

L

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 6 1992 Nr. 2

NISK, BIBLIOTEKET



70266703



Norsk institutt for skogforskning
Biblioteket
28 APR. 1992
Høgskoleveien 12, 1432 ÅS

Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, Norge
Norwegian Agricultural Advisory Service, 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

Redaksjonsråd/*Editorial Board*

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 hus-
dyrfag
Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekni-
ske 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 bio-
logi og naturforvaltning
Asbjørn Svensrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
skogfag
Geir Tuttoren, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekni-
ske fag.
Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hus-
dyrfag
Sigbjørn Vestheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt
for hagebruk
Kåre Årsvoll, Statens plantevern

UTGIVER/*PUBLISHER*

Statens fagtjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Service*, 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. Abon-
nementsprisen 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 fag-
tjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Service*.

28 APR. 1992

Høgskoleveien 12, 1432 ÅS

Avrenningsundersøkelser i lysimetre på Ås

Forsøksanlegg og resultater 1989/91

Lysimeter runoff investigations at Ås

I. Experimental programme and results 1989/91

GOTFRED UHLEN, LARS EGIL HAUGEN & ANNE-GRETHE KOLNES

Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag, Ås, Norge

Agricultural University of Norway, Department of Soil Sciences, Ås, Norway

Uhlen, G., L.E. Haugen & A.G. Kolnes 1992. Lysimeter runoff investigations at Ås. I. Experimental programme and results 1989/91. Norsk landbruksforskning 6: 73-91. ISSN 0801-5333.

The results of the first two years investigation on the water and nutrient balance for 72 lysimeters are given. The programme includes four soil types, two water regimes and in 1990 and 1991 four treatments including farm manure and three fertilizer rates, equivalent to 30, 95 and 160 kg N per hectare for spring barley. Furthermore, for two soils (a silty clay and a rather heavy clay) undisturbed soil monoliths were included in addition to filled cylinders. Farm manure applied in autumn 1989 resulted in a good yield response in 1990 and small additional leaching, except for Cl. A high yield and N uptake resulted in rather small leaching losses of $\text{NO}_3\text{-N}$ and there was no increase with increasing rates of fertilizers in 1990/91. The combined effect of summer irrigation (100 mm) and full exposure to winter precipitation reduced yields at low nutrient application rates, whereas yields at ample fertilizer rates were increased by watering. The utilization of the water added was highly affected by yields. In both years 30 to 60% of water added in June/July was recovered as increased water runoff in late autumn, but there was no increase in the nitrate leaching.

Key words: Farm manure, leaching and balances, monoliths, nitrogen uptake, water regimes.

Gotfred Uhlen, Agricultural University of Norway, Department of Soil Sciences, P.O. Box 28, N-1432 Ås, Norway.

Avrenning av vann og næringsstoffer er undersøkt ved hjelp av nokså ulike metoder, fra analyser av jord og jordvann til målinger i vassdrag.

Målinger i hele nedslagsfelt, kan gi et riktig uttrykk for de totale tap, men det er vanskelig å analysere årsaksforhold ut fra sum avrenning fra slike felt.

Lysimeterforsøk, med større eller mindre beholdere av jord, har vært mye brukt fordi en her kan sammenligne direkte effekter av ulik gjødsling, vanning og vekstslag. I en tysk biografi (BASF 1984) er det samlet 1800 litteraturreferanser om lysimeterundersøkelser fra mange land. Svakheter ved lysimeterforsøk er at alt overskuddsvann infiltr-

rerer og passerer jordlagene. Videre er avstanden til utløp kort f.eks. 1 m, og dreneringsforholdene kan bli forskjellig fra uberørte jordareal, der vann kan bevege seg også i dypere lag.

Under forhold med frossen jord og mye nedbør i form av snø, vil en betydelig del av vannet renne av på overflaten under snøsmelting. Overflateavrenning vil også kunne inntreffe til andre årstider dersom nedbørintensiteten er større enn jordas evne til å infiltrere regnvann. I et feltlysimeteranlegg på Ås, målte en, i middel for 8 år, 160 mm overflateavrenning og ca. 230 mm som sigevann av en årsnedbør på 770 mm (Uhlen 1989). Parsellene var 20 m x 3,75 og med jevn helning på 4,5%. Ved mer varierende terrengforhold er det sannsynlig at mer eller mindre av overflatevannet vil bli fanget opp i forsenkninger, og før eller seinere siger ned i jorda. Forholdet mellom overflate- og sigevann har stor betydning for stofftapene. I det nevnte forsøk utgjorde N i sigevann 90% av den totale N-avrenning og N i overflatevann bare 10%. For fosfor var forholdet motsatt med 3 til 6 ganger større fosfortap i overflateavrenning enn i grøftevann, henholdsvis for åker- og engparseller.

I denne rapporten skal en redegjøre for opplegg og de første resultater fra et større lysimeteranlegg med veibare sylindre, bygd ved Institutt for jordfag.

Anlegget er finansiert ved en større bevilgning fra Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd (2 mill kr.) og sto ferdig våren 1989. En takker NLVF for bevilgningen, og også de personer ved Institutt for jordfag og andre institutt som har arbeidet med planlegging, bygging og igangsetting av dette forsøksanlegget.

METODIKK OG FORSØKSPLANER

Lysimeteranlegg

Lysimeteranlegget består av 72 veibare sylindre, 110 cm dype og 80 cm i diameter. Sylindrene er plassert i åpninger i et kjellertak og hviler på stativer laget av vinkeljern. Sylindrene med stativer jekkes opp og veies med en plattformvekt. Rundt sylindrene er det et lag av jord på taket der det tilsåes med samme vekst som i forsøket. På grunn av det tynne jorddekket er det her lagt opp ett dryppvannings-system.

Sylindrene ble dels fylt lagvis med jord i sjiktene 0-100 cm, dels ble de tatt ut som uberørte jordmonolitter. I siste tilfelle ble en skjæring plassert på åpne glassfibersylindre som ble presset ned i jorda ved hjelp av traktor med lesseapparat. En spesialbygd skive ble presset inn under sylindrene (Figur 1). Etter transport ble en glassfiberbunn påsveiset før plassering i anlegget.

Fra de samme steder ble jordsjikt uttatt og fylt direkte i sylindrene, fylte jordsylindre. For alle jordarter lot en jorda bunnfelle i vann i ca 1 døgn. Matjordlaget på 20 cm ble påfylt først våren 1989. Dette gjaldt også jordmonolittene, og sjiktet 0-20 cm er derfor identisk for alle sylindre innen samme jordart.

Bunnen i sylindrene har en kryssformet forsenkning til utløpet. Denne ble fylt med vasket singel og sand for å sikre god drenering. Fra utløpet med stoppekran går en plastledning til oppsamlingskanner på 35 l.

Glassfibersylindre og uttaksutstyr er levert av Kvamsøy Industrier A/S.

Jordart

Følgende 4 jordarter, alle fra dyrka jord, inngår i forsøksanlegget:



Figur 1. Utgraving av en uforstyrret jordsylinder, jordmonolitt
 Figure 1. Excavation of an undisturbed soil cylinder, soil monolith

- A. Morenejord fra Apelsvoll, Østre Toten. Det ble tatt ut 2 monolitter og 16 sylindre ble fylt sjiktvis. Undergrunnsjorda ble delt i 2 sjikt 20-50 cm og 50-100 cm. Stor stein (> 5 cm) ble siktet fra.
- B. Siltrik leirjord fra Bjørnebekk, Ås. Det ble tatt ut 8 monolitter og 12 sylindre ble fylt sjiktvis.
- L. Sandjord fra Larvik. Det ble tatt ut 4 monolitter og 16 sylindre ble fylt sjiktvis.
- Ø. Stiv leirjord fra Øsaker, Tune i Østfold. Det ble tatt ut 8 monolitter og 8 sylindere ble fylt sjiktvis.

Mekanisk sammensetning av mineraljorda og noen kjemiske jordparametre for de ulike sjikt er vist i Tabell 1. Innholdet av organisk materiale i matjordlaget er størst for morenejorda. Dersom en tar hensyn til glødetap som skyldes tap av vann fra leirmateriale, kommer de øvrige jordarter nok så likt ut i antatt moldinnhold. Jordart B og Ø ble kalket våren 1990 (600 kg kalksteinsmjøl pr dekar) på grunn av de noe lave pH-verdier som vist i tabellen.

Tabell 1. Fysiske og kjemiske parametre for jordarter i lysimeter
 Table 1. Physical and chemical soil parameters in a lysimeter experiment

Jord- art Soils	Sjikt Layers cm	Sand Sand %	Silt Silt %	Leir Clay %	Gløde- tap Ignition loss %	pH	mg/100 g			
							P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL
A	0-20	52	34	14	7,3	5,9	7,0	8,7	255	11
	20-50	54	40	6	2,6	6,3	4,0	1,7	148	5,0
	50-100	53	40	7	1,8	6,9	12	2,2	141	5,2
B	0-20	27	55	18	5,3	5,2	8,5	16	64	9,1
	20-50	25	54	21	1,8	5,6	3,1	6,4	85	27
	50-100	10	67	23	2,0	6,4	11	9,1	145	73
L	0-20	70	26	4	5,6	6,4	57	17	255	8,6
	20-50	83	13	4	1,9	6,7	7,7	4,6	73	2,5
	50-100	94	4	2	1,3	6,5	2,8	2,8	29	2,2
Ø	0-20	24	44	32	7,6	5,4	6,2	35	140	21
	20-50	9	54	37	5,0	5,9	2,0	17	112	53
	50-100	5	46	49	3,9	6,9	9,0	21	150	108

En merker seg det ekstremt store innholdet av lettøselig fosfor i matjordlaget for sandjorda (L). Jorda var fra et areal nyttet til grønnsaksproduksjon, noe som forklarer det høye P-AL-tallet. Innhold av K, Ca og Mg i AL-løsning er et brukbart uttrykk for ombyttbare kationer, og står i nær sammenheng med innhold av leir- og humuskolloider og med basemetning. Na-innholdet var bare ett par mg pr 100 g jord, med unntak av de dypere lag i jordart B og Ø. Syreløselig K (K-HNO₃) var i sjiktet 0-20 cm ca 30 mg/100 g i jordart A og L, 60-70 i B, og 140 i jordart Ø, og økende med leirinnhold nedover i profilet. K-HNO₃ og Na-AL er ikke vist i tabellen.

Jordart L er en leirfattig sand, nokså grov i de dypere lag. Jordart Ø representerer en annen ytterlighet, med et leirinnhold på hele 50% i de dypere lag. Denne jordarten viste stor krymping og svelling. I jordmonolittene ble det åpne spalter langs karveggen ved uttørking av jorda. I disse sylindrene ble det derfor presset inn skumplast både fra topp og bunn før påsveising av bunnlokket. Den siltrike leirjorda, B, samt morenejorda, A, synes å være lite utsatt for dannelse av tørkesprekker.

Med unntak av sandjorda var vekten av monolittene betydelig større enn for de fylte sylindrene, + 90 kg for jordart Ø og + 60 kg for jordart B. Det var noe større variasjon i vekt for monolitter enn for fylte sylindre.

Jordvekt, kg tørrstoff for fylte sylindre og vanninnhold ved antatt kapillær metning 29.4.1990 var for Apelsvoll 878 kg tørrstoff og 125 kg vann (= 250 mm), Bjørnebekk 761 kg tørrstoff og 140 kg vann, Larvik 784 kg jordtørrstoff og 89 kg vann og Øsaker 711 kg jordtørrstoff og 162 kg vann pr sylinder.

Forsøksplan

Forsøksplanen er faktoriell og omfatter de 4 nevnte jordarter, 2 vanningsregimer og 4 gjødslingsledd. For jordart B og Ø er det ett fullstendig gjentak med fylte sylindre og ett

med monolitter. Det er nyttet lik vekst i alle sylindre; i 1989 havregrønnfôr og i 1990 og 1991 toradsbygg (Pernilla) til modning.

Vanningsregime I er uten ekstra vanntilførsel i sommerhalvåret, og sylindrene er dekket mot nedbør/snø i 3-4 vintermåneder.

Vanningsregime II er med ekstra vanntilførsel i vekstsesongen samt uten tildekking om vinteren. Ekstra vanntilførsel skjer ved bruk av vanningskanne. I 1989 og 1990 ble det gitt 100 mm fordelt på 5 vanninger à 20 mm.

I 1989 ble samme gjødsling, 5,5 kg N, 1,3 kg P og 4 kg K pr dekar gjennomført for alle sylindrene med plantevekst.

I 1990 ble følgende forsøkgjødsling gitt:

- a. 3 kg N pr dekar i kalkammonsalpeter (27.6 % N)
- b. 9.5 kg N pr dekar i fullgjødsel 18-3-15
- c. 16 kg N pr dekar i fullgjødsel 18-3-15
- d. som a. + 4 tonn pr dekar av bløt storfegjødsel tilført 27.10.1989.

Mengden av $\text{NH}_4\text{-N}$ i husdyrgjødsel (5.6 kg N pr dekar) pluss 3 kg N pr dekar i kalkammonsalpeter tilsvarer omtrent N-tilførselen i ledd b, og totalt tilført N i husdyrgjødsel (14,4 kg N) omtrent som tilført i ledd c. P- og K-mengden for ledd d tilsvarer omtrent ledd c i 1990.

I 1991 ble brukt samme tilførsel av kunstgjødsel som i 1990. Husdyrgjødsel, samme mengde som i 1990, ble i 1991 gitt som vårgjødsling.

Forsøksanlegget har gitt muligheter for å måle lekkasje av plantevernmidler gjennom jorda. Med unntak av 3-4 kontrollruter er vårkorn i alle de øvrige sylindre sprøytet med 2 ugrasmidler, et soppmiddel, et insektsmiddel. For å måle lekkasje uten plantevekst er 4 sylindre av jordart B helt uten plantevekst, 2 av disse er plassert inne i kjelleren og vannet for å gi like stor avrenning i mm som de 2 som eksponeres til nedbørvann.

I 1991 ble det dessuten innlagt en sammenligning mellom to fullgjødseltyper med svært ulikt innhold av kadmium.

Kjemiske analyser

Representative vannprøver for to eller flere perioder pr år er analysert ved Kjemisk analyselaboratorium, NLH etter standard metoder. Etter analyse for $\text{PO}_4\text{-P}$ er prøvene konservert med syre.

Analyseprogrammet omfatter $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, total-N, $\text{PO}_4\text{-P}$, total-P, K, Ca, Mg, Na, $\text{SO}_4\text{-S}$ og Cl.

Innhold av plantevernmiddelrester er undersøkt for flere avrenningsperioder og i samleprøver for lengre tidsrom. Resultatene av disse analysene blir ikke behandlet her. En kortfattet, foreløpig rapport er utgitt av Uhlen (1991).

Avlingsprøver av korn og halm er analysert for de samme elementer som i avløpsvann. I denne rapporten vil en i det alt vesentlige behandle nitrogenutvaskning og nitrogen i avlinger.

Beregninger

Hver enkelt sylindere blir veid med jevne mellomrom gjennom hele året. Noen måneder på vinteren er det ikke foretatt veiinger, mens det i vekstperioden stort sett er veid ca

hver 14. dag. Ved siden av vekten på hver sylinder registreres avrenning fra hver enkel sylinder, nedbør og vanning.

$$\begin{aligned} \text{Vannforbruk (VFB) pr periode i mm} &= \\ &[(\text{Vekt ved start av perioden} + \text{vanning i liter} + \text{mm nedbør}/2) \div \\ &(\text{Vekt ved slutt av perioden} + \text{avrenning i liter})] \cdot 2 \\ \text{VFB pr dag} &= \text{VFB/antall dager} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Avrent vann i perioder i mm (AV)} &= \\ \text{Målt vannmengde i liter i perioden} &\cdot 2 \end{aligned}$$

$$\text{Utvasket stoff i kg pr dekar i perioden} = \frac{C \cdot AV}{10^2}$$

C = konsentrasjon i mg pr l

Areal pr. sylinder = $0.8 \text{ m}/2)^2 \cdot \pi = 0.5 \text{ m}^2$

Avling i kg pr. dekar = Gram tørrstoff pr. sylinder $\cdot 2$

Variansanalyse er foretatt på hver jordart for seg og samlet, inndelt etter vannregimer og gjødselmengder.

Innen jordart A og L er det 2 fullstendige gjentak (rep) med fylte kar.

Vannregime	1
Gjødsling	3
Vannregime · gjødsling	3
Feil	8

Innen jordart B og Ø er gjentak 1 = fylte kar; gjentak 2 = monolitt.

Rep (= fylte/monolitt)	1
Vannregime	1
Feil A (rep · vannregime)	1
Gjødsling	3
Feil B (rep · gjødsling)	3
Vannregime · gjødsling	3
Feil C (rep · vannr. · gjøds.)	3

For alle jordartene under ett:

Rep	1
Jordart	3
Feil A (rep · jordart)	3
Vannregime	1
Feil B (rep · vannr.)	1
Gjødsling	3
Feil C (rep · gjøds.)	3
Jordart · vannregime	3
Jordart · gjødsling	9

Vannregime · gjødsling	3
Jordart · vannr. · gjøds.	9
Feil D	24

Disse forskjellige variansanalysene er brukt ved beregninger av avling, avrenning, kjemiske analyser og vannforbruk.

Variansanalyser er utført med statistikkpakken SAS på PC (1987).

Avling og nitrogentap 1989-90

Gjødslingen i 1989 var som nevnt lik for alle sylindre og var relativt svak. Veksten, havre ble sådd 10.5.1989 og høstet som grønnfôr 26.7.1989.

Det ble vannet med 20 mm på den ene halvdel av anlegget hver uke fra 22.6. til 24.7. Avlinger og bortført N i kg pr. dekar er gitt i tabell 2, og i tabell 3 avrenning av vann og nitrogen for periodene ca. 1.5 - 31.12.1989 og 1.1. - 1.5.1990.

Tabell 2. Avling, havregrønnfôr og N i avling i kg/dekar 1989
Table 2. Yields, oats green fodder and N yields in kg/decare 1989

Vanning Watering	Tørrstoff kg/dekar DM, kg/decare				N i avling kg/dekar N-yields, kg/decare			
	Fylte Filled		Monolitter Monoliths		Fylte Filled		Monolitter Monoliths	
	0	100	0	100	0	100	0	100
A	876	1039			8,8	9,0		
B	745	863	544	656	7,5	8,4	6,2	7,6
L	670	903	(405)	(615)	5,4	6,2	(4,5)	(5,8)
Ø	765	893	379	458	9,6	12,4	4,7	6,9

Avrenning i første periode er alt vesentlig fra november og desember. I august ble det målt noe sigevann i monolitter av jordart B og Ø, mens det i fylte kar av jordart A og L ikke ble målt avrenning før 1.11.1989.

I perioden 1.1. til ca. 1.3.1990 ble det den ene halvdel dekket med svart plast. Det viste seg at p.g.a. huller i plasten ble det sigevann også fra sylindre som var dekket. Mengden av sigevann ble i middel 130-140 mm mindre i den delen som var tildekket, men, som ventet noe varierende. Bl.a. må de mindre vannmengder i monolitter enn for de fylte sylindre for jordart B og Ø (tabell 3) skyldes ulikheten i tildekkingen om vinteren.

Avling av havregrønnfôr ble størst i jordart A. Også jordart L, sand, skilte seg ut med svært god vekst i første del av vekstperioden, men veksten stoppet opp tidlig, særlig uten vanning. N-tilgangen synes også å ha hatt stor betydning. N-analyser, som ble utført bare på noen utvalgte avlingsprøver, viste klare forskjeller mellom jordarter (0,7-0,8 % av tørrstoff i L, 0,8-1,0 % i A, 1,15 i B og 1,25-1,50 % i avlingene fra jordart Ø). I jordart A og L ble innholdet mindre med vanning, noe som tyder på at nitrogen var brukt opp ved den større plantevekst. I jordart Ø økte derimot det prosentiske innhold av N med vanning.

Tabell 3. Avrenning, mm og N-utvasking, kg/dekar
 Table 3. Runoff (mm) and N leaching, kg/decar

Vanning Watering		1.5. - 31.12.1989				1.1. - 2.5.1990			
		Fylte Filled		Monolitter Monoliths		Fylte Filled		Monolitter Monoliths	
		0	100	0	100	D ¹⁾	UD	D	UD
A	mm	88	113			167	288		
	kg N	1,14	0,61			1,86	2,08		
B	mm	79	113	111	160	168	313	78	292
	kg N	0,20	0,16	0,48	0,47	1,53	2,12	0,66	2,94
L	mm	88	100	114	116	170	304	179	200
	kg N	0,23	0,15	0,26	0,29	0,66	1,95	1,26	1,01
Ø	mm	84	110	140	169	184	343	106	288
	kg N	2,20	1,10	5,04	4,29	3,09	2,53	2,65	2,42

D¹⁾ : Delvis tildekket vinteren 1990.

D : Part time covered in winter 1990.

UD : Ikke dekket + ettervirkning av vanning i 1989.

UD : Not covered in winter + residual effect of irrigation.

LSD mm avrent 15.8.-31.12. = 9 mm (4 rep)

" " " 1.1.- 1.5. = 60 mm (")

Den sterke reduksjon i avling i monolitter sammenlignet med vekst i fylte kar er noe overraskende, da matjordlaget 0-20 cm her er identisk i de to tilfeller, fylt på fra samme jordhaug etter omhyggelig blanding. Disse avlingsdifferansene er heller ikke påvirket av ekstra vanning i vekstperioden. Den underliggende jord, 20-100 cm, er som nevnt mye tettere i de uberørte monolitter, og rotutviklingen nedover må ha blitt hemmet dette første året.

For jordart L har en bare 2 gjentak av monolitter. Med 4 gjentak (jordart B og Ø) er LSD 68 kg tørrstoff pr dekar. CV = 6,3 %.

Utvasking av N, her NO₃-N + NH₄-N, var svært liten i høstmånedene fra jord B og L, noe større fra morenejorda A, og hele 4-5 kg pr dekar fra monolitter av stiv leire. Det siste må særlig sees i sammenheng med redusert avling, og dermed opptak, i monolitter.

Nitrogentap i avling og utvasking frem til neste vekstsesong, er større enn den moderate tilførsel dette første året (5,5 kg i kunstgjødsel + antatt 1 kg i nedbør) pr dekar. For den stive leirjorda blir den negative balanse og dermed netto N-frigjøring fra jord 8-10 kg pr dekar. Også for jordart A og B er det ført bort nesten dobbelt så mye som tilført utenfra.

Det var videre en tendens til at avrenningen kom noe tidligere om høsten fra monolitter av leirjord særlig jordart Ø, enn fra de øvrige, noe som tyder på at avrenning i noen grad kan ha foregått i sprekker, etter oppmetning av matjordlaget. Dette, samt data for vannforbruk, med og uten vanning, og virkningen av høstgjødsling med husdyrgjødsel blir behandlet sammen med resultatene fra vekståret 1990.

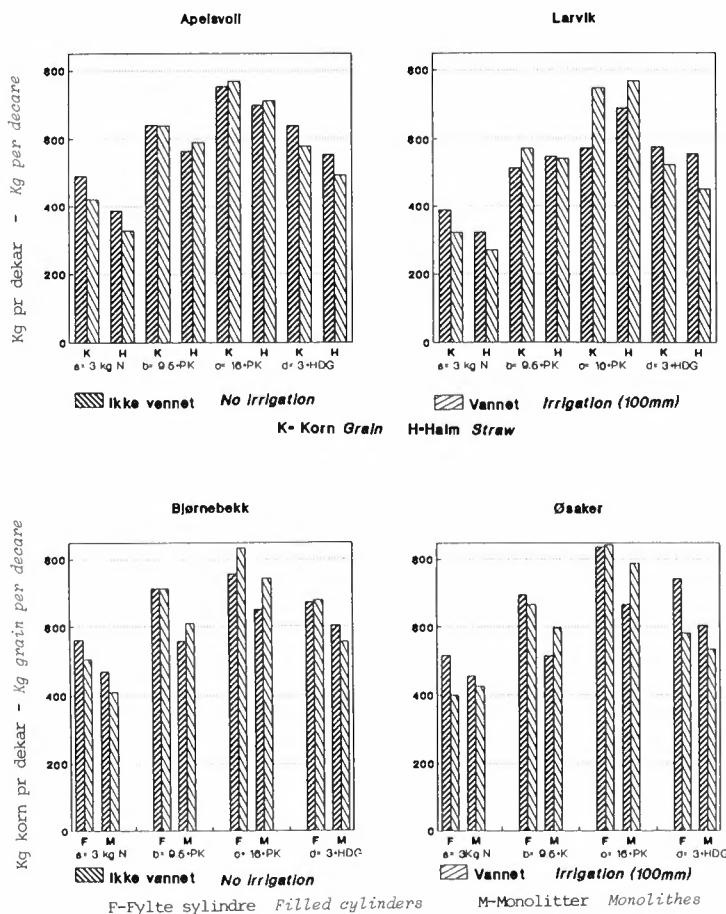
Avling og avrenningstap 1990-91

Forsøket ble gjødslet etter planen referert foran og toradsbygg, Pernilla, sådd 2.5.1990. For å sikre god spiring i en varm periode ble gitt ca. 10 mm vann til samtlige sylindre.

Forsøksvanning, 20 mm pr. gang, ble gitt 29.5., 11.6., 17.7., 27.7. og 3.8. i alt 100 mm.

Høsting ble utført ved fullmodning i tiden 7.-10.8. Korn og halm fra samtlige 70 sylindre ble analysert etter programmet nevnt foran. Det samme gjelder samleprøver av sigevann fra høst- og vinterperioden. Bortsett fra litt avrenning fra noen få sylindre i august, ble det ikke sigevann før i oktober dette året.

Korn og halmavlinger for ulike gjødslingsledd fra jordartene A og L er vist i figur 2a. For jordartene B og Ø er i figur 2b vist bare kornavlinger, men for fylte og monolitter hver for seg. I figur 3 er vist avrenning i mm for 2 perioder, 1.8.-31.12.1990 og 1.1.-1.5.1991, for jordarter, gjødsling og de to vanningsregimer.



Figur 2a. Avlinger av korn og halm, i kg tørrstoff pr dekar. Apelsvoll og Larvik 1990

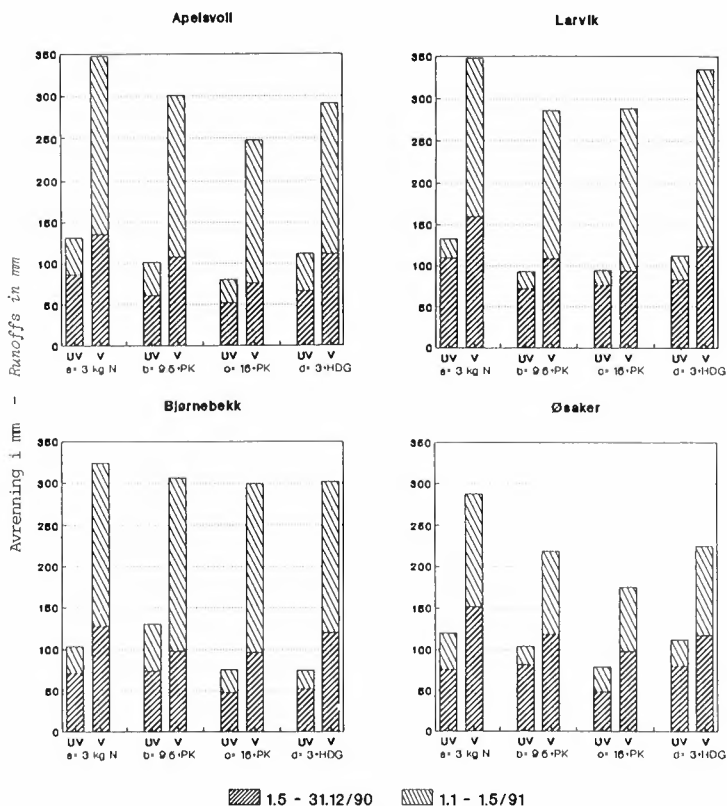
Figure 2a. Yields of grain and straw, in kg dry matter pr decares. Apelsvoll and Larvik 1990

Figur 2b. Avlinger av korn i kg tørrstoff pr dekar Bjørnebekk og Øsaker, fylte og monolitter 1990

Figure 2b. Yields of grain in dry matter pr decares. Bjørnebekk and Øsaker soil, filled and monoliths 1990

Som det framgår av figur 2a og b er virkninger av gjødsling og vannregimer på avlingsnivå nokså nær de samme for de 4 jordarter. Avlingene var svært store, ved sterkest

Figur 3. Avrenning i mm høsten 1990 og vinteren 1991
 Figure 3. Runoff (in mm) in autumn 1990 and winter 1991



UV = Ikke vannet og tildekket ca 19.12.90 - 1.4.91
 V = Vannet 100 mm 29.5 - 3.8.90 og ikke tildekket
 UV = No irrigation and covered 19.12.90 - 1.4.91
 V = Irrigation 5x 20 mm 29.5 - 3.8.90. No covering

gjødsling ca. 800 kg korn og nesten like mye halm omregnet pr dekar, men likevel noe mindre i sandjorda enn for de øvrige jordarter.

Virkning av ulik vanning krever en forklaring. Som en ser er avlingene for uvannet ved minste gjødselmengde, 3 kg N, i alle 4 jordarter større enn avlingene med vanning. Det samme er tilfelle for ledd d, høstgjødsling med husdyrgjødsel. Ved sterk gjødsling med N i fullgjødsel, 16 kg N pr dekar, er det derimot klar positiv effekt av vanning på alle jordarter. Som nevnt er vanning i dette forsøket bare en del av de to ulike vannregimer. Uten vanning er koblet sammen med beskyttelse mot nedbør i noen vintermåned. Selv om virkningen av større vanngjennomgang på N-utvasking vinteren i forveien er noe vanskelig å måle, har nok økt nedvasking virket inn på N-tilgangen neste år. Høstspredd husdyrgjødsel har som ventet virket klart bedre der vanngjennomgangen om vinteren ble redusert ved delvis tildekking.

