagerte sterkt alt medan rosettane var «små». Krushøymola som voks litt seinare, tolde minst når den hadde «store» rosetter. Det same gjorde byhøymola, som voks seinast og tolde mest av alle. I håa skjedde utviklinga av dei tre artene i omvendt rekkjefølgje, om enn ikkje i så påfallande grad som om våren. Ved sprøyting i håa reagerte byhøymola som nå voks snøggast, også sterkast (færrast friske planter). Skilnaden mellom artene m.o.t. herbicid-effekt var på same måte som veksefarten, likevel mindre nå enn om våren.

Mellom herbicid-effekt og transport av herbicid ned i rotsystemet (Fykse 1987) var det derimot svært liten samanheng. På den tida då midla verka best, var herbicidtransporten ned i rotsystemet minst. Herbicidmengda i rotmassen spela altså lita rolle for den verknad midla gjorde.

Det karakteristiske ved herbicid-effekten var difor at planter i livleg vekst

tolde mindre enn planter som voks seinare. Dette galdt likevel berre ei stutt tid i plantene si utvikling, dvs. ein del av rosettstadiet. Denne ømtolige perioden fall saman med den tida då plantene hadde redusert evne til å setja nye skot etter at eksisterande skot var fjerna, jfr. tab. 4 hos Fykse (1986). På grunn av den ulike veksefarten, spesielt om våren, vil det i praksis vera uråd å råka dette stadiet hos alle artene samtidig. At byhøymola dessutan er sterk mot middel som i dag kan nyttast i grasmark, særleg tidleg på året då dei andre artene toler minst, gjer ikkje spørsmålet enklare. Best effekt mot byhøymola er det grunn til å venta ved sprøyting i håa, men jamvel då er denne arta strid.

Årsaker til utilfredsstillande verknad mot høymole i praksis kan difor skuldast at sprøytinga blir gjennomført utanom den svake perioden for vedkomande høymoleart (for tidleg eller for seint), eller at det veks fleire arter i blanding som dermed har svake periodar til ulike tider.

Verknad på avlinga

Høymola utgjorde ein stor del av plante-massen. Dekkingsgraden låg i gjennom-snitt for alle felta på ca 35%. I tillegg kom ein del anna ugras, først og fremst soleier, løvetann og syrearter, slik at ugraset totalt dekkja vel 50% av dei usprøyta forsøksrutene.

Når høymola og det andre ugraset kom meir eller mindre bort som følgje av sprøytinga, tok det litt tid før tomroma på ny vart fylte - lengre tid di sterkare ugraseffekt midlet og dosen hadde. For dei beste midla, diklorprop og kombinasjonar der dette midlet gjekk inn, overtok først og fremst grasnetet den ledige plassen. Auken i tørrstoffprosenten viser også dette. For asulam, som i røynda berre verka mot høymole og andre syrearter, kom derimot ugraset i stor mon tilbake alt året etter. Asulam krev difor at arealet blir sprøyta oftare. På den andre sida verka ikkje asulam så sterkt på kløver

som dei andre midla. Uskadeleg var asulam likevel ikkje.

Frå praktisk hald er det kjent at enkelte ønskjer heller å sprøyta i håa framfor om våren, for di avlingsreduksjonen etter sprøyting då skal bli mindre. Ser vi på resultatet over ein 2-årsperiode, viser diklorprop ein reduksjon i høvavlinga pr dekar på 88 kg for sprøyting om våren og 110 kg for sprøyting i håa. Dei tilsvarande tala for bentazon + diklorprop + MCPA var 69 kg og 49 kg. Det første midlet førde altså til størst reduksjon etter sprøyting i håa, det andre etter sprøyting om våren. Mykje av forklaringa på utslaget for det siste midlet er at sprøytinga i håa gav både svakare direkte effekt på høymola og større gjenvekst enn sprøyting om våren, jfr. fig. 2.

Med mindre råavlinga frå slåtten like etter sprøyting er svært viktig, er det lite eller ingen ting å tena på å utsetja sprøytinga frå vår til haust. Verknaden på både vanleg høymole og krushøymole er også best om våren. Einast om byhøymola utgjør hovudgraset synest sprøyting i håa ha mest for seg.

SAMANDRAG

Meldinga som er den siste av tre frå eit prosjekt om høymole, gjer greie for forsøk vedkomande bekjemping av ugraset. Det vart lagt særleg vekt på innverknader av ulike arter og utviklingsstadium på herbicideffekten. Forsøka viste:

1. Byhøymola var sterkare mot herbicid enn vanleg høymole og krushøymole.

2. Sprøyting om våren før stengelstrekking gav best effekt på vanleg høymole og krushøymole, medan sprøyting på store rosetter i håa verka best mot byhøymole.
3. Diklorprop og mekoprop var likeverdige, medan MCPA hadde dårlegare effekt.
4. Bentazon + diklorprop + MCPA verka tolleg bra, men litt svakare enn propionsyre.
5. Asulam verka seint og gav sterk gjenvekst alt året etter sprøyting. I kombinasjon med MCPA eller diklorprop stod fenoksysyrene for hovudeffekten.
6. Avlinga gjekk ned etter sprøyting, men graset tok straks over den ledige plassen. Året etter var avlingsnivået retta opp att, jamvel på ledda som fjerna mest av ugraset.
7. Sprøyting i håa førde til like stor reduksjon i samla høvavling som sprøyting om våren.

LITTERATUR

Fykse, H. 1986. Experiments with *Rumex* species. Growth and regeneration. Meld. Norg. Landbr.-Høgsk. 65 (25), 11 s.

Fykse, H. 1987. Experiments with *Rumex* species. Translocation of assimilates and MCPA related to carbohydrate content of the roots and herbicide effect. Norw. J. Agric. Sci. 1, 97-103.

SAS Institute 1985. SAS user's guide. Statistics, Version 5. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, 956 s.

Vidme, T. 1973. Kjemisk ugrastyning i grasmark. Forsk. Fors. Landbr. 24:127-157.



Biologien hos lita og stor kålflue i Nord-Norge

The biology of Delia radicum L. and D. floralis Fallén (Diptera: Anthomyiidae) in northern Norway

TORJACOB JOHANSEN & ARNSTEIN HALS

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Holt forskingsstasjon, Tromsø, Norway
*The Norwegian State Agricultural Research Stations, Holt Research Station,
Tromsø, Norway*

Johansen, T. J. & A. Hals. The biology of *Delia radicum* L. and *D. floralis* Fallén (Diptera: Anthomyiidae) in northern Norway. Norsk landbruksforskning 4: 337-350. ISSN 0801-5333.

In 1975-79 in a study carried out on the biology of the brassica root flies, *Delia radicum* L. and *D. floralis* Fallén, in northern Norway (65.5-70°N), first fly emergence varied from 16 June to 1 July for *D. radicum* and from 14 June to 13 July for *D. floralis*. On average, *D. floralis* emerged about 10 days later than *D. radicum*. Within the first week of emergence, approximately 75-80% of the males and 45-60% of the females have emerged in both species. In Tromsø (70°N), the first generation of flies continued to oviposit until late August. *D. floralis* required about 20 days more than *D. radicum* from start of pupal development in the spring until 50% pupation of the next generation. *D. radicum* was partly bivoltine in the warmest years, while *D. floralis* was univoltine every year in Tromsø. Almost every year some of the *D. floralis* pupae were «overlayers», however, hatching one year after the first ones. Of the total individuals (larvae and pupae) in plant samples, *D. floralis* made up 10 to 80% in the different years.

Key words: Biology, brassica root flies.

Tor Jacob Johansen, Holt Research Station, P.O. Box 100, N-9000 Tromsø, Norway

Første offisielle rapport om angrep av kålflue i Norge er fra Bodø-området i 1894 (Schøyen 1895), men typiske skader finnes omtalt tidligere, blant annet fra Troms (Normann 1817). I statsentomologens beretninger er det inntil 1930 bare skader av lita kålflue som er nevnt. Til-

svarende var det i Danmark inntil 1925 oppmerksomhet bare omkring lita kålflue (Jørgensen 1957). Lundblad (1933) viste imidlertid at stor kålflue også kunne være av betydning, og denne arten er nå ansett for å være den dominerende i Norden (Lundblad 1933, Lein 1955, Rygg

1962). I verdensmålestokk er det lita kålflue som har størst utbredelse og er den dominerende arten (Coaker & Finch 1971). Stor kålflue finnes bare i et relativt smalt belte på den nordlige halvkule (Jørgensen 1957).

De første undersøkelser av kålfluenes biologi i Norge omfattet i hovedsak tidspunkt for klekking og egglegging (Lein 1955, Rygg 1962). Seinere har Rygg og Sømme (1972) studert egglegging og larveutvikling hos stor kålflue i Sør-Norge i forbindelse med resistensundersøkelser i kålvekster, og Sundby og Taksdal (1969) har undersøkt parasitteringen av kålfluepupper i hele landet. Rygg's (1962) undersøkelser inkluderte klekking hos begge kålflueartene flere steder i Nordland og Troms. Likevel er kunnskapene om artenes levevis i Nord-Norge mangelfulle. Fra Finnmark mangler klekkeobservasjoner helt. Videre har vi få eller ingen holdepunkter om egglegging, larveutvikling og forpopping i landsdelen.

I 1975 ble det satt igang nye undersøkelser av de to kålflueartenes biologi i Nord-Norge. Det ble lagt vekt på å følge utviklinga fra klekking om våren og fram til forpopping, slik at antall generasjoner og varigheten på hver generasjon kunne registreres. Det ble også summert døgngrader i utviklingsperioden for begge artene. I denne artikkelen presenteres de mest grunnleggende resultatene fra dette arbeidet, mens et manuskript med de fullstendige resultatene er tilgjengelig fra Holt forskingsstasjon (Hals & Johansen, upublisert). Artikkelen er ikke à jour med publiserte arbeider etter 1980.

MATERIALE OG METODER

Klekketid ble undersøkt i årene 1975-1979 på seks forskjellige steder i landsdelen (Figur 1). Klekkematerialet (pupper) ble samlet fra kålrotåkrer i september-oktober og i noen tilfeller i mai, og lagt i 5 cm jorddybde for klekking. Etter

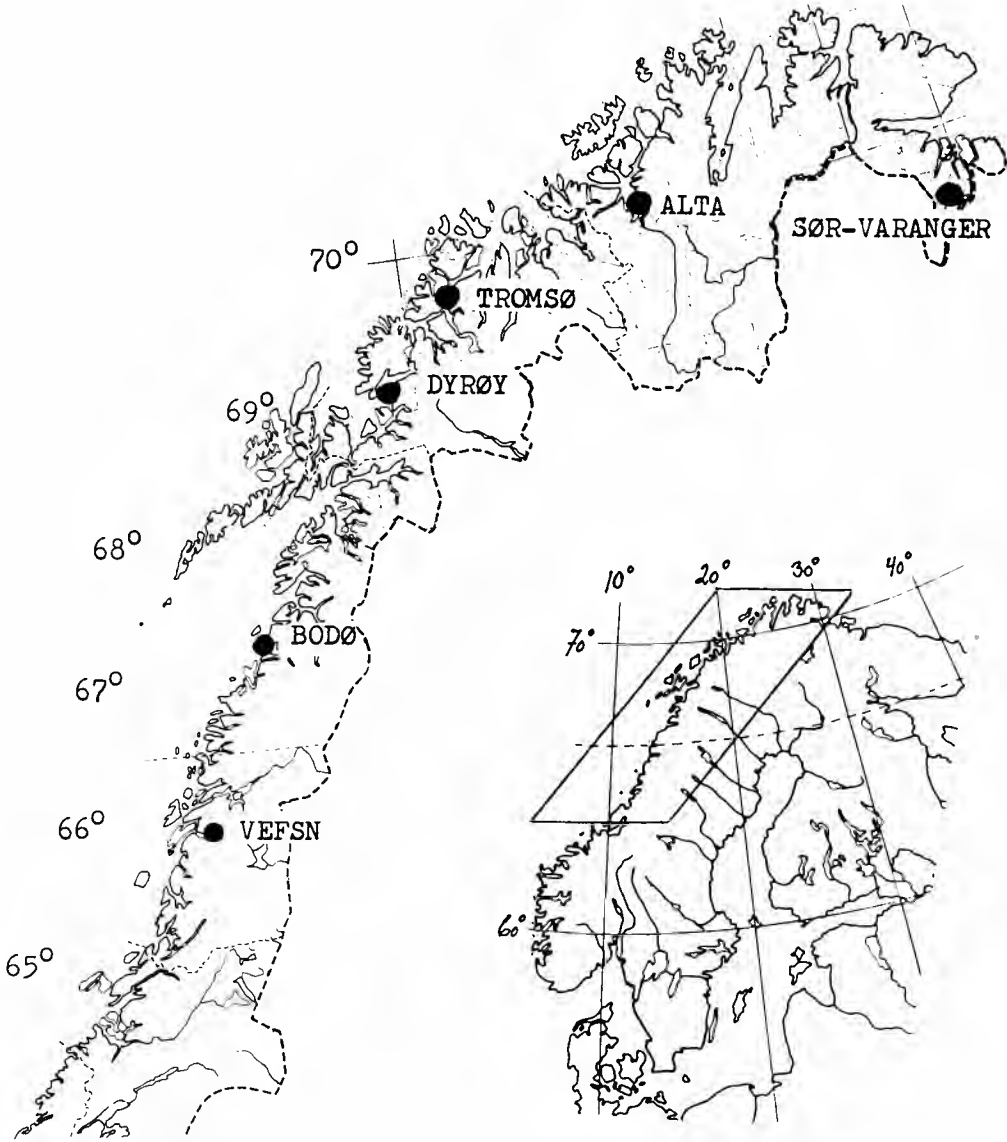
snøsmelting om våren ble klekkedekasser (30 cm x 30 cm x 15 cm) satt over (Rygg 1962). For å fange opp «overliggere» (pupper som ligger over minst to vintrer før klekking) ble kassene satt ut igjen også året etter.

Jorddybdens innvirkning på klekke-resultatet ble undersøkt i Tromsø i årene 1976-1977 ved å observere klekking av pupper i 5, 10 og 15 cm dybde.

Flygeaktiviteten (sverming) ble overvåket ved hjelp av vannfeller i observasjonsfelt i kålrot (20 m x 20 m) ved Holt forskingsstasjon i 1976-1979. Fellene var plastsåler med 16 cm diameter og 5 cm dybde. Skålene ble malt med fluoriserende «Saturn Yellow» uten kjemiske attraktanter. Avstand mellom fellene og kanten av feltene var 5 m, mens innbyrdes avstand var 10 m. Tidlig på sommeren sto fellene på bakken, mens de utover i vekstsesongen ble løftet i høyde med plantenes bladverk. Tømming foregikk daglig i juli i 1977 og 1978, ellers med to til fire dagers intervaller. Fellene ble demontert etter første frostnatt om høsten, men ikke tidligere enn 20 september. Det ble ikke brukt kjemiske insektmidler i observasjonsfeltene.

Egglegging og larveutvikling/forpopping ble studert i observasjonsfelt på siltig sandjord ved Holt forskingsstasjon. Feltene ble etablert som randomiserte blokkforsøk med ulike vertplantarter som ledd. Radavstand var 65 cm og planteavstand 25 cm. Rutestørrelsen var 6,5 m x 4 m i 1976 og 3,25 m x 4 m i 1977-1979. Vertplantene var 'Stenhaug' kålrot, 'Erfurter Dverg' blomkål og 'Cherry Belle' reddik. Kålrot- og blomkålplantene ble sådd i veksthus før 10 mai og plantet ut omtrent 10 juni. Reddik ble sådd direkte på friland omtrent 10 juni. Heller ikke i disse feltene ble det brukt kjemiske midler.

I hver rute ble det talt egg på to rader à fire planter i 1976 og på åtte påfølgende planter på en rad i 1977-1978. Tellingene ble gjort direkte i feltene ved at eggene ble fjernet med pinsett to ganger i uka i hele eggleggingsperioden. Det ble ikke



Figur 1. Forsøksstedene
 Figure 1. The experimental sites

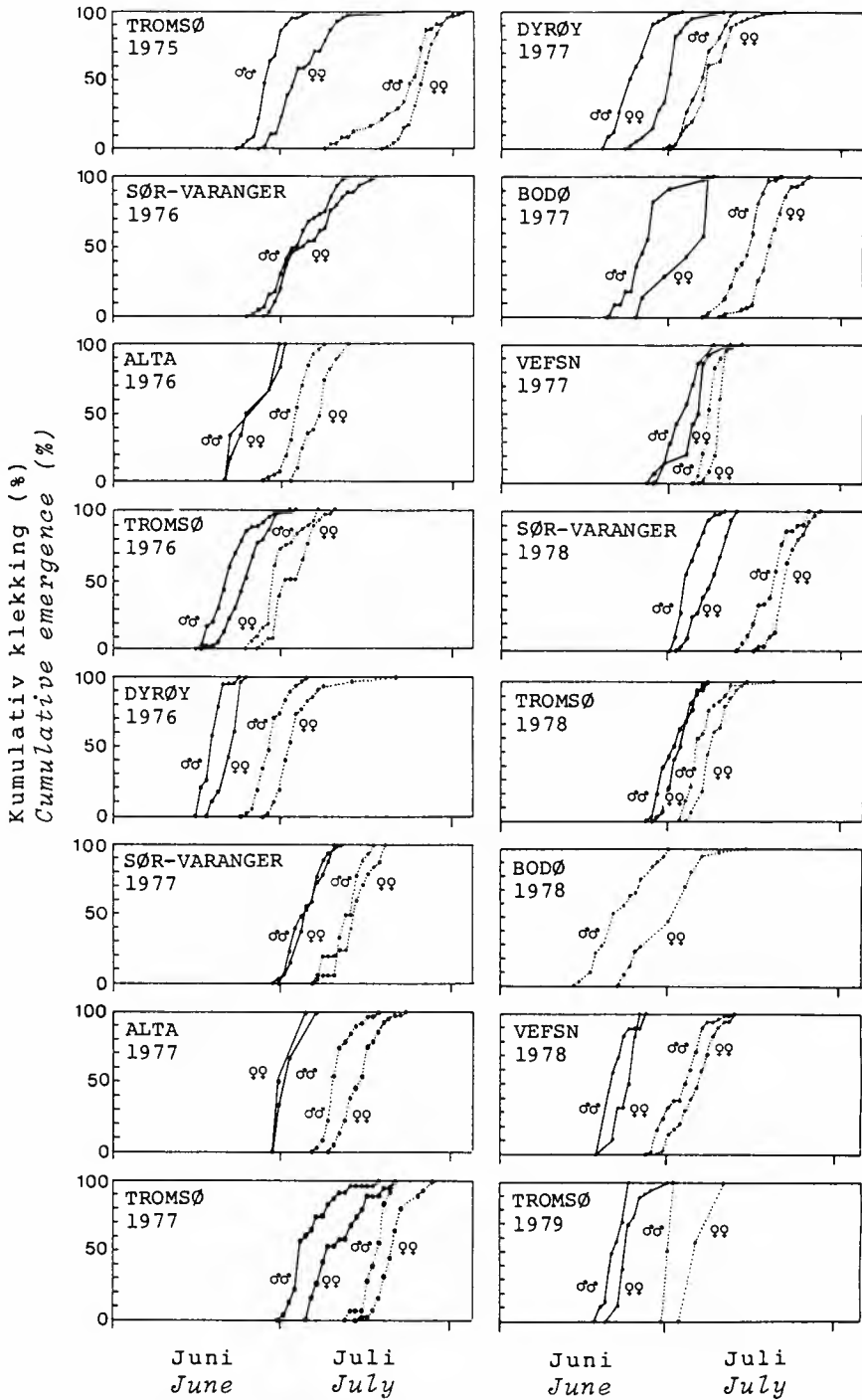
skilt mellom egg av stor og lita kålflue.

Larveutvikling/forpopping ble undersøkt en gang pr. uke fra begynnelsen av juli til alle larvene hadde nådd puppestadiet eller til første frostnatt om høsten. Larver og pupper ble, for hver plantart, talt på ni planter i 1976 og på tolv

planter i 1977-1979. Også jorda omkring plantehullene ble gjennomført.

Artsbestemmelsene av både larver (2. og 3. stadium), pupper og voksne fluer ble gjort i henhold til Lundblad (1933) og Brooks (1951).

Temperatursummen i utviklingspe-



Figur 2. Klekking av lita kålflue (*D. radicum*, ●—●) og stor kålflue (*D. floralis*, ●.....●) på ulike lokaliteter

Figure 2. Emergence of *D. radicum* (●—●) and *D. floralis* (●.....●) at different localities

riodene for begge artene, basert på gjennomsnittet av daglig maksimum og minimum lufttemperatur ved Værvarslinga for Nord-Norge i Tromsø (Anon. 1976-1980), ble beregnet for å sammenligne artenes krav til varmesum. Basistemperaturen for utvikling som slike beregninger forutsetter (Arnold 1959), er foreløpig ikke fastlagt hos nordlige populasjoner for noen av artene. Utviklingen ved lave temperaturer i laboratorium indikerte imidlertid svært lave basistemperaturer for begge artene, og 0°C ble brukt i beregningene.

RESULTATER

Klekking

Begynnende klekking i klekkedassene

varierte fra 16 juni til 1 juli hos lita kålflue, og fra 14 juni til 13 juli hos stor kålflue for alle forsøkssteder og år sett under ett (Figur 2). For alle observasjonsår unntatt ett var det overlapping i klekkeperiode mellom artene. I gjennomsnitt startet lita kålflue klekkinga omtrent ti dager tidligere enn stor kålflue. Størst avvik fra det vanlige mønster var i det kjølige året 1975 (Tromsø). Lita kålflue klekket da omtrent som normalt, mens stor kålflue klekket i siste halvdel av juli. Dette er svært seint i Nord-Norge.

Klekkereperiodene hos begge artene var korte. I gjennomsnitt var varigheten knapt to uker, med variasjon fra en til fire uker. Hannene klekket noe tidligere enn hoene, i gjennomsnitt to og tre dager tidligere hos henholdsvis lita og stor kålflue.

Tabell 1. Klekking av lita (L) og stor (S) kålflue i klekkedasser på ulike lokaliteter
 Table 1. The emergence of *D. radicum* (L) and *D. floralis* (S) in emergence cages at different sites

Lokalitet <i>Locality</i>	Innsam- lingstid <i>Collection time</i>	Antall pupper <i>No. of pupae</i>	Antall klekte fluer <i>No. of emerged flies</i>			
			1. år <i>1st year</i>		2. år <i>2nd year</i>	
			L	S	L	S
Tromsø	Mai 1975	400	99	81	0	116
S-Varanger	Okt 1975	215	90	0	0	1
Alta	" "	240	9	90	0	1
Tromsø	" "	200	72	58	0	1
Dyrøy	" "	350	47	66	0	0
S-Varanger	Sept 1976	200	69	43	0	0
Alta	Okt 1976	200	5	93	-	-
Tromsø	" "	200	42	74	0	2
"	Mai 1977	200	21	132	0	5
Dyrøy	Sept 1976	260	82	87	0	1
Bodø	Okt 1976	200	18	75	0	5
Vefsn	Sept 1976	230	21	82	0	7
S-Varanger	Sept 1977	300	66	51	0	0
Tromsø	Okt 1977	210	66	62	0	0
Bodø	Mai 1978	200	0	67	0	0
Vefsn	" "	315	37	97	0	0
Tromsø	Aug 1978	175	56	5	-	-
Totalt <i>Total</i>		4095	800	1163	0	139

Tabell 2. Klekking av lita (L) og stor (S) kålflue ved ulike jorddybder
 Table 2. The emergence of *D. radicum* (L) and *D. floralis* (S) at different soil depths

Jord- dybde Soil depth (cm)	Innsam- lingstid Collection time	Antall pupper No. of pupae	Antall klekte No. emerged				Begynnende klekking* Start of emergence*		Klekkerperi- ode (dager) Emergence period (days)	
			1. år 1st year		2. år 2nd year		L	S	L	S
			L	S	L	S				
5	Mai 1977	200	21	132	0	5	0	0	14	43
10	" "	203	14	114	0	18	+5	+3	12	56
15	" "	203	0	16	0	63	-	+6	-	34
5	Okt 1977	210	66	62	0	0	0	0	10	16
10	" "	200	34	68	0	0	+3	+2	10	22
15	" "	200	22	81	0	4	+5	+4	8	18

* Første år. Tidsforskyvning i dager i forhold til 5 cm dybde.
 First year. Days delayed compared with at 5 cm soil depth.