Balanseregningene i tabell 4 viser at det blir et relativt stort underskudd etter tilførsel av 3 kg N i kunstgjødsel + et antatt innhold i nedbør 1 kg pr. år. N-balansen er stort sett negativ også ved 9,5 kg N i gjødsel, og på grunn av store avlinger bare såvidt

Tabell 4. Nitrogen i korn + halm og avløpsvann. Kg /dekar 1990
 Table 4. Nitrogen in grain + straw and in drainage water (Kg/decare 1990)

Tilført N	Added N	Uten vann + tildekking No irrigation + covering				Vanning - uten dekking Irrigation - no cover			
		a 3	b 9,5	c 16	d 17,4	a 3	b 9,5	c 16	d 17,4
Apelsvoll (A)									
I korn + halm		7,9	10,9	15,8	10,6	6,3	10,7	14,1	8,8
I vann	1.8-31.12.90	1,14	0,86	0,86	1,05	0,62	0,78	0,46	0,80
" "	1.1-1.5.91	0,37	0,38	0,38	0,59	0,57	1,18	0,79	0,59
Balanse	90/91 ¹⁾	-5,4	-1,7	0	+ 6,2	-3,5	-2,2	+ 1,7	+ 7,2
"	89/90			-5,8			-5,7		
Bjørnebekk fylte (B)									
		<i>Filled</i>							
I korn + halm		9,8	12,9	16,0	12,1	8,0	11,7	15,3	11,1
I vann	1.8-31.12.90	0,26	0,40	0,19	0,29	0,13	0,21	0,16	0,41
" "	1.1-1.5.91	0,25	0,24	0,24	0,23	0,19	0,45	0,72	0,73
Balanse	90/91	-6,3	-3,1	+ 0,5	+ 5,8	-4,3	-1,9	+ 0,8	+ 6,1
"	89/90			-3,2			-4,7		
Bjørnebekk monolitt									
		<i>Monoliths</i>							
I korn + halm		8,1	11,2	15,5	12,5	7,1	10,3	13,8	9,9
I vann	1.8-31.12.90	0,40	0,34	0,40	0,43	0,14	0,17	0,13	0,60
" "	1.1-1.5.91	0,13	0,10	0,13	0,10	0,16	0,16	0,13	0,55
Balanse	90/91	-4,7	-1,1	+ 1,0	+ 5,4	-3,4	-0,2	+ 3,4	+ 7,4
"	89/90			-1,3			-3,0		
Larvik (L.)									
I korn + halm		5,3	9,1	12,1	9,6	4,6	8,2	12,7	7,6
I vann	1.8-31.12.90	0,55	0,50	0,69	0,64	0,35	0,31	0,40	0,55
" "	1.1-1.5.91	0,11	0,15	0,18	0,22	0,20	0,24	0,73	0,35
Balanse	90/91	-2,0	+ 0,8	+ 4,1	+ 7,9	-1,1	+ 1,8	+ 3,1	+ 9,9
"	89/90			-0,3			-2,4		
Øsaker fylte (Ø)									
		<i>Filled</i>							
I korn + halm		8,6	12,3	18,2	13,6	6,1	10,5	13,7	9,3
I vann	1.8-31.12.90	0,17	0,40	0,17	0,44	0,07	0,16	0,21	0,23
" "	1.1-1.5.91	0,08	0,16	0,14	0,15	0,04	0,23	0,25	0,24
Balanse	90/91	-4,9	-2,4	-0,5	+ 4,3	-2,2	-0,4	+ 2,8	+ 8,6
"	89/90			-8,9			-9,9		
Øsaker monolitt									
		<i>Monoliths</i>							
I korn + halm		8,0	10,2	15,6	11,6	6,9	10,4	15,5	8,1
I vann	1.8-31.12.90	0,19	0,63	0,52	0,56	0,16	0,17	0,12	0,08
" "	1.1-1.5.91	0,07	0,08	0,19	0,16	0,04	0,10	0,12	0,03
Balanse	90/91	-4,2	-0,5	+ 0,7	+ 6,1	-3,1	-0,2	+ 1,2	+ 9,2
"	89/90			-6,4			-7,6		

1) I balanseberegning er inkludert 1 kg N/dekar/år i nedbør

In the balances are included 1 kg N/decare/year in precipitation. Soil type A - D as in Table 1

positiv ved største mengde. En har her regnet med totalinnhold av N i husdyrgjødsel, noe som gir et stort beregnet overskudd for dette leddet.

På grunn av svak gjødsling og store avlinger i 1989, trekker en med seg et underskudd i N-balanser fra dette året. Det er ellers tydelig at sandjorda, jordart L, har hatt mindre N-frigjøring enn de øvrige 3 jordarter, og har derfor også gitt noe mindre avlinger.

Forøvrig kan en merke seg at N-balansene i 1990/91 er mer negative i vanningsregime I enn i II. Selv om noe kan føres tilbake til en motsatt trend året før, er det grunn til mistanke om større, ikke registrerte, N-tap i gassform i II enn i I.

Ved svakeste gjødsling må storparten av N i avling være fra frigjort N i jord. Uten bruk av isotopmerket N er en henvist til differanseberegninger. Prosent meropptatt N i forhold til tilført pr. dekar for de to doser å 6,5 kg N i NPK, er vist i tabell 5.

Tabell 5. Meropptatt N i avling, % av tilført
Table 5. Recovered N in yields as a percentage of added N

	Uten vanning <i>Without irrigation</i>		Med vanning <i>With irrigation</i>	
	9,5-3	16-9,5	9,5-3	16-9,5
Tilført N <i>Added N</i>				
Jordart <i>Soils</i>				
A	47	74	67	52
B	48	57	53	54
L	58	46	55	70
Ø	46	87	60	64

Tallene varierer noe fra jordart til jordart. Videre er det slik at et tilfeldig stort relativt opptak fra minste dose vil føre til redusert beregnet opptak ved største og motsatt. I middel for jordarter og vanningsregimer er opptatt 54% av første dose og 63% av andre dose a 6,5 kg N i NPK. Økt prosentisk opptak ved stigende gjødseldoser er funnet i en rekke forsøk både med ¹⁵N (Lyngstad 1991) og ved differanseberegninger (Kjellerup & Dam Kofoed 1983). Nitrogenmengden som står til disposisjon for plantene består av tilført N og mineralisert N fra jord. Samtidig vil en viss mengde av det tilgjengelige fastlegges som biomasse -N. Dersom opptatt N i overjordisk avling øker lineært med tilgjengelig N, mens økningen i N-assimilering i jordbiomasse og røtter avtar noe før, vil en kunne få en økende relativ utnyttelse i overjordisk avling ved stigende N-mengder opp til en viss mengde.

Virkningen av vanning på N-utnyttelse er mer varierende i dette forsøket. Det er en antydning til bedre utnyttelse av første dose N ved vanning, noe som også må sees i sammenheng med mindre N-tilgang fra jord på grunn av større negativ N-balanse fra foregående år. Totalt utgjør meropptatt av 16 - 3 kg N (ledd c - ledd a) i gjødsel 58% uten og 60% med vanning.

Utnyttelse av N gitt i husdyrgjødsel høsten 1989 blir behandlet nedenfor. På grunn av svært store avlinger og N-opptak, er det blitt lite igjen av løslige N-forbindelser til utvaskning dette året. Tapene er, som vist i tabell 4, også nærmest uavhengig av gjødselmengdene.

I vanningsregime II har store vannmengder passert jordprofilen, særlig i perioden 1.1.-1.5.1991 (Figur 3). Jorda var tilfrosset i desember 1990, mens det var tien jord første uke i januar 1991, etterfulgt av ny frostperiode som varte ca. 2 mnd. Uten tildekking har vannmengdene vært i middel 188 mm i perioden 1.1.-1.5.1991. Ved tildekking var avrenningen bare 20-40 mm ved teleløsning i april.

NO₃-N-konsentrasjonen i sigevannet for perioden 1.1.-1.5.1991 fra sigevannregime II var bare etter tur 4,2, 2,0, 1,9 og 0,9 mg pr. liter i middel for jordart A, B, L og Ø. De langt mindre sigevannsmengder for de delvis tildekkede kar inneholdt 10,5, 6,2, 7,1 og 4,4 mg NO₃-N/l for de samme jordarter.

Høstgjødsling med husdyrgjødsel

Virkning av 4 tonn husdyrgjødsel gitt 27.10.1989 på avling og avrenning går frem av differansene mellom ledd d, husdyrgjødsel + 3 kg N, og ledd a, 3 kg N i kalkammonsalpeter (Figur 2 a og b og tabell 4 og 6).

Tabell 6. Merutvasking fra husdyrgjødsling høsten 1989. Kg/dekar
Table 6. Additional leaching from FYM added in autumn 1989 (Kg/decare)

Jordart/Soils Vanningsregimer Water regimes	Treatment d - treatment a							
	A		B		L		Ø	
	I	II	I	II	I	II	I	II
NO ₃ + NH ₄ -N								
1.1-1.5.1990	0,45	0,27	0,80	0,63	0,13	1,90	0,84	0,55
1.5.-31.12.1990	-0,09	0,18	0,03	0,37	0,09	0,20	0,32	0,15
1.1-1.5.1991	0,22	0,02	-0,02	0,46	0,11	0,15	0,08	0,19
Cl								
1.1-1.5.1990 ¹⁾	1,91	3,51	1,43	2,80	0,61	4,97	1,38	2,66
1.5.-31.12.1990	0,78	0,94	0,63	0,79	1,89	0,67	0,41	0,36
1.1-1.5.1991	0,35	-0,01	-0,19	0,31	0,47	0,03	0,08	0,22
Sum Cl utvasket Sum Cl leached	3,04	4,44	2,25	3,90	2,97	5,67	1,87	3,24
Meropptatt Cl i bygg 1990 Increased Cl uptake in barley	0,92	0,34	1,46	1,02	2,05	0,28	1,54	1,05

¹⁾ Inkludert et lite merinhold av Cl i avløp før 31.12.1989
Included additional Cl in leaching before 31 December 1989

Uten vanning sommeren 1990 og tildekking mot nedbør i en periode vinteren i forvegen, er effekten av høstgjødsling med husdyrgjødsel på avlingsnivå omtrent som av 6,5 kg N ekstra i NPK, ledd b, for jordart A og B og noe bedre for jordart L og Ø.

Uten beskyttelse mot den store nedbøren vinteren 1989/90 og samtidig ekstra vanning i veksttida, er avlingene etter husdyrgjødsling klart redusert i forhold til ledd b

med NPK i kunstgjødsel, gitt om våren. I tabell 6 er vist tap av N og Cl i avrenning i tidsrommet 1.1.1990 til 1.5.1991.

Det var svært lite $\text{NH}_4\text{-N}$ i sigevannet fra alle jordarter, også i leddet med husdyrgjødsel. Merutvasking av N som $\text{NO}_3\text{-N}$ etter høstgjødsling er av størrelsesorden 0,7-1,3 kg pr. dekar, med unntak av sandjord, udekket og vannet, der differansen er over 2 kg $\text{NO}_3\text{-N}$, for begge gjentak. For de øvrige 3 jordarter er merutvasking av $\text{NO}_3\text{-N}$ litt mindre for vannregime II i vinterhalvåret 1990 på tross av en større sigevannsmengde, 270-300 mm i perioden 1.1.-1.5. mot 130-170 mm ved delvis tildekking. Dette kan tyde på en viss forskjell i gassformige tap av N mellom vannregimer.

De tilførte mengder med husdyrgjødsel var i følge analyse 5,6 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ og 14,4 kg som total-N og 6 kg Cl. Utvaskingen av Cl er økt omtrent i takt med sigevannsmengden i perioden 1.1.-1.5. Ved vannregime II er 44-82 % av Cl-mengden i husdyrgjødsel vasket ut før neste vekstsesong. Dette viser at lysimeteranlegget og selve stofftransporten virker for stoffer som ikke påvirkes av binding eller kjemiske reaksjoner. I vekstperioden vil Cl tas opp av plantene, og vil særlig være å finne i halmen. I feltlysimeterforsøk (Uhlen 1989) ble 44-73 % av Cl-mengdene tilført i kunstgjødsel om våren i 8 år gjenfunnet i overjordisk avling og resten ble vasket ut.

Meropptatt Cl fra husdyrgjødsel er vist nederst i tabell 6. Som en ser, har den mindre utvaskingen i I enn i II påvirket Cl-opptaket i plantene. Bortsett fra sandjorda, må det fortsatt være noe Cl fra husdyrgjødsel igjen i jorda.

Opptak i neste års avlinger beregnet av total-N i husdyrgjødsel gitt om høsten varierte fra 15 til 30 % for de forskjellige jordarter og vannregimer. I forhold til $\text{NH}_4\text{-N}$ -innholdet i husdyrgjødsel utgjorde N i korn + halm i middel 65% for vannregime I og 48% for vannregime II. I forhold til andre undersøkelser (Tveitnes og Håland 1989) representerer dette en relativ god effekt av husdyrgjødsel gitt om høsten uten tilsetningsmidler.

Vannbalanse og vannforbruk

Som vist foran (tabell 2) var det i 1989 store utslag i avling for vanning, klare avlingsforskjeller mellom jordart og store forskjeller mellom monolitter og fylte sylindre.

Veiing av sylindre ble først utført 27.6.1989. En hadde noen problemer med ustabilitet i vekta ved veiingene i 1989. Det ser likevel ut til at differansen i vekt mellom vanning og ikke vanning = økt vannforbruk ved fordamping, er realistiske.

Det økte vannforbruk ved fordamping etter vanning, og den økte avrenning, det alt vesentlig målt i okt.-nov., er vist i tabell 7.

Vi ser at på grunn av svak vekst i monolitter, er minst halvparten av vanningsvannet fra juli kommet som økt avrenning etter vekstperioden. Det var ingen direkte vannlekasje i forbindelse med selve vanningen.

Sammenheng mellom tørrstoffavling og målt vannforbruk innen jordart og vanningsregime er svak, ikke minst på grunn av små avlingsdifferanser. Signifikant korrelasjon ble bare påvist for leirjordene (B + Ø) ved vanning. Ifølge regresjonsberegningene har vannforbruket her økt med 13 mm pr 100 kg økt tørrstoffavling.

I 1990 startet en veiing ved oppspiring 15. mai, og det ble veid 2. hver uke frem til høsting, 7.-10. august. Noen sylindre ble i perioder veid hver 3. dag. Siste veiing ble utført 8. november.

Ut fra vekter, avrenning, nedbør og vanning er det beregnet totalt vannforbruk fra jord og plantevekst i perioden 15.5.-8.11.

Tabell 7. Meravling og vannforbruk (27.6-23.11.1989) på grunn av vanning
 Table 7. Yield increase and water use from 27 June to 23 November 1989 after irrigation

Jordarter Soils	A	Bf	Bm	L	Øf	Øm
Meravling kg ts/dekar Yield increase, kg DM/decare	163	118	112	133	128	79
Økt vannforbruk mm Increased water use mm	58	52	34	68	55	38
Økt avrenning mm Increased leaching mm	24	32	54	12	28	50

f = filled m = monoliths

 Tabell 8. Vannforbruk 15.5.-8.11.1990 i mm
 Table 8. Water use from 15 May to 8 November 1990 (in mm)

Jordart Soil Gjødsledd Fert. trt.	Uten vanning Without irrigation				Med vanning With irrigation				F - verdi F - values	
	a	b	c	d	a	b	c	d	Leidd Trt.	Vanning Irrig.
A	328	+28	+25	+25	344	+35	+68	+37	8,9**	23**
B fylte	343	+8	+22	+14	347	+60	+82	+36	3,5	14*
B monolitt	311	+8	+30	+44	341	+38	+14	+10		
L fylte	285	+50	+32	+56	298	+98	+108	+68	9,8**	15**
L monolitt	219	+28			247	+106				
Ø fylte	337	+2	+50	+8	331	+50	+68	+28	5,4	18*
Ø monolitt	315	-18	-6	0	311	1)	1)	+56		
Middel Mean	317	+22	+26	+28	327	+59	+74	+42	2,7***	72***

1) Mangler pga lekkasje. Missing due to cylinder leakages

Vanning · gjødsleingsleidd F = 7,5***

Irrigation · fertilizer treatment

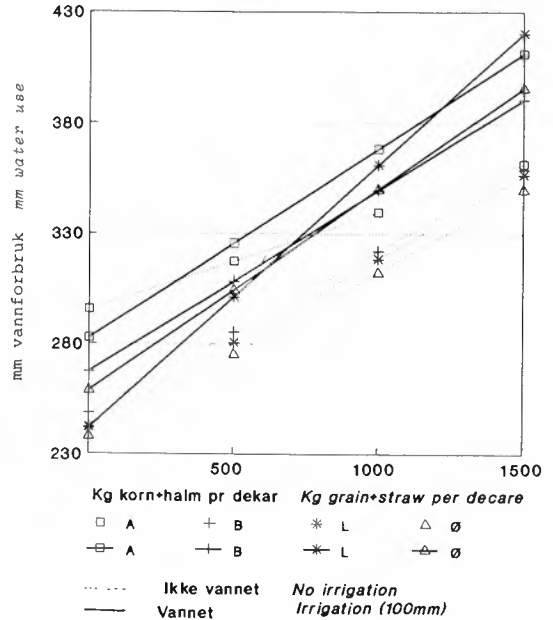
Fertilizer treatment presented in Table 4. *d* = farm manure

Som vist i tabell 8 har vannforbruk, fordampning i 1990 i likhet med 1989 økt etter vanning. For alle jordarter under ett er det også klart økt vannforbruk med økende gjødsling, og et signifikant samspill gjødsling x vanning.

I figur 4 er vist regresjonslinjer for sammenheng mellom tørrstoffavling (korn + halm) og vannforbruk 15.5. til 8.11.1990.

I middel for alle jordarter og gjødsleingsleidd fant en følgende sammenheng for vannforbruk, i mm, og avling av korn + halm i 100 kg tørrstoff pr dekar (x)

Figur 4. Vannforbruk i mm 15.5.-8.11.1990 i forhold til tørrstoffavlinger
 Figure 4. Water use (in mm) from 15 May to 8 November 1990 in relation to dry matter yields

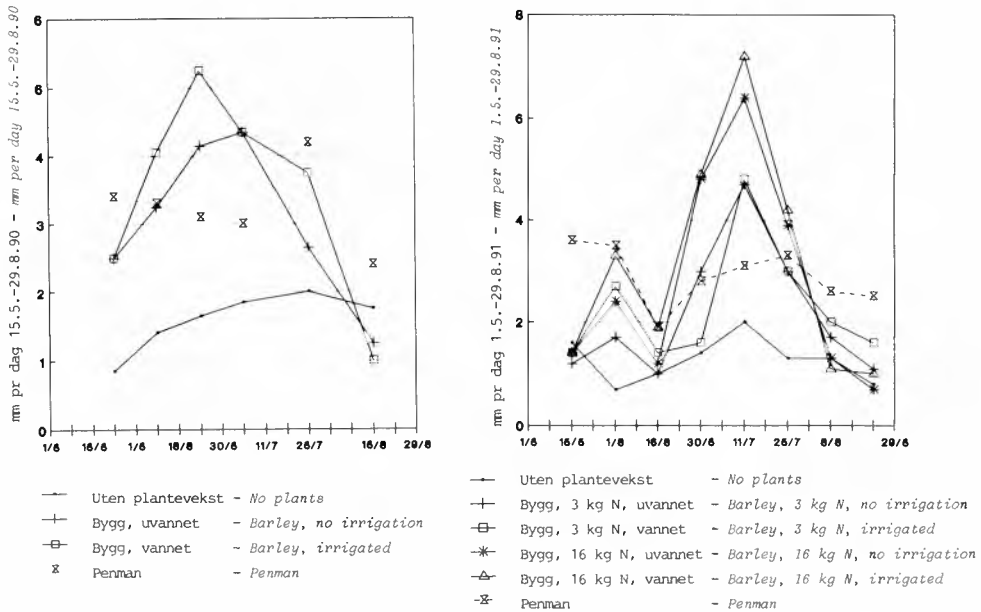


- I Uten vanning 255 + 6.8 x
 II Med vanning 268 + 8.9 x

Økningen i vannforbruk pr 100 kg økt avling er relativt beskjeden, noe som viser at de større avlinger vil ha et langt mindre forbruk av vann pr avlingsenhet enn små avlinger. I to sylindere uten plantevekst var det totale vannforbruk fra 15.5 til 8.11, henholdsvis 191 og 241 mm uten og med vanning. Disse usikre verdiene av enkeltsylindere, gir litt større tall (8,3 og 11,9) for vannforbruk pr 100 kg plantevekst enn regresjonsligningene. I en dansk undersøkelse (Bennetzen 1978) fant en et økt vannforbruk på vel 6 mm pr 100 kg meravling av vårkorn på uvannet leirjord og vannet sandjord, og betydelig større på uvannet sandjord.

I figur 5 er vist midlere forbruk av vann pr døgn i 1990 og 1991 funnet ved veiing, sammenlignet med potensiell fordampning fra fri vannflate beregnet ut fra innstråling og vindhastighet. Før oppspiring, da en ofte har et løst jordlag på overflaten brukes lite vann. Etterhvert som plantene vokste opp, brukte de imidlertid langt mer vann enn det potensielle. I dette anlegget har en belter med jord og samme planteslag rundt hver sylindere. Veksten utenfor sylindrene var i 1990 ikke helt vellykket, og plantene i sylindrene kan ha blitt ekstra utsatt for vind. I 1991 var det jevnt og tett bestand også utenom sylindrene, men resultatet er likevel det samme som 1990. En merker seg det større forbruk pr døgn ved sterk enn ved svak gjødsling. Avlingene i 1991, ikke vist her, var meget store. Resultatene vist her synes ellers å være nokså identiske med fremlagte resultat fra Myhr (1991) med flere kornslag.

Utnyttelsen av det tilførte vanningsvannet i 1990 går frem av tabell 9. En har gruppert forsøksleddene i a+d og b+c. De negative utslag for vanningsregime II i forhold til I for a+d skyldes som nevnt ikke vanningen sommeren 1990, men sannsynligvis økt utvasking, og eventuelt også økt gassformige tap fra den tidligere periode.



Figur 5. Vannforbruk pr døgn og beregnet potensiell evapo-transpirasjon 15.5.-29.8. 1990 og 1.5.-29.8. 1991
 Figure 5. Water use pr day and calculated potential evapotranspiration from 15 May to 29 August 1990 and 1 May to 29 August 1991

Tabell 9. Effekter av vanning i 1990. (100 mm)
 Table 9. Effects of irrigation in 1990 (100 mm)

Jordart Soil	A		B		I.		Ø	
	ad	bc	ad	bc	ad	bc	ad	bc
Forsøksledd Treatment								
Meravling kg ts/dekar Yield increase, kg DM /decar	-148	+ 30	-94	+ 136	-166	+ 130	-189	+ 147
Økt vann- forbruk mm Increased water use, mm	22	41	14	47	19	70	14	(27) ¹⁾
Økt avren- ning mm Increased leaching, mm	48	36	63	37	46	28	57	(64)
Rest 8.11.90 Residual "	30	23	23	16	35	3	29	(9) ¹⁾

1) Sylinderekkasjer. Bare et gjentak
 Cylinder leakages. One replicate only

Den delen av vanningsvannet som er gått til økt fordampning er mindre der vanningsregime II ikke har resultert i økt avling. Dette har medført at en noe større del av vanningsvannet er kommet som økt avrenning om høsten når avlingene har vært små. På tross av vanlig høstavrenning er det ved siste veiing, 8/11 1990, fortsatt noe mer vann i jorda i II enn i I. Resten er størst der vannforbruket har vært minst. Utnyttelse av tilført vann ved samtidig rikelig næringsforsyning er begge år best på sandjord. Samspill gjødsling x vanning er signifikant når det gjelder vannforbruk, alle jordarter under ett (tabell 8), men ikke for avrent vann i mm og restinnhold i jord etter sesongen.

SAMMENDRAG

I et anlegg med 72 veibare lysimetre, diameter 80 cm, jorddybde ca 100 cm, måles vann og næringstoffbalanse ved ulik vanntilgang og gjødsling. Resultater fra de to første år med havre og bygg gjengis her.

Forsøket omfatter morenejord (A), siltrik leire (B), stiv leire (Ø) og relativt grov sand (L), alle med stort moldinnhold i topplaget.

For siltrik leire og stiv leire har en fullstendige gjentak med fylte sylindre og monolitter uttatt direkte i felt.

Vanningsregime I omfatter tildekking av sylindre i ca 3 vintermånedene og II ingen tildekking, samtidig som det i II gis 5 x 20 mm ekstra vann i juni-juli.

Første år ble gjødslet likt i alle sylindre (5,5 kg N/dekar + PK). Andre år ble startet forsøksjødsling med 3 kg N, 9,5 og 16 kg N i kunstjødsel, og det ble tilført 4 tonn bløt storfegjødsel høsten 1989 på et fjerde ledd.

På grunn av store avlinger og N-opptak ble det i sum for de to år negativ totalbalanse for N etter gjødsling med 3 og 9,5 kg N pr dekar, og med unntak av sandjord, også ved tilførsel av 16 kg i 1990. Av samme grunn var utvasket N som $\text{NO}_3\text{-N}$ meget liten, særlig i 1990/91, og var upåvirket av gjødsling.

Selv ved langt større avrenning i vannregime II enn i I, ble det ingen klar økning i kg $\text{NO}_3\text{-N}$ utvasket pr dekar.

Ved normal gjødsling og god vekst fordampet ca halvparten av vanningsvannet, noe mer i havre 1989 enn i bygg 1990. Resten rant av om høsten eller ble registrert som økt innhold av vann i jorda ved årets utgang.

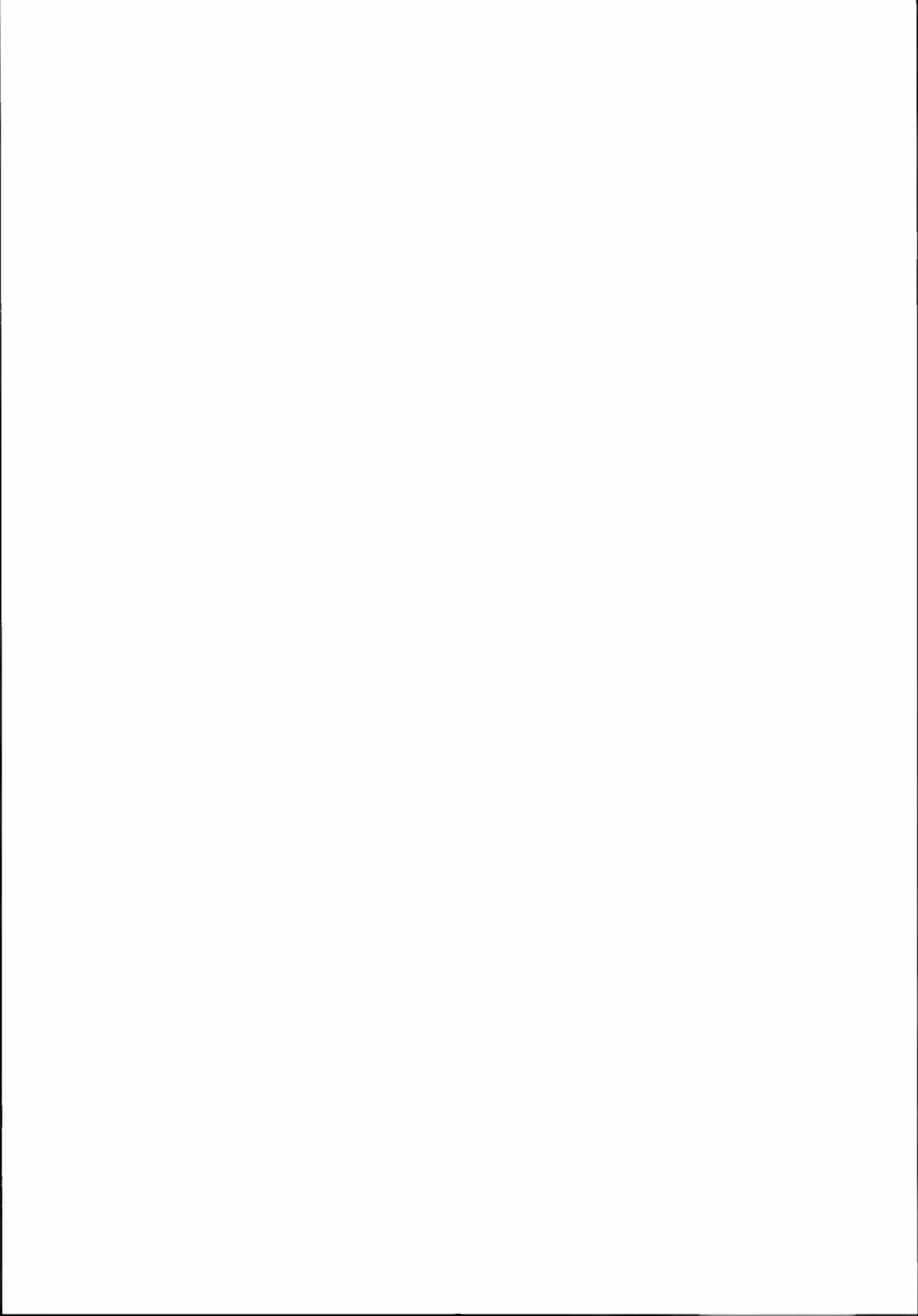
På tross av identiske topplag, 0-20 cm, innen jordart, ble avlingene i 1989 sterkt redusert i monolitter i forhold til fylte sylindre. Dette medførte at utvaskningen av $\text{NO}_3\text{-N}$ ble klart større i monolittseriene dette året. I 1990 var det mindre forskjell i avling mellom monolitter og fylte sylindre.

På grunn av krymping og sprekkdannelse i stiv leire har en her noen tilfeller av raske vanngjennomgang enn for de øvrige jordtyper.

Husdyrgjødsel gitt om høsten ga god effekt og bare liten ekstra N-avrenning, mens en stor del av Cl-mengdene i husdyrgjødsel ble vasket ut første vinteren. Innholdet av K i sigevann har vært lite påvirket av gjødsling og jordart, og P-innholdet har hittil vært knapt målbart. Disse resultatene er ikke tatt med i denne rapporten. Forsøkene fortsettes.

LITTERATUR

- BASF 1984. Bibliographie Thema: Lysimeter. Landwirtschaftliche Versuchsstation Limburgerhof, 209 s.
- Bennetzen, F. 1978. Vandbalance og kvælstofbalance ved optimal planteproduktion. 3. Modeller og resultater. Tidsskr. f. Planteavl, 82, 191-220.
- Børresen, T. & G. Uhlen 1991. Jorderosjon og fosfortap ved overflateavrenning i felt-lysimeter i Ås vintern 1989/90. Norsk landbruksforskning 5:47-54.
- Kjellerup V. & A. Dam Kofoed 1983. Kvælstofgødslingens innflydelse på udvaskning av plantenæringsstoffer fra jorden. Lysimeterforsøg med anvendelse av ¹⁵N. Tidskr. f. planteavl 87, 1-22.
- Lyngstad, I. 1991. A lysimeter study on the nitrogen balance in soil. II Fate of ¹⁵N-labelled nitrate fertilizer applied to grass. Norw. J. of Agric. Sci. 5:143-151.
- Myhr, E. 1991. Ulike jordbruksveksters potensielle vassforbruk. Abstracts for NJF XIX:e kongress. Minisymposier s. 62.
- Sas 1987. Guides for personal computers. Version 6 Edition Cary NC: SAS inst. Inc.
- Tveitnes, S & Å. Håland 1989. Influence of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) on the nitrogen efficiency of cattle slurry. Norw. J. of Agric. Sci. 3:343-350.
- Uhlen, G. 1989. Nutrient leaching and surface runoff in field lysimeters on a cultivated soil. Nutrient balances 1974-81. Norw. J. of Agric. Sci. 3:33-46.
- Uhlen, G. 1991. Avrenningsmønstre for vann, plantevernmidler og næringsstoffer i modellforsøk ved NLH. FAGINFO Nr. 10, 1991. Statens fagteneste for landbruket.



In vitro kultur som rejuveneringsmetode

In vitro culture as a method for rejuvenation

MAIGULL APPELGREN

Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk, Ås, Norge

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

Appelgren, M. 1992. *In vitro* culture as a method for rejuvenation. Norsk landbruksforskning 6: 93-100. ISSN 0801-5333.

A review of the literature indicates that woody plants can be rejuvenated by using *in vitro* culture techniques. Rejuvenation can be achieved through adventitious shoot formation and somatic embryogenesis in tissues of adult plant material, or by meristem culture. The emphasis of this review is on the use of meristems as starting material for the rejuvenation, and the following factors are discussed: Age and genotype of the tree, the size of the meristem, the physiological state of the mother plant, light and temperature to the mother plants and to the *in vitro* culture, the composition of the medium and the number of subcultures. Rejuvenation may also be achieved by micrografting and cocultivation.

Key words: *In vitro* culture, juvenility, maturation, rejuvenation

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

In vitro kultur er tatt i bruk i stor målestokk ved planteforering. Bare i 1988 ble mer enn 212 millioner planter formert kommersielt med *in vitro* teknikk i Vesteuropa. De fleste var urteaktige planter, bare ca 12% var treaktige (Pierik 1991).

Urteaktige planteslag regenererer lettere enn treaktige, ungt plantemateriale lettere enn gammelt. Jo eldre et tre blir, desto vanskeligere er det å formere vegetativt med stiklinger eller *in vitro*. Cellene i plantevevet mister etterhvert sin plastisitet. I et tre skjer overgangen fra juvenilt til adult stadium gradvis. Rotsonen og de nedre delene av treet kan være i det juvenile stadiet hele livet, og stiklinger fra slike stadier danner lettest røtter.

Det finnes metoder for å forynge eller rejuvenere planter. Vanligvis blir det utført ved sterk tilbakeskjæring, ved bruk av rotskudd, stubbeskudd, epikorme skudd, skudd fra sfæroblaster og/eller med behandling med gibberelliner (Hansen 1992). Dyrking *in vitro* kan også føre planter over i et mer juvenilt stadium (Hackett 1987), og ved å kombinere tradisjonelle metoder med dyrking *in vitro*, kan det være mulig å effektivisere rejuveneringsfasen.

IN VITRO KULTUR AV TREAKTIGE PLANTESLAG

Ved forynging *in vitro* av treaktige planteslag tar en utgangspunkt i knopper, små skuddspisser eller meristem med noen få bladanlegg. - Ordet meristem vil i denne artikkel bli brukt om et vekstpunkt med noen få bladanlegg. - For å være sikker på at *in vitro* plantene er sortsekte prøver en å unngå kallus og adventive skudd, til tross for at adventiv skuddanning og somatisk embryogenese er de mest effektive metodene til å indusere rejuvenering (Berlyn et al. 1986, Pierik 1990).

Små skuddspisser og meristem er særlig godt egnet utgangsmateriale for en forynging *in vitro* fordi aldringen av plantene trolig skjer i det apikale meristemet (Hackett 1976). Når meristemet blir frigjort fra morplanten, avbrytes den effekten som det underliggende vevet har hatt på meristemets utvikling, og undertrykte juvenile egenskaper vil komme til uttrykk (Monteuuis 1991).

Etablering av en *in vitro* kultur

Det er vanskelig å etablere en *in vitro* kultur fra modne trær både på grunn av trærnes alder og dårlige regenerasjonsevne, og på grunn av andre forstyrrende faktorer som kontaminering og polyfenoler.

Endogene bakterier, som hoper seg opp i vevet under vekstpunktet i gamle trær, kan ofte være grunnen til at regenerasjonen er dårlig. Bakteriene kan kontaminere *in vitro* kulturen allerede under etableringen, men de kan også ligge latent i materialet, hemme vekst og utvikling, og bli synlige senere under formeringen eller i rotdanningsfasen (Franclet 1983, Meier-Dinkel 1987).

Den hemmende effekten polyfenolene kan ha både på etableringen av *in vitro* kulturen og på den videre veksten av skuddspissene, kan til en viss grad forhindres. Man legger skuddspissene 2-3 timer i sterilt vann etter desinfeksjonen, og de hemmende stoffene diffunderer. Ved overflytting av skudd til et nytt medium eller til en annen plass på samme medium etter noen få dager, kan effekten av polyfenoler bli borte, eller man inkorporerer aktivt kull eller et reduserende stoff i etableringsmediet (Preil & Engelhardt 1977, Vieitez et al. 1985, Hildebrandt & Harney 1988, Ballester et al. 1989).

Morplantebehandling

Hammerschlag (1982) reduserte prosenten kontaminerte kulturer i fersken (*Prunus persica* L.) fra 100% til 3% ved å drive knopper fra sterkt voksende skudd i stedet for å bruke hvilende knopper. I forsøk med et 90 år gammelt sequoiatre ble det vist at det var mulig å nesten helt eliminere kontamineringen ved å ta hensyn til både hvor på treet en høstet materialet og tidspunktet på året (Franclet et al. 1987). Materiale fra toppen av treet var som regel rent, men slikt materiale regenererte bare i juli. I juvenilt materiale, i rotskudd og stubbeskudd var det bedre regenerering og minst kontaminering i tiden mars til november. Driving av morplanta før *in vitro* kulturen, har hatt positiv effekt ikke bare i fersken men også i mange andre planteslag, f.eks. *Camellia japonica* L. cv. Alba Plena (Vieitez et al 1989), *Corylus avellana* (Diaz-Sala et al 1990), *Quercus robur* (Ballester & Evers pers. oppl.) og bjørk (Jansson & Welander 1990).

Amin & Jaiswal (1987) arbeidet med en 15 år gammel guava plante (*Psidium guajava* L.). De samlet inn modne kvister og basale skudd gjennom hele året og ny vekst ble tvunget frem ved driving. Bladknoppstiklinger fra drevne skudd etablerte seg best fra april til juni. Det var da liten utskilling av fenoler og lav kontaminasjonsfrekvens (5-

7%). Knoppene brøt raskere og nye skudd ble dannet tidligere enn ved andre tider på året.

I modent materiale av Douglas gran (*Pseudotsuga menziesii* Franco) og sukkerfuru (*Pinus lambertiana*) ble det også oppnådd best tilslag på våren (Gupta & Durzan 1987). På den tiden etablerte minst 95% av kulturene seg, og knoppene brøt etter 10-12 dager. Til andre årstider forekom brytingen først etter 5-6 uker.

Monteuuis (1987) arbeidet med et 100 år gammelt tre av *Sequoiadendron giganteum*, som han podet over på unge frøplanter, og med 2 år gamle frøplanter. Han skar totalt 7 000 meristem, så små som mulig (200-250 µm), og dyrket dem *in vitro*. Meristemenes evne til å utvikle nye skudd var sterkt avhengig av om de var tatt fra de 100 år gamle podekvistene eller fra unge frøplanter. Tidspunktet på året når meristemene ble skåret var også avgjørende. Det juvenile plantematerialet regenererte med letthet. Det modne ga best skuddanning i mai, men slike skudd dannet ingen røtter. *Sequoiadendron* krevde i motsetning til guava, Douglas gran og sukkerfuru et næringsfattig medium. Modent materiale ble sterkere stimulert og dannet flere skudd ved tilsetning av auksinet naftaleneddiksyre (NAA, 0,1 mg/l) enn det juvenile materialet. Cytokininer hemmet all organutvikling.

Monteuuis (1991) konsentrerte seg om tidspunktet for å skjære meristemene. Ett av 300 meristem, skåret ved knoppsskyting, viste juvenile egenskaper. Noen av skuddene rotet seg faktisk spontant på strekningsmediet med samme frekvens som den juvenile klonen. Monteuuis (1991) forklarer rejuveneringen *in vitro* ved at meristemet var nettopp i den fysiologiske tilstand som ga størst juvenile utviklingsmuligheter. Han understreker videre hvor viktig det er å bruke så små meristem som mulig, s.k. «miniaturstiklinger», for å unngå hemmingen som er forårsaket av morplantens modne fysiologiske alder.

Årsaken til den positive effekten på etablering og den videreutviklingen av *in vitro* kulturen, er en god utvikling av morplanta på grunn av miljøfaktorer som daglengde, lysintensitet, lyskvalitet og temperatur.

I enkelte planteslag fremmes rotdanningen i mikrostiklingene av 10 til 20 dagers mørkebehandling (Samartin et al. 1986). Dersom knopper av *Prunus* kjølebehandles, vokser skuddene bedre *in vitro* og roter seg lettere (Quoirin et al. 1974). Kjølebehandling i 3 måneder etterfulgt av driving fremmer også etableringen og den videre skuddanningen *in vitro* i *Corylus avellana* (Diaz-Sala et al. 1990).

Ballester et al. (1989) undersøkte slike miljøfaktorer ved å etiolere deler av kronen på et 30 år gammelt kastanjetre (*Castanea sativa* x *C. crenata*) fra mai utover sommeren og høsten, og han kombinerte den delvise mørkebehandlingen med å lagre stiklinger fra de etiolerte delene ved lav temperatur i 4 til 7 måneder før skuddene ble drevet og en *in vitro* kultur etablert.

Ikke etiolerte stiklinger tålte bare å kjølelagres i fire måneder. Til tross for at det etiolerte plantematerialet etablerte seg bedre *in vitro* enn det ikke etiolerte, var det liten effekt av forbehandlingene under seinere subkulturer. Ved den tredje og fjerde subkulturen begynte imidlertid *in vitro* skuddene fra det etiolerte materialet å strekke seg, og de dannet mange fler sideskudd enn skudd fra det ikke etiolerte materialet. Intet er nevnt om hvor stor prosent av skuddene som etablerte seg i jord eller hvordan den videre veksten ble. Ballester et al. (1989) hevder at den delvise etioleringen av kastanje-trærne satte i gang en prosess i stiklingene som resulterte i forynging av plantematerialet, slik at nye skudd lettere ble dannet. Det blir videre hevdet at metoden vil

kunne få stor betydning for alle de mange treaktige planteslag der en ikke finner fysiologisk ungt plantemateriale som stubbeskudd, epikorme skudd eller rotskudd.

Forhold under *in vitro* kulturen

I mange planteslag blir modne skudd rejuvenert når de dyrkes *in vitro* over lengre tid. Skuddene deles opp og flyttes over på nytt medium gjentatte ganger. Etter hvert begynner skuddene å vokse kraftigere, de danner mange flere sideskudd og rotdanningsevnen blir sterkt forbedret. Voksemåten forandres, og skuddene vokser ortotrop og også etter overflytting i jord.

Rodriguez et al. (1988) sammenlignet juvenilt 45 dager gammelt og modent 2 år gammelt *in vitro*-materiale av *Corylus avellana* L. De adulte segmentene trengte et mer spesifikt medium og en lengre kulturperiode (4 subkulturer) enn ungt materiale for å danne røtter.

For *Syringa vulgaris* L. er antallet subkulturer, som er nødvendig for rejuvenering, sterkt avhengig av både genotype og plantenes alder (Pierik et al. 1988).

En gammel klon av *Sequoia sempervirens* ble rejuvenert ved flere ganger å bli delt opp og flyttet over på nytt medium (Francelet 1983). Etter 4 subkulturer *in vitro* rotet 50% av skuddene seg fra den modne klonen. Uten subkulturer var det bare 32% som rotet seg. Til sammenligning var det 75% av de juvenile frøplantene som dannet røtter. Ute i feltet viste plantene sterk ortotrop vekst fortsatt etter et år.

Også i eplekultivarene Jonathan og Delicious økte rotdanningen med antall subkulturer (Sriskandarajah et al. 1982), men her var det tydelige forskjeller mellom kultivarene. For at kultivarene i det hele tatt skulle danne røtter var subkultivering nødvendig. Etter 9 subkulturer dannet 95 % av mikrostiklingene av Jonathan røtter, mens mikrostiklinger av Delicious trengte 31 subkulturer for å oppnå 79% rotdanning.

Men gjentatte subkulturer trenger ikke bestandig å resultere i bedre rotdanning. Fouret et al. (1986) sammenlignet et 50 år gammelt tre med et 500 år gammelt tre av *Sequoia sempervirens* Endl. Gjentatte subkulturer på et medium uten hormoner fremmet fysiologisk rejuvenering i materiale fra det 50 år gamle treet. Materiale fra det 500 år gamle treet trengte lengre tid til forynging. Skudd fra det 50 år gamle treet, som ble subkultivert på et medium med cytokininet bensylaminopurin (BA) og auksinet naftaleneddiksyre (NAA), utviklet ortotrop vekst etter et år i veksthus, mens skudd fra det 500 år gamle treet fortsatt vokste plagiotrop. I *Eucalyptus rudis* ble bladknoppstiklinger fra et 10-11 år gammelt tre rejuvenert etter 6 subkulturer (Badia 1986), mens aksillære skudd fra et 50 år gammelt tre av *Cunninghamia lanceolata* nok rotet seg men veksten var fortsatt plagiotrop etter 10 subkulturer (Engelmann et al. 1987).

En moden klon av *Sequoidendron giganteum* ble dyrket *in vitro* med meget god skuddanning, men skuddene dannet ikke røtter, selv etter mange subkulturer (Monteuuis 1987). Noe tilsvarende har Ballester & Vieitez (pers. oppl.) funnet i klonen 'Scer-fast' av *Quercus robur*, som enda etter mer enn tre år i kultur har vanskelig for å danne røtter. Her må man kanskje prøve å forandre på de ytre miljøbetingelsene for *in vitro* kulturen.

Lys og temperatur

I fytotron er det undersøkt hvordan lyset og temperaturen virker inn på rotdanningen *in vitro* i et 50 år og et 500 år gammelt tre av *Sequoia sempervirens* (Francelet 1983).

Når temperaturen ble holdt konstant på 22°C hadde fullstendig mørke negativ effekt på rotdanningen i den 50 år gamle klonen. Bare 40% av skuddene dannet røtter mot ca 80% der lyset var normalt. De forskjellige lysbehandlingene hadde ellers liten innvirkning på den 50 år gamle klonen. Rotdanningen hos den 500 år gamle klonen økte fra 25 til 60% når rødt lys ble gitt i stedet for mørke om natten.

Fuernkranz et al. (1990) studerte effekten av lyskvalitet på rotdanningen i mikrostiklinger fra et 95 år gammelt tre av svartkirsebær (*Prunus serotina*), og sammenlignet lave (7-15 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) med moderate (22-36 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) intensiteter i rødt, blått, gult og hvitt lys. Størst antall røtter og høyeste rotingsprosent ble oppnådd ved lav lysintensitet i gult lys mens rødt lys gav nest best rotdanning. Ved moderat lysnivå var forskjellene større. Gult lys ga 87% rotdanning og 4 røtter pr stikling, hvitt lys 74% og omkring 3 røtter, mens blått lys hemmet rotdanningen fullstendig.

Samartin et al. (1986) fant at lys hemmet rotdanningen i *Camellia* mikrostiklinger. Ved å dyrke mikrostiklingene i mørke kom røttene 9-10 dager raskere, og flere røtter ble dannet. Vieitez et al. (1989) anbefaler 12 dager med mørke til mikrostiklinger av *Camellia*.

Andre forsøk med rejuvenering

Mikropoding

Det er mulig å få en rejuvenering i stand ved å pode modne meristem eller skuddspisser på juvenile grunnstammer *in vitro*. Små podekvister rejuvenerer lettere enn store. Men ofte er det nødvendig å gjenta podingen (Pierik 1990). Men det er ikke bestandig en klarer å rejuvenere ved poding *in vitro*. Det har f.eks ikke lyktes med *Citrus*.

Samplanting

Francllet (1983) referer til et arbeide med *Hedera helix* av Franks & Renner i 1956, der små grener av en moden og en juvenil eføy ble satt på næringsløsning i samme glass. Moden eføy har i alminnelighet vanskelig for å rote seg, men ved denne metoden rotet den seg realltvt godt. Det kan se ut til at et ukjent stoff fra den juvenile klonen ble overført til den modne, og gjorde rejuvenering mulig.

OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Det er mulig å forynge modent plantemateriale ved *in vitro* teknikk. Jo mindre «meristemet» er når det blir skåret jo større er sannsynligheten for at det «glemmer» den fysiologiske tilstanden morplanten har vært i, og lar juvenile egenskaper komme til uttrykk. En forutsetning er naturligvis at det blir skåret ved det tidspunktet på året når morplanten er i sitt fysiologisk mest aktive tilstand.

På tross av de undersøkelser som er gjennomført vet en fortsatt altfor lite om hva som egentlig skjer i plantene under overgangen fra juvenil til moden tilstand. Er det f.eks. mulig å forynge et hundre år gammelt tre uten først å pode det over på unge frøplanter? Gjennom å variere ytre miljøbetingelser som lys og temperatur under *in vitro* kulturen, samt ved gjentatte subkulturer, kan trolig noen av spørsmålene avklares. Forsøkene med ulike klimabetingelser bør kombineres med anatomiske og biokjemiske undersøkelser.

SAMMENDRAG

Et litteraturstudium viser at det er mulig å rejuvenere treaktige planteslag med *in vitro* teknikk. Det kan gjøres ved på indusere kallus, adventive skudd og somatiske embryo i vev fra voksent plantemateriale eller ved å få meristem til å strekke seg og aksillære skudd til å bryte fram. I denne oversiktsartikkel er hovedvekten lagt på meristem som utgangsmateriale. Ved eksempler blir følgende faktorer belyst: Treets alder og genotype, meristemets størrelse, morplantenes fysiologiske status, lys og temperatur i morplanteperioden og under *in vitro* kulturen, næringsmediets sammensetning og antall subkulturer. Rejuvenering kan også oppnås ved mikropoding og samplanting.

ETTERORD

Artikkelen er resultat av forprosjektet «Juvenilitet og aldring» som er finansiert av Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd.

LITTERATUR

- Amin, M.N. & V.S. Jaiswal 1987. Rapid clonal propagation of guava through *in vitro* shoot proliferation on nodal explants of mature trees. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 9: 235-243.
- Badia, N. 1981. *Eucalyptus rudis* Endl. techniques de micropropagation par la culture de noeuds *in vitro*, s. 135-142. I: M. Boulay (red.) «Colloque International» sur la culture *in vitro* des essences forestières, IUFRO Fontainebleau-France. Nangis, Frankrike.
- Ballester, A., M.C. Sanchez & A.M. Vieitez 1989. Etiolation as a pretreatment for *in vitro* establishment and multiplication of mature chestnut. *Physiol.Plant.* 77: 395-400.
- Berlyn, G.P., R.C. Beck & M.H.Renfroe 1986. Tissue culture and the propagation and genetic improvement of conifers: problems and possibilities. *Tree Physiology* 1: 227-240.
- Diaz-Sala, C., M. Rey & R. Rodriguez 1990. *In vitro* establishment of a cycloclonal chain from nodal segments and apical buds of adult hazel (*Corylus avellana* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 23. 151-157.
- Engelmann, F., B. Godin, J. Leboef & C. Bigot 1987. *In vitro* propagation of juvenile and adult clones of *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. *Acta Hort.* 212: 479-482.
- Fouret, Y., Y. Arnaud, C. Larrieu & E. Miginiac 1986. *Sequoia sempervirens* as an *in vitro* rejuvenation model. *New Zealand Journal of Forestry* 16: 319-327.
- Francelet, A. 1983. Rejuvenation: Theory and practical experiences in clonal silviculture, s. 96-134. I: Zsuffa, L., R.M. Rauter & C.W. Yetman (reds.) Proc. XIX meeting of the Canadian tree improvement association. Vol. 2. Canadian Forestry Service, Ontario.

- Francelet, A., M. Boulay, F. Bekkaoui, Y. Fouret, B. Verschoore-Martouzet, & N. Walker 1987. Rejuvenation, s. 232-248. I: Bonga, J.M. & D.J. Durzan (reds.) Cell and tissue culture in forestry. Vol. 1. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- Franks, H. & O. Renner 1956. Über verjüngung die *Hedera helix* L. *Planta* 47:105-114 (ref. av Francelet, A. 1983).
- Fuernkranz, H.A., C.A. Nowak & C.A. Maynard 1990. Light effects on *in vitro* adventitious root formation in axillary shoots of mature *Prunus serotina*. *Physiol. Plant.* 80: 337-341.
- Gupta, P.K. & D.J. Durzan 1987. *In vitro* establishment and multiplication of juvenile and mature Douglas-fir and sugar pine. *Acta Hort.* 212: 483-487.
- Hackett, W.P. 1976. Control of phase change in woody plants. *Acta Hort.* 56: 143-154.
- Hackett, W.P. 1987. Juvenility and maturity, s. 216-231. I: Bonga, J.M. og D.J. Durzan (reds.) Cell and tissue culture in forestry. Vol. 1. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- Hammerschlag, F. 1982. Factors affecting establishment and growth of peach shoots *in vitro*. *HortSci.* 17:85-86.
- Hansen, O.B. 1992. Faseoverganger hos flerårige planter. *Norsk Landbruksforskning* 6: 123-131.
- Hildebrandt, V. & P.M. Harney 1988. Factors affecting the release of phenolic exudate from explants of *Pelargonium x hortorum*, Bailey 'Spring Scarlet'. *J. Hortic. Sci.* 63: 651-657.
- Jansson, E. & M. Welander 1990. Micropropagation of some adult *Betula* species. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för trädgårdsvetenskap. Rapport 55. 18 sider.
- Meier-Dinkel, A. 1987. *In vitro* Vermehrung und Weiterkultur von Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* (MATT.) LIEBL.). *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 158:199-204.
- Monteuuis, O. 1987. *In vitro* meristem culture of juvenile and mature *Sequoiadendron giganteum*. *Tree Physiology* 3: 265-272.
- Monteuuis, O. 1991. Rejuvenation of a 100-year-old *Sequoiadendron giganteum* through *in vitro* meristem culture. I. Organogenic and morphological arguments. *Physiol. Plant.* 81: 111-115.
- Pierik, R.L.M. 1990. Rejuvenation and micropropagation. *IAPTC Newsletter* 62: 11-21.

- Pierik, R.L.M. 1991. Commercial micropropagation in Western Europe and Israel, s. 155-165. I: Debergh, P.C. & R.H. Zimmermann (red.) Micropropagation of horticultural crops. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Nederland.
- Pierik, R.L.M., H.H.M. Steegmans, A.A. Elias, O.T.J. Stiekma & A.J. van der Velde 1988. Vegetative propagation of *Syringa vulgaris* L. *in vitro*. Acta Hortic. 226: 195-204.
- Preil, W. & M. Engelhardt 1977. Meristem culture of azaleas (*Rhododendron simsii*). Acta Hortic. 78: 203-207.
- Quoirin, M., P. Boxus & T. Gaspar 1974. Root initiation and isoperoxidases of stem cuttings from mature *Prunus* plants. Physiol. Veg. 12: 165-174.
- Ranjit, M., D.E. Kester & V.S. Polito 1988. Micropropagation of cherry rootstocks: III. Correlations between anatomical and physiological parameters and root initiation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 155-159.
- Rodriguez, R., C. Diaz-Sala & G. Ancora, 1988. Sequential cultures of explants taken from adult *Corylus avellana* L. Acta Hortic. 227: 460-463.
- Samartin, A., A.M. Vieitez & E. Vieitez 1986. Rooting of tissue cultured camellias. J. Hortic. Sci. 61: 113-120.
- Sriskandarajah, S., M.G. Mullins & Y. Nair 1982. Induction of adventitious rooting *in vitro* in difficult-to-propagate cultivars of apple. Plant Science Letters 24: 1-9.
- Vieitez, A.M., M.C. San-Jose & E. Vieitez 1985. *In vitro* plantlet regeneration from juvenile and mature *Quercus robur*, L. J. Hortic. Sci. 60: 99-106.
- Vieitez, A.M., M.C. San-Jose & A. Ballester 1989. Progress towards clonal propagation of *Camellia japonica* cv. Alba Plena by tissue culture techniques. J. Hortic. Sci. 64: 605-610.

Bruk av næringsløsninger i korn - intensiv dyrking

Foliar application of plant nutrients to cereals under intensive growing systems

ENGBRET DÆHLIN & HANS STABBETORP

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Apelsvoll forskingsstasjon, Kapp, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Apelsvoll Research Station, Kapp, Norway

Dæhlin, E. & H. Stabbetorp 1992. Foliar application of plant nutrients to cereals under intensive growing systems. Norsk landbruksforskning 6: 101-121. ISSN 0801-5333.

Foliar application of plant nutrients in cereals was investigated in three different sets of trials in the period 1984-89: Use of foliar nutrients in intensive growing systems in spring wheat (set I), use of foliar nutrients and fungicides in barley (set II) and foliar nutrient application compared with urea application in spring wheat and barley (set III). The investigation included 74 field trials at Østlandet and five field trials in Trøndelag. Foliar nutrient application with Complesal Fluid or Basfoliar 36 Extra did not increase the grain yield significantly, but there was a great risk of reduced grain yield. The grain yield increased by more than 100 kg per hectare in 31 field trials, and this effect was significant in four of them. The yield decreased by more than 100 kg per hectare in 25 field trials, significantly affecting seven of them. There were no positive interactions between foliar nutrient applications and fungicide treatments. Other characters such as lodging, water content in grain at harvesting and grain quality, were not affected. An intensive growing system which included systematic treatment with growth regulators, fungicides, insecticides and foliar fertilizers, was found to be uneconomical in these experiments. Instead, growth regulators, fungicides and insecticides should be added in accordance with requirement. If nutrient deficiency symptoms are detected, then urea or a partial nutrient suspension should be added instead.

Key words: Cereals, foliar fertilizers, foliar nutrient application, intensive growing systems, plant nutrients.

Engbret Dæhlin, Apelsvoll Research Station, N-2858 Kapp, Norway

Opptak av plantenæring skjer i hovedsak gjennom rotsystemet hos våre kulturplanter. Bruk av mineralgjødsel sammen med husdyrgjødsel, avpasset etter vekst, jordart, klimavilkår osv., danner grunnlaget for plantenes næringstilførsel. Effektiviteten av plantenes næringsopptak gjennom røttene er avhengig av mange faktorer slik som klima, kjemiske og fysiske forhold i jordsmonnet, vanntilgang, angrep av skadeorganismer og plantenes utviklingsstadium. Ugunstige betingelser for en eller flere av disse faktorene kan gi ubalanse i plantenes næringsopptak og den metabolske omsetningen.

Plantene er foruten opptak gjennom røttene, i stand til å ta opp næring gjennom bladverket (Wittwer & Bukovac, 1969). Tilføring av næringsløsning via bladene, kan under visse betingelser være en effektiv måte å tilføre plantenæring på (Hanway, 1988). Med næringsløsning menes det her en samling av viktige plantenæringsstoffer som, oppløst i vann, tilføres plantene som bladgjødsel.

Mikronæringsstoffene i de allsidige næringsløsningene er for en stor del kjelatiserte (BASF, udatert; Hoechst, udatert). Det vil si at metallionene er bundet til organiske partikler slik at utfelling unngås og ionene raskere tas opp i plantene (Carlgren, 1986; Clemens et al. 1990). De aktuelle næringsløsningene er derfor lett blandbare med de fleste plantevernmidler. Imidlertid begrenses tilførselen av slik næring av faren for sviskader på plantene. Bladgjødsling av korn har derfor i hovedsak vært brukt ved tilførsel av mikronæringsstoff som er nødvendig kun i svært små mengder (Hanway, 1988).

De ulike næringsløsningene markedsføres i utlandet som et viktig supplement til ordinær gjødsling under forhold hvor næringsopptaket gjennom røttene er nedsatt eller mangelfullt (BASF, udatert; Hoechst, udatert). En oppnår da et viktig bidrag til plantenes vitalitet og motstandskraft og kan dermed få høyere avling og bedre kvalitet. Blant de forhold hvor slike preparater kan ha effekt, er ved sjukdoms- og skadedyrsangrep. Tilføring av plantevernmidler kan være en belastning for planta som medfører at den metabolske aktiviteten blir midlertidig nedsatt. Sprøyting med næringsløsning påstås å ha en gunstig virkning på veksten i slike tilfeller, fordi plantene raskere blir restituert etter behandlinga. Andre forhold der det hevdes at næringsløsninger kan ha gunstig virkning er ved:

- problemer med jordstruktur
- ugunstig pH
- vanskelige værforhold
- direkte næringsmangel
- perioder med spesielt kraftig vekst

Næringsløsninger er sammen med plantevernmidler en viktig innsatsfaktor i intensive dyrkingssystemer for korn i Mellom- Europa (Effland, 1986). Det er mange momenter som skiller norsk korndyrking fra de dyrkingsintensitetene hvor næringsløsning generelt anbefales. Av de viktigste er klimaforhold, gjødslingspraksis og plantesanitære forhold. I Norge har det vært vanlig å gjødsle med handelsgjødsel som har en relativt bred næringsmessig sammensetning. Bruk av bladgjødsling har begrenset seg til sprøyting med urea eller ensidige mangan-, sink-, kobber- eller jernsuspensjoner ved tydelige mangelsymptomer.

Det er få nordiske forsøk som omhandler bruk av næringsløsninger i korn. For å undersøke virkningen av slike preparater på avling og kvalitet, ble det i perioden 1984-89 gjennomført tre forsøksraserier som tok opp ulike spørsmål omkring bruken av næringsløsninger:

- I Forsøk med klormekvatklorid, næringsløsning, sopp- og insektmiddel i hvete
- II Forsøk med sopp-sprøyting og næringsløsning i bygg
- III Sammenligning mellom urea og næringsløsning.

Materialer, metoder og resultater beskrives for hver enkelt forsøksserie med en samlet diskusjon og konklusjon.

VEKSTBETINGELSER I FORSØKSÅRA

I 1984 var det mye nedbør på forsommeren og varmt og tørt på ettersommeren. Det var betydelig med legde. I hvete var det endel angrep av mjøldogg (*Erysiphe graminis*) og hveteaksprikk (*Septoria nodorum*) mens det i bygg var sterke angrep av både mjøldogg, bygg brunflekk (*Drechslera teres*) og grå øyeflekk (*Rhynchosporium secalis*). Det var lite angrep av skadedyr bortsett fra noe bladminèrflue (*Chromatomyia fuscula*) i bygg.