I de landsdelsomfattene klekkeforsøkene ble det i hele undersøkelsesperioden lagt ut 4095 pupper, hvorav omtrent 50 prosent klekket (Tabell 1). Av disse var 38 prosent lita kålflue og 62 prosent stor kålflue.

I 1975 klekket bare omtrent 40 prosent av de overvintrede puppene hos stor kålflue. Resten lå over en ekstra vinter («overligger») og klekket samtidig med lita kålflue i 1976 (Tabell 1). De andre årene ble det bare registrert et mindre antall «overligger» hos stor kålflue, mens det ikke ble observert «overligger» hos lita kålflue i noen av årene.

Tidspunkt for begynnende klekking ble forsinket opptil ei uke ved økende jorddybde (Tabell 2). Varigheten av klekkeperiodene ble imidlertid ikke systematisk endret. Derimot klekket færre individer av lita kålflue ved økende jorddybde slik at artsfrekvensen endret seg. Hos stor kålflue økte antall «overligger» til neste sesong ved økende jorddybde. Fra 15 cm klekket ni individer av stor kålflue også etter at puppene hadde ligget over to ekstra vintre. Det ble ikke påvist «overligger» av lita kålflue uansett jorddybde.

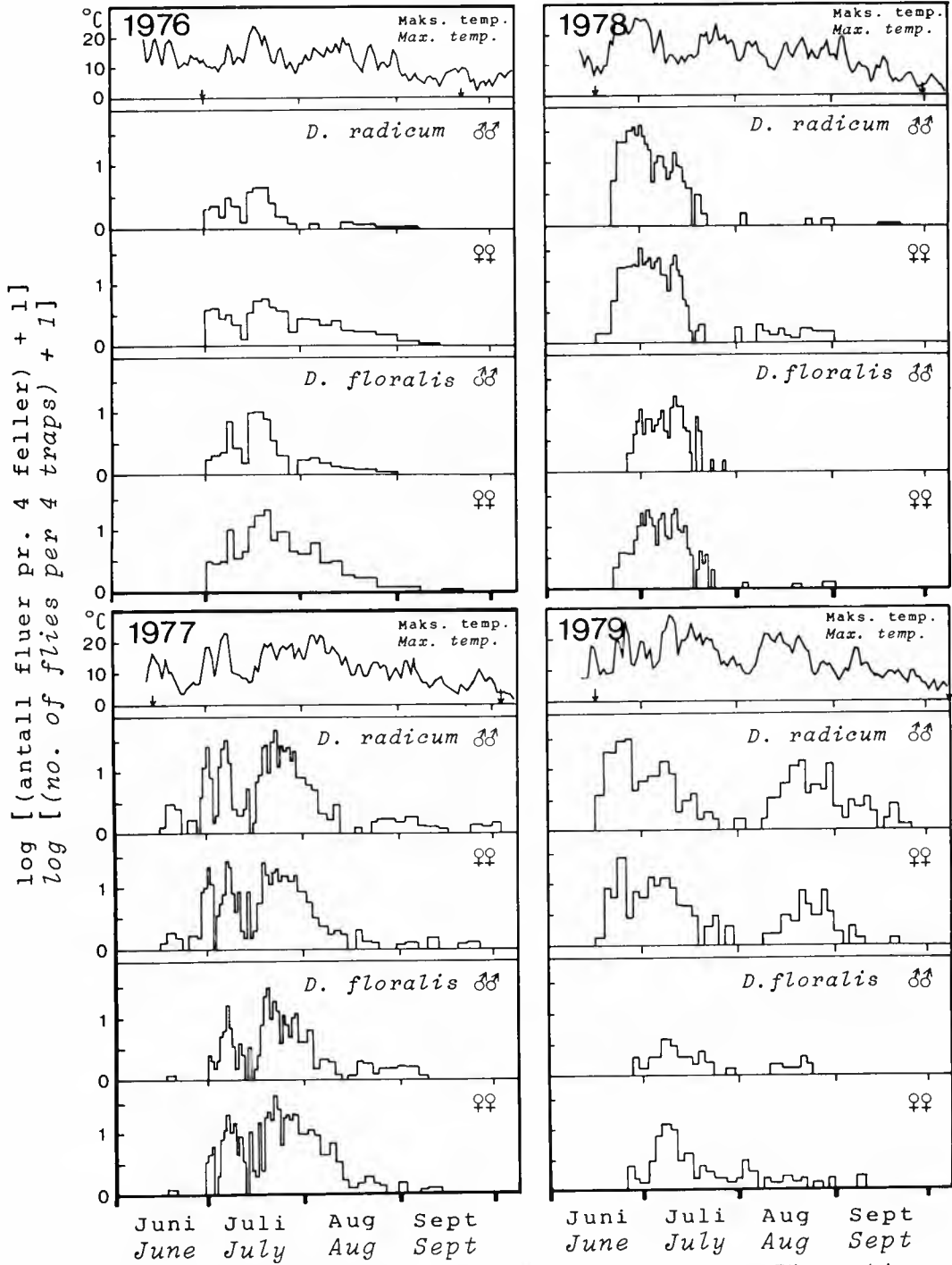
Svermeaktivitet

Svermeperiodene for lita og stor kålflue

overlappet stort sett hverandre i disse undersøkelsene. Et unntak var 1979 da lita kålflue var klart tidligere (Figur 3). Denne sesongen var også den eneste med en tydelig andre generasjon av lita kålflue. De første individene av andre generasjons fluer (med panneblære) dukket opp allerede i midten av august. I 1978 ble det observert enkeltindivider av andre generasjons lita kålflue i vannfellefangstene i slutten av august og i 1976-1977 i første halvdel av september. Stor kålflue viste ingen tegn til en andre generasjon i noen av årene.

Fangststørrelsen varierte noe gjennom sommeren, men disse variasjonene falt i betydelig grad sammen med temperaturvariasjonene (Figur 3). Felles for alle år var at de fleste fluene ble fanget innen utgangen av juli.

I 1976 ble fellene satt ut etter svermestart slik at styrkeforholdet mellom artene i sesongen sett under ett er noe usikkert (Tabell 3). I fangstperioden var det imidlertid en sterk overvekt av stor kålflue i vannfellene dette året (71 prosent). De øvrige år var det overvekt av lita kålflue. Det var omtrent likevekt mellom kjønnene hos lita kålflue, mens hofluene var i klar overvekt hos stor kålflue.



Figur 3. Vannfellefangster av lita og stor kålflue (*D. radicum* og *D. floralis*) i Tromsø. Pilene angir begynnelsen og slutt på fangstperioden
 Figure 3. Water trap catches of *D. radicum* and *D. floralis* in Tromsø. The arrows indicate the beginning and end of the trapping period

Tabell 3. Gjennomsnittlige sesongfangster av lita (L) og stor (S) kålflue i gule vannfeller (\pm S.E.)
 Table 3. The average seasonal catches of *D. radicum* (L) and *D. floralis* (S) in yellow water traps (\pm S.E.)

År Year	Antall feller No. of traps	Antall fluer No. of flies		Artsfrekvens Species frequency L/S (%)	Kjønnfrekvens Sex frequency	
		L	S		L	S
					♂/♀ (%)	♂/♀ (%)
1976*	8	38 \pm 2	93 \pm 6	29/71	30/70	28/72
1977	8	215 \pm 19	167 \pm 24	56/44	57/43	34/66
1978	8	199 \pm 42	88 \pm 24	69/31	50/50	39/61
1979	4	218 \pm 36	38 \pm 9	85/15	57/43	25/75

* Fangstperioden startet omtrent 14 dager etter begynnende klekking
 The trapping period began about 14 days after the start of emergence

Tabell 4. Akkumulert antall kålflueegg pr. plante i sesongen (\pm S.E.). Absolutt variasjon i parentes
 Table 4. The accumulated number of brassica root fly eggs per plant during the season (\pm S.E.). Total range in parenthesis

År Year	Antall planter No. of plants	Kålrot Swedes	Blomkål Cauliflower	Reddik Radish
1976	48	46 \pm 13 (9-288)	27 \pm 5,0 (3-92)	26 \pm 7,3 (0-129)
1977	32	187 \pm 12 (90-315)	202 \pm 16,6 (70-383)	216 \pm 24,3 (87-425)
1978	32	178 \pm 18 (65-549)	84 \pm 7,3 (11-164)	124 \pm 20,7 (63-225)

Egglegging

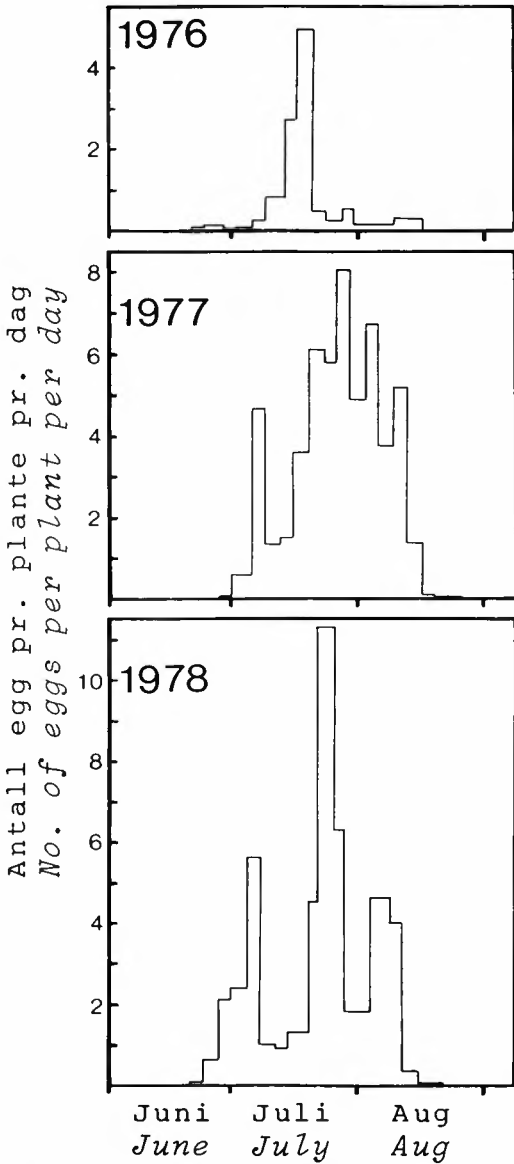
På grunn av tellemåten kan det ikke sies noe om eggleggingsintensiteten og eggleggingsmønsteret hos den enkelte art. Den totale eggleggingen varierte imidlertid sterkt de tre årene undersøkelsene ble gjort (Tabell 4). I 1977 ble det funnet omkring 200 egg i gjennomsnitt pr. plante uansett vertplanteart, mot bare noe over 30 egg i 1976. Egg-tallet varierte også sterkt mellom plantene de enkelte år, og i 1976 ble det for eksempel ikke funnet egg i det hele tatt på flere av reddikplantene. I 1978 ble det lagt flere egg på kålrot enn på noen av de andre artene.

I alle tre årene ble det lagt egg fra slutten av juni til siste halvdel av august (Figur 4). Den største eggleggingsaktiviteten var i siste halvdel av juli.

Larveutvikling/forpopping

De første observasjoner av larver (2. stadium) av lita kålflue ble gjort i første halvdel av juli alle år (upublisert materiale), og av stor kålflue i gjennomsnitt 10-14 dager seinere. Størst antall larver av lita kålflue pr. plante ble funnet i siste halvdel av juli og av stor kålflue tre til fire uker seinere. De første puppene ble funnet rundt månedsskiftet juli-august hos begge artene (Figur 5), og lita kålflue var i gjennomsnitt omkring ei uke tidligere enn stor kålflue. I starten gikk imidlertid forpoppingen raskest hos lita kålflue, slik at 50 prosent forpopping ble oppnådd omtrent tre uker tidligere. Ingen av artene oppnådde 100 prosent forpopping alle år.