I 1985 var det mye nedbør og lav temperatur på ettersommeren. Det var betydelig med legde. I hvete var det en del angrep av mjøldogg og hveteaksprikk. I bygg var det sterke angrep av mjøldogg og bygg brunflekk samt noe grå øyeflekk. Det var noe angrep av bladlus (*Rhopalosiphum padi* og *Stobian avenae*) og trips (*Limothrips denuncornis*).

I 1986 var det forsummertørke, men kjølig vær og mye nedbør i august. Det ble mye legde ved høsting. I hvete var det noe angrep av mjøldogg mens det i bygg var sterke mjøldoggangrep. Det var lite angrep av insekter.

I 1987 var det lav temperatur og mye nedbør det meste av sesongen. Det ble svært mye legde. I hvete var det sterke angrep av gulrust samt endel mjøldogg og hveteaksprikk, mens bygg var lite utsatt for sjukdomsangrep. Hverken i hvete eller bygg var det insektangrep av betydning.

I 1988 var det sterk forsummertørke og høy temperatur. Store nedbørsmengder i juli førte til problemer med etterrenning. Det ble svært kraftige bladlusangrep som var vanskelige å bekjempe. Både i hvete og bygg var det relativt lite problemer med legde og bladflekksjukdommer. Endel kraftige regnbyger i slutten av august og i begynnelsen av september forsinket innhøstinga.

I 1989 var det tørt og varmt vær nesten hele vekstsesongen. Mange åkrer ble tørkeskadet. I hvete var det endel gulrust- og mjøldoggangrep. Bygg hadde svake angrep av mjøldogg. Det var lite legde og insektangrep.

MATERIALER OG METODER

I Forsøk med klormekvatklorid, næringsløsning, sopp- og insektmidler i vårhvete (*Triticum Aestivum*)

Hensikten med forsøket var å se på effekter av ulike innsatsfaktorer samt mulige samspill i et intensivt dyrkingsopplegg.

Bruk av klormekvatklorid (CCC) og sprøyting med næringsløsning, sopp- og insektmidler, enten alene eller i tankblanding, ble undersøkt på ialt 39 felt i årene 1984-88. Forsøksfeltene lå spredt over hele Østlandet med store variasjoner i jordbunnsforhold, med stiv leire på havavsetninger i Østfold, silt på Romerike og i Solør, moldrik morene i Mjøsdistriktet og sandjord på Hurum og på Ringerike. Andre jordparametere slik som pH og næringsinnhold varierte også mye.

Effektene ble undersøkt i en faktoriell plan med to gjentak i hvert felt. Planen omfattet følgende forsøksledd:

A: Kontroll - ubehandlet

B: 110 ml CCC 750

1: Kontroll - ubehandlet

2: 50 ml Tilt (propikonazol)

3: 60 ml Sumicidin (fenvalerat)

4: Næringsløsning (Complestal/Basfoliar)

5: Ledd 2 + ledd 3 + ledd 4

Forsøkene ble anlagt i jamn og frodig vårhveteåker som var gjødslet og sådd utifra normal praksis på de ulike forsøksstedene. Sortene som ble benyttet var Runar og Reno. Behandling med CCC skjedde samtidig med ugrassprøytinga (Zadoks 13-15), mens næringsløsning, sopp- og insektmidler ble sprøytet ut ved skyting (Zadoks 50-59). I ledd 4 ble det i 1984-86 tilført 0,8 liter Complestal og i 1987-88 1,0 liter Basfoliar 36 Extra. Tabell 1 viser innholdet av næringsstoffer i disse preparatene. Midlene i ledd 5 var tankblandet.

Tabell 1. Innholdet av næringsstoffer i Basfoliar 36 Extra og Complestal Fluid, g/l

Table 1. Contents of nutrients in Basfoliar 36 Extra and Complestal Fluid, g/l

		Basfoliar 36 Extra	Complestal Fluid
Nitrogen	(N)	363,0	142,0
Fosfor	(P)	0,0	20,6
Kalium	(K)	0,0	50,0
Magnesium	(Mg)	40,0	1,4
Bor	(B)	0,3	0,24
Jern	(Fe)	0,3	0,12
Kobber	(Cu)	2,7	0,12
Mangan	(Mn)	13,5	0,12
Molybden	(Mo)	0,07	0,06
Sink	(Zn)	0,14	0,06

Noteringer av sjukdommer og skadedyr ble utført ca. 3 uker etter sprøyting.

Fra 1987 ble forsøksplanen utvidet til å omfatte en sammenligning mellom næringsløsning og urea. Disse resultatene er omtalt sammen med forsøkene som sammenligner effekten av næringsløsning og urea (forsøksserie III).

Deler av resultatene, hvor det er lagt særlig vekt på effekter av CCC, sopp- og insektmidler, er publisert tidligere (Stabbetorp, 1986; Stabbetorp, 1987; Stabbetorp, 1989).

RESULTATER

Totalsammendrag av de viktigste resultatene fra ialt 39 felt, er sammenstilt i tabell 2.

Tabell 2. Hovedeffekter fra forsøk med CCC, næringsløsning, sopp- og insektmidler i hvete på Østlandet, 1984-88

Table 2. Main effects from trials with CCC, fungicide, insecticide and foliar nutrient applications in wheat at Østlandet, 1984-88

Behandling <i>Treatment</i>	Vann % v/høst <i>Moisture content at harvest</i>	Avl. kg/daa 15% vann <i>Grain yield 15% moisture</i>	Legde % <i>Lodging %</i>	Falltall <i>Falling number</i>	1000- kornv. 1000 g <i>weight</i>	HI-vekt kg <i>Test wt. kg</i>	Protein %
A Konroll <i>Control</i>	24,0	531	26	282	38,1	78,2	12,9
B CCC	- 0,5	+ 21	- 15	+ 25	- 0,8	- 0,2	- 0,2
LSD 5%	0,9 n.s.	12 *	12 *	40 n.s.	0,8 *	0,8 n.s.	0,4 n.s.
1 Kontroll <i>Control</i>	23,1	522	17	290	36,9	77,8	12,8
2 Sopp-spr. <i>Fungicide</i>	+ 0,8	+ 28	- 1	+ 6	+ 1,5	+ 0,7	0,0
3 Insekt-spr. <i>Insecticide</i>	+ 0,4	+ 19	+ 3	+ 11	+ 0,8	+ 0,1	- 0,1
4 Næringsl. <i>Foliar nutrient</i>	0,0	+ 2	+ 3	+ 7	- 0,1	- 0,1	0,0
5 2+3+4	+ 1,6	+ 47	+ 2	+ 1	+ 1,7	+ 0,7	0,0
LSD 5%	0,6 ***	21 **	3 n.s.	12 n.s.	0,9 **	0,6 *	0,4 n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	39	39	26	22	38	38	18

n.s. = ikke signifikant
not significant * = P<0.05 ** = P<0.01 *** = P<0.001

Bruk av vekstregulering (CCC)

Totalsammendraget i tabell 2 viser sikker avlingsøkning på 21 kg/daa ved bruk av CCC.

Resultatene i tabell 3, viser sikker avlingsøkning i alle forsøksåra med unntak av 1984. I flere av feltene fant en klare avlingsøkninger uten at det var registrert legde. Ut i fra det store legdepresset i 1987 var effekten av CCC på avling og legde mindre enn forventet. Muligens hadde store nedbørmengder etter sprøyting redusert effekten av CCC.

Det var notert legde ved høsting på ialt 24 felt. Behandling med CCC ved ugras-sprøyting ga i totalsammendraget i tabell 2 signifikant mindre legde. Virkningen var klarest i 1985 og 1986 mens det i 1984 ikke var registrert legde av betydning på noen av feltene.

Kornkvaliteten var i sum lite påvirket av CCC-behandlinga. Sprøyting ga i totalsammendraget signifikant lavere 1000-kornvekt, mens det var liten virkning på falltall, HI-vekt og proteininnhold. Sprøyting med CCC ga signifikant lavere 1000-kornvekt i 1984 og 1987 og lavere HI-vekt i 1984 (P<0.01). I de andre årene var det ingen sikre utslag på kornkvaliteten.

Tidligere publiserte resultater fra denne forsøksserien (Stabbetorp, 1989), gir en mer fullstendig vurdering av effektene ved CCC-sprøyting.

Tabell 3. Avlingsutslag for behandling med CCC i 1984-88. Kg korn/daa

Table 3. Effects of CCC treatment on grain yield in 1984-88 (Kg/0.1 ha)

	1984	1985	1986	1987	1988
Kontroll <i>Control</i>	672	494	552	510	425
CCC	+ 6	+ 33	+ 30	+ 22	+ 16
LSD 5%	13	24	21	22	14
	n.s.	*	**	*	*
Ant. felt <i>No. of trials</i>	10	8	7	6	8

Sprøyting mot sopp

Totalsammendraget i tabell 2 viser at avlinga økte med 28 kg ved bruk av 50 ml Tilt ved skyting.

Resultatene fra enkeltår i tabell 4 viser signifikant meravling i alle år bortsett fra 1986 og 1988, og dette er i samsvar med angrepsgraden av ulike sjukdommer i disse sesongene.

Tabell 4. Avlingsutslag for sopp-sprøyting i 1984-88. Kg korn/daa

Table 4. Effects of fungicide application on grain yield in 1984-88 (Kg/0.1 ha)

	1984	1985	1986	1987	1988
Kontroll <i>Control</i>	645	475	556	508	428
50 ml Tilt (propikonazol)	+ 38	+ 59	+ 7	+ 32	+ 4
LSD 5%	15	23	238	29	20
	***	***	n.s.	*	n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	10	8	7	6	8

Virkningen av sopp-sprøytinga på sjukdomsangrep, er vist i tabell 5. Sprøyting med Tilt viste sikker virkning mot mjøldogg og hveteaksprikk. Det var også virkning mot gulrust, men det var sannsynligvis for få felt til å få sikre utslag. Det understrekes at de angitte angrepsgradene, pga. av ulik noteringsteknikk og gradering, ikke nødvendigvis gjenspeiler den reelle angrepsgraden, uten at dette betyr noe for sikkerheten i avlingsutslagene.

Totalsammendraget i tabell 2 viser at sopp-sprøyting ga sikker økning i 1000-kornvekt og hl-vekt. Dette bidrar til økte avlinger og er et resultat av at plantene holdes mer friske under innlagringen av næring i kornet. Det er også verdt å merke seg at proteininnholdet i kornet er det samme sjøl om avlingene øker. Dette betyr større totalt N-opptak og mindre lett-løselig nitrogen i jorda etter vekst avslutning.

	Mjøldogg <i>Erysiphe gramines</i>	Hveteaksprikk <i>Septoria nodorum</i>	Gulrust <i>Puccinia striiformis</i>
Kontroll <i>Control</i>	9	14	6
50 ml Tilt (propikonazol)	- 5	- 8	- 3
LSD 5%	4 **	8 *	4 n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	18	19	4

Tabell 5. Virkninger av soppsprøyting på sjukdom, % angrep
Table 5. Effects of fungicide on diseases, infection rate (per cent)

Sprøyting mot insekter

I totalsammendraget i tabell 2 økte avlinga med 19 kg/daa ved sprøyting med 60 ml Sumicidin. Sprøyting så seint som her (ved skyting), hadde liten effekt mot andre skadedyr enn bladlus og trips.

Resultatene fra enkeltår (tabell 6) viser avlingsøkning i alle forsøksåra bortsett fra 1987. Økningen var statistisk sikker i 1984 og 1985. Ut i fra de store angrepene av bladlus i 1988 skulle en forventet klare utslag av skadedyrsprøyting denne sesongen, men angrepene var trolig så store at én gangs sprøyting ikke var tilstrekkelig for effektiv bekjemping.

	1984	1985	1986	1987	1988
Kontroll <i>Control</i>	645	475	556	508	428
60 ml Sumicidin (fenvalerat)	+ 36	+ 32	+ 17	0	+ 7
LSD 5%	15 ***	23 **	23 n.s.	29 n.s.	20 n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	10	8	7	6	8

Tabell 6. Avlingsutslag ved insektsprøyting i 1984-88. Kg korn/daa
Table 6. Effects of insecticides on grain yield in 1984-88 (Kg/0.1 ha)

Notering av angrepsgraden av skadedyr ga ikke grunnlag for statistisk vurdering.

Bruk av næringsløsning

Totalsammendraget i tabell 2 viser ingen sikre avlingsutslag for sprøyting med næringsløsning. Dette gjelder også de enkelte årssammendragene som er vist i tabell 7. Det er imidlertid en tendens til at næringsløsning har gitt avlingsøkning i 1984 og 1986, mens det i 1987 var en reduksjon i avlinga. Resultatet i 1987 er noe overraskende ut ifra at det var mye nedbør og stor grad av utvasking av næringsstoffer denne sesongen.

Tabell 7. Avlingsutslag ved bruk av næringsløsning i 1984-88. Kg korn/daa

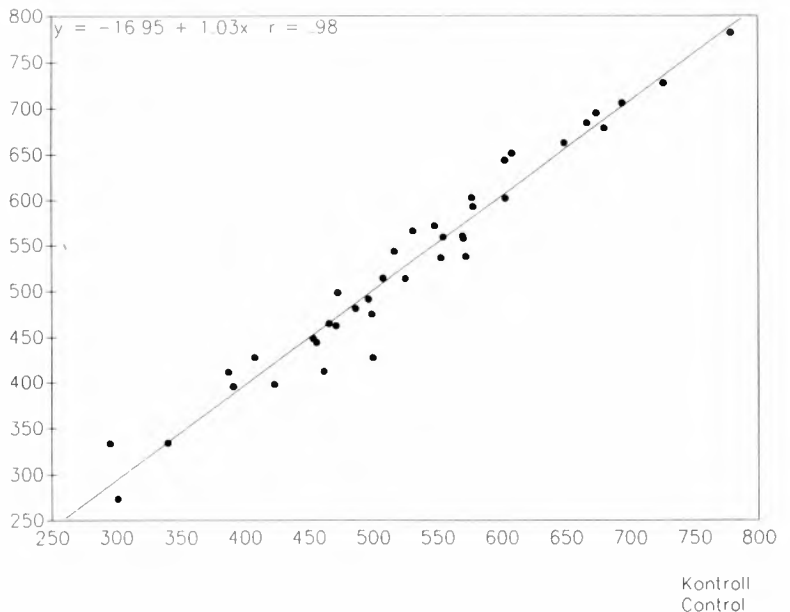
Table 7. Effects of foliar nutrient application on grain yield in 1984-88 (Kg/0.1 ha)

	1984	1985	1986	1987	1988
Kontroll Control	645	475	556	508	428
Næringsløsning Foliar nutrient	+ 11	+ 1	+ 13	- 17	0
LSD 5%	15	23	23	29	20
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ant. felt No. of trials	10	8	7	6	8

Regresjonsberegninger ga en korrelasjon på 0,98 mellom ledd med næringsløsning og ubehandla ledd (figur 1). Ut fra regresjonskoeffisienten som er beregnet til 1,03, ser det ut til at næringsløsning har en svakt positiv virkning ved høge avlinger og negativ virkning ved lave. Regresjonskoeffisienten er ikke signifikant forskjellig fra 1, og det understrekes derfor at tendensen er usikker.

Figur 1. Feltvise hovedeffekter av næringsløsning. Avling kg/daa
Figure 1. Main effects of foliar nutrients on grain yield. Kg/0.1 ha

Næringsløsning
Foliar nutrients



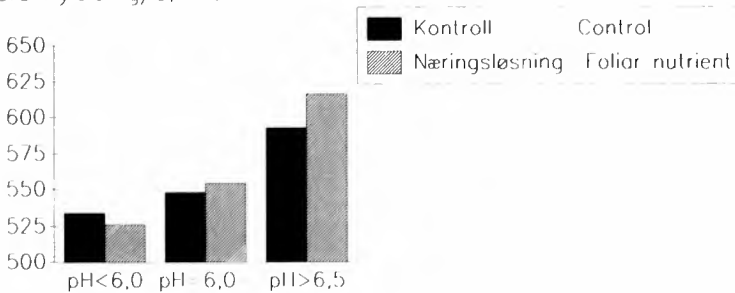
Bruk av næringsløsning ga avlingsøkning på mer enn 10 kg/daa på 15 felt hvorav 2 var sikre og reduksjon på mer enn 10 kg/daa på 10 felt hvorav 3 var sikre. På resterende 14 felt var effekten av næringsløsning mindre enn ± 10 kg/daa. Variasjoner i avlingsutslag kan vanskelig forklares ut ifra opplysningene fra enkeltfeltene.

Det ble tatt ut jordprøver fra alle feltene med analyse av pH, fosforinnhold (P-AL) og glødetap. Disse parameterene ble delt inn i følgende intervaller med antall felt i parentes:

pH < 6,0	(12)	pH = 6,0-6,5	(19)	pH > 6,5	(8)
P-AL < 7	(7)	P-AL = 7-15	(27)	P-AL > 15	(5)
GLØDETAP < 6%	(13)	GLØDETAP > 6%	(26)		

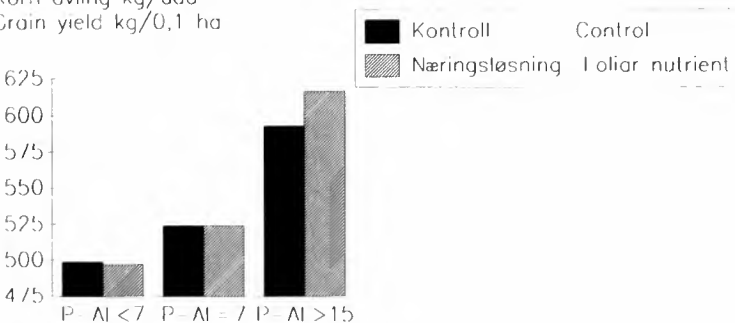
Den statistiske analysen viste ingen sikre utslag, men det var en tendens til at næringsløsning økte avlinga både ved stigende pH (figur 2) og ved stigende P-AL (figur 3). Høg pH betyr fare for manganmangel. Den positive effekten av næringsløsning ved pH > 6,5 er sannsynligvis utslag for ekstra mangantilførsel. Fosfortallene gir til enn viss grad uttrykk for den generelle næringstilstanden i jorda. Avlingsutslagene ved stigende fosfortall skyldes først og fremst at næringsløsninger gir bedre virkning ved høge avlinger. Fosfortilstanden har, isolert sett, trolig hatt liten betydning for effekten av næringsløsningen.

Korn avling kg/daa
Grain yield kg/0,1 ha



Figur 2. Effekten av næringsløsning på kornavling ved forskjellig pH
Figure 2. Effects of foliar nutrients on grain at different pH levels

Korn avling kg/daa
Grain yield kg/0,1 ha



Figur 3. Effekten av næringsløsning på kornavling ved forskjellig P-AL.
Figure 3. Effects of foliar nutrients on grain yield at different P-AL levels

Materialet ble videre gruppert etter ulike sjukdoms- og legdebelastning. Analyser av disse grupperingene ga ingen klare effekter ved bruk av næringsløsning, hverken i positiv eller negativ retning, men også disse grupperingene viste en svak tendens til økende effekt av næringsløsning ved økende avlinger.

Hverken i totalsammendraget eller i årssammendragene ga næringsløsning sikre utslag på kornkvaliteten. For enkeltfelt var det en tendens til høyere falltall, 1000-kornvekt, hl-vekt og proteinprosent på de felt hvor det var registrert positive utslag på avlinga.

Sprøyting med næringsløsning, sopp- og insektmidler

Tankblanding av næringsløsning, sopp- og insektmidler er den behandlingen som har gitt størst avling i totalsammendraget (tabell 2). Meravlinga i forhold til kontrollledet var 47 kg. De feltene som hadde den største økningen hadde samtidig klare utslag for enten sopp-sprøyting, insektsprøyting eller begge deler. Felt med små utslag av tankblandinga hadde lite angrep av sjukdommer og skadedyr. Det ser derfor ut som tilsetning av næringsløsning i blandinga har hatt liten betydning. Avlingsøkningen er i samsvar med det en kunne vente ut ifra sumeffekten av sopp- og insektsprøyting. På 5 av 39 felt var det avlingsreduksjon ved sprøyting med tankblandinga i forhold til ubehandla ledd, noe som kan skyldes sviskader.

Også i enkeltår ga tankblandinga størst avlingsutslag (tabell 8). Avlingsøkningen varierte fra 14 kg i 1988 til 85 kg i 1985. Utslagene var sikre i 1984, 1985 og 1987.

Tabell 8. Avlingsutslag ved tankblanding av næringsløsning, sopp- og insektmiddel i 1984-88. Kg korn/daa
Table 8. Effects of fungicide, insecticide and foliar nutrients in a tank mix on grain yield in 1984-88 (Kg/0.1 ha)

	1984	1985	1986	1987	1988
Kontroll <i>Control</i>	645	475	556	508	428
Tankblanding <i>Tank mix</i>	+ 64	+ 85	+ 18	+ 50	+ 14
LSD 5%	15 ***	23 ***	23 n.s.	29 **	20 n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	10	8	7	6	8

Samspillseffekter

Totalsammendraget ga ingen sikre samspillseffekter mellom behandling med CCC og tilførsel av næringsløsning, sopp- og insektmidler, hverken for avling eller for de andre registrerte variablene. For avling er det likevel en tendens til samspill mellom CCC og næringsløsning. Næringsløsning ser ut til å virke negativt på effekten av CCC.

MATERIALER OG METODER

II Forsøk med sopp-sprøyting og næringsløsning i bygg (*Hordeum Vulgare*)

Hensikten med forsøket var å undersøke effekter av næringsløsning i bygg samt å undersøke samsillet mellom næringsløsning og soppmidler.

Virkninger av sprøyting med næringsløsning, med eller uten to gangers soppssprøyting, ble undersøkt på ialt 26 felt i 1984-1986. Forsøksserien omfattet 21 felt på Østlandet og 5 felt i Trøndelag. Feltene ble i hovedsak anlagt i byggåkrer med noe vanskelige vekstvilkår, men som var gjødslet og sådd utifra normal praksis på de ulike forsøksstedene.

Effektene ble undersøkt i en faktoriell plan med to gjentak og følgende forsøksledd:

A: Kontroll - ubehandlet

B: 2x 50 ml Tilt (propikonazol)

1: Kontroll - ubehandlet

2: Næringsløsning, tidlig (Zadoks 23-25)

3: Næringsløsning, seint (Zadoks 51-59)

4: 2x næringsløsning

I ledd 2-4 ble det brukt 0,8 liter næringsløsning (Complezal) ved hver sprøyting. Sammensetningen av løsningen er vist i tabell 1. Soppssprøytinga ble utført samtidig med sprøyting med næringsløsning, og preparatene ble tankblandet på de rutene som skulle ha både soppmiddel og næringsløsning.

Deler av resultatene er publisert tidligere (Stabbetorp, 1986).

RESULTATER

Totalsammendraget i tabell 9 viser hovedeffektene av sprøyting med soppmiddel og næringsløsning.

Sprøyting mot sopp

Soppssprøyting med 50 ml Tilt ga i totalsammendraget i tabell 9, stor og sikker avlingsøkning. Behandling med Tilt ga dessuten signifikant mindre legde, økt hl-vekt og økt 1000-kornvekt. Dette betyr at soppssprøyting har hatt positiv virkning på stråkkvaliteten og dermed gitt bedre forhold ved innlagring i kornet. Tabell 10 viser at avlingsøkningen var størst i 1984, men også i 1985 og 1986 ga soppssprøyting signifikant høyere avling. Dette er i samsvar med angrepsgraden av sjukdom disse åra.

Soppssprøytinga viste sikker effekt mot angrep av mjøldogg, grå øyeflekk og bygg brunflekk.

To ganger soppssprøyting i bygg er lite aktuelt både på Østlandet og i Trøndelag. Bare når en konstaterer meget tidlige angrep, og der en har stor risiko for angrep av bygg brunflekk og/eller grå øyeflekk, kan det i enkeltår være aktuelt med to behandlinger.

Næringsløsning

Totalsammendraget i tabell 9 viser ingen sikre utslag for bruk av næringsløsning hverken på avling, modningstid, legde eller kornkvalitet. Heller ikke i de enkelte år var det sikre utslag på avlinga (tabell 11) eller noen av de andre egenskapene. I 1985 var det tendens til avlingsreduksjon etter behandling med næringsløsning. Det var sikker avlingsreduksjon på 3 felt for henholdsvis tidlig sprøyting, sein sprøyting samt 2 gangers

Tabell 9. Hovedeffekter fra forsøk med soppmiddel og næringsløsning i bygg på Østlandet og i Trøndelag, 1984-86

Table 9. Main effects of trials with fungicide and foliar nutrient applications in barley at Østlandet and Trøndelag, 1984-86

Behandling <i>Treatment</i>	Vann % v/høst <i>Moisture content at harvest</i>	Avling kg/daa 15% vann <i>Grain yield</i>	Legde % <i>Lodging %</i>	1000-kornvekt 1000 g <i>weight</i>	HI-vekt kg <i>Test wt. kg</i>
1 Kontroll <i>Control</i>	22,8	421	40	38,5	65,5
2 2 x soppSpr. 2 x fungicide	+ 0,1	+ 46	- 14	+ 0,7	+ 0,8
LSD 5%	0,3 n.s.	13 ***	7 ***	0,7 *	0,7 **
1 Kontroll <i>Control</i>	22,8	444	33	39,0	65,9
2 Næringsl. tidl. <i>Foliar nutrient early</i>	0,0	0	+ 1	- 0,1	+ 0,1
3 Næringsl. seint <i>Foliar nutrient late</i>	0,0	- 1	+ 1	- 0,3	- 0,3
4 2 x næringsl. 2 x foliar nutrient	+ 0,1	+ 1	- 1	- 0,2	+ 0,2
LSD 5%	0,6 n.s.	19 n.s.	6 n.s.	0,9 n.s.	0,6 n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	26	26	12	20	20

Tabell 10. Avlingsutslag ved soppSprøyting i 1984-86. Kg korn/daa

Table 10. Effects of fungicide application on grain yield in 1984-86 (Kg/0.1 ha)

	1984	1985	1986
Kontroll <i>Control</i>	482	386	395
2 x soppSpr. 2 x fungicide	+ 72	+ 42	+ 23
LSD 5%	29 ***	24 **	10 ***
Ant. felt <i>No. of trials</i>	10	8	8

sprøyting med næringsløsning. I 1986 hadde ett felt sikker avlingsnedgang ved 2 gangers sprøyting med næringsløsning. Ingen enkeltfelt viste sikker avlingsøkning.

Det ble undersøkt om næringsløsning hadde forskjellig effekt på avlinga i de ulike distrikter. Avlingsutslagene vist i tabell 12 er imidlertid for små til å vise tendenser.

Materialet ble på grunnlag av resultater fra jordanalysene inndelt i ulike nivå av pH, P-AL og glødetap. Disse grupperingene avslørte heller ingen sikre utslag eller klare tendenser.

	1984	1985	1986
Kontroll <i>Control</i>	511	414	406
Næringsl. tidlig <i>Foliar nutrient early</i>	+ 14	- 10	- 3
Næringsl. seint <i>Foliar nutrient late</i>	+ 4	- 10	+ 4
2 x næringsløsning <i>2 x foliar nutrient</i>	+ 9	- 8	+ 1
LSD 5%	15	23	23
	n.s.	n.s.	n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	10	8	8

Tabell 11. Avlingsutslag ved bruk av næringsløsning i 1984-86. Kg korn/daa
Table 11. Effects of foliar nutrient application on grain yield in 1984-86 (Kg/0.1 ha)

	Sør- Østlandet	Nord- Østlandet	Trøndelag
Kontroll <i>Control</i>	512	427	384
Næringsl. tidlig <i>Foliar nutrient early</i>	+ 1	+ 5	- 4
Næringsl. seint <i>Foliar nutrient late</i>	+ 5	0	- 6
2 x næringsløsning <i>2 x foliar nutrient</i>	+ 2	+ 2	+ 1
LSD 5%	17	17	15
	n.s.	n.s.	n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	10	11	5

Tabell 12. Avlingsutslag for næringsløsning i ulike distrikter. Kg korn/daa
Table 12. Effects of foliar nutrient application in different areas. Grain yield kg/0.1 ha

Samspill

Totalsammendraget ga ingen samspillseffekter mellom sopp-sprøyting og bruk av næringsløsning. Resultatene fra 1984 viser tendens til samspill der bruk av næringsløsning hadde negativ virkning på effekten av sopp-sprøytinga.

MATERIALER OG METODER

III Sammenligning av næringsløsning og urea

Blådgjødsling med urea i korn har til en viss grad blitt brukt her landet. Urea tas, via bladverket, svært raskt opp i plantene, har høgt N-innhold, er lett oppløselig og er skånsomt mot sprøyteutstyret (Lyngstad, 1972). Bakgrunnen for forsøkene med sammenligning av næringsløsning og urea, var å se om eventuelle avlingsøkninger ved bruk av næringsløsninger, var et resultat av andre virkninger enn bare ekstra nitrogen tilførsel.

I forsøk på ialt 14 felt på Østlandet i årene 1987-89, ble bruk av næringsløsning sammenlignet med bladgjødsling av urea. Forsøkene ble anlagt i bygg eller hvete som var gjødslet og sådd som vanlig. Effektene ble undersøkt i en faktoriell plan med 2 gjentak og følgende forsøksledd:

A: Kontroll - ubehandlet

B: Sopp- og insektmiddel

1: Kontroll - ubehandlet

2: Næringsløsning (Zadoks 38-39)

3: 0,79 kg urea (" ")

4: 2,50 kg urea (" ")

5: Næringsløsning (Zadoks 51-52)

6: 0,79 kg urea (" ")

7: 2,50 kg urea (" ")

Forsøket er i resultatene nedenfor presentert som plan 1.

I ledd B ble det ble brukt 100 ml Sportak (prokloraz) og 35 ml Decis (deltametrin). Ledd 2 og 5 ble sprøytet med 1,0 liter Basfoliar 36 Extra. Innholdet i Basfoliar er tidligere vist i tabell 1. Nitrogenmengden i 1 liter næringsløsning tilsvarer 0,79 kg urea. I ledd med både bladgjødsling, sopp- og insektsprøyting ble preparatene tankblandet.

Tidligere omtalte forsøk med CCC, næringsløsning, sopp- og insektmidler i hvete, omfattet i 1987 og 1988 også 14 felt hvor næringsløsning og urea ble sammenlignet i følgende forsøksledd:

1: Kontroll - ubehandlet

2: Næringsløsning (Zadoks 51-57)

3: 0,79 kg urea (" ")

Forsøket er i resultatene nedenfor presentert som plan 2.