På grunn av den langvarige eggleggingen ble første generasjons kålfluelar-

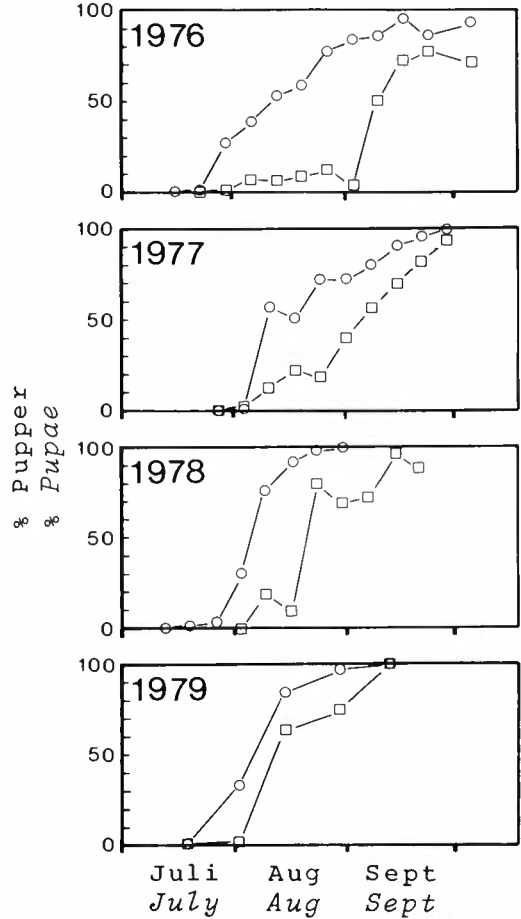


Figur 4. Egglegging hos kålfluene i kålrot
 Figure 4. Ovipositing by the brassica root flies in
 swedes

ver observert helt til frosten kom om høsten.

Individtall og artssammensetning

Styrken på det totale kålflueangrepet, målt i antall larver og pupper pr. plante, varierte sterkt fra år til år (Tabell 5).



Figur 5. Forpopping hos lita (o) og stor (■) kålflue (*D. radicum* og *D. floralis*). Gjennomsnitt for kålrot og blomkål, i 1979 bare for kålrot
 Figure 5. Pupation of *D. radicum* (o) and *D. floralis* (■). The average for swedes and cauliflower; in 1979 for swedes only

Angrepet var for eksempel klart større i 1977 enn i 1976, uansett planteart. Frekvensfordelingen mellom de to kålflueartene endret seg også sterkt i forsøksperioden. Mens stor kålflue utgjorde omtrent 80 prosent av larve- og puppepopulasjonen i kålrot i 1976, var tilsvarende andel nede i rundt ti prosent i 1978 (Tabell 5). I 1979 var andelen av stor kålflue noe større igjen. Frekvensfordelingen mellom de to artene var svært lik både i kålrot, blomkål og reddik, unntatt i 1976 da blomkål skilte seg ut.

Tabell 5. Antall individer (larver og pupper) av lita (L) og stor (S) kålflue pr. plante (\bar{X}) og frekvens (L/S) av arteneTable 5. The number of *D. radicum* (L) and *D. floralis* (S) individuals (larvae and pupae) per plant (\bar{X}) and the frequencies (L/S) of the two species

År Year	Antall planter* No. of plants*	Kålrot Swedes		Blomkål Cauliflower		Reddik Radish	
		\bar{X}	L/S (%)	\bar{X}	L/S (%)	\bar{X}	L/S (%)
1976	45	14	19/81	8	62/38	11	14/86
1977	60	42	36/64	63	29/71	26	25/75
1978	60	22	89/11	39	95/5	22	92/8
1979	36	15	64/36	-	-	-	-

* Sum for de fem siste prøvedatoer (tre i 1979).

Sum for the five latest sampling dates (three in 1979).

Tabell 6. Akkumulerte døgngader over 0°C i luft i utviklingsperioden hos lita (L) og stor kålflue (S) i Tromsø (datoer i parentes)

Table 6. The accumulated air d° above 0°C in the developmental period of *D. radicum* and *D. floralis* in Tromsø (dates in parenthesis)

År Year	Start av akkumulering Start of accumulation	Til første flue i klekkeklasse Until 1st fly in emergence cage		Til 10% klekking av hofluer Until 10% female emergence		Til 50% forpopping Until 50% pupation	
		L	S	L	S	L	S
1975	1 mai	285 (23/6)	400 (9/7)	315 (28/6)	485 (21/7)	-	-
1976	10 mai	300 (16/6)	393 (25/6)	349 (20/6)	435 (29/6)	909 (11/8)	1168 (9/9)
1977	8 mai	302 (1/7)	432 (13/7)	364 (6/7)	462 (17/7)	821 (12/8)	1037 (5/9)
1978	25 mai	306 (27/6)	424 (3/7)	343 (29/6)	452 (5/7)	824 (5/8)	988 (21/8)
1979	8 mai	254 (18/6)	394 (30/6)	277 (21/6)	432 (3/7)	885 (6/8)	1007 (14/8)
Gjennomsnitt Average		289 (23/6)	409 (4/7)	330 (27/6)	453 (9/7)	860 (9/8)	1050 (28/8)
S.E.		9,5	8,1	15,4	9,7	22,1	40,6

Livssyklus i forhold til døgngader (d°) i Tromsø

Temperatursummen fra snøsmelting ved klekkestasjonen til og med den dagen da første flua ble observert i klekkekassene var i gjennomsnitt 289 d° for lita kålflue og 409 d° for stor kålflue (Tabell 6). Stor kålflue krevde altså 120 d° (11 dager) mer enn lita kålflue fram til begynnende klekking. Fram til 50 prosent forpopping

krevde de to artene i gjennomsnitt 860 d° og 1050 d° . Av disse tallene framgår det at til egglegging og larveutvikling (fra begynnende klekking til 50 prosent forpopping) krevde stor kålflue 70 d° (8 dager) mer enn lita kålflue. For hele utviklingsperioden, fra våren til 50 prosent forpopping av neste generasjons larver, krevde stor kålflue 190 d° (19 dager) mer enn lita kålflue.

DISKUSJON

Resultatene fra Holt forskingsstasjon, Tromsø (70°N), tyder på at lita kålflue delvis kan utvikle en andre generasjon praktisk talt i hele landet. Det er tidligere påvist andre generasjons fluer så langt nord som til Nord-Trøndelag (63°N) (Rygg 1962). Men, denne andre generasjonen har liten eller ingen økonomisk betydning så langt nord som i Tromsø, og heller ikke i landet for øvrig (Rygg 1962). Stor kålflue har en generasjon i sesongen i Nord-Norge slik som ellers i landet.

Tidligste klekking av lita og stor kålflue var i disse undersøkelsene henholdsvis 16 juni og 14 juni. Det er imidlertid rapportert klekking så tidlig som rundt 10 juni i Troms (Rygg 1962). I gjennomsnitt startet stor kålflue klekkinga omtrent ti dager seinere enn lita kålflue i Nord-Norge. Dette avviker fra det vanlige klekkemønstret i Sør-Norge, der stor kålflue klekker betydelig seinere (Rygg 1962).

I gjennomsnitt klekket omtrent 80 prosent av hannene og 60 prosent av hoene av lita kålflue i løpet av den første uka. For stor kålflue var tallene henholdsvis 75 og 45 prosent. Coaker & Wright (1963) har tidligere observert at omtrent 80 prosent av lita kålflue klekket i løpet av den første uka. I gjennomsnitt startet hannene klekkinga 2-3 dager tidligere enn hoene og avsluttet også tidligere. Dette er i samsvar med Lundblad (1933).

I klekkeforskene ble puppene lagt i samme dybde, mens stor kålflue sannsynligvis forpupper seg noe dypere enn lita kålflue under naturlige forhold (Jørgensen 1957). Det naturlige klekkemønstret vil trolig likevel ikke avvike stort fra det observert. En økning av jorddybden fra 5 cm til 15 cm førte bare til 4-6 dager seinere klekking hos stor kålflue i den foreliggende undersøkelsen.

I Sør-Norge er det til dels stor variasjon i klekketid og varighet av klekkeperiodene mellom ulike populasjoner av stor kålflue (Rygg 1962). Lundblad

(1933), som observert svært lange klekkeperioder, forklarte dette med stor biologisk variasjon innen arten. I Nord-Norge kan den jevnt tidlige klekketida, og de korte klekkeperiodene, skyldes et sterkt seleksjonspress for tidlighet på grunn av den korte sesongen.

Alle sammenligningene av klekketid er i denne undersøkelsen basert på observasjon av første flue i klekkerekassene. Ved langvarige klekkeperioder kan en tilfeldig tidlig opptreden av første flue avvike mange dager fra «normal» start. Ti prosent eller 50 prosent klekking vil i slike tilfeller være en sikrere observasjon. Men i dette tilfelle, hvor begge artene har svært korte klekkeperioder, blir eventuelle avvik ubetydelige (Figur 2). Imidlertid må det tas hensyn til at klekkerekassene i seg selv forsinket utviklinga med en til to dager (upublisert materiale).

I de fleste tilfeller vil de første fluene som klekker være hannfluer. I forbindelse med varsling av angrepstidspunkt kan det derfor være mer relevant å beregne 10 prosent eller 50 prosent klekking av hofluer (Tabell 6).

En utpreget egenskap hos stor kålflue i Nord-Norge er at puppene kan «ligge over» en sommer og dermed få to overvintringer før klekking. For eksempel lå omtrent 60 prosent av puppene fra 1974 over den uvanlig kjølige sommeren 1975 og klekket først i 1976. Det ble også påvist tre overvintringer ved 15 cm jorddybde. Tidligere har Jørgensen (1957) påvist to overvintringer før klekking. Denne fordelinga av klekkinga over flere år gir trolig arten en sikrere overlevelse etter sesonger med katastrofale utviklingsvilkår.

Lita kålflue startet sverminga noe tidligere enn stor kålflue. Dette kunne forventes ut fra forskjellen i klekketidspunktene. Vannfellefangstene viste likevel stort sett sammenfallende aktivitetsmønster for de to kålflueartene gjennom sesongen. Fluene var aktive det meste av sommeren fra siste halvdel av juni, med tydelige aktivitetstopper i pe-

rioder med maksimumstemperaturer over 15°C. Både Miles (1951) og Hawkes (1969) har tidligere påvist at temperaturen må over 10°C for at aktiviteten skal bli nevneverdig.

Den samlede eggleggingsperioden for begge kålflueartene varte fra noen dager etter begynnende sverming og helt til omkring 20 august (Figur 4). Dette forklarer forekomsten av unge larver om høsten i år med bare en generasjon av begge artene. Eggleggingsmønsteret hos den enkelte art ble ikke avdekket i den foreliggende undersøkelsen.

I året med svakest egglegging var det en sterk variasjon i antall egg fra plante til plante (Tabell 4). En slik variasjon er tidligere påvist av blant andre Miles (1953), og samsvarer også godt med praktiske erfaringer.

Tidspunktene for klekking og forpopping, samt temperatursummene, gir en god illustrasjon på de ulike utviklingshastigheter for lita og stor kålflue. Egg- og larvestadiet (fra begynnende klekking til 50 prosent forpopping) varte for eksempel omtrent 8 dager (70 d°) lengre hos stor enn hos lita kålflue i Tromsø. Varis (1967) har tidligere observert to til tre ukers forskjell mellom de to artene. Temperatursummene må imidlertid ikke tas som uttrykk for de reelle krav til varmesum. Basistemperaturen for utvikling i nordlige områder er fortsatt ukjent for begge artene og det ligger mange feilkilder i bruken av lufttemperaturer i forhold til jordtemperaturer (Baker 1980). Forut for praktisk anvendelse av temperatursummene til for eksempel varsling av egglegging, bør betydningen av ulike topografi, jordart og beliggenhet i forhold til målestasjon for temperaturer studeres. Også basistemperaturen for utvikling og eventuelle varierende krav til varmesum hos ulike kålfluepopulasjoner bør undersøkes nærmere.

Den sterke variasjonen i angrepsgrad mellom årene, belyst av både svermeaktivitet, eggfall og larve-/puppetall (Tabell 3-5) indikerer en teoretisk mulighet for behovsprøvet bekjempelse. Det er imid-

lertid ikke gitt at det er mulig å utarbeide en praktisk anvendbar skadeterskel. Et stort problem er at det opptrer to arter med ulik biologi og økologi.

Det kvantitative forholdet mellom disse artene varierer også sterkt mellom årene (Tabell 5), noe som samsvarer med resultatene til Kanervo (1954) og Varis (1958) i Finland. Det vil være en viktig oppgave å studere årsakssammenhengene til denne variasjonen i artssammensetning nærmere. I denne forbindelse vil det være interessant å studere klimaets innvirkning på størrelsen av den andre generasjon hos lita kålflue og på andelen av «overligger» hos stor kålflue.