RESULTAT

Totalsammedraget for plan 1 (tabell 13) viser sikker avlingsøkning på 15 kg for tidlig sprøyting med næringsløsning og 17 kg for tidlig bladgjødsling med 2,5 kg urea. Tidlig sprøyting med 0,79 kg urea har gitt ubetydelig avlingsøkning. Sprøyting ved skyting med minste ureamengde ga størst avling, mens 2,5 kg urea ikke viste avlingsutslag. Hverken næringsløsning eller urea virket inn på modningstid, legde, falltall eller hl-vekt. Sein sprøyting med største ureamengde ga signifikant høyere 1000-kornvekt og høyere proteininnhold, mens tidlig sprøyting bare ga sikker økning av proteininnholdet. Tendensen var ellers en beskjeden positiv virkning på kornkvaliteten.

Sprøyting med sopp- og insektmiddel ga sikker avlingsøkning, utsatt modning samt høyere 1000-korn- og hl-vekt.

Behandling med næringsløsning eller urea ga ingen sikre avlingsutslag i enkeltår, men det var tendenser til avlingsøkning i 1987 og 1988 (tabell 14). Økningen var størst ved tidlig sprøyting, med unntak av 0,79 kg urea i 1987. Et forsøk i 1987 med hvete på

Tabell 13. Hovedeffekter av forsøk med næringsløsning, urea, sopp- og insektmiddel i bygg og hvete på Østlandet, 1987-89

Table 13. Main effects of trials with urea, fungicide, insecticide and foliar nutrient applications in barley and wheat at Østlandet, 1987-89

Behandling <i>Treatment</i>	Vann % v/høst <i>Moisture content at harvest</i>	Avling kg/daa <i>Grain yield</i>	Legde % <i>Lodging %</i>	Falltall <i>Falling number</i>	1000-kornv. <i>1000 g wt, g</i>	HI-vekt kg <i>Test wt. kg</i>	Protein %
Kontroll <i>Control</i>	22,9	466	14	265	39,1	72,2	12,2
Sopp-/insektspr. <i>Fung-/insecticide</i>	+ 1,0	+ 24	0	+ 6	+ 1,2	+ 0,4	0,0
LSD 5%	0,3 ***	9 ***	3 n.s.	- n.s.	0,3 ***	0,3 *	- n.s.
Kontroll <i>Control</i>	23,3	470	13	242	39,5	72,2	12,1
Næringsl. tidlig <i>Foliar nutrient early</i>	+ 0,2	+ 15	+ 5	+ 29	- 0,4	0,0	+ 0,1
0,79 kg urea tidl. <i>early</i>	+ 0,2	+ 5	+ 3	+ 22	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,2
2,5 kg urea tidl. <i>early</i>	+ 0,3	+ 17	0	+ 48	+ 0,4	0,0	+ 0,3
Næringsl. seint <i>Foliar nutrient late</i>	- 0,3	+ 9	0	+ 31	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,1
0,79 kg urea seint <i>late</i>	+ 0,2	+ 11	+ 1	+ 22	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,1
2,5 kg urea seint <i>late</i>	+ 0,1	+ 1	- 3	+ 31	+ 0,8	+ 0,5	+ 0,3
LSD 5%	0,6 n.s.	15 **	6 n.s.	- n.s.	0,6 *	0,6 n.s.	0,3 *
Ant. felt <i>No. of trials</i>	14	14	7	5	12	12	12

svært lett jord, viste sikker avlingsøkning ved tidlig sprøyting med Basfoliar og ved 2,5 kg urea. I 1988 ga næringsløsning og tidlig sprøyting med minste mengde urea sikker meravling på et felt. Et forsøk i 1989 ga sikker nedgang i avlinga ved tidlig sprøyting med 0,79 kg urea og sein sprøyting med næringsløsning. Flere felt viste tendenser til avlingsreduksjon ved største ureamengde.

Totalsammendraget ga ingen sikre samspillseffekter mellom behandling med sopp-/insektmiddel og tilførsel av næringsløsning/urea, hverken for avling eller for de andre karakterene.

I 1987 fikk en for avling sikkert samspill ($P < 0,05$) mellom sopp/insektsprøyting og næringsløsning/urea. Ledd med næringsløsning og urea hadde negativ virkning på effekten av sopp- og insektsprøyting.

Resultatene fra plan 2 (tabell 15) avviker noe fra resultatene ovenfor. Sein sprøyting med næringsløsning har gitt avlingsreduksjon, mens avlingsøkningen for urea her er mindre. Disse utslagene er imidlertid ikke signifikante. Hverken næringsløsning eller urea virket inn på modningstid, legde eller kornkvalitet.

Tabell 14. Sammenligning av næringsløsning og urea i enkeltår. Avling i kg korn/daa
Table 14. Foliar nutrient application compared with urea application. Results from each year. Grain yield kg/0.1 ha

	1987	1988	1989
Kontroll <i>Control</i>	490	476	443
Næringsl. tidl. <i>Foliar nutrient early</i>	+ 15	+ 29	+ 2
0,79 kg urea tidlig <i>early</i>	0	+ 21	- 7
2,5 kg urea tidlig <i>early</i>	+ 20	+ 20	+ 13
Næringsl. seint <i>Foliar nutrient late</i>	+ 13	+ 13	+ 1
0,79 kg urea seint <i>late</i>	+ 11	+ 9	+ 12
2,5 kg urea seint <i>late</i>	+ 13	+ 4	- 14
LSD 5%	26	30	24
	n.s.	n.s.	n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	6	4	4

Tabell 15. Hovedeffekter fra forsøk med sammenligning av næringsløsning og urea i hvete, 1987-88
Table 15. Main effects from trials with foliar nutrient application compared with urea application in wheat, 1987-88

	Vann % v/høst. <i>Moisture content at harvest</i>	Avling kg/daa <i>Grain yield</i>	Legde % <i>Lodging %</i>	Falltall <i>Falling number</i>	1000-kornv. <i>1000 g wt. g</i>	III-vekt kg <i>Test wt. kg</i>	Protein %
Kontroll <i>Control</i>	26,9	468	13	200	37,4	75,8	9,9
Næringsl. <i>Foliar nutrient</i>	- 0,1	- 8	- 1	+ 5	- 0,1	- 0,1	- 0,1
0,79 kg urea	0,0	+ 6	- 1	+ 1	+ 0,2	0,0	- 0,1
LSD 5%	1,0	22	6	12	1,2	0,6	-
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	14	14	7	6	14	14	6

Sammendrag for enkeltår vist i tabell 16, viser ingen sikre utslag for sprøyting med næringsløsning eller urea. Det er likevel en tendens til avlingsreduksjon for næringsløsning i 1987.

	1987	1988
Kontroll <i>Control</i>	508	428
Næringsl. <i>Foliar nutrient</i>	- 17	0
0,79 kg urea	+ 4	+ 8
LSD 5%	29	20
	n.s.	n.s.
Ant. felt <i>No. of trials</i>	6	8

Tabell 16. Sammenligning mellom næringsløsning og urea i enkeltår. Avling i kg korn/daa
Table 16. Foliar nutrient application compared with urea application. Results from each year. Grain yield kg/0.1 ha

DISKUSJON

Effekter av næringsløsning

Bruk av næringsløsning har blitt undersøkt på i alt 79 forsøksfelt i årene 1984-89. Resultatene fra forsøkene viste at avlingsutslagene for bruk av næringsløsning er gjennomgående små og usikre, og det er en klar risiko for avlingsnedgang. Dette underbygges både av totalsammendragene og de ulike grupperingene i hver av forsøksseriene. Andre egenskaper slik som legde, modningstid og kornkvalitet var lite påvirket. Disse forholdene understreker at generell bruk av næringsløsning i korn, ikke er tilrådelig i Norge. En skal likevel ikke se bort fra at det er tendenser til økende positiv effekt av næringsløsning ved stigende avlingsnivå, og at næringsløsning i marginale tilfeller kan være lønnsomt. Hvilke spesifikke betingelser som da kreves, kan ikke fastsettes ut fra disse forsøkene.

Avlingsutslagene for sprøyting med urea aviker noe fra resultatene for næringsløsning. Avhengig av år, sprøytetidspunkt og dosering, har urea gitt både avlingsøkning og avlingsreduksjon i forhold til næringsløsning. Forskjellene er i sum beskjedene, men de indikerer at næringsløsning har hatt virkning på veksten utover effekten av nitrogen.

Forsøkene viste ingen samspill mellom bruk av næringsløsning og soppssprøyting. Det er derfor ikke grunnlag for å si at næringsløsning, generelt sett, bedrer effekten av soppssprøyting.

Det er naturlig å spørre om hvorfor det er fare for avlingsnedgang ved bruk av næringsløsning. En mulig forklaring er at næringsløsningen inneholder overskudd av frie kjelater, det vil si kjelatmolekyler som i utgangspunktet mangler stabil binding med et metallion (Carlgrén, 1986). Kjelatene kan opptre inntil 10 døgn i bladverket før de er fullstendig nedbrutt. Dersom metallion i planta knyttes til kjelatene istedenfor f.eks enzymsystemer, kan den metabolske aktiviteten bli satt ned.

Mangan spiller en viktig rolle i mange enzymreaksjoner i plantene og er nødvendig for blant annet nitratreduksjonen og dannelse av klorofyll og protein (Aasen, 1986). Mangan finnes ofte i betydelige mengder i åkerjorda. Manganmangel kan likevel opptre når pH kommer over et visst nivå. Faren for mangel øker sterkt når pH kommer over 6,3 (Aasen, 1986). Ved samme pH er det større fare for mangel på sandjord og organisk jord enn på leirjord.

Ut fra at næringsløsning i forsøkene viste tendens til økende virkning ved stigende pH og at feltene med sikker meravling, alle hadde relativt høge pH-tall, er det rimelig å anta at mangan har stor betydning for virkningen av næringsløsningen.

Resultatene fra forsøkene er i godt samsvar med svenske forsøk med næringsløsning i høsthvete (Carlgren, 1986). Når bladgjødsla ledd i hele materialet ble sammenlignet med ubehandla ledd, ble det ikke påvist statistisk sikre effekter. Det fantes tendenser i materialet både i positiv og negativ retning. Ut ifra dette konkluderer Carlgren med at det er en fremdeles ukjent faktor som påvirker avlinga ved bladgjødsling, og det er behov for bedre grunnleggende kunnskaper om plantenes næringsopptak.

Tre danske forsøksserier med bladgjødsling i hvete (Olesen, 1980; Bennetzen, 1983; Bennetzen, 1984) viser alle at næringsløsning ikke gir avlingsøkning. Unntatt fra dette er felt med tydelig mangan-mangel og hvor preparater med høgt mangan-innhold inn gikk. Selv om det tilføres 10 l/ha eller mer, må de tilførte mengder næringsstoffer vurderes som betydningsløse på jord i alminnelig god hevd. Konklusjonen fra de danske forsøkene er at det ikke finnes faglig grunnlag for å påstå at de næringsløsninger som her ble benyttet, har en utbyttemessig virkning som står i forhold til kostnadene. Erfaringene tilsier at mengden næringsstoffer i slike midler er for små, og at de i alle tilfeller er for dyre i innkjøp.

Barel (1978) undersøkte ulike bladgjødslingspreparaters innvirkning på avling og innhold av protein i høsthvete. Alle behandlingene ga økte avlinger uten at disse var sikre. Innholdet av protein ble ikke påvirket.

Det kan stilles spørsmål om metodikken i disse forsøkene har vært tilstrekkelig til å beskrive effektene av næringsløsning. Dersom en hadde bladanalyser som viste innholdet av de ulike næringsstoffene, kunne en muligens forklart de ulike virkningene av næringsløsning i disse forsøkene. Imidlertid er tallmaterialet så stort og resultatene såpass entydige både i disse forsøkene og i de utenlandske, at det er lite aktuelt med ytterligere undersøkelser.

Lønnsomhet ved bruk av næringsløsninger

Det er antydnet fra importør at preparatkostnaden ved bruk av næringsløsning vil tilsvare 5-10 kg korn. Sprøyting med næringsløsning ved skyting ga avlingsøkning på mer enn 10 kg per dekar på 31 av ialt 79 forsøksfelt. Det var avlingsreduksjon på mer enn 10 kg per daa på 25 felt. Dette betyr at faren for avlingsnedgang må tillegges stor vekt ved vurdering av lønnsomheten.

Lønnsomhet ved bruk av klormekvatklorid, sopp- og insektmidler

Preparatkostnaden ved bruk av klormekvatklorid i hvete tilsvare 3-5 kg korn. Behandling har gitt mer enn 5 kg avlingsøkning på 31 av 39 forsøk. Det ble registrert avlingsøkning i enkeltfelt sjøl om det ikke var registrert legde. Resultatene er i samsvar med andre forsøk som viser at CCC-behandling av hvete i de fleste tilfeller vil være lønnsomt. Det er imidlertid kommet nye og mer stråstive sorter på markedet, slik at dette bildet er noe endret.

For å vurdere lønnsomheten ved sopp-sprøyting kan preparatkostnaden og kjøreskadene settes lik en kornavling på 20 kg/daa (Aune et al. 1991). Av 65 forsøksfelt som ble sopp-sprøytet var det 43 som ga minst 20 kg avlingsøkning.

Preparatkostnaden ved insektsprøyting i hvete tilsvare ca 5 kg/daa. Vanligvis vil insektsprøyting skje i forbindelse med sopp-sprøyting og kjøreskadene er derfor ikke tatt

med. Av 39 forsøksfelt som var sprøytet mot insekter, var det 25 som ga minst 5 kg avlingsøkning.

I 1984, 1985 og 1987 var det til dels kraftige sjukdomsangrep og store meravlinger for sopp-sprøyting, mens det i 1986 og 1988 var lite sjukdom og negativ lønnsomhet for sopp-sprøyting. Forsøkene viser at sprøyting mot insekter var økonomisk lønnsomt i 1984 og 1985. Med unntak av 1988 var det disse sesongene som hadde mest insektangrep. Det er derfor viktig å understreke at behandling med slike preparater bør skje etter behov og ikke programmert.

KONKLUSJON

Generell bruk av næringsløsning i norsk korndyrking kan ikke anbefales. Ved mangelsymptomer bør en fortsatt velge ensidige suspensjoner av det aktuelle næringsstoffet. Det er derfor viktig å kjenne de ulike mangelsymptomene. På arealer hvor en erfaringsmessig vet det lett oppstår f.eks. manganmangel, kan en som forebyggende tiltak tilsette et manganpreparat ved ugrassprøyting. En må være oppmerksom på faren for utfelling ved tankblanding.

I kornårker som følger vanlig gjødslingspraksis, vil bladgjødsling med urea vanligvis bety lite for avling og kvalitet. Bladgjødsling med nitrogen kan likevel være aktuelt i år med stor grad av nitrat-utvasking. Utfra virkning og pris anbefales sprøyting med urea framfor allsidige næringsløsninger. Sprøyting med urea må utføres slik at sviskader unngås.

Intensiv dyrking med systematisk bruk av vekstregulering, næringsløsning, sopp- og insektmiddel anbefales ikke for våre forhold. Utfra økonomiske og miljømessige hensyn er det viktig at sprøyting skjer etter behov. Videreutvikling av varslingsystemer og terskelverdier er her sentralt for å lette beslutningsprosessen.

SAMMENDRAG

Bruk av næringsløsninger i korn ble undersøkt i tre forskjellige forsøksserier på til sammen 79 felt i 1984-89. Det var 74 forsøksfelt spredt på Østlandet og 5 forsøksfelt i Trøndelag. Forsøkene omhandlet: bruk av næringsløsning i intensiv dyrking av hvete (forsøksserie I), bruk av næringsløsning sammen med soppmiddel i bygg (forsøksserie II) og sammenligning av næringsløsning og urea i bygg og vårhvete (forsøksserie III).

Resultatene viste at avlingsutslagene ved bruk av næringsløsninger var små og usikre, og det var en klar risiko for avlingsnedgang. Dette gjaldt både i totalsammendragene for de enkelte forsøksseriene, i de ulike årssammendragene og i enkeltfelt. Sprøyting med næringsløsning omkring skyting ga avlingsøkning på mer enn 10 kg per dekar på 31 av 79 forsøksfelt, hvorav 4 sikre. Det var avlingsreduksjon på mer enn 10 kg per dekar på 25 forsøksfelt, hvorav 7 sikre. Bruk av næringsløsninger viste ingen positiv effekt på virkningen av soppbehandling. Andre egenskaper slik som legde, modningstid og kornkvalitet var lite påvirket av næringsløsningene.

Intensiv dyrking av korn med systematisk bruk av vekstregulering, næringsløsning, sopp- og insektmidler kan ikke anbefales. Både utifra økonomiske og miljømessige hensyn må eventuelle behandlinger med vekstregulering, sopp- og insektmidler skje etter

behov. Ved tydelig næringsmangel foretrekkes urea, mangansulfat eller andre ensidige suspensjoner av aktuelle næringsstoffer.

LITTERATUR

Aasen, I. 1986. Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyrningar hos kulturplanter. Landbruksforlaget. 96 s.

Aune, J.B., G.Brodal, & H.A. Magnus 1991. Prøving av soppmidler i korn - 1985-1989. Informasjonsmøte i plantevern 1991. Faginfo, SFFL nr 2: 239-246.

Barel, D. 1978. Foliar nutrition of barley and wheat with various fertilizer products. Progress report 5. Colorado State University, Fort Collins. 2 s.

BASF. Udatert. Blattdüngung für gesunde und widerstandsfähige Pflanzen. Reklametrykk: BASF Aktiengesellschaft, D-6700 Ludwigshafen. 38 s.

Bennetzen, F. 1983. Forsøg med bladgødningsmidler til hvede. Oversigt over landsforsøgene, forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger: 161.

Bennetzen, F. 1984. Forsøg med bladgødningsmidler til hvede. Oversigt over landsforsøgene, forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger: 92.

Carlgren, K. 1986. Bladgödsling med coctail-preparat till hösthvete. Rapport 166, Sveriges Lantbruksuniversitet, 10 s.

Clemens, D.F, B.F Whitehurst & G.B. Whitehurst 1990. Chelates in agriculture. Fertilizer Research 25 (2): 127-131.

Effland, H. 1986. Ein Intensivsystem in Schleswig-Holstein. BASF Aktiengesellschaft, D-6700 Ludwigshafen. 15 s.

Hanway, J.J. 1988. Foliar applications of fertilizers on grain crops. In: P.M. Neumann, (ed.). Plant growth and leaf-applied chemicals: Pp.101-109.

Hoechst. Udatert. Blattdünger für alle Ackerbaukulturen. Reklametrykk: Hoechst Aktiengesellschaft, Verkauf Landwirtschaft, 6230 Frankfurt am Main 80. 14 s.

Lyngstad, I. 1972. Sprøyting med urea og kalksalpeter i kornåker. Forskning og forsøk i landbruket 23: 105-118.

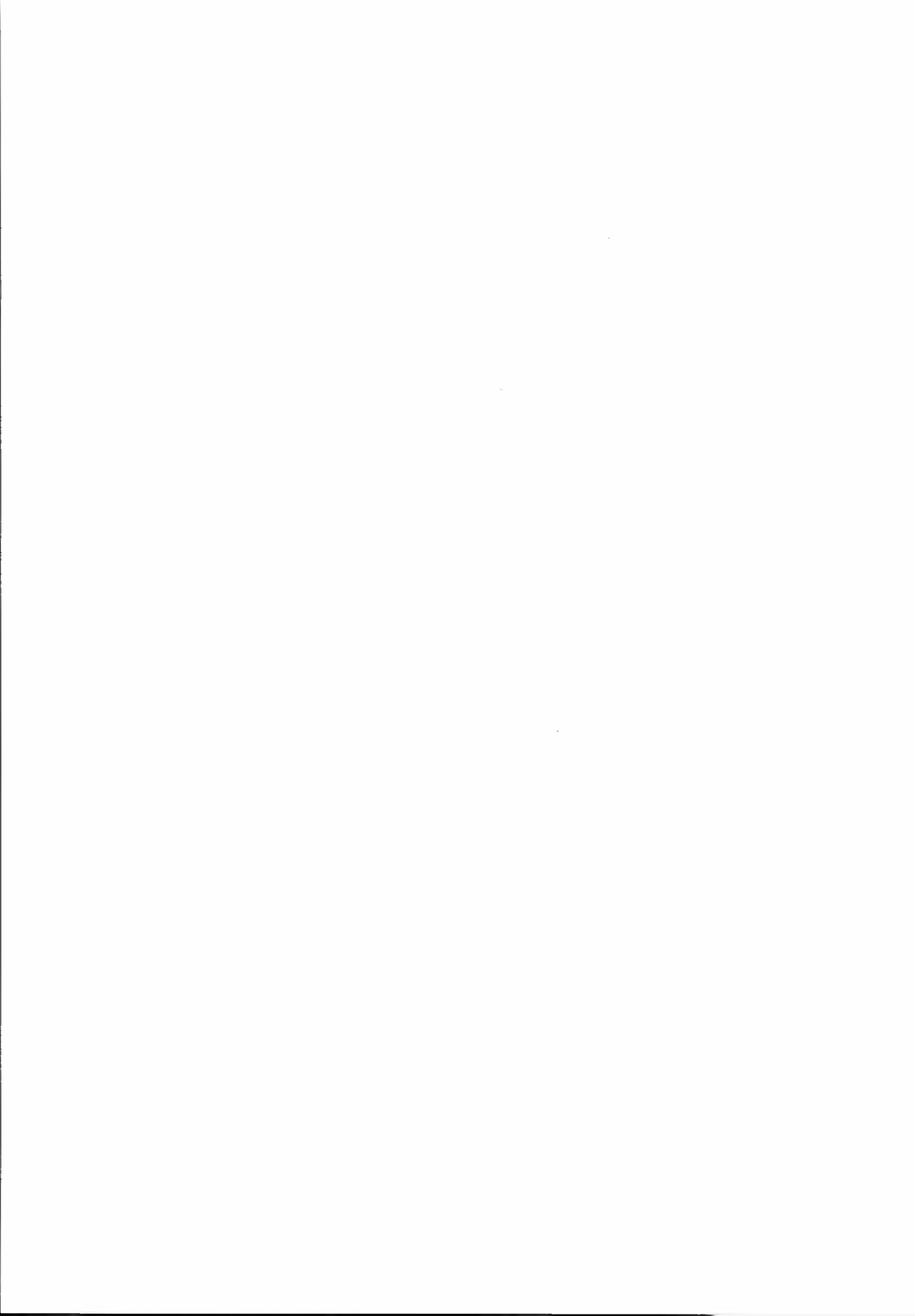
Olesen, J. 1980. Forsøg med bladgødningsmidler. Oversigt over landsforsøgene, forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger: 143-144.

Stabbetorp, H. 1986. Vekstregulatorer, sopp- og insektmidler i bygg og hvete. Informasjonsmøte i jord- og plantekultur på Østlandet 1986. Aktuelt fra SFFL nr. 2: 103-117.

Stabbetorp, H. 1987. Sprøyting med klormekvat, næringsløsning, sopp- og insektmidler i hvete. Informasjonsmøte i plantevern 1987. Aktuelt fra SFFL nr. 4: 221-228.

Stabbetorp, H. 1989. Vekstregulatorer i korn - virkning på avling, kvalitet og foruren-
sing. Informasjonsmøte i jord- og plantekultur på Østlandet 1989. Aktuelt fra SFFL nr.
2: 213-226.

Wittwer, S.H. & M.J. Bukovac 1969. The uptake of nutrients through leaf surfaces.
Handb. Pflanzenernährung and düngung band 1: 235-261.



Faseoverganger hos flerårige planter

Phase changes in perennial plants

OLE BILLING HANSEN

Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk, Ås, Norge

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

Hansen, O.B. 1992. Phase changes in perennial plants. Norsk landbruksforskning 6: 123-131. ISSN 0801-5333.

A review of the literature on phase changes in perennial plants indicates that there is a paucity of information about the genetic and biochemical basis for these phenomena. However, the physiological and morphological characteristics are well described. When breeding trees in horticulture and forestry, we need to accelerate the change from the juvenile to the adult phase. On the other hand, one of the preconditions for successful vegetative propagation of the selected plants is that the plant material can be rejuvenated. Physiological rejuvenation (reinvigoration) forces quiescent or adventitious buds to break, e.g. by pruning the stock plants severely. Ontogenetical rejuvenation is difficult, but may be achieved when adult meristems are manipulated in such a way that they form juvenile shoots.

Key words: Juvenility, maturation, ontogenetical ageing, propagation.

Ole Billing Hansen, Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, P.O.Box 22, N-1432 Ås-NLH, Norway.

Planter og dyr gjennomgår en utvikling fra befruktet eggcelle til alderdom og død. Hos mennesker følger vi utviklingen fra barn, via puberteten til voksne og etter hvert aldrende individer. Vi har en tilsvarende utvikling hos høyerestående planter. Men det er prinsipielt viktige forskjeller mellom dyr og planter med hensyn til hvordan denne utviklingen foregår. Hos dyr foregår det en stadig fornying av alle kroppens celler (med unntak av kjønnscellene). Cellenes funksjon i en dyreorganisme er i stor grad fastlagt når de dannes. Denne fastleggingen av funksjon er vanligvis irreversibel, mens den hos planter er atskillig mer fleksibel (Wareing 1987). Det betyr at planteceller i større grad har evne til dedifferensiering og utvikling til andre spesialiserte celler, f.eks. rotinitialer. Denne plastisiteten hos planteceller er avgjørende for plantenes evne til å overleve, fordi de i motsetning til dyr ikke kan komme seg unna endringer i omgivelsene.

Hos de fleste flerårige planter foregår det en årlig fornying av blader, blomster og frukter. Alle disse organene dannes fra knopper som opprinnelig har hatt sitt utgangspunkt i det spirende frøet. Det spesielle med planter er at denne «forhistorien» synes å være registrert i alle plantens vekstpunkter. Jo flere celledelinger et vekstpunkt går igjennom, jo høyere ontogenetisk alder får det.

I praksis fører denne ontogenetiske aldringen til at det kan gå inntil 20-30 år fra et frø spirer til planten er i stand til å blomstre. Ved foredling av skogstrær, pryd- og frukttrær vil vi følgelig ikke kunne observere viktige utvalgskriterier før det har gått mange år. I en rekke tilfeller vil det dessuten være vanskelig å formere planter vegetativt når de først har nådd blomstringsfasen. Det er følgelig mange gode grunner til å lære mer om utviklingsfasene hos planter, særlig om faseovergangene og hvordan vi kan påvirke disse.

Vekstfaser og alder

Utviklingen hos høyere planter har Hartmann & Kester (1983) delt inn i fem faser:

1. Embryofase
2. Ungdomsfase (juvenil fase)
3. Overgangsfase
4. Voksenfase (adult fase)
5. Senilfase

Embryofasen varer fra befruktning til det første varige bladet utvikles. Ungdomsfasen kjennetegnes ved at plantene ikke er i stand til å blomstre selv om de får optimale forhold for blomsterinduksjon. Hos mange planteslag kan det observeres en overgangsfase hvor plantene viser karaktertrekk fra både ungdoms- og voksenalderen. Når plantene har stabilisert seg i voksenalderen, vil blomsterknopper kunne induseres dersom de ytre betingelsene er til stede. Zimmerman et al. (1985) legger to kriterier til grunn for å fastslå om en plante har kommet over i voksenalderen: 1) Planten er i stand til å blomstre etter blomsterinduksjonen og 2) planten er i stand til å fortsette å blomstre i sine naturlige omgivelser, uten kunstige stimuli. Senilfasen omfatter den siste delen av voksenalderen hvor planten p.g.a. kompleksitet og fysiologisk aldring kjemper for å overleve.

Det nyttes 3 ulike begreper om plantenes alder (Fortanier & Jonkers 1976):

Kronologisk alder beskriver hvor mange år som har gått siden planten spirte eller ble formert vegetativt.

Ontogenetisk alder beskriver plantens utviklingsstadium fra befruktning og spiring til moden alder. Beskrivelsen knyttes til hvilken fase planten (plantedelen) befinner seg i.

Fysiologisk alder nyttes særlig om den delen av plantens livsløp som er karakterisert av avtakende vekst og reduserte livsprosesser. Den fysiologiske aldringen framskyndes av ugunstige voksebetingelser og økt kompleksitet hos planten.

Det er den ontogenetiske aldringen som knyttes til faseovergangene. Mye tyder på at ontogenetisk alder registreres i plantenes vekstpunkter og at den har nær sammenheng med antall celledelinger i vekstpunktene. Med økende antall celledelinger vil vekstpunktene og kambiets ontogenetiske alder øke. På denne måten kan en forklare at årsskuddene øverst på planten, som kronologisk sett er yngst, har høyest ontogenetisk alder. Motsatt vil de delene av planten som er nærmest rothalsen og eldst av år, ha lavest ontogenetisk alder (Olesen 1978).

De ulike fasene i plantenes utvikling er kjennetegnet ved forskjellige egenskaper. I praksis er det viktigst å kunne karakterisere ungdoms- og voksenalderen. Både morfolo-

giske og fysiologiske karakterer kan vise ulike trekk i de to fasene. Foruten evne til blomstring, som er det viktigste kjennetegnet på overgang til adult fase, kan vi finne forskjeller i en rekke egenskaper (Pierik 1990):

- rotdanningsevne og rotkvalitet
- vekstkraft
- plagiotropi (vekstretning)
- bladmorfologi
- bladstilling
- antocyan-danning
- behåring
- tidspunkt for bladfall
- greinvinkel
- greintorning

Ved frøformering vil vi bare kunne nytte morplanter i den adulte fasen. Ved stiklingsformering og *in vitro* formering, vil det derimot være mest gunstig å nytte juvenile morplanter.

Økologisk sett kan planter ha store fordeler av å ha ulike egenskaper i forskjellige deler av livssyklus. I ungdomsfasen er det fordelaktig med rask vegetativ vekst. Blomstring og fruktsetting fører til redusert vegetativ vekst og dermed nedsatte muligheter til å konkurrere med andre planter om gunstige vokseforhold. Manglende evne til blomstring og fruktsetting i den juvenile fasen blir dermed økologisk sett en fordel, særlig i tette bestand (Wareing 1987). Åpen greinvinkel, greintorner eller vond smak kan beskytte unge planter mot beitende dyr.

Variigheten av den juvenile fasen er til en viss grad genetisk bestemt, og i en populasjon kan det være stor variasjon. Hos bjørk er det for eksempel funnet frøplanter som blomstrer allerede det andre vokseåret, mens det vanligvis tar 5-6 år før trærne er i stand til å blomstre (Johnsson 1940).

Fra juvenil til adult fase

Overgangen fra ungdomsfasen til voksen fase foregår i naturen når planten har nådd en viss alder eller størrelse. Dette er en gradvis prosess som ikke er avhengig av antall vekst/hvile-perioder (Longman & Wareing 1959). Faseovergangen fra juvenil til adult krever 2 eller 3 av disse endringene, avhengig av planteslag (Flackett 1976):

- Plantene må oppnå en viss minste størrelse som er et resultat av fotosynteseaktivitet, næringsopptak og fordeling av assimilaten.
- De meristemene som skal motta blomstringsimpulsen må ha utviklet evnen til å ta imot denne impulsen. Dette kan skje som et resultat av endringene i plantens størrelse eller ved at vekstpunktene frigjøres fra effekten av et hemmende stoff som produseres i røtter eller andre deler av planten.
- Bladene må bli i stand til å produsere hormoner eller andre stoffer som tillater blomsterinduksjon.

Vi er ofte interessert i å forkorte ungdomsfasen, for eksempel i foredlingsarbeidet av frukt- og skogstrær. Variigheten av den juvenile fasen kan reduseres på ulike måter:

- Miljøforhold som fremmer rask, kontinuerlig vekst er gunstig (Hackett 1985). De vanligste behandlingene er slike som hindrer knopphvile (lang fotoperiode) eller fremmer rask vekst (gunstig temperatur, lang fotoperiode, høy lysintensitet, optimal vann- og næringsforsyning). Eventuell knopphvile må oppheves ved avblading, lav temperatur eller behandling med vekstregulatorer. En bør være forsiktig med tilbakeskjæring og la treet få vokse mest mulig fritt. Bjørk kan blomstre før trærne er ett år gamle dersom frøplantene blir dyrket i veksthus under lang dag og under optimale temperatur- og næringsforhold (Longman & Wareing 1959). I naturen, hvor bjørkeplanter gjennomgår årlige skiftinger mellom vekst og hvile, tar det som regel 4-6 år før plantene er i stand til å blomstre. Når planten er i overgangsfasen eller i adult fase, ser en ofte at ugunstige vokseforhold, angrep av skadegjørere m.v. fører til økt blomsterknopp-induksjon både hos bartrær og frukttrær. Dette kan vi tolke som en effekt av fysiologisk aldring.
- Poding på svaktvoksende grunnstammer kan føre til tidligere blomsterknopp-danning (Visser 1973). Ringing og snøring av stammen er andre metoder som kan føre til opphoping av fotosynteseprodukter og andre stoffer i de øvre delene av planten og dermed fremme blomsterinduksjonen, men bare hos planter som er i overgangsfase/adult fase.
- Rotskjæring, som hemmer produksjon og transport av gibberellin og cytokinin fra røttene, samt tilføring av veksthemmende stoffer som blokkerer gibberellin-syntesen, kan fremme faseovergangen juvenil - adult (Schwabe 1976). Behandling med vekstregulerende stoffer kan også indusere blomstring hos frøplanter. Hos bartrær er imidlertid ikke dette en varig effekt, og behandlingen kan derfor ikke regnes som en ekte endring av vekstfasen (Pharis & Morf 1968).

Fra adult til juvenil fase

Den naturlige foryngingen av planter foregår ved at det utvikles juvenile embryoer på adulte skudd, altså frøsetting. Men i de fleste tilfeller innebærer dette også rekombinasjon av arvemateriale og dermed at avkommet blir forskjellig fra morindividene. Det eneste unntaket har vi når morplantene setter frø uten befruktning (apomiksi).

Ved vegetativ forynging er det nødvendig å skille mellom fysiologisk forynging og ekte rejuvenering.

Fysiologisk forynging innebærer at sovende knopper tvinges til å bryte ved kraftig tilbakeskjæring. Under plantens utvikling dannes en rekke sideknopper som ikke bryter på grunn av apikal dominans fra endeknopp og dominante sideknopper. De sovende sideknoppene vokser svært lite, men gjennomfører en årlig tilvekst som gjør knoppene i stand til å følge kambiumlaget etter hvert som stammediameteren øker. I veden kan vi følge disse knoppenes vekst ved såkalte knoppspor. Etersom veksten hos de sovende knoppene er minimal, vil de stort sett beholde den ontogenetiske alderen som de hadde da de ble dannet. Sovende knopper som bryter fra stubber (stubbeskudd) og stammer og tykke greiner (vanskudd, epikorme skudd) danner derfor som regel juvenile skudd.

I tillegg til sovende knopper kan det dannes adventive knopper i stammer og greiner. Adventive knopper oppstår spontant og følger ikke plantens normale knoppstillingsmønster. Adventive knopper danner alltid juvenile skudd, men den spontane dannelsesmåten fører også til økt mutasjonsfrekvens. Skudd fra utposninger på stammen (sfæroblaster) og skudd fra røttene er alltid av adventiv opprinnelse.

Både adventive og sovende knopper gir opphav til skudd som er godt egnet som stiklingsmateriale framfor skudd fra de adulte delene av morplanten.

Kraftig tilbakeskjæring utsetter blomstringen hos frukttrær (Hatcher 1959). Dette er blitt en vanlig behandling av morplanter av bl.a. frukttregunnstammer. Stiklinger fra rotede stiklinger har som regel bedre rotdanningssevne enn stiklinger fra større og eldre morplanter. Dette er trolig en effekt som kan forklares ut fra fysiologiske eller miljømessige forhold framfor ontogenetiske forhold.

In vitro formering er anerkjent som en brukbar måte å forynge plantematerialet på. Slike metoder vil bli nærmere omtalt av Appelgren (1992).

Ekte rejuvenering (ontogenetisk forynging) innebærer at skudd med adulte karaktertrekk endrer fase og blir juvenile. Denne prosessen er svært vanskelig å oppnå, og det finnes få eksempler på planteslag hvor en har oppnådd ekte rejuvenering.

Poding av adult kvist på juvenile grunnstammer fører normalt bare til økt vekstkraft og til forbigående redusert blomstring. Imidlertid har poding av adulte kvister på unge frøstammer ført til ekte rejuvenering hos *Hevea brasiliensis* (Muzik & Cruzado 1958). En forutsetning for at dette skal lykkes er at podingen blir gjentatt, det vil si at en først tar podekvist fra den adulte planten, og når podingen er etablert, nyttes denne som kilde for neste «generasjon» av podemateriale. Hos *Hevea* var det nødvendig å gjenta podingen 4-5 ganger for å oppnå 30 % stabile, juvenile planter. Det har vært vanskelig å oppnå det samme gode resultatet hos et flertall andre planteslag.

Behandling med vekstregulatorer kan føre til overgang fra adult til juvenil fase. Hos *Hedera helix* kan behandling av adulte skudd med gibberelliner føre til utvikling av skudd med juvenile karaktertrekk (Rogler & Hackett 1975; Hackett 1985).

Fysiologisk bakgrunn for faseovergangene

Faseovergangene har nær sammenheng med endringer i aktiviteten i det apikale meristemet. Stein & Fosket (1969) viste at hos eføy (*Hedera helix*) består vekstpunktet i adult stadium av en større mengde celler, men mindre enkeltceller enn hos juvenile vekstpunkter. Derimot er det subapikale området mer omfattende hos juvenile skudd, og celledelingen foregår over lengre tid slik at internodiellengden blir større.

En vet svært lite om de fysiologiske og biokjemiske faktorene som forårsaker faseovergangene. En rekke forskjeller i biokjemisk aktivitet har vært observert hos juvenile og adulte planter; blant annet lavere innhold av polyfenoler i juvenile mikrostiklinger (Bon et al. 1988), endringer i mengde og type av peroksydase med økende ontogenetisk alder (Quoirin et al. 1974, Abou Dahab et al. 1990) og et membranbundet protein som er funnet bare hos juvenile eller rejuvenerte skudd av *Sequoiadendron giganteum* (Bon & Monteuis 1991). Aldring og rejuvenering kan imidlertid ikke fastslås generelt ved biokjemiske analyser. Det molekylære grunnlaget for faseovergangene er foreløpig for dårlig undersøkt (Pierik 1990).

Hormonstyrt kontroll av fordelingen av assimilater i de apikale områdene kan ha betydning for faseovergangene (Hackett 1976). Lav lysintensitet og høy temperatur, som begge fører til lavere karbohydratnivå, forårsaker rejuvenering eller forlenger ungdomsfasen hos en rekke planteslag (Hackett 1985). Det hormonelle grunnlaget for juvenilitet og faseoverganger hos koniferer og treaktige angiospermer ser ut til å være forskjellig, ettersom gibberelliner kan nyttes til ekte rejuvenering hos noen angiospermer, mens de samme stoffene fører til induksjon av blomsterknopper hos bartrær.

I følge Trewavas (1986) styres plantenes vekst og utvikling ikke av effekter av enkelt-hormoner som auxin og gibberelliner, men snarere av et komplisert samspill mellom forbindelser og reaksjoner som påvirker hverandre. Det finnes derfor ingen absolutt effekt av enkelthormoner, effekten er avhengig av det indre eller ytre miljøet cellene befinner seg i. Det er cellenes mottakelighet for påvirkning som er avgjørende, ikke konsentrasjonen av de enkelte hormonene.

Faseovergangene knyttes gjerne til stabile endringer i genuttrykket, men uten permanente endringer i genomet (Wareing 1987). Slike epigenetiske forskjeller kan skyldes at genavlesingen foregår til ulik tid. En konsekvens av dette burde være målbare kvalitative eller kvantitative forskjeller i deoksyribonukleinsyre (DNA), ribonukleinsyre (RNA) eller proteiner mellom juvenile og adulte vekstpunkter. Hos *Sequoiadendron giganteum* er det funnet et høyere forholdstall mellom RNA og DNA i en juvenil klon enn i en adult, men dette kunne bare påvises i plantenes hvileperiode og ikke når de var i aktiv vekst (Monteuuis & Gendraud 1987). Omfanget av tidlig protein-syntese var atskillig større hos den juvenile klonen enn hos den adulte klonen (Bon 1988). Selv om slike endringer er påvist hos enkelte planteslag, har det ikke vært mulig å påvise sikre, generelle forskjeller hos treaktige planter (Hackett 1985; Wareing 1987).

Det finnes ulike teorier om hvilket nivå som kontrollerer faseovergangene, om kontrollen er å finne på celle-nivå, meristem-nivå eller på plante-nivå.

Wareing & Frydman (1976) har vist at det er forskjeller mellom de meristematiske cellene i juvenile og adulte vekstpunkter hos eføy. Disse forskjellene fører til ulike egenskaper og ulik struktur hos kallas som utvikles fra juvenile og adulte celler. Likevel er det flest holdepunkter for at faseovergangene kontrolleres på meristemnivå og at egenskapene til vekstpunktene er bestemt av struktur og organisering av meristemet som en helhet. Forskjellene mellom de to fasene framkommer ved ulik organisering innen meristemene, jfr. de anatomiske forskjellene som er funnet hos eføy.

OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

På tross av den store praktiske betydningen faseovergangene har for planteformering og -foredling i skog- og hagebruk, er det oppnådd relativt liten framgang med hensyn til å klarlegge det fysiologiske og molekylære grunnlaget for fenomenet. De generelle reglene for overgangen fra adult til juvenil vekst kan vi oppsummere slik (Pierik 1990):

- De ytre delene av treet, som er de kronologisk yngste, er de ontogenetisk eldste. Når avstanden mellom skuddspissen og rotsystemet øker, forsvinner den juvenile tilstanden i skuddspissene gradvis. De nedre og indre delene av planten beholder juvenile karaktertrekk.
- Det er svært vanskelig å skille mellom fysiologisk forynging og ekte rejuvenering, og det er generelt mye vanskeligere å oppnå ekte rejuvenering.
- Økende ontogenetisk alder fører til reduserte muligheter for ekte rejuvenering. Eldre planter krever mer omfattende behandling, og det er ofte nødvendig å gjenta behandlingene for å oppnå juvenile karaktertrekk.
- Det er viktig å velge ut unge og aktivt voksende skuddspisser for å fremme rejuvenering. Påfølgende isolering *in vivo* og *in vitro* er en nødvendig forutsetning. Jo mindre den isolerte plantebiten er, jo større er sjansen for ekte rejuvenering.

- Rotdanningssevnen synker med plantens ontogenetiske alder, men korrelasjonen mellom rot danning og rejuvenering er ikke like sterk hos alle planteslag.

SAMMENDRAG

En litteraturstudie omkring emnet faseoverganger hos flerårige planter viser at det mangler mye kunnskap om det genetiske og biokjemiske grunnlaget for faseovergangene. Derimot er fasenes egenskaper og morfologiske kjennetegn godt beskrevet. I hagebruk og skogbruk ønsker vi å framskynde overgangen fra juvenil til adult fase i forbindelse med planteforedling, mens vegetativ formering av utvalgte planter ofte forutsetter at plantematerialet kan forynges. Ved fysiologisk forynging tvinges sovende eller adventive knopper til å bryte, f.eks. ved kraftig skjæring av morplantene, mens ekte rejuvenering forutsetter at adulte meristemer manipuleres slik at de danner juvenile skudd. Ekte rejuvenering er svært vanskelig å oppnå.

ETTERORD

Oversiktsartikkelen er et resultat av forprosjektet «Juvenilitet og aldring» som er finansiert av Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd.

LITTERATUR

- Abou Dahab M.A.D., Y.M.A. Essam & S.S. Saker 1990. Effect of plant age on specific peroxydase activity, rooting capacity and growth of axillary bud of *Acacia melanoxylon* R.Br. explants *in vitro*. XXIII International Horticultural Congress, Firenze, Italia, s. 166.
- Appelgren, M. 1992. *In vitro* kultur som rejuveneringsmetode. Norsk Landbruksforskning 6: 93-100.
- Bon, M.C. 1988. Nucleotide status and protein synthesis *in vivo* in the apices of juvenile and mature *Sequoiadendron giganteum* during budbreak. *Physiol. Plant.* 72: 796-800.
- Bon, M.C. & O. Monteuis 1991. Rejuvenation of a 100-year-old *Sequoiadendron giganteum* through meristem culture. II. Biochemical arguments. *Physiol. Plant.* 81: 116-120.
- Bon, M.C., M. Gendraud & A. Franclet 1988. Roles of phenolic compounds on micro-propagation of juvenile and mature clones of *Sequoiadendron giganteum*: Influence of activated charcoal. *Scientia Hort.* 34: 283-291.
- Fortanier, E.J. & H. Jonkers 1976. Juvenility and maturity of plants as influenced by their ontogenetical and physiological ageing. *Acta Hort.* 56: 37-44.

- Hackett, W.P. 1976. Control of phase change in woody plants. *Acta Hortic.* 56: 143-152.
- Hackett, W.P. 1985. Juvenility, maturation, and rejuvenation in woody plants. *Hortic. Reviews* 7: 109-155.
- Hartmann, H.T. & D.E. Kester 1983. *Plant propagation - principles and practices*. 4th Ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 727 s.
- Hatcher, E.J.S. 1959. The propagation of rootstocks from stem cuttings. *Ann. Appl. Biol.* 47: 635-639.
- Johnsson, H. 1940. Hereditary precocious flowering in *Betula verrucosa* and *B. pubescens*. *Hereditas* 35: 112-114.
- Longman, K.A. & P.F. Wareing 1959. Early induction of flowering in birch seedlings. *Nature* 184: 2037-2038.
- Monteuuis, O. & M. Gendraud 1987. Nucleotide and nucleic acid status in shoot tips from juvenile and mature clones of *Sequoiadendron giganteum* during rest and growth phases. *Tree Physiology* 3: 257-263.
- Muzik, T.J. & Cruzado, H.J. 1958. Transmission of juvenile rooting ability from seedlings to adults of *Hevea brasiliensis*. *Nature* 181: 1288.
- Olesen, P.O. 1978. On cyclophysis and topophysis. *Silvae Genet.* 27: 173-178.
- Pharis, R.P. & W. Morf 1968. Physiology of gibberellin induced flowering in conifers, s. 1341-1356. I: F.Wightman & G.Setterfield (reds.) *Biochemistry and physiology of plant growth substances*. Runge Press, Ottawa.
- Pierik, R.L.M. 1990. Rejuvenation and micropropagation. *Int. Ass. Plant Tissue Cult. Newsletter*, 62: 11-21.
- Quoirin, M., P. Boxus og T. Gaspar 1974. Root initiation and isoperoxidases of stem cuttings from mature *Prunus* plants. *Physiol. Veg.* 12: 165-174.
- Rogler, C.E. og W.P. Hackett 1975. Phase change in *Hedera helix*: Induction of the mature to juvenile phase change by gibberellin A3. *Physiol. Plant.* 34: 148-152.
- Schwabe, W.W. 1976. Applied aspects of juvenility and some theoretical considerations. *Acta Hortic.* 56: 45-56.
- Stein, O.L. & E.B. Fosket 1969. Comparative developmental anatomy of shoots of juvenile and adult *Hedera helix*. *Amer. J. Bot.* 56: 546-551.
- Trewavas, A.J. 1986. Understanding the control of plant development and the role of growth substances. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 447- 457.

Visser, T. 1973. The effect of rootstocks on growth and flowering of apple seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98: 26-28.

Wareing, P.F. 1987. Juvenility and cell determination, s. 83-92. I: J.G.Atherton (red.) Manipulation of flowering. Butterworths, London.

Wareing, P.F. & V.M. Frydman 1976. General aspects of phase change with special reference to *Hedera helix* L. Acta Hortic. 56: 57-68.

Zimmerman, R.H., W.P. Hackett & R.P. Pharis 1985. Hormonal aspects of phase change and precocious flowering, s. 79-115. I: A. Pirson (red.) Encyclopedia of Plant Physiology (N.S.) Vol. 11/IV. Springer Verlag, Berlin/New York.



Tyning av ugras i eldre eng i Nordland

Weed control in permanent grassland in Nordland

LARS NESHEIM & BIRGER VOLDEN

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Vågønes forskingsstasjon, Bodø, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Vågønes Research Station, Bodø, Norway

Nesheim, L. & B. Volden 1992. Weed control in permanent grassland in Nordland. *Norsk landbruksforskning* 6: 133-145. ISSN 0801-5333.

Grassland renovation by herbicide treatment and fertilization was examined in 30 field trials on permanent grassland in Nordland, northern Norway. Averaged over four years, weed spraying led to a 7% decrease in DM yield in relation to untreated grassland. In the year of treatment the negative effect of spraying on DM yield was greater than in the subsequent years. Spraying led to a yield increase at the second harvest, except in the first year. There were great variations between trials in the effect of spraying. On one-third of the fields weed control resulted in an increase in DM yield averaged over three years, while the yield loss was more than 15% on another third of the trials. Spraying led to an increase in the dry matter content of the herbage. The weed species were effectively controlled by herbicide treatment. The mean proportion of dicotyledonous species was reduced from about 40% to 5-10%. No significant interactions between weed spraying and fertilization were revealed.

Key words: Botanical composition, dry matter content, dry matter yield, grassland, herbicide treatment, N-fertilization, phenoxy acids, yield variability.

Lars Nesheim, Vågønes Research Station, N-8000 Bodø, Norway.

I Nordland vert om lag 92% av jordbruksarealet nytta til eng og beite (Anon. 1990). På grunnlag av Landbruksteljinga i 1979 har Haanæs & Tødne (1984) rekna ut at 72% av det totale eng- og beitearealet i Nordland har ein plantesetnad som er eldre enn ti år. Tilsvarande tal for fulldyrka eng var 56%. I ei enggransking på 170 gardar i Nordland (Nesheim 1986a, b) vart ulike engtypar undersøkt. Det vart funne svært stor variasjon i botanisk samansetnad, avlingsmengd og fôrqualität både i ny og eldre eng. Skilnadene i middelavlinger mellom aldersgrupper var etter måten små.

Det er mange årsaker til at det kan vera ønskjeleg at ein større eller mindre del av engarealet på ein gard er varig grasmark. Mange stader er det ikkje råd å pløye og ha open åker, det gjeld mellom anna i bratte bakkar, på beresvake myrar og på areal med grunn og steinfull jord. Store kostnader med fornying er truleg også ein viktig årsak til det store omfanget av varig grasmark (Karlsen 1988, Hegrenes 1991). Enggranskingar

har vist at det er mogleg å oppnå tilfredsstillande avlingsnivå og fôrqualität i varig grasmark (Sveistrup & Østgård 1985, Lundekvam & Gauslaa 1986, Nesheim 1986a, b). Men granskingane har også synt at ein stor del av engarealet må fornyast fordi plantesetnaden ikkje er god nok. Av årsaker som allereie er nemnde, er det ønskjeleg at ein viss del av fornyinga vert gjort utan pløying og atlegg.

Føremålet med forsøka som er omtala i denne meldinga var å undersøkje om sprøyting med selektive middel kan nyttast som eit alternativ til fullstendig fornying av eng i Nordland. I tillegg ville ein undersøkje om verknaden av ugrassprøyting på botanisk samansetnad og avlingsmengd er avhengig av gjødslingsnivået. Forsøksplanen vart utarbeidd av forsøksleiar Kåre Retvedt, Vågønes forskingsstasjon og ugrasbiolog Torstein Vidme, Statens Plantevern.

MATERIALE OG METODAR

Forsøksplan

Følgjande faktorielle plan (split-plot med sprøyting på størruter) vart brukt, med tre gjentak pr. felt:

Sprøyting:

U: Usprøyta

S: Sprøyta, 200 g MCPA + 400 g diklorprop pr. dekar

Gjødsling:	Ein slått/år			To slåttar/år		
	N	P	K	N	P	K
G1: (kg/daa)	5,5	2,4	6,3	9,6	1,8	9,0
G2: (kg/daa)	11,0	4,8	12,6	19,2	3,6	18,0

Sprøytinga vart utført om våren i første forsøksår. Det vart nytta 0,8 l/daa av eit blandingspreparat. På nokre av forsøksfelta var verknaden av sprøyting ikkje god nok for einstilte artar. Desse felta vart behandla på nytt året etter med spesialpreparat, til dømes dicamba mot høymole. Det vart tilført 40+20 kg Fullgjødsel F (16-3-15) på G1 og det dobbelte på G2 på felt som vart hausta to gonger i året. For felt med berre ein slått var gjødselmengda 40 eller 80 kg Fullgjødsel A (14-6-16).

Observasjonar

Botanisk samansetnad vart fastsett skjønnsmessig som vektprosent av tørrstoffavling like før første- og andreslått. Det vart skilt mellom grasartar, høymole, soleier (eng- og krypsoleie), løvetann og andre tofrøblada artar. Ein har ikkje fullstendige opplysningar om kva artar som utgjer gruppa «andre tofrøblada artar». Det vart ikkje tatt ut fôrprøver til analyse av kjemisk innhald, eller in vitro meltegrad.

I alt 30 felt vart lagt ut i åra 1972-81 i samarbeid med landbrukskontor og forsøksringar i Nordland. Alder på enga var ukjent på mest alle felta, men størstedelen var truleg eldre enn ti år. Middelinnhaldet av tofrøblada artar ved forsøksstart var 42%. På 17 av felta var innhaldet større enn 30%, medan åtte av felta hadde meir enn 50% tofrøblada artar. Dei viktigaste ugrasartane var høymole (13%) og eng- og krypsoleie (16%). Middell og variasjon for pH og næringsinnhald i jorda er vist i tabell 1, og tal felt

i dei einiskilde hausteår er synt i tabell 2 og 3. På sju felt vart det tatt berre ein slått i alle hausteår, og 11 felt vart hausta to gonger i alle år. For 12 felt var det planlagt to slåttar, men andreslåttan manglar for eitt eller fleire år.

	Mineraljord <i>Mineral soils</i>	Organisk jord <i>Organic soils</i>
pH (H ₂ O)	5,5 (4,0-7,3)	5,3 (4,6-7,2)
P-A1, mg/100g	14,6 (3,4-38,0)	8,1 (2,8-15,0)
K-A1, mg/100g	8,3 (3,8-18,9)	10,7 (5,4-15,0)
Cu, mg/kg	3,5 (0,6-13,0)	3,8 (0,8-9,2)
Glødetap, %	12,5 (3,4-33,5)	56,8 (41,6-83,6)
<i>Ignition loss %</i>		

Tabell 1. Middel og variasjon for pH og næringsinnhald i jorda for 22 felt på mineraljord (jordanalyser manglar for tre felt på sandjord) og fem felt på organisk jord

Table 1. Means and range of pH and content of mineral nutrients in 22 trials with mineral soils (soil analyses are missing on three fields) and in five trials with organic soils

Tabell 2. Verknad av ugrasssprøyting og gjødsling på avling i kg tørrstoff pr. dekar
Table 2. Effects of weed spraying and fertilization on DM yield, kg per 0.1 hectare

År <i>Year</i>	Tal felt <i>No. of fields</i>	Sprøyting <i>Spraying</i>				Gjødsling <i>Fertilization</i>			
		U	S	S i % av U <i>S in % of U</i>	Sign.	G1	G2	G2 i % av G1 <i>G2 in % of G1</i>	Sign.
1.	30	646	524	81	***	559	611	109	***
2.	30	666	638	96	*	589	714	121	***
3.	24	639	639	100	ns	566	713	126	***
4.	14	691	687	99	ns	606	772	127	***
1.-4.		610	610	93		577	691	120	

ns = $p > 0.05$, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$

RESULTAT

Tørrstoffavling

Det var ingen signifikante samspel mellom sprøyting og gjødsling, verken for tørrstoffavling, tørrstoffinnhald eller botanisk samansetnad. For tørrstoffavling er difor berre vist hovudeffekt av sprøyting og gjødsling. I middel for alle felt var avlingsnedgangen etter sprøyting mot tofrøblada ugras 122 kg tørrstoff pr. dekar i første hausteår, medan nedgangen berre var 28 kg i andre forsøksåret (tabell 2). I tredje og fjerde hausteår var det ingen avlingsutslag for sprøyting. I middel for fire år førte ugrasssprøyting til eit avlingstap på 7%.

Auka gjødsling gav signifikant større tørrstoffavling i alle forsøksår (tabell 2). I første året var avlingsauken 9%, medan utslaget var mellom 21 og 27% i etterfølgjande år. Talet på felt var ikkje likt i alle hausteår, men gruppering av felta etter kor mange år dei vart hausta, synte at utslaget for sprøyting og gjødsling, uansett gruppering, var om

Tabell 3. Verknad av ugrasssprøyting og gjødsling på avling i kg tørrstoff pr dekar. Tre felt som vart hausta i fem år

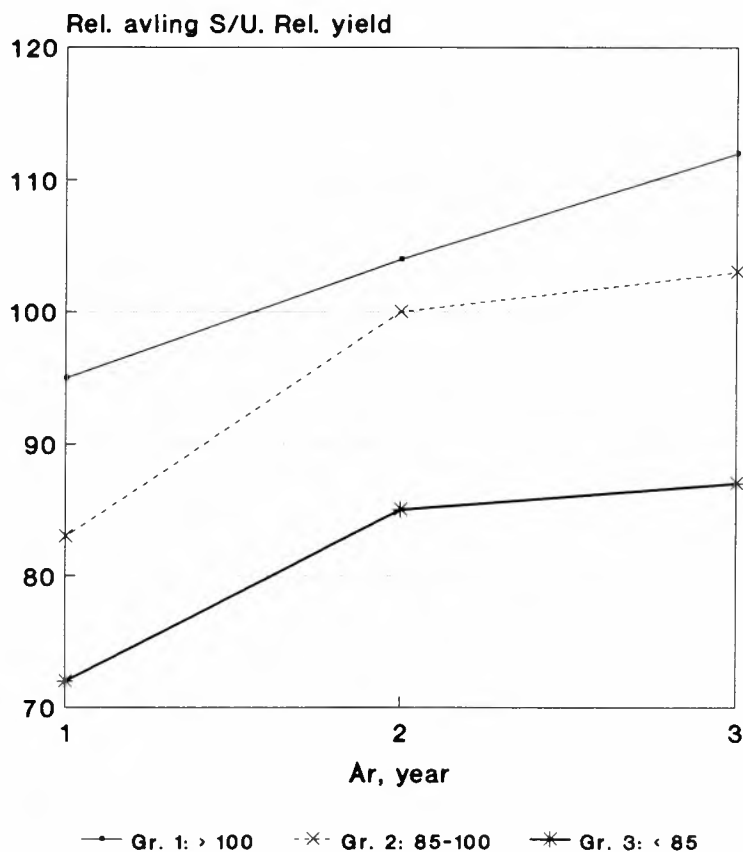
Table 3. Effects of weed spraying and fertilization on DM yield, kg per 0.1 hectare. Three field trials harvested in five years

År Year	Sprøyting Spraying				Gjødsling Fertilization			
	U	S	S i % av U S in % of U	Sign.	G1	G2	G2 i % av G1 G2 in % of G1	Sign.
1.	666	626	94	ns	600	693	116	**
2.	668	702	105	ns	610	759	124	ns
3.	638	744	117	ns	610	772	127	*
4.	549	626	114	*	509	666	131	**
5.	418	456	109	ns	384	490	128	ns
1.-5.	588	631	107	**	542	676	125	**

lag det same som vist i tabell 2. Men på grunn av ulikt felttal er det uråd å samanlikne avlingsnivået i ulike haustear i denne tabellen. På tre felt som vart hausta i fem år var avlingsmengda på usprøyta ledd om lag lik dei tre første åra, medan avlinga minka med om lag 110 kg i fjerde året, og med endå 130 kg i siste haustear (tabell 3). Med unntak for det første året var det på desse felta ein tendens til positivt utslag for sprøyting i alle år. Skilnadene var statistisk sikre berre i fjerde året, og i middel for alle fem år. Auka gjødsling gav større avling i alle år, utslaget var litt mindre første året i høve til seinare haustear.

Verknaden av sprøyting på avlingsmengda var svært ulik i frå felt til felt. Ein har difor delt forsøksfelt som vart hausta i tre eller fleire år, inn i tre grupper etter kor stort avlingsutslaget var i middel for tre år. Gruppe 1 omfattar felt der verknaden av sprøyting var positiv (relativ avling > 100). I gruppe 2 var avlingstapet mellom 0 og 15% (relativ avling mellom 85 og 100), og i gruppe 3 var tapet større enn 15% (relativ avling < 85). I alle tre gruppene gav sprøyting avlingstap i første forsøksår, frå 5% i gruppe 1 til 28% i gruppe 3 (figur 1). I andre og tredje året var avlingsutslaga positive i gruppe 1 og 2, medan på felta i gruppe 3 var avlinga etter sprøyting om lag 14% mindre enn utan sprøyting. På felt med størst avlingsreduksjon etter sprøyting (gruppe 3) gav sterkaste gjødsling mindre relativ avlingsauke i første forsøksår (104%) enn på felt i gruppe 1 (113%) og i gruppe 2 (110%).

For 10 felt hausta to gonger i sesongen i minst tre år gav sprøyting statistisk sikkert avlingstap første året både i førsteslåtten og i totalavling (tabell 4). Også i andreslåtten var det ein tendens til nedgang, men han var ikkje signifikant. Både i andre og tredje året var det sikkert positivt utslag for sprøyting i andreslåtten, og avlingsauken var størst i siste året. Den negative verknaden av sprøyting på avlingsmengda i førsteslåtten var størst første året og minka utover i forsøksperioden. Verknaden av auka gjødsling var langt sterkare i andre enn i førsteslåtten, og for begge slåttar auka avlingsvinsten utover i perioden (tabell 4).