SAMMENDRAG

Denne artikkelen omhandler biologien hos lita kålflue (*Delia radicum* L. og stor kålflue (*Delia floralis* Fallén) i Nord-Norge. Klekking er undersøkt seks forskjellige steder i landsdelen, mens sverming, egglegging og larveutvikling er undersøkt ved Holt forskingsstasjon i Tromsø (Figur 1). Temperatursummene er basert på daglige maksimum og minimum standard lufttemperaturer. Forsøksperioden var fra 1975 til 1979.

Klekkinga ble observert i klekkekasser over nedgravde pupper og svermeaktiviteten ble overvåket ved bruk av gule vannfeller. Egglegginga og utviklinga av larvene ble undersøkt på kålrot, blomkål og reddik i felt.

Begynnende klekking varierte mellom 16 juni og 1 juli hos lita kålflue og mellom 14 juni og 13 juli hos stor kålflue (Figur 2). Klekkinga hos lita kålflue startet i gjennomsnitt omtrent ti dager tidligere enn hos stor kålflue. I løpet av første uke av klekkeperioden klekket i gjennomsnitt 80 prosent av hannene og 60 prosent av hoene hos lita kålflue. De tilsvarende tall for stor kålflue var 75 prosent og 45 prosent. Klekkeperiodene varte i gjennomsnitt 12-13 dager hos begge artene.

Stor kålflue krevde omtrent 120

døgngrader (d°) over 0°C (11 dager) mer enn lita kålflue før utvikling fram til begynnende klekking i Tromsø (Tabell 6). Fra begynnende klekking til 50 prosent forpopping av neste generasjons larver krevde stor kålflue omtrent 70 d° (8 dager) mer enn lita kålflue.

En liten andre generasjon av lita kålflue svermet enkelte år i Tromsø, men hadde ingen praktisk betydning i skadesammenheng. Stor kålflue hadde bare en generasjon i alle år. Hos stor kålflue var en varierende andel av puppene «overliggere» og klekket ikke før etter to overvintringer (Tabell 1). Denne fordelinga av klekkinga over flere sesonger gir trolig arten en sikrere overlevelse etter sesonger med katastrofale utviklingsvilkår. Lita kålflue hadde ingen «overliggere».

Egglegginga (sum av begge artene), varierte sterkt mellom planter og mellom år (Tabell 4). Det var egglegging fram til omkring 20 august (Figur 4). Dette forklarer forekomsten av unge larver om høsten i år med bare en generasjon fluer.

Andelen av stor kålflue (larver og pupper) varierte fra omtrent 10 prosent til 80 prosent i de forskjellige årene (Tabell 5). Disse observasjonene samsvarte med varierende artsfrekvenser i vannfellefangstene (Tabell 3). Slike variasjoner har trolig betydning for effekten av de aktuelle bekjempelsestiltak på grunn av artenes ulike økologi.

SUMMARY

This work deals with the biology of *Delia radicum* L. and *D. floralis* Fallén in northern Norway. Emergence was observed at six different sites, while flight activity, egg-laying and larval development were examined at Holt Research Station in Tromsø (Fig. 1). The accumulated day-degrees (d°) are based on daily maximum and minimum standard air temperatures. The investigations were carried out in 1975-79 and this paper is not up to date with work published since 1980.

Emergence was observed in wooden emergence cages placed over pupae buried at a 5 cm depth and flight activity was monitored by means of yellow water traps. Egg-laying and larval development were observed in fields with swedes, cauliflower and radish.

First fly emergence varied between 16 June and 1 July for *D. radicum* and between 14 June and 13 July for *D. floralis* (Fig. 2). On average, the emergence of *D. radicum* began approximately 10 days before *D. floralis*. During the first week of the emergence period, an average of 80% of the *D. radicum* males and 60% of the females emerged. The corresponding figures for *D. floralis* were 75% and 45%. The emergence periods were at 12-13 days for both species.

D. floralis required about 120 d° above 0°C (11 days) more than *D. radicum* for development until first fly emergence in Tromsø (Table 6). From first fly emergence until 50% pupation of the next generation, *D. floralis* required approximately 70 d° (8 days) more than *D. radicum*.

D. radicum was partly bivoltine in Tromsø in some of the years, but the second generation was of no economic importance. *D. floralis* was univoltine every year. A varying proportion of the *D. floralis* pupae were «overlayers» and did not hatch until one year after the first ones (Table 1). This strategy probably ensures the survival of the species at high latitudes with occasionally «catastrophal» summers. *D. radicum* had no «overlying» pupae.

The oviposition (sum of both species) varied strongly between plants and between years (Table 4). Egg-laying was observed until 20 August (Fig. 4), so young larvae living in late August in northern Norway may be the progeny of the first generation flies.

The proportion of *D. floralis* larvae and pupae varied from about 10 to about 80% in the different years (Table 5). These observations corresponded with the varying species frequency in the water

traps (Table 3). Such variations in the relative species abundance may affect the results of pest control efforts because of the different ecology of the two species.

ETTERORD

Arnstein Hals har stått for gjennomføringen av disse undersøkelsene, men sluttet ved Holt forskingsstasjon i 1980. Tor J. Johansen overtok materialet for sluttbearbeiding og publisering i 1989. Takk til Vigdis Olsen for teknisk hjelp og Gudmund Taksdal og Trygve Rygg for råd og kommentarer.

LITTERATUR

- Anon., 1976-1980. Norsk Meteorologisk Årbok for 1975-1979. Det Norske Meteor. Inst., Oslo.
- Arnold, C. Y. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Am. Soc. Hort. Sci.* 74: 430-445.
- Baker, C.R.B. 1980. Some problems in using meteorological data to forecast the timing of insect life cycles. *EPPO Bull.* 10: 83-91.
- Brooks, A. R. 1951. Identification of the root maggots (Diptera: Anthomyiidae) attacking cruciferous garden crops in Canada, with notes on biology and control. *Can. Ent.* 83: 109-120.
- Coaker, T. H. & D. W. Wright 1963. The influence of temperature on the emergence of the cabbage root fly (*Erioischia brassicae* Bouché) from overwintering pupae. *Ann. appl. Biol.* 52: 337-343.
- Coaker, T. H. & S. Finch 1971. The cabbage root fly (*Erioischia brassicae* Bouché). *Rep. natn. Veg. Res. Stn. for 1970:* 23-42.
- Hawkes, C. 1969. The behaviour and ecology of the adult cabbage root fly *Erioischia brassicae* (Bouché). Ph. D. thesis, University of Birmingham.
- Jørgensen, J. 1957. Den store kålflue (*Chortophila floralis* Fall.). Nyere undersøgelser vedrørende dens biologi, parasitering og bekæmpelse. *Tidsskr. Pl.avl* 60: 657-712.
- Kanervo, V. 1954. Grønsakflugornas biologi og bekæmpning. *Nord. Jordbr.forskn.* 36: 333-338.
- Lein, H. 1955. Kålfluene (*Hylemya brassicae* Bouché og *H. floralis* Fallén). Undersøkelser over deres biologi og bekjemping i Norge. *Meld. Statens plantevern, nr. 9.* 65 s.
- Lundblad, O. 1933. Kålflugorna. *Statens växtskyddsanst., Medd. nr. 3.* 103 s.
- Miles, M. 1951. Factors affecting the behaviour and activity of the cabbage root fly (*Erioischia brassicae* Bouché). *Ann. appl. Biol.* 38: 425-432.
- Miles, M. 1953. Field studies on the influence of weather conditions on egg-laying by the cabbage root fly, *Erioischia brassicae* Bouché. I. *Ann. appl. Biol.* 40: 717-725.
- Normann, N. 1817. Et og andet om Tranøe Præstegield. *Budstikken 1* (35-36). Christiania.
- Rygg, T. 1962. Kålfluene, *Hylemya brassicae* (Bouché) og *H. floralis* (Fallén) (Dipt.: Anthomyiidae). Undersøkelser over klekketider og bekjempelse i Norge. *Forsk. fors. Landbr.* 13: 85-114.
- Rygg, T. & L. Sømme 1972. Oviposition and larval development of *Hylemya floralis* (Fallén) (Dipt.: Anthomyiidae) on varieties of swedes and turnips. *Norsk ent. Tidsskr.* 19: 81-90.
- Schøyen, W. M. 1895. Statsentomologens Beretning i Aarsberetning angaaende de offentlige Foranstaltninger til Landbrugets Fremme i Aaret 1894, pp. 49-82.
- Sundby, R. A. & G. Taksdal 1969. Surveys of parasites of *Hylemya brassicae* (Bouché), and *H. floralis* (Fallén) (Diptera, Muscidae) in Norway. *Norsk ent. Tidsskr.* 16: 97-106.
- Varis, A.L. 1958. On the importance of the sowing time of crucifers in preventing the damage caused by cabbage maggots (*Hylemya* spp., on the basis of tests made on big-leafed turnip. *Maatal.tiet. Aikak.* 30: 264-270.
- Varis, A.L. 1967. Studies on the biology of the cabbage root fly (*Hylemya brassicae* Bouché) and the turnip root fly (*Hylemya floralis* Fall.). *Ann. Agr. Fenn.* 6: 1-13.

Redusert sprøyting mot mjøldogg (*Sphaerotheca mors-uvae*) til solbær

I. Verknader på sjukdomsutvikling og avling

*Reduced spraying against powdery mildew (*Sphaerotheca mors-uvae*) in blackcurrants*

I. The effects on pest development and yield

ARNFINN NES

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kise forskingsstasjon, Nes på Hedmark
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, Nes Hedmark, Norway

Nes, A. Reduced spraying against powdery mildew (*Sphaerotheca mors-uvae*) in blackcurrants. I. Effects on pest development and yield. Norsk landbruksforskning 4: 351-358. ISSN 0801-5333.

The effects of different spray programmes against powdery mildew (*Sphaerotheca mors-uvae*) in the blackcurrant cultivar Ben Nevis' were investigated over a six-year period in a plantation in eastern Norway. A standard spray programme which included seven applications of triadimephone per year, gave the best fungal control, but with a 50% reduction in the spray programme there was very little effect. Untreated blocks had the smallest berries and yielded less than those that were treated. Mean figures over the six years showed greater berry size when the number of applications was reduced from seven to five per year. However, yields were not significantly reduced even when a spray programme of only three applications per year was used. Fungal attack affected the generative development significantly, but not vegetative growth. Analyses of pesticide residues in the berries revealed very low values for all spray programmes.

Key words: Blackcurrants, pest control, residues.

Arnfinn Nes, The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, 2350 Nes Hedmark, Norway.

Bærproduksjon med bruk av minst moglege kjemiske plantevernmiddel, er eit viktig mål å arbeida mot.

I solbærproduksjonen gjer mjøldogg-soppen (*Sphaerotheca mors-uvae*) stor skade i mange sortar. I ein del land vert

det difor sprøytt 8-12 gonger for året mot denne sjukdomen, medan det i andre land berre er lov å sprøyta før bløming og etter hausting (Ionova & Minaev 1983). Hjø oss har det vore tilrådd å sprøyta 5-7 gonger for året mot mjøldogg. Når nye sortar skal godkjennast, må dei alltid vera sterkare enn dei gamle mot denne soppen. Det er difor av stor interesse å granska korleis eit redusert sprøyteprogram verkar på vekst, avling og sjukdomsutvikling i ei moderne planting.

I solbær har det vore fokusert mykje på restar av kjemiske plantevernmiddel i bæra og produkta (Blundstone 1981 og 1982, Clay & McKone 1979, Lokke & Odgaard 1981, Paulsen 1985). Det vart difor også utført restanalyser for nokre stoff dei to første åra av forsøksperioden.

Forsøka vart gjennomførde hjå ein bærdukar nær Kise forskingsstasjon i åra 1983-1988.

MATERIAL OG METODE.

I ei to år gamal solbærplanting med sorten 'Ben Nevis', vart det frå våren

1983 lagt ut eit sprøyteforsøk mot mjøldogg (*Sphaerotheca morsuvae*). Forsøksplanen var blokkforsøk med fem ledd og fire gjentak. Det var to buskar pr. forsøksrute og ein grensebusk mellom rutene som var tilfeldig fordelte innan blokkene.

Buskane vart skorpe normalt kvar vår, det vart nytta simazin mot ugraset og forsøksfeltet vart heile tida vatna etter behov.

Det vart nytta ryggståkesprøyte til all sprøyting, og det vart sprøytt til det tok til å drypa frå blada.

Mjøldoggåttaket vart kvart år vurdert to gonger: tre veker før hausting, og ved hausting. Det vart nytta ein poengskala frå 0 til 5 der 0 = friske blad, og 5 = sterkt åttak.

Dato for notering av mjøldoggåttak, var 26.-28. juli i fem av åra, og 30. juli i 1987, i tillegg til haustedato.

Bæra vart banka av, og avling pr rute og bærstorleiken vart registrert. Forsøket vart gjennomført i seks avlingsår.

Det vart teke utgangspunkt i Standard sprøyteplan som tilrådde sju sprøyt-

Tabell 1. Standard Sprøyteplan mot mjøldogg (*Sphaerotheca mors-uvae*) i solbær
Table 1. Standard spraying programme against powdery mildew (*Sphaerotheca mors uvae*) in blackcurrants

Spr. nr. Spray no.	tidspunkt time	verksamt stoff active ingredient
1.	Ei veke før bløming <i>One week before blossom</i>	triadimefon + mankozeb
2.	Ved börjande bløming <i>At first blossom</i>	triadimefon *
3.	Straks etter bløming <i>Immediately after blossom</i>	triadimefon **
4.	10 dagar etter spr. nr. 3 <i>10 days after spray no. 3</i>	triadimefon
5.	10 dagar etter spr. nr. 4 <i>10 days after spray no. 4</i>	triadimefon
6.	4 veker før hausting <i>4 weeks before harvest</i>	triadimefon
7.	Etter hausting <i>After harvest</i>	triadimefon + mankozeb

* benomyl i 1983

* benomyl in 1983

** dichlofluamid i 1983

** dichlofluamid in 1983

ingar mot mjøldogg, tabell 1. Denne planen er utarbeidd av Fylkeslandbrukskontoret i Hedmark og Oppland.

Gjødslinga vart utført etter bladanalysar, og verdiane for nitrogen låg litt under eller i nedre del av optimalområdet, fosfortala var høge, og kaliuminnhaldet høveleg i heile omløpet.

I tre av åra vart det utført ei nærare granskning av vegetativ og generativ utvikling på eittårige skot med ulikt mjøldoggåtak. Tidleg om våren vart det valt ut og merka kraftige greiner frå buskar med svakt (1,1 poeng ved hausting), middels (2,0 poeng) og sterkt (3,1 poeng) mjøldoggåtak året før. Ei rekkje avlingskomponentar vart registrerte på desse greinene gjennomveksts sesongen. I denne granskninga vart det nytta 16 gjentak.

Forsøksledda var:

The treatments were:

- A: Ingen bruk av soppmiddel
No spraying against fungal attack
- B: Sprøyting berre før bløming: nr 1 og 2
Spraying only before blossom: no. 1 and 2.
- C: Standard sprøyteplan, sprøyting 1-7.
Standard spray programme: no. 1-7.
- D: Sprøyting før bløming og etter hausting: nr 1, 2 og 7
Spraying before blossom and after harvest: no. 1, 2 and 7

E: Sprøyting nr 1, 2, 3, 5 og 7.

Spray no. 1, 2, 3, 5 and 7.

I dei to første sprøytingane vart det og kvart år nytta endosulfan mot solbærgallmygg.

Dei to første åra, vart det teke bærprøvar på 1/2 kg for restanalysar ved Kjemisk analyselaboratorium på Ås.

RESULTAT

Sjukdomsutvikling

Solbæra vart alle år hausta kring 20. august. Verknaden av sprøyteprogramma var den same kvart år, og middelverdiane for dei seks åra er sett opp i tabell 2.

Mjøldoggåtakinget auka fram mot hausting, og det var kraftigast åtak på dei usprøyta buskane. Tre veker før hausting var det nesten ikkje åtak på buskane som vart sprøyta mest (ledd C), og størst åtak på dei usprøyta buskane. Åtakinget auka med redusert sprøyting.

Ved hausting var det og mest mjøldogg på det usprøyta leddet, men det var ingen skilnad på ledd C og E, endå ledd C var sprøytt to gonger meir enn ledd E.

Avling og bærstorleik

Avlinga frå åtte buskar pr ledd vart registrert kvart år, og omrekna til avling i kg pr dekar, tabell 3.

Tabell 2. Poeng for mjøldoggåtak (0-5) ved to tidspunkt etter ulike sprøyteprogram. Middell av 6 år
Table 2. Scores (scale 0-5) for powdery mildew attack taken on two occasions following different spraying programs. Means of 6 years. (0 = no attack, 5 = severe attack)

Sprøyte-/Time of tidspunkt/application	Sprøyteprogram/Spraying programmes ¹					LSD _{5%}
	A	B	C	D	E	
Tre veker før hausting <i>Three weeks before harvest</i>	2,5	1,5	0,1	1,3	0,5	0,3
Ved hausting <i>At harvest</i>	3,0	2,5	1,1	2,0	1,2	0,3

¹ See explanation of treatments given in text

Tabell 3. Avling (kg/daa) etter dyrking med ulike sprøyteprogram
 Table 3. Total yield (kg/0.1 ha) of bushes exposed to different spraying programmes

År/Year	Sprøyteprogram/Spraying programme ¹					LSD _{5%}
	A	B	C	D	E	
1983	389	350	320	364	384	n.s.
1984	871	731	992	825	1062	n.s.
1985	672	724	756	642	742	n.s.
1986	451	554	1014	696	723	222
1987	563	795	879	912	1032	219
1988	637	530	464	674	671	n.s.
Middel/Mean	597	614	737	685	769	79

¹ See Table 2

Tabell 4. Bærstorleik (g/100 bær) etter dyrking med ulike sprøyteprogram
 Table 4. Berry size (g/100 berries) from bushes exposed to different spraying programmes

År/Year	Sprøyteprogram/Spraying programmes ¹					LSD _{5%}
	A	B	C	D	E	
1983	126	111	102	142	126	15
1984	130	172	161	194	165	38
1985	108	119	133	131	132	18
1986	113	121	115	105	133	9
1988	138	133	137	137	155	n.s.
Middel/Mean	123	131	130	142	142	10

¹ See Table 2

Bærstorleiken vart registrert ved hausting kvart år med unntak av 1987, og resultatet er sett opp i tabell 4.

Avlingane var store alle åra, og ulik sprøyting gav ikke statistisk sikkert utslag på avlinga i meir enn i to av dei seks åra.

I middel for omløpet var det derimot sikre avlingsskilnader mellom fleire av ledda. Tre av sprøyteprogramma (C, D og E) gav signifikant større avling enn u-sprøyta buskar.

Størst middelavling vart funne i ledd E, men skilnaden var ikkje statistisk sikker til ledd C.

Resultatet i ledd B og D er likevel kanskje det mest interessante. Her vart det aldri sprøytt på blomar, kart eller

bær, så i eit miljøperspektiv er resultatet frå desse ledda særst interessante.

Avlinga i ledd D var i middel av seks år 52 kg mindre pr dekar enn i ledd C, medan det var fire færre sprøytingar kvart år. Økonomisk kom såleis dette leddet godt ut, i tillegg til at det var eit meir miljøvenleg dyrkingsopplegg.

Skilnaden på ledd B og D var at i ledd D vart buskane også sprøytt ein gong etter hausting. Buskane i ledd D gav størst avling, men skilnaden til ledd B var ikkje signifikant.

Korrelasjonsberekningar mellom poeng for mjøldogg ved to tidspunkt og avlingsmengd, gav ingen eller svært dårleg samanheng.

Bærstorleiken synta stor variasjon

både mellom ledd og år, og det var sikkert samspel mellom disse faktorane.

Buskane som vart sprøytt etter Standard sprøyteplan (ledd C), hadde i middel av fem år mindre bærstorleik enn dei som fekk eit redusert sprøyteprogram (ledd D og E). I same perioden var det derimot ikkje sikker skilnad i bærstorleik på usprøyta buskar (ledd A) og dei som vart mest sprøytt (ledd C). Bæra frå ledd C var signifikant større enn bæra frå ledd A i to av dei fem åra, og dei var mindre i eitt år.

Bæra i ledd D var signifikant større enn i ledd B i to av åra og i middel for fem år.

Registreringar på unge skot.

I tre år vart det valt ut skot på buskar som hadde lite (1), middels (2) og sterke (3) mjøldoggåtak. På desse skota vart det året etter registrert ei rekkje avlingskomponentar, tabell 5.

Skota og internodia var lengst på buskar med middels sterkt mjøldoggåtak. Korkje tal knoppar i alt eller tal

blomeknoppar syntest vera påverka av mjøldoggåtaking, men både tal blomar og bær pr. skot og prosent blomeknoppar vart reduserte av mjøldoggåtaking. Korkje bærstorleiken eller avlinga vart reduserte før mjøldoggåtaking var sterkt.

Restanalysar

Dei to første åra av forsøksperioden vart det teke ut prøvar av bæra ved hausting. Bærprøvane på 1/2 kg vart straks frosne og seinare analyserte ved Kjemisk Analytelaboratorium på Ås.

Resultata er sette opp i tabell 6.

Codex-verdiane er rettleiande grenseverdier for akseptable restmengder av plantevernmiddel i matvarer, som er fastsette av FN-organet Codex Alimentarius Commission.

Som tala i tabell 6 syner, vart det funne svært lite restar av plantevernmiddel i prøvane etter bruk av alle sprøyteprogramma.

Mancozeb vart nytta i sprøyting nr 1 og 7, og benomyl i sprøyting nr 2 i 1983.

Tabell 5. Avlingskomponentar på skot med ulikt mjøldoggåtak året før
 Table 5. Yield components on shoots with light (1), medium (2), or severe (3) mildew attack the previous year

Avlingskomponentar Yield components	Mjøldoggåtak året før Mildew attack the previous year			LSD _{5%}
	1	2	3	
Skotlengd, cm Shoot length, cm	107	110	104	3
Internodielengd, mm Internode length, mm	36	37	34	3
Knoppar pr skot Buds per shoot	30	30	31	n.s.
Blomeknoppar pr skot Blossom buds per shoot	19	17	17	n.s.
Blomar pr skot Blossoms per shoot	155	136	126	18
Prosent blomeknoppar Percent age of blossom buds	61	56	55	5
Tal bær pr skot Berries per shoot	104	88	75	12
Bærstorleik, g pr 100 bær Berry size, g per 100 berries	124	133	106	9
Bæravling, g pr skot Berry yield per shoot	1268	1150	821	158

Tabell 6. Restar av kjemiske plantevernmiddel (ppm) i solbær etter bruk av ulike sprøyteprogram
 Table 6. Residues of fungicides (ppm) in blackcurrants following different spray programmes

Spr. program Spray programme	Verksame stoff/Active ingredient						
	Triadimefon		SC ₂ *	Endosulfan		Dichlofluamid	Benomyl
	1983	1984	1984	1983	1984	1983	1984
A	-	-	0,05	-	0,050	-	0,3
B	0,065	0,090	0,48	-	0,205	-	2,3
C	0,100	0,200	0,56	0,660	0,403	8,14	2,8
D	0,060	0,118	0,56	-	0,225	-	2,2
E	0,105	0,135	0,49	0,520	0,208	4,62	2,4
Middel/Mean	0,083	0,136	-	-	-	-	-
Codex-verdiar Codex values	1,00		5,00	2,00		15,00	5,0

*: Mancozeb er bestemt som karbonsulfid (SC₂)
 Mancozeb is analysed as carbon sulphide (SC₂)

Alle ledd vart begge åra også sprøyte med endosulfan før bløming. Det var såleis ingen skilnad mellom ledda i tal sprøytingar med desse midla. Likevel vart det funne ein del skilnader i restmender av dei i bæra.

I 1983 vart det nytta dichlofluamid i sprøyting nr 3 både i ledd C og E. Restane som vart funne i bæra var 76 % større i ledd C enn i ledd E.

Desse døma kan tyda på at sprøyting med andre middel kan verka inn på nedbrytinga av eit plantevernmiddel og dermed også på mengda av restar i produktet.

Triadimefon vart nytta i alle sprøytingane i 1984, medan det vart nytta benomyl i sprøyting nr 2 året før. Restmengdene av triadimefon var større i alle ledd i 1984 enn året før. Kor mykje av denne skilnaden som skuldast skilnader i sprøyteprogrammet eller skilnader mellom åra, er vanskeleg å seia.

I tabell 7 er restmengdene av triadimefon i bæra etter ulikt tal sprøytingar sett opp for to år.

Tala syner at det ikkje er nokon enkel samheng mellom tal sprøytingar

Tabell 7. Restar av triadimefon (ppm) i solbær etter ulikt tal sprøytingar i to år
 Table 7. Residues of triadimephone (ppm) in blackcurrants following different numbers of applications in two years

År/Year	Tal sprøytingar med triadimefon Number of applications of triadimephone			
	2(B)	2(D)	4(E)	6(C)
1983	0,065	0,060	0,105	0,100
1984	0,090	0,118	0,135	0,200

Tabell 8. Restmengder av dichlofluamid (ppm) i solbærstilkar etter bruk av to ulike sprøyteprogram
 Table 8. Residues of dichlofluamid (ppm) in stalks of blackcurrants following application of two different spray ing programmes

Spr. program Spraying programme	I bær In berries	I stilkar In stalks
	C	8,14
E	4,62	24,3

og restmengdene ein kan finna i bæra. Materialet er likevel for lite til at det kan nyttast til å forklara dette nærare.

I 1984 vart det også utført restmengdeanalysar av dichlofluanid på stilkar av solbær. Verdiane var her svært mykje høgare enn dei som vart funne i bæra (tabell 8), men stilkane utgjør berre om lag ein prosent av den samla bærmassen.

DRØFTING

Sorten 'Ben Nevis' har svak resistens mot mjøldogg, og det vart ofte tilrådd sju soppssprøytingar gjennom sesongen. Forsøket syntte (tabell 2) at det vart minst mjøldogg når det vart nytta Standard sprøyteplan (ledd C) med sju mjøldogg-sprøytingar. Mjøldoggåttaket auka likevel lite om tal sprøytingar vart redusert til tre eller fem sprøytingar (ledd D og E).

Sprøyteprogram B og D oppfyller kravet i landa der det ikkje er lov å sprøyta mellom bløming og hausting (Ionova & Minaev 1983).

Dei gav begge signifikant mindre mjøldoggåttak enn usprøyta ledd, men buskane fekk sterkere åttak enn etter bruk av Standard sprøyteplan.

Tala for avling og bærstorleik (tabell 3 og 4), syner at eit redusert sprøyteprogram har liten negativ verknad på desse faktorane. Dei usprøyta buskane hadde i middel av omløpet 81 prosent av avlinga og 94 prosent så store bær som dei som vart sprøytt sju gonger. Buskane som berre vart sprøytt før bløming og etter hausting, hadde i same perioden 93 prosent så stor avling og 9 prosent større bær samanlikna med buskane som også vart sprøytt fire gonger mellom bløming og bærmodning.

I ledd E, var tal sprøytingar mellom bløming og bærmodning halvert i høve til Standard sprøyteplan. Ved hausting var det ingen skilnad i mjøldoggåttak mellom ledd A og E, og vi fekk her den største avlinga og dei største bæra i middel av omløpet.

Korleis dette verkar inn på det økonomiske utbyttet, er drøfta i eit anna arbeid (Nes & Kråkevik 1991).

Ulikt åttak av mjøldogg hadde liten verknad på den vegetative utviklinga (tabell 5).

Blomstermengd, avling og bærstorleik vart derimot kraftig redusert av auka mjøldoggåttak. Årsakene til dette kan vi truleg finna ved å sjå på korleis mjøldoggsoppen utviklar seg i høve til den vegetative og generative utviklinga hjå buskane. Skotveksten hjå solbær føregår frå knoppsprett og fram til om lag tre veker før bærmodning (Kongsrud 1969, Nes 1983). I denne perioden er buskane relativt lite påverka av mjøldoggsoppen. Blomsterdanning og utvikling av blomsteranlegga, tek til seinare - kring hausting - og føregår heile hausten utover. I denne tida var buskane sterkare skadde av mjøldoggsoppen, og verknadene vart større.

Restanalysane i solbæra (tabell 7 og 8) stadfesta det Paulsen (1985) fann. Det vart aldri funne restmengder over 56 prosent av Codex-verdiar. Dei fleste analysane syntte langt lågare verdiar. Granskinga syntte og at sjølv når buskane vart sprøytt etter Standard sprøyteplan, vart det funne lite restmengder i bæra.

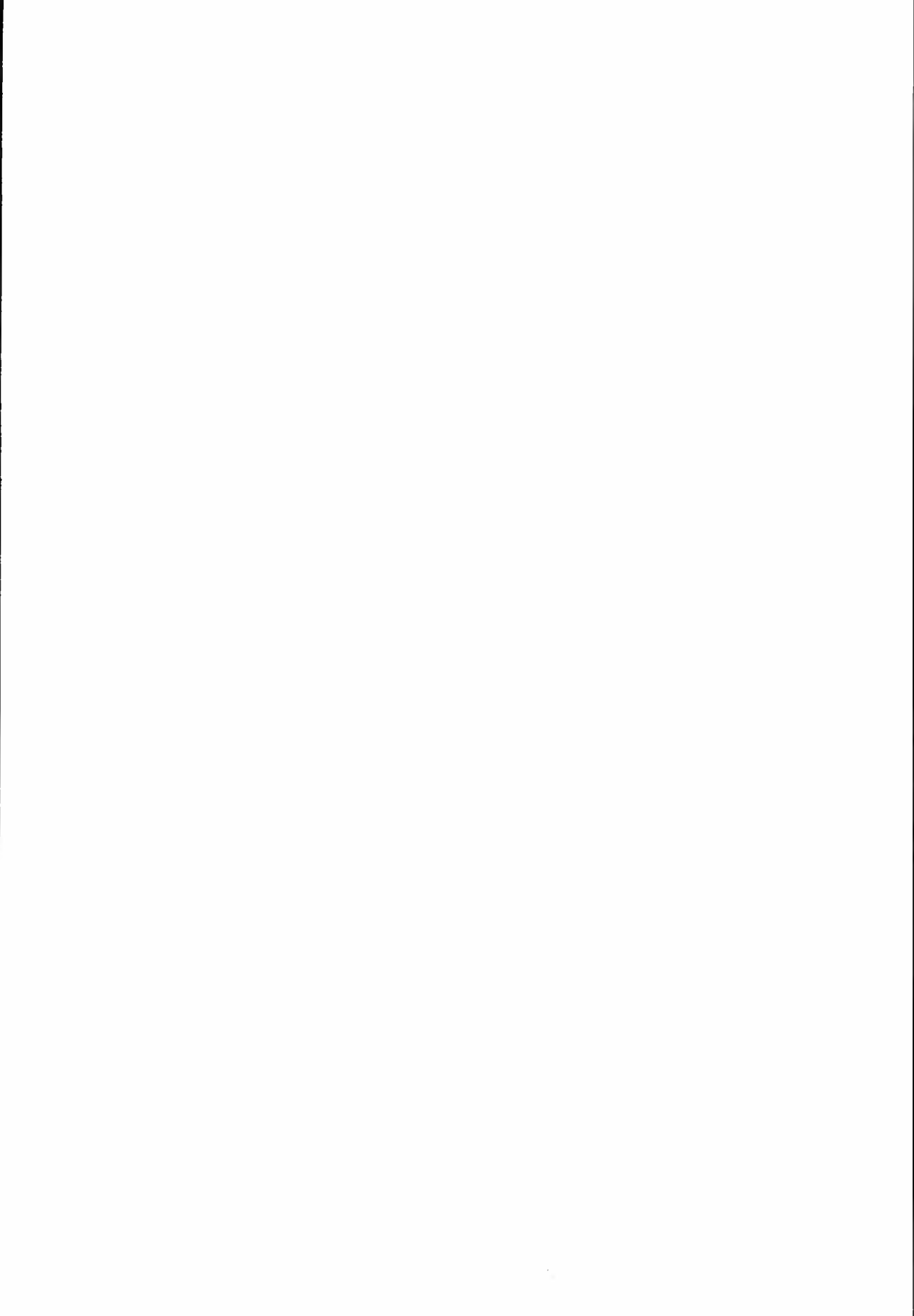
SAMANDRAG

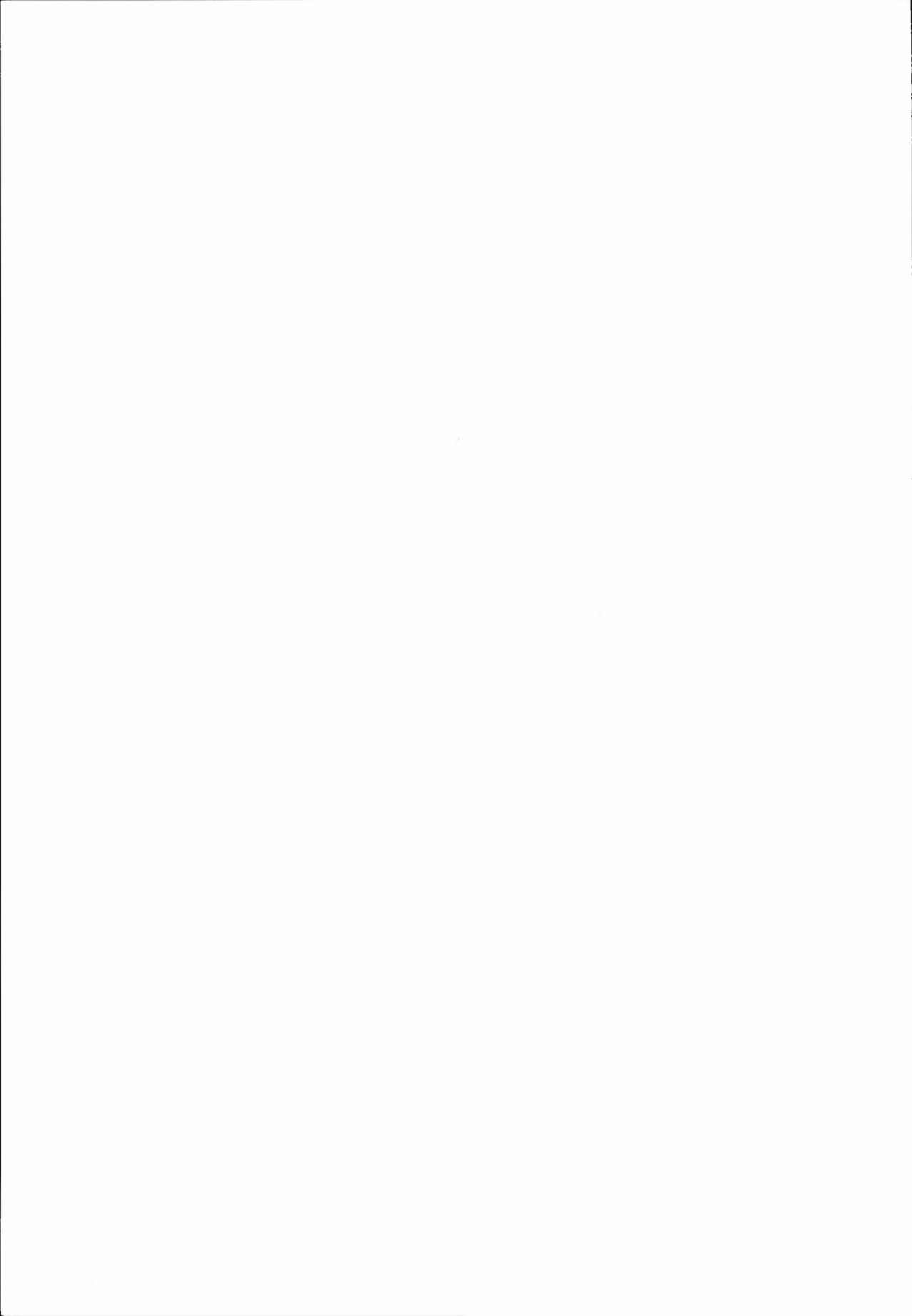
I eit 6 årig forsøk ved Kise forskingsstasjon, vart det nytta ulike sprøyteplanar mot mjøldogg hjå solbærsorten 'Ben Nevis.' Verknader på sjukdomsutvikling, avlingsfaktorar og restmengder av kjemiske plantevernmidde i bæra vart registrert. Standard sprøyteplan med sju soppssprøytingar gav minst mjøldoggskade, men skaden auka lite om tal sprøytingar vart halvert. Usprøyta buskar fekk minst avling i middel av åra, medan det ikkje var signifikante skilnader i avling mellom ledda som vart sprøytt frå tre til sju gonger mot mjøldogg. Også bærstorleiken vart redusert på dei usprøyta buskane, men to av ledda

med redusert sprøyteplan hadde dei største bæra. Auka skade av mjøldogg hadde liten negativ verknad på den vegetative veksten, men den generative utviklinga var tydeleg påverka av mjøldoggskadene. Analysar av bæra for restmengder av plantevernmiddel syntte svært små verdiar etter alle sprøyteprogramma.

LITTERATUR.

- Blundstone, H. A. W. 1981. The effect of treating spinach, celery, apples and blackcurrants with ethylenebisdithiocarbamates (EBDC'S) on levels of EBDC and ethylene thiourea (RTU) in canned products. Technical Memorandum, Campden Food Preservation Research Association, No. 275, 33 pp.
- Blundstone, H. A. W. 1982. Ethylenebisdithiocarbamate (EBDC) and ethylenethiourea (ETU) residues in processed fruit and vegetable crops. Technical Memorandum, Campden Food Preservation Research Association, No. 305, 34 pp.
- Clay, D.V & C.E. McKone 1979. Effects of repeated applications at high rates of chlorthiamid and dichlobenil to blackcurrants. *Pesticide Science* 10 (5): 429-437.
- Ionova, Z. A. & L.A. Minaev 1983. Russian fungicides against powdery mildew on currant and strawberries. *Sbornik Nauchnykh Trudov, Vsesoyuznui Naucho Issledovatel'skii Institut Sadovodstva imeni I.V. Michurina* (No.38): 82-87.
- Knapek, R., T. Utracki & K. Kajfosz 1984. Ergebnisse zum Ruckstandverhalten von Carben-dazim. *Nachrichtenblatt fur den Pflanzenschutz in der DDR*. 38 (7): 142-144
- Kongsrud, K. L. 1969. Effects of soil moisture tention on growth and yield in black currants and apples. *Acta agr. Scand.* 19: 245-257.
- Løkke, H. & P. Odgaard 1981. Residues in blackcurrants, fodder peas, spinach and potatoes treated with sublethal doses of 2, 4, 5 · T to simulate wind drift damage. *Pesticide Science* 12 (4): 375-384.
- Malkomes, H. P., B. Gotteburen, W. Pestemer & A. Karnatz 1988. Auswirkungen langjahrig unterschiedlicher Unkrautbekämpfung in Obstbau-dauerkulturen. II. Mikrobielle Aktiviteten im Boden. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* (Sonderheft 11): 267-276.
- Nes, A. 1983. Plantevekst og bærutvikling hjå solbær. *Frukt og Bær* 1983: 20-27.
- Nes, A. & S. Kråkevik 1991. Redusert sprøyting til solbær. II. Verknader på det økonomiske utbyttet. *Norsk landbruksforskning* in print.
- Paulsen, J. 1985. Rester av klorprofam i potet, skadedyr- og soppmidler i solbær. *Informasjonsmøte i plantevern*. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket Nr. 2: 21-26.





RETTLEIING FOR FORFATTARAR

MANUSKRIPDET

Manuskriptet skal vera maskinskrive på ei side av papiret. Bruk 8 mm lineavstand (3 linjer per tomme) og ein marg på minst 3 cm. Lat kvar av dei følgjande bolkane byrja på nytt ark: (1) tittel, (2) utdrag og nøkkelord, (3) teksta, (4) etterord, (5) litteraturliste, (6) tabellar, (7) figurtekster.

Nummerer sidene med 1 på tittelsida.

Artikkelen skal normalt vera delt inn i (1) innleiing, (2) materiale og metodar, (3) resultat, (4) drøfting og (5) samandrag.

Det kan brukast tre gradar av underoverskrifter, som deler opp og klargjer teksta. Artiklane skal vera så korte som råd og vanlegvis ikkje lengre enn 20 manussider medrekna tabellar og figurar. Dei må sendast redaksjonen i to eksemplar.

TITTELSIDA

På tittelsida skal stå:

1. Tittelen på artikkelen.
Gjer tittelen presis, men så kort som råd. Undertittel kan brukast, men òg han må vera stutt. Både tittel og undertittel skal vera omsette til engelsk.
2. Ein forkorta tittel, som skal brukast som kolumnetittel, og som ikkje bør vera på meir enn 40 bokstavar.
3. Fullt namn på alle forfattarar.
4. Namn og adresse på institusjonar og/eller avdelingar med fagleg ansvar for granskinga. Institusjonsnamna skal også vera på engelsk.

UTDRAG OG NØKKELORD

Utdrag og nøkkelord skal vera på engelsk (abstract, key words). Bruk nøkkelord som er lista i Agrovoc. Utdraget skal ikkje vera lengre enn 150 ord. Det skal gi eit kort samandrag av artikkelen med hovudvekt på resultat og konklusjonar og mindre vekt på føremålet med granskinga og metodane. Bruk berre standard forkortingar i utdraget.

Bruk ikkje fleire enn 10 nøkkelord, som skal forast opp alfabetisk. Oppgi namn og adresse på den forfattaren som skal ta imot eventuell korrespondanse, korrektur og særprent.

ETTERORD

Takk skal rettast berre til personar som har ytt noko vesentleg til granskinga. Forfattaren skal sikra seg at personar som vert nemnde, kan gå god for resultatane og konklusjonane i artikkelen.

TABELLAR

Skriv kvar tabell med 8 mm lineavstand på eige ark. Nummerer tabellane med arabiske tal. Gi kvar tabell ei stutt, men dekkjande tekst så lesaren kan skjønna tabellen utan å sjå i artikkelteksta. Bruk fotnotar til forklaring av forkortingar o.l., og bruk desse symbola i rekkjefølgja: ¹⁾, ²⁾, ³⁾, ⁴⁾, ⁵⁾.

Ungå loddrette og vassrette linjer i tabellane. Tabellteksta og all tekst i tabellen skal vera omsett til engelsk.

FIGURAR

Alle illustrasjonar vert rekna som figurar. Dei skal nummererast med arabiske tal. Bokstavar, tal og symbol må vera klare, stå i høve til kvarandre og vera store nok til å tåla minsking. Forfattaren bør gjera seg opp ei meining om figurane skal dekkja 1, 1½ eller 2 spaltar og teikna figurane slik at tal og bokstavar i alle vert om lag like store etter minskinga. Foto grafii bør vera så nær den prenta storleiken som mogleg. Om förstøring eller minsking er viktig for fotografiet, bør målestokken stå på baksida av fotografiet og ikkje i teksta til bildet. Kvar figur skal ha ei tekst som gjer han skjønleg utan å sjå i artikkelteksta. Alle figurtekstene skal skrivast på eige ark og med engelsk omsetjing.

LITTERATURTILVISINGAR

I teksta vert det vist til litteratur ved forfattarnamn og årstal etter Harvardsystemet: Høeg (1971) eller (Høeg 1971). Eit arbeid av to forfattarar vert vist til ved begge namna kvar gong: Oen & Vestrheim (1985) eller (Oen & Vestrheim 1985). Når det er fleire enn to forfattarar, skal ein visa til første forfattaren med tillegget «et al.»: Aase et al. (1977) eller (Aase et al. 1977).

Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under kvar forfattar i kronologisk orden. Er ein vist til fleire publikasjonar av same forfattar same året, må ein føya til a, b osv. etter årstalet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

Høeg, O.A. 1971. Vitenskapelig forfatterskap. 2. utg. Universitetsforlaget, Oslo. 131 s.

Junttila, O. & I. Schjelderup 1984. Seed production and vivipary in timothy (*Phleum pratense* L.), s. 51–55 i H. Riley & A.O. Skjelvåg (red.). The Impact of Climate on Grass Production and Quality. Proceedings of The 10th General Meeting of The European Grassland Federation, Ås–Norway 26–30 June 1984.

Oen, H. & S. Vestrheim 1985. Detection of non-volatile acids in sweet cherry fruits. *Acta agriculturæ scandinavica* 35: 145–152.

Strømnes, R. 1983 Maskinell markberedning og manuell planting. Landbrukets årbok 1984: 265–278.

Uhlen, G. 1968. Nitrogengjødsling til ettårig raigras. *Jord og avling* 10 (3): 5–8.

Aase, K.F., F. Sundstøl & K. Myhr 1977. Forsøk med strandrøyr og nokre andre grasartar. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 575–604.

Legg merke til at:

- Berre første forfattaren skal ha etternamnet først
- Teiknet & vert brukt mellom forfattarnamn
- Årstalet etter forfattarnamnet er prenteaåret for publikasjonen
- Heftennummer vert sett i parentes etter band/årgangsnummer. Heftennummer vert teke med berre når kvart hefte byrjar med side 1
- Det skal brukast kolon framfor sidetal for tidsskriftartiklar
- Årstal skal nyttast der band/årgangsnummer vantar
- Ved tilvising til bok skal forlag og utgjevarstad forast opp etter tittelen på boka. Dersom boka har komme i fleire utgåver, skal det står kva for utgåve som er nytta
- Det vert ikkje tilrådd å forkorta namnet på publikasjonar. Eventuelle forkortingar bør følgja World List of Scientific Periodicals med tillegg av BUCOP, British Union Catalogue of Periodicals

FORKORTINGAR

Bruk standard forkortingar. Avstyttingar som ikkje er standard, skal forklarast i teksta første gongen dei vert brukte. Kvantum og einingar skal vera i samsvar med «Système International d'Unités» (SI).

KORREKTUR

Første korrektur, som er på ferdigmonterte sider, vert send til forfattaren, som straks les gjennom og returnerer korrekturen til redaksjonen. Prentefeil skal rettast med blått og eventuelle endringar som forfattaren gjer, med raudt. Andre korrektur vert lesen av redaksjonen.

SÆRPRENT

Saman med førstekorretturen til forfattaren vert det sendt ei prislite og eit kort til tinging av særprent. Forfattaren får 50 særprent gratis. Tinginga må sendast redaksjonen saman med korrekturen.

Norsk landbruksforskning

Vol. 4 1990 Nr. 4

Innhold/content	Side/Page
Kompostering og kompost av fast husdyrgjødsel: Ei oversikt <i>Composting and compost of solid animal manure: A review</i>	Knut Haga 245
Faktorer av betydning for lokalisering av frøavl i skandinaviske sorter av flerårige grasarter <i>Important considerations in the location of seed production in Scandinavian cultivars of perennial grasses</i>	Trygve Sveen Aamlid 259
Tørke ved ulike utviklingsstadier hos potet. I Frilandsforsøk ... <i>Drought at different stages of five potato varieties: I. Field experiments</i>	Hugh Riley 279
Tørke ved ulike utviklingsstadier hos potet. II. Veksthus- forsøk <i>Drought at different stages in the growth of potatoes. II. Greenhouse experiments</i>	Jon Furunes 289
Ulike oppalingsmetoders virkning på avling i sein kvitkål <i>Effects of various methods of transplant production on cabbage yield</i>	Liv Lyngstad 301
Lagring av veksthusagurk <i>Storage of cucumber</i>	Haldor Hoftun & Svein O. Grimstad 307
In vitro meltegrad i sorter av bygg, havre og triticale, hausta på ulike utviklingssteg til grønfør <i>In vitro digestibility of dry matter in varieties of barley, oats and triticale harvested at different stages of maturity</i>	Odd Østgård 313
Forsøk med ulike høymolearter. Herbicideffekt avhengig av sprøytetidspunkt, dose og middeltipe <i>Experiments with Rumex species. Herbicidal effect depending on time of application, dosage and type of herbicide</i>	Haldor Fykse 321
Biologien hos lita og stor kålflue i Nord-Norge <i>The biology of Delia radicum L. and D. floralis Fallén (Diptera: Anthomyiidae) in northern Norway</i>	Tor Jacob Johansen & Arnstein Hals 337
Redusert sprøyting mot mjøldogg (<i>Sphaerotheca mors-uvæe</i>) til solbær. I. Verknader på sjukdomsutvikling og avling <i>Reduced spraying against powdery mildew (Sphaerotheca mors-uvæe) in blackcurrants. I. The effects on pest development and yield</i>	Arnfinn Nes 351