Figur 1. Torrstoffavling på sprøyta ledd i høve til usprøyta i tre grupper inndelt etter avlingsutslag for sprøyting (S/U) i middel for tre år. Gruppe 1 (8 felt): Relativ avling > 100. Gruppe 2 (7 felt): Rel. avling mellom 85 og 100. Gruppe 3 (9 felt): Rel. avling < 85

Figure 1. Dry matter yields in sprayed plots in proportion to DM yield in unsprayed plots (S/U). The trials were divided into three groups on the basis of the effect of spraying on DM yield averaged over three years. Group 1 (8 trials): Relative yield > 100. Group 2 (7 trials): Relative yield between 85 and 100. Group 3 (9 trials): Relative yield < 85

Tabell 4. Verknad av ugrassprøyting og gjødsling på avling i kg tørrstoff pr.dekar. For sprøyta ledd (S) og for største gjødselmengd (G2) er avling gitt i relative tal. Ti felt som vart hausta to gonger i sesongen i tre år

Table 4. Effects of weed spraying and fertilization on DM yield, kg per 0.1 hectare. For sprayed plots (S) and for plots with the highest fertilization (G2), the yield data are given in relative figures. Ten field trials harvested twice in three years

År Year	Første slått First harvest						Andre slått Second harvest						Totalavling Total yield					
	U	S	sign	G1	G2	sign	U	S	sign	G1	G2	sign	U	S	sign	G1	G2	sign
1.	477	86	**	436	104	ns	253	94	ns	224	119	**	730	89	*	660	109	*
2.	506	91	*	450	115	**	222	115	*	206	133	***	728	98	ns	656	120	***
3.	462	96	ns	416	117	*	217	124	**	201	142	***	679	105	ns	617	125	***
1-3.	482	91	**	434	112	**	231	110	**	211	130	***	713	97	ns	645	118	***

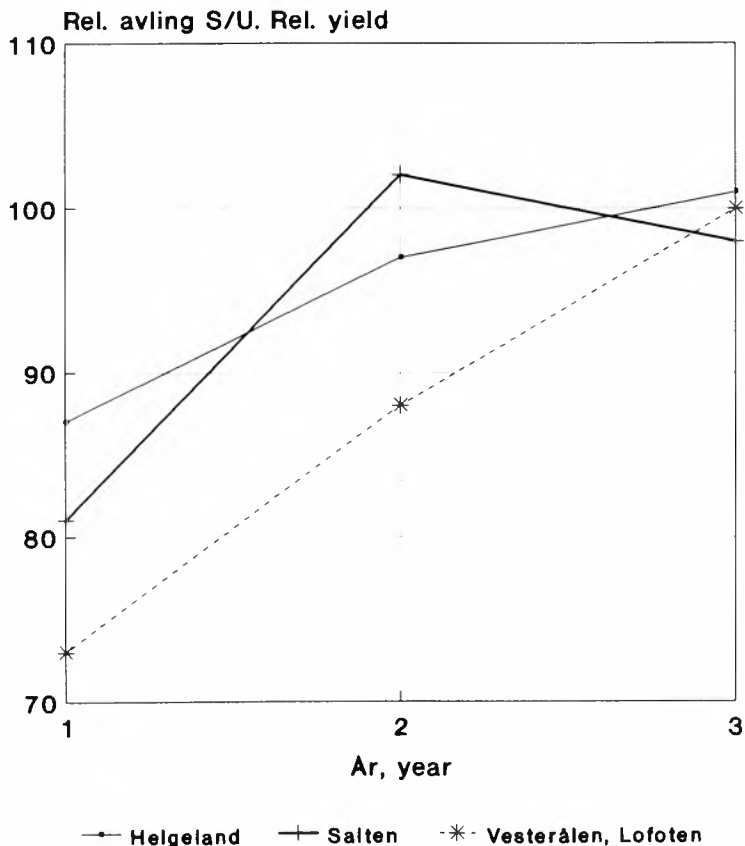
Felt som vart hausta i minst tre år (24 felt) vart delt inn i tre grupper etter ugrasinnhald (tofrøblada artar) på usprøyta ledd ved førsteslått i første forsøksår: <26% ugras, 26-45% ugras og >45% ugras. Det var ikkje sikker skilnad mellom gruppene i

avlingsnivået på usprøyta ledd i første forsøksår. Det relative avlingstapet etter sprøyting i første året var større (20%) på felt med mest tofrøblada ugras enn på felt med mellom 25 og 45% ugras (17%), og minst på felt med mindre enn 26% ugras (14%). I andre og tredje hausteår var det ingen skilnader mellom ugrasgruppene i avlingsutslag for sprøyting. Verknaden av auka gjødsling på avlingsmengda var mindre i ugrasfull eng (>45% ugras) enn i eng med mindre ugras i første forsøksår, medan i seinare år var avlingsauken vel så stor der det var mest tofrøblada artar.

Felta vart gruppert etter distrikt, med følgjande inndeling: Ytre Helgeland (11 felt), Indre Helgeland (3 felt), Salten (5 felt), samt Lofoten og Vesterålen (5 felt). Verknaden av sprøyting på avlingsmengda var om lag lik i Indre og Ytre Helgeland, og dei er difor slått saman til eitt distrikt. Avlingstapet etter sprøyting i første året auka nordover frå 13% på Helgeland til 27% i Lofoten og Vesterålen, der det også var tendens til avlingstap i andre hausteår (figur 2). I tredje året var det ingen sikre avlingsutslag for sprøyting i nokon av distrikta. I alle distrikta, utanom Indre Helgeland, var det sikker avlingsauke for gjødsling i alle hausteår. Det var tendens til at auken var minst i første forsøksår.

Figur 2. Tørrstoffavling på sprøyta ledd i høve til usprøyta (S/U) i tre distrikt i Nordland

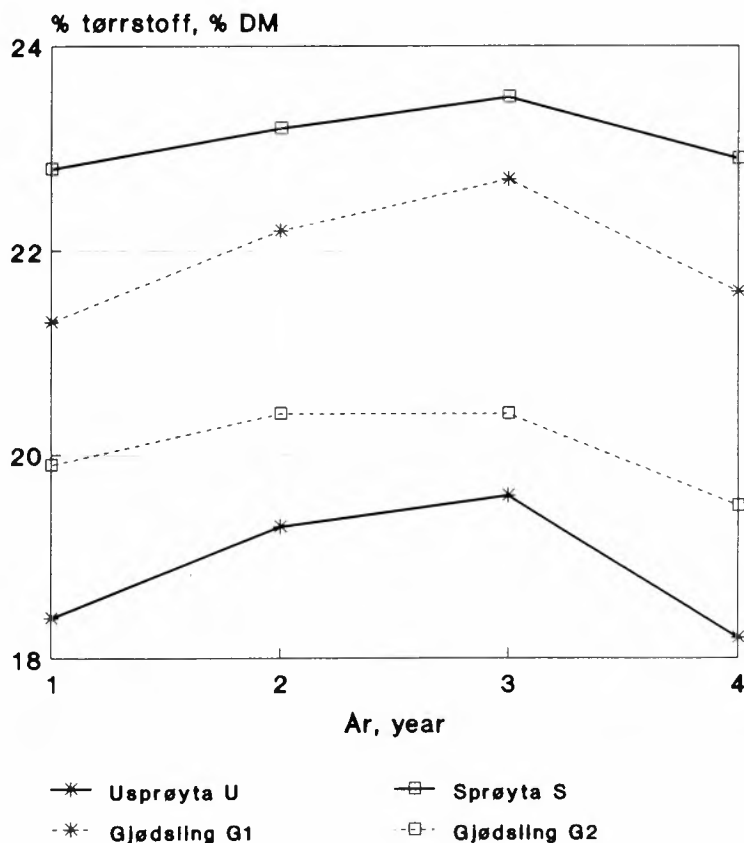
Figure 2. Dry matter yields in sprayed plots in proportion to DM yield in unsprayed plots (S/U) in three districts in the county of Nordland



Tørrstoffinnhald

Verknader av sprøyting og gjødsling på innhaldet av tørrstoff ved førsteslått er vist som middel for alle felt i fire år i figur 3. Tørrstoffprosenten auka sterkt etter sprøyting og

auken var om lag lik i alle haustear (frå 3,9 til 4,7 %-einingar). Auka gjødselstyrke sette ned tørrstoffinnhaldet med 1,4 %-einingar i første året og med 1,8-2,3 einingar i andre til fjerde forsøksår. Alle skilnader i tørrstoffinnhald var statistisk sikre på 1%-nivået.



Figur 3. Verknad av sprøyting og gjødsling på tørrstoffinnhald i føret i førsteslåtten. Middel av 30 felt i 1. og 2. år, 24 felt i 3. år og 14 felt i 4. år

Figure 3. Effect of weed spraying and fertilization on the percentage of dry matter at the first harvest. Average of 30 trials in the 1st and 2nd year, 24 trials in the 3rd year and 14 trials in the 4th year

For 10 felt som vart hausta to gonger i sesongen i tre år var auken i tørrstoffinnhald etter sprøyting sterkare i første (3,5-4,2 %-einingar) enn i andreslåt (1,6-2,0 %-einingar). Den negative effekten av auka gjødsling var om lag lik i begge slåttar. Med unntak for andreslåtten i første forsøksår var alle skilnadene signifikante på 5 %-nivået.

Botanisk samansetnad

Innhaldet av tofrøblada ugras på usprøyta ledd ved førsteslåt auka gradvis utover i perioden, frå 42% i middel for alle felt i første forsøksår til 52% i fjerde året. Sprøyting reduserte ugrasmengda til 9% av tørrstoffavlinga i første året. I andre til fjerde forsøksår var ugrasinnehaldet høvesvis 4, 7 og 10%. Dei viktigaste ugrasartane var høymole og soleier (tabell 5). Middelinnehaldet av høymole på usprøyta ledd varierte frå 10 til 15%, og det var ingen klar tendens til auke eller nedgang utover i forsøksperioden. Innehaldet av soleier (eng- og krypsolie), auka svakt frå 16% i første året til 20% i siste forsøksår, medan løvetann auka sin del frå 3 til 6% i same periode. Desse fire artane vart effektivt tyna av ugrassprøyting, og verknaden varte ut heile forsøksperioden. I alle åra var

innhaldet av dei nemnde artane berre 0 til 2% på sprøyta ledd. I figur 4, 5, 6 og 7 er det vist døme på at innhaldet av ulike ugrasartar vart sterkt redusert etter sprøyting.

Tabell 5. Verknad av ugrassprøyting på innhald av tofrøblada artar, i prosent av tørrstoffavling i første slått

Table 5. Effects of weed spraying on the proportion of dicotyledonous species, as a percentage of DM yield at the first cut

År Year	Tal felt No. of fields	Høymole <i>Rumex longifolius</i>		Soleier <i>Ranunculus spp.</i>		Løvetann <i>Taraxacum spp.</i>		Andre ugras <i>Other weeds</i>	
		U	S	U	S	U	S	U	S
1	30	13	2	16	1	3	1	10	5
2	30	15	1	16	1	2	0	11	2
3	24	15	1	19	2	3	1	8	3
4	14	10	1	20	2	6	2	16	5

Innhald av tofrøblada ugras på usprøyta ledd var om lag likt på Helgeland, i Vesterålen og i Lofoten. Middels ugrasmengd varierte i frå 39 til 53%. I Salten var nivået noko lågare, spesielt i andre og tredje forsøksår då ugrasinnhaldet var 28 og 24%. Minken i ugrasmengd etter sprøyting var om lag lik i heile fylket. Med omsyn til arts-samansetnaden på usprøyta ledd var skilnadene mellom distrikta store (tabell 6). På Ytre Helgeland var høymole den dominerande arten, medan det var mest soleier i dei andre distrikta. Innhaldet av løvetann var langt høgare på Indre Helgeland enn i andre regionar. Desse skilnadene mellom regionar samsvarar etter måten godt med det som vart funne i ei enggransking i Nordland (Nesheim 1986a). Granskinga viste at eng- og krypssoleie var dominerande ugras i alle regionar i Nordland, og særleg i Vesterålen var innhaldet høgt. For høymole og løvetann var innhaldet størst på Helgeland.

Tabell 6. Innhald av tofrøblada artar på usprøyta ledd, i prosent av tørrstoffavling i første slått. Tjuefire felt i fire distrikt i Nordland. D1=Ytre Helgeland (11 felt). D2= Indre Helgeland (3 felt). D3= Salten (5 felt). D4=Lofoten, Vesterålen (5 felt)

Table 6. Proportion of dicotyledonous species in unsprayed treatments, as a percentage of DM yield at the first cut. Twenty-four trials in four districts of the county of Nordland. D1=Ytre Helgeland (11 trials). D2= Indre Helgeland (3 trials). D3= Salten (5 trials). D4=Lofoten, Vesterålen (5 trials)

År Year	Høymole <i>Rumex longifolius</i>				Soleier <i>Ranunculus spp.</i>				Løvetann <i>Taraxacum spp.</i>				Andre ugras <i>Other weeds</i>			
	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
1	21	8	5	14	15	13	23	21	1	10	2	2	7	13	9	4
2	16	4	5	20	14	22	13	26	1	10	1	2	8	11	9	5
3	22	5	5	14	17	22	12	28	2	10	2	2	6	15	5	9



Figur 4. Eng med mykje engsyre og løvetann. Dei sprøyta rutene på sidene var dominert av rapp. Sterkaste gjødsling har gitt mørkare farge på grasnet i bakgrunnen. Grane 25. juni i 3. forsøksår. Foto: B. Volden

Figure 4. Grassland dominated by Rumex acetosa and Taraxacum spp. The sprayed plots on both sides were dominated by Poa spp. The darker colour of the grass in the background is caused by a stronger fertilization. Grane on June 25 in the 3rd year of harvest. Photo: B. Volden



Figur 5. Frå eit forsøk i eng på skjelsand dominert av hundekjeks. Brønnøy. Sprøyta 19. mai, foto 28. juni. Foto: B. Volden

Figure 5. A field trial on shell sand, dominated by Anthriscus sylvestris. Brønnøy. Sprayed on May 19, photographed on June 28. Photo: B. Volden



Figur 6. Krypsoleie er lett å tyne med fenoksysyrepreparat i eng. Alstahaug 21. juni. Foto: B. Volden

Figure 6. Ranunculus repens in grassland is easily killed by phenoxy acids. Alstahaug, June 21. Photo: B. Volden



Figur 7. I eng med mykje høymole er det ofte naudsynt med ny sprøyting eitt eller to år seinare for at resultatet skal bli godt. Sortland. Sprøyta 25. mai, foto 17. juli. Foto: B. Volden

Figure 7. In grassland with a high proportion of Rumex longifolius repeated spraying one or two years later is frequently necessary to obtain a good result. Sortland. Sprayed on May 25, photographed on July 17. Photo: B. Volden

Gjødslingsstyrken verka lite på botanisk samansetnad i grasmarka. Det var heller ingen sikre skilnader i ugrasmengd og artssamansetnad mellom første- og andreslått.

DRØFTING

Sidan byrjinga av seksti-åra er det gjennomført mange forsøksseriar med alternative metodar for fornying av eng, spesielt på Vestlandet. I ein serie med 30 fireårige forsøk fann Lundekvam & Myhr (1975) at ugrasssprøyting gav ein avlingsauke på 5% i høve til ubehandla varig grasmark. I ein liknande serie med 20 felt gav sprøyting åleine ingen avlingsauke, medan med kalking i tillegg vart avlingsmengda auka med 5% i middel for fem år (Timenes & Landmark 1983). Schjelderup (1969) fann ingen avlingsskilnad i middel for seks år mellom usprøyta og sprøyta eng i Troms og Finnmark, verken ved moderat eller normal gjødsling. I ein landsomfattande forsøksserie prøvde Jakobsons (1979) ulike sprøytemiddel i eng og beite. Alle preparata gav avlingsnedgang i høve til usprøyta ledd i førsteslått i sprøyteåret, men frå og med andreslått i same året verka sprøyting positivt på avlingsmengda. I middel for to år gav ledd sprøyta med MCPA same avling som usprøyta, medan mecoprop + dicamba førte til eit avlingstap på 7%.

I Nordland førte ugrasssprøyting til ein nedgang i totalavlinga på 19% i første året i høve til ubehandla eng. Avlingstapet var større enn det som vart funne av Lundekvam & Myhr (1975) på Vestlandet (13%) og av Schjelderup (1969) i Troms og Finnmark (7%). I ein forsøksserie med 18 felt i høgareliggjande strøk på Austlandet var tilsvarende avlingsnedgang etter sprøyting 19% (Olsen 1985). Minken i ugrasmengd etter sprøyting frå om lag 40% til 9% i førsteslått i første året, var hovudårsaka til avlingstapet, og nedgangen var då òg størst på felt med mest tofrøblada ugras. Det vart brukt 400 g diklorprop og 200 g MCPA pr. dekar, som er innafør tilrådde mengder (Anon. 1991).

Fenoksyrepreparata kan også verka hemmande på grasartane. Øyen (1981) fann ein avlingsreduksjon på 8% ved å nytta 300 g MCPA pr. dekar i rein graseng på Særheim, medan 150 g ikkje gav nemnande avlingstap. I eit tilsvarende forsøk i Bjerkreim var avlingstapa større. Også i andre forsøk er det påvist skade på grasartar etter sprøyting med tilrådde mengder fenoksyrepreparat (Jakobsons 1974, Vidme 1973).

Avlingsnedgangen etter sprøyting var svært ulik frå felt til felt. Det var venta at denne skilnaden var avhengig av botanisk samansetnad. Men inndelinga i tre grupper etter avlingutslag viste at det ikkje var store forskjellar i innhaldet av tofrøblada ugras mellom gruppene. Det kan ha samanheng med at botanisk samansetnad vart fastsett av fleire personar som kan ha vurdert plantesetnaden ulikt. Det vart ikkje skilt mellom ulike grasartar, og på enkelte felt kan det ha vore mykje tunrapp eller sølvbunke som ikkje kan nytte ut ledig plass etter sprøyting i same grad som til dømes timotei og eng-rapp. Heller ikkje skilnadene i avlingutslag etter sprøyting i ulike distrikt kan forklarast fullt ut med ulik botanisk samansetnad. Avlingstapet etter sprøyting auka nordover, og det kan ha samanheng med at det var fleire felt med berre ein slått i nordre del av fylket. Men det kan òg tyde på at lengda av vekstsesongen kan ha noko å seia for i kor stor grad grasartane kan overta plassen etter ugrasa. Det vil i tilfelle kunne forklare at avlingstapet var større i Nordland og i høgareliggjande område på Austlandet (Olsen 1985) enn på Vestlandet (Lundekvam & Myhr 1975). Men i Troms og Finnmark var

avlingsnedgangen endå mindre enn på Vestlandet (Schjelderup 1969). Det kan truleg forklarast med at ugrasmengda var langt mindre. Som nemnt tidlegare manglar registrering av avling i andreslåttan for eitt eller fleire år på 12 av felta i denne granskinga, samt at sju felt hadde berre ei hausting i alle år. Avlinga etter sprøyting var i høve til usprøyta ledd monaleg høgare i andreslåttan enn i førsteslåttan, og avlingsvinsten for auka gjødsling var større enn i førsteslåttan. Manglande registrering av gjenveksten vil difor føre til ei overvurdering av avlingstapet etter sprøyting og til undervurdering av avlingsutslag for auka gjødsling. Avlingsutslaga i andreslåttan viser òg at gras har betre gjenvekst enn tofrøblada artar.

Gjødslingsalternativa skulle tilsvara moderat og sterk gjødsling. I middel for fire år var avlingsauken for største gjødselmengd 114 kg tørrstoff pr. dekar, eller 20%. Det er om lag tilsvarande avlingsauke som den Pestalozzi & Retvedt (1959) fann i Nordland etter auking av N-mengda frå 12 til 18 kg pr. dekar. Avlingsutslaget var berre halvparten så stort i første forsøksår både på usprøyta og sprøyta ledd samanlikna med seinare år, og det kan ha samanheng med at grasmarka var sterkare gjødsla enn G1 i åra før anlegg av forsøka. Opplysningane om dette er mangelfulle. Auken i avlingsmengd var større i andreslåttan enn i første, og det samsvarar med andre resultat (Pestalozzi & Retvedt 1959, Valberg & Bø 1972). Det var ikkje sikkert samspel mellom sprøyting og gjødsling. Dei to faktorane verka berre additivt, slik også Vidme (1973) og Jakobsons (1979) kom fram til.

I denne forsøksserien har sprøyting mot ugras ført til eit avlingstap på 7% i middel for fire år, medan innhaldet av uønska tofrøblada artar som engsyre, krypsoleie, engsoleie og høymole vart sterkt redusert. I tillegg førte sprøyting til ein sterk auke i tørrstoffinnhaldet (om lag 4,5 %-einingar), noko som betrar konserveringsegenskapane til fôret. I følgje Breirem & Homb (1970) kan ein auke i tørrstoffinnhaldet frå 15 til 20% føre til at tapet av tørrstoff i form av pressaft vert redusert frå 11 til 5%.

Det var stor skilnad i verknad av sprøyting på avlingsmengd, men på grunn av dårleg samanheng mellom avlingsutslag og botanisk samansetnad, og på grunn av manglande opplysningar om innhald av ulike grasartar, er det vanskeleg utifrå denne forsøks-serien å gje råd om korleis plantesetnaden må vera for at sprøyting skal vera lønnsamt. Ei slik vurdering er også vanskeleg i og med at ein manglar førkvalitetsanalysar. Men andre granskingar har vist at mellom anna mineralinnhaldet er langt høgare hjå tofrøblada artar enn i grasartar (Ulvesli 1958, Timenes 1986). I ei enggransking i Nordland vart 120 felt gruppert etter innhald av tofrøblada artar (Nesheim 1986b). Der det var mindre enn 10% ugras var innhaldet av kalsium i plantane 0,33% og fosforinnhaldet var 0,29%. På felt med meir enn 50% ugras var tilsvarande innhald 0,67% kalsium og 0,42% fosfor. I forsøk på Sør-Vestlandet hadde ruter med moderat ugrasinnhald større avlingsstabilitet enn ugrasfrie ruter. (Øyen 1983). Moderat ugrasmengd hadde ingen negativ effekt på avlingsmengda. Utifrå desse to momenta vil det vera ein fordel å ha eit visst innhald av tofrøblada artar i grasmarka.

SAMANDRAG

Ugrassprøyting i kombinasjon med gjødsling vart nytta som fornyingsmetode på 30 forsøksfelt i eldre eng i Nordland. I middel for alle felt i fire år gav sprøyting ein avlingsnedgang på 7%. Avlingstapet var størst i første året. Med unntak for første året

gav sprøyting avlingsvinst i andreslåten. Det var stor variasjon mellom felta. I middel for tre år førte sprøyting til avlingsvinst på om lag ein tredel av felta, medan avlingstapet var større enn 15% på ein annan tredel. Tørrstoffinnhaldet fôret auka med om lag 4,5 prosent-einingar etter sprøyting. Ugrasartane vart effektivt tyna av fenoksyrepreparata, middels ugrasmengd vart redusert frå om lag 40% til 5-10% av tørrstoffavlinga. Det var ingen signifikante samspel mellom sprøyting og gjødsling med omsyn til avlingsmengd, tørrstoffinnhald og botanisk samansetnad.

LITTERATUR

Anon. 1990. Jordbruksstatistikk 1989. Noregs offisielle statistikk B 954. Statistisk Sentralbyrå.

Anon. 1991. Kjemisk plantevern. 5. utgave. Statens fagtjeneste for landbruket. Landbruksforlaget.

Breirem, K. & T. Homb 1970. Fôrmidler og fôrkonservering. Buskap og Avdrått A/S, Gjøvik. 459 s.

Haanæs, K. R. & J. Todnem 1984. Endringer i jordegenskaper, botanisk sammensetning og avling hos eng med økende alder. Hovedoppgave ved Inst. for plantekultur, NLH.

Hegrenes, A. 1991. Sammenligning av kort- og langvarig eng ut fra økonomiske hensyn. Varig grasmark - til slått og beite. NJF-Seminar nr. 196. Kolbotn 11-13.03.91.

Jakobsons, P. 1974. Vegetasjonsanalyse og herbicidbehandling i permanent grasmark i forbindelse med klimagransking i Aust- Agder. Forskning og forsøk i landbruket 25: 499-518.

Jakobsons, P. 1979. Kombinerte ugras- og gjødslingsforsøk i grasmark 1969-1975. Forskning og forsøk i landbruket 30: 33-53.

Karlsen, Å. K. 1988. Varig grasmark i fôrproduksjon og i annan ressursamheng. Jord og Myr 12: 189-202.

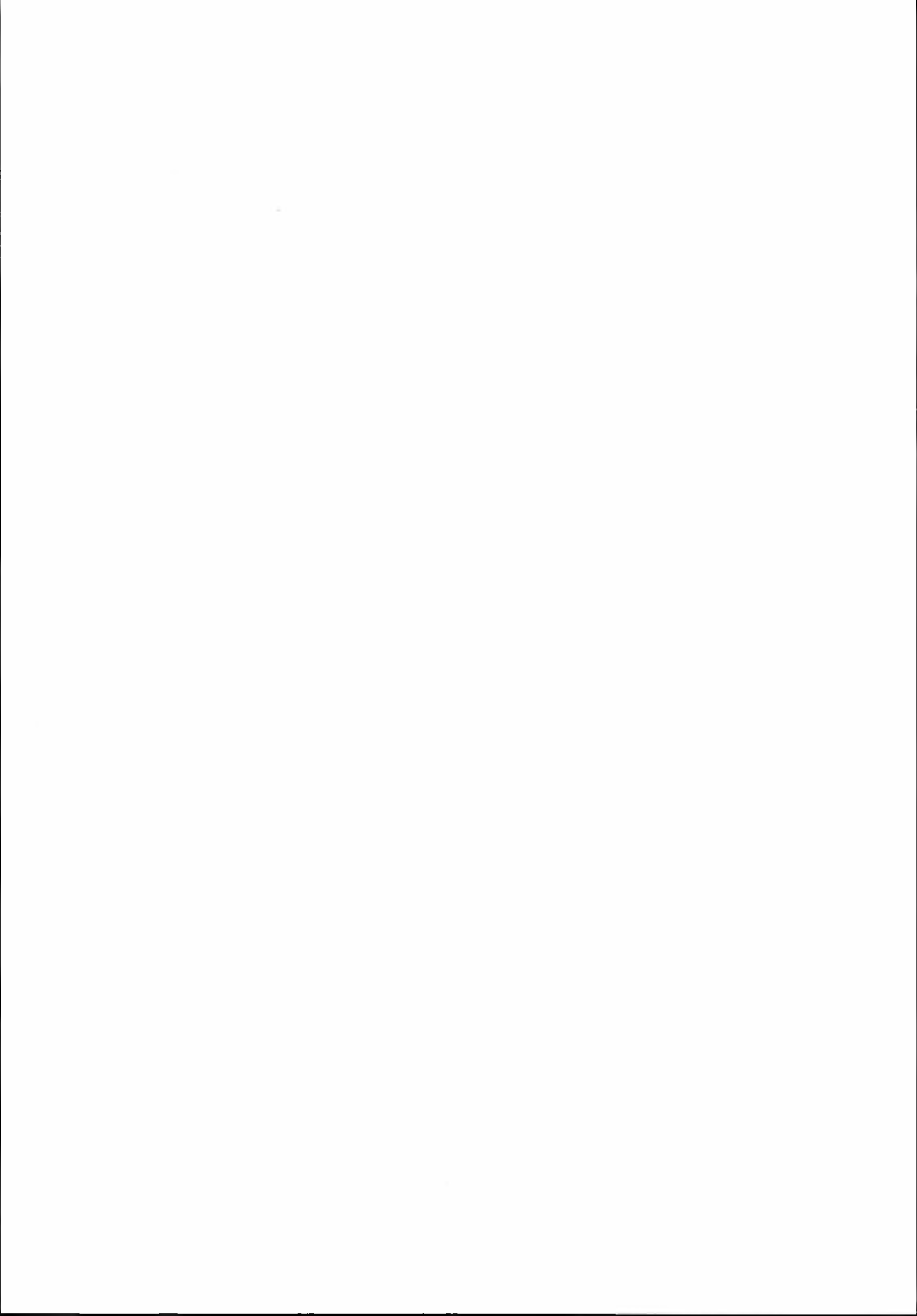
Lundekvam, H. & K. Myhr 1975. Forsøk med fornying av gamal eng på Vestlandet i åra 1965-1972. Forskning og forsøk i landbruket 26: 293-313.

Lundekvam, H. & Y. Gauslaa 1986. Phytosociology and ecology of mowed grasslands in Western Norway. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 65 (22).

Nesheim, L. 1986a. A grassland survey in Nordland, North Norway. II. Botanical composition and influencing factors. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 65 (19).

Nesheim, L. 1986b. A grassland survey in Nordland, North Norway. III. Feed quality parameters and yield. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 65 (20).

- Olsen, E. 1985. Forbedring av gammel eng i høgereliggende områder på Østlandet. *Forskning og forsøk i landbruket* 36: 223-227.
- Pestalozzi, M. & K. Retvedt 1959. Forsøk med store kunstgjødselmengder til eng. *Forskning og forsøk i landbruket* 10: 315-412.
- Schjelderup, I. 1969. Spørsmålet om fornying av gammel eng i Troms og Finnmark. *Forskning og forsøk i landbruket* 20: 199-211.
- Sveistrup, T. & O. Østgård 1985. Engundersøkelser i Troms og Finnmark. NLVF Slutt-rapport nr. 598.
- Timenes, K. 1986. Kjemisk innhold og meltegrad hos nokre gras og ugrasartar. *Forskning og forsøk i landbruket* 37: 1-7.
- Timenes, K. & E. Landmark 1983. Fornyng av gammal eng ved ugrassprøyting, kalking og ompløying med og utan åkerår før attlegg. *Forskning og forsøk i landbruket* 34: 129-135.
- Ulvesli, O. 1958. Sammensetningen og fôrverdien av høy fra soleieeng. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 37 (5).
- Valberg, E. & S. Bø 1972. Forsøk med slåttetid og gjødsling på eng i Nord-Norge 1958-1965. *Forskning og forsøk i landbruket* 23: 405-434.
- Vidme, T. 1973. Kjemisk ugrastyning i grasmark. *Forskning og forsøk i landbruket* 24: 127-157.
- Øyen, J. 1981. Hormonpreparata kan hemme grasveksten. *Bondevennen*, 84: 674-675.
- Øyen, J. 1983. Avlingsvariasjon og botanisk sammensetning i eng tilsådd med timotei og strandrør. *Forskning og forsøk i landbruket* 34: 181-187.



Kjøtproduksjon på kje, slakta etter ein beitesommar

Verknad av kastrering, kastreringsmåte og alder ved kastrering på tilvekst og slaktevekt

Meat production in goat kids slaughtered at the end of grazing season

Effects of castration, method of castration and age at castration on growth rate and carcass weight of goat kids

LARS OLAV EIK

Norges Landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag, Ås, Norge

Agricultural University of Norway, Department of Animal Science, Ås, Norway

Eik, L.O. 1991. Meat production in goat kids slaughtered at the end of grazing season. Effects of castration, method of castration and age at castration on growth rate and carcass weight of goat kids. Norsk landbruksforskning 6: 147-153. ISSN 0801-5333.

A series of trials was conducted to study the potential of meat production in male goat kids slaughtered at the end of grazing season. No effects of castration, method of castration (Burdizzo vs. open method) or age at castration were found on growth rate and carcass weight of goat kids grazed on unimproved pastures. It is recommended that male goat kids intended for grazing should be castrated at one to two weeks of age using the Burdizzo method. Average carcass weight in all experiments was 12.8 kg and feed-conversion ratios compared favourably with those of other species.

Key words: Castration, goat kids, meat production.

Lars Olav Eik, Agricultural University of Norway, Department of Animal Science, P.O. Box 25, N-1432 Ås, Norway

Kje som ikkje skal nyttast i avlen vert oftast avliva straks etter fødselen utan at kjøtet vert nytta til mat, eller slakta når dei er frå tre til seks veker gamle. Men mange geit-haldarar har rikeleg med utmark som kunne vore nytta til sommarbeite for slaktekje. I ein tidlegare artikkel (Eik 1990), vart kvalitet og bruksmåtar for kjekjøt og verknad av kastrering på kjøtkvaliteten diskutert. I denne artikkelen er verknad av kastrering, kastreringsalder og kastreringsmåte samanlikna og det er skissert eit driftsopplegg for kje som skal slaktast etter ein beitesommar.

MATERIALE OG METODAR

Forsøk 1 og 2 vart utført ved Norges landbrukshøgskule (NLH), medan materialet i forsøk 3 skriv seg frå Forsøks- og demonstrasjonsfjøsset for geit ved Troms landbrukskule.

I forsøk 1 vart tilveksten hjå bukkekje og gjeldbukkar samanlikna. Kjea var fødde i januar. Halvparten av kjea vart kastrerte med tang (Burdizzo-metoden) to veker gamle. Dyra fekk varm erstatningsmjølk fram til dei vart avvende, fem veker gamle, og dei hadde fri tilgang på høy og vatn. Kraftfördelinga, avgrensa til 0,5 kg pr. dyr og dag, starta ved fire vekers alder. Ti veker gamle vart dei flytta frå Landbrukshøgskulen til Omvikdalen i Sunnhordaland. Her vart dei fôra inne fram til beiteslepp sist i mai med 0,4 kg kraftfôr/dyr/dag og høy. Beitet er ein fjelldal med bjørkeskog, der dyra fritt kan gå frå omlag 100 til 700 m.o.h.

I forsøk 2 var kastrering med tang samanlikna med operativ fjerning av testiklane (open metode). Kastreringa vart utført ved beiteslepp då bukkane var 16 veker gamle. Kjea vart byttefôra med mjølkedrikke og fekk fri tilgang på høy. Kraftfördelinga var 0,3 kg/dyr/dag.

I forsøk 3, blei ulik alder for kastrering med tang samanlikna. Halvparten av kjea vart kastrerte ved to vekers alder, medan dei andre vart kastrerte tre veker før beiteslepp, 18 veker gamle. Fram til fire vekers alder fekk kjea fri tilgang på surna mjølkeerstatning og frå fire veker til avvenjing ved seks veker ei blanding av surna erstatningsmjølk og skummamjøl. Høy og kraftfôr (0,2 kg/dyr/dag) blei tildelt frå fire vekers alder. Ni veker gamle blei kjea flytta til eit gardsbruk på Ytre Senja. Beitet låg på ei øy og var av god kvalitet.

I forsøk 2 og 3 er statistiske analyser utført med einveis variansanalyse og dei einskilde middeltala for gruppene er samanlikna med t-test etter GLM-prosedyren (SAS 1985). I forsøk 1 er det oppgjeve middeltal for dei ulike gruppene.

RESULTAT

Resultata frå forsøka er oppgjevne i tabellane 1, 2 og 3.

Det vart ikkje funne skilnader i tilvekst mellom bukkekje og gjeldbukkar fram til beiteslepp (tabell 1 og 3) eller i beitetida (tabell 1). Ulik alder for kastrering (tabell 3) eller ulike kastreringsmåtar (tabell 2) resulterte ikkje i skilnader i tilvekst i beitetida.

DISKUSJON

Alle bukkekje til kjøttproduksjon som skal sleppast på beite bør kastrerast. Då unngår ein ukontrollert paring og «bukkelukt» på slakta. I forsøk 1 fann ein ingen skilnad i tilvekst mellom bukkekje og gjeldbukkar. Dette samsvarar godt med andre forsøk (Bas et al. 1981, Bayrataroglu et al. 1988) medan Owen & Mtenga (1980) fann at svært sterkt fôra bukkekje vaks betre enn dei som var kastrerte. Hjå storfe er det funne liten skilnad i tilveksten i kalveperioden mellom oksekalvar og kastratar på vanleg fôring (Homb 1958, Matre 1980).

	Bukkekje <i>Entire males</i>	Gjeldbukkar <i>Castrates</i>
Dyretal/ <i>Animals, no</i>	12	13
Alder/ <i>Age, veker/weeks</i>		
Beiteslepp/ <i>Start of grazing</i>	19	19
Slakting/ <i>Slaughtering</i>	36	36
Føropptak/ <i>Feedintake, kg DM per kje/kid</i> ¹		
Mjølkeerstatning/ <i>Milk replacer</i>	4,3	4,3
Kraftfôr/ <i>Concentrate</i>	27	26,5
Høy/ <i>Hay</i>	13	13
Vekt/ <i>Weight, kg</i>		
Ni dagar/ <i>Nine days</i>	4,0	3,8
Beiteslepp/ <i>Start of grazing</i>	17,7	17,9
Før slakt./ <i>Before slaughtering</i>	25,4	25,3
Slaktevekt/ <i>Carcass weight</i>	10,4	10,4
Tilvekst/ <i>Growth rate, g per dag/day</i>		
Inne/ <i>Barn-feeding period</i>	112	116
Beite/ <i>Grazing period</i>	59	57

¹ Beiteopptak ikkje medrekna/*Intake of pasture not included*

	Burdizzo	Fullstendig kastrelring/ <i>Complete castration</i>
Dyretal/ <i>Animals, no</i>	14	14
Alder/ <i>Age, veker/weeks</i>		
Beiteslepp/ <i>Start of grazing</i>	16	16
Slakting/ <i>Slaughtering</i>	29	29
Vekt/ <i>Weight, mean ± st.error, kg</i>		
Beiteslepp/ <i>Start of grazing</i>	16,5 ± 4,9	17,3 ± 4,9
Før slakt./ <i>Before slaughtering</i>	22,9 ± 3,7	23,0 ± 3,6
Slaktevekt/ <i>Carcass weight</i>	9,2 ± 1,0	8,8 ± 1,6
Tilvekst i beitetida/ <i>Growth rate during grazing period, g per dag/day</i>	71	N.S. 63

Tabell 1. Samanlikning av føropptak og tilvekst mellom bukkekje og gjeldbukkar kastrerte to veker gamle i forsøk 1

Table 1. Comparison of feed intake and growth rate between entire males and goat kids castrated at two weeks of age in experiment 1

Tabell 2. Samanlikning av tilvekst på fjellbeite mellom bukkekje kastrerte med tang (Burdizzo metoden) eller ved fjerning av testiklane (fullstendig kastrering) i forsøk 2

Table 2. Comparison of growth rate during the mountain grazing period between male goat kids castrated by Burdizzo clamps or by removal of testicles (complete castration)

Hjå alle dyreslag vil kastrering føra til auka feittavleiring. Eit visst feittinnslag i kjøtet er ynskjeleg for å oppnå ein god smak. I forsøk 1 hadde kastratslakta signifikant høgare feittinnhald enn bukketlakta. Kjøtet frå kastratane i forsøka ved Landbrukshøgskulen var av akseptabel kvalitet medan feittinnhaldet i bukketlakta var lågt (Eik 1990).

I dei fyrste to til tre leveveke er blodstraumen til pungen liten og kastrering etter Burdizzo-metoden kan utførast utan å påføre dyra særleg smerte. Til eldre dyr vil fullstendig kastrering vera mest skånsam (Andersen Berg, pers. oppl. 1991). Dette er likevel eit større inngrep og meir kostbart å utføra. I forsøk 3 var det ingen sikker skilnad i slaktevekta om kjea var kastrerte 2 eller 18 veker gamle. Kastrering med tang når kjea er ein til to veker gamle bør difor tilråast.

Tabell 3. Samanlikning av tilvekst og slaktevekt mellom bukkekje kasterte med Burdizzo to eller atten veker gamle i forsøk 3
Table 3. Comparison of growth rate and carcass weight between male goat kids castrated by Burdizzo clamps at two or 18 weeks of age in experiment 3

Dyretal/Animals, no	10	10
Alder/Age, veker/weeks		
Kastrering/Castration	2	18
Beiteslepp/Start of grazing	21	21
Slakting/Slaughtering	36	36
Føropptak/Feed intake, kg DM per kje/kid ¹		
Mjølkeerstatning/Milk replacer	6,2	6,2
Skummanjøl/Skimmed milk	4,3	4,3
Kraftfôr/Concentrate	17	17
Høy/Hay	41	41
Vekt/Weight, mean \pm st. error		
Fødsel/Birth	3,6 \pm 0,4	3,6 \pm 0,4
Beiteslepp/Start of grazing	24,5 \pm 1,4	26,0 \pm 2,3
Før slakt./Before slaughtering	32,5 \pm 2,9	34,5 \pm 3,4
Slaktevekt, Carcass weight	15,5 \pm 1,2	16,2 \pm 1,7
Tilvekst/Growth rate, g per dag/day		
Inne/Barn-feeding period	142	N.S. 152
Beite/Grazing period	76	N.S. 81

¹ Beiteopptak ikkje medrekna/Intake of pasture not included

Både ved NLH, i åra 1975, 1983 og frå 1986 og utover, og ved Troms landbrukskule i åra frå 1985 til 1988, blei det utført registreringar av tilvekst hjå gjeldbukkar i beitetida (tabell 4).

Tabell 4. Vektauke hjå gjeldbukkar i beitetida i ulike år
Table 4. Weight gains in castrates during the grazing period in different years

	NLH							Gibostad		
	1975	1983	1986	1987	1988	1989	1991	1985	1986	1987
Dyretal/Animals, no	30	13	20	13	14	4	30	15	13	20
Alder/Age, veker/weeks										
Beiteslepp/Start of grazing	12	12	19	19	24	22	11	12	12	12
Slakting/Slaughtering	25	37	34	35	43	35	26	22	26	30
Vekt/Weight, kg										
Fødsel/Birth	3,1	3,3	3,2	3,5	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,3
Beiteslepp/Start of grazing	15,5	19,0	20,0	26,0	27,5	24,0	13,0	12,0	19,0	22,0
Før slakting/Before slaughtering	24,0	27,0	24,5	30,5	34,5	30,5	26,0	34,0	31,0	32,0
Slaktevekt/Carcass weight	11,0	10,8	10,1	12,6	16,2	12,9	10,2	-	15,3	15,7
Tilvekst/Growth rate, g per dag/day										
Inne/Barn-feeding period	152	187	126	169	143	134	130	102	186	167
Beite/Grazing period	93	46	43	40	53	71	116	232	122	102

I 1975 blei kjea tildelt $\frac{1}{2}$ l varm mjølkedrikke to gonger dagleg fram til avvenjing ved seks vekers alder. Dei andre åra fekk kjea fri tilgang på surna mjølkedrikke. Høy blei nytta i alle forsøka. Kraftfôret vart avgrensa til 0,3 kg dagleg pr. dyr i 1989 mot 0,6 kg dei andre åra. I 1983 gjekk kjea på utmarksbeite i Aurland og i 1991 gjekk dei på

kulturbeite på Landbrukshøgskulen. Dei andre åra fylgde dei geitene på fjellbeite av middels kvalitet i Einunddalen i Foldalen. Tilskotsføring vart ikkje nytta i beitetida. Kastrering vart utført med tang ved beiteslepp i 1975, 1983 og 1991 og ved to vekers alder i 1989. I dei andre granskningane vart fullstendig kastrering utført ved beiteslepp.

På grunn av høg radioaktivitet vart kjea fôra inne i seks veker med NH₃-halm, høy og 0,6 kg kraftfôr pr. dyr og dag før slakting i 1988. I 1986 og 1989 gjekk dyra ein månad på haustbeite ved Landbrukshøgskulen, og i 1975 og 1987 vart dei slakta rett frå utmarksbeite.

I 1991 fekk kjea suga mødrene heile tida den fyrste leveveka og sidan i tre timar etter morgon- og kveldsmjølkinga fram til avvenjing ved seks vekers alder. Etter avvenjing vart kjea flytta ut på beite. I perioden frå 5/4 til 17/5 fekk dei kraftfôr og frå 5/4 til 1/6 høy. Kjea hadde fri tilgang på begge fôrslaga. Tildelt høymengde var omlag 0,4 kg/dyr/dag. Restemengda vart ikkje registrert. Kraftfôrforbruket var 0,5 kg pr. dyr og dag i perioden frå 5/4 til 17/5. Kjea kunne gå innunder eit letak der det var ein tørr liggjeplass, fôrhekk og kraftfôrautomatar. Kjea vart slakta i byrjinga av august.

Ved Troms landbrukskule var mjølkeføringa den same som i forsøk 3 (Solheim & Barlaug 1987). Kraftfôret vart avgrensa til 0,3 kg/dyr/dag i 1985 og 0,4 kg dei andre åra. Kastrering blei utført med tang før slepping og kjea gjekk på same beitet som i forsøk 3.

Slakteresultatet var best ved Troms landbrukskule (tabell 4). I 1985 var levandevakta 34 kg ved 22 vekers alder. Slaktevektene vart ikkje registrerte dette året. Dei to andre åra var middel slaktevektar 15,3 og 15,7 kg ved 26 og 30 vekers alder. Dei tilsvarende tal for NLH var i gjennomsnitt 12,0 kg og 34 veker.

Sankearbeidet i forsøk 1 var tidkrevjande. Alt tidleg på sommaren skilde kjea seg i fleire småflokkar og spreidde seg utover eit stort område. Nitten prosent av kjea kom bort i beitetida. I åra då gjeldbukkane beitte i lag med mjølkegeitene var det berre i 1983 at to kje kom bort. I Troms gjekk kjea på ei øy slik at det var enkelt å finna dei att om hausten. Mange av gjeldbukkane som fylgde mjølkegeitene, byrja å jaga då paringstida tok til. Dei uroa til dels geitene, men oppdaga også i enkelte høve brunst. All kastrering vart utført av veterinær slik forskriftene tilseier. Kastrering med Burdizzo før beiteslepp synt seg å vera ein usikker metode. I 1990 måtte 36% av gjeldbukkane kastrerast på nytt. Året etter var 13% av kjea ufullstendig kastrerte.

Ved NLH var kjea plaga av luftvegsinfeksjonar. Sterk dosering med penicilin (5 ml/dyr/dag i 3 dagar) kurerer infeksjonen effektivt i 1991. Både i 90 og 91 fekk kjea munnskurv. Dette gjekk ut over tilvekst og trivsel begge åra.

I forsøket ved NLH i 1991 fekk kjea fylgja mødrene fram til avvenjing ved seks vekers alder. Geitene blei likevel mjølka to gonger dagleg og kjea fekk suga i tre timar etter mjølking før dei vart fråstengde. Dette auka den totale mjølkeproduksjonen så mykje at vi kan sjå bort frå forbruket av mjølk når fôrforbruket vert utrekna. Fram til slakting fekk kvart kje tildelt omlag 35 kg høy og 30 kg kraftfôr. Dette utgjorde 4,3 FFE pr. kg slakt. I forsøk 1 og 3 var mjølkepulver og kraftfôr dei viktigaste fôrslaga. Når beiteopptaket ikkje er medrekna var fôrforbruket pr. kg slakt 4,0 FFE i forsøk 1; 3,7 FFE i forsøk 3 og 3,4 FFE i registreringa ved Troms landbrukskule i 1987 (tabell 4).

Mjølka er hovudproduktet frå geithaldet. Det er vanleg med ei kjeing i året for å oppretthalda ein høg mjølkeproduksjon. Det nyfødde kjeet har heller ingen matverdi. Dei fleste geithaldarar har store utmarksbeite som kan nyttast i kjøtproduksjon på kje.

Desse beita har liten alternativ verdi og opptaket av beitegras er difor ikkje medrekna i fôrforbruket.

Kjekjøtt er dessutan magert og kan samanliknast med fjørfekjøtt. I broilerproduksjonen er fôrforbruket 4,0 til 4,5 FFE pr kg slakt (Herstad pers. oppl. 1991). Produksjon av kjekjøtt teklar difor godt med denne produksjonen. Det same er tilfelle om vi samanliknar med andre husdyrproduksjonar (Breirem & Homb 1976; Breirem & Ekern 1979; Matre 1980; Nedkvitne 1980).

Forsøk med kombinert suging og mjølking av geitene er no i gang ved NLH og Gibostad. Erfaringane så langt er gode. Stellet av kjea er enklare og oppalet kan bli rimelegare. Når kjea er avvende og har lært å eta tørrfôr toler dei godt låge romtemperaturar (Eik 1991). I forsøket ved NLH i 1991 fekk kjea fri tilgang på høyr og kraftfôr fram til det vart beite og dei hadde eit leskur med tallegolv til ly mot ver og vind. Stellet av kjea var lite arbeidskrevjande og huskostnadene minimale. Dette opplegget ser difor ut til å høva svært godt ved ein kombinert mjølke- og kjøttproduksjon på geit.

KONKLUSJON

Resultata frå desse forsøka tilseier at ein kombinert mjølke- og kjøttproduksjon på geit vil vera eit godt alternativ til den spesialiserte mjølkeproduksjonen vi driv i Noreg i dag. Bukkekjea bør kastrerast med Burdizzo når dei er eit par veker gamle. Ein bør kontrollere at kastreringa er vellukka før kjea vert sleppte på beite. Normale slakteveker vil liggja mellom 10 og 15 kg.

ETTERORD

Hjarteleg takk til J. Solheim for at eg fekk lov til å nytta resultata frå forsøka ved Forsøks- og demonstrasjonsfjøset for geit ved Troms landbrukskule i denne artikkelen. J.J. Nedkvitne, T. Homb og T. Matre kom med verdfulle råd under utarbeinga av artikkelen. Takk og til medlemmer av småfegruppa ved Institutt for husdyrfag for godt samarbeid.

LITTERATUR

Bas, P.; J. Hervell; P. Morand-Fehr & D. Sauvant. 1981. Facteurs influencant la composition des graisses chez le chevreau de boucherid. Incidence sur la qualité des gras de carcasses. I Nutrition et Systèmes d'Alimentation de la Chèvre, Tours, France: s. 90-100.

Bayrataroglu, E.A.; N. Akman & E. Tuncel, 1988. Effects of early castration on slaughter and carcass characteristics in crossbred Saanen x Goats. Small Rumin Research (1): 189-194.

Breirem, K & T. Homb, 1976. Meat production and feed resources. Meld. nr 25 frå Inst. for husdyrfag, NLH: 35 s.

Breirem, K. & A. Ekern, 1979. Produksjon av plantematvarer og dyriske matvarer frå ressursmessige synspunkter. Fellesmelding frå Inst. for husdyrfag, NLH, særtr. nr 505, 1979 og Statens Kornforretning, melding nr 50 om forsøk: 32 s.

Eik, L.O. 1990. Kvalitet og bruk av kje kjøtt i matlaginga. Verknad av kastrering på kjøttkvaliteten. Norsk landbruksforskning (4): 223-229.

Eik, L.O. 1991. Performance of goat kids raised in a non-insulated barn at low temperatures. Small Rumin. Research (4): 95-100.

Homb, T. 1958. Sammenligning av okser og kastrater i kjøttproduksjonen. Beretn. nr 87 frå Inst. for husdyrfag, NLH: 69 s..

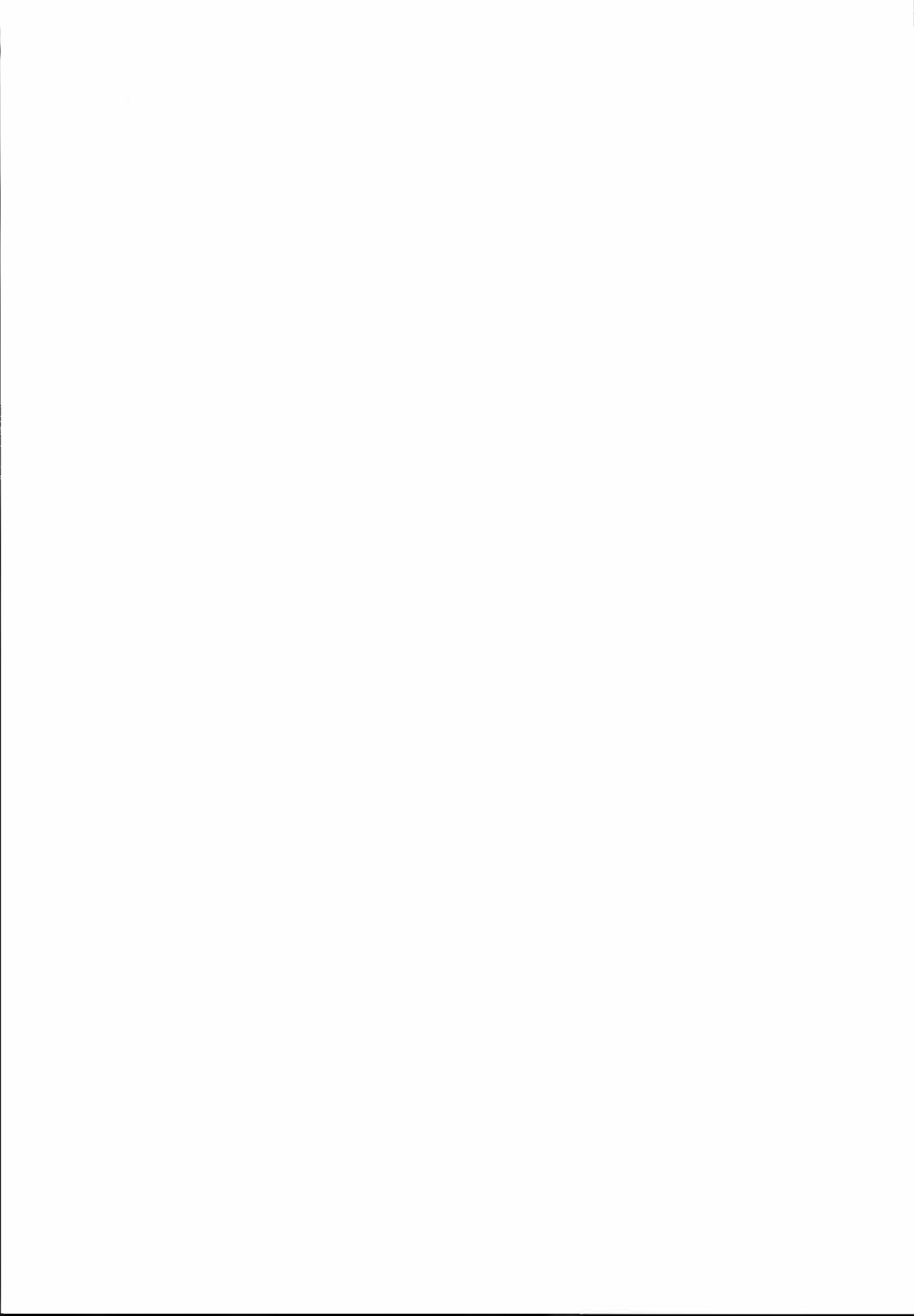
Matre, T. 1980. Kastratar i storfekjøttproduksjonen. Husdyrforsøksmøtet: s. 63-70.

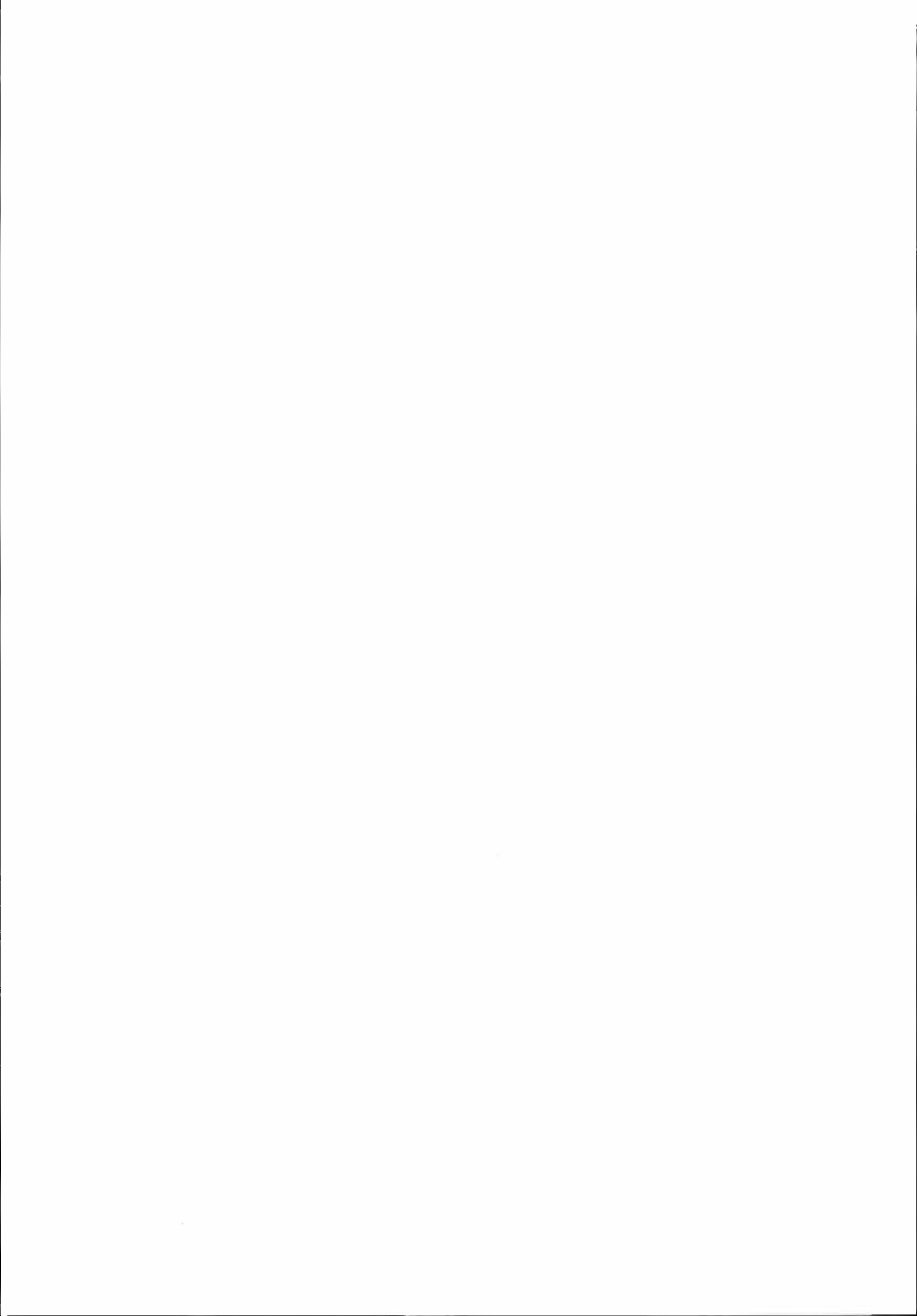
Nedkvitne, J.J. 1980. Sauer med stort slakteutbytte av innmarksfôret. Sau og Geit (1): (6-7).

Owen, E. & L.A. Mtenga, 1980. Effect of weight, castration and diet on growth performance and carcass composition of British Saanen goats. Anim. Prod. (30): 479.

SAS 1985. Version 6, Edition. Cary , NC: SAS Inst. Inc. 373 s.

Solheim, J. & K. Barlaug, 1987. Kjøttproduksjon på kastrerte bukkekje går bra med godt beite. Norden (10): 18-19.







RETTELING FOR FORFATTARAR

MANUSKRIPDET

Manuskriptet skal vera maskinskrive på ei side av papiret. Bruk 8 mm lineavstand (3 liner 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. Artikklane 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 lagleg ansvar for granskinga. Institusjonsnamna skal også vera på engelsk.

UTDRAG OG NØKKELOD

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 førast 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⁾.

Unngå loddrette og vassrette liner 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. Fotografi bør vera så nær den prenta storleiken som mogleg. Om forstørring 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 forfatar i kronologisk orden. Er ein vist til fleire publikasjonar av same forfatar same året, må ein løya 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 agriculturae 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 prenteariet for publikasjonen
- Heftenummer vert sett i parentes etter band/årgangnummer.
- Heftenummer vert teke med berre når kvart hefte byrjar med side 1
- Det skal brukast kolon framfor sidetal for tidskriftartiklar
- Årstal skal nyttast der band/årgangnummer vantar
- Ved tilvising til bok skal forlag og utgjevarstad førast 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 førstekorrekturen 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. 6 1992 Nr. 2

Innhold/Content	Side/Page
Avrenningsundersøkelser i lysimetre på Ås Forsøksanlegg og resultater 1989/91 <i>Lysimeter runoff investigations at Ås</i> <i>1. Experimental programme and results 1989-91</i>	Gotfred Uhlen, Lars Egil Haugen & Anne Grethe Kolnes 73
<i>In vitro</i> kultur som rejuvereringsmetode <i>In vitro culture as a method for rejuvenation</i>	Maigull Appeltgren 93
Bruk av næringsløsninger i korn - intensiv dyrking <i>Foliar application of plant nutrients to cereals under intensive growing systems</i>	Egebret Dæhlin & Hans Stabbetorp 101
Faseoverganger hos flerårige planter <i>Phase changes in perennial plants</i>	Ole Billing Hansen 123
Tyning av ugras i eldre eng i Nordland <i>Weed control in permanent grassland in Nordland</i>	Lars Nesheim & Birger Volden . . 133
Kjøttproduksjon på kje, slakta etter ein beitesommar Verknad av kastrering, kastreringsmåte og alder ved kastrering på tilvekst og slaktevekt <i>Meat production in goat kids slaughtered at the end of grazing season. Effects of castration, method of castration and age at castration on growth rate and carcass weight of goat kids</i>	Lars Olav Eik 147

Statens fagjeneste for landbruket, Moerveien 12, 1430 Ås, Norge
Norwegian Agricultural Advisory Service, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway