

L (481)N

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol.10 1996 Nr. 3-4

NISK, BIBLIOTEKET



70266713



Forskningsparken i Ås AS, Norge
Ås Science Park Ltd., Norway

NORSK LANDBRUKSFORSKING/NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

Norsk landbruksforskning dekker publiseringsbehov for norske forskningsresultater innenfor fagområdene: Akvakultur/*Aquaculture*, Husdyrbruk/*Animal Science*, Jord- og vannfag/*Soil and Water Sciences*, Landbruksteknikk/*Agricultural Engineering*, Bioteknologifag/*Biotechnological Sciences*, Næringsmiddelfag/*Food Science*, Landskapsplanlegging/*Land Use and Landscape Planning*, Biologi og naturforvaltning/*Biology and Nature Conservation*, Miljø/*Environment*, Plantedyrking/*Crop Science*, Skogbruk/*Forest Sciences*, Økonomi og samfunnsplanlegging/*Economics and Social Sciences*.

Ansvarlig redaktør/Managing Editor
Erling Strømme

Redaksjonssekretær/Editor
Nina Tomter

UTGIVER/PUBLISHER

Forskningsparken i Ås AS/*Ås Science Park Ltd.*, Sagabygget, N-1432 Ås, Norway.

Norsk landbruksforskning/*Norwegian Agricultural Research* (ISSN 0801-5333) blir utgitt med fire hefter pr. år som utgjør et volum. Hvert hefte skal være på ca. 100 sider. Abonnementsprisen er NOK 500,- pr. år. Eventuelle supplementer må bestilles og betalers separat hos utgiver.

KORRESPONDANSE/CORRESPONDENCE

All korrespondanse av redaksjonell eller forretningsmessig karakter skal sendes til Forskningsparken i Ås AS, Sagabygget, 1432 Ås.
Tlf 64 94 84 30. Faks 64 94 37 97

Tegning på omslag/*The drawing on the cover*: Kjell Aukrust

ISSN 0801-5333

15 MAI 1997

Høgskoleveien 12, 1432 ÅS

Prøvedyrking av karve (*Carum carvi* L.) Virkinger av såtid og såmengde ulike steder i Norge

*Trial cultivation of caraway (*Carum carvi* L.) Effects of sowing date and seed rate on plots throughout Norway*

STEINAR DRAGLAND¹⁾ & TORUN HELENE ASLAKSEN²⁾¹⁾ Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingssenter avdeling Kise, Nes på Hedmark ²⁾Farmasøytisk institutt, Universitetet i Oslo*The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Division Kise, Nes på Hedmark, Norway* ²⁾*The Institute of Pharmacy, University of Oslo, Norway*

Dragland, S. & T.H. Aslaksen 1996. Trial cultivation of caraway (*Carum carvi* L.). Effects of sowing date and seed rate on plots throughout Norway. Norsk landbruksforskning 10:159-165 ISSN 0801-5333.

In 1994 field trials comparing different sowing dates and seed rates of caraway were carried out in several localities, in cooperation with Apelsvoll Research Centre, Division Kise, and local advisory groups. The trials required that sowing should be done as early as feasible, using seed of 'Sylvia' from the same seed batch, at the rates 5, 10 and 15 kg/ha. In practice, sowing dates varied from 6 April to 21 June and were influenced by both weather conditions and having to compete for time with other priorities during a busy period. Measurement of root size in autumn indicated that both seed rate and sowing time must be adapted to the growing conditions at the site, if seed yields are to be obtained in the following and later years. The oil concentration of the seed varied from 2.9 to 5.1% (v/w), and the proportion of carvon was 59-77%.

Key words: Caraway, carvon, limonene, seed quality, seed rate, sowing date.

Steinar Dragland, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre Division Kise, N-2350 Nes på Hedmark, Norway

Karve (*Carum carvi* L.) er viltvoksende i alle norske fylker. Planten har pelerot, og blir vanligvis regnet som toårig. Ved tett bestand og dårlige vekstforhold kan det imidlertid ta tre-fire år fra såing til alle plantene har blomstret og dannet frø. Etter frømodning dør vanligvis karveplanten. Frøene blir brukt ved produksjon av surkål, ost og akevitt, som krydder i flere matretter og som medisin. Det norske forbruket er om lag 80 tonn per år, men det har likevel nesten ikke blitt dyr-

ket karve i Norge siden 1970-årene. For noen år siden ble det begynt med prøve- dyrking av karve på Inderøy i Nord-Trøndelag, og etter at det ble laget en litteraturoversikt (Dragland et al. 1993) og tilrådd en ny dyrkingsmåte (Dragland 1995) har interessen for karvedyrking økt raskt. Arealet som kan høstes i 1996, vil totalt være om lag 500 dekar. Med ei gjennomsnittlig avling på 150 kg pr dekar, skulle dette nesten dekke det norske karve- markedet.

I Finland har det vært en sterk økning i karvearealet. Det er nå om lag 15.000 dekar. Det aller meste av avlinga blir eksportert. Det har vist seg å være stor variasjon i innholdet av olje og sammensetning av oljen fra ulike karveparti. Sortsvalg, tørketemperatur og mekanisk behandling under høsting, rensing og sortering, er vanlige årsaker til kvalitetsforskjeller. Ved eksport av karve fra Finland, har en brukt kvalitetsvariasjonen til å selge karve med ulikt oljeinnhold til ulike formål. Dette krever kjemiske analyser av hvert enkelt karveparti.

Karve kan dyrkes de fleste steder i Norge. Ett av formålene med å legge ut prøvefelt, var å undersøke variasjonen i oljeinnhold hos en bestemt karvesort. Karvon og limonen er hovedkomponentene i oljen. Variasjonen i innholdet og forholdet mellom disse to komponentene, var også av interesse. Prøvefeltene ble også lagt ut slik at en skulle få opplysninger om betydningen av såtid for å oppnå store nok røtter før overvintring.

Norges forskningsråd ga i 1994 økonomisk støtte til prosjektet «Norsk produksjon av planter til medisinsk bruk». Denne undersøkelsen i karve er en del av dette prosjektet.

Material og metoder

Frø av sorten 'Sylvia' ble sådd på små prøvefelt (9 m²) som ble anlagt i samarbeid med landbrukets forsøksringer over det meste av landet i 1994. Det ble planlagt slike felt på 43 steder, dvs. i alle fylker med unntak av Oslo og Finnmark. På hvert sted ble det sådd tre ruter à 3 m² med henholdsvis 0,5, 1,0 og 1,5 kg frø per dekar. Det ble sådd i rader med 40 cm radavstand. Gjødslinga ble tilpasset forholdene på stedet, etter vurdering av den lokale veilederen. Såtidspunktet skulle

være så tidlig som mulig. Feltvertene ble bedt om å høste alle frøene når frøene i hovedskjermen var mørk brune og godt modne. Høstinga i 1995 ble utført med handredskap, og plantene ble kuttet like under frøskjermene. Etter tørking ved 20-30 grader, ble frøene ristet eller raspet løs, og sendt til Planteforsk avd. Kise for rensing. Frøene ble lagret ved romtemperatur (20-23°C) fram til analysing av oljeinnholdet i januar 1996.

Før analysing ble frøene malt. De malte frøene ble vanddampdestillert etter en metode beskrevet i Pharmeuropa (1994), og i European Pharmacopoeia (1980). Det ble brukt 5 g frø (malt) i 100 ml destillert vann, og blandingen ble destillert i 2 timer. Volum olje ble avlest og tappet ut. Deretter ble 100-200 mikroliter av oljen fortynnet, tilsatt mentol som intern standard, og analysert på en DB-5 kolonne i en gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor. Temperaturprogrammet var: 100°C med en økning på 10°C per minutt til 200°C. Standardkurver ble laget på kjente mengder av limonen og karvon i forhold til kjente mengder mentol (intern standard).

Resultat

Det var planlagt at karvefrøene skulle såes tidligst mulig våren 1994. Tidspunktet var betinget av jord- og værforhold og kanskje også av prioriteringen i forhold til annet vårarbeid. Høsten 1994 ble det registrert antall og rot diameter av karveplanter på 1,5 m rad på hver av de tre rutene på hvert felt. Noen steder var det ingen planter å registrere. Dette var felt som delvis hadde stått under vann på grunn av uvanlige nedbørforhold om våren og forsommeren, eller hvor feltet ble mislykket av andre årsaker. Det ble registrert planteantall på 33 felt første året (tabell 1).

Tabell 1. Prøvedyrking av karve. Planteantall (Små = <7 mm rotdiam., Store = >7 mm rotdiam.) per m² etter tre såmengder og ulike såtider. Registreringene ble utført om høsten samme året.

Table 1. Trials with caraway. Number of plants (Små = < 7 mm root diam., Store = > 7 mm root diam.) per m² as affected by three sowing rates (0.5, 1.0 and 1.5 gr per m²) and different sowing dates. Registrations were carried out in the autumn the same year.

Forsøksring <i>Locality</i>	Sådato <i>Sowing date</i>	Såmengde av karvefrø <i>Seed rate of caraway seed</i>					
		0,5 g per m ²		1,0 g per m ²		1,5 g per m ²	
		Antall Små	Number Store	Antall Små	Number Store	Antall Små	Number Store
Hedmark	6.4	0	106	8	122	38	146
Indre Sør-Troms	20.4	64	28	130	22	150	20
Øvre Telemark	2.5	32	72	16	104	36	100
Salten	5.5	34	28	44	28	86	40
Nordre Sunnmøre	5.5	24	4	76	2	84	0
GAFA, Vestfold	10.5	18	28	36	74	120	202
Setesdal	10.5	10	90	82	222	62	180
Hadeland	10.5	8	62	30	102	32	122
Neset	13.5	80	52	132	94	132	118
Midt-Telemark	14.5	32	50	98	96	84	50
Fagro, Landvik	16.5	26	90	188	188	234	200
Ytre Salten	19.5	26	44	120	22	202	56
Solør-Odal	22.5	46	34	108	30	130	24
Follo	24.5	16	54	88	88	106	102
Fosenringen	24.5	132	30	120	56	376	8
Fagro, Gyland	25.5	16	34	16	16	18	24
Toten	30.5	30	30	40	62	62	66
Sør-Trøndelag	30.5	6	0	38	0	18	2
Ytre Sør-Trøndelag	30.5	70	6	122	10	114	0
Økoringen Vest	31.5	16	72	4	84	44	106
Hallingdal	1.6	18	0	98	0	128	0
Indre Hordaland	1.6	10	72	16	80	94	148
Dalane	1.6	6	52	44	64	128	38
Øko. Hordaland	2.6	2	28	12	40	22	40
Jeløy og omland	3.6	12	40	52	50	82	62
Nord-Østerdal	7.6	124	22	258	16	436	38
Øvre Østfold	8.6	36	42	42	18	54	66
Lesja og Dovre	13.6	48	46	188	78	294	48
Balsfj. og Storfj.	14.6	42	0	114	0	176	0
Sør-Gudbrandsdal	15.6	60	26	120	60	164	64
Ottadalen	16.6	27	14	18	56	104	100
Orklaringen	17.6	46	68	116	54	410	64
Gjennomsnitt <i>Average</i>		35	41	80	61	132	70
Antall % <i>Number %</i>		46	54	57	43	65	35

Flere felt gikk ut høsten 1994, og noen fikk problem med å høste feltet til riktig tid i 1995. Frø fra 24 felt ble innsendt til Kise for rensing og veiing. Av disse var det to felt som var høstet alt for tidlig, og frøene kunne derfor ikke brukes. Frø fra hver av de tre rutene på feltene ble analysert, og resultatene er vist i tabell 2.

Frøene fra følgende felt hadde lys brunfarge: Salten, Sør-Trøndelag, Ytre Sør-Trøndelag, Nesset, Jeløy og omland, mens frø fra Sør-Gudbrandsdal, og fra Nord-Østerdal også hadde noe grønnfarge. Frø fra de andre feltene var mørk brune.

Diskusjon

Sådatoene viser stor variasjon. Noe av variasjonen skyldes vær- og jordforhold, men både i prøvefelt og i praksis vil det i tillegg bli en prioritering mellom arbeidsoppgaver. Noen steder har karvefeltet ikke stått øverst på prioriteringslista. Såtida har stor betydning for størrelsen av plantene om høsten, og dermed for antallet som kan gi blomst og frø neste år. I Troms fylke ble det sådd 20. april på et felt, og 14. juni på et annet. Etter tidligste såing ble det 20-28 store planter per m², mens såing i juni ikke førte til en eneste plante

Tabell 2. Prøvedyrking av karve. Prosent olje (ml/100g) og innhold av karvon og limonen i mg per g frørrstoff og i prosent av total olje i frø av karve 'Sylvia', høstet på 22 steder i Norge 1995.

Table 2. Trials with caraway. Percentage of oil (ml/100 g) and content of carvon and limonene in mg per g seed dry matter, and in percentage of total oil in seeds of 'Sylvia', harvested at 22 locations in Norway in 1995.

Forsøksring Locality	Olje v/w%	Karvon		Limonen	
		mg/g	%	mg/g	%
Orklaringen	2,7	20,1	74	7,0	26
Salten	2,9	15,8	59	11,7	41
Fagro, Gyland	3,0	18,1	62	11,0	38
Fosenringen	3,2	21,4	72	8,5	28
Lesja og Dovre	3,2	18,8	61	12,1	39
Nordre Sunnmøre	3,3	21,0	72	8,0	28
Indre Hordaland	3,4	22,8	72	8,9	28
Dalane	3,6	22,1	63	12,7	37
Sør-Trøndelag	3,6	23,3	64	13,0	36
Ytre Sør-Trøndelag	3,6	24,6	72	10,1	28
Toten	3,6	22,7	64	13,1	36
Nesset	3,7	21,5	61	13,7	39
GAFA, Vestfold	3,7	21,0	63	12,6	37
Fabio, Midt-Telemark	3,9	25,0	73	9,1	27
Økoringen Vest	4,0	24,6	65	13,0	35
Jeløy og omland	4,2	27,0	67	13,4	33
Follo	4,2	25,8	61	16,6	39
Fagro, Landvik	4,3	26,9	64	15,4	36
Nord-Østerdal	4,3	26,0	62	16,0	38
Sølør-Odal	4,4	31,9	77	9,8	23
Øvre Østfold	4,4	29,1	69	13,4	31
Hadeland	4,9	32,2	71	13,2	29
Sør-Gudbrandsdal	5,1	27,1	61	17,4	39

med over 7 mm rottdiameter første året. Betydningen av tidlig såing er størst der vekstsesongen er kortest og kaldest. I Hedmark ble et felt sådd allerede 6. april mens et annet ble sådd 22. mai. Det første feltet ga 106-146 store planter per m², mens det på det andre ble 24-34 per m². I forsøk med planting av karve har 4-7 grupper à 1-3 planter per m² gitt opp til 330 kg frø per dekar (Dragland et al. 1996). Det trengs derfor ikke så mange store planter for å oppnå stor avling. Tidlig såing gir størst sikkerhet for å oppnå et tilstrekkelig antall store planter, men vekstforholdene har selvfølgelig også stor betydning. I Hallingdal ble det sådd 1. juni, og ingen av plantene fikk røtter med over 7 mm diameter første året. I Nordre Sunnmøre forsøksring ble det nesten ingen store røtter selv om såtida var 5. mai.

Såmengden og plantetettheten påvirker også muligheten for å oppnå store røtter (Tabell 1). På det tidligst sådde feltet i Troms førte økt såmengde til at planteantallet ble henholdsvis 92, 152 og 170 per m². Dette førte igjen til at antall store planter ble henholdsvis 28, 22 og 20. De fleste plantene var for små til å gi frø året etter, men alle frømengdene ga nok store planter. De små plantene ga et godt grunnlag for avlinga de neste 2-3 årene. Nesten alle karveplantene som blomstrer og gir frø, vil dø etter frøhøsting. Små planter vil vokse videre og noen vil bli store nok til å gi frø neste år, mens andre trenger enda et år før de er store nok. Dette gir grunnlag for flerårige karvefelt. Frødryssing ved hver høsting vil også bidra til å fornye feltet. På dette feltet i Troms ville det ha vært nok å så 0,5 kg frø per dekar for å få til denne utviklingen. Resultatene i tabell 2 tyder også på at minste såmengde ville vært nok på mange andre felt. Sikkerheten for å oppnå tilstrekkelig antall av både store og små planter er imidlertid større etter bruk av 1,0 kg så-

frø per dekar av sorten 'Sylvia'.

De samme såmengdene på et felt i Hedmark førte til en helt annen situasjon. Planteantallet ble henholdsvis 106, 130 og 184 per m². På grunn av svært tidlig såing (6. april) og gode vekstforhold, ble nesten alle plantene store. Det ble ingen små planter ved minste såmengde, mens det var henholdsvis 8 og 38 små planter ved bruk av 1 og 1,5 kg frø per dekar. Under slike forhold er det for lite med 0,5 kg frø per dekar dersom en ønsker et flerårig karvefelt.

Frøavlinga ble registrert på de fleste feltene, men avlingstall fra så små høsteturer gir ikke grunnlag for å vurdere forskjeller og avlingsnivå i praksis. Formålet med høstinga var å få frø for analyse av oljeinnhold og oljekvalitet.

I Pharmeuropa (1994) er det europeiske kvalitetskravet til karvefrø at de skal inneholde minst 3,0% olje, dvs. minst 3 ml olje per 100g tørrvekt av frø. Enkelte land har sine egne krav. I England er det krav om 3,5% olje og 53-63% karvon i oljen (British Pharmacopoeia 1980). Frø fra de fleste prøvefeltene tilfredsstilte kravet om minst 3% olje (tabell 3). Det er ikke grunnlag for å knytte resultatene til bestemte dyrkingsforhold på feltene, men det er en tendens til at feltene på Østlandet har gitt frø med noe høyere oljeinnhold enn det som ble oppnådd andre steder i landet. Flere av analysene fra dette området viser over fire prosent olje. I Finland ble det i 1990-91 analysert frø av 43 «karvesorter» dyrket på samme sted. Det ble funnet 2,3-7,6% olje i frøene. Gjennomsnittlig innhold for både viltvoksende typer og kultursorter, var om lag fem prosent (Galambosi & Peura 1996). I praktisk dyrking hvor det blir høstet med skurtresker, kan det bli hard mekanisk behandling av frøene, og frøskader vil føre til oljetap.

Innholdet av karvon i olje fra prøve-

feltene i Norge, varierte fra 59% til 77%. Det var ingen tydelige forskjeller mellom distriktene. Den andre hovedkomponenten i karveolje er limonen (23-41% i feltprøvene). Det finnes flere andre komponenter i karveolje (dihydrokarvon, karveol og dihydrokarveol). Disse utgjør til sammen mindre enn 5%, og er derfor ikke tatt med ved beregningene. Innhold av karvon varierer ofte mellom 50 og 70%, mens det er vanlig med 23-35% limonen i karveolje (Salveson & Svendsen 1976). I den tidligere nevnte finske undersøkelsen (Galambosi & Peura 1996) var det 40-60% karvon og 38-54% limonen. Størst mengde karvon ble funnet i karve som var dyrket etter innsamling av frø fra viltvoksende planter i Norge og på Island. Karvoninnholdet var likevel mindre enn i olje fra prøvefeltene med karve i Norge.

Vurderingen av karvekvaliteten er vanligvis knyttet til innholdet av karvon i olja (Galambosi & Peura 1996). God kvalitet har ofte egyptisk karve med om lag 80% karvon og bare 10% limonen. De påpekte også at karvonandelen i noen undersøkelser har vist seg å øke med modning av frøene. Kjølig og fuktig vær under modninga kan føre til nedsatt karvoninnhold. I høstetidsforsøk på Kise i 1995 økte karvonandelen med fem prosentenheter fra frøene var lite til godt modne (Dragland upubl.)

Prosentinnhold av karvon og limonen kan gi et misvisende uttrykk for frøkvaliteten dersom en ikke sammenholder tallene med data for oljeinnholdet. Dette unngår en ved å oppgi innholdet av karvon og limonen som milligram per gram frøtørrestoff. Tabell 2 viser at med 71-72% karvon i olja varierte innholdet fra 21 til 32 mg karvon per gram frøtørrestoff.

Sammendrag

Prøvefelt med karve ble utlagt våren 1994 i de fleste fylkene. Dette var et samarbeid mellom Planteforsk og 43 av landbrukets forsøksringer. Feltene skulle såes tidligst mulig med fra samme frøparti av sorten 'Sylvia'. Såmengdene tilsvarte 0,5, 1,0 og 1,5 kg frø per daa. Såtidspunktene som varierte fra 6. april til 21. juni, var påvirket av både værforhold og prioritering av ulike arbeidsoppgaver i en travel periode. Rotstørrelsen om høsten viste at såtid og såmengde må tilpasses vekstmulighetene på stedet dersom en skal oppnå frøavling neste år og samtidig legge grunnlaget for flere høsteår på feltet. Oljeinnholdet i frøene varierte mellom 2,9 og 5,1% av tørrvekta (dvs. 2.9-5.1 ml per 100 g), mens andelen av karvon var 59-77%.

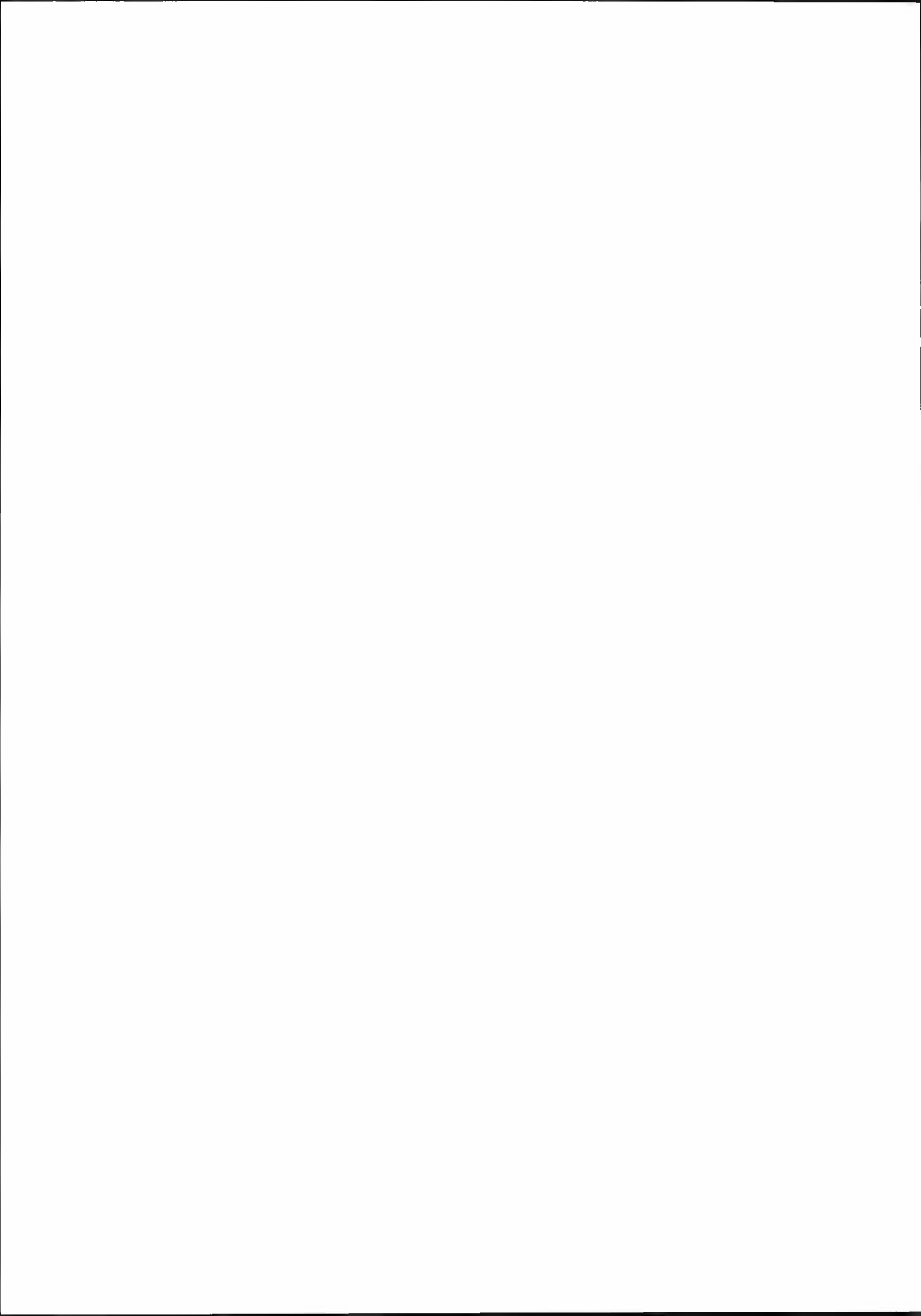
Litteratur

- British Pharmacopoeia 1980. Caraway, caraway oil. Vol. 1, side 77-78.
- Dragland, S. 1995. Karveproduksjon. Infosenteret, Forskningsparken i Ås AS, Fagnytt nr.7,4s.
- Dragland, S., Paulsen, B.S., J.K. Wold & B. Rognlien 1993. Medisinplanter, - nytt råstoff for norsk industri. Kamille og solhatt, karve og peppermynte. Produksjon, innholdsstoffog virkning. Statens fag-tjeneste for landbruket, Faginno nr 29, 73 s.
- Dragland, S., Guren, G. & E. Stubhaug 1996. Planting av karve for frøproduksjon. Gartneryrket nr. 1:18-19.
- European Pharmacopoeida 1980. Determination of essential oils in vegetable drugs. 2nd. edition, V.4.5.8. Part I.

Galambosi B. & P. Peura 1996. Agrob-
otanical features and oil content of wild
and cultivated forms of caraway (*Carum
carvi* L.). Journal Essent. Oil Res. Vol. 8,
nr. 4. (Under trykking).

Pharmeuropa 1994. Carvi Fructus, Car-
away. Vol.6, No 3, side 245-246.

Salveson A. & A.B. Svendsen 1976. Gas
liquid chromatographic separation and
identification of the constituents of car-
away seed oil. I. Monoterpene hydro-
carbons. Planta Med 30:93-96.



Lagring av tørket kamilleblomst ved ulike temperaturer og i ulike emballasje

Storing of dried chamomile flowers at different temperatures and with different packaging

STEINAR DRAGLAND¹⁾ & TORUN HELENE ASLAKSEN²⁾

¹⁾ Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingssenter avdeling Kise, Nes på Hedmark ²⁾Farmasøytisk institutt, Universitetet i Oslo

¹⁾*The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre Division Kise, N-2350 Nes på Hedmark, Norway* ²⁾*The Institute of Pharmacy, University of Oslo, Norway*

Dragland, S. & T.H. Aslaksen 1996. Storing of dried chamomile flowers at different temperatures and with different packaging. *Norsk landbruksforskning* 10:167-174. ISSN 0801-5333.

Dried chamomile flowers were stored in three types of packaging (plastic containers, cellophane bags and paper bags) at two temperatures (0-2°C and 20-23°C) for up to two years. Samples were removed for analysis every fourth month. Flowers were steam-distilled and the following components of the essential oil extract were determined: chamazulene, bisabolol and its oxides, farnesene, spiroether and bisabolonoxide. The content of essential oil declined from about 0.8% to 0.5% in the course of the first year, and to 0.3% in the second year, when stored at 20-23°C. When stored at 0-2°C were levels maintained at 0.5-0.6% throughout the period 8 to 24 months after harvesting. By using screw-top plastic containers, it was possible to maintain 0.4% essential oil even when stored at 20-23°C for two years, flowers stored similarly in paper bags had only 0.2% essential oil. The composition of the oil was not changed markedly in the course of the storage period. Farnesene and chamazulene, which are the most volatile components, showed the greatest decline. Concentration of chamazulene were 10% and 16% after two years storage at 20-23°C and 0-2°C, respectively. The length of the drying period (2 or 3 days) had little effect on the results. It is advisable for producers to mark packages with the year of production and to include expected durability when stored at 20-23°C and 0-2°C, respectively.

Key words: Chamomile, packaging, quality, storing, temperature.

Steinar Dragland, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre Division Kise, N-2350 Nes på Hedmark, Norway

Kvalitetskravene som er gitt i Den europeiske farmakope, setter en nedre grense på 0,4% (v/w) eterisk olje i tørket kamilleblomst uansett bruksområde (European Pharmacopoeia 1980). Hovedkomponentene i den eteriske oljen er chamazulen som dannes fra matricin under vanddampdestillasjon, alfa-bisabolol,

bisabololoksyd A og B, bisabolonoksyd A, cis-spiroeter og farnesen. Analyse av kamille som ble solgt i fire butikker i Oslo i 1993, viste låg konsentrasjon av de viktigste innholdsstoffene. Dette er senere bekreftet i en større undersøkelse hvor fem av ni pakninger inneholdt kamille med mindre enn 0,4% eterisk olje (Hel-

ling 1995). Ved dyrking av kamille på 42 prøvelfelt fordelt på alle norske fylker med unntak for Finnmark, ble det funnet at innholdet av eterisk olje varierte fra 0,2 til 1,2% av tørrvekta av blomstene. Gjennomsnittlig innhold var 0,8-0,9% ved dyrking i Sør-Norge, og 0,6% ved dyrking i Nord-Norge (Dragland et al. 1996). For å sikre forbrukerne kamille av høy kvalitet, må holdbarhet for produktet bestemmes. Letchamo (1993) har vist at innholdet av eterisk olje synker ved lagring, og at lagringstemperaturen har betydning for denne kvalitetsendringen. Kamille blir omsatt i forskjellig emballasje, og det kan også å ha betydning for kvalitetsendringene. Norges forskningsråd ga i 1994 økonomisk støtte til prosjektet «Norsk produksjon av planter til medisinsk bruk». Som en del av prosjektet ble det valgt å undersøke hvordan lagringstemperatur og emballasje påvirker kvalitetsendringene hos tørket kamille. Formålet var å gi grunnlag for holdbarhetsmerking og for valg av emballasje som kan sikre forbrukerne en bedre kvalitet enn det som vanligvis blir tilbudt.

Materiale og metoder

Våren 1993 ble det sådd kamillefrø direkte på et felt ved Planteforsk avd. Kise i Ringsaker kommune. Frøene var levert fra Dæhnfeldt frøfirma, men hadde ikke noe sortsnavn. Blomster til lagringsforsøket ble høstet 8. juni 1993. Blomstene ble straks satt til tørking ved 36-40 °C i to og tre døgn. De ble deretter lagt i ulike emballasje:

Kvite plastbokser med skrulokk, 125 ml.

Doble cellofanposer, svarte med kvitt papir innerst, 100 g.

Doble papirposer, grå med kvitt papir innerst (Urte-teposer), 100 g.

Plastboksene ble levert gjennom et lokalt apotek, mens posene ble levert fra Solberg & Hansen A/S i Oslo. I hver pakning ble det veid inn 10 gram tørket kamilleblomst.

Lagringen foregikk enten på kjølerom ved 0-2°C og 60-65% relativ fuktighet, eller ved romtemperatur (20-23°C) og 30-35% relativ fuktighet. Hver fjerde måned ble det tatt ut prøver fra alle kombinasjoner av tørketid, emballasje og lagringstemperatur til analyse. Pakninger som var tatt ut for analyse, ble ikke lagt inn på lager igjen.

Analysene ble utført ved Farmasøytisk institutt, Universitetet i Oslo. Innholdet av eterisk olje ble bestemt etter en modifisert metode ved Aslaksen (1994) på grunnlag av metoden for vandampdestillasjon slik den er beskrevet i European Pharmacopoeia (1980). Tynnsjikt-kromatografi (TLC) ble brukt til identifikasjon av komponentene i oljen. Mengden av komponentene ble bestemt ved bruk av gasskromatografi (GC). Komponentene som det ikke var standard av, ble identifisert ved bruk av gasskromatografi kombinert med massespektroskopi (GC/MS) (Aslaksen 1994). Det var ikke mulig å gjennomføre analyser like etter høsting av plantene. Resultatene viser derfor innholdet fra kontroller hver fjerde måned i to år, og første gang fire måneder etter høsting.

Resultat

Eterisk olje

Innholdet av eterisk olje viste ingen tydelige endringer fra 4. til 24. lagringsmåned etter lagring ved 0-2°C. Derimot var det tydelig nedgang ($P < 0.05$) i oljeinnholdet når lagringstemperaturen var 20-23°C (Tabell 1).

Lagring i ulike emballasje førte ikke til

Tabell 1. Innhold av eterisk olje (w/w%) i kamilleblomst lagret ved ulike temperaturer i opp til 24 måneder.

Table 1. Content of essential oil (w/w%) in chamomile flowers stored at different temperatures for up to 24 months.

Temperatur Temperature	Måneder Months					
	4	8	12	16	20	24
0-2°C	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6
20-23°C	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3

LSD_{5%} = 0,1 for tid (time) og 0,04 for temperatur (temperature)

statistisk sikre forskjeller ($P < 0.05$) i innholdet av eterisk olje, men ved 20-23°C var det ved lang tids lagring en tendens til noe bedre resultat etter lagring i plastboks sammenlignet med papirpose (tabell 2).

Tabell 2. Innhold av eterisk olje (w/w%) i kamilleblomst lagret ved 20-23°C i ulike emballasje i opp til 24 måneder.

Table 2. Content of essential oil (w/w%) in chamomile flowers stored at 20-23°C in different packaging for up to 24 months.

Emballasje Packaging	Måneder Months					
	4	8	12	16	20	24
Plastbokser ¹	0,6	0,6	0,5	0,3	0,5	0,4
Cellofanposer ²	0,6	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3
Papirposer ³	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2

LSD_{5%} = 0,1 for tid (time) og for emballasje (and for packaging)

¹Plastic containers ²Cellophane bags ³Paper bags

Chamazulen

Innholdet av chamazulen i den eteriske oljen, ble tydelig påvirket av både lagringstemperaturen og lagringstiden. Lagring ved 0-2°C førte til vesentlig mindre tap sammenlignet med resultatene etter lagring ved 20-23°C. Allerede etter fire måneder var det en viss forskjell, og for-

skjellen økte gjennom hele lagringsperioden (tabell 3). Det var ingen tydelige forskjeller i endringen av chamazulen-innholdet ved bruk av ulike emballasjetyper.

Bisabololoksyd A og B

Tabell 3. Innhold av chamazulen (%) i eterisk olje fra kamilleblomst lagret ved ulike temperaturer i opp til 24 måneder.

Table 3. Content of chamazulene (%) in essential oil from chamomile flowers stored at different temperatures for up to 24 months.

Temperatur Temperature	Måneder Months					
	4	8	12	16	20	24
0-2°C	20,3	18,6	17,5	18,0	14,5	16,0
20-23°C	19,7	17,2	13,6	12,4	7,7	9,9

LSD_{5%} = 1,5 for tid (time) og 1,1 for temperatur (temperature)

Verken tørketiden eller lagringsemballasjen påvirket innholdet av bisabololoksyd A og B i den eteriske oljen. Derimot var det tydelige endringer i andelen av både bisabolol-oksyd A og B i lagringsperioden. Disse endringene var påvirket av lagringstemperaturen (tabell 4).

Farnesen

Forlengelse av tørketiden fra to til tre døgn, førte til en økning av andelen (%) av farnesen i den eteriske oljen. Emballasjetypen påvirket også andelen av farnesen. Allerede etter fire måneders lagring ved 20-23°C var det bare 6,6% farnesen i eterisk olje fra kamilleblomst som var lagret i papirposer, og andelen sank til om lag 3% i løpet av de neste tolv månedene. Lagring i plastboks eller cellofanpose førte ikke til tilsvarende endringer (tabell 5). Farnesenandelen ved lagring i plastboks var 9,3% og 11% etter lagring i henholdsvis fire og 24 måneder. Tilsvarende tall etter lagring i cellofanpose, var 8,9 og 7,4%.

Tabell 4. Innhold av bisabololoksyd A og B (%) i eterisk olje fra kamilleblomst lagret ved ulike temperaturer i opp til 24 måneder

Table 4. Content of bisabolol oxide A and B (%) in essential oil from chamomile flowers stored at different temperatures for up to 24 months.

Temperatur Temperature	Måneder Months					
	4	8	12	16	20	24
Bisabololoksyd A						
0-2°C	7,2	10,2	9,7	6,0	15,4	14,4
20-23°C	6,8	10,4	5,9	3,2	14,1	12,2
Bisabololoksyd B						
0-2°C	12,0	14,7	14,1	14,1	17,1	16,3
20-23°C	14,4	13,6	15,2	14,0	18,8	20,5

LSD_{5%} = 2,0 for tid (time) og 1,1 for temperatur (temperature), bisabololoksyd A

LSD_{5%} = 2,2 for tid (time) og 1,3 for temperatur (temperature), bisabololoksyd B

Tabell 5. Innhold av farnesen (%) i eterisk olje fra kamilleblomst tørket ved 36-40°C i to eller tre døgn, og lagret ved ulike temperaturer i ulik emballasje. Resultatene er gjennomsnitt for flere analyser i løpet av to års lagringstid.

Table 5. Content of farnesene (%) in essential oil from chamomile flowers dried at 36-40°C for two or three days, and stored at different temperatures in different packaging. The results are means for several analyses during two years of storage.

Emballasje:	Døgn Days	
	2	3
Plastbokser ¹	8,9	12,4
Cellofanposer ²	7,5	10,3
Papirposer ³	5,1	5,3
Lagringstemperatur:		
0-2 °C	7,9	11,8
20-23 °C	6,5	6,9

LSD_{5%} = 0,7 for døgn (days), 1,5 for emballasje (packaging) og 0,7 for temperatur (temp.)

¹Plastic containers ²Cellophane bags ³Paper bags

Spiroeter

Spiroeter utgjør en forholdsvis stor del av den eteriske oljen i kamilleblomst. Lagring ved 0-2°C førte til at andelen av spiroeter minket fra om lag 41 til 26% i perioden fra 4 til 24 måneder fra begynnende lagring. Derimot var det små endringer etter lagring ved 20-23°C (tabell 6).

Det var liten endring i andelen av spiroeter i løpet av de første 16 månedene på lageret, men fram til 20 og 24 måneder sank andelen særlig sterkt ved lagring i plastbokser (tabell 7).

Tabell 6. Innhold av spiroeter (%) i eterisk olje fra kamilleblomst lagret ved ulike temperaturer i opp til 24 måneder

Table 6. Content of spiroether (%) in essential oil from chamomile flowers stored at different temperatures for up to 24 months.

Temperatur Temperature	Måneder Months					
	4	8	12	16	20	24
0-2°C	41,1	37,4	36,7	39,8	30,6	25,9
20-23°C	40,3	39,4	44,7	50,1	42,5	35,7

LSD_{5%} = 3,0 for tid (time) og 2,2 for temperatur (temperature)

Bisabolonoksyd A og Bisabolol

Total mengde av bisabolonoksyd A og bisabolol økte fra 9,9 % etter fire måneders lagring, til 14,2 % etter 16 måneders lagring. Ved siste måling, etter 24 måneder, var fremdeles mengden 14,2 %.

Diskusjon

Letchamo (1993) fant ingen tydelig endring i innholdet av eterisk olje i tørket kamilleblomst i løpet av de 30 første døg-

Tabell 7. Innhold av spiroeter (%) i eterisk olje fra kamilleblomst lagret ved 0-2°C i ulike emballasje.
 Table 7. Content of spiroether (%) in essential oil from chamomile flowers stored at 0-2°C in different packaging.

Emballasje Packaging	Måneder Months						Middel Means
	4	8	12	16	20	24	
Plastbokser ¹	42,6	35,5	34,0	39,0	25,7	20,8	37,3
Cellofanposer ²	40,1	37,4	37,2	39,3	29,7	26,0	38,4
Papirposer ³	40,6	39,2	38,8	41,1	36,4	30,7	40,3

LSD_{5%} = 2,1 for emballasje (packaging)

¹Plastic containers ²Cellophane bags ³Paper bags

nene. Han fant en svak nedgang i innholdet etter tre måneders lagring ved 16°C, og enda mindre nedgang etter lagring ved 2°C. Ingen av disse endringene i innhold av eterisk olje var statistisk sikre. Våre resultat viser 0,7 % eterisk olje etter lagring ved 0-2°C, og 0,6 % ved 20-23°C i fire måneder. Dette gir grunn til å anta at innholdet ved start har vært om lag 0,8 %, og dermed i overensstemmelse med tidligere resultat (Dragland et al. 1996). Etter ett års lagring var det fremdeles ingen prøver som hadde mindre enn 0,4% eterisk olje. Det betyr at alle var innenfor kravene i European Pharmacopoeia (1980). Innholdet var minst etter lagring ved 20-23 grader, og noe mindre etter lagring i papirposer sammenlignet med lagring i cellofanposer eller plastbokser. Resultatene er i samsvar med de virkningene som Letchamo (1993) fant av tilsvarende lagringstemperaturer etter 11 måneders lagring i brune papirposer.

Etter 24 måneders lagring ved 2°C, var det fremdeles igjen om lag 80% av den eteriske oljen. Dette samsvarer bra med resultatene til Letchamo (1993). Lagring ved romtemperatur førte derimot til at innholdet av eterisk olje allerede etter 16 måneder var kommet under 0,4%. Letchamo (1993) fant at lagring ved 16°C halverte innholdet av eterisk olje i løpet av 2,5 år.

Karmazin & Sadinova (1965) hevdet at emballasjen har liten betydning for kvalitetsendringene i kamilleblomst ved lagring. Tilsvarende resultat ble oppnådd av Letchamo (1993) som prøvde finèsker, papirposer, vanntett papp og blikkbokser. I våre forsøk med plastbokser, cellofanposer og gråpapirposer var det noe større tap av eterisk olje ved lagring i gråpapirposer. Alle tre emballasjetypene fungerte bra det første året, men etter to år var det bare plastbokser som hadde kamille med tilfredsstillende innhold av eterisk olje, når lagringstemperaturen hadde vært 20-23 grader.

Utviklingsstadiet på blomstene ved høsting kan også påvirke kvalitetsendringene ved lagring. Dersom blomstene høstes når kronbladene har begynt å henge, vil de ha lettere for å splittes opp ved behandling. Dette fører til at det blir en større overflate av produktet som blir utsatt for fordamping og oksydasjon. Dermed kan en forvente størst tap av eterisk olje fra blomster som er for seint høstet (Letchamo 1993).

I den eteriske oljen fra kamille skal det være minst 5% chamazulen, 10-25% til sammen av bisabololoksyd A og B, 10% cis-spiroeter og 10-25% bisabolol (Wold & Paulsen 1993).

Bisabolol er den mest aktive komponenten, men også bisabololoksydene A og

B, chamazulen, og i noe mindre grad spiroeter, er aktive og bestemmer kvaliteten av oljen. Farnesen er forstadiet til flere av de andre komponentene (Dragland et al. 1996). Farnesen er svært flyktig, og vil derfor være en bra indikator på hvor godt emballasjen holder på oljen. Bisabolonoksyd A lot seg ikke separere fra bisabolol ved GC-analyse. Ved bruk av flere analyseteknikker ble det funnet at bisabolol utgjorde om lag 30 % av blandingstoppen.

Selv om innholdet av chamazulen minket i lagringsperioden, og mest ved 20-23°C, var det ingen prøver som hadde mindre enn 5% chamazulen etter to år. Summen av bisabololoksyd A og B var om lag 20% etter 4 måneders lagring. Etter to år hadde innholdet økt til om lag 30%.

Endringene i innholdet av farnesen indikerer at plastboksen var den beste emballasjen (tabell 5). Innholdet av spiroeter (cis-spiroeter) var over 25% i hele lagringsperioden. Bisabolol utgjorde 3-4 % . Dette er mindre enn kravet til 10-25 %, men resultatene viser at innholdet var ganske stabilt over hele lagringsperioden.

Resultatene kan gi inntrykk av at innholdet av bisabololoksyd har økt i løpet av lagringsperioden. Mengden er imidlertid oppgitt som prosent av eterisk olje, og det fører til at når et stoff minker, så vil den prosentvise andelen av andre stoff øke selv om ikke vektmengden av disse øker. Dette vil også være tilfelle for andelen av farnesen som økte ved økt tørketid (tabell 5). Selv om innholdet i alle pakningene var tatt fra samme felt og ved samme høstetid, må en forvente at det har vært noe variasjon i materialet ved start av lagringsforsøket. Dette kan også ha gitt variasjoner som ikke skyldes tørke- eller lagringsforholdene.

Kamille blir i omsetningen vanligvis

lagret ved romtemperatur. Importert kamilleblomst som omsettes på det norske markedet, er enten ikke merket med holdbarhetsdato eller med datoer som betyr brukstid i 2-3 år fra merking (Helling 1995). Norskprodusert kamille som pakkes av andelslaget Norsk Øko-Urt, er merket med produksjonsår.

Resultatene fra denne og tidligere undersøkelser, viser at lagring ved romtemperatur ikke gir sikkerhet for akseptabel kvalitet i mer enn ett år. Dersom tørr kamilleblomst lagres ved 0-2°C, kan den være av god kvalitet også etter to års lagring, men ved så låg lagringstemperatur vil den relative luftfuktigheten lett bli for høg. Dette kan føre til vekst av mikroorganismer i pakningene. I praksis gir disse resultatene grunnlag for å kreve merking av kamillepakningene med produksjonsår. I tillegg bør det være opplysninger om holdbarheten ved oppbevaring i romtemperatur og på kjølelager.

Sammendrag

Tørket kamilleblomst ble lagret i plastboks, cellofanpose og papirpose ved 0-2°C eller 20-23 °C i opp til to år. Hver fjerde måned ble det tatt ut pakninger for analyse. Blomstene ble vandampdestillert og følgende komponenter i den eteriske oljen ble bestemt: Chamazulen, bisabololoksyd A og B, farnesen, spiroeter, bisabolonoksyd og bisabolol. Innholdet av eterisk olje minket fra om lag 0,8% til 0,5% i løpet av ett år, og til 0,3% etter to år dersom kamillen ble lagret ved 20-23°C. Lagring ved 0-2°C førte til at innholdet holdt seg på 0,5-0,6% i perioden fra 8 til 24 måneder etter høsting. Ved bruk av plastbokser med skruelukk, var det også mulig å bevare 0,4% eterisk olje selv om kamilleblomstene ble lagret ved 20-23°C i to år. Blomstene i papirposene hadde da

bare 0,2% eterisk olje. Kvalitetskravene som er gitt i Den europeiske farmakope, setter en nedre grense på 0,4 % (v/w). Sammensetningen av oljen endret seg ikke vesentlig i løpet av lagringsperioden. Farnesen og chamazulen som er de mest flyktige, var de som minket mest. Innholdet av chamazulen var 10 og 16% etter to års lagring ved henholdsvis 20-23 og 0-2°C. Minstekravet er 5%. Resultatene tyder på at den beste emballasjen er tette bokser. Det hadde liten betydning om blomstene var tørket to eller tre døgn. Det blir tilrådd å merke emballasjen med produksjonsår, og ta med opplysninger om holdbarhet ved lagring ved henholdsvis 20-23 og 0-2°C .

Litteratur

- Aslaksen, T.H. 1994. Analyse av kamille (*Matricaria recutita*). Analyse av plantemateriale. Prosjekt: Norsk produksjon av planter for medisinsk bruk. Avdeling for farmakognosi, Farmasøytisk institutt, Universitetet i Oslo, pp.1-19.
- Dragland, S., Paulsen, B.S., Wold, J.K. & T.Asaksen 1996. Flower yield and the content and quality of the essential oil of chamomile, *Chamomilla recutita* (L.) Rauchert, grown in Norway. Norwegian Journal of Agricultural Sciences (innsendt for trykking).
- European Pharmacopoeia, 1980. Determination of essential oils in vegetable drugs. 2nd. edition No. 404 Part II and V.4.5.8. Part I.
- Helling, A.A. 1995. Naturlegemidler på vei inn i norsk farmasi. Nye retningslinjer for godkjenning. Kamille, - eterisk olje - polysakkarider; kvalitetsvurdering og testing av komplementaktiverende effekt. Hovedfagsoppg., Farmasøytisk institutt, Univ. i Oslo, 125 s.
- Karmazin, M. & K.Zadinova 1965. Veränderung im Gehalt des ätherischen Öls und chamazulens in der Droge Flores Chamomillae unter verschiedenen Lagerungsbedingungen. Wiss Zeitschrift der Karl-Marx Univ. Leipzig 14:459-461.
- Letchamo, W. 1993. Effect of storage temperatures and duration on the essential oil and flavonoids of chamomile. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants. Vol. 1 (3):13-26.
- Wold, J.K. & B.S.Paulsen 1993. Aktuelle innholdsstoffer, isolering og analyse. A. Kamille. Medisinplanter, - nytt råstoff for norsk industri. Faginfo, Statens fag-tjeneste i landbruket, nr 29:56-61



Prøvedyrking av prikkperikum

(*Hypericum perforatum* L.)

Trial cultivation of St. John's Wort

(*Hypericum perforatum* L.)

STEINAR DRAGLAND

Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingscenter avdeling Kise, Nes på Hedmark

The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Division Kise, Nes på Hedmark, Norway

Dragland, S. 1996. Trial cultivation of St John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) Norsk landbruksforskning 10: 175-180. ISSN 0801-5333.

St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) was grown at Apelsvoll Research Centre Division Kise in the period 1992-1995. The first trial included treatments with and without the use of black plastic mulch, and with two levels of organic fertilizer (chicken manure) at the rates 50 and 150 kg N/ha in the first year. There were no replications of the treatments. There was no positive effect on yield of the higher fertilization rate or of black plastic mulch in the first season, but both these treatments gave better overwintering and higher yields the following year. The second trial was a factorial experiment in which two provenances were compared at different plant densities. Plants grown from seed obtained in Hungary produced about the same yield as plants grown from seeds obtained from the Impecta Seed Company, Sweden. At a plant density of 6.7 plants/m², the average total dry matter weight of leaves, stems and flowers was 180 g/m² in the first year, and 415 g/m² in the second year. In the third and fourth years, the leaves were attacked by caterpillars. Winter damage also reduced yields severely, especially in the plots with plants grown from seed obtained from Hungary. Growers are therefore advised to try local, wild provenances of St. John's Wort.

Key words: Fertilization, plant density, plastic mulch, provenances, St John's Wort, yield.

Steinar Dragland, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre Division Kise, N-2350 Nes på Hedmark, Norway

Prikkperikum er en flerårig, viltvoksende plante i Norge. Den er nokså vanlig på Østlandet til Ringebru og Vang i Oppland og til Ål i Buskerud. Den finnes i fjord- og dalstrøk nord til Lurøy i Nordland, men er sjelden ute ved kysten. Prikkperikum er også funnet i Målselv i Troms (Lid & Lid 1994). Den kan forveksles med firkantperikum (*Hypericum maculatum* Cr.) som er mere vanlig, men det er bare

prikkperikum som har mange lysgjennomskinnelige prikker i bladene. Stengelen har bare to lister, ikke fire som hos firkantperikum. Begge tilhører perikumfamilien (*Clusiaceae*) og begge har blitt brukt medisinsk. Prikkperikum er imidlertid den opprinnelige medisinske planten. Begge artene er i varierende grad forsynt med dyprøde, hypericinholdige prikker. I folkemedisinen skulle perikumbrennevin

hjelpe mot de fleste lidelser. I tillegg til brennevinsuttrekk, kunne også perikum settes til livs i form av te eller olje. Oljen ble også kokt i fett til salve for såromslag (Hermansen 1992). I perikum finner en 0,05 - 1% eterisk olje. Det er størst konsentrasjon i blomstene. Garvestoff finnes både i blomst og blad. Saponiner finnes mest i bladene. Prikkperikum inneholder mer av de aktive stoffene enn det en finner i firkantperikum. Det har blitt advart mot langvarig utvendig bruk av perikum-olje eller te/olje innvortes. Følsomme personer kan utvikle en hudallergi som gir utslag ved soleksponering (Andersen 1992). Det er kjent at det best undersøkte innholdsstoff i prikkperikum, hypericin, ved inntak kan føre til dannelse av en uhyre reaktiv form av oksygen (singlet oksygen) som gir ulike toksiske effekter (Halliwell & Gutteridge 1989). I Helse- og sosialdepartementets «Alminnelige forskrifter om legemidler», fastsatt ved kgl. res. av 19. februar 1965, med endring i 1996, er prikkperikum klassifisert som legemiddel. Denne klassifiseringen betyr ikke uten videre at planten har medisinsk virkning, men at den eller produkter som er laget av den, ikke kan selges fritt som handelsvare.

Norges forskningsråd ga i 1994 økonomisk støtte til prosjektet «Norsk produksjon av planter til medisinsk bruk». Prikkperikum var valgt ut som en av flere arter som burde være med i innledende dyrkingsforsøk. Hensikten var å få bedre kjennskap til dyrkingsmulighetene på Østlandet, og til innholdet av aktuelle stoff. Etter at prøvedyrkingen startet i 1992, ble en imidlertid kjent med ovenfor nevnte forskningsresultat som viser faren for toksiske effekter. Flere norske farmasøyter mente derfor at prikkperikum ikke burde prioriteres i vårt prosjekt. Det ble derfor ikke foretatt analyse av innholdsstoff i plantematerialet.

Metodikk

Våren 1992 ble det kjøpt inn planter av prikkperikum fra Fjellblom Stauder i Valdres, framstilt av frø fra Jelitto Staudensamen i Tyskland. De ble plantet i et observasjonsfelt på Apelsvoll forskings-senter avdeling Kise, Nes på Hedmark. Det ble plantet to rekker på seng med rekkeavstand 60 cm, og 90 cm avstand til første rekke på neste seng. Planteavstanden i rekkene var 40 cm. Dette ga 3,3 planter per m². Halvparten av plantene fikk svak nitrogenførsel (ca 5 kg N/daa), mens de andre fikk tre ganger så sterk gjødsling (ca 15 kg N/daa). Det ble brukt tørket hønsegjødsel. På halve feltet ble jorda dekt med mørk plast før planting. Det var 16 planter per behandling, og ingen gjentak av behandlingene. Etter høsting ble plantene tørket ved 36-40° C i to døgn. Plantevekta omfatter stengler, blad og blomst.

I 1993 ble det 20. april sådd to frøparti av prikkperikum i pluggbrett (96 plugg/brett). Det ene var kjøpt fra frøfirmaet Impecta Handels, Julita i Sverige, mens det andre var fra Ungarn. Det ble sådd 2-3 frø pr plugg. Ved utplanting ble det brukt tre rekker på plastdekt seng, og det ble plantet med 30 cm avstand i rekkene og 40 cm rekkeavstand. Dette gir 6,7 planter pr m². Det var 21 planter på hver forsøksrute, og fire gjentak av planter fra hvert av de to frøpartiene. Høsting og tørking ble utført som i 1992.

Resultat

Prikkperikum fra prøveplantingen i 1992 ble høstet 2. september samme år. Plantene ble kuttet om lag 10 cm over bakken. Tørrvekta varierte fra 162 til 191 g/m². Dyrking på mørk plast førte ikke til større avling enn dyrking uten plast. En

økning av gjødselmengden fra 5 til 15 kg N/daa, førte ikke til økt avling første året.

Etter overvintring ble planteveksten registrert 24. mai. Etter svakeste gjødsling året før, var det bare 3% av plantene som var i god vekst, og 43-81% av plantene hadde ikke greid overvintringa. Resultatet var vesentlig bedre etter sterkere gjødsling. Det var også tydelig at plantene på mørk plast hadde greid overvintringa bedre enn de som var dyrket uten plast. Kombinasjonen mellom god gjødseltilgang og bruk av mørk plast ga det beste resultatet med 69% av plantene i god vekst etter overvintring. Ved høsting 7. juli dette dyrkingsåret, var om lag 60% av plantene i full blomst. Avlingstallene i tabell 1 viser en klar sammenheng med overvintringsresultatene.

I 1993 spirte frøene etter to veker, og sju veker etter såing (8. juni) ble plantene utplantet på friland. Høsting ble utført 28. september. Da var det 61% blomstring hos sorten fra Impecta, men bare 16% blomstring hos den ungarske. Avlinga var imidlertid ikke forskjellig (Tabell 2).

Overvintringa 1993/94 gikk svært bra og nesten alle plantene var i blomst ved første høsting 19. juli 1994. Tilveksten etter første høsting var god, og feltet ble høstet på nytt 21. september. Høstresultatene er vist i tabell 2.

Overvintringa fra andre til tredje året på feltet, førte til sterk reduksjon i planteantallet og i tilveksten hos de som var igjen. I 1994 ble det i juli oppdaget et svakt angrep av 10-15 mm lange lysegrønne larver med mørk langsgående ryggstripe. Neste år til samme tid ble det sterkere angrep, og dette sammen med dårlig overvintring førte til at det ikke var aktuelt å høste plantene.

Diskusjon

I følge Formanowiczowa, H. & J. Kozłowski (1972) kan frøene lagres i fire år uten vesentlig nedgang i spireevne. Fram til sju år vil en få en gradvis nedgang, og etter åtte års lagring kan en ikke vente at frøene er spiredyktige. I vår undersøkelse var spireevnen god.

Plantetettheten var for liten første året, og avlinga ble derfor låg. Ved å doble plantetettheten til 6,7 planter per m², økte avlinga til om lag 250g. I ei finsk lærebok fra 1995, blir normal avling første året oppgitt til 0-20 g tørre blomster per m². Blomsteravlinga de følgende årene blir oppgitt til 70-180 g, mens avlinga av tørkede blad og blomsterstilk oppgis til 100-200 g per m². Forfatteren tilrår 2-3 rekker på plastdekt seng og 9 planter per

Tabell 1. Avling av prikkperikum høstet 7. juli andre dyrkingsåret.
Table 1. Yield of *St. John's Wort* harvested on 7 July the second year.

N-gjødsling kg/daa N kg/daa	Mørk plast <i>Black plastic mulch</i>	Friskvekt <i>Fresh weight</i> g/plante	Tørrvekt <i>Dry weight</i> g/plante	Tørrvekt <i>Dry weight</i> g/m ²
5	Med <i>With</i>	93	26	49
5	Uten <i>Without</i>	(Sterk vinterskade, ikke høstet) ¹		
15	Med <i>With</i>	166	50	155
15	Uten <i>Without</i>	107	31	83

¹ Not harvested because of severe winter damage

Tabell 2. Avling (blad, blomst og stengler) av prikkperikum høstet første og andre året.

Table 2. Fresh weight (friskvekt) and dry weight (tørrvekt) yields (leaves, flowers and stems) of *St. John's Wort* harvested in the first and the second year (6.7 plants per m²).

År Year	Høstet Harvested			Frø fra Impecta	Seeds from Ungarn	LSD _{5%}
				Sweden	Hungary	
1993	28.9.	Friskvekt	g/m ²	1463	1530	i.s.
		Tørrvekt	«	179	182	i.s.
1994	19.7.	Friskvekt	«	781	829	i.s.
		Tørrvekt	«	244	275	i.s.
	21.9.	Friskvekt	«	695	600	90
		Tørrvekt	«	166	142	17
1994	Sum	Friskvekt	«	1475	1429	i.s.
		Tørrvekt	«	411	418	i.s.

m² (Lääperi 1995).

Dyrking på mørk plast førte første året til redusert friskvekt, men om lag samme tørrvekt som dyrking uten plast. Dette kan tyde på dårligere vasstilgang på rutene med plast. Plastdekking førte imidlertid til bedre overvintring. Etter høsting 2. september første året har plantene på platen trolig fått de beste vekstforholdene ut over høsten, og har klart overvintringa bedre.

Prøvedyrkinga viste at alle de tre frøpartiene som ble brukt førte til usikker overvintring på indre Østlandet. Det vil trolig være sikrest å bruke frø som er samlet lokalt fra viltvoksende planter. Innholdet av aktive komponenter vil trolig variere med plantenes opprinnelse. Kvaliteten må bekreftes gjennom analyser av avlinga.

Innholdet av hypericin ble ikke undersøkt, men det er tidligere påvist stor variasjon i konsentrasjonen mellom ulike deler av planten. Southwell & Campbell (1991) undersøkte prikkperikum i Australia, og fant 40 ppm hypericin i hovedstengelen, 120 i sidestengler, 290 i de nederste og 380 i de øverste bladene, 730 i frøkapslene og 2150 ppm i blomstene.

På grunn av det høge innholdet av hypericin i blomstene, ble planten klassifisert som et farlig ugras i beite. Dette er også vurdert som et problem i Canada (Robinson 1990). I Norge er ikke prikkperikum regnet som noe problem for beitedyr. Hypericin fra prikkperikum har vist seg å ha giftvirkning mot larver (Samuels & Knox 1989), og mot bakterier (Bargallo & Chisari 1987). Innholdet i våre prikkperikumplanter hindret imidlertid ikke sterke angrep av en larveart på bladene.

I nyere undersøkelser blir det hevdet at prikkperikumolje som brukes medisinsk, ikke inneholder hypericin. Den terapeutiske virkningen skal skyldes hyperforin. Hyperforin er imidlertid et svært ustabil stoff som raskt ødelegges under tørking og ved tilgang på luft (Maisenbacher & Kovar 1992).

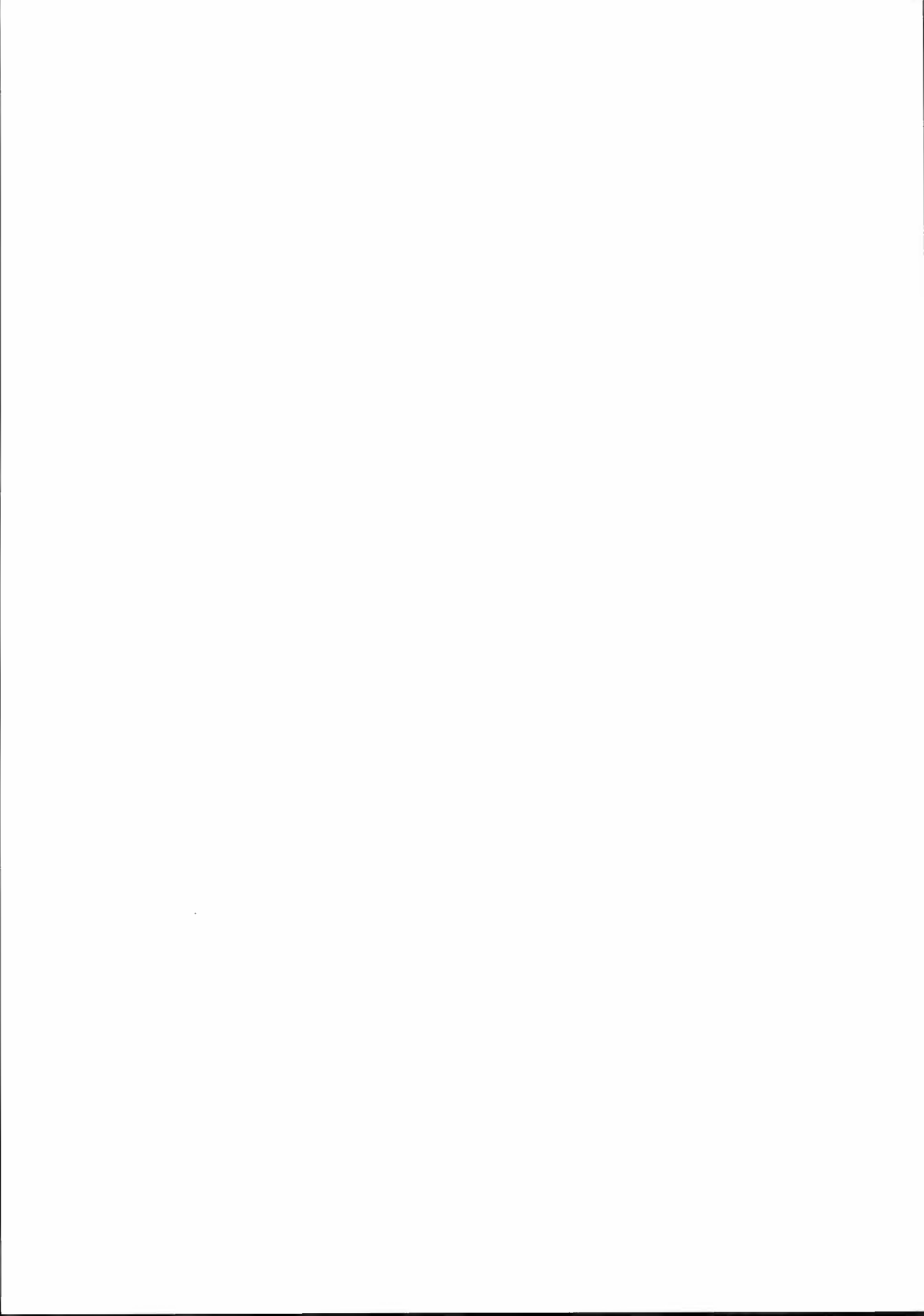
Sammendrag

Prikkperikum ble dyrket på Apelsvoll forskingssenter, avdeling Kise, Nes på Hedmark i 1992-1995. Det ble først prøvd å dyrke med og uten mørk plast på bak-

ken, og med to mengder av hønsegjødsel (5 og 15 kg N/daa). Verken plastdekking eller økt gjødsling førte til avlingsøkning første året, men begge disse tiltakene førte til bedre overvintring av plantene og større avling neste år. I et annet forsøk ble det prøvd med frø fra Sverige og Ungarn. Med 6,7 planter per m² ble det første året høstet om lag 180 g/m² tørrvekt av blad og stengler, mens det året etter ble høstet to ganger med total avling på opp til 415 g/m² tørrvekt. Avlingene var noe høyere etter bruk av frø fra Ungarn, men følgende vinter ble disse plantene sterkest skadet. Bare 27% hadde god eller middels god vekst i juli, mens 56% av plantene fra det svenske frøfirmaet hadde tilsvarende vekst. Det ble imidlertid ingen avling tredje og fjerde år på grunn av sterke angrep av sommerfugllarver i tillegg til vinterskadene. På grunn av overvintringsproblemene blir dyrkerne tilrådd å prøve med frø fra lokalt viltvoksende prikkperikum.

Litteratur

- Andersen, F. 1992. Urtekosmetikk. Solveigs Urtehage, nr 2 side 54-55.
- Bargallo, C. & G. Chisari 1987. Antimicrobial activity of three *Hypericum* species. *Fitoterapia*, 58 (3):175-177.
- Formanowiczowa, H. & J. Kozlowski, 1972. The germination biology and laboratory valuation of medicinal plant seeds used for seeding purposes. Part X: Seeds of *Hypericum perforatum* L., the only cultivated species of *Guttiferae*. (Polsk m. engelsk sammendrag). *Herba polonica*, 18 (2):174-183.
- Halliwell, B. & J.M.C. Gutteridge, 1989. *Free Radicals in Biology and Medicine*. Glaredon Press, Oxford.
- Hermansen, P. 1992. Ville vekster, - perikum. *Solveigs Urtehage*, nr 2 side 51-53.
- Lid, J. & D.T. Lid 1994. *Norsk flora. Det Norske Samlaget, Oslo*. 6.utgave, 1014 s.
- Läpäri, V-M. 1995. *Medisin - og krydder-planter. Lærebok om lønnsom økologisk dyrking*. (På finsk). Werner Söderström Osakeyhtiö, Helsinki 216 s.
- Maisenbacher, P. & K-A. Kovar, 1992. Analysis and stability of hyperici oleum. *PlantaMedica* 58 (4):351-354.
- Robinson, D. K. 1990. St.-John's -wort a potential problem in pasture land in Nova Scotia Canada. *Weed Technology* 4 (3):-690-692.
- Samuels, R. & P. Knox, 1989. Insecticidal activity of hypericin towards *Manduca sexta* larvae. *Journal of Chemical Ecology*, 15 (3):855-862.
- Southwell, I.A. & M.H. Campbell, 1991. Hypericin content variation in *Hypericum perforatum* in Australia. *Phytochemistry*, 30 (2):475-478.



Innhold av kadmium og bly i kamille (*Chamomilla recutita* L.) og matrem (*Tanacetum parthenium* L.) dyrket på ulike steder i Norge

Content of cadmium and lead in chamomile (Chamomilla recutita L.) and feverfew (Tanacetum parthenium L.) grown in different parts of Norway

STEINAR DRAGLAND

Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingssenter avdeling Kise, Nes på Hedmark

The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Division Kise, Nes på Hedmark, Norway

Dragland, S. 1996. Content of cadmium and lead in chamomile (*Chamomilla recutita* L.) and feverfew (*Tanacetum parthenium* L.) grown in different parts of Norway. Norsk landbruksforskning 10:181-188. ISSN 0801 5333.

Chamomile and feverfew were grown in 43 different localities distributed throughout Norway with the exception of the northernmost region. The seed was in all instances from the same batch. The chamomile flowers were harvested when the outer florets of the eldest flowers were beginning to droop. The feverfew plants were cut 10 cm above soil level when in full flower. After drying, the leaves and flowers were stripped from the stem and analysed together. The average cadmium content was 0.20 mg.kg⁻¹ dry matter in chamomile and 0.23 mg.kg⁻¹ dry matter in feverfew. On average for both species, the content of cadmium varied from 0.13 mg.kg⁻¹ dry matter in samples from the western part of the country to 0.36 mg.kg⁻¹ dry matter in samples from southern Norway. On average, the lead content was 0.27 mg.kg⁻¹ dry matter in chamomile, and 0.36 mg.kg⁻¹ dry matter in feverfew. Samples from northern Norway contained on average only 0.22 mg.kg⁻¹, while the average lead content for both species was 0.48 mg.kg⁻¹ dry matter in samples from the southern part of the country.

Key words: Cadmium, chamomile, feverfew, lead.

Steinar Dragland, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre Division Kise, N-2350 Nes på Hedmark, Norway

Forurensing av tungmetallene kadmium og bly blir regnet som et av de alvorligste økologiske problemene i mange land (Zheljazkov & Nielsen 1996). I Norden er det foreslått maksimumsverdier for innhold av kadmium og bly i matvarer (Statens Næringsmiddeltilsyn 1993). Ved salg av medisinplanter har innholdet av tung-

metaller stor betydning for kvaliteten og dermed også for prisen. I en sammenligning mellom urter dyrket i Finland og i Sentral-Europa, ble det funnet at innholdet av kadmium og bly i finskproduserte urter i gjennomsnitt var mindre en halvparten av innholdet i de samme artene dyrket i Sentral-Europa (Galambosi &

Kumpulainen 1990). I Norge er det utført analyser av innhold av blant annet kadmium og bly i agurkurt (*Borago officinalis*) dyrket i Nordland. Blyinnholdet var uventet høgt, men det var samtidig stor usikkerhet i forbindelse med analysene (Berget 1994, Ansok 1995). I samarbeid med 43 av landbrukets forsøksringer i Norge, foretok Apelsvoll forskingssenter avdeling Kise prøvedyrking av kamille og matrem i 1994. Et av formålene var å undersøke nivået av kadmium og bly, og eventuell variasjon i innhold etter dyrking i ulike distrikt. Norges forskningsråd ga i 1994 økonomisk støtte til prosjektet «Norsk produksjon av planter til medisinsk bruk». Denne undersøkelsen av kadmium og bly er en del av dette prosjektet.

Metodikk

Frø av kamille ble levert av frøfirmaet Norgro i Hamar, mens frø av matrem kom fra Richters i Canada. Ingen av frøfirmaene oppga sortsnavn. Apelsvoll forskingssenter avdeling Kise leverte frø og dyrkingsplaner til 43 av landbrukets forsøksringer som hadde sagt seg interessert i prøvedyrking. Etter oppaling i veksthus ble det våren 1994 tilplantet 4 m² på friland av hver art på hvert sted. Kamilleblomstene ble høstet og tørket når de eldste blomstene fikk hengende kronblad. Matreplantene ble kuttet om lag 10 cm over bakken når de var i full blomst. Etter tørking ved 30-40°C ble blad og blomster skilt fra stenglene og analysert samlet. Analysene ble utført ved Laboratorium for analytisk kjemi, Norges Landbrukshøgskole, etter følgende metoder: Forbehandling etter 922.02(a) i Helrich (1990), oppslutning for bestemming av total Pb og Cd etter 985.01 (c) i Helrich (1990) med mindre modifikasjoner. Bestemming av total Pb og Cd ble utført med

et Perkin-Elmer modell SIMMA 6000 simultan grafittovn atomabsorpsjon-instrument (Perkin-Elmer 1995).

Resultat

Innholdet av kadmium var i gjennomsnitt for alle analysene 0,20 og 0,23 mg/kg tørrstoff i henholdsvis kamilleblomst og matrem blad/blomst. Tilsvarende gjennomsnitt for bly var 0,27 og 0,36. En prøve fra Ørlandet viste høgt innhold av kadmium i matrem ved første analyse (2,20 mg/kg). Ved innsending av ny prøve ble innholdet målt til 1,20 mg/kg tørrstoff.

En prøve av kamille fra Rakkestad viste ved første analyse høgt blyinnhold, men også i dette tilfelle ga innsending av ny prøve et vesentlig lågere resultat. De nye prøvene var fra samme høsting/tørking som de første. Gjennomsnittstallene viser litt høyere innhold av både kadmium og bly i matrem sammenlignet med kamille, men forskjellene er ubetydelige og ikke sikre.

Analyseresultatene er gruppert etter seks dyrkingsområder (Tabell 1). Hvert område omfatter minst to fylker. I Troms og Nordland var det i gjennomsnitt lågere innhold av både kadmium og bly i plantene enn det som ble funnet som gjennomsnitt for hele undersøkelsen. Feltet i Rødøy kommune ga høgst kadmiuminnhold i både kamille og matrem, mens feltet i Meløy ga minst. Et felt i Salangen ga høgt innhold av bly i kamille, mens innholdet i matrem var vesentlig lågere.

I Trønder-fylkene var innholdet av bly og kadmium ganske likt landsgjennomsnittet. Et felt i Ørlandet kommune skilte seg ut med et forholdsvis høgt innhold av kadmium i både kamille og matrem. Blyinnholdet var høgst i prøvene fra et felt på Frosta.

I området fra Rogaland til Møre og

Tabell 1. Kadmium (Cd) og bly (Pb) (mg/kg tørrstoff) i kamilleblomst og blad/blomst av matrem dyrket i Norge.

Table 1. Cadmium (Cd) and lead (Pb) (mg.kg⁻¹ dry matter) in chamomile flowers and leaves/flowers of feverfew grown in Norway.

Fylke County	Kommune Rural district	Kamille, blomst Chamomile, flowers		Matrem, blad/blomst Feverfew, leaves/flowers	
		Cd	Pb	Cd	Pb
<u>Nord-Norge</u> Northern Norway					
Troms	Målselv	0,07	0,31	0,04	0,10
«	Balsfjord	0,10	0,03	0,07	0,17
«	Salangen	0,11	0,90	0,35	0,26
Nordland	Vestvågøy	0,21	0,27	0,29	0,49
«	Rødøy	0,40	0,04	0,75	0,13
«	Vevelstad	0,06	0,02	0,03	0,15
«	Grane	0,20	0,01	0,22	0,11
«	Bodø	0,15	0,35	0,05	0,05
«	Meløy	0,04	0,28	0,03	0,15
Gjennomsnitt	Average	0,15	0,25	0,20	0,18
<u>Trøndelag</u> Mid-Norway					
Nord-Tr.lag	Frosta	0,15	0,61	0,13	0,51
Sør-	Melhus	0,06	0,08	0,01	0,13
Trøndelag	Snillfjord	0,09	0,37	0,03	0,14
«	Ørland	0,63	0,24	1,20 (2,20)	0,19
«	Holtålen	0,07	0,12	-	-
«	Rennebu	0,09	0,32	0,18	0,43
Gjennomsnitt	Average	0,18	0,29	0,31	0,27
<u>Vestlandet</u> West-Norway					
Møre og	Nesset	0,08	0,27	0,14	0,62
Romsdal	Haram	0,15	0,09	0,13	-
Sogn og	Leikanger	0,20	0,37	-	-
Fjordane	Jølster	0,09	0,09	0,10	0,25
Hordaland	Voss	0,10	0,29	0,10	0,32
«	Ulvik	0,14	0,19	0,17	0,41
Rogaland	Lund	0,17	0,25	0,25	0,40
Gjennomsnitt	Average	0,11	0,19	0,15	0,40

Fortsettelse av tabell 1
Table 1 continued

Fylke <i>County</i>	Kommune <i>Rural district</i>	Kamille, blomst <i>Chamomile, flowers</i>		Matrem, blad/blomst <i>Feverfew, leaves/flowers</i>	
		Cd	Pb	Cd	Pb
<u>Sørlandet</u> <i>Southern Norway</i>					
Vest-Agder	Sirdal	0,54	0,65	0,36	0,40
Agder	Lyngdal	0,41	0,30	0,24	0,42
Aust-Agder	Evje og Hornnes	0,14	0,46	0,19	0,40
Agder	Grimstad	0,14	0,45	0,26	0,70
Gjennomsnitt	<i>Average</i>	0,31	0,47	0,26	0,48
<u>Nord-Østlandet</u> <i>Central Southern Norway</i>					
Oppland	Lesja	0,04	0,32	0,24	0,43
«	Skjåk	0,07	0,08	0,26	0,42
«	Gausdal	0,29	0,01	0,29	0,51
«	Østre Toten	0,27	0,33	0,36	0,44
«	Søndre Land	0,21	0,28	0,26	0,27
Hedmark	Tølga	0,15	0,30	0,21	0,21
«	Løten	0,68	0,29	0,16	0,60
«	Sør - Odal	0,12	0,28	0,08	0,37
«	Ringsaker	0,39	0,42	0,23	0,24
Gjennomsnitt	<i>Average</i>	0,25	0,26	0,23	0,39
<u>Sør-Østlandet</u> <i>Southeast Norway</i>					
Telemark	Tinn	0,29	0,04	0,14	0,43
«	Siljan	0,13	0,14	0,13	0,57
Vestfold	Stokke	0,03	0,16	0,33	0,68
Buskerud	Gol	0,61	0,05	0,33	0,66
Akershus	Ås	0,25	0,44	0,19	0,57
Østfold Eidsberg		0,23	0,48	0,22	0,51
«	Rygge	0,34	0,14	0,22	0,38
«	Rakkestad	0,24	0,70 (3,40)	0,30	0,41
Gjennomsnitt	<i>Average</i>	0,27	0,27	0,23	0,53

Romsdal var kadmiuminnholdet betydelig lågere enn landsgjennomsnittet, og ingen enkeltprøver viste høgt innhold. Også blyinnholdet var lågt, med unntak for et felt i Nesset hvor innholdet i matrem syntes å være dobbelt så høgt som i kamille fra samme feltet.

Feltene i sørlands-fylkene ga noe høyere innhold av kadmium enn lands-

gjennomsnittet, og alle åtte prøvene hadde høyere blyinnhold enn gjennomsnitt for alle analysene i undersøkelsen.

I innlandsfylkene Oppland og Hedmark var innholdet i prøvene ganske likt landsgjennomsnittet for både kadmium og bly. En prøve fra et felt i Løten hadde forholdsvis høgt kadmiuminnhold i kamille, men innholdet i matrem fra samme feltet

var under gjennomsnittet. Det var også variasjon i blyinnholdet i planter fra dette feltet, men da med høgst innhold i matrem.

Fylkene på Sør-Østlandet skilte seg heller ikke i vesentlig grad fra landsgjennomsnittet. Blyinnholdet var i gjennomsnitt dobbelt så høgt i matrem som i kamille. Spesielt hadde felt i Stokke og i Gol svært store forskjeller i innhold av bly i matrem og kamille.

Diskusjon

Kadmium

Resultatene fra de 43 feltene ga som middelværdi 0,20 mg kadmium per kg tørrstoff for kamille. Dette er om lag samme nivå som er funnet i kamille dyrket i Finland (0,16 mg/kg), og halvparten av nivået i Sentral-Europa (0,39 mg/kg) (Galambosi & Kumpulainen 1990).

Analysene av matrem (blad/blomst) viste om lag samme innhold av kadmium (0,23 mg/kg) som i kamilleblomstene. Denne arten var ikke med i de finske og sentral-europeiske undersøkelsene. Typiske bladurter som peppermynte og sitronmelisse hadde der vesentlig lågere innhold av kadmium (<0,09mg/kg), og gjennomsnittlig innhold i ni urtearter var bare 0,08 mg/kg i Finland, og 0,18 mg/kg i Sentral-Europa (Galambosi & Kumpulainen 1990). Det er tidligere vist at planteartene og sortene innenfor en art kan ha forskjellig evne til å ta opp kadmium fra jorda (Singh 1991, Gullord 1994). En må derfor være forsiktig med sammenligninger av distriktsresultat som ikke gjelder samme planteart og sort.

Tabell 1 viser at kadmiuminnhold i kamille og matrem var 0,18 mg/kg tørrstoff i Nord-Norge, 0,24 i Trøndelag, 0,13 på Vestlandet, 0,24 på Nord-Østlandet, 0,25 på Sør-Østlandet og 0,28 mg/kg tørr-

stoff på Sørlandet. Guttormsen (1990) fant lågere kadmiuminnhold i gulrot og kina-kål fra Nord-Trøndelag (0,12 og 0,20 mg/kg) enn i de samme artene dyrket på Sørlandet (0,37 og 1,46mg/kg tørrstoff). Steinnes (1989) konkluderte med at kadmium blir tilført Sør-Norge i betydelige mengder gjennom atmosfærisk transport fra andre områder i Europa. I nevnte gjennomsnittstall har prøver fra Vestlandet og Nord-Norge de lågste verdiene, men ved å ta bort resultatene fra ett felt i Trøndelag synker gjennomsnittet for de ni resterende prøvene til 0,09 mg/kg. Dette viser at lokale forhold innenfor et distrikt kan føre til store forskjeller i kadmiuminnholdet.

Slike enkeltfelt med høgt innhold både i kamille og matrem, ble påvist i Nordland (0,40 og 0,75mg/kg), Sør-Trøndelag (0,63 og 1,20mg/kg), Vest-Agder (0,54 og 0,36mg/kg) og Buskerud (0,61 og 0,33mg kadmium per kg tørrstoff).

Analysen av agurkurt (*Borago officinalis*) dyrket på fire steder i Nordland, viste henholdsvis 0,04 (Sørfold), 0,35 (Vågønes), 0,42 (Sundby) og 0,46 mg kadmium per kg tørrstoff på Borkamo (Berget 1994, Ansok 1995). Selv om analysene fra de fleste feltene i Nordland med kamille og matrem viste låge kadmiumverdier, tyder både de foreliggende resultat og resultatene fra agurkurt på at det også der finnes områder hvor kadmiumkonsentrasjonen i plantene kan bli høg.

Metallindustrien kan være en viktig forurensingskilde når det gjelder kadmium. I Bulgaria ble det dyrket peppermynte og åkermynte i forskjellig avstand fra et smelteverk. Kadmiuminnholdet i jorda og plantene avtok med avstanden fra smelteverket. Med 400 m avstand var det 18,3 mg, med 3 km avstand 3,06 mg, og med 10 km avstand fra smelteverket 1,2 mg kadmium per kg tørrstoff i gjennomsnitt for de to mynteartene. Eterisk

olje utvunnet ved destillasjon av plantene, hadde ikke påvisbart innhold av kadmiium selv om plantene var dyrket bare 400 m fra smelteverket. Det ble ellers påvist store forskjeller i konsentrasjon av kadmiium i ulike deler av disse plantene. Som gjennomsnitt for de tre forsøksstedene var det 20,2 mg kadmiium per kg tørrstoff av røtter, 5,23 mg i blad, 3,04 mg i stolonene, og 1,71 mg/kg tørrstoff i stenglene (Zheljazkov & Nielsen 1996). Det er ikke klarlagt om det finnes lignende forurensingskilder i nærheten av noen av feltene i de foreliggende undersøkelsene.

Det er ellers mange andre muligheter for kadmiiumforurensing. Singh (1991) har pekt på virkningen av ulike gjødseltyper og på faktorer som påvirker opptaket av kadmiium i plantene. Gullord (1994) fant at gjennomsnittlig kadmiiuminnhold i norsk hvete lå godt under anbefalt grenseverdi, men i områder med svartjord på Hedemarken oversteg kadmiiuminnholdet i korn den anbefalte nordiske grenseverdien for akseptabel vare (0,1 mg Cd/kg friskvekt). Det er i noen tilfeller funnet dårlig sammenheng mellom kadmiiumkonsentrasjonen i jord og planter (Alloway et al. 1990), men i de fleste undersøkelsene er sammenhengen tydelige (Lund et al. 1981, Guttormsen 1990, Zheljazkov & Nielsen 1996). Opptaket av kadmiium i plantene minker som regel med økende pH i jorda (Singh 1991, Guttormsen 1995). Bindingen av tungmetaller i jorda er også påvirket av mengden av organisk materiale (Jaakkola & Ylaranta 1976). Begge disse forholdene kan være avgjørende for sammenhengen mellom kadmiiumkonsentrasjonen i jord og planter.

Guttormsen (1995) viste til at det ikke var satt noen grense for kadmiiuminnholdet i grønnsaker innenfor EU, men at «Nordic Food Industries Committee» har foreslått en maksimumsgrense på 0,1

mg kadmiium per kg friskvekt av grønnsaker. Statens Næringsmiddeltilsyn (1993) har også foreslått en maksimumsgrense på 0,1 mg kadmiium per kg friskvekt av matvarer. Mange urter har 10-15% tørrstoff. Det betyr at maksimumsgrensen vil tilsvare 0,7 - 1,0 mg kadmiium per kg tørrstoff. Høgere tørrstoffprosent vil gi lågere maksimumsgrense beregnet på tørrstoffbasis. Det tolerable ukentlige inntaket av kadmiium er av JECFA beregnet til 0,07 mg per kg kroppsvekt, dvs. 0,42 mg per uke for en person på 60 kg (Guttormsen 1993).

Bly

Tabell 1 viser at blyinnholdet i kamille i gjennomsnitt var 0,27 mg per kg tørrstoff, mens en i Finland fant 0,75 mg, og i Sentral-Europa viste analysene 1,46 mg per kg tørrstoff (Galambosi & Kumpulainen 1990). Innholdet av bly i norskprodusert matrem var i gjennomsnitt 0,36 mg/kg. Denne plantarten var ikke med i oversikten fra finske og sentral-europeiske forhold. Derimot er det opplyst at innhold av bly var 0,40 mg/kg i peppermynte, og 0,63 mg/kg tørrstoff av sitronmelisse i Finland. Tilsvarende tall fra Sentral-Europa var 1,97 og 1,48 mg.

Blyinnholdet varierte noe mellom distriktene i Norge. Gjennomsnittet for kamille og matrem fra prøvefeltene i Nord-Norge var 0,22 mg bly per kg tørrstoff, Trøndelag 0,29, Vestlandet 0,28, Nord-Østlandet 0,33, Sør-Østlandet 0,40 og Sørlandet 0,48 mg bly per kg tørrstoff.

Enkeltanalyser innenfor distriktene viser tildels store variasjoner. I Troms ble det målt 0,03 mg/kg i prøven fra et felt med kamille i Balsfjord, mens prøven fra feltet i Salangen viste 0,90 mg bly per kg tørrstoff. I siste tilfelle viste analysen av matrem fra samme feltet 0,26 mg/kg. En prøve fra et felt i Østfold ga ved første analyse 3,40 mg bly per kg tørrstoff. Ved

innsending av ny prøve fra samme høsting, ble det målt 0,70 mg/kg, mens prøven fra matrem viste 0,41 mg/kg. Årsaken til disse store forskjellene er ikke klarlagt. Det er imidlertid kjent at blyinnholdet i plantene kan bli påvirket av både trafikk tettheten og avstanden fra bilvei (Guttormsen 1993). Hans undersøkelse ble utført i 1990 og 1991. Etter den tid har forbruket av blyholdig bensin blitt noe redusert, men feltplasseringen i forhold til vei kan fremdeles ha betydning for forskjellene mellom felt i et distrikt.

I forbindelse med hovedfagsoppgaver ble det utført analyser av blad fra agurkurt som var dyrket fire steder i Nordland. Ved AgroLab a/s ble det funnet variasjon fra 0,87 til 1,04, med et gjennomsnitt på 0,93 mg bly per kg tørrstoff (Berget 1994, Ansok 1995).

Samtlige analyser av kamille og matrem fra våre prøvefelt i Nordland, viste mindre blyinnhold enn minste analysetall for agurkurt, og gjennomsnitt for alle våre prøver fra feltene i Nordland var 0,17 mg bly per kg tørrstoff.

Guttormsen (1993) viser til et nordisk forslag om tillatt maksimumsinnhold på 0,1 mg bly per kg friskvekt i grønnsaker, og 0,3 mg/kg i bladgrønnsaker. Statens Næringsmiddeltilsyn (1993) har også foreslått en maksimumsgrense på 0,3 mg bly per kg friskvekt av matvarer. Mange urter har 10-15% tørrstoff. Det betyr at maksimumsgrensen vil tilsvare 2,0 - 3,0 mg bly per kg tørrstoff. Høgere tørrstoffprosent vil gi lågere maksimumsgrense beregnet på tørrstoffbasis. En ekspertkomité nedsatt av FAO/WHO (JECFA) har i følge Guttormsen (1993) oppgitt en toleransegrense på 0,05 mg bly per kg kroppsvekt for inntak per uke, dvs. 3 mg bly per uke ved 60 kg kroppsvekt.

Selv om kamille og matrem betyr svært lite for det totale inntaket av kadmium og bly, kan konsentrasjonen av

tungmetaller i medisinerplanter være av stor betydning for salgsmulighetene. Resultatene fra denne undersøkelsen viser at konsentrasjonen i norskprodusert vare i de aller fleste tilfellene vil ligge langt under anbefalte akseptable verdier, men det finnes enkelte unntak. Disse unntakene bør det tas hensyn til ved eventuell planlegging av produksjon i distriktet.

Sammendrag

Kamilleblomst og blad/blomst av matrem dyrket på 43 felt spredt over det meste av landet, ble analysert for innhold av kadmium og bly. Det ble brukt frø fra samme frøparti på alle feltene. I gjennomsnitt var det 0,20 mg kadmium per kg tørrstoff i kamille, mens det var 23 mg/kg i matrem. Kadmiuminnholdet varierte fra 0,13 mg/kg tørrstoff på Vestlandet til 0,28 mg/kg tørrstoff på Sørlandet, i gjennomsnitt for begge planteartene. Innholdet av bly var i gjennomsnitt 0,27 mg i kamille og 0,36 mg/kg tørrstoff i matrem. Innholdet av bly var lågst i Nord-Norge med 0,22 mg, mens det var høgst på Sørlandet med 0,48 mg/kg tørrstoff, i gjennomsnitt for begge planteartene. Innenfor noen av distriktene var det tildels store variasjoner mellom feltene, og dette bør det tas hensyn til ved eventuell planlegging av produksjon i distriktet.

Litteratur

Alloway B.J., A.P. Jakckson & H. Morgan 1990. The accumulation of cadmium by vegetables grown on soils contaminated from a variety of sources. *Sci. Tot. Environment* 91:223-236.

- Ansok, B. 1995. Utvikling av metoder og medium til dyrking av medisinsplanter *in vitro*. Hovedfagsoppgave, Univ. i Trondheim, Botanisk inst., 77 s + vedlegg.
- Berget, A.I. 1994. Forsøksdyrking av urte- og medisinsplanter på utvalgte lokaliteter 1992 og 1993. Hovedfagsoppgave, Univ. i Trondheim, Botanisk inst., 87 s. + vedlegg.
- Galambosi, B. & J. Kumpulainen 1990. The production of clean raw materials for medicinal plant extracts in Finland. Abstracts of Finnish Chemical Congress. Kemia-Kemi. Vol. 17.10B, s.1007.
- Gullord, M. 1994. Kadmium i norsk mat-hvete. Faginfo 1:26-29.
- Guttormsen, G. 1990. Cadmium and lead levels in Norwegian vegetables. Norwegian J. Agric. Sci. 3:21-33.
- Guttormsen, G. 1993. Innhold av bly, kadmium og PAH i grønnsaker og bær langs E18. Norsk landbruksforskning, 7:175-189.
- Guttormsen, G. 1995. Cadmium concentration in vegetable crops grown in a sandy soil as affected by Cd levels in fertilizer and soil pH. Fertilizer Research 41:27-32.
- Helrich, K. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA Vol. 1.
- Jaakkola A. & T. Ylaranta 1976. The role of the quality of organic matter in cadmium accumulation in plants. J.Sci. Agric. Soc. Finland 48:415-425.
- Lund, L.J., E.E. Betty, A.L. Page & R.A. Elliot 1981. Occurrence of natural high cadmium levels in soils and its accumulation by vegetation. J. Environ. Qual. 4:551-556.
- Perkin-Elmer, 1995. Technical Documentation. Bodenseewerk Perkin Elmer GmbH, Überlingen, Federal Republic of Germany.
- Singh, B.R. 1991. Unwanted components of commercial fertilisers and their agricultural effects. The Fertiliser Society, Proceedings No. 312, 26s.
- Statens Næringsmiddeltilsyn, 1993. Register av plantevernmidler og tungmetaller i råvarer til næringsmiddelindustrien. SNT-rapport 13:1-20.
- Steinnes, E. 1989. Cadmium in the terrestrial environment: Impact of long-range atmospheric transport. Toxicological and Environmental Chemistry, Vol. 19:139-145.
- Zheljaazkov, V.D. & N.E. Nielsen, 1996. Effect of heavy metals on peppermint and cornmint. Plant and Soil 178:59-66.

Virkningen av nitrogengjødsling på avling, kvalitet og lagringsevne hos kinakål

The effect of nitrogen fertilization on yield, quality, and storage ability of chinese cabbage

GUNNAR GUTTORMSEN

Planteforsk, Apelsvoll forskingssenter avd. Landvik, Grimstad, Norge
*The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Division
Landvik, Grimstad, Norway*

Guttormsen, G. 1996. The effect of nitrogen fertilization on yield, quality, and storage ability of Chinese cabbage. Norsk Landbruksforskning 10:189-198. ISSN 0801- 5333.

Chinese cabbage harvested after heavy rainfall in September 1995 had a lower storage ability compared to Chinese cabbage harvested in September the previous year after a period with lower precipitation before harvest. The storage ability of Chinese cabbage was positively correlated to DM content at harvest. Increasing N-fertilization from 10 to 25 kg N/daa showed a negative effect on DM content and soft-rot at harvest and on brown midribs after storage to February. This effect was however, less pronounced than the effect of year. The results from this investigation indicate that the weather conditions prior to harvest may have a great influence on storage ability of Chinese cabbage.

Key words: *Brassica pekinensis*, Chinese cabbage, DM content, storage ability, weather conditions.

Gunnar Guttormsen, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Division Landvik, N-4890 Grimstad, Norway

Kinakål er en salatvekst som kan lagres. Lagringsevnen er imidlertid dårligere enn for andre kålvekster fordi kinakål har tynne blad med lite voksbelegg som lett er utsatt for vanntap. Bladribbenekrose kan også føre til stort svinn i lagringsperioden. Både sortsvalg og lagringstemperatur virker inn på omfanget av denne skaden (Apeland 1984, Hoftun 1989). Tidligere undersøkelser har vist at kinakål av god kvalitet kan markedsføres etter lagring frem til 1. februar på vanlig kjølelager, selv om svinnet da kan bli relativt stort (Guttormsen 1987, Hoftun 1989).

Langtidslagring av kinakål har i praksis gitt svært varierende resultater med store forskjeller fra år til år. God utvikling og faste hoder uten for sterk N-gjødsling blir gjerne anbefalt for kinakål til lagring. Kinakåls lagringsevne kan bli påvirket av høstetidspunkt (Poulsen 1989) eller av værforholdene før høsting (Fritz & Weichmann 1981). De fant at vekttapet hos kinakål ved lagring ble redusert med økende nedbør og høy luftfuktighet før høsting, og at salgbar avling etter lagring var negativt korrelert med antall soltimer og maksimumstemperatur før høsting. Forsøk der en har undersøkt virkningen

av N-gjødsling på lagringsevnen hos kinakål, har gitt varierende resultater. Talekar & Griggs (1981) påviste at sterk N-gjødsling gav mer indre bladrandskade, mens Kraxner et al. (1988) fant at lagringstapet avtok og at pussessvinnet økte med sterk N-gjødsling, slik at N-gjødslingen ikke påvirket mengden av salgbar avling etter lagring.

Denne undersøkelsen hadde til hensikt å klarlegge om N-gjødslingen påvirker lagringsevnen hos kinakål under norske forhold.

Materiale og metoder

Undersøkelsen ble utført i 1994 og i 1995 med 'China Express' og 'Storido'. Plantene ble oppalt i pluggbrett med så- og utplantingsdato henholdsvis 1. og 20. juli. Forsøkene ble utført på lettleir. Forkulturen var tidligkål i 1994 og brakk i 1995. Det ble gjødslet med 6 kg P og 16 kg K pr. dekar. N-gjødslingen ble gitt som grunnjødsling i form av kalksalpeter. Plante- og radavstand var henholdsvis 30 og 65 cm.

Forsøket ble utført som et blokkforsøk. Det var tre gjentak hvor en høstet 40 hoder pr. rute. Lagringsforsøket omfattet 10 av disse hodene. Hele ruten ble høstet samtidig ca. 20. september når 70-80 prosent av hodene var faste. Statistisk databehandling ble utført ved SAS Anova, hvor N-gjødsling, sort og år ble behandlet som faste variable.

Ved høsting ble 5 hoder pr. rute gjennomskåret på tvers før pussing og bedømt for indre bladrandskade. Det ble tatt ut representative prøver for hele hodet til bestemmelse av tørrstoff, total-N og nitrat-N. Planteanalysene ble utført ved Planteforsk, Apelsvoll forskingssenter avd. Kise. Hoder med angrep av bløtråte ble bedømt som råtne. Bare KI I hoder

ble satt inn på lager. Hodene ble pusset slik at det var to dekkblad utenpå hodene. Hodene ble lagret i perforerte plastkasser som var dekt med perforert plast mot uttørring. Lagringstemperaturen var 0 til +1 °C. Den relative luftfuktigheten var 90-95 %. Kjøleregnet hadde vifte for omrøring av luften. Det ble valgt en forholdsvis lang lagringstid (130 døgn) med uttak fra lager 1. februar.

Ved uttak fra lager ble 5 hoder skåret igjennom på tvers før pussing og bedømt for angrep av bladribbenekrose (døde gråbrune celler mellom bladribbene) etter en skala fra 1 til 9 der 9 var uten angrep. Hoder som etter pussing var under 600 gram, ble bedømt som råtne.

Resultater

Data for temperatur og nedbør i siste del av vekstsesongen er vist i tabell 1. September måned var varmere i 1995 enn i 1994, to uker før høsting var temperaturen mer enn to grader høyere enn i tilsvarende periode i 1994. I 1995 kom det svært mye nedbør i september før høsting.

Tabell 2 viser hovedeffektene av nitrogengjødsling på avling og kvalitet ved høsting. Totalavlingen ved høsting økte med økende N-gjødsling fra 10 til 15 kg N pr. daa. Sterkere N-gjødsling opp mot 30 kg N pr. daa gav uendret totalavling, mens avlingen i KI I ble litt redusert ved mer enn 15 kg N pr. daa. Dette skyldtes større frasortering på grunn av råteskade. Tabell 4 viser at det var flere hoder med råteskade ved høsting i 1995 enn i 1994. Det var ikke signifikant samspill mellom nitrogengjødsling og sort eller mellom nitrogengjødsling og år for avlingsmengde og kvalitet ved høsting. Tabellene 4 og 6 viser at sorten 'Storido', som hadde tendens til høyest tørrstoff-

Tabell 1. Midlere lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$) og nedbør (mm) i siste del av dyrkingsperioden i forsøk med N-gjødsling til kinakål.

Table 1. Mean air temperature ($^{\circ}\text{C}$) and precipitation (mm) during the last part of the growing season in trials with N-fertilization of Chinese cabbage

	Temperatur $^{\circ}\text{C}$, døgnmiddel <i>Temperature $^{\circ}\text{C}$, daily mean</i>		September
	Uke før høsting <i>Week before harvest</i>		
	2.	1.	
1994	12,2	10,7	10.9
1995	14,4	11,3	11.9
Normal			11.8

	mm nedbør <i>mm precipitation</i>		September
	Uke før høsting <i>Week before harvest</i>		
	2.	1.	
1994	82	43	196
1995	226	117	408
Normal			136

prosent, lagret best.

Tørrstoffinnholdet ved høsting var lavest etter gjødsling med 20-25 kg N/daa. Det fremgår av tabellene 2 og 4 at forskjellen i tørrstoffinnhold mellom år var ca. en prosent, særlig for 'Storido' var tørrstoffinnholdet lavere i 1995 enn i 1994.

Innholdet av nitrat-N i plantene vil variere raskt i takt med plantenes N-forsyning. Tabell 2 viser at nitrat-N innholdet uttrykt på friskvektbasis økte jevnt fra 380 til 470 mg nitrat-N pr kg friskvekt med stigende N-gjødsling, mens innholdet ikke ble påvirket av sort, men var høyest i 1994 (tabell 5). Konsentrasjonen på tørrevekstbasis blir også påvirket av tørrstoffinnholdet. Innholdet av total-N var ca. 40 kg pr. tonn tørrstoff begge år og for alle behandlinger. Tabell 3 viser at N-gjødsling over 10 kg N/daa gav mer blandrandskade særlig ved høsting i 1995,

det året som hadde mest bladrandskade

Figur 1 viser poeng for bladribbenekrose etter lagring fra 20. september til 1. februar. Det ble brukt en 1-9 poengskala med 9 som best. Det beste resultatet var etter gjødsling med 10 kg N/daa. Det var signifikant mer bladribbenekrose etter gjødsling med 25 kg enn etter gjødsling med 10 kg N/daa. Det var en sterk tendens til størst skade av bladribbenekrose i 1995 (tabell 4).

Det ble ikke påvist virkning av ulik N-gjødsling på svinn i løpet av lagringsperioden, uttrykt som prosent vekt KI I ut fra lager av prosent KI I innsatt på lager. Tabell 6 viser at lagringsresultatet i 1995 var langt dårligere enn i 1994, og at 'Storido' lagret bedre enn 'China Express'.

Fig 2 og tabell 7 viser sammenhengen mellom lagringsresultatet og ulike parametre registrert ved høsting. Økende tørrstoffkonsentrasjon i avlingen om høsten

Tabell 2. Virkningen av nitrogen gjødsling på avling av kinakål og på kvalitet ved høsting. Middel av to sorter og to forsøksår.

Table 2. The effect of nitrogen fertilization on yield of Chinese cabbage and on quality at harvest. Means of two cultivars and two years of trial.

	Tilført N som NO ₃ -N i kg daa ⁻¹ Applied N as NO ₃ -N in kg daa ⁻¹					LSD _{5%}
	10	15	20	25	30	
Avling i kg daa ⁻¹ Yield in kg daa ⁻¹						
Total / Total	5284	6059	6080	6129	6274	533
Klasse I / Grade I	3583	4462	3972	3809	4438	623
% hoder i klasse I % heads in grade I	68	64	60	56	62	11
% tørrstoff / % DM						
1994	4,67	4,64	4,54	4,50	4,66	
1995	3,89	3,63	3,65	3,65	3,92	
Middel / Mean	4,28	4,15	4,10	4,08	4,29	0,16
mg NO ₃ -N / 1000 gram friskvekt mg NO ₃ -N / 1000 gram FW	382	431	459	473	470	57
gram NO ₃ -N / 1000 gram tørrstoff gram NO ₃ -N / 1000 gram DM	9,26	10,62	11,43	11,90	11,01	1,56
% hoder med råteskade % heads with soft rot	25	27	32	37	32	12
% hoder med indre bladrandskade % heads with internal tipburn	12	27	30	35	31	ns

Tabell 3. Virkningen av stigende mengder N på prosent hoder med indre bladrandskade ved høsting hos kinakål.

Table 3. Effect of increasing amounts of nitrogen on per cent heads with internal tipburn at harvest of Chinese cabbage

År Year	Tilført N som NO ₃ -N i kg daa ⁻¹ Applied N as NO ₃ -N in kg daa ⁻¹					Middel Mean
	10	15	20	25	30	
1994	0	10	10	12	11	9
1995	24	44	50	58	50	45
Middel/Mean	12	27	30	35	31	
Hovedeffekt / Main effect						
N: ns						
År/Year: ***						
Samspill / Interaction						
N x År/Year: *						

ns (p>0.05), *(0.01<p<0.05), ** (0.001<p<0.01), *** (p<0.001)

Tabell 4. Virkingen av år og sort på tørrstoffprosent, på råteangrep ved høsting og på poeng for bladribbenekrose etter lagring hos kinakål. Omfanget av bladribbenekrose ble bedømt etter en skala fra 1 til 9 hvor 9 uten angrep.

Table 4. Effect of year and variety on DM percentage and soft-rot at harvest and on brown midribs (points 1-9 with 9 as best) after storage of Chinese cabbage.

	År/year	Sort/variety		Middel/ Mean	Sign. Sort/ variety	År/ year	Sort x År/ variety x year
		China Express	Storido				
Ved høsting prosent tørrstoff	1994	4.0	5.1	4.6			
At harvest % DM	1995	3.4	4.0	3.7	ns	***	ns
	Middel/Mean	3.7	4.6	(p=0.18)		p=0,11)	
Ved høsting % hoder med råteskade	1994	13	10	12			
At harvest % number with soft-rot	1995	51	48	50	ns	**	ns
	Middel/Mean	32	29				
Etter lagring Poeng for bladribbenekrose	1994	4.9	7.3	6.1			
After storage Points for brown midribs	1995	3.3	6.1	4.7	ns	ns	ns
	Middel/Mean	4.1	6.7		(p=0,08)	(p=0,14)	

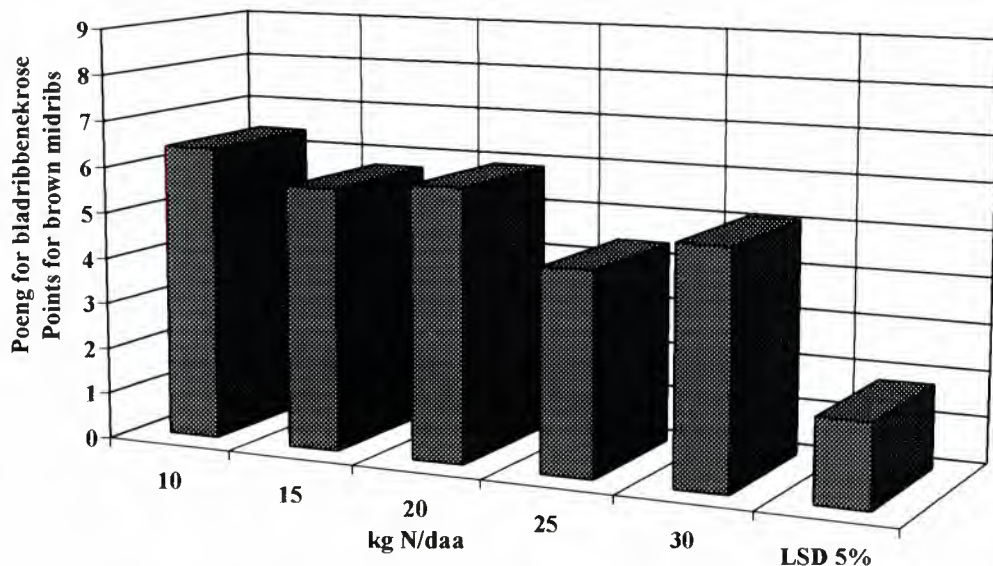
ns (p>0.05), *(0.01<p<0.05), **(0.001<p<0.01), ***(p<0.001)

Tabell 5. Virkingen av år og sort på nitratinnholdet i kinakål.

Table 5. Effect of year and variety on nitrate level in Chinese cabbage.

	År/year	Sort/variety		Middel/ Mean	Sign. Sort/ variety	År/ year	Sort x År/ variety x year
		China Express	Storido				
Ved høsting mg kg ⁻¹ NO ₃ -N i friskvekt	1994	453	450	452			
At harvest, mg kg ⁻¹ NO ₃ -N in FW	1995	417	409	413	ns	*	ns
	Middel/Mean	435	430				
Ved høsting g kg ⁻¹ NO ₃ -N i tørrstoff	1994	11,44	9,49	10,47			
At harvest g kg ⁻¹ NO ₃ -N in DM	1995	12,32	10,13	11,23	ns	ns	ns
	Middel/Mean	11,88	9,81				

ns (p>0.05), *(0.01<p<0.05), **(0.001<p<0.01), ***(p<0.001)



Figur 1. Virkningen av ulike mengder nitrogengjødsling på skade av bladribbenekrose hos kinakål etter lagring. Poeng 1-9 med 9 som best.

Figure 1. Effect of different quantities of nitrogen on damage by brown midribs of Chinese cabbage after storage. Points 1-9 with 9 as best.

hadde en tydelig positiv virkning på lagringsresultatet. For prosent vekt KI I ut fra lager kunne 38 % av variasjonen forklares med ulikt tørrstoffinnhold om høsten. Skade av bladribbenekrose og tall råtne hoder viste også en tydelig sammenheng med tørrstoffinnholdet om høsten. Nitratkonsentrasjonen i tørrstoff, som ikke var lite påvirket av N-gjødsling, og tall hoder med råteangrep om høsten hadde mindre virkning på lagringsresultatet.

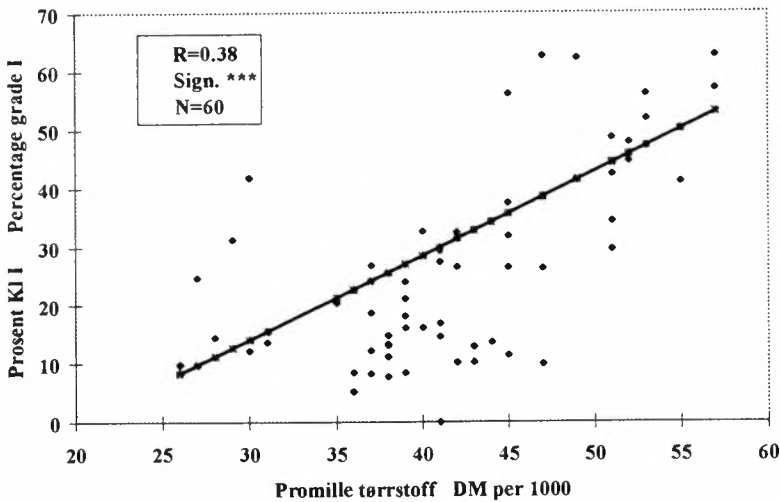
Diskusjon

Fritz & Weichmann (1981) fant ingen sammenheng mellom veksttiden og lagringsevne hos ulike sorter av kinakål. De påpeker viktigheten av at hodene er saftspente ved innsetting på lager, og fremholder høy tørrstoffprosent som en

årsak til høyt pussessvinn. Poulsen (1989) påviste imidlertid at tørrstoffproduksjonen stoppet opp under hodedanningen før høsting i oktober-november, slik at vektøkningen da i hovedsak skyldtes akkumulering av vann. Han fant også best lagringsevne hos de tidligst høsta hodene, det vil si at hoder med høyest tørrstoffprosent lagret best.

Resultatene i denne undersøkelsen tyder på at lagringsresultatet i 1995 ble dårlig på grunn av mye nedbør og lav tørrstoffprosent ved høsting. Resultatene er derfor ikke i samsvar med Fritz & Weichman (1981). Resultatene stemmer imidlertid med resultatene til Poulsen (1989) og til Hoftun (1989) som fant dårligere lagringsresultat for år med mye nedbør før høsting. Det er også rimelig at et planteprodukt vil lagre bedre når vanninnholdet er lavere.

Tabell 4 viser at det var flere hoder



Figur 2. Sammenhengen mellom tørrstoffprosent ved høsting og lagringsevne hos kinakål.
 Figure 2. The relationship between DM percentage at harvest and the storing ability of Chinese cabbage.

med råteskade ved høsting i 1995 enn i 1994. Til tross for at hodene ble pusset og sortert før lagring er det mulig at det ble med mer råte inn på lagret i 1995 enn i 1994. Tabell 7 viser at det ble påvist sammenheng mellom råteangrep om høsten og lagringsresultatet. Det fremgår av ta-

bellene at 12-13 % av variasjonen i råteangrep etter lagring eller i KI I ut fra lager kunne forklares med variasjon i råteangrep før lagring. Dette er imidlertid en relativt liten forklaringsgrad sett i forhold til korrelasjonen mellom tørrstoffprosent og lagringsevne hvor 29-38 % av varia-

Tabell 6. Virkingen av år og sort på avling ved høsting og på lagringsevne hos kinakål.
 Table 6. Effect of year and variety on yield at harvest and the storing ability of Chinese cabbage.

	År/year	Sort/variety	Sign.	År/	Sort x År/
		China	Middel/	year	variety x
		Express	Mean		year
Ved høsting					
kg KI I/daa	1994	5821	3815	4818	
At harvest					
kg grade I/daa	1995	3196	3379	3288	ns
	Middel/Mean	4509	3597		ns
Etter lagring					
% vekt KI I	1994	27	49	38	
After storage					
percentage grade I	1995	13	34	24	*
	Middel/Mean	20	42		ns

ns (p>0.05), *(0.01<p<0.05), **(0.001<p<0.01), ***(p<0.001)

Tabell 7. Sammenhengen mellom tørrstoffinnhold, nitratinnhold og angrep av bløtråte ved høsting og resultat etter lagring hos kinakål.

Table 7. The relationship between DM content, nitrate level and soft-rot at harvest and the storing ability of Chinese cabbage.

Etter lagring <i>After storage</i>	Ved høsting <i>At harvest</i>	Korrelasjonskoeffisient (<i>r</i>) <i>Correlation coefficient (r)</i>	p
% tall hoder med råteskade <i>% number of rotten heads</i>	Tørrstoffkonsentrasjon <i>DM content</i>	- 0.54***	0.0001
Bladribbenekrose <i>Brown midribs</i>	«	0.48***	0.0001
% vekt KI I etter lagring <i>% weight grade I after storage</i>	«	0.62***	0.0001
% tall hoder med råteskade <i>% number of rotten heads</i>	Nitratkonsentrasjon i tørrstoff <i>Nitrate level in DM</i>	-0.34**	0.0073
Bladribbenekrose <i>Brown midribs</i>	«	0.16ns	0.2143
% vekt KI I etter lagring <i>% weight grade I after storage</i>	«	0.32*	0.012
% tall hoder med <i>% number of rotten heads</i>	% tall råtne råteskade <i>% number of rotten heads</i>	0.35**	0.0069
Bladribbenekrose <i>Brown midribs</i>	«	-0.21ns	0.1142
% vekt KI I etter lagring <i>% weight grade I after storage</i>	«	-0.36**	0.0051

ns ($p > 0.05$), * ($0.01 < p < 0.05$), ** ($0.001 < p < 0.01$), *** ($p < 0.001$)

sjonen i råteangrep etter lagring eller i KI I ut fra lager kunne forklares med variasjon i tørrstoffprosent før lagring (tabell 7). Det er derfor rimelig å anta at forskjellen i lagringsevne i 1994 og i 1995 (tabell 6) i hovedsak skyldtes forskjellig tørrstoffinnhold ved innsetting på lagret på grunn av ulike nedbørsforhold før høsting. Det fremgår også av tabellene 4 og 6 at sorten 'Storido' som hadde tendens til høyest tørrstoffprosent, lagret best.

Resultatene fra tidligere forsøk med

N-gjødsling til kinakål for lagring har vist motstridende resultater. Talekar & Griggs (1981) registrerte at sterk N-gjødsling gav mer av indre bladrandskade, mens Kraxner et al. (1988) ikke kunne påvise noen sammenheng. Vavrina et al. (1993) fant en lineær reduksjon i bladrandskade med økende N-gjødsling. Tabell 3 viser at N-gjødsling over 10 kg N/daa økte omfanget av blandrandskade ved høsting særlig i 1995, det året som hadde mest bladrandskade. Høyere temperatur i 1995 kan

har vært en medvirkende årsak til mer bladrandskade ved økende N-gjødsling dette året. Tabell 2 viser at nitrat-N innholdet på friskvektbasis, som er relativt høyt i kinakål, øket i takt med N-gjødslingen.

Om høsten økte totalavlingen bare med økende N-gjødsling fra 10 til 15 kg N/daa (tabell 2). Økt gjødslingsnivå fra 10 til 25 kg N/daa gav redusert tørrstoffprosent, og det ble flere hoder med råteskade. Dette er delvis i samsvar med resultatene til Kraxner et al. (1988). De fant at lagringstapet minket, men at pussesvinnet økte med sterk N-gjødsling slik at N-gjødslingen ikke påvirket mengden av salgbar avling etter lagring. I den foreliggende undersøkelsen ble det ikke påvist virkning av ulik N-gjødsling på svinn i løpet av lagringsperioden, uttrykt som prosent vekt kl I ut fra lager av prosent Kl I innsatt på lager. I denne undersøkelsen skilte en ikke mellom lagringstap og pussesvinn. Det er imidlertid rimelig å anta at virkingen av økende N-gjødsling vil være avhengig av innen hvilke nivå økningen skjer. For bladribbenekrose etter lagring (figur 1) var bildet det samme som for tørrstoffprosent og råteskade om høsten med en negativ virkning av økt gjødslingsnivå fra 10 til 25 kg N/daa. Tabell 4 viser en tendens til mindre bladribbenekrose hos sorten 'Storido' sammenlignet med 'China Express' som tidligere er funnet å være relativt sterk mot denne skaden. (Hoftun 1992). Apeland (1984) fant at bladribbenekrose skyldtes kjøleskade etter lagring ved 0 °C. I den foreliggende undersøkelse var lagringstemperaturen 0 til +1 °C. En undersøkte derfor ikke virkingen av ulik lagringstemperatur. Denne undersøkelsen viser imidlertid at også forhold før høsting påvirket angrepet av bladribbenekrose ved lagring og at dette forårsaket et dårlig lagringsresultat i 1995.

Resultatene fra denne undersøkelsen tyder på at kinakål høstet etter en periode med mye nedbør ikke bør langtidslagres.

Sammendrag

Kinakål høstet etter en nedbørrik september i 1995 hadde dårligere lagringsresultat ved uttak 1. februar året etter enn kinakål høstet i september 1994 med mindre nedbør. Det ble funnet en signifikant positiv sammenheng mellom tørrstoffprosent ved høsting og resultat etter lagring.

Økende gjødslingsmengde fra 10 til 25 kg N/daa hadde en negativ virkning på tørrstoffprosent og råteskade om høsten og på bladribbenekrose etter lagring, men denne virkingen var langt mindre enn forskjellen mellom år.

Etterord

Forfatteren vil rette en takk til førsteamanuensis Halldor Hoftun for gjennomlesning av og kommentarer til manuskriptet, og til forskningsteknikerne Arvid Åssprang og Peter Stanton som har gjennomført feltarbeidet, registreringene og deler av databehandlingen.

Litteratur

Apeland, J. 1984. Chilling injury in Chinese cabbage *Brassica campestris pekinensis* (Lour) Olsson. Acta Hort. 157:261-270.

- Fritz, D & J. Weichmann 1981. Influence of weather conditions during growth on storage ability of different Chinese cabbage cultivars. In: Talekar, N.S. & Griggs, T.O. (ed): Chinese cabbage. AVRDC publication 81:271-278.
- Guttormsen, G. 1987. Sorter i kinakål for lagring. *Gartneryrket* 77 (19):453-454.
- Hoftun, H. 1989. Long term storage of Chinese cabbage. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung. XXIV Vortrags-tagung März 1989 in Ahrensburg : 137-149.
- Hoftun, H. 1992. Lagringstemperaturar for kinakål. *Faginfo* (12): 71-78.
- Kraxner, U., J. Weichmann & D. Fritz 1988. Einfluss der Stickstoffdüngung auf Wachstum, Qualität und Haltbarkeit ein-inger Chinakohlsorten. *Bodenkultur* 39 (2):151-157.
- Poulsen, P. 1989. Long term storage of Chinese cabbage. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung. XXIV Vortrags-tagung März 1989 in Ahrensburg : 151-158.
- Talekar, N. S. & T. D. Griggs 1981. Chinese Cabbage, Proceed. of the 1. Int. Symposium. AVRDC Publ. No.81:138.
- Vavrina, C. S., T. A. Obreza & J. Cornell, 1993. Response of Chinese cabbage to ni-trogen rate and source in sequential plan-tings. *HortScience* 28(12):1164-1165.

Sortsforsøk i bringebær

Cultivar trial in red raspberry

NINA HEIBERG¹ & ARNFINN NES²

¹Planteforsk Ullensvang forskingssenter avd. Njøs, Hermansverk
The Norwegian Crop Research Institute, Ullensvang Research Centre, Division Njøs, Hermansverk, Norway

²Planteforsk Apelsvoll forskingssenter avd. Kise, Nes på Hedmark
The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Division Kise, Nes Hedmark, Norway

Heiberg, N & A. Nes 1996. Cultivar trial in red raspberry. *Norsk landbruksforskning* 10:199-210. ISSN 0801-5333.

Two cultivar trials in red raspberry were carried out, one at Njøs in Leikanger in Western Norway, the other at Kise, Nes in Hedmark, Eastern Norway. At Njøs seven cultivars and selections were included, at Kise eleven. Yield, fruit size, vegetative, generative and phenological characters were recorded both places. Evaluation of fresh fruit quality was carried out at Njøs. Cv. Veten had the highest yield at Njøs and can still be recommended as the main red raspberry cultivar for processing in Western Norway. At Kise, cv. Balder had the highest yield and seems to be suitable for Eastern Norway. Cv. Glen Lyon is an interesting cultivar for the fresh market. Glen Lyon had firm fruits, and both fruit-size and yield were satisfactory. Cv. Comox is a promising cultivar for processing and for the local market.

Key words: red raspberry, cultivars, fresh market, processing, yield, fruit quality

Nina Heiberg, The Norwegian Crop Research Institute, Ullensvang Research Centre, Division Njøs, N-5840 Hermansverk, Norway

Veten har vært hovedsort i norsk bringebær dyrking i snart 30 år. I løpet av denne perioden har en rekke sorter vært prøvd i Norge, og i dag er 6 sorter godkjent til offentlig oppal.

På 80-tallet ble det gjennomført sortsforsøk i bringebær ved Planteforsk Kvitthamar, Planteforsk avd. Kise og Planteforsk avd. Njøs, samt ved Norges landbrukshøgskole. I tillegg har flere observasjonsfelt vært lagt ut i Nord-Norge. Resultatet fra denne utprøvingen var at den norske sorten Vene ble godkjent i 1987, og den norske sorten Balder samt de engelske sortene Malling Orion og Malling Admiral ble godkjent for offentlig avl i

Norge i 1988 (Nestby 1988; Heiberg 1989a; Redalen 1990).

Utprøvingen på 80-tallet viste at en sort kan reagere svært forskjellig på Øst- og Vestlandet. I 1990 ble det derfor lagt ut to forsøk samtidig, ett på Vestlandet (Planteforsk Ullensvang avd. Njøs) og ett på Østlandet (Planteforsk Apelsvoll avd. Kise). Resultatene fra disse to forsøkene blir presentert i denne meldingen.

Materiale og metoder

Njøs

Forsøket på Njøs ble plantet ut 23. mai 1990. Det omfattet 5 sorter og 2 seleksjo-

ner. Jorden i forsøksfeltet var siltig mellomsand, med et moldinnhold på 3,6 % i øvre jordlag (5-10 cm). Før planteåret ble jorden brakket i ett år, og deretter benyttet ett år til dyrking av ettårig rai-gras. Før planting ble jorden frest og dryppvanningsslanger med 50 cm mellom drypppunktene som gav 1,6 l/time ble lagt i alle rader.

Plantemateriale ble levert som potteplanter fra Kise. Forsøket ble lagt opp som et blokkforsøk med tre gjentak. Radavstanden var 3,5 m. Hver rute var 3 m lang, med 6 planter og 50 cm mellom plantene. Det ble hver vår benyttet simazin i raden for å holde ugresset borte (300 ml/daa). Mellom hver rute var det et åpent felt på 2 m som ble dekket med takpapp for å unngå sammenblanding av sortene.

Plantene ble skåret helt ned i mai 1991, og skuddene ble bundet opp etter Gjerde-metoden samme høst (Øydvin 1986). Hver høst ble det tynnet ut til ca 40 skudd pr. rute. De friskeste og kraftigste skuddene ble beholdt, med jevnest mulig fordeling mellom plantene. Hver vår ble skuddene tynnet til 24 skudd pr. rute, etter samme kriterier som om høsten. Etter uttynning ble skuddene toppet ved 160 cm. Nye skudd som kom opp utenfor raden ble fjernet.

Det ble tatt bladprøver av 'Veten' hver høst, og feltene ble gjødslet på grunnlag av bladanalyser. Feltene ble stripegjødslet (ca 1,2 m bredde) om våren med fullgjødsel (1991, 1992) eller kalksalpeter med bor (1993, 1994), tilsvarende 6 kg N pr. 1000 m rad. I tillegg ble feltene tilført næringsoppløsning (Kalksalpeter gartner-vare og Superba rød) gjennom dryppvanningssystemet en gang pr. uke i juni og juli. Mengde tilført N pr. 1000 m rad: 1990= 4 kg; 1991= 5 kg; 1992= 7 kg; 1993= 9 kg; 1994= 5 kg. Bladanalyse-

tallene tyder på at næringstilstanden var tilfredstillende.

Kise

Forsøket på Kise ble plantet 1. juni 1990. I tillegg til de 7 sortene og seleksjonene som var med på Njøs, ble det plantet ut ytterligere 3 sorter og 1 seleksjon. Jorden i forsøksfeltet var en godt drenert morene-jord med 6 prosent organisk materiale i matjordlaget. Jordens pH ved starten var 5,4, og øvrige analysetall var: P-AL=13 og K-AL=30. Det ble dyrket poteter med godt gjennomført ugressrenhold på forsøksfeltet året før planting. Jorden ble frest og dryppvanningsslanger med 50 cm mellom drypppunktene, som gav 1,6 l/time og ble lagt i alle rader før planting.

Plantematerialet var av samme opprinnelse som på Njøs. Forsøksfeltet ble også her lagt ut som et blokkforsøk med tre gjentak, med samme rutestørrelse og radavstand. Mellom rutene ble et åpent felt på en meter holdt fri for skuddvekst for å unngå sammenblanding av sortene. Like etter planting ble det sådd svaktvoksende gress mellom radene, som siden ble holdt kortklipt. Det ble hver vår benyttet simazin (300 ml/daa) i en 80 cm bred stripe i raden. Nedskjæring, oppbinding, tynning, topping og fjerning av nye skudd ble utført på samme måte som på Njøs.

Det ble tatt bladprøver av alle forsøksruter hver høst, og feltet ble gjødslet på grunnlag av analysetallene. Før planting ble hele arealet breigjødslet med fullgjødsel (13-6-16) tilsvarende 50 kg pr. daa. Fordi det ble benyttet gress mellom radene, ble det hver vår gjødslet på samme måte med ca 40 kg pr. daa av samme type fullgjødsel. I tillegg ble det gjødslet en gang pr. uke i juni og juli gjennom dryppvanningsanlegget (Kalksalpeter gartner-vare og Superba rød) med følgende N-mengder pr. 1000 m rad: 1991 = 11 kg,

1992 = 14 kg og 1994 = 28 kg. Det viste seg at de gitte gjødselmengdene var for små til å oppnå tilfredstillende konsentrasjon av nitrogen i bladtørrstoffet.

Registreringer av vekst

Registreringene ble utført i 1992, 1993 og 1994 i forsøket ved Njøs, og i 1993 i forsøket ved Kise. Høyden på skuddene ble registrert på ti skudd midt i hver rute etter uttynning, men før topping. Antall skudd pr. rute etter uttynning ble registrert. Internodiellengden ble registrert ved å måle avstand mellom fem lateraler (nr. 5-9 regnet fra toppen) på fem normalt utviklede skudd pr. rute om våren. Lengden på fem lateraler (nr. 5-9 regnet fra toppen) ble målt på fem tilfeldige, normalt utviklede skudd pr. rute straks før høsting. Tendens til greining ble vurdert som prosent av skuddene som hadde forgreining før uttynning om våren. Overvintringsskade ble registrert om våren når de lengste sideskuddene var ca 10 cm. Skaden er oppgitt i prosent hovedknopper som hadde synlig skade, og som ikke hadde brutt. Torning ble vurdert etter en skala fra 0-9 poeng, hvor 9 er tornfri. Ved Njøs ble det gitt poeng etter en helhetsvurdering av hele stengler, ved Kise ble torning vurdert langs bladranden på bladstilkene, på 25 lateraler pr. rute. Tidspunkt for knoppsprett ble bestemt ved å registrere lengden på første uskadde knopp under 120 cm over bakken på fem tilfeldige skudd pr. rute 15. april og 5. mai.

Registreringer av blomstring

Blomstermengde og tidspunkt for blomstring ble registrert i 1992, 1993 og 1994 ved Njøs og i 1993 ved Kise. Blomstermengden ble registrert ved å telle antall blomster/blomsterknopper på fem lateraler (nr. 5-9 regnet fra toppen) på fem tilfeldige normalt utviklede skudd pr. rute under blomstring. Tidspunkt for blom-

string ble bestemt ved å registrere dato for første blomst og for full blomstring (60-70 % åpen blomst).

Registreringer av avling og kvalitet

Avling, høstetidspunkt og bærstørrelse ble registrert i 1992, 1993 og 1994 i begge felt. Hver rute ble høstet fra 6 til 9 ganger pr. år, og salgbar avling i gram ble notert for hver høsting. Vekt av råtne bær ble registrert samtidig. Plukkeegenskaper ble bedømt etter en skala fra 0-9; desto lettere bærene løsner jo høyere poeng. Bærvekt ble registrert ved å veie 50 bær, plukket tilfeldig i ruten, ved hver høsting. Bærkvalitet ble bare vurdert på Njøs. Bæregenskapene ble vurdert ved tredje og femte høsting i 1992 og 1994 og ved tredje høsting i 1993. Det ble tatt inn bærprøver av 50 bær, og fargestyrken på bærene ble bedømt etter en skala fra 0-9 poeng. 0=gule bær, 2-8=gradvis mørkere rødfarge, og 9=mørk purpurfarge. Fasthet ble vurdert ved å klemme sammen 10 bær pr. prøve. Det ble gitt poeng etter en skala fra 0-9 poeng, hvor 0 = mykest og 9 = fastest bær. Smak ble bedømt med en poengskala fra 0-9, hvor 5 = akseptabel smak og 9 er best. Bæregenskapene ble vurdert av to personer, med unntak av smaksvurdering i 1992 og 1993. Da ble smak vurdert av et dommerpanel på 11 personer. Refraktometerverdien ble målt på 10 bær pr. prøve. For å bedømme holdbarhet hos sortene ble det tatt inn bærprøver som ble oppbevart først ved 4 °C i 20 timer og deretter ved 20 °C i 24 timer. Vekttap under lagring ble målt, og utseende etter lagring ble bedømt etter en skala fra 0-9 poeng, hvor 5 er akseptabelt utseende og 9 er best.

Databehandling og variansanalyser er utført med statistikkprogrammet NM, og signifikansnivå er markert med verdier for LSD 5%.

Sortsmateriale

Balder er en norsk sort, godkjent for of-
fentlig avl i Norge i 1988 etter gode re-
sultater i sortsforsøk ved Norges Land-
brukshøgskole (NLH). Chilliwack og
Comox er fra Canada, og begge sortene
ble betegnet som lovende i sortsforsøk ved
NLH. Glen Lyon er en ny skotsk sort,
valgt ut fordi den ser ut til å ha gode egen-
skaper for friskmarked. Seleksjonene
SCRI-M30 og SCRI-14/106 er begge fra
Skottland. Førstnevnte har vært med i
sortsforsøk ved NLH og Njøs på 80-tal-
let, og gav stor avling i begge forsøk.
SCRI 14/106 er spesielt valgt ut for mas-
kinell høsting, den er tornfri med seige
bærstilker som ikke skal knekke under
høsting samtidig som bærene skal løsne
lett. Gruber er en tysk sort som ikke har
vært med i norske sortsforsøk tidligere,
men den har vært benyttet som randsort i
forsøk på Njøs og Kise. Den utmerket seg
da med å få lite vinterskade samtidig som
avlingen så ut til å være stor. Seleksjonen
27/09 er en norsk seleksjon (Planteforsk)
som tidligere har vært med i sortsforsøk
ved Njøs, uten å overbevise. Sorten har
imidertid gitt gode resultater i et sorts-
forsøk i Trøndelag, og kan være en inter-
essant sort for Østlandet. Norprins er en
ny norsk sort fra NLH som ikke har vært
med i sortsforsøk tidligere. Veten ble tatt
med som målestokksort.

Resultater

Njøs

Den vegetative veksten var kraftig, med
en gjennomsnittlig skuddhøyde på 229 cm
over tre år (tabell 1), men det var stor for-
skjell på sortene i vekstkraft. Veten hadde
kortest skudd, mens SCRI-M30 og
Chilliwack hadde de lengste skuddene.
Skuddhøyden var korrelert med intern-
odiellengden ($r=0,824^{***}$), og med later-

allengden ($r=0,773^{***}$). Chilliwack
hadde utpreget langstrakt vekst med lang
avstand mellom nodiene og lange later-
aler. SCRI-M30 hadde kortere avstand
mellom nodiene og kortere lateraler. Ve-
ten og Glen Lyon hadde kompakt vekst,
skuddene var kortere, med mindre avstand
mellom nodier og kortere lateraler enn de
andre sortene.

I Chilliwack og SCRI-14/106 ble det
funnet positiv sammenheng mellom
blomstermengde og de vegetative vekst-
parametrene som ble målt. Det var best
korrelasjon mellom internodiellengde og
blomstermengde, korrelasjonskoeffisi-
enten var henholdsvis $0,93^{***}$ for
Chilliwack og $0,97^{***}$ for SCRI-14/106.
I de andre sortene ble det ikke funnet si-
kre sammenhenger.

Det var signifikant forskjell på sortene
når det gjelder skade av stengelsykdomm-
er (tabell 2). Seleksjonen SCRI-14/106
hadde minst skade, mens SCRI-M30
hadde mest. Det var lite vinterskader i
feltet (tabell 2), men Glen Lyon og Vene
hadde signifikant mer vinterskade enn de
andre sortene.

Bortsett fra Glen Lyon og SCRI-14/
106, ble det registrert torner på alle sorter
(tabell 2). Mest torner hadde SCRI-M30
og Vene, og torningen på disse to sortene
var sjenerende under høsting. Plukke-
egenskapene uttrykker hvor lett bærene
løsner fra bærstolen og hvor lette de er å
høste (tabell 2). I denne sammenheng kom
Glen Lyon, SCRI-14/106 og Comox best
ut, mens Vene, SCRI-M30 og Veten kom
dårligst ut.

Fenologiske data er vist i tabell 3. Ta-
bell 3 viser middeltall for tre år. Knopp-
lengden ble målt til 58 mm i gjennoms-
nitt for alle sortene 5. mai. Ved dette
tidspunkt hadde knoppene til Vene utvi-
klet seg lengst, mens knoppene til Glen
Lyon var kommet kortest. I gjennomsnitt
for alle sortene tok det 8 døgn fra 1.

Tabell 1. Sortsforsøk i bringebær. Avlingskomponenter registrert på Njøs og Kise, gjennomsnitt for tre år

Table 1. Cultivar trial in red raspberry. Yield components screened at Njøs and Kise, means of three years.

Sorter	Skuddhøyde (cm)	Internodielengde (cm)	Lengde pr. lateral (cm)	Antall blomster pr. lateral
Cultivars	Cane height (cm)	Internode length (cm)	Lateral length (cm)	Number of flowers per lateral
<u>Njøs</u>				
Veten	197	4,7	32,2	12,0
Glen Lyon	202	5,7	31,5	10,0
Comox	231	6,0	46,2	10,8
SCRI-14/106	233	5,8	47,0	12,9
Vene	236	6,5	41,2	10,6
Chilliwack	249	7,0	55,2	11,3
SCRI-M30	250	6,2	42,1	11,8
LSD 5 %	16	0,6	8,1	1,1
<u>Kise</u>				
Norprins	122	2,8	23,8	7,0
Veten	125	3,8	21,6	10,0
Glen Lyon	132	4,5	20,0	11,2
Balder	137	4,0	22,4	10,3
SCRI-14/106	148	4,9	29,0	10,3
Gruben	155	3,5	24,1	10,9
Vene	157	4,0	14,8	7,6
Comox	163	4,9	27,8	10,9
SCRI-M30	167	4,1	21,7	9,1
Chilliwack	178	5,4	30,3	7,4
27/09	192	4,0	23,4	10,2
LSD 5%	28	1,4	4,7	1,8

blomst var åpen til full blomstring (60-70 % åpne blomster). Det var betydelig sortsvariasjon i tidspunkt for blomstring. Det tok 13 døgn fra det ble registrert første åpne blomst hos den tidligste sorten, Vene, til det samme ble registrert hos den seineste, Chilliwack. Vene hadde imidlertid en lang blomstringsperiode, slik at tidspunkt for full blomstring inntraff samtidig med Veten, som startet blomstring 5 døgn etter Vene. Hos Vene startet bærmodningen tidligere enn hos de andre sortene, og i gjennomsnitt av de tre avlingssårene ble 80 % av avlingen høstet innen

1. august. Bortsett fra Chilliwack, som hadde sein høstesesong, var det kun små forskjeller mellom de andre sortenes modningstid.

Veten og Comox hadde størst avling i gjennomsnitt for de tre årene (tabell 4). SCRI-M30 og Glen Lyon hadde også stor avling, mens Vene og Chilliwack hadde minst avling. Med unntak av Comox hadde alle sortene størst avling første avlingsår.

Det ble registrert lite bærråtning i alle tre forsøksår. Mest bær råtnet i 1992, da ble det registrert 2 % råtning av total-

Tabell 2. Sortsforsøk i bringebær. Sykdomsangrep, overvintringsskade, torning og plukkeegenskaper registrert på Njøs (gjennomsnitt av tre år) og på Kise, registrert i 1993. Poengskala 0-9, med 9 som det beste

Table 2. Cane diseases, winter damage, thorniness, and ease of picking recorded at Njøs (means of three years) and at Kise (1993 only). Scale 0-9, with 9 as the best.

Sorter Cultivars	Stengelsykdommer Cane diseases	Vinterskade Winter damage	Torning (1993) Thorniness (1993)	Plukkeegenskaper Ease of picking
<u>Njøs</u>				
SCRI-M30	4,9	8,3	3,5	4,1
Veten	6,8	8,5	7,8	4,5
Comox	7,0	8,4	7,0	6,1
Glen Lyon	7,0	7,3	9,0	6,9
Vene	7,2	7,7	4,9	3,3
Chilliwack	7,3	8,9	6,1	5,3
SCRI-14/106	8,4	8,3	9,0	6,6
<u>Kise</u>				
Norprins	5,3	4,7	5,0	
Balder	5,7	8,3	8,3	
Gruber	5,7	8,7	7,3	
Veten	5,7	8,3	8,0	
27/09	6,0	7,7	9,0	
Chilliwack	6,3	5,3	9,0	
Comox	6,3	8,0	9,0	
SCRI-M30	6,3	7,7	6,0	
SCRI-14/106	7,7	6,3	9,0	
Glen Lyon	8,0	7,7	9,0	
Vene	8,0	7,7	5,7	

avling. I 1993 var det svært lite råtne bær, knapt 0,2 %, mens 1,5 % av avlingen råtnet i 1994. Minst bærråtning ble registrert for sorten Vene med 0,6 %, og mest for Chilliwack med 2,1 % i gjennomsnitt av totalavling for tre år.

Comox hadde størst bær alle år (tabell 4). Glen Lyon hadde også store bær, mens Vene og Chilliwack hadde de minste bærene. Bærstørrelsen var minst første avlingsår med gjennomsnittlig bærvekt på 4,0 g. I 1993 var bærvekten 4,3 g og i 1994 var bærstørrelsen i gjennomsnitt 4,5 g. I 1994 hadde Comox en gjennomsnittlig bærvekt på 5,4 g.

Ved bestemmelse av kvalitetskom-

ponenter ble det lagt hovedvekt på egen-skaper som er viktige for bringebær til friskmarkedet, det vil si faste, velsmakende bær, med god holdbarhet og tiltalende utseende. Fargen bør være relativt lys (tabell 5). Glen Lyon og Chilliwack var de eneste sortene som oppnådde over 5 poeng for fasthet. Glen Lyon hadde de fasteste bærene og bærene var lyse med fin glans. Eneste svakhet med bærkvaliteten var litt lave smakspoeng. Bærene kjentes litt sure, noe som trolig skyldes et lavt innhold av oppløst tørrstoff. Chilliwack skilte seg ut med et høyt innhold av oppløst tørrstoff og høy poengsum for smak. Comox hadde også aksep-

Tabell 3. Sortsforsøk i bringebær. Fenologiske data registrert på Njøs og Kise, gjennomsnitt for tre år.
 Table 3. Cultivar trial in red raspberry. Phenological data recorded at Njøs and Kise, means of three years.

Sorter	Knopplengde 5.mai (mm)	Dato for 1. åpne blomst	Dato for full blomstring (60-70 % åpne)	Dato for 10% avling høstet	Dato for 80 % avling høstet
Cultivars	Bud length (mm) 5 th. of May.	Date of first open flower	Date of full flower (60-70 % open)	Date of 10% of yield harvested	Date of 80 % of yield harvested
Njøs					
Glen Lyon	28	10. juni	19. juni	24. juli	8. august
SCRI-M30	44	11. juni	19. juni	23. juli	3. august
Veten	49	9. juni	17. juni	24. juli	7. august
SCRI-14/106	56	12. juni	19. juni	23. juli	6. august
Comox	68	12. juni	21. juni	25. juli	8. august
Chilliwack	71	17. juni	26. juni	2. august	19. august
Vene	85	4. juni	17. juni	18. juli	1. august
Middel/Mean	58	11. juni	19. juni	24. juli	7. august
Middel for år Mean for year					
1992	67	3. Juni	9. juni	15. juli	28. juli
1993	79	2. juni	15. juni	22. juli	5. august
1994	23	29. juni	6. juli	4. august	19. august
Kise					
Glen Lyon	21	12. juni	22. juni	21. juli	2. august
SCRI-M30	26	11. juni	23. juni	20. juli	30. juli
SCRI-14/106	26	18. juni	28. juni	21. juli	30. juli
Veten	28	15. juni	23. juni	23. juli	2. august
Norprins	31	12. juni	25. juni	24. juli	5. august
Chilliwack	38	14. juni	-	24. juli	5. august
Comox	38	15. juni	27. juni	23. juli	2. august
Vene	39	7. juni	21. juni	20. juli	28. juli
27/09	39	13. juni	26. juni	23. juli	29. juli
Balder	40	11. juni	22. juni	24. juli	28. juli
Gruben	40	9. juni	24. juni	24. juli	2. august
Middel/Mean	33	13. juni	24. juni	22. juli	1. august

tabel smak (over 5 poeng), mens de øvrige sorter alle kom under denne grensen i smakspoeng. Veten hadde lavest poengsum for smak av samtlige sorter. Glen Lyon hadde minst vekttap under lagring, mens Vene hadde et påfallende høyt vekttap. Det var ikke signifikant forskjell

mellom sortene i poengsum når det gjelder utseende etter lagring.

Kise

Avlingskomponenter ble registrert i 1993 (tabell 1). Dette året var gjennomsnittshøyden på skuddene i feltet 152 cm, hvil-

Tabell 4. Sortsforsøk i bringebær. Salgbar avling (kg/daa) og bærstørrelse (g/bær) registrert på Njøs og Kise.

Table 4. Cultivar trial in red raspberry. Saleable yield (kg/0.1 ha) and berry size (g/berry) recorded at Njøs and Kise.

Sorter Cultivars	Salgbar avling Saleable yield				Bærstørrelse Berry size
	1992	1993	1994	Middel mean	1993-1995
Vene	1005	1009	806	940	3,5
Chilliwack	1185	719	1130	1011	3,8
SCRI-14/106	1523	1254	1412	1396	4,1
Glen Lyon	1829	1433	1403	1555	4,6
SCRI-M30	2042	1500	1167	1570	4,4
Comox	1663	1869	1588	1707	4,9
Veten	1946	1600	1759	1768	4,3
LSD 5%				186	0,3
<u>Kise</u>					
Chilliwack	93	70	142	102	1,4
Norprins	64	243	222	176	2,4
Vene	256	379	310	315	1,4
Comox	391	317	434	381	2,3
27/09	326	445	432	401	2,0
SCRI-14/106	491	540	356	462	2,0
Glen Lyon	443	485	573	500	2,2
Veten	370	460	707	512	2,0
Gruben	604	520	615	580	2,3
SCRI-M30	818	690	607	705	2,2
Balder	520	852	931	767	2,4
LSD 5%				176	0,3

ket betyr at de fleste sortene hadde skudd under topp høyde (160 cm). Kun 27/09, Chilliwack, SCRI-M30 og Comox hadde gjennomsnittshøyde over topp høyde. Norprins og Veten hadde spesielt korte skudd. Internodielengden var i gjennomsnitt 4,2 cm, kortest for Norprins og lengst for Chilliwack. Lateralene var korte, i gjennomsnitt 23,5 cm. De fleste sortene hadde over 10 blomster pr. lateral, men Norprins, Chilliwack og Vene hadde færre enn de andre, under 8 blomster pr. lateral.

Skaden av stengelsykdommer var størst i Norprins, og minst i Glen Lyon og Vene (tabell 2). Norprins var i tillegg

angrepet av meldugg. Det ble ikke observert skade av meldugg på de andre sortene. I 1993 ble det også registrert betydelig vinterskade på Norprins, Chilliwack og SCRI-14/106 (tabell 2). Overvintringsskadene ble også registrert i 1994, da var det kun Glen Lyon som fikk skade av betydning (6,3 poeng).

Torning ble kun registrert langs bladrandsiden på bladstilkene (tabell 2). Med denne metoden, ble det ikke registrert torning på Chilliwack, Comox, Glen Lyon, SCRI-14/106 og 27/09. Det ble registrert mest torner på Norprins, Vene og SCRI-M30.

Tabell 5. Sortsforsøk i bringebær. Kvalitetskomponenter registrert på Njøs, gjennomsnitt av tre år.
 Table 5. Cultivar trial in red raspberry. Quality components recorded at Njøs. Means of three years.

Sorter Cultivars	Oppløst tørrstoff Soluble solids	Smak 1) Taste 1)	Fasthet 1) Firmness, 1)	Fargestyrke 2) Colour strength 2)	Vekttap under lagring (%) Weightloss during storage (%)	Utseende etter lagring 1) Appearance after storage
Veten	8,6	3,1	2,8	5,1	12,1	3,8
Glen Lyon	8,7	4,2	7,6	4,0	8,6	5,1
SCRI-M30	9,2	3,6	3,9	5,6	11,2	4,8
SCRI-14/106	9,6	4,0	3,6	3,1	11,1	4,6
Comox	9,9	5,4	4,4	5,5	10,7	4,9
Vene	10,2	4,9	2,8	5,8	18,6	3,9
Chilliwack	11,6	7,2	5,9	5,2	11,8	5,1
LSD 5%	0,6	0,9	0,9	0,6	3,1	n.s.

1) Skala 0-9, med 9 som det beste.

Scale 0-9, with 9 as the best.

2) Skala 0-9. Dess mørkere rødfarge dess høyere poengsum

Scale 0-9. The darker the red colour the higher the score.

Knopplengden (tabell 3) var i gjennomsnitt 33 mm 5. mai. Også i dette feltet var Glen Lyon den seineste sorten, med kortest knopplengde på dette tidspunkt. Tidspunkt for første åpen blomst varierte med 11 dager, fra 1. juni hos Vene til 18. juni hos SCRI-14/106. Ved full blomstring var variasjonen mindre, Vene var i full blomst 21. juni, mens det ble registrert full blomstring hos SCRI-14/106 sju dager seinere.

I gjennomsnitt var 10 % av avlingen høstet 22. juli (tabell 3). Det var kun fire dager forskjell på de tidligste og de seineste sortene. Sortsvariasjonen var større ved 80 % høstet avling. Da var forskjellen mellom de to tidligste sortene, Vene og Balder, og de to seineste, Chilliwack og Norprins hele åtte dager.

I gjennomsnitt var avlingen 446 kg/daa (tabell 4). Balder, SCRI-M30, Gruber, Veten og Glen Lyon hadde alle over 500 kg avling i gjennomsnitt. Balder hadde

størst avling i to av de tre år, mens SCRI-M30 hadde størst avling første år. Minst avling hadde Chilliwack og Norprins. Norprins hadde spesielt liten avling første året, på grunn av stor frostskaade. Bærstørrelsen var jevnt over liten i feltet, med 2,1 g i gjennomsnitt for alle sortene i tre år. Balder og Comox hadde størst bær, mens Vene og Chilliwack hadde de minste bærene.

Det var svært lite bærråtning i feltet. Norprins hadde 0,8 % råtne bær av totalavlingen i gjennomsnitt for de tre årene, mens det for de andre sortene ble det registrert under 0,1 % råtning.

Diskusjon

Både vegetativ vekst og avlingstall var betydelig dårligere på Kise enn på Njøs. Vinterskaden på bringebær er vanligvis

større på Østlandet enn på Vestlandet, men i de to årene vinterskade ble registrert på Kise, var det relativt liten skade på de fleste sortene, så vinterskade kan ikke forklare forskjellen mellom feltene. Da er det mer trolig at for lite næringsopptak i feltet på Kise hadde en avgjørende betydning. Bladanalysene viste at nitrogeninnholdet i plantene var for lavt (2,26 %). Det ble tilført mer nitrogen i feltet på Kise, men i motsetning til i feltet på Njøs var det gress mellom radene, og erfaringer har vist at da må det tilføres betydelig mer nitrogen enn når det er åpen jord i mellom slik tilfellet var på Njøs. Mindre vanntilgang i feltet på Kise kan også ha vært en medvirkende årsak til lave avlinger og små bær.

En viktig egenskap for omsetning til friskmarked er faste bær, slik at de tåler transport og omsetning med minst mulig kvalitetstap. Glen Lyon hadde de fasteste bærene, men sorten har et lavt innhold av oppløst tørrstoff, og smaken var ikke helt tilfredstillende. Lavt vektupptak under lagring tyder på Glen Lyon er en holdbar sort.

Når det gjelder dyrkingsegenskaper kom Glen Lyon best ut. Sorten er tornfri, og har kompakt vekstform som gjør den enkel å stelle. Vekstkraften kan imidlertid være ujevn, og sorten krever god tilgang på nitrogen for å få tilfredstillende vekst (McNicol, pers. medd). Bærene er relativt store, noe som er viktig både for plukkehastighet og salg. Vinterherdighet er et usikkerhetsmoment med sorten. Selv om det ble observert lite skade i feltet på Njøs, var Glen Lyon likevel den sorten som hadde mest skade. Ved Kise var det imidlertid lite overvintringsskade på Glen Lyon. Til tross for litt lave smakspoeng og usikkerhet når det gjelder herdighet, blir Glen Lyon vurdert som meget interessant når det gjelder produksjon til friskkonsum.

Chilliwack hadde også faste bær, og

smaken ble vurdert som meget god, men bærene var små, og avlingsnivået var lavt. Veksten var kraftig, med lange skudd og lateraler, og stor avstand mellom lateralene. Lange skudd er ingen fordel i bringebær, for avlingspotensialet i lange skudd blir ikke utnyttet i dagens dyrkingssystem med topping i fast høyde. Chilliwack hadde en seinere høstsesong enn de andre sortene, og kan derfor være interessant når det gjelder å forlenge salgs sesongen av friske bær. Sorten kan være et alternativ til Asker, som også er en sein sort. Utfra resultatene på Kise ser imidlertid Chilliwack ut til å være lite herdig, og er derfor lite aktuell i områder der bringebær lett får vinterskader. Asker har gjennom mange års dyrking på Østlandet vist seg som en herdig sort. I valget mellom disse to bør det også tas med at Asker ser ut til å være resistent mot sykdommen rød rottråte i bringebær (*Phytophthora fragariae* var. *rubi*), mens Chilliwack kun har svak resistens (Heiberg 1995). Begge sortene bør oppnå høyere pris i markedet enn andre sorter for å være aktuelle for dyrking, da bærene er dyrere å produsere enn bær fra mer avlingsrike og storfruktede sorter.

Comox fikk høye smakspoeng i undersøkelsen ved Njøs. Selv om fasthet ble vurdert til under 5 poeng, så var den betydelig fastere enn Vetem. Comox gav høy avling på Njøs, og bærene var store. Det ble ikke registrert vinterskade av betydning på Comox, hverken på Njøs eller Kise, men fra foredler er det rapportert at sorten har vært mer utsatt enn Chilliwack (Daubeny 1987). Comox blir vurdert som mindre interessant til friskkonsum enn Glen Lyon, men kan likevel komme i betraktning, både til lokalt salg, selvplukk og industri.

Vene var tidligere moden enn de andre sortene på Njøs, men bærene var bløte, og sorten er derfor ikke egnet til frisk-

konsum. I tillegg var avlingsnivået lavt.

Stor avling er avgjørende når det gjelder produksjon av industribær. Ved håndhøsting er det også viktig med store bær, fordi bærstørrelsen er svært avgjørende for høsteprestasjonene. På Njøs hadde Vetten, Comox, SCRI-M30 og Glen Lyon størst avling, mens Balder og SCRI-M30 hadde størst avling på Kise. Disse sortene hadde også store bær. Balder var ikke med i forsøket på Njøs, men har i et tidligere sortsforsøk på Njøs gitt samme avling som Vetten (Nestby 1989). Det ble da bemerket at Balder var sein å plukke, fordi bladverket skjulte bærene. Balder er mer vinterherdig enn Vetten (Nestby 1989; Redalen 1990), og har gitt god avling i et forsøk på Ås (Redalen 1987). Balder er derfor en aktuell sort for produksjon av industribær i områder der Vetten ofte får vinterskade, slik som på Østlandet. Syltetøykvalitet ble ikke bedømt i dette arbeidet, men ifølge resultater fra tidligere undersøkelser er både Balder, Comox og Vetten vellegnet til syltetøyproduksjon (Øydvin 1971; Daubeny 1987; Heiberg 1989b). Seleksjonen SCRI-M30 har mørk saftfarge, og vil trolig også være velegnet til syltetøy (Redalen 1987). Sorten har kort høstsesong, noe som er positivt for produksjon til industrien, men den har kraftige torner og kan derfor ikke anbefales til dyrking.

De andre sortene og seleksjonene som var med i forsøket vurderes som lite aktuelle for dyrking i Sør-Norge. Gruber gav avling over middels på Kise, men bærene er lyse, bløte og har svak aroma og smak, og anbefales ikke til dyrking. Den norske seleksjonen 27/09 gav litt under middels avling på Kise, og bærene var relativt små. Denne seleksjonen har gitt god avling i forsøk i Trøndelag, men bærene er relativt lyse og bløte (Nestby 1989). Det gjør at den trolig ikke er egnet hverken til industriformål eller til friskkonsum. Nor-

prins gav dårlig avling i forsøket på Kise. Den fikk store vinterskader, og var utsatt for meldugg. I tillegg har den mye torner, og anbefales ikke til videre dyrking. SCRI-14/106 er selektert spesielt med tanke på maskinell høsting. Den ga middelstor avling, men bærene er for bløte til at sorten er aktuell til friskkonsum, og fargestyrken er for svak til at sorten er aktuell som industribær.

Sammendrag

To sortsforsøk med bringebær ble gjennomført i perioden 1990-1994, ett på Planteforsk Njøs i Sogn og Fjordane og ett på Planteforsk Kise i Hedmark. Syv sorter og seleksjoner var med på Njøs, og elleve på Kise. Det ble registrert vegetative og generative karakterer begge steder, samt avling, bærstørrelse og fenologiske karakterer. I tillegg ble bærkvaliteten vurdert på Njøs. Det ble registrert betydelig bedre vekst og større avling i forsøket på Njøs enn på Kise, noe som trolig skyldes for svak nitrogen-gjødsling på Kise.

Vetten forsvaret plassen som hovedsort til industri på Vestlandet, mens Balder ser ut til å være den mest egnete sorten på Østlandet. Glen Lyon anbefales til friskkonsum, tross for litt lave smakspoeng og usikkerhet når det gjelder vinterherdighet. Sorten har gitt brukbar avling i begge felt, bærene er store, og sorten har meget faste bær.

Etterord

Forfatterne vil takke forskningsteknikerne Roald Lunde ved avd. Njøs og Jens Løkken ved avd. Kise for deres bidrag til den praktiske gjennomføringen av forsøkene.

Litteratur

- Daubeny, H. 1987. 'Chilliwack' and 'Comox' red raspberries. *HortScience* 22: 1343-1345.
- Heiberg, N. 1989a. Nye bringebærsortar. *Vestlandsk Landbruk* 7: 6-7.
- Heiberg, N. 1989b. Bringebær som råvare for syltetøy. *Frukt og bær* 1989: 79-81.
- Heiberg, N. 1995. Resistance to raspberry root rot (*Phytophthora fragariae* var. *rubi*) in red raspberry cultivars. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 9:41-47.
- Nestby, R. 1988. Egenskaper ved bringebærkultivaren 'Vene'. *Norsk Landbruksforskning* 2: 273-277.
- Nestby, R. 1989. Recent progress in the Norwegian breeding program. *Acta Horticulturae* 262: 119-125.
- Redalen, G. 1987. Er det grunnlag for fornying av bringebærsortimentet? Aktuelt fra Statens Fag tjeneste for Landbru ket. Nr. 10: 81-86.
- Redalen, G. 1990. 'Balder' red raspberry. *HortScience* 25: 1671-1672.
- Øydvin, J. 1971. Aktuelle bringebærsortar vurdert som syltetøy og i frysepakning. Statens forsøksgard Njøs 1920-1970: 79-89.
- Øydvin, J. 1986. The Gjerde method for training raspberries. Effects of increasing cane number and cane height. *Acta Horticulturae* 183: 173-174.

Effekt av undervekst på kornavling og på nitrogeninnholdet i planter og jord

The effect of undersown cover crops on grain yield and the nitrogen content of plants and soil

KATRI HIITOLA & RAGNAR ELTUN

Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingssenter, Kapp, Norge

The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Kapp, Norway

Hiitola, Katri & R. Eltun 1996. Effekt av undervekst på kornavling og på nitrogeninnholdet i planter og jord. Norsk landbruksforskning 10: 211-220. ISSN 0801-5333.

The cover crops Italian ryegrass, white clover and mixture of Italian ryegrass and white clover were compared with no cover crops at three rates of nitrogen fertilization (0, 6 and 12 kg ha⁻¹) and two ploughing times (spring and autumn) in a factorial field experiment on a loamy soil in southeast of Norway. The experiment was established in spring of 1989, and the results presented over the years 1989-95. The main crop was spring barley (*Hordeum vulgare* L.). Using ryegrass as cover crop, reduced the grain yield and nitrogen content in grain, particularly at low nitrogen application. However, undersown ryegrass had a positive effect on grain yield after three years or more. White clover and the cover crop mixture increased grain yield and nitrogen content of grain especially at low nitrogen application. The cover crops did not affect the grain weight significantly. In most cases the cover crops reduced the content of mineral nitrogen in the soil in early autumn. In late autumn there were only small differences in the content of N-min between the cover crop treatments. White clover slightly increased the content of N-min in the soil late in autumn.

Key words: Cover crops, grain yield, nitrogen uptake, mineral nitrogen.

Katri Hiitola, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, 2858 Kapp, Norway

Undervekster, sådd sammen med kornet, fortsetter å vokse etter at hovedveksten er høstet. Et slikt plantedekke vil beskytte jorda mot erosjon, redusere nitrogenutvasking og forbedre jordstrukturen. Visse typer fangvekster vil også tilføre jorda betydelige mengder fiksert nitrogen, mens andre kan konkurrere om nitrogenet med hovedveksten. Raigras brukt som undervekst, har redusert kornavlingen i mange forsøksserier (Andersen & Olsen 1992; Børresen 1994; Känkänen 1994). Hvitkløver derimot har en positiv ettervirkning på kornavling, men kan også føre til økt risiko for nitrogenutvasking (Känkänen 1994; Lyngstad & Breland 1994). Bruk av raigras som fangvekst har

ofte større evne til å redusere utvaskingen om høsten. Lindén et al. (1993) hevder at vær, etablering og generelle vekstvilkår har betydning på fangvekstenes vekst og evne til å ta opp nitrogen.

En undersøkelse vedrørende virkningen av undervekster på kornavling og nitrogeninnhold i jorda ble anlagt 1989 og avsluttet høsten 1995. En sammenlignet virkningen av raigras, hvitkløver og blanding av raigras og hvitkløver som undervekster i vårkorn. I forsøket inngikk også to pløyetidspunkt og tre nivå med N-gjødsling til korn. Resultatene for de to første år er publisert av Børresen & Eltun (1993).

Materiale og metoder

Forsøket ble utført på Apelsvoll forskingssenter som ligger 250 m over havet. Jorda på forsøksfeltet var moreneleire med 15 % leir, 40 % silt, 50 % sand og ca 6 % organisk materiale i plogsjiktet.

Forsøket besto av en split-split plot faktoriell plan med jordarbeiding på de største, nitrogen gjødsling på de mellomste og undervekster på de minste rutene. Forsøket hadde tre gjentak. Som jordarbeiding ble det brukt vår- og høstpløying. Pløydedybden var 20-25 cm og jorda ble sloddet og harvet om våren. Det ble tilført kalksalpeter i tre ulike gjødselmengder tilsvarende 0, 6 og 12 kg N daa⁻¹. Undervekstene ble sådd kort tid etter såing av kornet på de samme rutene hvert år. Følgende behandlinger var med: Ingen undervekst, italiensk raigras (*Lolium multiflorum* Lam. var *Italicum*), hvitkløver (*Trifolium repens* L.) og blanding av italiensk raigras og hvitkløver. Såmengden for undervekster i 1989 var for italiensk raigras 2,5 kg, for hvitkløver 1 kg og for blandingen henholdsvis 1 kg og 0,5 kg daa⁻¹. Disse mengdene ble halvert de følgende årene.

Det ble dyrket bygg (*Hordeum vulgare* L.) som hovedvekst alle år. Feltet ble hvert år gjødslet med like store mengder fosfor og kalium, henholdsvis 2,8 og 5,2 kg daa⁻¹.

Avlingsbestemmelser og planteprøver
Høsterutene for korn var 9 m², og de ble høstet med forsøks-tresker. Avlingene av korn er oppgitt med 15 % vanninnhold i kg per daa. 1000-kornvekt er bestemt ved å telle 4 g korn og hektolitervekt ved å veie 0,5 l korn med Super Matic 20. Proteininnholdet i kornet ble bestemt med NIT-apparat (Infratec 1255 Food and Feed Analyzer). Innholdet av nitrogen i plantematerielet ble bestemt ved bruk av en modifisert Kjeldahl-metode.

Jordprøver

Nitrat- og ammoniuminnholdet i jorda ble bestemt i et 1 M KCl ekstrakt, og resultatene er oppgitt som kg ammonium- og nitrat-nitrogen (N-min) per daa. Jordprøvene ble tatt i sjiktene 0-25 og 25-40 cm. Jordfysiske egenskaper ble bestemt de to første årene og er beskrevet av Børresen & Eltun (1993).

Signifikansnivå

Signifikansnivå i beregningene er merket med stjerner (*). Tre stjerner (***) tilsvarende $p < 0,1$, to (**) stjerner tilsvarende $0,1 < p < 1$ og ei stjerna (*) $1 < p < 5$. Ingen signifikans er merket med n.s. (not significant).

Resultater

Kornavling

Det var signifikant forskjell i avlingsnivå mellom gjødslings-nivåer og mellom undervekster i alle år ($p < 0,1$). Samspillet mellom år og undervekst og mellom undervekst og gjødsling var også signifikant ($0,1 < p < 1$). Tidspunkt for pløying hadde ingen signifikant effekt på avlingsnivået i dette forsøket.

Effekt av gjødsling

Gjødsling med 6 og 12 kg N daa⁻¹ ga en betydelig avlingsøkning i forhold til ingen tilførsel av nitrogen (fig. 1 og 2). Ingen N-tilførsel ga en gjennomsnittlig avling for alle år på 276 kg daa⁻¹, mens det ved 6 kg N var 431 kg og ved 12 kg N 514 kg daa⁻¹ i ledd uten undervekst. Avlingsøkningen var størst når N-mengden ble økt fra 0 til 6 kg N. Utslag på avling mellom undervekstbehandlinger var størst uten N-gjødsling og minst ved 12 kg N.

Effekt av undervekt

I de 7 forsøksårene sett under ett ga hvitkløver som undervekt størst avling ved alle gjødslingsnivå (fig. 1). Hvitkløver ga ca 80 kg høyere avling per daa enn ingen undervekt i ledd uten nitrogen gjødsling. Blanding av raigras og hvitkløver ga også høyere avling enn ledd med raigras alene og ledd uten undervekt. Raigras som undervekt ga laveste avling av alle undervektbehandlinger. Uten N-tilførsel reduserte raigras kornavlingen med 47 kg daa⁻¹ sammenlignet med behandling uten undervekt.

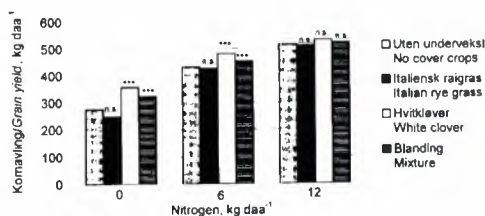


Fig. 1. Kornavling i middel for 89-95 ved bruk av ulike undervekster og ved tre nitrogenmengder. Signifikans (*, **, ***) i forhold til ingen undervekt innfor hvert gjødslingsnivå

Fig. 1. Grain yield after different cover crops and three levels of nitrogen fertilization (mean for the years 1989-95). Significance (*, **, ***) as compared to no cover crop within each fertilizer level

Samspillet undervekt x gjødsling

De største forskjellene mellom undervektbehandlinger kom fram i ledd uten nitrogen gjødsling. Unntatt det første forsøksåret, ga hvitkløver og blanding av hvitkløver og raigras de største avlingene både ved 0 kg N og 6 kg N (fig. 1 og 2). Uten N-tilførsel var avlingsøkningen med hvitkløver som undervekt 177 kg daa⁻¹ på sitt høyeste. Med blanding var den 90 kg daa⁻¹. Ved 12 kg N var effekten av undervekt på avling liten. Da ga ingen undervekt og raigras omtrent like store

avlinger, og hvitkløver ca 20 kg daa⁻¹ mer enn disse behandlingene. Raigras ga størst avlingsreduksjon uten tilførsel av nitrogen, men denne reduksjonen ble mindre ved økt gjødsling.

Samspill år x undervekt

Figur 2 viser at i det første forsøksåret ga behandlingen uten undervekt høyeste avling. De følgende årene kom effekten av de ulike undervekster klarere fram. Hvitkløver og blanding av hvitkløver og raigras ga etter det første året økt avling i

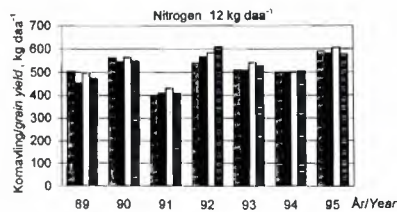
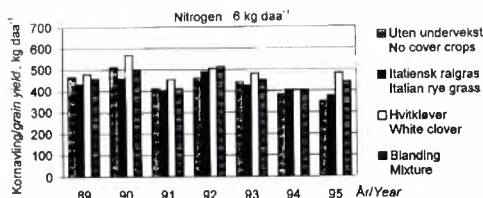
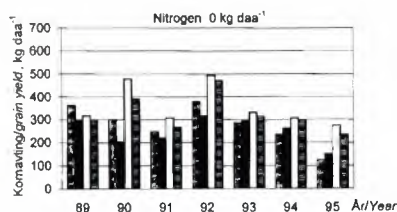


Fig. 2. Kornavling i sju forsøksår ved bruk av ulike undervekster og ved tre nitrogenmengder
Fig. 2. Grain yield in the seven eksperiment years after different cover crops and three levels of nitrogen fertilization

alle år. Uten N-tilførsel reduserte raigras de tre første årene kornavlingen med 30-100 kg daa⁻¹ i forhold til ingen undervekst. Fra fjerde til syvende forsøksår førte raigras som undervekst til noe høyere avling enn behandling uten undervekst.

Kornkvalitet

Undervektene ga lite utslag på hektolitervekt og 1000-kornvekt i de tre årene målingene ble foretatt (89, 90 og 95). Uten N-tilførsel ga behandling uten undervekst minst korn (tab. 1). Gjødslingsnivået hadde størst betydning på kornstørrelsen. I middel for de tre årene økte 1000-kornvekten med stigende gjødslingsmengde. Hektolitervekten var i gjennomsnitt for de fire undervekstbehandlingene 65,2 g der det ikke ble gitt N, og var lite påvirket av underveksten. Tidspunktet for jordarbeiding hadde liten virkning på kornkvaliteten. I 1989 var 1000-kornvekten noe høyere ved vårpløying, mens det motsatte var tilfelle i 1995.

Strå lengde og legde

Strå lengden varierte mest mellom undervekstbehandlingene i ledd uten nitrogen-gjødsling. Hvitkløver ga i gjennomsnitt største strå lengde, 54 cm, og raigras den minste, 41 cm. Som forventet økte strål-

engden med økt gjødslingsnivå for alle undervekstbehandlinger. Strå lengden var lik for alle behandlinger ved 12 kg N.

Opptatt N i kornet

Nitrogenopptaket i kornet økte med økt nitrogen-gjødsling (fig. 3). Opptaket av N uten N-tilførsel og uten undervekst var i gjennomsnitt for årene 89, 90 og 95 3,0 kg daa⁻¹ og ved 12 kg N 9,1 kg daa⁻¹. Hvitkløver alene som undervekst økte nitrogenopptaket i kornavlingen i alle gjødslingsledd. Uten N økte N opptaket i korn med hvitkløver som undervekst med 1,2 kg i forhold til uten undervekst. Raigras som undervekst førte til redusert N opptak sammenlignet med ingen undervekst. Blanding av hvitkløver og raigras førte til et opptak midt mellom disse to undervekstbehandlingene.

Kornets proteininnholdet var omtrent det samme med hvitkløver og ingen undervekst ved alle gjødslingsnivå. Raigras derimot reduserte proteininnholdet.

Opptatt N i undervekst

Opptatt mengde N i undervekst varierte mellom de ulike undervektene (fig. 4). Uten N-tilførsel var i middel for de to første forsøksårene innholdet av N i raigrasavling 1,1 kg daa⁻¹, mens det i hvitkløver var 3,7 kg daa⁻¹. Opptatt N i hvitkløver

Tabell 1. 1000-korn vekt for bygg ved bruk av ulike undervekster og ved tre nitrogenmengder (middel for 1989, 90 og 95). Signifikans (*, **, ***) i forhold til ingen undervekst innenfor hvert gjødslingsnivå
Table 1. 1000 grain weight for barley after different cover crops and three levels of nitrogen fertilization (mean for the years 1989, 90 and 95). Significance (*, **, ***) as compared to no cover crop within each fertilizer level

	1000-korn vekt, g 1000 grain weight, g		
	0 kg N	6 kg N	12 kg N
Ingen undervekst/No cover crop	35,7	37,6	37,9
lt. raigras/lr. rye grass	36,0	37,1	38,6
Hvitkløver/White clover	37,9*	36,9	38,9
Blanding/Mixture	38,5*	37,8	38,6

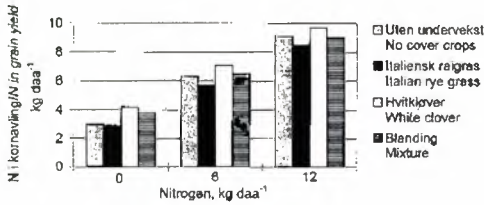


Fig. 3. Opptatt nitrogen i kornavling ved bruk av ulike undervekster og ved tre nitrogenmengder (middel for 89, 90 og 95)

Fig. 3. Nitrogen uptake in the grain yield after different cover crops and three levels of nitrogen fertilization (mean for the years 1989, 90 and 95)

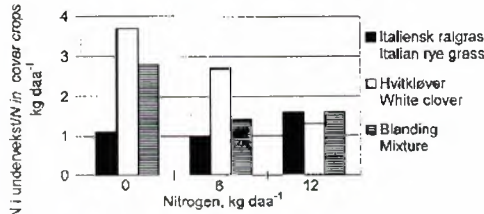


Fig. 4. Opptatt nitrogen i undervekst ved tre nitrogenmengder (middel for 1989 og 90)

Fig. 4. Nitrogen uptake in cover crops at three levels of nitrogen fertilization (mean for the years 1989 and 90)

ble redusert med økt gjødsling og var 1,3 kg daa⁻¹ ved 12 kg N. For raigras førte derimot økt mengde nitrogengjødsling til økt N-opptak. Blanding av raigras og hvitkløver kom i en mellomstilling når det gjelder N-opptaket.

Nitrogen i jord

I de to årene en målte virkningen av pløyetidspunkt på N-min i jorda om høsten, var det tendens til noe høyere N-min verdier uten undervekst og med hvitkløver som undervekst ved vårpløying enn ved høstpløying. Virkningen av pløyetidspunkt var likevel ikke signifikant.

Raigras reduserte innholdet av N-min i jorda om høsten både i 1989 og 90 (fig. 5). Denne reduksjonen var ca 1,2 kg ved 12 kg N. Hvitkløver økte mengden mineralisert N med 0,6 kg ved 12 kg N. Uten

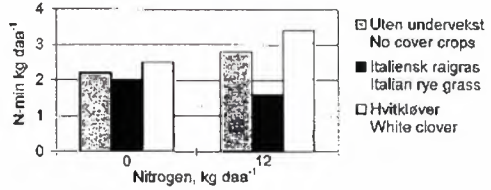


Fig. 5. N-min i jordsjiktet 0-40 cm i middel for høsten 89 og 90 ved bruk av ulike undervekster og ved to nitrogenmengder

Fig. 5. N-min in the soil horizon 0-40 cm in autumn 1989 and 90 after different cover crops and two levels of nitrogen fertilization

N-tilførsel var forskjellene mellom undervekstene små.

I 1994 og 95 reduserte alle undervekst-behandlingene innholdet av N-min i jorda kort tid etter høsting der det ikke var tilført N (fig. 6). I gjennomsnitt for de to årene var reduksjonen størst med hvitkløver (2,9 kg daa⁻¹). Blanding ga en reduksjon på 2,1 kg og raigras en reduksjon på 1,7 kg.

Figur 7 viser at det var små forskjeller i N-min mengden både mellom gjødslingsnivåer og mellom undervekster seint på høsten. Bare i 1994 kom det fram en viss forskjell mellom undervekst-behandlingene. I gjennomsnitt for de tre gjødslingsnivåene ga hvitkløver en liten økning, mens raigras reduserte N-innholdet med 0,6 kg daa⁻¹.

I 1994 økte mengden N-min i jorda i løpet av høsten i alle ledd, og mest med hvitkløver og med blanding som undervekster. I 1995 holdt N-innholdet seg nokså stabilt utover høsten. Det kan skyldes mindre utvasking eller større mineralisering.

Diskusjon

Både gjødslingsnivå og undervekst-behandling hadde stor virkning på korn-

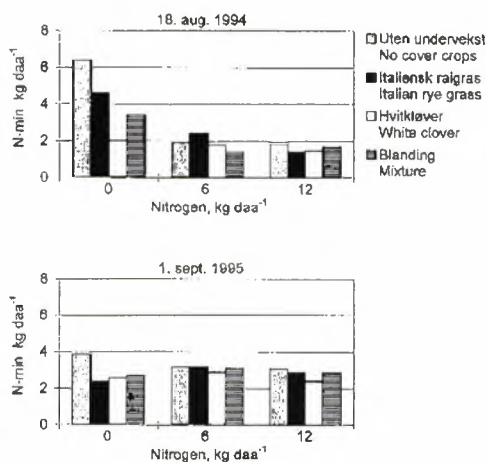


Fig. 6. N-min i jordsjiktet 0-40 cm rett etter høsting i 1994 og 95 ved bruk av ulike undervekster og ved tre nitrogenmengder
 Fig. 6. N-min in the soil horizon 0-40 cm after harvesting in 1994 and 95 with different cover crops and three levels of nitrogen fertilization

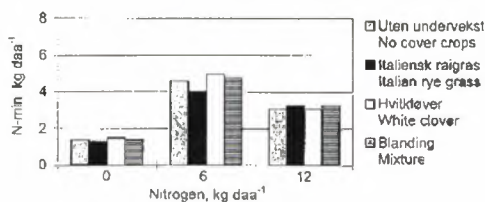


Fig. 7. N-min i jordsjiktet 0-40 cm i middel for oktober 1993, 94 og 95 ved bruk av ulike undervekster og ved tre nitrogenmengder
 Fig. 7. N-min in the soil horizon 0-40 cm in October after different cover crops and three levels of nitrogen fertilization (mean for the years 1993,94 and 95)

avlingen. Undervekstbehandlingene ga størst utslag uten N-gjødsling og minst ved 12 kg N. Raigras reduserte kornavlingen på alle gjødslingsnivå sammenlignet med korn uten undervekst, men reduksjonen var størst uten nitrogentilførsel og avtok ved økt gjødsling. Hvitkløver derimot hadde en positiv effekt på nitrogentilførselen og ga økt kornavling, spesielt ved lave gjødslingsnivå. Bruk av blanding av hvitkløver og raigras som

undervekst, førte også til meravling. Børresen (1994) og Känkänen (1994) fant tilsvarende virkning av raigras og hvitkløver på kornavlingen.

Det er tydelig at raigras har tendens til å konkurrere med hovedveksten om nitrogenreservene i jorda og at det nitrogenet som hvitkløver tilfører ved fiksering også kommer til nytte for hovedveksten. Bruk av seine eller halvseine sorter av raigras reduserer konkurransen mellom raigras og hovedvekst (Møller Hansen et al. 1994). Lav såmengde gir mindre plantetetthet hos underveksten og reduserer også risikoen for avlingstap hos hovedveksten (Bergkvist et al. 1994).

Forsøket har vist at langvarig bruk av hvitkløver og blanding av hvitkløver og raigras har positiv virkning på kornavlingen. Selv om raigras reduserte kornavlingen de første forsøksårene, førte flerårig bruk av raigras til høyere kornavling enn uten isåing av undervekst. Det er sannsynlig at frigjøring av næringsstoffer fra planterestene etter raigras etter hvert blir større enn binding ved nedbryting av friskt raigras. Dette har en positiv effekt på næringstilførselen til hovedveksten. Fastliggende forsøk på sandjord i Danmark viste at flerårig dyrking av alm. raigras som undervekst ga merutbytte i vårbygg (Møller Hansen 1995).

I et forsøk med italiensk og alm. raigras påviste Andersen & Olsen (1992) at kornstørrelsen var lite påvirket av undervektene. I forsøket på Apelsvoll ga alle undervekstbehandlingene noe høyere kornstørrelse enn ledd uten undervekst når det ikke ble gjødslet med nitrogen. Gjødslingsnivået om våren hadde større betydning på 1000-kornvekt enn undervektene. Også legdeprosenten hos kornet varierte lite mellom undervekstbehandlingene, og det ble kun registrert noe legde ved høyeste tilførte nitrogenmengde. Legden er oftest årsavhengig og

påvirket først og fremst av nedbørsmengden og den generelle tilveksten hos kornet (Linden et al. 1993).

Økt gjødsling førte både til økt kornavling og til økt nitrogen- opptak i kornet. Uten gjødsling og uten undervekst inneholdt kornet 3,0 kg N daa⁻¹. Ved 12 kg N var inneholdet i kornet 9,1 kg N daa⁻¹, hvilket er noe mindre enn det som ble tilført i gjødsla. Bruk av hvitkløver som undervekst økte opptaket av nitrogen i kornet ved alle gjødslingsnivåer. Tilsvarende positiv effekt på N-opptaket ble også funnet i svenske forsøk, hvor rød-kløver ga like stor eller større N-opptak i kornet enn korn i renbestand (Lindén et al. 1993). Raigras derimot reduserte N-opptaket i kornet i forsøket på Apelsvoll, noe som også Andersen & Olsen (1992) registrerte i sitt forsøk. Blanding av raigras og hvitkløver hadde også bedre effekt på N-opptaket i kornet enn raigras alene.

Planteanalysene for undervekst-avlingen viste også den evnen raigras har til å konkurrere med hovedveksten om nitrogen ved store N-mengder (Känkänen 1994). Ved økt gjødsling økte N-opptaket i raigras, mens det motsatte var tilfelle med hvit-kløver.

Undervektene påvirket også innholdet av mineralisert nitrogen i jorda, men denne virkningen varierte fra år til år. Fangvekstenes evne til å ta opp nitrogen er avhengig bl.a. av værforhold, etablering og vekstvilkår generelt (Lindén 1993). I enkelte år senket både raigras og hvitkløver mengden av nitrat- og ammoniumnitrogen i jorda i forhold til ingen underkultur i målinger tatt rett etter høsting av kornet. Denne reduksjonen varierte fra 1,5 til 4,4 kg N daa⁻¹ der det ikke var tilført nitrogen i gjødsling. N-gjødsling med 12 kg N ga ubetydelig økning i restmengden av N i jorda om høsten, trolig pga. effektiv utnyttelse av nitrogen i

kornbestanden.

Målinger tatt sent på høsten (i oktober) viste at det var små forskjeller i innholdet av mineralsk nitrogen i jorda både med og uten bruk av undervekster. Hvitkløver ga en liten økning i nitrogenreservene, noe som også Känkänen (1994) registrerte i sitt forsøk. Raigras derimot har i flere forsøk vist seg å være mer effektiv til å redusere risikoen for N-utvasking om høsten (Lindén 1993, Lyngstad & Breland 1994, Känkänen 1994). Målingene i ledd uten nitrogengjødsling fra forsommeren 1990 tydet likevel ikke på at det var vasket ut mer mineralsk nitrogen fra leddet med hvitkløver enn fra andre ledd (Børresen & Eltun 1993). Solberg (1995) har også påvist at kløver som underkultur reduserer risikoen for utvasking, men ved å blande inn raigras blir risikoen ytterligere redusert.

Konklusjon

Undersøkelsen viste at raigras har tendens til å konkurrere med kornet om N-reservene i jorda. Raigras som undervekst ga redusert kornavling de første årene det ble brukt. Reduksjonen var størst ved liten nitrogentilførsel. Den økende frigjøringen av næringsstoffer fra planterestene fører likevel til at flerårig bruk av raigras har positiv virkning på kornavling.

Hvitkløver brukt som undervekst ga økt kornavling og økt N-opptak i kornet sammenlignet med ingen undervekst. Den positive effekten som hvitkløver har i N-tilførselen kom særlig fram ved lav N-gjødsling.

Bruk av undervekster reduserte jordas innhold av mineralisert nitrogen om høsten, men denne virkningen var avhengig av blant annet værforhold. Raigras sammenlignet med hvitkløver og ingen undervekst var mest effektiv til å redusere inn-

hold av nitrogen i jorda og dermed også N-utvasking.

Ved å bruke blanding av raigras og hvitkløver som undervekst kan en kombinere den positive effekten som hvitkløver har i N-tilførsel samtidig som bruk av raigras hindrer tapet av nitrogen fra jorda om høsten.

Sammendrag

Bruk av undervekster hadde stor innvirkning på kornavlingene. Hvitkløver som undervekst ga økt avling særlig ved liten nitrogentilførsel. Raigras reduserte kornavlingen i alle gjødslingsnivåer, men reduksjonen var størst uten nitrogentilførsel og minket ved økt gjødsling. Det er tydelig at raigras konkurrerer om nitrogenreservene i jorda med kornet, mens hvitkløver har positiv effekt på nitrogentilførselen. Men etter 3-4 år med raigras som undervekst har også denne underveksten ført til en liten avlingsøkning i forhold til uten bruk av undervekst. Dette skyldes antakelig at frigjøringen av næringstoffer fra planterestene etter hvert blir større enn bindingen ved nedbryting av friskt raigras.

Tidspunkt for pløying har hatt lite effekt på avlingsnivået i dette forsøket.

Undervektene har hatt liten virkning på kornkvaliteten (1000-kornvekt og hektolitervekt). På grunn av økt srå lengde kan hvitkløver føre til at kornet blir mer utsatt for legde, men i dette forsøket ble det ikke påvist forskjeller i legde mellom bruk av hvitkløver og ingen undervekst.

Bruk av raigras som undervekst har redusert N-innholdet og N-opptaket i kornet. Hvitkløver har ikke ført til reduksjon i N-innholdet sammenlignet med ingen undervekst. Opptak av nitrogen i kornavlingen pr. daa har økt med hvitkløver

som undervekst.

Undervektene har også påvirket innholdet av N-min i jorda, men virkningen har variert fra år til år. Både raigras og hvitkløver har ført til reduksjon av N-min mengden i jorda etter høsting, raigras mest de første forsøksårene og hvitkløver de siste årene. Målingene viste også at det er små forskjeller i N-min innholdet seint på høsten enten det er brukt undervekster eller ikke. Hvitkløver har gitt en liten økning i nitrogenreservene sent på høsten. Selv om hvitkløver tilfører jorda en del plantetilgjengelig nitrogen, ser det ut til at mye av dette nitrogenet blir tatt opp i kornavlingen og av underveksten selv. Det er derfor vanskelig å konkludere om bruk av hvitkløver ville ført til økt nitrogenutvasking sammenlignet med raigras.

Litteratur

Andersen, A. & C. C. Olsen 1992. Rajgras som efterafgrøde i vårbyg. Grøn Viden nr. 111. 6 s.

Bergkvist, G., L. Ohlander & N. Nilsdottir-Linde 1994. Undersown catch crop in cereals - establishment methods and their effect on cereal yield and catch crop growth. Pg. 33-42 in B. Lindén (ed.), Proceedings of NJF seminar no. 245. «The Use of Catch or Cover Crops to Reduce Leaching and Erosion» in Knivsta, Sweden, 3-4 October 1994. NJF-utredning/rapport nr. 99.

Børressen, T. & R. Eltun 1993. Virkning på jord og avling av undervekster i korn i feltforsøk på Apelsvoll og Staur. Norsk landbruksforskning, Supplement No. 16: 94-110.

Børressen, T. 1994. Ryegrass and white clover undersown in small grains at three nitrogen levels and four tillage treatments: Effects on grain and undercrop yields. Pg. 25-32 in B. Lindén (ed.), Proceedings of NJF seminar no. 245. «The Use of Catch or Cover Crops to Reduce Leaching and Erosion» in Knivsta, Sweden, 3-4 October 1994. NJF-utredning/rapport nr. 99.

KanKanen, H. 1994. The effect of undersown clover and grass on the nitrogen leaching risk during autumn and winter. Pg. 79-86 in B. Lindén (ed.), Proceedings of NJF seminar no. 245. «The Use of Catch or Cover Crops to Reduce Leaching and Erosion» in Knivsta, Sweden, 3-4 October 1994. NJF-utredning/rapport nr. 99.

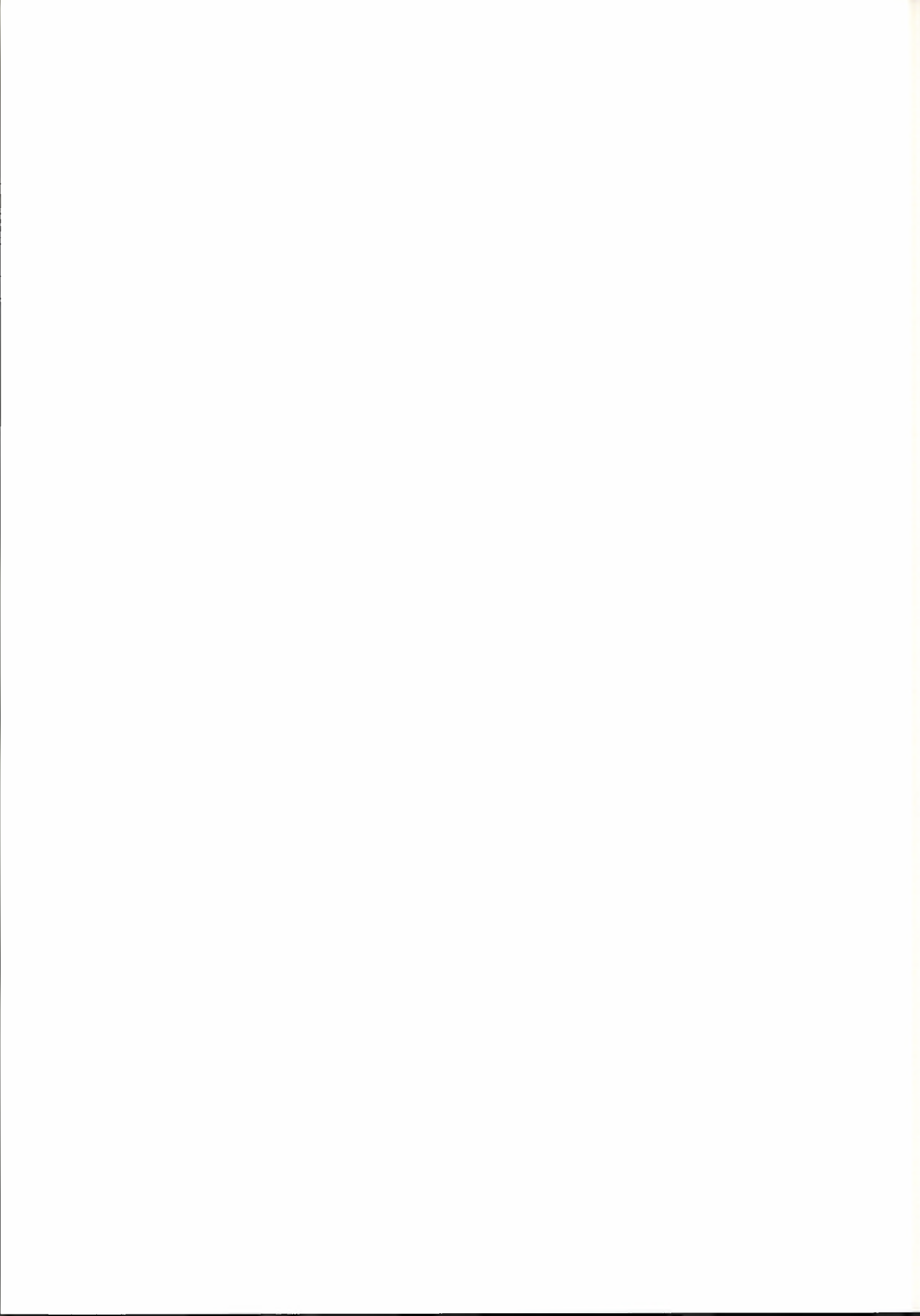
Linden, B., H. Aronsson, A. Gustavson & G. Torstensson 1993. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva-studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingssystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. Ekohydrologi nr. 33. Avdelning för vattenvårdslära, Sveriges lantbruks-universitet, Uppsala. 37 s.

Lyngstad, I. & T. A. Breland 1994. Ryegrass and white clover undersown in small grains at three N levels and four tillage treatments: Effect on soil mineral nitrogen. Pg. 87-92 in B. Lindén (ed.), Proceedings of NJF seminar no. 245. «The Use of Catch or Cover Crops to Reduce Leaching and Erosion» in Knivsta, Sweden, 3-4 October 1994. NJF-utredning/rapport nr. 99.

Møller Hansen, E., J. Djurhuus & S. E. Simmelsgaard 1992. Alm. rajgras som efterafgrøde i vårbyg. Grøn Viden nr. 157. 6 s.

Møller Hansen, E., J. Djurhuus & S. E. Simmelsgaard 1994. Effect of catch crop on nitrate leaching. An outline of some field experiments performed by the Danish Institute of Plant and Soil Science. Pg. 67-78 in B. Lindén (ed.), Proceedings of NJF seminar no. 245. «The Use of Catch or Cover Crops to Reduce Leaching and Erosion» in Knivsta, Sweden, 3-4 October 1994. NJF-utredning/rapport nr. 99.

Solberg, S. 1995. Nitrogenfrigjøring og ettervirkning ved bruk av grønngjødsel på utvalgte jordtyper på Østlandet. Norsk landbruksforskning V. 9, (3-4): 117-132.



Etablering av frøeng av bladfaks (*Bromus inermis*) i renbestand og med bygg som dekkvekst:

Virkning av såmengder av bygg og bladfaks

*Establishment of smooth brome grass (*Bromus inermis*) for seed production in pure stand and with a barley cover crop: Effect of seeding rates of barley and smooth brome grass*

GUNVALD HENNING JONASSEN

Norsk Institutt for planteforskning, Apelsvoll forskningscenter, avd. Landvik, Grimstad, Norge

The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Division Landvik, Grimstad, Norway

Jonassen, G. H. 1996. Establishment of smooth brome grass (*Bromus inermis*) for seed production in pure stand and with a barley cover crop: Effect of seeding rates of barley and smooth brome grass Norsk landbruksforskning 10: 221-228. ISSN 0801-5333.

Four seeding rates (5, 15, 25 and 35 kg per hectare) of smooth brome grass (*Bromus inermis* Leyss.) cv. Løfar were combined with three seeding rates (0, 120 and 200 kg per hectare) of a spring barley (cv. Pemilla) cover crop in seed production trials established in 1984, 1985, 1986 and 1987 at Apelsvoll Research Centre, division Landvik, in SE Norway (58°N). While all trials were harvested in the seeding year and the first year of ley, three trials were harvested in the second and only two trials and third year of ley. Cover crop seeding rate had no significant influence on barley yield, which averaged 4440 and 4610 for seeding rates of 120 and 200 kg per hectare, respectively. The use of cover crop strongly reduced seed yield in the first year of ley; from an average of 320 kg per hectare when sown in pure stand to 120 and 80 kg per hectare when undersown in barley at rates of 120 and 200 kg per hectare, respectively. Panicle number in the first year of ley dropped similarly. While the main effect of smooth brome grass seeding rate on seed yield was not significant, a significant interaction indicated that the yield reducing effect of a barley cover crop in the first year of ley was more pronounced when smooth brome grass had been sown at low than at high seeding rate. None of the treatments had any effect neither on seed yield in the second or third year of ley, nor on thousand seed weight or germination in any year.

Key words: *Bromus inermis*, barley cover crop, seed production, seeding rate, smooth brome grass.

Gunvald Henning Jonassen, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, division Landvik, N-4890 Grimstad, Norway

Ulike grasarter reagerer med større eller mindre avlingsreduksjon når frøenga blir sådd i dekkvekst, sammenliknet med såing uten dekkvekst (Jonassen 1976, 1993, 1994b, Jonassen & Hillestad 1990, Torskenæs 1980). Jonassen & Torskenæs (1994a) viste at bladfaks reagerer negativt når denne arten blir etablert i dekkvekst sådd med såmengder som normalt brukes i korndyrking. Denne meldingen viser hvordan bladfaksfrøeng reagerer på redusert såmengde av bygg som dekkvekst i kombinasjon med ulike såmengder av bladfaks.

Materiale og metoder

Undersøkelsen omfatter fire forsøk med Løfar bladfaks. Som dekkvekst ble brukt Pernilla toradsbygg. Forsøkene ble utført ved Apelsvoll forskingssenter, avd Landvik og anlagt i årene 1984 til 1987. Forsøksplanen var split-plot med såmengder av dekkvekst på storruiter og såmengder av bladfaks på småruiter. Det var fire gjentak.

Det ble prøvd gjenlegg i renbestand og med 12 og 20 kg bygg per dekar, kombinert med 0,5, 1,5, 2,5 og 3,5 kg bladfaks per dekar. Spireprosenten i bladfaksfrøet varierte fra 80 til 87%. Ved gjenlegg ble det gjødslet med 8 kg N per dekar i fullgjødsel (NPK) 16-7-12. Radavstanden for dekkveksten var 11 cm, og bladfaksen ble sådd med 15 cm radavstand.

Både i gjenleggsåret og i engårene ble det gjødslet med 3 kg N i kalksalpeter i begynnelsen av september. Vårgjødslingen i engårene utgjorde 6 kg N per dekar i fullgjødsel.

Både bygg og bladfaks ble høstet med skurtresker i løpet av august. Byggavlingen og frøavlingen i første engår ble bestemt i alle forsøk. Frøavlingen i andre og tredje engår ble bestemt i henholdsvis tre og to av de fire forsøkene.

Resultater

Byggavling i gjenleggsåret

Ulike såmengder av bygg hadde ikke signifikant virkning på byggavlingen i noen av forsøkene. I middel for fire felt var avlingene henholdsvis 444 og 461 kg per daa ved såmengdene 12 og 20 kg per dekar.

Frøavling

Såing i dekkvekst reduserte frøavlingen betydelig (tabell 1). I middel for såmengdene av bladfaks førte gjenlegg i bygg sådd med 12 og 20 kg bygg per dekar til en avlingsreduksjon på henholdsvis 63 og 75 % sammenliknet med såing av blad-

Tabell 1. Virkning av ulike såmengder av bygg som dekkvekst og ulike såmengder av bladfaks på frøavlingen i første engår. Middel av fire forsøk. Kg rent frø per dekar med 14% vann

Table 1. The effect of seeding rate of cover crop (spring barley) and smooth brome grass on seed yield (kg/0.1 ha, with 14% water and 100% purity) in the first year of ley. Mean of four trials.

Såmengder av bladfaks, kg/daa <i>Seeding rate of cover crop, kg/0.1 ha</i>	Såmengde av dekkvekst, kg/daa <i>Seeding rate of smooth brome grass, kg/0.1 ha</i>				
	0	12	20	Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
0,5	34	10	5	17	
1,5	33	14	9	18	
2,5	32	10	8	17	
3,5	28	13	10	17	
Middel <i>Mean</i>	32	12	8		1,7
LSD 5%				ns	
LSD 5%				ns	

LSD 5% for samspill / LSD 5% for interaction: $P < 0.001$

Tabell 2. Virkning av ulike såmengder av bygg som dekkvekst og ulike såmengder av bladfaks på antall frøstengler per m² i første engår. Middel av fire forsøk.

Table 2. The effect of seeding rate of cover crop (spring barley) and smooth brome grass on the number of panicles per m² in the first year of ley. Mean of four trials.

Såmengder av bladfaks, kg/daa <i>Seeding rate of cover crop, kg/0.1 ha</i>	Såmengde av dekkvekst, kg/daa <i>Seeding rate of smooth brome grass, kg/0.1 ha</i>				
	0	12	20	Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
0,5	304	71	57	144	
1,5	318	108	77	168	
2,5	289	103	76	156	
3,5	306	123	67	165	
Middel <i>Mean</i>	304	101	69		12,8
LSD 5%				ns	
LSD 5%				ns	

Samspill / *interaction* : ns / ns

Tabell 3. Virkning av ulike såmengder av bygg som dekkvekst og ulike såmengder av bladfaks på frøavlingen i andre engår. Kg rent frø per dekar, 14% vann. Middel av tre forsøk.

Table 3. The effect of seeding rate of cover crop (barley) and seeding rate of smooth brome grass on seed yield (kg/0.1ha, with 14% water and 100% purity) in the second year of ley. Mean of three trials.

Såmengder av bladfaks, kg/daa <i>Seeding rate of cover crop, kg/0.1 ha</i>	Såmengde av dekkvekst, kg/daa <i>Seeding rate of smooth brome grass, kg/0.1 ha</i>				
	0	12	20	Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
0,5	35	27	30	31	
1,5	38	32	31	34	
2,5	43	34	33	37	
3,5	38	29	33	34	
Middel <i>Mean</i>	39	31	32		ns
LSD 5%					ns
LSD 5%					ns

Samspill / *Interaction*: ns / ns

Tabell 4. Virkning av ulike såmengder av bygg som dekkvekst og ulike såmengder av bladfaks på frøavlingen i tredje engår. Kg rent frø per dekar, 14% vann. Middel av to forsøk.

Table 4. The effect of seeding rate of cover crop (spring barley) and smooth brome grass on seed yield (kg/0.1 ha, with 14% water and 100% purity) in the third year of ley. Mean of two trials.

Såmengder av bladfaks, kg/daa / Seeding rate of cover crop, kg/0.1 ha	Såmengde av dekkvekst, kg/daa Seeding rate of smooth brome grass, kg/0.1 ha				
	0	12	20	Middel Mean	LSD 5% LSD 5%
0,5	46	44	46	45	
1,5	57	37	44	46	
2,5	52	48	46	49	
3,5	41	32	51	42	
Middel Mean	49	40	47		ns ns
LSD 5%					ns
LSD 5%					ns

Samspill / Interaction: ns / ns

faks uten dekkvekst. Hovedeffekten av såmengde av bladfaks var ikke signifikant. Derimot var det signifikant samspill mellom de to faktorene, slik at avlingsreduksjonen ved såing i dekkvekst var større ved liten enn ved stor såmengde av bladfaks. Stor såmengde av bladfaks kunne likevel langt fra kompensere for den negative effekten av dekkvekst. Ved såing uten dekkvekst avtok frøavlingen med økende såmengde av bladfaks.

I andre og tredje engår var det ingen signifikante forskjeller i frøavling mellom ulike ledd (tabellene 2 og 3). I andre engår av det likevel en tendens til større frøavling på ruter som var sådd uten enn på ruter som var sådd med dekkvekst.

Antall frøbærende skudd

Gjenlegg i dekkvekst reduserte antall frøbærende skudd kraftig året etter såing, og reduksjonen var større ved største såmengde av dekkveksten enn ved såing med 12 kg per dekar (tabell 4). Verken hovedeffekten av såmengde av bladfaks

eller samspillet mellom de to faktorene var signifikant.

Virkingen av forsøksfaktorene på antall frøstengler i andre og tredje engår var ikke signifikant (data ikke vist i tabell).

Frøkvalitet

Ikke i noe forsøk ble det påvist signifikante forskjeller i tusenfrøvekt eller spireevne. I middel for alle behandlinger var tusenfrøvekten 3,55 g og spireevnen 73%.

Diskusjon

Flere forsøk har vist at byggplanter har stor evne til å buske seg og kompenserer derved for små såmengder med sterkere busking (Bengtsson & Ohlson 1966, Høymark 1975, Jonassen 1993, 1994b). I undersøkelsen som er omtalt her var det liten forskjell i kornavling enten frøenga var sådd med 12 eller 20 kg bygg per dekar. Liten såmengde av bygg fører imidlertid til mer åpen gjenleggsåker i første

del av vekstperioden, og dette er gunstig ved gjenlegg av frøeng.

En rekke undersøkelser har vist at såing av frøeng i dekkvekst reduserer frøavlingen i første engår, og at den negative virkningen avtar med avtakende såmengder av dekkveksten (Jonassen 1976, 1993, 1994b, Nordestgaard 1984, Thøgersen 1974). Avlingsreduksjonen i første engår varierer mellom ulike grasarter (Jonassen & Hillestad 1990). I middel for fire forsøk på Østlandet fant Jonassen & Torskenæs (1994a) at gjenlegg av bladfaks i bygg, sådd med 15 kg per dekar, reduserte første års frøavling med 50-55% sammenliknet med gjenlegg i renbestand. Det var imidlertid store årsvariasjoner, og i to av de fire feltene var det nærmest ingen avlingsreduksjon ved bruk av dekkvekst. Dette ble forklart med tidlig høsting av dekkveksten og gode vekstforhold utover høsten. Avgjørende i denne sammenheng er faktorer som lysintensitet, temperatur og næringstilgang (Langer 1959, 1972; Ryle 1961, Myhr & Sæbø 1969, Oskarsen 1985). De fleste grasarter bør helst nå 4-5 bladstadiet om høsten for å bli frøbærende året etter (Langer & Lambert 1959, Odgaard 1970, Andersen 1973, Lampeter 1966, Schöberlein 1966).

Uansett såmengde av bygg eller bladfaks ble første års frøavling i disse forsøkene kraftig redusert ved såing i dekkvekst. Avlingsreduksjonen var imidlertid mindre ved stor enn ved liten såmengde av bladfaksen. Dette har sammenheng med den hierarkiske oppbygginga av en grasplante ved at det først dannes hovedskudd og deretter sideskudd av første, andre, tredje (osv.) orden (Barnard 1964, Booth 1964). Bruk av dekkvekst vil i stor grad hemme buskinga av grasen i gjen-

leggsåret, og frøavlingen i første engår blir da stort sett avhengig av antallet hovedskudd. Ved såing i renbestand er sideskuddene viktigere for frøavlingen, og det er da neppe tvil om at frøavlingen av bladfaks avtar med såmengder ut over 1,0 kg per dekar, slik også tidligere forsøk har vist (Jonassen & Torskenæs 1994b).

Såvidt vi kjenner til, er det tidligere bare publisert en melding der den kombinerte virkningen av ulike såmengder av gras og dekkvekst er undersøkt ved gjenlegg av frøeng. I et newzealandsk forsøk med gjenlegg av standsvingel (*Festuca arundinacea*) i bygg fant Hare & de Ruiter (1993) at dobling av såmengden av standsvingel fra 0.75 til 1.5 kg per dekar, i middel for fire såmengder av bygg, førte til 55% flere grasskudd ved høsting av dekkveksten. Det var likevel ikke signifikant samspill mellom såmengde av bygg og såmengde av standsvingel med hensyn frøavlinga i første engår, noe som trolig skyldes at veksttida etter høsting av dekkveksten er mye lenger på New Zealand enn i Norge.

De generelt lave frøavlingene av bladfaks i de foreliggende forsøk må ses i sammenheng med at de var utført på midten av 1980-tallet, det vil si før vi fikk særlig kjennskap til optimal frøavlsteknikk for denne arten. Forsøk utført de siste 10 årene har vist at forhold som dekkvekst og såtid (Jonassen & Torskenæs 1994a), såmengde og radavstand (Jonassen & Torskenæs 1994b, Torskenæs & Jonassen 1994), gjødsling (Jonassen & Torskenæs 1996), vekstregulering (Skuterud 1995, Aamlid et al. 1995), høstbehandling (Jonassen 1994a) og høstetid (Jonassen 1996) alle er viktige for godt resultat ved frøavl av bladfaks.

Sammendrag

Virkning av ulike såmengder (0, 12 og 20 kg per dekar) av bygg som dekkvekst til Løfar bladfaks og ulike såmengder av bladfaks (0,5, 1,5, 2,5 og 3,5 kg per dekar) ble undersøkt i fire forsøk anlagt i årene 1984 til 1987 ved Apelsvoll forskningssenter avd. Landvik.

Byggavlingen i gjenleggsåret var ikke signifikant påvirket av såmengden av bygg. Sammenliknet med såing i renbestand ga såing i dekkvekst 63-77% reduksjon i frøavling og antall frøbærende skudd i første engår, mest ved største såmengde av bygg. Hovedeffekten av såmengde av bladfaks var ikke signifikant i noen av årene, men i første engår var det samspill mellom behandlingene, slik at den negative virkningen av dekkveksten var mindre med store enn med små såmengder av bladfaks. Den negative virkningen av dekkveksten var opphevet i andre og tredje engår.

Etterord

Takk til Gunnhild Hommen og Peter Stanton for forsøkteknisk arbeid og til Trygve S. Aamlid for kritisk gjennomgang av dette manuskriptet.

Litteratur

Aamlid, T.S., R. Skuterud, O.M. Heide & E. Torskenæs 1995. Autumn application of chlormequat chloride (CCC) in seed production of *Bromus inermis*. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 9: 271-279.

Andersen, S. 1973. Frøsetning i græsser. Tidsskrift for Frøavl 61: 104-110.

Barnard, C. 1964. Grasses and Grasslands. Macmillan, London. 269 s.

Bengtsson, A. & I. Ohlsson 1966. Utsædesmøgdsforsøk med vårsad. Lantbruks-høgskolans meddelanden. Serie A. Nr. 43. 34 s.

Booth, E. 1964. Agrostology. Edwards Brothers, Michigan. 222 s.

Hare, M.D. & J.M. de Ruiter, 1993. Seed production of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) established under a barley (*Hordeum vulgare* L.) cover crop. New Zealand Journal of Agricultural Research 36: 419-428.

Højmark, J. V. 1975. Utsædesmengder af byg kombineret med stigende mængder Kvælstof. Tidsskrift for Planteavl 79: 378-392.

Jonassen, G. H. 1976. Skal vi så frøenga med eller uten dekkvekst?. Norsk Landbruk 95 (9): 13 og 31.

Jonassen G. H. 1993. Såmengder av bygg og hvete som dekkvekst til hundegrasfrøeng. Norsk landbruksforskning 7: 321-330

Jonassen, G. H. 1994a. Høstbehandling av bladfaksfrøeng. I: Jord- og plantekultur 1994 - Forsøksresultater 1993. Planteforsk Apelsvoll forskingssenter. s. 151-156.

Jonassen, G. H. 1994b. Såmengder av bygg og hvete som dekkvekst til engsvingelfrøeng. Norsk landbruksforskning 8: 81-88.

Jonassen, G.H. 1996. Høsting av bladfaksfrøeng. I: Jord- og plantekultur 1996 -

Forsøksresultater 1995. Planteforsk Apelsvoll forskingssenter. s. 149-152.

Jonassen, G. H. & R. Hillestad 1990. Etablering av frøeng uten dekkvekst. I: NJF-seminar nr. 173, Tune Landboskole, Danmark 18.-20. juni 1990, s. 84-93.

Jonassen, G. H. & E. Torskenæs 1994a. Etablering av bladfaks (*Bromus inermis* Leyss.) ved såing med og uten dekkvekst, og ved ulike såtidene uten dekkvekst. Norsk landbruksforskning 9: 51-58.

Jonassen, G.H. & E. Torskenæs, 1994b. Såmengder til frøeng av bladfaks (*Bromus inermis* Leyss.) Norsk landbruksforskning 8: 315-321.

Jonassen, G.H. & E. Torskenæs 1996. Nitrogengjødsling ved frøavl av bladfaks (*Bromus inermis*) Norsk landbruksforskning (In press).

Lampeter, W. 1966. Aktuelle Fragen den Gras-Saatguterzeugung. Feldwirtschaft 7: 582-584.

Langer, R. H. M. 1959. Growth and nutrition of timothy (*Phleum pratense* L.). IV: The effect of nitrogen, phosphorus and potassium supply on growth during the first year. Ann. appl. Biol. 47: 211-221.

Langer, R. H. M. 1972. How Grasses Grow. Studies in biology No. 34. Edward Arnold, London. 60 s.

Langer, R. H. M. & D. A. Lambert 1959. Earbearing capacity of tillers arising at different times in herbage grasses grown for seed. Journal of British Grassland Society 14: 137-140.

Myhr, K. & S. Sæbø 1969. Verknaden av skygging på vekst, utvikling og kjemisk

sammensetning hos nokre grasarter. Forskning og forsøk i landbruket 20: 297-316.

Nordestgaard, A. 1984. Utlæg i byg af hundegras, rødsvingel og engsvingel til frøavl. Tidsskrift for Planteavl 83: 15-23.

Odgaard, P. 1970. Fortsatte undersøgelser over skuddannelsen m. m. hos græsser. I: Referat af indlæg ved 4. nordiske seminar vedrørende frøavlsforsøg. Hellerud, Norge 1970. s. 39-57.

Oskarsen, H. 1985. Frøavl av engsvingel (*Festuca pratensis* Huds.) Hovedoppgave, Norges landbrukshøgskole, Institutt for Plantekultur, ÅS-NLH, 120 s.

Ryle, G. J. A. 1961. Effect of light intensity on reproduction in S. 48 Timothy (*Pleum pratense* L.). Nature (191): 196-197.

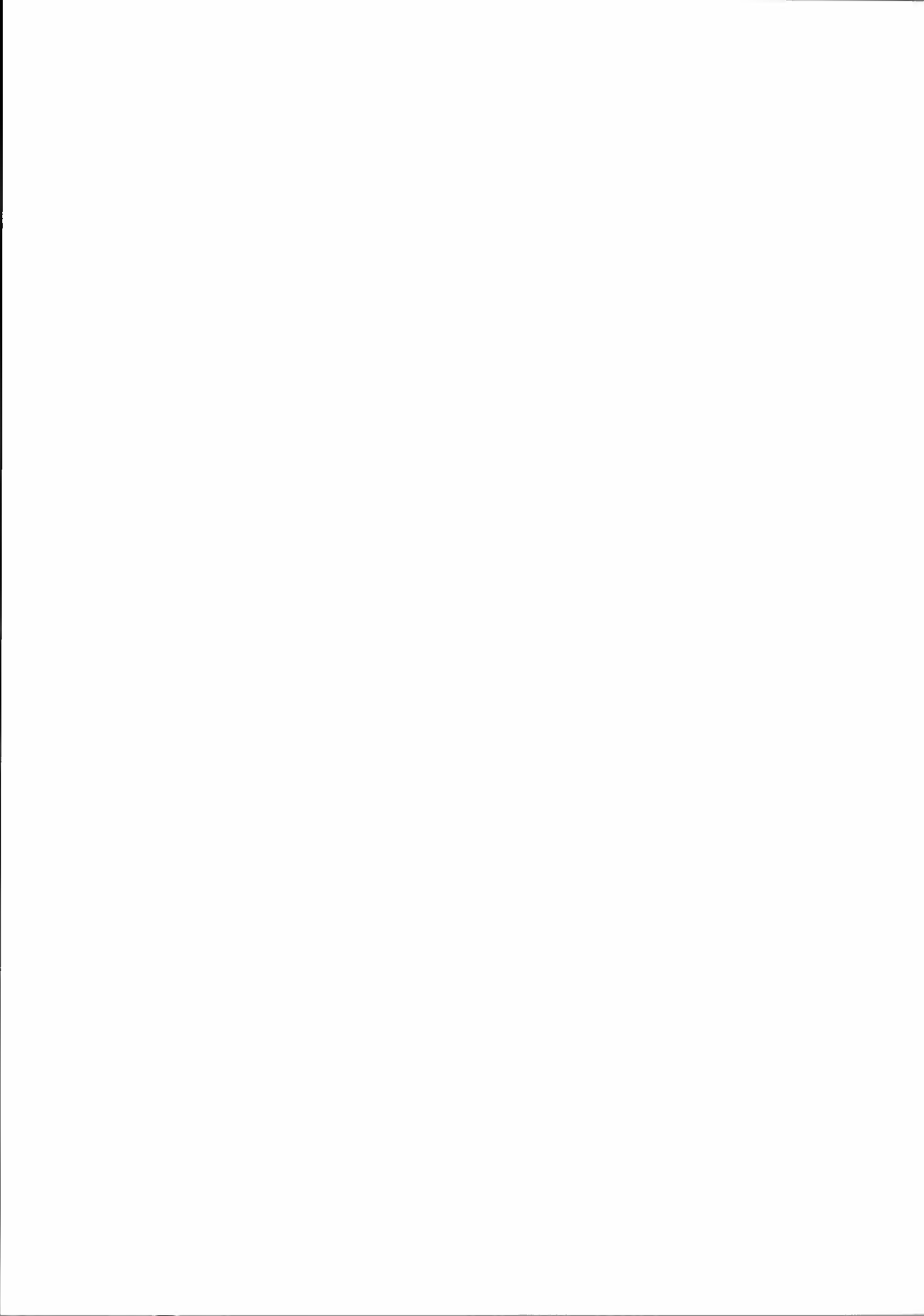
Schöberlein, W. 1966. Untersuchungen über die kausalen Zusammenhänge zwischen vegetativer Sprossentwicklung im Herbst und generativer Triebbildung im Frühjahr bei Grasern. Futterpflanzen-Saatguterzeugung. 4. Grünlandsymposium, Leipzig. Verlag Karl-Marx Universität, Leipzig, s. 105-124.

Skuterud, R. 1995. Vekstregulering av grasfrøeng. I: Jord- og plantekultur 1995. Apelsvoll forskingssenter, s. 140.

Thøgersen, O. 1974. Forsøg med frø - og industriagrøder. Tidsskrift for Frøavl 62: 329-333.

Torskenæs, E. 1980. Gjenlegg og såtid ved grasfrøavl. Norsk Landbruk 99 (9): 26-28

Torskenæs, E. & G.H. Jonassen 1994. Såmengder og radavstander ved frøavl av bladfaks (*Bromus inermis* Leyss.) Norsk landbruksforskning 9: 59-64.



Nitrogengjødsling ved frøavl av bladfaks (*Bromus inermis*)

The effect of nitrogen fertilization on seed production of smooth brome grass (Bromus inermis)

GUNVALD HENNING JONASSEN ¹⁾ & ERIK TORSKENÆS ²⁾

¹⁾ Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingssenter, avd. Landvik, Grimstad, Norge ¹⁾*The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Division Landvik, Grimstad, Norway*

²⁾ Det Kongelige Selskap for Norges Vel, Frøsenderet Hellerud, Skjetten, Norge

²⁾*The Royal Norwegian Society for Rural Development, The Basic Seed Centre, Skjetten, Norway*

Jonassen G.H. & E. Torskenæs. The effect of nitrogen fertilization on seed production of smooth brome grass (*Bromus inermis*) Norsk landbruksforskning 10: 229-242. ISSN 0801-5333.

The effect of increasing amounts of nitrogen fertilizer on seed production of smooth brome grass (*Bromus inermis* Leyss.) cv. Løfar was investigated in field trials conducted in 1987-93 at two locations in South Norway, Hellerud (59° 58') and Landvik (58° 21'). In three trials at Hellerud and two trials at Landvik, the effects of applying 0, 30, or 60 kg N per hectare in autumn, and 0, 30, 60, 90, or 120 kg N per hectare in spring, were compared. In one trial at Landvik, autumn applications of 0, 30, 60 or 90 kg N per hectare were combined with 0, 60, 90, 120, and 150 kg N per hectare in spring. All the trials were sown in spring without cover crop and harvested in three years of ley. As an overall average, 60 kg N per hectare in autumn and 120 kg N per hectare in spring produced the highest seed yield. There was no interaction between nitrogen applied in autumn and nitrogen applied in spring. On average for all harvests at Hellerud, seed yield increased by 12% when the autumn application was increased from 0 to 30 kg N per hectare and with 5% by increasing it from 30 to 60 kg N per hectare. The corresponding seed yield increases at Landvik were 10% and 5%, respectively. However, at both locations, the response to autumn nitrogen was enhanced with increasing age of stand, hence, the increment from 30 to 60 kg N per hectare in the autumn of the sowing year, the first year of ley and the second year of ley produced, in order, seed yield increases in the subsequent year corresponding to 4, 9, and 9% at Hellerud and 0, 5, and 9% at Landvik. The effect of spring application of nitrogen was greater at Landvik than at Hellerud. On average for all harvests at Hellerud, seed yield increased by 2% when the spring application was raised from 60 to 90 kg N per hectare and by 5% when it was raised from 90 to 120 kg N per hectare. The corresponding seed yield increases at Landvik were 9 and 7%. Raising the spring application from 120 to 150 kg N per hectare caused a drop in seed yield in two out of three harvests at Landvik. The response to spring application of nitrogen was not influenced by the age of the stand. Increasing amounts of nitrogen resulted in more lodging, especially when applied in spring. However, there was no consistent relationship between lodging and seed yield. On average for two fields, each with three harvests at Landvik, panicle number per m² increased from 314 to 411 when the nitrogen application was raised from 0 to 60 kg per hectare in autumn and from 349 to 413 per m² when it was raised from 0 to 120 kg per hectare in spring. Fertilizer applied in autumn had no effect on seed yield per panicle or seed number per panicle, but a spring application of 120 kg N per hectare resulted in 235 mg seed per panicle as compared with 189 mg on plots which received no nitrogen in spring. Seed weight and germination were not affected by treatments.

Key words: *Bromus inermis*, lodging, nitrogen fertilization, seed production, seed yield components, smooth brome grass.

Gunvald Henning Jonassen, Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingssenter avd. Landvik, N-4890 Grimstad, Norway

Frøavl av bladfaks (*Bromus inermis* Leyss.) er en relativt ny produksjon her i landet. Kommersiell frøavl av sorten Løfar kom igang i midten av 1980-årene. Vanskeligheter med å få tilfredsstillende frøavling har ført til liten interesse for denne produksjonen. Vanskelighetene skyldes i stor grad for dårlig kjennskap til riktig dyrkingsteknikk. Særlig gjelder dette gjødsling.

Det er av spesiell betydning å få undersøkt hvordan ulik høst- og vårgjødsling med nitrogen påvirker frøavling og andre plantekarakterer. Nedenfor gjengis resultater av slike undersøkelser.

Materiale og metoder

Undersøkelsen omfatter seks forsøk, alle høstet over tre engår. Tre av forsøkene er utført ved Hellerud forsøksgård og tre ved Apelsvoll forskingssenter avd. Landvik. Forsøkene er utført i årene 1986 til 1993. Med unntak av ett forsøk anlagt på Landvik i 1986, hvor det var prøvd 0, 3, 6 og 9 kg N per dekar om høsten og 0, 6, 9, 12 og 15 kg N per dekar om våren, var høst- og vårgjødslingen henholdsvis 0, 3 og 6 kg N per dekar og 0, 3, 6, 9 og 12 kg N per dekar. Nitrogengjødsling ble gitt som kalksalpeter.

Forsøksplanen var i alle forsøk splitplot med tilfeldig fordeling av vårgjødslingen på storruter og høstgjødslingen på småruter. Forsøkene på Landvik hadde fire gjentak, mens forsøkene på Hellerud hadde to gjentak.

På samtlige felt ble 'Løfar' bladfaks

sådd i mai måned uten dekkvekst. Grunn-gjødslingen varierte fra 4 til 8 kg N per dekar i NPK-gjødsel. Såmengden varierte fra 0,5 til 1,0 kg frø per dekar og radavstanden varierte fra 11 til 15 cm.

I tillegg til forsøksgjødslingen ble det i alle forsøk gitt 30 kg PK 7-13 per dekar om våren. Vårgjødslingen ble utført i første halvdel av april på Landvik og i månedsskiftet april- mai på Hellerud. Høstgjødslingen ble utført i første halvdel av september. Feltene på Landvik ble avpusset like før høstgjødsling, mens feltene på Hellerud ikke ble avpusset.

Høstingen ble utført med forsøks-skurtresker, og høstetidene varierte fra 5. august til 2. september, vanligvis 1-2 uker seinere på Hellerud enn på Landvik. Med unntak av 1987 ble feltene på Landvik tresket to ganger med ca. en ukes mellomrom, mens feltene på Hellerud ble tresket bare en gang.

Resultater

Frøavling

Forsøkene på Hellerud

Det var ingen samspill mellom høst- og vårgjødsling, og bare hovedeffektene av stigende mengder nitrogen høst og vår er derfor vist i tabellene 1 og 2.

Bare i ett av tre forsøksfelt virket høstgjødsling i såingsåret positivt på frøavlinga i første engår (tabell 1). Derimot var det, i middel for de tre forsøkene, signifikant avlingsøkning opp til største nitrogenmengde ved gjødsling om høsten både i første og andre engår.

Tabell 1. Virkning av høstgjødsling på frøavlingen i feltene på Hellerud. Middell av ulike nitrogenmengder om våren. Kg rent frø per dekar, 14% vann.

Table 1. The effect of autumn fertilization on seed yield in the trials at Hellerud. Average of different N-amounts in spring. Kilogram pure seed per 0.1 hectare, 14% moisture.

Engår Year	Høstear Harvest year	Kg N/daa om høsten Kg N/0.1 ha in autumn			Middel Mean	LSD 5% LSD 5%
		0	3	6		
1. / 1st	1988	63	68	76	69	8,3
1. / 1st	1990	93	92	95	93	9,5
1. / 1st	1991	83	84	80	82	7,1
Middel Mean		80	81	84	82	5,6
2. / 2nd	1989	37	54	60	50	9,6
2. / 2nd	1991	23	23	27	24	5,4
2. / 2nd	1992	82	89	92	88	3,3
Middel Mean		47	55	60	54	4,2
3. / 3rd	1990	22	38	40	33	6,9
3. / 3rd	1992	33	42	48	41	3,3
3. / 3rd	1993	25	25	24	25	3,5
Middel Mean		26	35	38	33	2,7
Total middel Total mean		51	57	60	56	3,1

I middel for alle årsekt var det signifikant avlingsøkning opp til største N-mengde om våren, men virkningen av nitrogen-gjødslingen var ikke den samme i alle år (tabell 2). I førsteårseng i 1991 og tredjeårseng i 1993 var det en tendens til større frøavlingen på uggjødsla ruter og ved gjødsling med 3 kg N per dekar enn ved større nitrogenmengder.

Forsøkene på Landvik

Resultatene fra forsøkene på Landvik var mer entydige enn på Hellerud, men heller ikke på Landvik var det samspill mellom høst- og vårgjødsling. Hovedeffektene framgår av tabellene 3 og 4.

Med unntak for førsteårseng i 1987 var

det signifikant positiv virkning av høstgjødsling på frøavlingen (tabell 3). Den positive virkningen økte med økende alder av frøenga. I middel for to forsøk hvor største nitrogenmengde var 6 kg per dekar, var det signifikant avlingsøkning opp til største mengde. Det samme var tilfelle i forsøket hvor største mengde var 9 kg N per dekar. Den positive virkningen av høstgjødsling var spesielt stor i andreårseng i 1990 og i tredjeårseng i 1990 og 1991.

Gjødsling om våren virket positivt på frøavlingen i alle årsekt. I middel for de to forsøkene hvor største nitrogenmengde var 12 kg per dekar, var det statistisk sikker økning av frøavlingen opp til største

Tabell 2. Virkning av vårgjødsling på frøavlingen i feltene på Hellerud. Middell av ulike nitrogenmengder om høsten. Kg rent frø per dekar, 14% vann.

Table 2. The effect of spring fertilization on seed yield in the trials at Hellerud. Average of different N-amounts in autumn. Kilogram pure seed per 0.1 hectare, 14 % moisture.

Engår <i>Ley year</i>	Høsteår <i>Harvest year</i>	Kg N/daa om våren <i>Kg /0.1 ha in spring</i>					Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
		0	3	6	9	12		
1. / 1st	1988	58	70	75	64	78	69	8,5
1. / 1st	1990	70	78	86	109	123	93	11,5
1. / 1st	1991	95	95	80	83	58	82	20,5
Middel <i>Mean</i>		74	81	80	86	87	82	16,4
2. / 2nd	1989	30	48	54	57	63	50	1,9
2. / 2nd	1991	20	22	26	25	28	24	3,1
2. / 2nd	1992	81	89	94	90	85	88	16,4
Middel <i>Mean</i>		43	53	58	57	59	54	2,9
3. / 3rd	1990	22	29	38	30	48	33	9,2
3. / 3rd	1992	37	39	41	42	44	33	2,7
3. / 3rd	1993	35	27	19	22	20	25	8,5
Middel <i>Mean</i>		31	32	33	31	38	33	1,7
Total middel <i>Total mean</i>		50	55	57	58	61		2,5

mengde (tabell 6). I førsteårseng i 1987 var det derimot ingen respons for gjødsling med over 6 kg N per dekar, og gjødsling med 15 kg N per dekar førte til avlingsreduksjon i to av tre årfelt.

Prosent legde

Legde av betydning ble bare registrert i førsteårseng i 1991 og tredjeårseng i 1993 på Hellerud (tabellene 5 og 6). I disse årfeltene økte legdeprosenten med økende nitrogenmengde, særlig om våren.

På Landvik førte økende mengde nitrogen gjennomgående til mer legde, både ved høstgjødsling og vårgjødsling (tabel-

lene 7 og 8). Det var imidlertid store årsforskjeller. I ett av forsøkene var det svært lite legde i alle engår, mens det var tildels sterk legde de samme årene i et annet forsøk som var anlagt på kraftigere jord.

Avlingskomponenter

Telling av frøstengler og beregning av avlingskomponenter ble bare foretatt i to forsøk (seks årfelt) på Landvik. Det var ingen samspill mellom høst- og vårgjødsling på antall frøstengler, og tabellene 9 og 10 viser derfor bare hovedeffekter. Mens høstgjødsling i gjenlegg-

Tabell 3. Virkning av nitrogengjødsling om høsten på frøavlingen i feltene på Landvik. Middel av ulike nitrogenmengder om våren. Kg rent frø per dekar, 14% vann.

Table 3. The effect of autumn fertilization on seed yield in the trials at Landvik. Average of different N-amounts in spring. Kilogram pure seed per 0.1 hectare, 14 % moisture.

Engår <i>Ley year</i>	Høsteår <i>Harvest year</i>	Kg N/daa om høsten <i>Kg N/0.1 ha in autumn</i>				Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
		0	3	6	9		
1. / 1st	1987	46	40	39	42	42	5,4
1. / 1st	1988	90	97	93	-	93	5,8
1. / 1st	1989	29	33	39	-	34	7,1
Middel <i>Mean</i>	1988-89	59	65	66	-	63	3,6
2. / 2nd	1988	97	100	103	109	102	5,9
2. / 2nd	1989	79	83	87	-	83	4,9
2. / 2nd	1990	71	84	91	-	82	6,3
Middel <i>Mean</i>	1989-90	75	83	90	-	83	4,4
3. / 3rd	1989	61	58	60	71	63	5,2
3. / 3rd	1990	83	101	112	-	99	4,9
3. / 3rd	1991	52	71	78	-	83	5,2
Middel <i>Mean</i>	1990-91	67	86	95	-	76	4,6
Total middel <i>Total mean</i>	Forsøk med 0, 3 67 og 6 kg N/daa <i>/ Expt. with 0, 3, and 6 kg N/0.1 ha</i>		78	83	3,1		

såret ikke hadde signifikant virkning på antall frøstengler i første engår i noen av feltene, viser middeltallene både for andre og tredje engår sikker økning i antall frøstengler opp til 6 kg N per dekar om høsten (tabell 9).

Vårgjødsling virket positivt på antall frøstengler i andre og særlig tredje engår (tabell 10).

I middel for to forsøk over tre engår økte den kalkulerede frøavlinga per frøstengel fra 189 mg på ruter uten vårgjødsling til 235 mg på ruter som fikk tilført 12 kg N per dekar om våren (data

ikke vist i tabell). Det kalkulerede antall frø per frøstengel økte tilsvarende fra 51 til 66. Høstgjødsling hadde ingen virkning på disse avlingskomponentene.

Frøkvalitet

Verken høst- eller vårgjødsling hadde noen betydning for tusenfrøvekten eller spireevnen. Gjennomsnittlig tusenfrøvekt og spireevne for to forsøk over tre engår på Landvik var henholdsvis 3,73 g og 82%. På Hellerud var tilsvarende tall 3,67 g og 79%.

Tabell 4. Virkning av nitrogengjødsling om våren på frøavlingen i feltene på Landvik. Middel av ulike nitrogenmengder om høsten. Kg rent frø per dekar, 14% vann.

Table 4. The effect of spring fertilization on seed yield in the trials at Landvik. Average of different N-amounts given in the autumn. Kilograms pure seed per 0.1 hectare, 14 % moisture.

Engår <i>Ley year</i>	Høsteår <i>Harvest year</i>	Kg N/daa om våren <i>Kg N/0.1 ha in spring</i>						Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
		0	3	6	9	12	15		
1. / 1st	1987	34	-	44	45	45	37	41	6,5
1. / 1st	1988	73	82	96	104	111	-	93	7,8
1. / 1st	1989	38	26	33	29	41	-	33	21,8
Middel <i>Mean</i>	1988-89	56	54	64	67	76	-	63	9,8
2. / 2nd	1988	74	-	100	113	115	107	102	8,3
2. / 2nd	1989	79	76	84	85	90	-	83	6,5
2. / 2nd	1990	69	66	86	92	100	-	83	7,4
Middel <i>Mean</i>	1989-90	74	71	85	88	95	-	83	3,1
3. / 3rd	1989	39	-	55	72	71	77	63	9,7
3. / 3rd	1990	78	86	101	109	118	-	98	10,2
3. / 3rd	1991	43	55	71	80	87	-	67	9,2
Middel <i>Mean</i>	1990-91	61	70	86	94	102	-	83	6,7
Total middel <i>Total mean</i>	Forsøk med 0, 3, 6, 9 og 12 kg N/daa <i>Expt. with 0, 3, 6, 9, and 12 kg N/0.1 ha</i>	63	65	79	83	91	-	76	4,5

Diskusjon

Mens det i dag er lite frøavl av bladfaks i Vest-Europa, er det forholdsvis stor frøavl av denne arten i det vestlige USA og Canada. I disse kontinentale områdene blir mesteparten av gjødsla tilført om høsten. I forsøk utført i Saschatchewan fant Crowle & Knowles (1962) at gjødsling i midten av september gav større frøavling enn tilførsel av samme mengde nitrogen i midten av august, midten oktober eller midten av april. Tilsvarende fant Klebesadel (1970) at høstgjødsling var viktigere enn vårgjødsling ved frøavl av bladfaks i

Alaska. Optimal høstgjødsling ved frøavl av bladfaks i staten Washington var imidlertid ikke større enn 6,7 kg N per dekar; dette til tross for at det i disse forsøkene overhodet ikke ble tilført nitrogen om våren (Canode 1968). I forsøk med ulik vårgjødsling i staten Kansas oppnådde Anderson (1946) større frøavling av bladfaks med 15,7 enn med 11,2 eller 22,4 kg N per dekar.

Til en viss grad foregår det også frøavl av bladfaks i Øst-Europa. I et ungarsk forsøk fant Ivany (1984) sammenheng mellom nitrogengjødsling og frøavling, med størst frøavling når det ble gitt 16 kg

Tabell 5. Virkning av ulike nitrogenmengder om høsten på % legde i feltene på Hellerud. Middell av ulike nitrogenmengder om våren.

Table 5. The effect of autumn fertilization on percentage of lodging in the trials at Hellerud. Average of different N-amounts in spring.

Engår <i>Ley year</i>	Høstear <i>Harvest year</i>	Kg N/daa om høsten <i>Kg N/0.1 ha in autumn</i>			Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
		0	3	6		
1. / 1st	1988	10	10	7	9	11,1
1. / 1st	1990	0	0	0	0	0
1. / 1st	1991	28	29	38	32	5,1
Middel <i>Mean</i>		13	13	15	14	4,5
2. / 2nd	1989	0	0	0	0	0
2. / 2nd	1991	6	5	5	5	4,5
2. / 2nd	1992	0	0	0	0	0
Middel <i>Mean</i>		2	2	2	2	2,2
3. / 3rd	1990	0	0	0	0	0
3. / 3rd	1992	0	0	0	0	0
3. / 3rd	1993	47	55	72	58	15,7
Middel <i>Mean</i>		16	18	24	19	2,2
Total middel <i>Total mean</i>		10	11	14	12	2,2

N per dekar, enten bare om våren eller 4 kg N om høsten og 12 kg om våren.

Andre ungarske forsøk viste økende frøavling av bladfaks for nitrogenmengder (høst + vår) opp til 18 kg per daa, men frøavlingen gikk ned når total nitrogenmengde ble ytterligere øket. (Janovszky 1983a,b). Det ble anbefalt å gi 1/3 av nitrogengjødsel om høsten og 2/3 deler så tidlig som mulig om våren.

Forsøkene som er omtalt i denne meldinga bekrefter at bladfaks, sammenliknet med andre grasarter, trenger mye nitrogen både om høsten og om våren for å gi stor frøavling. Behovet for høst-

gjødsling i såingsåret, etter vårsåing uten dekkvekst, er imidlertid mindre enn etter frøhøsting i engåra. Sammenliknet med ingen høstgjødsling gav 6 kg N per dekar i forsøkene på Hellerud en gjennomsnittlig avlingsøkning på henholdsvis 5, 28 og 46% i første, andre og tredje engår. Tilsvarende tall for de tre feltene på Landvik var 4, 14 og 28%. Mens bladfaks etter vårsåing uten dekkvekst har god tid på seg til å danne skudd som skal bli frøbærende i første engår, er perioden for skuddanning atskillig kortere etter frøhøsting i engåra. Dette gjelder særlig på steder med sein frøhøsting og kort vekst-

Tabell 6. Virkning av ulike nitrogenmengder om våren på % legde i feltene på Hellerud. Middell av ulike nitrogenmengder om høsten.

Table 6. The effect of spring fertilization on percentage of lodging in the trials at Hellerud. Average of different N-amounts in autumn.

Engår <i>Ley year</i>	Høsteår <i>Harvest year</i>	Kg N/daa om våren <i>Kg N/0.1 ha in spring</i>					Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
		0	3	6	9	12		
1. / 1st	1988	3	3	8	14	19	9	2,2
1. / 1st	1990	0	0	0	0	0	0	0
1. / 1st	1991	1	10	25	42	82	32	6,7
Middel <i>Mean</i>		1	4	11	19	34	14	2,2
2. / 2nd	1989	0	0	0	0	0	0	0
2. / 2nd	1991	5	5	7	5	5	5	6,7
2. / 2nd	1992	0	0	0	0	0	0	0
Middel <i>Mean</i>		2	2	2	2	2	2	2,2
3. / 3rd	1990	0	0	0	0	0	0	0
3. / 3rd	1992	0	0	0	0	0	0	0
3. / 3rd	1993	4	25	67	88	94	58	6,7
Middel <i>Mean</i>		1	8	22	29	31	19	2,2
Total middel <i>Total mean</i>		2	6	12	17	22	12	2,2

tid om høsten, noe som forklarer hvorfor betydningen av høstgjødsling var større i engåra enn i gjenleggsåret og større på Hellerud enn på Landvik. At høstgjødsling er viktigere foran tredje enn foran andre engår samsvarer bra med påstanden om at bladfaks er en grasart som raskt «tømmer» jorda for nitrogen. (Anderson et al. 1946).

Vårgjødsling viste økt frøavling med økende nitrogenmengde opptil 12 kg N per dekar både på Hellerud og Landvik. I ett forsøk på Landvik hvor det ble prøvd opp til 15 kg N per dekar synes denne mengden å være for stor. I middel for tre forsøk over tre engår på Hellerud var det

en avlingsøkning på 3 kg frø per dekar ved å øke nitrogenmengden fra 9 til 12 kg N per dekar. Tilsvarende avlingsøkning i middel for tre felt på Landvik var 6 kg frø per dekar.

Hvis en beregner prisen for nitrogen i fullgjødsel 25-2-6 (kr 8,22 per kg N) og sammenlikner denne med frøprisen for bladfaks for 1995 (kr 34,10 per kg frø), vil en i forsøkene på Hellerud ha igjen kr. 78 per dekar, mens en i forsøkene på Landvik vil ha igjen kr 180 per dekar ved å øke nitrogenmengden fra 9 til 12 kg N per dekar.

På Landvik starter vekstsesongen tidligere enn på Hellerud. Middelttempera-

Tabell 7. Virkning av nitrogengjødsling om høsten på % legde i feltene på Landvik. Middell av ulike nitrogenmengder om våren.

Table 7. The effect of autumn fertilization on percentage of lodging in the trials at Landvik. Average of different N-amounts in spring.

Engår <i>Ley year</i>	Høsteår <i>Harvest year</i>	Kg N/daa om høsten <i>Kg N/0.1 ha in autumn</i>				Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
		0	3	6	9		
1. / 1st	1987	56	43	48	53	50	11,5
1. / 1st	1988	33	51	44	-	43	12,3
1. / 1st	1989	0	0	0	-	0	0
Middel / <i>Mean</i>	1988-89	17	26	22	-	22	8,6
2. / 2nd	1988	70	74	76	78	75	6,5
2. / 2nd	1989	12	22	29	-	21	10,2
2. / 2nd	1990	5	6	8	-	6	4,0
Middel / <i>Mean</i>	1989-90	9	14	19	-	14	8,6
3. / 3rd	1989	25	20	32	22	25	14,3
3. / 3rd	1990	23	45	45	-	38	8,1
3. / 3rd	1991	1	3	6	-	3	2,0
Middel / <i>Mean</i>	1990-91	12	24	26	-	21	4,1
Total middel <i>Total mean</i>	Felt med 0, 3 og 13 6 kg N/daa <i>Expt. with 0, 3 and 6 kg N/0.1 ha</i>	13	21	22	-	19	4,1

turen er 1,8 °C høyere på Landvik enn på Hellerud i april og 1°C høyere i mai. Vårgjødslingen ble utført ca 14 dager tidligere på Landvik enn på Hellerud. I forsøk utført i Michigan, USA, sammenliknet Harrison & Crawford (1941) gjødsling 15. april, 16. mai og 15 juni. I første engår ga nitrogengjødsling i april eller mai større frøavling enn oppnådd på ugjødsla ruter, mens gjødsling i juni ikke førte til signifikant økning i frøavlingen. I andre engår ga gjødsling i april en markert avlingsøkning i forhold til ugjødsla ruter, mens avlingsøkningen av gjødslingen

i mai var mindre, og gjødsling i juni ga svært liten virkning på frøavlingen. Tidligere gjødsling om våren kan trolig forklare hvorfor responsen til vårgjødsling jamt over var større på Landvik enn på Hellerud..

Bladfaks er meget høyvokst og kan bli opptil et par meter høy. Legde og gjennomgroing i slikt gras medfører store problemer under høstingen. Legde kan også gå ut over pollinering og frøutvikling, særlig dersom den opptrer tidlig i vekstsesongen. I likhet med i 1987, 1991 og 1993 var det også i vekstsesongen 1996

Tabell 8. Virkningen av nitrogengjødsling om våren på % legde i feltene på Landvik. Middeler av ulike nitrogenmengder om høsten.

Table 8. The effect of spring fertilization on percentage of lodging in the trials at Landvik. Average of different N-amounts in autumn.

Engår <i>Ley year</i>	Høstear <i>Harvest year</i>	Kg N/daa om våren <i>Kg N/0.1 ha in spring</i>						Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
		0	3	6	9	12	15		
1. / 1st	1987	46	-	53	48	56	46	50	16,3
1. / 1st	1988	25	31	44	55	59	-	43	34,4
1. / 1st	1989	0	0	0	0	0	-	0	0
Middel / <i>Mean</i>	1988-89	13	16	22	28	30		22	17,4
2. / 2nd	1988	43	-	54	94	92	91	75	39,0
2. / 2nd	1989	8	1	18	29	51	-	21	23,0
2. / 2nd	1990	0	0	4	7	22	-	7	20,8
Middel / <i>Mean</i>	1989-90	4	1	11	18	37		14	14,4
3. / 3rd	1989	4	-	9	27	35	48	25	19,5
3. / 3rd	1990	21	25	39	46	59	-	38	20,8
3. / 3rd	1991	0	1	2	5	9	-	3	3,5
Middel / <i>Mean</i>	1990-91	11	13	21	26	34		21	8,6
Total middel <i>Total mean</i>	Felt med 0, 3, 6, 9 og 12 kg N/daa <i>Expt. with 0, 3, 6, 9, and 12 kg N/0.1 ha</i>	9	7	18	24	34		19	8,6

gjennomgående mye legde i frøengene av bladfaks på Østlandet, og en enkelt undersøkelse utført dette året viste at kontinuerlig legde fra ca 5. juli (før blomstring) til høsting reduserte frøavlingen pr topp fra 254 til 162 mg (Aamlid, upublisert).

Faren for legde øker med økende nitrogenmengde. Særlig har vårgjødningen betydning for legden. På Hellerud ble det, etter største nitrogenmengde om våren, observert mer enn 80% legde i førsteårseng i 1991 og tredjeårseng i 1993. I begge disse årsektene var det en tendens til at frøavlingen avtok med økende legde,

men på grunn av stor forsøksfeil var avlingsutslaget ikke signifikant. Det er i denne sammenheng verdt å merke seg at det på Hellerud, i motsetning til på Landvik, ble tresket bare en gang. Det er derfor rimelig å anta at det i disse årsektene på Hellerud var mest frø igjen i halmen på ruter som hadde mest legde. Trolig på grunn av mer nedbør og større nitrogenfrigjøring fra jorda var legdeprosenten gjennomgående større på Landvik enn på Hellerud, men i motsetning til hva tilfellet var på Hellerud var det her jamt over positiv sammenheng mellom legde og frø-

Tabell 9. Virkning av ulike nitrogenmengder om høsten på antall frøstengler per m² i to forsøk på Landvik. Middel av ulike nitrogenmengder om våren.

Table 9. The effect of autumn fertilization on panicle number per m² in two trials at Landvik. Average of different N-amounts in spring.

Engår <i>Ley year</i>	Høstear <i>Harvest year</i>	Kg N/daa om høsten <i>Kg N/0.1 ha in autumn</i>			Middel <i>LSD 5%</i>	LSD 5%
		0	3	6 <i>Mean</i>		
1. / 1st	1988	388	457	418	421	92,4
1. / 1st	1989	156	161	175	165	18,4
Middel <i>Mean</i>		272	309	297	293	34,9
2. / 2nd	1989	390	414	440	415	53,5
2. / 2nd	1990	298	409	451	386	44,9
Middel <i>Mean</i>		344	411	445	400	34,7
3. / 3rd	1990	393	526	568	496	38,8
3. / 3rd	1991	259	409	415	361	34,7
Middel <i>Mean</i>		326	467	491	428	26,5
Total middel <i>Total mean</i>		314	396	411	374	22,5

avling. Ettersom frøavlinga i middel for alle årsefeltene i denne serien økte med økt vårgjødsling helt opp til 12 kg per dekar, vil det i det lange løp neppe svare seg å gi mindre enn rundt 10 kg N per dekar for å unngå legde. Bruk av Klormekvatklorid (CCC) som er godkjent som stråforkorter og brukes rutinemessig ved frøavl av bladfaks reduserer faren for legde ved nitrogen-gjødsling.

Som hos andre grasarter er frøavlingen hos bladfaks oppbygd av avlingskomponentene antall frøstengler og frøavling per frøstengel. Den siste komponenten kan ytterligere splittes i antall frø per frøstengel og frøstørrelsen. I forsøkene på Landvik var frøavling og antall frø per frøstengel bare påvirket av vårgjødsling,

mens det var en tendens til at høstgjødsling hadde større betydning enn vårgjødsling for antall frøstengler. Dette samsvarer bra med kravet til dobbel blomsterinduksjon hos bladfaks (Heide 1984). I forsøk utført i Alaska fant Klebesadel (1970), at en økning av mengde tilført nitrogen fra 0 til 18 kg per dekar i mai ikke hadde noen betydning for antall frøstengler, men økte frøavlingen per frøstengel fra 76 til 154 mg. Harrison & Crawford (1941) fant på sin side at økende nitrogenmengde i april eller mai hadde liten betydning for antall frøstengler eller antall småaks pr frøstengel, men økte antall blomster per småaks og dermed frøavlingen.

Frøstørrelsen var i disse forsøkene den

Tabell 10. Virkning av ulike nitrogenmengder om våren på antall frøstengler per m² i i to forsøk på Landvik. Middell av ulike nitrogenmengder om våren.

Table 10. The effect of spring fertilization on panicle number per m² in two trials at Landvik. Average of different N-amounts in spring.

Engår <i>Ley year</i>	Høsteår <i>Harvest year</i>	Kg N/daa om våren <i>Kg N/0.1 ha in spring</i>					Middel <i>Mean</i>	LSD 5% <i>LSD 5%</i>
		0	3	6	9	12		
1. / 1st	1988	386	421	494	393	413	421	42,9
1. / 1st	1989	193	145	167	139	176	164	44,9
Middel <i>Mean</i>		290	283	330	266	294	293	39,6
2. / 2nd	1989	397	383	428	416	451	415	78,0
2. / 2nd	1990	373	337	380	392	448	386	69,3
Middel <i>Mean</i>		385	360	403	404	449	400	34,7
3. / 3rd	1990	452	442	508	500	577	496	42,9
3. / 3rd	1991	294	356	351	392	413	361	92,4
Middel <i>Mean</i>		373	398	429	446	495	428	38,8
Total middel <i>Total mean</i>		349	347	388	372	413	374	22,5

samme uansett gjødslingsnivå høst og vår. I flere andre grasarter har forsøk vist at økende nitrogengjødsling fører til lavere tusenfrøvekt (Lambert 1963, Canode, 1968, Nordestgaard & Larsen 1971, Nordestgaard 1972, 1974, Jonassen 1992). Lambert (l. c.) forklarer denne virkningen med at økt nitrogengjødsling gir flere frø per topp og at det dermed skapes økt konkurranse i toppen. En medvirkende årsak til at det ikke ble funnet forskjeller i frøstørrelsen i disse forsøkene kan være at de minste frøene enten ble rensset fra eller ble regnet som tomme ved frøanalysene.

Sammendrag

Virkning av ulike mengder nitrogen gitt om høsten og våren i frøeng av bladfaks ble undersøkt i seks forsøk, alle høstet over tre engår. Tre av forsøkene ble utført ved Hellerud forsøksgård og tre ved Apelsvoll forskingssenter avd. Landvik. Med unntak av ett forsøk på Landvik hvor det ble prøvd 0, 3, 6, og 9 kg N/daa om høsten og 0, 6, 9, 12 og 15 kg N/daa om våren, var høst- og vårgjødslingen henholdsvis 0, 3 og 6 kg N/daa og 0, 3, 6, 9 og 12 kg N/daa.

Høstgjødsling i såingsåret hadde min-

dre effekt enn høstgjødning etter frøhøsting i første og især andre engår. Det var signifikant økning i frøavlingen opp til største N-mengde om høsten (6 kg N per dekar) både på Hellerud og Landvik, men utslaget var jamt over større på Hellerud. Det var positiv virkning av vårgjødsling med nitrogen opp til 12 kg N/daa både på Hellerud og Landvik, men effekten av store nitrogenmengder var større på Landvik enn på Hellerud. I middel for tre forsøk var avlingsøkningen på Landvik 9, 7 og 8 kg frø/daa ved å øke nitrogenmengden fra 9 til 12 kg N/daa for henholdsvis 1. 2. og 3. engår, mens tilsvarende tall for Hellerud var 1, 2 og 7 kg frø/daa. Nitrogengjødsling både høst- og vår ga større antall frøbærende skudd, mens vårgjødsling også ga større frøavling per skudd og flere frø per skudd, men gjødning med nitrogen hadde ingen virkning på frøstørrelsen eller spireprosenten.

Etterord

Takk til Peter Stanton, Øyvind Bjørklund og Håkon Spigseth for forsøkteknisk arbeid, Gunnhild Hommen for frøanalyser og Helge Oskarsen og Trygve S. Aamlid for kritikk av denne meldingen.

Litteratur

Abrahamsen, U. 1979. Vanning, tørkeperioder og nitrogen i frøeng av engsvingel. Hovedoppgave. Institutt for Plantekultur, Norges Landbrukshøgskole. Stensiltrykk: 82 s.

Anderson, K., R. E. Krenzin & J. C. Hide 1946. The effect of nitrogen fertilizer on brome grass Kansas. J. Amer. Soc. Agron. 38: 1058-1067.

Canode, C. L. 1968. Influence of row spacing and nitrogen fertilization on grass seed production. Agron. J. 60: 263-267.

Crowle, W.L. & R.P. Knowles, 1962. Management of brome grass for seed in central Saskatchewan. Canada Department of Agriculture Publication 1148: 1-14.

Harrison, C. M. & W. N. Crawford 1941. Seed production of smooth brome grass as influenced by application of nitrogen. J. Amer. Soc. Agron. 33: 643-651.

Heide, O.M. 1984. Flowering requirements in *Bromus inermis*, a short-long-day plant. Physiologia Plantarum 62: 59-64.

Ivany, K. 1984. The influence of sowing rate, row spacing and N application on seed and yield components of some important grasses. Wissenschaftliche Beiträge, Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg, No. 54: 419-430, 43.

Janovszky, J. 1983 a. Effect of cultivation factors on grain yield and yield components in Hungarian brome grass and meadow fescue . I. Number of seed bearing shoots. Novevnytermeles . 32.2: 149-162.

Janovszky, J 1983 b. Effect of cultivation factors on grain yield and yield components in Hungarian brome grass and meadow fescue. III. Effect of cultivation factors on grain quantity and quality. Novevnytermeles 32, 5: 399-409.

Jonassen, G.H. 1992. Vanning, tørkeperioder og N-gjødsling i frøeng av engsvingel. Norsk landbruksforskning 6: 245-260.

- Klebesadel, L.J. 1970. Effect of Nitrogen on heading and on other components of bromegrass seed yield in the Subarctic. *Crop. Sci.* 10: 639-642.
- Lambert, D. A. 1963. The influence of density and nitrogen in seed production stands of S 37 cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 61: 361-375.
- Nordestgaard, A. 1972. Stigende mængder efterårs- og forårsudbragt kvælstof ved frøavl af hundegras (*Dactylis glomerata* L.). *Tidsskrift for Planteavl* 76: 625-645.
- Nordestgaard, A. 1974. Stigende mængder efterårs- og forårsudbragt kvælstof ved frøavl af engsvingel (*Festuca pratensis* L.). *Tidsskrift for Planteavl* 78: 395-407.
- Nordestgaard, A. & A. Larsen 1971. Stigende mængder efterårs- og forårsudbragt kvælstof ved frøavl af rødsvingel (*Festuca rubra* L.). *Tidsskrift for Planteavl* 75: 27-46.

Storparsellforsøk med jordarbeiding

Large-scale tillage trials

AUDUN KORSÆTH, SOLFRID MYGLAND & BERNT OLAV HOEL
Planteforsk (Norsk institutt for planteforskning), Apelsvoll forskingssenter, Kapp,
Norge
Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Kapp, Norway

Korsæth, A., S. Mygland & B.O. Hoel 1996. Large-scale tillage trials. Norsk landbruksforskning 10: 243-254. ISSN 0801-5341.

The effect of different tillage systems on yield and some chemical properties of the soil was investigated during the years 1989-1995 on 42 long term large-scale trials at different locations in southern Norway. Traditional autumn ploughing was compared with autumn harrowing, spring ploughing and spring harrowing. Regardless of the soil types represented in these trials, autumn ploughing gave the highest yield while spring ploughing and spring harrowing resulted in yield reductions of 3% and 6% respectively. The differences between the tillage systems were smallest on soils which gave a high yield. On clay soil, spring harrowing gave on an average higher yields than spring ploughing. Spring harrowing gave the highest, whereas autumn ploughing gave the lowest grain moisture content. Chemical analyses revealed that spring harrowing caused an accumulation of available P and K in the upper 50 mm of the soil.

Key words: Autumn, cereal yields, harrowing, large-scale trials, ploughing, spring, tillage.

Audun Korsæth, Apelsvoll Research Centre, N-2858 Kapp, Norway

Høstpløying kombinert med en sekundær jordarbeiding i forbindelse med såing har vært det dominerende jordarbeidings-systemet i Norge. Pløying er svært godt egnet til å blande inn planter, planterester og husdyrgjødsel i matjordsjiktet. Vending av jorda gir i tillegg en god bekjempelse av flerårig ugras, og smittepress fra sopp og de fleste plantesjukdomsbakterier reduseres. Pløying løser og smuldrer jorda i plogsjiktet, og øker derved jordoverflaten. Det forsterker den positive virkningen vinterfrosten har på jordas fysiske egenskaper. Jorda får større infiltrasjonsevne, tørker raskere opp om våren, og det blir gunstige forhold for sekundær jordarbeiding. Pløying er imidlertid både tids- og ressurskrevende. Undersøkelser omkring

plogfri jordarbeiding kom i gang i Norge på midten av 70-tallet. Oljekrisa var en pådrivende faktor. Forsking på dette området er blitt intensivert etter at miljøeffekten av jordarbeiding er kommet i fokus. Høstpløyd jord er svært utsatt for erosjon. Det er flere alternativ til høstpløying. Vårpløying er en enkel løsning som ikke krever investering i ny redskap, og som bare skiller seg fra høstpløying i tidspunktet for jordarbeiding. Ved redusert jordarbeiding sløyfes ploegen, og det blir foretatt en grunn jordarbeiding med redskap som løser opp jordoverflata uten å vende jorda. Redskap til redusert jordarbeiding kan være krafttuttakdrevet, men skålharv eller kultivator blir også benyttet. Ved direkte såing er eneste jordarbeiding den som så- og gjødsellabbene utfører.

I årene 1988-90 ble det satt igang en rekke storskalautprøvinger av ulike metoder for jordarbeiding med midler fra Landbruks-tilsynet (daværende STIL). Det rent vitenskapelige sto ikke i forgrunnen da forsøkene ble anlagt. I begynnelsen besto prosjektet av mange forskjellige lokale forsøk, først og fremst ment som en mulighet for den enkelte bruker til å høste erfaring med alternative former for jordarbeiding på egen jord, men også til bruk i demonstrasjonssammenheng i forbindelse med markdager. I 1993 fikk Plante-forsk Apelsvoll forskingssenter i oppgave av Landbruks-tilsynet å koordinere vide-reføringen av de forskjellige feltene.

Prosjektet er ikke gjennomført fullstendig etter vitenskapelig metode, da gjentak mangler. Det har vært med mange felt fra et stort geografisk område og feltene har vært forholdsvis store. Derfor bør resultatene kunne gi et realistisk bilde av hvordan en innføring av andre jordarbeidingsmetoder enn høstpløying fungerer i praksis.

1995 var siste vekstsesong for dette prosjektet. Her presenteres resultatene for perioden 1989-95. Deler av resultatene er publisert tidligere (Hoel 1993, Hoel 1994, Mygland 1995, Mygland 1996). Det er foretatt omfattende ugrasregistreringer på feltene, og disse re-

sultatene er under bearbeiding (Skuterud et al. 1996). Forsøksringene har hatt ansvaret for gjennomføringen av forsøkene.

Materiale og metoder

Alle feltene lå på Østlandet (tabell 1). De fleste av feltene ble anlagt i 1988. Noen kom til mens andre gikk ut underveis, slik at det var mellom 17 og 37 felt pr. år. 11 av feltene var med samtlige 7 år. Størsteparten av feltene lå på jord med et betydelig leirinnhold, hovedsakelig lett-leire og mellomleire med varierende siltinnhold.

Rutebredden var 15-20 meter og minimum rutelengde 40 meter. Fra 1988 t.o.m. 1992 ble det brukt følgende behandlinger:

- A. Vårharving
- B. Vårharving med høstharving
- C. Vårpløying
- D. Vårpløying med høstharving
- E. Høstpløying med valgfri høstharving

Våren 1993 ble planen revidert. Det ble innført to arbeidsdybder for vårharving og vårpløying, og i alle leddene ble halve

Tabell 1. Antall forsøksfelt de enkelte år i forsøksperioden

Table 1. Number of trials in the individual years during the experimental period

År Year	Distrikt District				Sum Total
	Østfold	Akershus	Oppland	Telemark	
1989	21	5	-	2	28
1990	20	8	-	3	31
1991	20	8	6	3	37
1992	18	8	7	3	36
1993	14	5	7	2	28
1994	10	5	6	1	22
1995	8	4	5	-	17

feltet høstharvet like etter tresking. Behandlingene ble som følger:

- A1. Vårharving, arbeidsdybde 6 cm
- A2. Vårharving, arbeidsdybde 6 cm, med høstharving
- B1. Vårharving, arbeidsdybde 12 cm
- B2. Vårharving, arbeidsdybde 12 cm, med høstharving
- C1. Vårpløyning, arbeidsdybde 14 cm
- C2. Vårpløyning, arbeidsdybde 14 cm, med høstharving
- D1. Vårpløyning, arbeidsdybde 22 cm
- D2. Vårpløyning, arbeidsdybde 22 cm, med høstharving
- E1. Høstpløyning
- E2. Høstpløyning med høstharving

Det var ikke gjentak på behandlingene. Feltvertene sto fritt i forhold til valg av redskapstyper, plantevern, halmbehandling, tidspunkt for jordarbeiding og høsting, gjødsling og valg av kornart. Jordarbeidingen på feltene før revideringen av forsøksplanen i 1993 ble gjort til arbeidsdybder som normalt blir benyttet av den enkelte feltvert (20-25 cm). Grunnvårpløyning av felt etter 1993 ble utført med grunn innstilling av vanlig plog. Det ble tatt to høstprøver fra hvert ledd ved at forsøkestreskeren ble kjørt på tvers av feltet et stykke inn fra kantene. Størrelsen på høstarealeet varierte, men høstretene var relativt store (7-28 m²). Høsten 1995 ble det tatt jordprøver for kjemisk analyse fra felt etter ny plan. Prøvene ble tatt i sjikt på 0-5 og 5-20 cm fra ledd med grunnvårharving (A1) og høstpløyning (E1).

Feltene ble drevet etter gammel plan i 1992. Det ble ikke foretatt høstharving av alle leddene dette året og 1993 ble dermed et overgangsår hvor hverken gammel eller revidert plan ble fulgt helt ut.

I følgende presentasjon av resultatene har en i enkelte sammendrag benyttet en

omregningsnøkkel for felt som er behandlet etter ny plan (1994 og 95), slik at disse skal kunne sammenlignes med resultatene fra felt som er behandlet etter gammel plan. Et gjennomsnitt av avlingene fra eksempelvis vårharvingsleddene med ulik arbeidsdybde (revidert plan), tilsvarer vårharvingsleddet etter gammel plan osv:

$$A=(A1+B1)/2$$

$$B=(A2+B2)/2$$

$$C=(C1+D1)/2$$

$$D=(C2+D2)/2$$

$$E=(E1+E2)/2$$

Bare 11 av feltene gikk igjen i hele forsøksperioden. Dette, sammen med endringen av forsøksplanen i 1993, har vanskeliggjort statistisk bearbeiding av tallmaterialet. I noen tilfelle har en brukt variansanalyse ved hjelp av programmet MSTAT (Nissen 1982), idet feltene ble betraktet som uavhengige enkeltobservasjoner. Forøvrig er resultatene angitt som middeltall.

Resultater

Ser en hele forsøksperioden under ett, ga høstpløyning i middel større avling enn vårharving og vårpløyning (tabell 2). Vårharving førte i middel til 6% lavere og vårpløyning til 3% lavere avling enn høstpløyning. Vannprosenten i kornet ved høsting forholdt seg akkurat omvendt; Høstpløyning ga lavest og vårharving størst vannprosent. Ulik jordarbeiding ga ingen forskjell på 1000-kornvekten, men vårharving viste en svak tendens til lavere hektolitervekt på kornet enn vår- og høstpløyning. Mykotoksininnholdet i kornet ble undersøkt i 1993 og 1994. Det var ingen forskjell på DON-nivået mellom de ulike former for jordarbeiding.

Figur 1 viser avlingene de enkelte år fra de fem leddene som var med i den

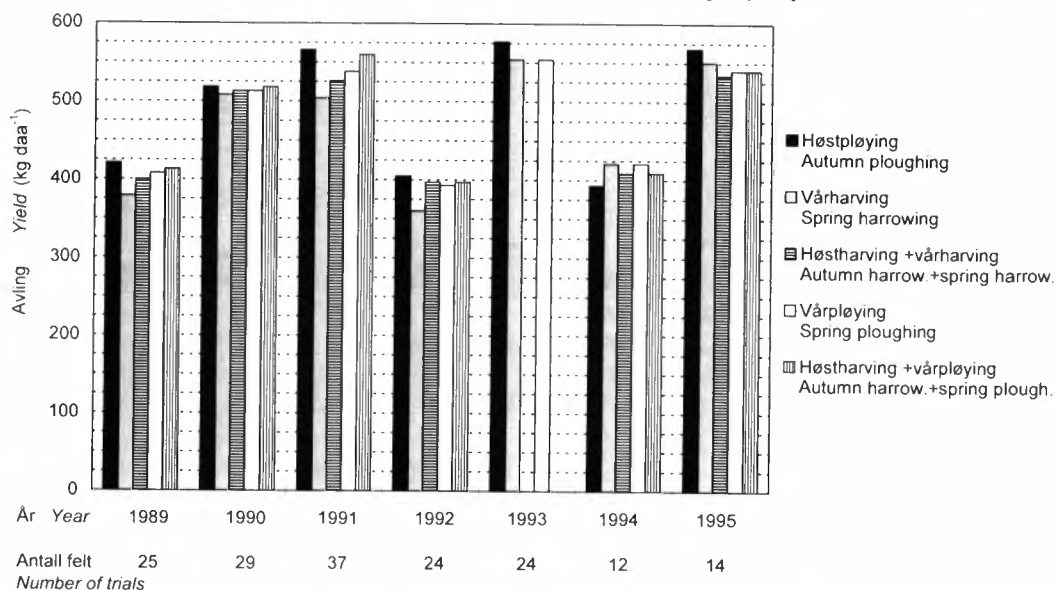
Tabell 2. Kornavling (kg daa⁻¹), vanninnhold i kornet ved høsting (%), 1000-kornvekt (g) og hektolitervekt (HL) (g) ved forskjellig jordarbeiding. Middell for 165 høstinger, 1989-1995
 Table 2. Grain yield (kg daa⁻¹), grain moisture content (%), 1000-grain weight (g) and hectoliter weight (HL) (g) as affected by different tillage treatments. Mean for 165 harvests, 1989-1995

	Avling <i>Yield</i>	Vanninnhold <i>Moisture content</i>	1000-kornvekt <i>1000-grain weight</i>	HL-vekt <i>HL-weight</i>
Høstpløying <i>Autumn ploughing</i>	501	18,9	35,6	64,4
Vårharving <i>Spring harrowing</i>	470	20,2	35,6	64,0
Vårpløying <i>Spring ploughing</i>	486	19,7	35,4	64,4
LSD 5%	13	0,5	-	0,3

opprinnelige planen. Variasjonen mellom år var betydelig større enn mellom behandling. Men leddet med høstpløying ga i middel størst avling alle årene unntatt i 1994. Leddene med vårpløying og vårharving (med og uten høstharving) ga varierende resultater. I de fire første årene (1989-92), var det en tendens til at høst-

harving + vårharving og høstharving + vårpløying ga litt større avling enn vårharving og vårpløying alene. I 1994 var tendensen den motsatte, mens det i 1995 ikke var noen forskjell. Resultatene fra høstharva ledd er utelatt for 1993, da dette var et overgangsår til revidert plan.

Harve- og pløyedybde hadde liten



Figur 1. Kornavling (kg daa⁻¹) ved ulike jordarbeiding de enkelte år i forsøksperioden

Figure 1. Grain yields (kg daa⁻¹) as affected by tillage treatment during the experimental period

virkning på avlingens størrelse i 1994 (tabell 3). Vårpløying var bedre dette året enn høstpløying uansett pløedybde. Det er en svak tendens til at den dypeste jordarbeidingen ga størst avling i 1995.

Tabell 4 viser relativ avling for ledd med høstpløying, vårharving og vårpløying for felt med henholdsvis høyt og lavt avlingsnivå. Vårharving ga i middel 10% mindre avling enn høstpløying på felt med lavt avlingsnivå, mens denne forskjellen bare var 5% på felt med høyt avlingsnivå. For vårpløying var det mindre forskjell. På felt med høyt avlingsnivå fikk vårpløye ledd 2% mindre avling, og på felt med lavt avlingsnivå kom vårpløye ledd omlag 4% dårligere ut enn

høstpløye ledd.

Figur 2 viser avlingsresultatene for de vanligste jordartene i forsøket. Felt på stiv leire ga i middel for alle behandlingene minst avling, mens felt på siltig lettleire ga de største avlingene. Det går ellers fram at høstpløying ga størst avling på alle jordartene. Vårharving ga 6-8% mindre avling i forhold til høstpløying, uavhengig av jordart. På stiv leire ga vårpløying ca. 12% mindre avling enn høstpløying. Vårharving var dermed bedre enn vårpløying på stiv leire i middel for alle årene.

For å se nærmere på betydningen av forgrøden i forhold til jordarbeiding, ble feltene gruppert etter kornart og forgrøde (tabell 5). Forgrøden var enten havre,

Tabell 3. Kornavling (kg daa⁻¹) oppnådd ved forskjellig jordarbeiding på felt med revidert forsøksplan i 1994 (9 felt) og 1995 (11 felt)

Table 3. Grain yields (kg daa⁻¹) obtained in tillage trials, adjusted plan for 1994 (9 trials) and 1995 (11 trials)

		Arbeidsdybde <i>Till. depth (cm)</i>	1994		1995	
			Avling <i>Yield</i>	Rel. <i>Rel.</i>	Avling <i>Yield</i>	Rel. <i>Rel.</i>
Høstpløying <i>Autumn ploughing</i>	+	20-25	350	100	547	100
Høstpløying <i>Autumn ploughing</i>	-	20-25	389	111	569	104
Vårharving <i>Spring harrowing</i>	+	6	406	116	525	96
Vårharving <i>Spring harrowing</i>	-	6	420	120	514	94
Vårharving <i>Spring harrowing</i>	+	12	410	117	552	101
Vårharving <i>Spring harrowing</i>	-	12	424	121	542	99
Vårpløying <i>Spring ploughing</i>	+	14	413	118	525	96
Vårpløying <i>Spring ploughing</i>	-	14	413	118	536	98
Vårpløying <i>Spring ploughing</i>	+	22	403	115	563	103
Vårpløying <i>Spring ploughing</i>	-	22	413	118	552	101

Tabell 4. Gjennomsnittlig avling på felt med høyt og lavt avlingsnivå uttrykt i relative tall
 Table 4. Average yield obtained on trials with a high and trials with a low yield level expressed in relative units

	Avlingsnivå (kg daa ⁻¹) Yield level (kg daa ⁻¹)	
	< 450 ¹⁾	> 450 ²⁾
Høstpløying		
<i>Autumn ploughing</i>	100	100
Vårharving		
<i>Spring harrowing</i>	90	95
Vårpløying		
<i>Spring ploughing</i>	96	98

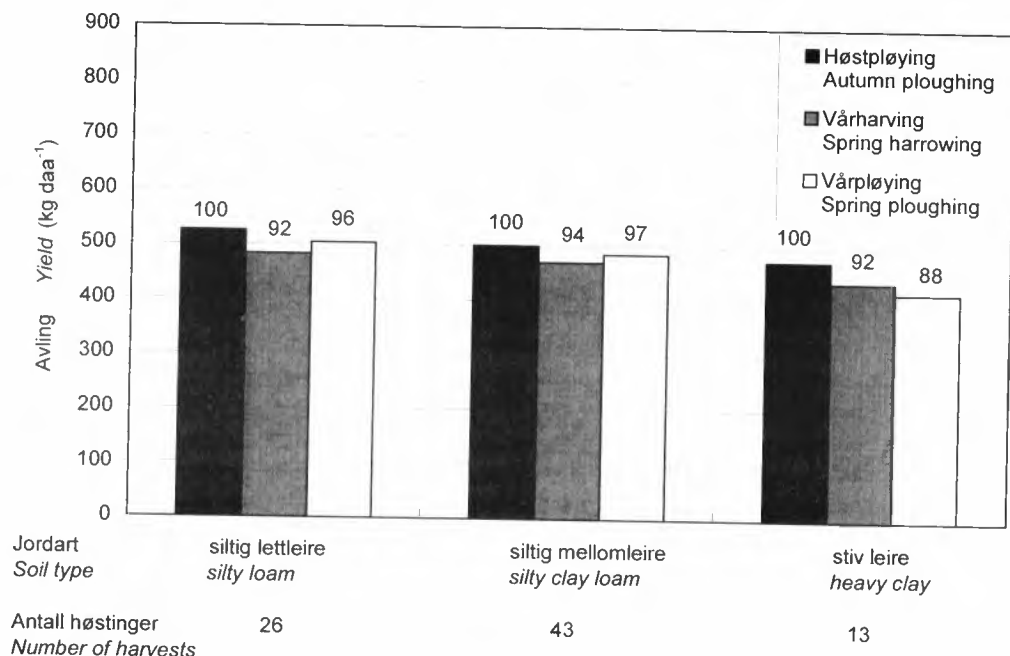
¹⁾ 64 høstinger, ²⁾ 101 høstinger

¹⁾ 64 harvests, ²⁾ 101 harvests

hvete eller bygg. En har slått sammen hvete og bygg til én forgrødegruppe. For-

grøden virker inn på vekstfølgesjukdommer, og hvete og bygg angripes stort sett av de samme sjukdommene. Vekslende vekstfølge ga størst avling for alle kornartene. Resultatene av samspillet forgrøde-jordarbeiding er usikre. Bygg etter hvete eller bygg ga noe dårligere resultat på ledd med vårharving enn på høstpløyde ledd. Hveteavlingene var like på ledd med vårharving og ledd med høstpløying der forgrøden var den samme.

Ledd med grunn vårharving (B1) hadde et noe høyere moldinnhold (uttrykt som glødetap) i de øverste 5 cm av matjordlaget enn høstpløyde ledd (tabell 6). I sjiktet 5-20 cm var derimot moldinnholdet mindre på vårharvingsleddene enn på de høstpløyde leddene. For jordreaksjonen (pH) var det ingen forskjell, hverken mellom sjikt eller jordarbeidingsmetode. Lettløselig fosfor og kalium ble akkumulert i det øvre



Figur 2. Kornavlinger (kg daa⁻¹, relative tall) ved ulike jordarbeiding og på ulike jordarter

Figure 2. Grain yields (kg daa⁻¹, relative units) as affected by tillage treatment on different soil types

Tabell 5. Kornavling (kg daa⁻¹) av havre, bygg og hvete ved forskjellig forgrøde og jordarbeiding
 Table 5. Grain yield (kg daa⁻¹) of oats, barley and wheat by various preceding crops and tillage treatment

	Forgrøde <i>preceding crop</i>	Høstpløying <i>autumn ploughing</i>	Vårharving <i>spring harrowing</i>
Havre <i>oats</i>	Hvete/bygg <i>wheat/barley</i>	585	544
Havre <i>oats</i>	Havre <i>oats</i>	488	473
Bygg <i>barley</i>	Havre <i>oats</i>	506	486
Bygg <i>barley</i>	Hvete/bygg <i>wheat/barley</i>	505	460
Hvete <i>wheat</i>	Havre <i>oats</i>	531	542
Hvete <i>wheat</i>	Hvete/bygg <i>wheat/barley</i>	522	512

matjordsjiktet (0-5 cm) på vårharvingsleddene, mens det i sjiktet under (5-20 cm) var en liten nedgang sammenlignet med høstpløydde ledd.

Diskusjon

Forskjellig jordarbeiding har gitt forholdsvis små utslag på avlingene. Høstpløydde ledd hadde imidlertid størst avling i 6 av de 7 årene forsøket varte. Ekeberg (1987) fant ingen signifikant forskjell på avlingene fra ledd med høstpløying, vår-

Tabell 6. Virkningen av jordarbeiding på jordas glødetap og næringsforhold i to ulike dybder
 Table 4. Effects of tillage treatments on loss on ignition and nutrient availability at two soil levels

	Høstpløying <i>Autumn ploughing</i>		Vårharving <i>Spring harrowing</i>	
	0-5 cm	5-20 cm	0-5 cm	5-20 cm
Glødetap (%) <i>Loss on ignition</i>	7,0	7,1	7,2	6,6
pH (vannekstrakt) <i>pH (in water extract)</i>	6,0	6,0	6,0	6,0
P-AL (mg 100g ⁻¹) <i>Available P</i>	13	13	14	12
K-AL (mg 100g ⁻¹) <i>Available K</i>	17	15	23	14
Antall felt <i>Number of trials</i>	15		15	

harving og ledd uten jordarbeiding etter 9 forsøksår. Det ble påvist store årsvariasjoner. Vårharving kom best ut i 1982, som var et tørt år. Tradisjonell jordarbeiding kom dårligst ut året etter, da det var omtrent like tørt. Årsaken til at redusert jordarbeiding gjør det best i tørre år kan ligge i at upløydd jord har størst vanninnhold (Ekeberg 1987). Dette kan forklare det gode resultatet av redusert jordarbeiding i 1994, da høstpløyning kom dårligst ut avlingsmessig av alle jordarbeidingsmetodene. Forsøk med høstpløyning, vårharving og vårpløyning i perioden 1990-95 (Børresen 1995), viste avlingssvingninger som faller sammen med dem som er presentert her. Sammenlignet med resultatene fra Storparsellforsøket, har vårharving og vårpløyning imidlertid gjort det avlingsmessig jevnt over bedre i forsøkene til Børresen (1995). En av årsakene til dette kan være at Børresens forsøk ble gjort på jordarten siltig mellomleire, mens det i storparsellforsøket var med felt med forskjellige jordarter. Dessuten hadde en dårlig kontroll med ugraset på mange felt med forenklet jordarbeiding de første årene, og dette har nok også bidratt til mindre avlinger på slike ledd.

Stubbharving om høsten skal i første rekke utrydde kveke og få i gang halmomdanninga. Høstharving så ut til å ha omtrent samme effekt på vårharvingsom på vårpløyingsleddene. Det var en tendens til avlingsøkning ved høstharving i årene 1989-92. Ekeberg (1985) undersøkte 5 felt med 21 høstinger og fant en avlingsøkning på ca. 5% ved høstharving sammenlignet med å utelate høstharving av upløydd jord. Høstharving av høstpløydd jord reduserte avlinga med 4% i de samme forsøkene. I 1994 førte høstharving til mindre avlinger både på vårharvete og vårpløyde ledd i forsøket presentert her. Det var unormalt sein innhøsting mange steder i 1993. Antakelig har høstharving i

mange tilfeller blitt utført når det har vært for høy fuktighet i jorda, og jordstrukturen har dermed blitt ødelagt. Dette kan ha bidratt til det dårlige resultatet på ledd med høstharving i 1994.

Vanninnholdet i kornet steg med avtagende intensitet i jordarbeidingen. Årsaken til det lave vanninnhold på det høstpløyde leddet kan være jevnere spiring og modning på dette enn på de andre leddene. Ekeberg (1987) registrerte raskere modning og bedre kvalitet hos bygg ved økende jordarbeidingsintensitet. Kornet trenger generelt lengre vekstsesong på arealer der det praktiseres redusert jordarbeiding på grunn av senere opptørking og kaldere jord. Azooz et al. (1995) fant signifikant lavere temperatur i plogsjiktet (0-20 cm) i felt som ikke ble pløydd enn i felt drevet på konvensjonell måte. Spiretiden for mais ble lengre og varmesummen mindre ved det plogfrie systemet sammenlignet med det pløyde. Norske undersøkelser har også konkludert med at pløydd jord er varmere enn upløydd (Børresen 1986, Ekeberg 1992). Vekstsesongen kan derfor ha blitt i knappeste laget på felt med redusert jordarbeiding. Redusert jordarbeiding vil gi noe utsatt modning. I områder med begrenset veksttid må en ta hensyn til dette ved bl.a. arts- og sortsvalg.

Det var små forskjeller mellom behandlingene når det gjelder hektolitervekt og 1000-kornvekt. Dette stemmer godt over ens med resultatene oppnådd av Børresen & Njøs (1993b). De fant at hektolitervekt og 1000-kornvekt var relativt lite påvirket av jordarbeiding. Ekeberg (1987) fant imidlertid størst hektolitervekt hos bygg ved tradisjonell jordarbeiding i seks av åtte år, mens hektolitervekten til havre og hvete ikke ble påvirket av jordarbeiding. Større hektolitervekt ved tradisjonell jordarbeiding kan ha sammenheng med høyere jord-

temperatur i forhold til redusert jordarbeiding. Vidme (1940) undersøkte jordtemperatur og hektolitervekt. På den kaldeste jordarten, siltjord, målte han minst hektolitervekt for alle kornartene. I forsøkene til Ekeberg & Riley (1989) ga pløgfri dyrking lavest 1000-kornvekt.

Forskjellig arbeidsdybde på vårpløyingsleddene hadde liten effekt på avlinga i 1994, mens det i 1995 var en tendens til større avling på ledd med dypest jordarbeiding. I et forsøk med forskjellig pløyedybde fra 1940 til 1990 fant Børresen & Njøs (1994) at grunn pløyning (12 cm) i gjennomsnitt ga mindre avling enn pløyning til 18 cm. 24 cm pløyedybde ga i middel størst avling over hele tidsrommet. Grunn pløyning kom dårligst ut i år med mye ugras. Ved å ta i bruk glyfosat ble avlingsforskjellene dermed redusert (Børresen & Njøs 1994). Feltvertene i Storparsellforsøket har stått fritt i bruk av plantevern, men registreringene viser at omlag 60% av feltene i 1994 og over 80% av feltene i 1995 ble behandlet med glyfosat. Dette er nok noe av årsaken til små utslag av forskjellig arbeidsdybde ved vårpløyning. Det var generelt mer ugras i 1995 enn i 1994 til tross for glyfosatbehandling. Kanskje har dette vært med på å favorisere ledd med dyp pløyning i 1995.

Grunn vårpløyning (12-15 cm) konkurrerer imidlertid bra med høstpløyning i år med stort nedbørsunderskudd, da en slik jordarbeiding gjør jorda mindre tørkeutsatt (Børresen, 1995). Dette forutsetter god kvalitet på den grunne pløyninga, og det er et spørsmål om dette er mulig å oppnå ved bruk av konvensjonell plog, som har blitt brukt i Storparsellforsøket. Arbeidsdybden ga her ikke noe utslag på avlingen i 1994, selv om denne sesongen var varm og tørr.

Vårharving med 6 og 12 cm arbeidsdybde førte generelt til små avlings-

forskjeller, men det var en tendens til positiv effekt av dyp harving i 1995. Børresen (1995) fant ingen forskjell i avlingene fra felt med høstharving på arbeidsdybdene 7 og 14 cm i perioden 1984-1990 på jordarten siltig lettleire. I Sverige gjennomførte Rydberg (1992) et forsøk der stubbharving med kultivator ned til normal pløyedybde ble sammenlignet med grunn harving. Den dype jordarbeidingen ble gjennomført i to trinn. Det ble kultivert ned til ca 15 cm ved første kjøring. Dyp stubbharving ga i dette forsøket gjennomsnittlig 2% større avling enn grunn harving. Selv stor forskjell i arbeidsdybden i samband med redusert jordarbeiding ser dermed ikke ut til å gi vesentlig effekt på avlingen.

Jordarten har betydning for hvordan forskjellig jordarbeiding virker på avlingsnivået. Felt på siltig lettleire ga størst avling for høstpløyning, vårharving og vårpløyning i forhold til felt på de andre jordartene. Godt drenert lettleire er bra egnet for redusert jordarbeiding, men økende siltinnhold virker ugunstig. Riley (1985) målte 5% mindre avling på siltjord der det ble sådd i upløyd jord sammenlignet med pløyd jord. Vårharving gjorde det ikke bedre på siltig lettleire enn på siltig mellomleire og stiv leire sett i forhold til høstpløyning.

Vårpløyning har gitt 3% og vårharving 6% mindre avling enn høstpløyning på siltig mellomleire i gjennomsnitt for 7 år. Børresen (1995) fant i et tilsvarende forsøk på siltig mellomleire at både vårpløyning og vårharving kom avlingsmessig bedre ut enn høstpløyning i middel over 6 år. Vårpløyningen ble i dette tilfelle utført til 12-15 cm dybde. Den gunstige effekten grunn jordarbeiding har i tørre år kan være en av årsakene til det relativt gode resultatet av vårpløyning i forsøket til Børresen, da det var nedbørsunderskudd i flere år i forsøksperioden.

Vårharving ga i middel 8% mindre avling enn høstpløying på jordarten stiv leire. I et forsøk på Øsaker med samme jordart (Børresen 1995), var det ingen avlingsforskjell mellom vårharving og høstpløying i middel for de 4 første årene, mens vårharvingsleddene gjorde det bedre og bedre i forhold til høstpløying de neste 13 årene. Riley (1985) registrerte ingen entydig avlingsforskjell mellom pløye og oppløye ledd i et forsøk med tre høsteår på leirjord. Tiden etter omlegging til plogfri jordarbeiding ser ut til å være avgjørende for resultatet, spesielt på stiv leire. Vårpløying har gjort det spesielt dårlig på stiv leire. Et gjennomgående problem har vært å få klart såbeddet mens fuktigheten i jorda er optimal. Rask opp-tørring av den vårpløyde leirjorda har ofte gitt et mindre gunstig såbedd med mye klumper. Andre forsøk viser også at vårpløying gir usikre avlinger på stiv leire (Njøs & Børresen 1991 og Børresen & Njøs 1993b)

Havre var som ventet den beste forgrøden for hvete og bygg, da problemet med vekstfølgesjukdommer blir redusert ved et vekstskifte og ugraset blir lettere å bekjempe.

Ved høstpløying pløyer en ned stubb- og halmrester og dette virker sanerende på flere vekstfølgesjukdommer. Vårharving alene etterlater mye planterester på overflaten og en rekke sjukdommer, som for eksempel grå øyeflekk, byggbrunflekk, havrebrunflekk, septoria, rotdreper og stråknækker, vil lett kunne infisere etterfølgende korn av samme vekstslag. Bygg etter bygg eller hvete så ut til å komme dårligere ut på vårharvingsledd enn på høstpløyde ledd. Det kan tyde på at sjukdommer har spilt en viss rolle her. Lignende registreringer er gjort tidligere av Ekeberg & Riley (1989), som så en tendens til avlingsreduksjon av bygg i monokultur på oppløyd jord i forhold til

bygg etter havre.

Selv om hvete er utsatt for vekstfølgesjukdommer, ble det store avlinger på vårharvingsleddet. En grunn til dette kan være at hvete primært ble dyrket på den beste jorda. Felt med høyt avlingsnivå ga mindre avlingsforskjeller mellom de ulike jordarbeidingsmetodene enn felt med lavt avlingsnivå for alle kornartene. Det er en rekke faktorer som bidrar til nedsatt avling, som ugras, sjukdommer og dårlig jordstruktur på grunn av jordpakking. Pløying motvirker slike problemer bedre enn plogfri jordarbeiding. Redusert jordarbeiding ser derfor ut til å konkurrere best med konvensjonell jordarbeiding under gode forhold.

Økningen av moldinnholdet og mengden av lettøselig fosfor og kalium i det øverste matjordsjiktet på vårharvingsleddet sammenlignet med høstpløyde ledd, er i samsvar med flere andre undersøkelser (Riley et al. 1985, Ekeberg 1992, Børresen & Njøs 1993a, Cannel & Hawes 1994 og Alvarez et al. 1995). Men det er ellers ikke funnet at redusert og konvensjonell jordarbeiding kan føre til ulikt moldinnhold og innhold av lettøselig fosfor og kalium under det øverste matjordlaget. Børresen & Njøs (1993a) fant samme moldinnhold i sjiktet 10-20 cm på felt med redusert jordarbeiding som på pløyde felt etter 13 år, og Ekeberg (1992) fant ingen forskjell i det nedre matjordsjiktet uansett jordarbeidingssystem. Det er vanskelig å forklare årsaken til det lave moldinnholdet i sjiktet 5-20 cm på vårharvingsleddet.

Jordreaksjonen ble ikke påvirket av jordarbeidingen i Storparsellforsøket. Ekeberg (1992) målte 0,13 enheter lavere pH i matjordlaget på oppløyd enn på pløyd jord etter 11-14 år med forskjellig jordarbeiding. Etter 13 år med redusert jordarbeiding kunne også Børresen & Njøs (1993a) registrere en ned-

gang på 0,08 enheter i matjorda, både i 0-5 cm og 10-20 cm dybde i forhold til tilsvarende sjikt på pløyd jord. En nedgang av pH i matjordsjiktet ved redusert jordarbeiding er også funnet i mange utenlandske forsøk (Dick 1983, Mahler & Harder 1984, Lal et al. 1990, Horne et al. 1992, sitert av Cannel & Hawes 1994). Plogfri drift har imidlertid vist lite utslag på jordreaksjonen i kortvarige forsøk (Riley & Ekeberg 1989). Opp til 7 høsteår har nok vært i knappeste laget til å få fram klare langtidseffekter av redusert jordarbeiding.

Hovedkonklusjonen på dette arbeidet er at vårpløying og redusert jordarbeiding gir større variasjon i avlingene enn høstpløying. Men over tid er det små avlingsforskjeller mellom de ulike jordarbeidingsmetodene. Ut fra et langsiktig perspektiv med tanke på å bevare produksjonsgrunnlaget er det all grunn til å kutte ut høstpløying på erosjonsutsatte arealer. For mange bør imidlertid pløgen som før være en viktig del av redskapsparken, for pløying er fortsatt den beste jordarbeidingsmetode når forholdene er vanskelige. Forholdene på det enkelte skiftet, spesielt med hensyn til jordtype, dreneringstilstand, erosjonsfare og ugrassituasjon, må danne grunnlaget for valg av jordarbeidingsmetode.

Litteratur

Alvarez, R., R.A. Díaz, N. Barbero, O.J. Santanatoglia & L. Blotta 1995. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage systems. *Soil & Tillage Research* 33: 17-28.

Azooz, R.H., B. Lowery & T.C. Daniel 1995. Tillage and residue management influence on corn growth. *Soil & Tillage Research* 33: 215-227.

Børresen, T. 1986. Tre jordarbeidings-systemer for korn kombinert med ulik pakking og halmdekking. Virkning på avling, jordtemperatur og jordfysiske egenskaper på leirjord i Ås og Tune, 1983-1984. Avhandling for Dr. Scientgraden, NLH. 1986.

Børresen, T. 1995. Jordarbeiding. Notat fra kurs i kornøkonomi, 7. -8. 11. 1995, Orlud, Hamar.

Børresen, T. & A. Njøs 1993a. Ploughing and rotary cultivation for cereal production in a long-term experiment on a clay soil in southeastern Norway. 1. Soil properties. *Soil & Tillage Research* 28: 97-108.

Børresen, T. & A. Njøs 1993b. Ploughing and rotary cultivation for cereal production in a long-term experiment on a clay soil in southeastern Norway. 2. Yields and weed infestation. *Soil & Tillage Research* 28: 109-121.

Børresen, T. & A. Njøs 1994. The effect of ploughing depth and seedbed preparation on crop yields, weed infestation and soil properties from 1940 to 1990 on a loam soil in south eastern Norway. *Soil & Tillage Research* 32: 21-39.

Cannell, R.Q. & J.D. Hawes 1994. Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil & Tillage Research* 30: 245-282.

Dick, W.A. 1983. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. *J. Soil Science America* 47: 102-107.

- Ekeberg, E. 1985. Jordarbeiding høst og vår til vårkorn. *Forskning og forsøk i landbruket* 36: 133-139.
- Ekeberg, E. 1987. Redusert jordarbeiding på morenejord. I. Korn. *Norsk landbruksforskning* 1: 1-6.
- Ekeberg, E. 1992. Redusert jordarbeiding på morenejord. *Jordundersøkelser. Norsk landbruksforskning* 6: 223-244.
- Ekeberg, E. & H. Riley 1989. Plogfri dyrking på store forsøksruter. I. Avling, avlingskvalitet og kveke. *Norsk landbruksforskning* 3: 97-105.
- Hoel, B.O. 1993. Storfelt med jordarbeiding, s. 203-205 i Åssveen, M. (red.) *Jord- og plantekultur* 1993.
- Hoel, B.O. 1994. Storfelt med jordarbeiding, s. 223-226 i Abrahamsen U. (red.) *Jord- og plantekultur* 1994.
- Horne, D.J., C.W. Ross & K.A. Hughes 1992. Ten years of maize / oats rotation under three tillage systems on a silt loam in New Zealand. I. A comparison of some soil properties. *Soil Tillage Research* 22: 131-143.
- Lal, R., T.J. Logan & N.R. Fausey 1990. Long-term effects on a Mollic ochraqualf in north-west Ohio. III. Soil nutrient profile. *Soil Tillage Research* 15: 371-382.
- Mahler, R.L. & R.W. Harder 1984. The influence of tillage methods, cropping sequence and N-rates on the acidification of a northern Idaho soil. *Soil Science* 137: 52-60.
- Mygland, S. 1995. Storfelt med jordarbeiding, s. 241-245 i Abrahamsen U. (red.) *Jord- og plantekultur* 1995.
- Mygland, S. 1996. Storfelt med jordarbeiding, s. 220-226 i Abrahamsen U. (red.) *Jord- og plantekultur* 1996.
- Nissen, Ø. 1982. MSTAT brukerveiledning. *Landbruksbokhandelen Ås-NLH*. IBSN 82-557-0197-4.
- Njøs, A. & T. Børresen 1991. Long-term experiment with straw management, stubble cultivation, autumn and spring plowing on a clay soil in S.E. Norway. *Soil & Tillage Research* 53: 53-66.
- Riley, H. 1985. Redusert jordarbeiding til vårkorn. Ulike såmaskiner og såtider. *Forskning og forsøk i landbruket* 36: 61-70.
- Riley, H. & E. Ekeberg 1989. Plogfri dyrking på store forsøksruter. II. Kjemiske og fysiske jordundersøkelser. *Norsk landbruksforskning* 3: 107-115.
- Riley, H., A. Njøs & E. Ekeberg 1985. Plogfri jordarbeiding til vårkorn. II. Jordundersøkelse. *Forskning og forsøk i landbruket* 36: 53-59.
- Rydberg, T. 1992. Ploughless tillage in Sweden. Results and experiences from 15 years of field trials. *Soil & Tillage Research* 22: 253-264.
- Skuterud, R., K. Semb, J. Saur & S. Mygland 1996. Impact of reduced tillage on the weed flora in spring cereals. Under utarbeidelse.
- Vidme, T. 1940. Om utviklinga av kornplantene på ulike jordarter. *Meld. Norges Landbrukshøgskole* 20: 313-374.

Virkingen av ulike vekselvekster i omløp med høst - og vårhvete

Effects of preceding crops in rotation with winter and spring wheat

INGVAR LYNGSTAD & PER BRENNE

Norges landbrukshøgskole, Institutt for jord- og vannfag, Ås, Norge. *Agricultural University of Norway, Department of Soil and Water Sciences, Ås, Norway*

Lyngstad, I. & P. Brenne 1996. Effects of preceding crops in rotation with winter and spring wheat. *Norsk landbruksforskning* 10:255-266. ISSN 0801 5333.

The effects of oats, barley, potatoes and sugar beet on the first and second crops of winter and spring wheat, and the effects of turnip rape and field peas grown alternately, were compared in two rotation-fertilizer experiments during 1981-89. Oats increased the first crops of winter and spring wheat by 8-9%, while barley had no significant effect compared to continuous wheat. The rapeseed-pea combination increased grain yields of spring and winter wheat by 18 and 21%, respectively. Winter wheat responded markedly to early potato as a preceding crop, yield increase varying from 40% compared to continuous wheat at the lower N rate, and decreasing to 6% at the higher rates because of heavy lodging (15% on average). The average increase in spring wheat yield following a late potato cultivar amounted to 13%. The use of sugar beet as a preceding crop was abolished after some years owing to cultivation problems. Averaged over five years, spring wheat following beet yielded 18% more than spring wheat growing continuously. The second yield of winter and spring wheat in rotation was not significantly different from that of continuous wheat, but the yield of wheat in rotation was higher than continuous wheat, especially with respect to winter wheat. The N concentration of wheat grain was not significantly affected by rotation, but increased with increasing N rates.

Key words: Barley, N fertilizer, N-uptake, oats, pea, rapeseed, sugar beet, yield.

Ingvar Lyngstad, Agricultural University of Norway, Department of Soil and Water Sciences, N-1432 Ås, Norway

Forgrødeforsøk og langvarige omløpsforsøk har vist positiv effekt av ulike vekselvekster ved en korn-dominert dyrking (Hansen & Aastveit 1959; Uhlen 1963; Stabbetorp 1972; Wølner et al. 1978). Effekten av en vekselvekst kan skyldes mindre sjukdomsangrep, særlig av rotdreper, og kan dessuten gjøre det lettere å bekjempe rotugras som kveke. En rekke ettårige vekselvekster er prøvd i forsøk, og de mest aktuelle i praktisk

dyrking er poteter, oljevekster og erter. Veksling med havre i et ensidig kornomløp vil også virke sjukdomssanerende, og som forgrøde for bygg og hvete kan effekten være på høyde med f.eks. oljevekster.

Produksjon av sukker i Norge ble diskutert i 1970-åra, med basis i dyrking av sukkerbeter på Sør-Østlandet. Sukkerbeter ble vurdert som en effektiv forgrøde i hvetedyrkingen, som en på offisielt hold

gikk inn for å øke (Stortingsmelding 32/1975-76). Det ble også lagt vekt på at sukkerproduksjon ville gi økt sysselsetting på det enkelte bruk.

Behovet og interessen for en mer intensiv planteproduksjon var bakgrunnen for at en startet to kombinerte omløps- og gjødslingsforsøk ved Øsaker i 1978-79. Fosøkene ble avsluttet i 1990, og resultatene legges fram i denne artikkelen.

Materiale og metoder

Et forsøk med høsthvete ble startet høsten 1978 og et forsøk med vårhvete våren 1979. Forsøkene ble plassert på Øsaker (NGO-kart nr. 1913 IV Vansjø, UTM-koordinater 32 VPL 160776). Jordtypen på Øsaker varierer fra mellomleire til stiv leire. På skiftet hvor forsøkene ble plassert, hadde det vært ensidig korndyrking i mange år. Skiftet ble kalka høsten 1978, og jordprøver fra sjiktene 0-20 og 20-40 cm ble tatt høsten 1979. Det ble tatt i alt 24 prøver. Prøvene fra sjiktet 0-20 cm viste i middel en pH-verdi på 6,1 og verdier for P-AL og K-AL på henholdsvis 4.7 og 15, mens total C utgjorde 2.2 %. Variasjonen mellom enkeltprøver var moderat. Verdier for K-AL og pH var i middel tilnærmet like i de to sjiktene, mens fosfortallene var betydelig mindre i undergrunnen (P-AL= 1.6). Syreløselig kalium (K-HNO₃) var ca 100 i begge sjikt.

Effekten av sukkerbete, potet, havre og toradsbygg som vekselvekster i sammenligning med ensidig hvete, ble undersøkt i 3-årige omløp, hvor ett år med vekselvekst ble etterfulgt av to år med hvete. Ert og rybs ble dyrka vekselvis i et 6-årig omløp for å motvirke angrep av henholdsvis visnesjuka og klumprot. På høsthvete-feltet ble det av hensyn til såinga av hveten dyrka tidligpotet. Av samme grunn

startet en med konservesert på høsthvete-feltet. Dette ble seinere endret, slik at det ble brukt ert til modning som vekselvekst på begge felt. Fordi det var for seint å så høsthvete etter bete, ble det her sådd bygg i 2. omløpsår. Bygg ble også sådd etter havre de første åra. De seks omløpsrutene ble plassert i blokker. Med alle vekster representert hvert år i to gjentak, ble det i alt seks blokker i hvert forsøk.

Det ble gitt tre N-mengder, henholdsvis 5, 10 og 15 kg pr. dekar, tilført som kalksalpeter og likt til alle vekster, unntatt til ert, hvor det ble gitt 5 kg pr. dekar på alle ruter. Rutene med N-gjødsling ble lagt på tvers av omløpsrutene, slik at en fikk et split-blokk system med 108 ruter på hvert felt. Fosfor og kalium ble tilført i PK-gjødsel i mengder tilpasset behovet for de ulike vekstgrupper.

Ugrasbekjempelse ble foretatt dels ved sprøyting og dels mekanisk. Kveka ble holdt nede ved sprøyting med glyfosat kombinert med høstarbeiding. Sopp- og insektsprøyting ble foretatt etter behov i hvert enkelt tilfelle. Høsthveten ble sprøytet med stråforkorter (CCC) i de fleste år.

Korn, rybs og ert til modning ble høsta med forsøkestresker. Størrelsen på høsterutene varierte for de ulike vekstene fra ca 12 til 16 m².

Avlingsprøver for tørrstoffbestemmelse og Kjeldahl-N ble uttatt ved høsting av de ulike vekstene. For korn ble det dessuten bestemt hl-vekt.

Statistiske beregninger ble utført ved hjelp av generelle, lineære modeller (GLM). Variansanalysen ble hovedsakelig utført innen hver vekst og hvert omløpsår, da sammenligninger mellom vekster og omløpsår er av mindre interesse. Fordi forsøkene var fastliggende, har en i variansanalysene for alle år under ett testet effekten av omløp og N-gjødsling mot

variansen for henholdsvis blokk x omløp og blokk x N. Tilsvarende ble to-faktor-samspillet testet mot blokk x omløp x N.

Resultater

Avling av vekselvekster

Kornavlingene på de blokkene som i start-året ble tilsådd etter planen for andre og tredje omløpsår var meget ensartet. Det tydet på liten jordvariasjon innen blokkene både på høst- og vårhvetefeltet. Forøvrig varierte kornavlingene fra år til år på grunn av vekslinger i værforholdene. På Øsaker blir det jevnt over store avling-sutslag for N-gjødsling til kornartene, og det var også tilfelle på disse feltene. I enkelte år var det til dels betydelig legde ved den største N-mengden. Potetavlingene var relativt små og effekten av N-gjødsling var liten. Det samme gjaldt rybsavlingene. Jorda på Øsaker egner seg ikke til potetdyrking, særlig ikke til tidligpotet, og avlingene ble små. Også avlingene av sukkerbete var små, og dyrkingen ble dessuten vanskeliggjort på grunn av rådyrskade. Betydningen ble derfor avbrutt etter noen år, og byttet ut med kombinasjonen ert-rybs på begge feltene. Ertene ga også variable avlinger. Årsaken til dette var at ujevn modning ofte førte til dryssing og tap av en stor del av avlingen.

I noen tilfelle ble ertene ikke forsøks-høsta, men pløyd ned. Avlinger i middel

for forsøksperioden er vist i tabell 1. Avlingene av samme kornart er slått sammen for de to feltene. Havreavlingene var tilnærmet like på de to feltene, mens bygg og rybsavlingene var størst på høsthvete-feltet. Avlinger av ert og bete er utelatt.

Ettervirkning av vekselvekstene

Høsthvete

Forgrøde-effekten av ert-rybs og tidlig-potet var betydelig de fleste år (Tabell 2). Det var også positiv ettervirkning av havre i forhold til ensidig hvete, mens bygg som forgrøde til hvete hadde liten effekt. Det var betydelig legde ved de to største N-mengdene i flere av årene, særlig der vekselveksten var potet eller ert-rybs. Dette medførte til dels negative avling-sutslag ved stigende N-mengder (Tabell 3). Delvis av den grunn ble resultatene i høsthvete noe varierende, med relativt høye variasjonskoeffisienter i enkelte år. I middel avtok kornavlingene med årene, men stor variasjon mellom blokkene gjorde at forskjellen mellom de tre omløpsperiodene ikke var signifikant. Det var heller ingen signifikant forskjell mellom forgrøde-effekten i de tre periodene.

I tabell 2 er ikke tatt med resultater for omløpet hvor bete var vekselvekst den første tiden, da det ble dyrka bygg i ettervirkningsåret. Derimot har en tatt med havre-hveteomløpet, hvor det i

Tabell 1. Avlinger av vekselvekster og av hvete i vekslingsåret (kg daa⁻¹). Middell 1980-88.

Table 1. Yields of preceding crops and corresponding yields of continuous wheat (kg daa⁻¹). Means of 1980-88.

kg N daa ⁻¹ kg N daa ⁻¹	Potet Potato		Korn Grain (85% tørrstoff, 85% DM)				
	Tidlig sort Early cultivar	Sein sort Late cultivar	Havre Oats	Bygg Barley	Rybs Rape	H.hvete W.wheat	V.hvete S.wheat
5	1576	1895	340	294	132	265	290
10	1700	2237	428	384	152	323	345
15	1763	2289	449	428	172	368	365

Tabell 2. Virkningen av ulike vekselvekster på kornavlingen (kg daa⁻¹, 85% tørrstoff) av høsthvete ved stigende N-mengder i 1. hveteår. Middell for ni år.

Table 2. Grain yields (kg daa⁻¹, 85% DM) of the 1st year winter wheat crop as affected by preceding crops and increasing rates of fertilizer N. Means of nine years.

kg N daa ⁻¹ kg N daa ⁻¹	Ensidig hvete Continuous wheat	Vekselvekster Preceding crops					Middel Mean
		Bygg Barley	Havre Oats	Potet Potato	Ert-Rybs Pea-rape		
5	291	298	318	410	407	345	
10	383	379	398	406	453	404	
15	394	413	413	418	432	414	

Hovedeffekten av N-gjødsling og samspillet mellom omløp og N-gjødsling var signifikant ($p < 0,05$). Hovedeffekten av omløp var ikke signifikant.

The main effect of N fertilizer and the interaction between rotation and N fertilizer were both significant ($p < 0,05$). The main effect of rotation was not significant.

Tabell 3. Virkningen av ulike vekselvekster på legde (%) i høsthvete ved stigende N-mengder i 1. hveteår. Middell for fem år.

Table 3. Lodging (%) in the 1st year crop of winter wheat as affected by preceding crops and increasing rates of fertilizer N. Means of five years.

kg N daa ⁻¹ kg N daa ⁻¹	Ensidig hvete Continuous wheat	Vekselvekster Preceding crops			
		Bygg Barley	Havre Oats	Potet Potato	Ert-rybs Pea-rape
5	6	4	4	25	22
10	22	15	24	62	30
15	41	44	59	79	70

middeltallene i tabell 2 inngår to år med bygg. Dette medfører at avlingstallene for dette omløpet sannsynligvis er litt for lave. En sammenligning av byggavlingene i de to omløpene, viste forøvrigt at forgrødeeffekten av sukkerbeter var tydelig større enn av havre (ikke vist i tabell).

Til tross for betydelige forskjeller i avling mellom enkelte omløp i første ettervirkningsår, var det i middel ingen signifikante utslag (Tabell 2). Derimot var det i middel signifikant ($P < 0,05$) avlingssøkning for stigende N-mengder. Dette skyldes først og fremst meravlingen ved økning i gjødslingen fra 5 til 10 kg N. Avlingsutslaget for siste N-trinn var i enkelte tilfelle negativ, og meravlingen utgjorde i middel bare 10 kg korn.

Det var signifikant samspilleffekt mellom omløp og N-gjødsling. Dette henger sammen med legden som til dels ga negative utslag i høstveten ved stigende N-mengder, særlig etter potet og ert-rybs. Den sterke legden etter tidligpotet kan forklares ved at den tidlige høstingen av potetene medførte en delvis brakk-virkning, som kan gi en betydelig effekt på etterfølgende avling. Når det gjelder virkningen av kombinasjonen ert-rybs, var sannsynligvis meravlingen i forhold til de rene kornomløpene delvis en N-effekt av ertedyrkingen. Nedpløyningen av hele erteavlingen i enkelte år kan ha bidratt til å øke denne effekten.

Etter at betet ble byttet ut med kombinasjonen ert-rybs som vekselvekst, fikk

en to like omløp, men med den forskjell at ert i det ene omløpet ble dyrka samtidig med rybs i det andre. Om en forutsetter at vekselvektene ikke hadde noen virkning etter to år med korn, ville en kunne sammenligne effekten av ert og rybs i de to omløpene. Dette vil neppe være tilfelle i et langvarig omløpsforsøk, og en slik sammenligning blir derfor usikker. Resultatene viste imidlertid at ert hadde en større effekt som forgrøde enn rybs ved den minste N-mengden, mens det var liten eller ingen forskjell ved de større N-mengdene, trolig som følge av sterk legde (ikke vist i tabell).

Resultatene for 2. hveteår viste i middel heller ikke signifikant forskjell mellom ulike omløp, men det ble registrert en positiv effekt av alle vekselvekster i forhold til ensidig hvete (Tabell 4). Bortsett fra bygg, som ga minst ettervirkning, var det i middel for alle N-trinn tilnærmet lik effekt av vekselvektene i 2. hveteår. Stigende N-mengder ga i middel signifikant avlingsøkning ($P < 0,01$). På grunn av mindre legde i omløpene med potet og ert-rybs, var det betydelig større

meravling for stigende N-mengder i 2. enn i 1. hveteår. Resultatene tyder ellers på at effekten av stigende N var mindre i ensidig hvete enn i de andre omløpene. Tilsvarende resultater er funnet i enkelte andre omløpsforsøk (Stabbetorp 1972; Ebbersten 1976).

Vårhvete

Kornavlingene var større etter vekselvekst enn etter ensidig hvete i alle år, unntatt etter bygg (Tabell 5). Forskjellene var ikke signifikante i alle år, og det samme gjaldt avlingsutslaget for stigende N-mengder. Dette beror dels på at en benyttet en splitblokk plan som gir størst presisjon for bestemmelsen av samspillet N x omløp.

Kornavlingene var i middel signifikant større i den første enn i de to etterfølgende omløpsperiodene. Dette var stort sett likt for alle blokkene og i begge hveteårene. Til dels var også effekten av vekselvekst størst i den første omløpsperioden.

Det var i middel for ni høsteår (tre omløpsperioder) signifikante forskjeller i effekten av ulike forgrøder ($P < 0,01$) og

Tabell 4. Virkingen av ulike vekselvekster på kornavlingen (kg daa^{-1} , 85% tørrstoff) av høsthvete ved stigende N-mengder i 2. hveteår. Middel for ni år.

Table 4. Grain yields (kg daa^{-1} , 85% DM) of the 2nd year winter wheat crop as affected by preceding crops and increasing rates of fertilizer N. Means of nine years.

kg N daa ⁻¹	Vekselvekster Crops prior to 1st year wheat						
	Ensidig hvete Continuous wheat	Bygg Barley	Havre Oats	Potet Potato	Ert-rybs Pea-rape	Bete/ ert-rybs Beet/ pea-rape	Middel Mean
5	286	304	313	303	303	305	302
10	352	394	398	394	407	395	390
15	375	392	416	427	414	420	407
Middel Mean	338	363	376	375	375	373	-

Hovedeffekten av N-gjødsling var signifikant ($P < 0,01$), men hovedeffekten av omløp og samspillet mellom omløp og N-gjødsling var ikke signifikant.

The main effect of N fertilizer was significant ($P < 0,01$). The main effect of rotation and the interaction between rotation and N fertilizer did not differ significantly.

Tabell 5. Virkningen av ulike vekselvekster på kornavlingen (kg daa⁻¹, 85% tørrstoff) av vårhvete ved stigende N-gjødsling i 1. hveteår. Middell for ni år.

Table 5. Grain yields (kg daa⁻¹, 85% DM) of the 1st year spring wheat crop as affected by preceding crops and increasing rates of fertilizer N. Means of nine years.

kg N daa ⁻¹	Vekselvekster, <i>Preceding crops</i>						
	Ensidig hvete <i>Continuous wheat</i>	Bygg <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>	Potet <i>Potato</i>	Ert-rybs ¹⁾ <i>Pea-rape¹⁾</i>	Ert-rybs ²⁾ <i>pea-rape²⁾</i>	Middel <i>Mean</i>
5	260	269	285	294	322	305	289
10	322	321	348	357	371	362	347
15	348	354	383	395	406	388	379
Middel <i>Mean</i>	310	314	339	349	366	352	-

1) 5 år ert, 4 år rybs, 5 yr pea, 4 yr rape

2) 4 år bete, 2 år ert, 3 år rybs, 4 yr beet, 2 yr pea, 3 year rape

Hovedeffekten av N-gjødsling og hovedeffekten av omløp var signifikant ($P < 0,01$), men samspillet mellom omløp og gjødsling var ikke signifikant.

The main effect of N fertilizer and the main effect of rotation were both significant ($P < 0,01$). The interaction between rotation and N fertilizer did not differ significantly.

av ulik N-gjødsling ($P < 0,01$) (Tabell 5). Hvete etter bygg ga tilnærmet samme avling som hvete i ensidig dyrking, mens hvete etter havre ga en betydelig meravling. Forgrøde-effekten var størst i omløpet med ert-rybs. Dette skyldes dels N-effekten av ertedyrkingen, som også utgjorde en liten andel av omløpet hvor betene ble dyrka de første åra. Potet hadde noe større forgrøde-effekt enn havre, men stod tilbake for ert-rybs. Resultatene i 1. hveteår viste ingen signifikante samspill-effekter.

Sukkerbete ble dyrka i fem år, og i tabell

6 er vist middeltallene for forgrøde-effektene som gjaldt denne perioden. Virkningen av bete lå på linje med ert-rybs, og har således gitt noe større ettervirkning enn potet. Betene ga små avlinger, og det er usikkert hvordan dette har påvirket forgrøde-effekten.

En sammenligning av forgrøde-effekten av ert og rybs, tilsvarende som i høst-hveten, viste størst ettervirkning av ert ved alle N-mengder (ikke vist i tabell). Resultatet skilte seg dermed i noen grad fra høst-hveten, hvor legden dels maskerte forskjellen i forgrøde-effekten mellom ert

Tabell 6. Virkningen av sukkerbete sammenlignet med andre vekselvekster på kornavlingen (kg daa⁻¹, 85% tørrstoff) av vårhvete i 1. hveteår. Middell for alle N-mengder.

Table 6. The effect of sugarbeet compared to other preceding crops on grain yields (kg daa⁻¹, 85% DM) of the 1st year spring wheat crop. Means of all N rates.

	Vekselvekster <i>Preceding crops</i>					
	Ensidig hvete <i>Continuous wheat</i>	Bygg <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>	Potet <i>Potato</i>	Bete <i>Beet</i>	Ert-rybs <i>Pea-rape</i>
Middel 5 år	355	357	389	406	419	422
<i>Means of 5 yrs</i>						

og rybs.

I 2. hveteår var det ingen signifikant ettervirkning av tidligere vekselvekster. Det var fremdeles en viss positiv effekt av havre og ert-rybs, mens potet lå på linje med ensidig hvete. Det var signifikant ($P < 0,05$) avlingsøkning for stigende N-mengder, og meravlingene var relativt like i de ulike omløp (Tabell 7).

Kornkvalitet

Hl-vekt ble bestemt i prøver fra alle leddkombinasjoner. Middelresultatene viste få signifikante utslag (Tabell 8). I vårhvete var det i 1. hveteår i middel tendens til

lavere hl-vekt i de rene kornomløpene, mens tilsvarende forskjeller ikke framkom i høsthvete, trolig på grunn av legden. I 2. hveteår var det ubetydelige forskjeller i hl-vekt for ulike omløp både i høst- og vårhvete.

Stigende N-mengder ga i middel signifikant ($P < 0,01$) økning i hl-vekt i høsthvete i 2. hveteår. Dette var også tilfelle i 1. hveteår i de to rene kornomløpene, mens sterk legde virket motsatt i de andre omløpene. I vårhvete var det ikke signifikante utslag for stigende N-mengder.

Tabell 7. Virkingen av vekselvekster på kornavlingen (kg daa^{-1} , 85% tørrstoff) av vårhvete ved stigende N-mengder i 2. hveteår. Middel for ni år.

Table 7. Grain yields (kg daa^{-1} , 85% DM) of the 2nd year spring wheat crop as affected by preceding crops and increasing rates of fertilizer N. Means of nine years.

kg N daa ⁻¹	Vekselvekster Crops prior to 1st year wheat						
	Ensidig hvete Continuous wheat	Bygg Barley	Havre Oats	Potet Potato	Ert-rybs ¹⁾ Pea-rape ¹⁾	Bete/ ert-rybs ²⁾ Beet/ pea-rape ²⁾	Middel Mean
5	254	263	272	253	266	254	261
10	313	318	323	313	324	324	319
15	348	348	360	345	374	361	356
Middel Mean	305	310	318	303	322	313	-

1) 5 år ert, 4 år rybs, 5 yr pea, 4 yr rape

2) 4 år bete, 2 år ert, 3 år rybs, 4 yr beet, 2 yr pea, 3 year rape

Hovedeffekten av N-gjødsling var signifikant ($P < 0,05$), men hovedeffekten av omløp og samspillet mellom omløp og gjødsling var ikke signifikant.

The main effect of N fertilizer was significant ($P < 0,05$). The main effect of rotation and the interaction between rotation and N fertilizer did not differ significantly.

Tabell 8. Hektolitervekt for høst- og vårhvete ved stigende N-mengder. Middel for alle omløp.

Table 8. Hectolitre weight of winter and spring wheat as affected by increasing N rates. Means of all rotations.

N-gjødsling, kg daa ⁻¹ N applications, kg daa ⁻¹	Høsthvete Winter wheat				Vårhvete Spring Wheat			
	5	10	15	LSD5%	5	10	15	LSD5%
1. hveteår 1st yr wheat	76.4	77.3	77.2	i.s.	78.6	78.5	78.6	i.s.
2. hveteår 2nd yr wheat	76.2	77.6	78.2	0.8	78.1	78.1	78.2	i.s.

i.s. = ikke signifikant not significant

Nitrogen i avling

Total N i avling ble bestemt i leddvise prøver for hver N-mengde fra de ulike omløp. Analysene av vårhvete i 1. hveteår omfatter alle tre omløpsperiodene (9 år), mens de andre gjelder to perioder (6 år).

Det var ingen signifikante forskjeller i N-innhold i kornavling av hvete etter ulike vekselvekster. Bortsett fra en tendens til lavere N-innhold i vårhvete for de ensidige kornomløpene i 1. hveteår, var det jevnt over ubetydelige forskjeller. Opptatt N i kornavling i ettervirkningssårene var derfor i hovedsak bestemt av avlingen i de ulike omløp. I tabell 9 er vist noen middelresultater fra 1. hveteår.

Stigende N-mengder førte til signifikant økning i N-innholdet ($P < 0,01-0,001$) både i høst og vårhvete. Økningen var tilnærmet lineær for begge kornarter, og i tabell 10 er vist prosentisk N-innhold ved de tre N-mengdene i middel for begge hveteårene.

Lineær regresjonsanalyse av sammenhengen mellom kornavling og prosent N i avling i 1. hveteår ga stort sett signifikante negative korrelasjonskoeffisienter for vårhvete, mens tilsvarende beregninger i høsthvete viste meget lave verdier. I vårhvete var det best sammenheng ved den største N-mengden, og disse resultatene er vist i tabell 11 for de ulike omløp.

Tabell 9. N-innhold i kornavling (% av tørrstoff) av høst- og vårhvete etter ulike vekselvekster. Middel for alle N-mengder.

Table 9. N concentration of grain yields (% of DM) of 1st year winter and spring wheat as affected by preceding crops. Means of all N rates.

	Vekselvekster Preceding crops						i.s.
	Ensidig hvete <i>Continuous wheat</i>	Bygg <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>	Potet <i>Potato</i>	Ert-rybs <i>Pea-rape</i>	Bete/ ert-rybs <i>Beet/ pea-rape</i>	
Høsthvete, middel 6 år <i>Winter wheat, mean of 6 yrs</i>	2.09	2.03	1.99	2.04	2.05	2.03	i.s.
Vårhvete middel 9 år <i>Spring wheat, mean of 9 yrs</i>	2.16	2.21	2.19	2.27	2.23	2.27	i.s.

i.s. = ikke signifikant *not significant*

Tabell 10. N-innholdet i kornavling (% av tørrstoff) av høst- og vårhvete ved ulik N-gjødsling. Middel for alle omløp.

Table 10. N concentration of grain yield (% of DM) of winter and spring wheat as affected by increasing N rates. Mean of all rotations.

N-gjødsling, kg daa ⁻¹ <i>N applications, kg daa⁻¹</i>	Høsthvete Winter wheat				Vårhvete Spring wheat			
	5	10	15	LSD 5%	5	10	15	LSD 5%
Middel 1. og 2. hveteår <i>Means of 1st and 2nd yr wheat</i>	1.79	1.97	2.22	0.11	1.92	2.21	2.46	0.15

Tabell 11. Sammenheng (r) mellom kornavling og prosent N i avling av vårhvete for ulike omløp i 1. hveteår

Table 11. Relationship (r) between grain yield and N concentration of the 1st year yield of spring wheat for the different rotations

Vekselvekster Preceding crops					
Hvete Wheat	Bygg Barley	Havre Oats	Potet Potato	Ert-rybs Pea-rape	Bete/ert-rybs Beet/pea-rape
-0.70*	-0.91***	-0.76*	-0.74*	-0.67*	-0.71*

* p<0.05

*** p<0.001

Diskusjon

Bygg som vekselvekst i hvete har som oftest liten effekt. I en svensk serie i høst-hvete fant Olofsson & Wallgren (1984) en forgrøde-effekt av bygg på 6 % i forhold til ensidig hvete. Havre er derimot mer egnet som vekselvekst, og i den nevnte svenske serien ga havre en avling-søkning på 17 %. I to danske serier, publisert av Olsen (1984) og Andersen & Olsen (1992), utgjorde forgrøde-effekten av havre i høsthvete henholdsvis 27 og 20 % i forhold til ensidig hvete. Forgrøde-effekten av havre i høsthvete i vårt materiale (Tabell 3) er sannsynligvis for lav (6 %) på grunn av at to byggår inngår i middeltallene. Middell for de sju åra hvor hvete ble dyrka etter havre, viste en forgrøde-effekt av havre på 8 %. Dette tilsvarer omtrent effekten av havre i vår-hveten (Tabell 3).

Ert og rybs har ulike egenskaper som vekselvekster. I dette materialet ble det registrert en noe større effekt av ert enn av rybs i vårhvete, mens en tilsvarende forskjell mellom ert og rybs i høsthvete-omløpet var begrenset til minste N-mengde, sannsynligvis som følge av legden ved de større N-mengdene. Kombinasjonen ert-rybs økte avlingene av vårhvete i 1. ettervirkingsår med 18 % i forhold til ensidig hvete, mens tilsvarende effekt i høsthvete var 21 %. Innslaget av

ert medførte en viss N-effekt. En indikasjon på dette er blant annet at effekten var relativt størst ved den minste N-mengden til hvete. Til sammenligning kan nevnes at forgrøde-effekten av raps og ert i høst-hvete i noen danske forsøk (Andersen & Olsen 1992) var henholdsvis 23 og 25 %.

Potet som forgrøde til vårhvete ga en effekt som lå mellom effekten av havre og ert-rybs, i middel 13 % i forhold til ensidig hvete. Forgrøde-effekten av tidlig-potet må i stor grad skyldes brakkeeffekten ved denne dyrkingen. Avlingstoppen ble her nådd ved 5 kg N, og dette medførte at avlingsøkningen i forhold til ensidig hvete avtok fra hele 40 % ved minste N-mengde til 6 % ved de to større N-mengdene (15 % i middel).

Sukkerbeter ga i middel for de fem åra de var med i vårhvete-omløpet, en avling-søkning på 18 % i forhold til ensidig hvete. Effekten var betydelig større enn i et langvarig omløpsforsøk i Ås, hvor effekten av betar bare var litt større enn effekten av havre (Uhlen et al 1994). Vårt materiale viste nesten dobbelt så stor effekt av betar som av havre (18 og 10 %). I følge Ebbersten (1976) viser svenske forsøk at sukkerbete i de fleste tilfelle har hatt større effekt enn oljevekst som forgrøde til korn.

Foruten forgrøde-effekten, er verdien av en vekselvekst knyttet til avlingen den selv gir. I disse forsøkene hadde en pro-

blemer med noen av vekstene når det gjaldt å få etablert et tilfredsstillende plantedecke. Sammen med en del andre negative faktorer førte dette til varierende avlinger. Forsøkene er derfor ikke noe godt grunnlag for å vurdere verdien av de ulike omløp mot hverandre. Vurdert ut fra verdien som forgrøde, peker ert og rybs seg ut som gode vekselvekster.

Varigheten av effekten av vekselvekster vil avhenge av flere forhold. Varig effekt av vekselvekst på ugrastilstanden vil forlenge effekten av forgrøden. Hansen & Aastveit (1959) fant ingen effekt i hvete andre året etter havre og oljevekst. Det samme var tilfelle i danske forsøk med ert og raps (Olsen 1986). Olofsson & Wallgren (1984) fant også liten ettervirkning andre året, mens en i noen andre svenske forsøk fant 7-10 % avlingsøkning i 2. ettervirkningsåret (Kornher 1975).

Engelske undersøkelser har også vist varierende resultater av vekselvekster på etterfølgende kornavlinger. Hanley & Ridgman (1978) fant at ettervirkningen i hvete av havre som etterfulgte bønner, stort sett var begrenset til 1. ettervirkningsår, mens Ridgman & Walters (1982) i tilsvarende forsøk ikke fant noen forskjell i ettervirkningen de to første åra. Det ble da påvist en meravling for vekstingen med bønner-havre på 75 kg hvete pr. dekar i forhold til avling som ble oppnådd ved ensidig hvetedyrking. En tredje engelsk undersøkelse viste at ettervirkningen av to år med «break-crops» hadde en effekt som varte fra tre til fem år (Mundy & Selman (1973).

Sammendrag

Virkingen av sukkerbete, potet, havre og toradsbygg som vekselvekster ved høst- og vårhvetedyrking ble undersøkt i 3-årige omløp med ett år vekselvekst og to år hvete i to langvarige omløpsforsøk på stiv leirjord ved Øsaker i Tune, Østfold i årene 1981-89. Ert og rybs ble dyrka vekselvis i et 6 årig omløp. Alle vekster, unntatt ert, ble gjødslet med tre N-mengder, 5, 10 og 15 kg pr. dekar.

Havre som vekselvekst i vårhvete ga i middel for ni år en meravling av korn i 1. hvetear på 9 % i forhold til ensidig hvete, og omtrent det samme i høsthvete i middel for sju år. Effekten av vekselvekst var ellers størst i høsthvete. Ved minste N-mengde var hveteeavlingen 40 % større etter tidligpotet enn ved ensidig hvete, men avtok til 6 % ved de to største N-mengdene grunnet legde (middel 15 %). Ert-rybs som forgrøder i høsthvete ga større avlingsøkning (21 %) enn potet på grunn av mindre legde.

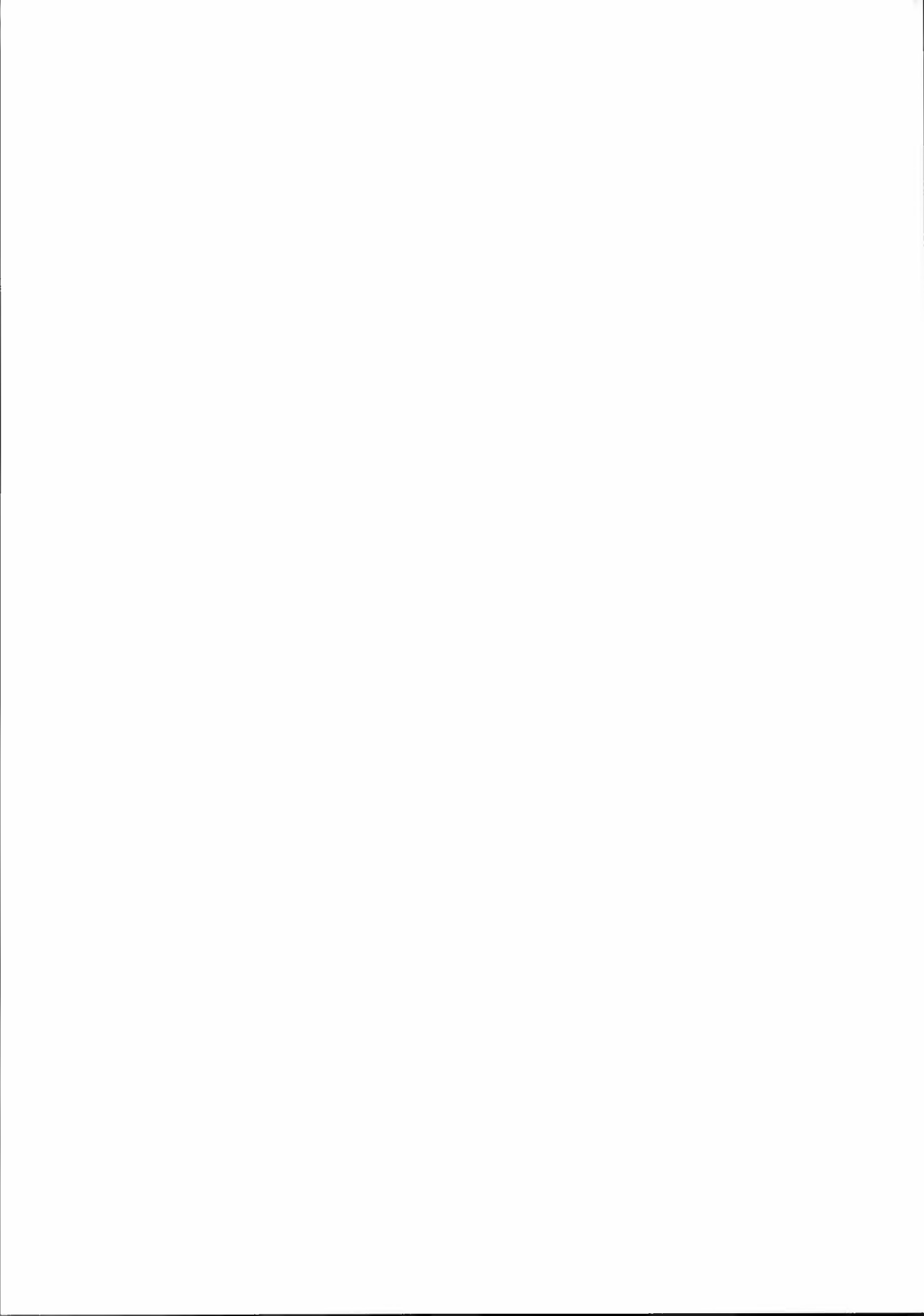
I vårhvete ga potet (sein sort) og kombinasjonen ert-rybs meravlinger i forhold til ensidig hvete på henholdsvis 13 og 18 % i 1. hvetear. Effekten av ert-rybs beror delvis på økt N-tilgang som følge av ertedyrkingen. Betydningen, som av flere årsaker ble avbrutt etter noen år, viste i middel for fem år en forgrøde-effekt i vårhvete på 18 %.

I 2. hvetear var det ingen signifikant ettervirkning av vekselvekster. I høsthvete ble det likevel registrert en positiv effekt av alle vekselvekster i forhold til ensidig hvete.

Prosentisk N-innhold i hvete var i liten grad påvirket av vekselvekstene, mens det var signifikant økning for stigende N-gjødsling. Tilsvarende resultater gjaldt hektolitervekten av hvete.

Litteratur

- Andersen, A.A. & C. Chr. Olsen 1992. Vinterhvete dyrket hvert andet år efter forskellige forfrugter sammenlignet med ensidig dyrkning. Tidsskrift for Planteavl 96: 125-135.
- Ebbersten, S. 1976. Verksamheten vid försöksavdelningen för växtföljder. a. Nuvarande aktiviteter og b. Resultat från förfruktsförsök vid ensidig stråsädesodling. I E. Åberg (ed.) Växtföljder och markbördighet. Lantbrukshögskolan, Rapporter och avhandlingar 41, p E1-E4 og p F1-F11.
- Hanley, F. & W.J. Ridgman 1978. Some effects of growing winter wheat continuously. Journal of Agricultural Science, Camb. 90, 517-521.
- Hansen, L.R. & K. Aastveit 1959. Forgrødeforsøk på fotsykesmittet jord. Forskning og forsøk i landbruket 10: 89-126.
- Kornher, A. 1975. Försök med olika omväxlingsgrödor i stråsädesdominerade växtföljder. Lantbrukshögskolans meddelanden, Serie A, nr 239, 18 pp.
- Mundy, E.J. & M. Selman 1973. Intensification of cereals: cereal monoculture duration and nitrogen rate. Part I. Winter wheat. Experimental Husbandry 25: 22-40.
- Olofsson, S. & B. Wallgren 1984. Høsthvete i växtföljden. Resultat från två försöksserier med olika forfrukter til høsthvete; R4-1711 och R4-1712. Institutionen för växtodling. Rapport 130, 77 pp.
- Olsen, C. Chr. 1984. Vinterhvete i kornrike sædskifter. Tidsskrift for Planteavl 88: 547-556.
- Olsen, C.Chr. 1986. Forfrugtsverdien af raps og ærter. Statens Planteavlsforsög. Meddelelse nr 1854, 4 pp.
- Ridgman, W. J. & D.E. Walters 1982. A comparison of growing wheat continuously with growing wheat in a four-course rotation. Journal of Agricultural Science, Camb.: 99, 139-143.
- Stabbetorp, H. 1972. Resultater fra omløpsforsøk på Øsaker 1963-71. Informasjonsmøte Jordbruk. LOT 1972(2): 105-108.
- Uhlen, G. 1963. Noen virkninger av ulike vekstomløp. Forskning og forsøk i landbruket 14: 53-74.
- Uhlen, G., A-G. Kolnes & B. Thorbjørnsen 1994. Effects of long-term crop rotations, fertilizer, farm manure and straw on soil productivity. I. Experimental design and yields of grain, hay and row crops. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 8: 243-258.
- Wölner, K., L. Sogn & N.H. Hauge 1978. Omløpsforsøk på Bjerke, Hagan, Helle-rud og Staur, 1951-75. Forskning og forsøk i landbruket 29: 313-361.



Optimal N-gjødsling til vårkorn sett i forhold til bondens nåværende praksis

Optimum N-fertilization of cereals as compared with current farming practice

HUGH RILEY, KATRI LAUBO & UNNI ABRAHAMSEN

Norsk Institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingscenter, Kapp, Norge

The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Kapp, Norway

Riley, H, K.Laubo & U.Abrahamson 1996. Optimum N-fertilization of cereals as compared with current farming practice. Norsk Landbruksforskning 10: 267-282. ISSN 0801- 5333.

Results are reported from 57 N-fertilizer trials with spring cereals on various soils in SE Norway during the period 1991-95. Grain yields and nitrogen uptake were compared at fertilizer levels both above and below those used by the farmers on whose land the trials were located, and apparent N-fertilizer recovery was calculated as a percentage of that applied. Current fertilizer practice was close to the recommended levels. Grain yields increased by an average of 40-220 kg/ha (1-4%) when fertilizer levels were raised by 15-45 kg N/ha, relative to current farming practice, whereas a similar lowering of fertilizer rates reduced grain yields by 160-600 kg/ha (3-11%). Protein concentration and N-uptake in grain increased almost linearly with increasing levels of N-fertilizer, but apparent recoveries nevertheless declined in most cases with increasing N-fertilizer. Recoveries were greatest (approx. 45-60%) on loam soil and in wheat, and lowest (approx. 30-45%) on clay soils and in barley. A balance between N removed in the grain crop and that supplied as fertilizer was achieved at N-fertilizer rates that were lower than, those used in current farmer practice, by amounts ranging from about 15 kg N/ha on loam soil and in wheat to around 45 kg N/ha on silt and clay soils and in barley. Current practice gives a closer balance when N in straw is also taken into account, assuming complete removal of straw from the system. Calculation of N-balance at different yield levels revealed that current fertilizer recommendations give a fertilizer surplus of 10-30 kg N/ha when straw is retained, but a slight shortfall in nitrogen supply at medium to high yield levels when straw is removed. In a series of 12 trials it was demonstrated that about 25% of total N-fertilizer can be applied at heading without yield loss and with a slight increase in protein concentration. Levels of soil mineral-N measured in spring were positively correlated with yields and N-uptakes on unfertilized plots, but had little effect on the optimum fertilizer levels found in individual trials.

Key words: Barley, crude protein, grain yield, N-balance, N-recovery, oats, soil mineral-N, split N-application, wheat.

Hugh Riley, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, N-2858 Kapp, Norway

Hensyn til både miljø og økonomi tilsier at N-gjødsling skal tilpasses plantenes behov, og at det skal være mest mulig balanse mellom tilførsel og bortførsel av plantenæring. Idag søker man å nå dette målet gjennom gjødslingsplanlegging ved å ta hensyn til forventet avlingsnivå, eventuelle forgrødeeffekter, såtid og variasjonen i jordas innhold av mineralisert nitrogen om våren.

Det er av interesse å sammenligne nåværende gjødslingspraksis med det som kan betraktes som optimalt, ut fra de nevnte hensyn.

Denne meldinga tar for seg resultatene av en serie med forsøk utført i vårkorn i årene 1991-95, hvor bondens eget valg av N-gjødslingsnivå er sammenlignet med både større og mindre N-tilførsel. Resultatene vurderes i forhold til kornart, jordart, været i forsøksårene og jordas innhold av mineralisert nitrogen om våren.

Materiale og metoder

Forsøksplan

Forsøksopplegget bestod i å sammenligne N-gjødselmengden som feltverten brukte på sin åker med tre mindre og tre større N-mengder. I tillegg var det ett forsøksledd helt uten N-gjødsling:

1. Ingen N-gjødsel («nullruter»)
2. Minus 4,5 kg N/daa
3. Minus 3,0 kg N/daa
4. Minus 1,5 kg N/daa
5. Bondens gjødselnivå («kontroll»)
6. Pluss 1,5 kg N/daa
7. Pluss 3,0 kg N/daa
8. Pluss 4,5 kg N/daa

Forsøksarealet ble radgjødslet med en fullgjødselmengde som inneholdt 4,5 kg/daa mindre nitrogen enn det som ble gitt på resten av skiftet. De enkelte forsøksrutene ble overflategjødslet for hånd med

kalkammonsalpeter, i mengder som varierte mellom 1,5 og 9 kg N/daa. Dersom feltverten praktiserte delgjødsling, ble feltet, bortsett fra nullrutene, også delgjødslet med tilsvarende N-mengde. I noen tilfeller hvor de feltansvarlige anså at det var behov for det, ble det gitt ekstra fosfor og kalium (PK 7-18) på alle ruter. Rutene (2,5 x 8 m) ble randomisert i tre gjentak, men med nullrutene plassert i den ene kanten av hvert gjentak av praktiske hensyn. Dette leddet ble tatt med slik at man kunne beregne gjenvinning av tilført gjødsel, og fordi man antok at ugjødslete ruter best ville gjenspeile betydningen av eventuelle variasjoner i jordas innhold av mineralisert nitrogen (N-min) om våren. Jordas N-min innhold ble bestemt på alle felt ved anlegg, i dybdene 0-25 og 25-40 cm.

I årene 1992 og 1993 ble det i noen forsøk tatt med ekstra forsøksledd som ble gjødslet med 3 kg N/daa i kalksalpeter ved vekststadiet Zadoks 49 (begynnende aks-skyting), i tillegg til startgjødsling med N-mengder som var henholdsvis 1,5, 3 og 4,5 kg N/daa mindre enn feltvertens valg. Dette omfattet 6 forsøk hvert år, fordelt på ulike jordarter, med til sammen 6 hvetefelt, 4 byggefelt og 2 havrefelt.

Feltfordeling

Feltene ble lagt ut på gårder som var valgt av forsøksringene. Antall felt varierte noe mellom årene, men det ble forsøkt å få en representativ fordeling mellom jordarter og kornarter hvert år (tabell 1). Materialet omfatter tilsammen 57 forsøk, hvorav 25 var fra Hedmark/Oppland, 21 fra Telemark/Buskerud/Akershus, 8 fra Østfold/Vestfold og 3 fra Trøndelag. Forgrøden var korn i 51 tilfeller, ellers potet eller eng. Ingen av feltene hadde nylig fått tilført husdyrgjødsel.

Den prosentvise fordelingen av korn-

Tabell 1. Antall felt med ulike kornarter og på ulike jordarter
 Table 1. Number of trials with different cereals and soil texture

ÅR YEAR	BYGG BARLEY	HAVRE OATS	HVETE WHEAT	LEIRE CLAY	SILT SILT	MORENE LOAM	SAND SAND	MYR PEAT	TOTALT TOTAL
1991	4	2	3	2	3	4	-	-	9
1992	4	2	3	2	3	3	1	-	9
1993	2	1	5	4	2	2	-	-	8
1994	9	3	2	6	3	4	1	-	14
1995	8	5	4	6	3	4	3	1	17
TOTAL	27	13	17	20	14	17	5	1	57

arter varierte noe mellom de ulike jordartene. Dette kan være av betydning ved tolking av resultatene. På morenejord ble

det dyrket hvete på 60% av feltene, mens resten var bygg. På siltjord hadde 70% av feltene bygg, og resten for det meste

Tabell 2. Avvik fra normalene i lufttemperatur og nedbørmengder
 Table 2. Deviations from normal air temperature and precipitation

ÅR YEAR	STED PLACE	MAI MAY	JUNI JUNE	JULI JULY	AUGUST AUGUST	SEPT. SEPT.	MAI-SEPT. MAY-SEPT.
LUFTTEMPERATUR AIR TEMPERATURE °C							
1991	Toten	-0,1	-3,2	+0,6	+0,4	+0,1	-0,5
	Ås	+0,1	-3,1	+0,3	+0,6	+0,3	-0,4
1992	Toten	+3,4	+2,2	-0,4	-1,2	+0,2	+0,8
	Ås	+2,5	+2,5	+0,1	-1,0	+0,3	+0,9
1993	Toten	+2,1	-2,1	-1,3	-2,3	-2,5	-1,2
	Ås	+2,3	-1,4	-1,5	-2,0	-2,2	-2,0
1994	Toten	-0,5	-1,6	+4,3	+0,4	-0,6	+0,4
	Ås	+0,4	-1,3	+3,6	+0,9	-0,8	+0,6
1995	Toten	-1,2	-0,3	+0,2	+1,7	+0,3	+0,2
	Ås	-0,9	-0,3	-0,1	+2,1	+0,4	+0,3
NEDBØR PRECIPITATION mm							
1991	Toten	-32	+33	-44	-36	-12	-91
	Ås	-49	+24	-23	-66	-7	-129
1992	Toten	-27	-51	+20	+12	-4	-60
	Ås	-11	-51	+7	+71	-45	-19
1993	Toten	+23	-13	+54	+25	-33	+56
	Ås	-8	-33	+5	+26	-59	-37
1994	Toten	-20	-29	-64	+64	+24	-25
	Ås	-55	-19	-77	+75	+26	-50
1995	Toten	+3	+33	+24	-45	-8	+13
	Ås	-13	+66	+79	-59	+8	+81

havre. På leirjord var det en jevnere fordeling med 40% bygg, og omtrent lik fordeling mellom hvete og havre. Sandjordsfeltene hadde oftest bygg eller havre.

Været i forsøksperioden

En oversikt over årlige avvik fra normalen for nedbør og temperatur i vekstsesongen er gitt i tabell 2, basert på målinger på Ås og Toten. To av årene (1992 og 1994) kunne betegnes som tørkeår for korn, med betydelige nedbørsunderskudd på forsommere. I 1991 og 1993 var det en relativt kjølig forsommer, med nær normal nedbør i juni og juli, mens det i 1995 var et stort nedbørsoverskudd i samme tidsrom.

Avlingsregistreringer

I alle forsøkene ble kornavlingen (15% vanninnhold) registrert, og kornet ble analysert for proteininnhold ved hjelp av NIR. Nitrogenkonsentrasjonen ble beregnet ved å dele prosent protein med faktorene 5,75 for hvete og 6,25 for bygg og havre. Opptak av nitrogen i kornet ble bestemt, og prosentvis gjenvinning av tilført N-gjødsel i kornet ble beregnet ved å trekke fra opptaket som ble målt på rutene uten N-gjødsel (differansemetoden). Halm-avlinger ble ikke målt, og totalt N-opptak (i korn+halm) ble i stedet estimert ut fra opptaket i korn (X_1) og tilført N-gjødselmengde (X_2), begge i kg/daa. Det ble brukt regresjonsligninger for hver kornart, utledet ved hjelp av data fra et tiårig gjødslingsforsøk på morenejord. Forsøket er beskrevet av Ekeberg (1984).

Totalt N-opptak i halm + korn (Y):

$$\text{BYGG: } Y = 1,336 X_1 + 0,019 X_2 - 0,381 \\ (n=528, R^2=0,92)$$

$$\text{HVETE: } Y = 1,126 X_1 + 0,112 X_2 + 0,289 \\ (n=432, R^2=0,92)$$

$$\text{HAVRE: } Y = 1,053 X_1 + 0,094 X_2 + 0,429 \\ (n=432, R^2=0,93)$$

En annen metode for beregning av totalt N-opptak, som ble utviklet av Vold et al. (1995) på bakgrunn av resultatene fra langvarige gjødslingsforsøk på leirjord, ble også vurdert for dette formål. Det viste seg, imidlertid, at denne metoden underestimerte N-opptaket ved sterk gjødsling, spesielt hos havre.

Resultater og drøfting

Feltvertenes gjødsling

De gjennomsnittlige N-mengdene som ble gitt av feltvertene var 10,9 kg/daa til bygg, 10,8 kg/daa til havre og 11,7 kg/daa til hvete. Spredningen var fra 7,5 til 15,5 kg/daa, men med hovedtyngden mellom 10,0 og 12,5 kg/daa. Middeltallene er på samme nivå som det som er funnet i middel av alle prøvestedene som er brukt i arbeidet med N-prognoser (Riley et al. 1994), og kan trolig anses som representative for korndyrking i Norge idag.

Sett i forhold til gjennomsnittlig oppnådd avlingsnivå, ligger disse gjødselmengdene nært opp mot dagens anbefalinger for bygg og havre, men 1-2 kg/daa lavere enn anbefalingene for hvete (Riley 1996). Sistnevnte forhold skyldes trolig at noen hvetedyrkere lot være å delgjødse i tørre år. Det var nesten ingen forskjell mellom jordartene i gjennomsnittlig N-gjødsling.

Kornavlinger

Middelavlinger for grupperinger av felt etter kornart, jordart og de enkelte forsøksårene er gitt i tabell 3. Alle tre kornarter viste en svak avlingsøkning ved sterkere gjødsling enn det som ble brukt av feltverten, og en noe større nedgang ved redusert gjødsling. Når det gjelder jordart var utslagene mest markerte, i begge retninger, på siltjord, og minst markerte på morenejord.

Tabell 3. Middel kornavling (kg/daa) ved ulik N-gjødsling sett i forhold til bondens nåværende praksis («kontroll»), gruppert etter kornart, jordart og årgang
 Table 3. Mean grain yields (kg/daa) with varying N-fertilization relative to current farmer practice («kontroll»), grouped according to crop, soil and year

Feltantall	N-GJØDSELMENGDER (kg/daa) N-FERTILIZER									LSD _{5%}
	No. trials	Null	-4,5	-3,0	-1,5	<u>kontr.</u>	+1,5	+3,0	+4,5	
KORNART CROP										
Bygg <i>Barley</i>	27	234	427	455	478	<u>492</u>	501	516	521	23
Hvete <i>Wheat</i>	17	327	548	571	571	<u>587</u>	585	596	601	28
Havre <i>Oats</i>	13	295	474	503	530	<u>549</u>	553	565	568	42
JORDART SOIL										
Leire <i>Clay</i>	20	272	438	457	478	<u>492</u>	495	510	511	28
Silt <i>Silt</i>	14	246	455	502	526	<u>557</u>	563	587	593	34
Morene <i>Loam</i>	17	315	538	552	559	<u>568</u>	565	573	581	23
Sand <i>Sand</i>	5	249	458	503	522	<u>526</u>	551	540	547	54
ÅRGANG YEAR										
1991	9	322	549	587	601	<u>620</u>	620	636	645	37
1992	9	252	424	443	459	<u>481</u>	482	505	514	48
1993	8	369	540	578	595	<u>607</u>	613	615	638	42
1994	14	240	416	428	441	<u>450</u>	446	458	459	31
1995	17	248	475	508	531	<u>551</u>	564	577	571	28

«kontr.» = bondens gjødslingspraksis, *current fertilizer practice*

Dette skyldes trolig ulikheter i moldinnholdet hos disse jord-artene, med lavt innhold på silt og høyt innhold på morenejord. Det var store forskjeller mellom årene både i avlingsnivå og i utslag for N-gjødsling. Det kan forklares ut fra variasjonene i været. Begge årene med utpreget forsommertørke (1992 og 1994) hadde et lavt avlingsnivå og relativt små forskjeller mellom de ulike N-mengdene. Sterk N-gjødsling ga størst utslag i årene med relativt kald og fuktig forsommer (1991 og 1993), da avlingsnivået var høyest, også på ledd med lite gjødsel.

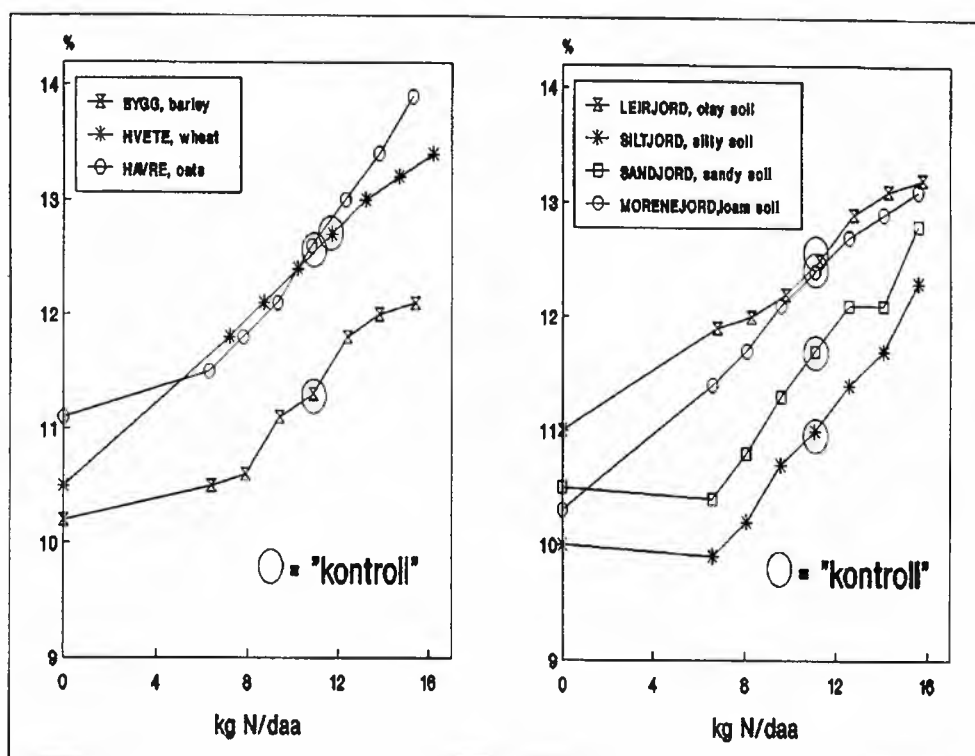
Legde ble notert på bare fem felt, og bare i to havrefelt var det betydelig økning i legde ved sterkere gjødsling enn feltvertens. I middel av alle 57 felt, var gevinstene 4-22 kg/ha korn (1-4%) ved bruk av 1,5-4,5 kg N/daa utover bondens gjødsling, mens tilsvarende reduksjoner

i gjødsling ga avlingsnedganger på 16-60 kg/daa korn (3-11%).

Proteinkonsentrasjon, N-opptak og N-gjenvinning

Midlere verdier for disse variabler er plottet mot N-gjødselmengde, gruppert etter kornart og jordart. Proteinprosenten (figur 1) og spesielt N-opptaket i kornet (figur 2) økte nesten lineært med stigende N-gjødsling hos alle kornarter og på alle jordarter. Feltvertens egen gjødsling sikret >12,5% protein i hvete og havre, mens verdiene var 1-1,5% lavere i bygg. Lavest proteininnhold ble målt på siltjord. Dette var trolig delvis en følge av den høye andelen med byggfelt på siltjord, men tendensen til lavere proteininnhold på denne jordarten var også merkbar hos havre og hvete.

N-opptaket i kornet var størst hos hvete



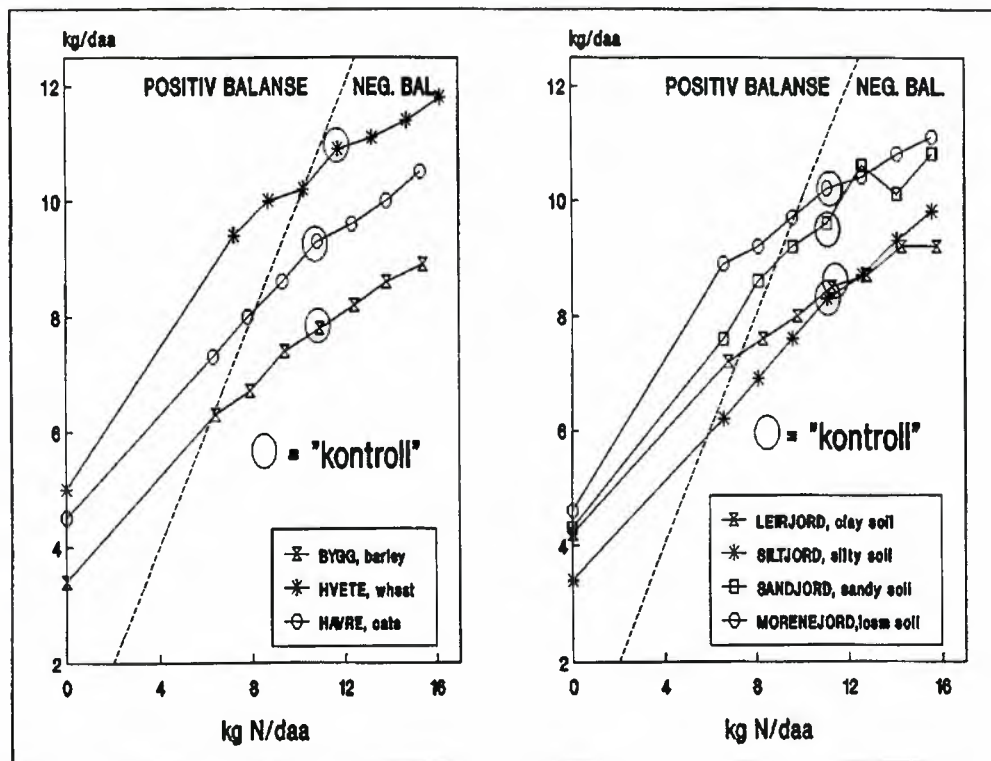
Figur 1. Middell proteininnhold i kornet ved bruk av stigende N-gjødsel til ulike kornarter og på ulike jordarter.

Fig. 1 Mean protein content in grain with increasing use of N-fertilizer for different cereals and on different soils

og minst hos bygg, med havre midt i mellom. Opptaket var størst på morenejord, og minst på leirjord og siltjord. Dette gjenspeiler delvis andelen av hvetefelt på de ulike jordartene, og delvis deres generelle avlingsnivå. Grensen mellom positiv og negativ N-balanse (dvs. N-opptak i kornet minus N-tilførsel med gjødsel) er vist som en stiplet linje i figur 2. Denne grensen falt sammen med en gjødselstyrke som var omtrent 1,5 kg N/daa mindre enn feltvertens i hvete og på morenejord, økende til 4,5 kg N/daa i bygg og på leire og silt. Ved feltvertens gjødselnivå var overskuddet mellom tilførsel og opptaket i disse tilfeller henholdsvis ca. 1 og 3 kg N/daa. Hos havre og på sandjord var

overskuddet ca. 1,5 kg N/daa. Når det beregnede N-opptaket i halmen også ble tatt i betraktning, var det positive balanser (dvs. større opptak enn tilførsel) på 2,1 og 0,4 kg N/daa ved feltvertens gjødselnivå, hos henholdsvis hvete og havre. Hos bygg var det fortsatt en negativ balanse på 0,7 kg N/daa. En slik balanseberegning forutsetter at halmen fjernes helt fra systemet.

Gjenvinning av tilført N-gjødsel i kornavlingen (figur 3) var betydelig større hos hvete enn hos de andre kornartene, og høyere på morenejord og sand enn på leire og silt. I nesten alle tilfeller, bortsett fra siltjord, førte økende gjødsling til fallende prosentvis gjenvinning av nitrogen.



Figur 2. Middel N-opptak i kornet ved bruk av stigende N-gjødsel til ulike kornarter og på ulike jordarter.

Fig.2. Mean N-uptake in grain with increasing use of N-fertilizer for different cereals and on different soils.

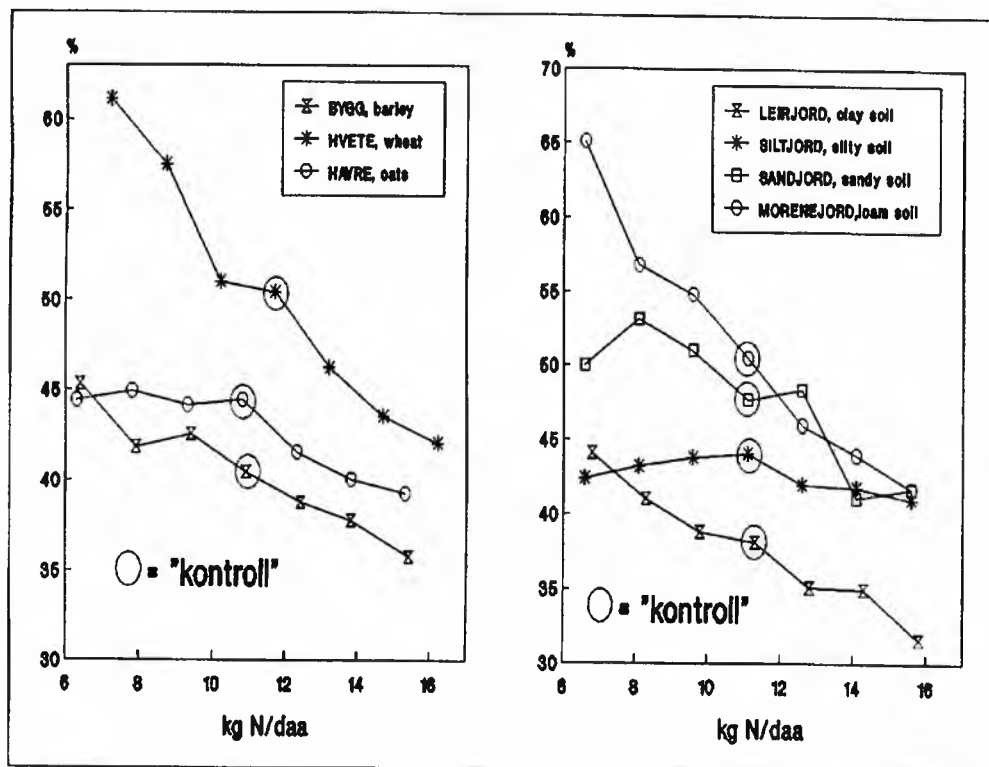
Nedgangen var størst i tilfellene hvor svak gjødsling ga høy gjenvinning, dvs. hos hvete og på morenejord. I disse tilfellene ga svak gjødsling mer enn 60% N-gjenvinning i kornet, som må regnes som et gunstig resultat sammelignet med vanlig erfaring.

Gjenvinning i korn+halm var 68% hos hvete ved feltvertens gjødsling, som er på nivå med det som ble funnet av Lyngstad (1990) i ¹⁵N-forsøk med bygg. For både bygg og havre var det tilsvarende tallet 56% i våre forsøk. Dette er på omtrent samme nivå som verdier rapportert fra Sverige og Danmark (Bergström, 1987; Kjellerup & Dam Koefoed, 1983). Et forbehold må tas ved denne sammen-

likningen da differansemetoden kan gi høyere verdier enn ¹⁵N-metoden. Lyngstad (1990) fant, imidlertid, liten forskjell mellom metodene. Største og minste totale gjenvinning var omkring 80% og 60% hos hvete, ved henholdsvis svak og sterk gjødsling Tilsvarende tall for bygg og havre var 60% og 50%.

N-balanse ved anbefalt gjødsling

Ønsket om mest mulig balansert gjødsling gjør det interessant å sammenligne forventet N-balanse med dagens gjødslingsanbefalinger. Det er tatt utgangspunkt i Planteforsks nåværende gjødselanbefalinger til korn (Riley 1996). For enkelthets skyld er det brukt de anbe-



Figur 3. Middell N-gjenvinning i kornet ved bruk av stigende N-gjødsel til ulike kornarter og på ulike jordarter.

Fig. 3. Mean N-recoveries in grain with increasing use of N-fertilizer for different cereals and on different soils.

falingene som gjelder før eventuelle tillegg/fradrag for variasjoner i jordas moldinnhold, forgrøde o.l.

Tabell 4 inneholder regresjonsligninger utledet fra dette forsøksmaterialet for N-balansen (definert tidligere) mot oppnådd avlingsnivå og anvendt N-gjødselmengde. Disse ble brukt til å beregne forventet balanse ved anbefalt gjødsling, samt de N-gjødselmengdene som gir balanse ved ulikt avlingsnivå, både med og uten tilbakeføring av halmen til jorda. Det er ikke tatt hensyn til tilførsel av nitrogen fra atmosfæren eller til de ulike tapspostene fra systemet. Framgangsmåten illustrerer, derfor, hvordan bondens praksis påvirker N-balansen

isolert sett.

Hvis halmen tilbakeføres til jorda, går det fram av tabell 5 at dagens gjødselanbefalinger gir en negativ N-balanse på ca. 3 kg N/daa hos bygg, ca. 2-3 kg N/daa hos hvete og ca. 1-2 kg N/daa hos havre. Overskuddet er størst ved lavt avlingsnivå hos hvete og havre. Hos bygg er det likt uansett avlingsnivå. Dersom halmen fjernes sammen med kornavlingen, blir situasjonen en annen. Da er det fortsatt negativ balanse ved lavt avlingsnivå, størst hos bygg og minst hos havre, men dette går over mot en positiv balanse ved et avlingsnivå på omtrent 450-500 kg/daa hos hvete og havre, og ved nærmere 600 kg/daa hos bygg.

Tabell 4. Regresjonsligninger for avhengigheten av N-balansen (planteopptak - gjødselbruk) på korn-avlingsnivå (X_1) og anvendt gjødselmengde (X_2). Alle størrelser er uttrykt i kg/daa
 Table 4. Regression equations for the dependence of N-balance (plant uptake - fertilizer use) on grain yield (X_1) and use of N-fertilizer (X_2). All variables are expressed in kg/daa.

	a	b_1	b_2	R ²	n
BYGG BARLEY					
- bare korn <i>grain only</i>	-0,26	0,015	-0,94	0,91	216
- korn+halm <i>grain+straw</i>	-0,72	0,020	-0,90	0,83	
HVETE WHEAT					
- bare korn <i>grain only</i>	-0,50	0,016	-0,84	0,87	136
- korn+halm <i>grain+straw</i>	-0,28	0,018	-0,71	0,81	
HAVRE OATS					
- bare korn <i>grain only</i>	-0,41	0,015	-0,87	0,93	104
- korn+halm <i>grain+straw</i>	-0,004	0,016	-0,77	0,90	

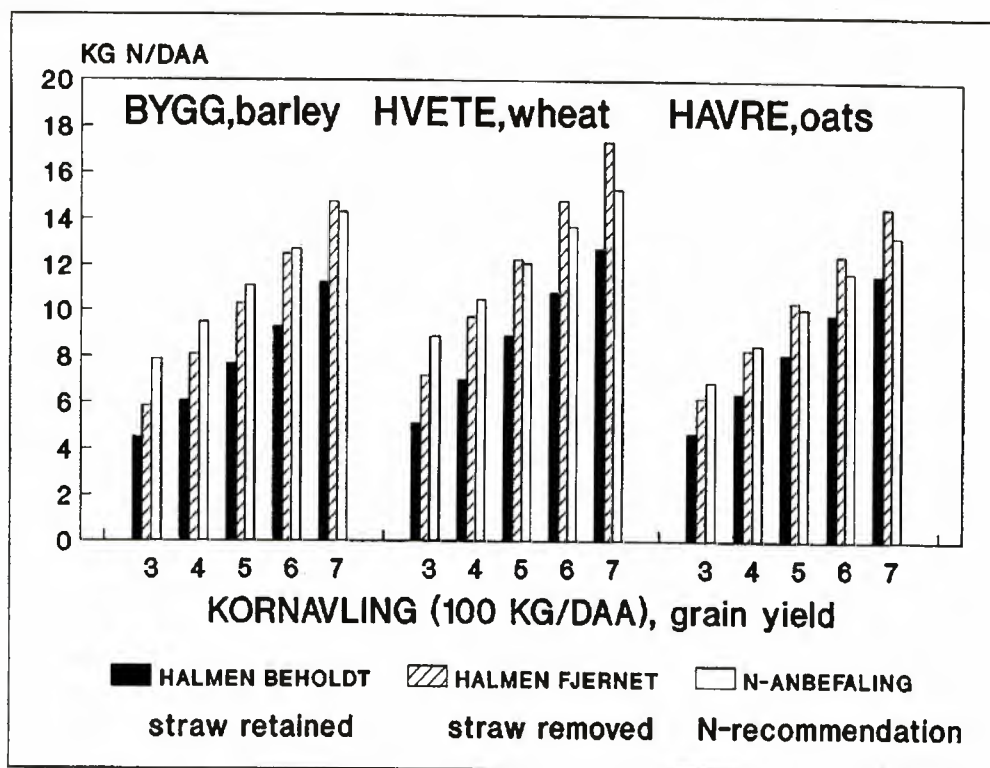
Forutsatt halmfjerning, er avviket mellom gjødselmengdene som gir balanse og dagens N-anbefalinger (figur 4) aldri mer enn 2 kg N/daa ved forventete korn-avlinger fra 300 til 700 kg/daa. Anbefalingene varierer fra ca. 7 til ca. 15 kg N/daa innen samme intervall. Sammenligningen gir også en viss støtte til at det

fortsatt anbefales lavere gjødsling til havre enn til de andre kornartene. Forøvrig kan litt sterkere gjødsling enn det som gir balanse, slik det anbefales idag ved lavt avlingsnivå, trolig forsvares for å unngå at det er mangel på nitrogen som holder avlingsnivået nede på lengre sikt.

Tabell 5. Balansen¹ mellom N-bortførsel i avling og N-tilførsel i gjødsel for ulike kornavlingsnivå ved dagens anbefalte gjødselmengder. Alle størrelser er uttrykt i kg/daa
 Table 5. The balance¹ between N-removal in crops and N-supply in fertilizer calculated for different cereal yields at recommended levels of N-fertilizer. All figures are in kg/daa

Halmfjerning: Straw removal:	BYGG BARLEY			HVETE WHEAT			HAVRE OATS		
	uten w.out	med with		uten w.out	med with		uten w.out	med with	
AVLING YIELD	N-GJØD. N-FERT.			N-GJØD. N-FERT.			N-GJØD. N-FERT.		
300	7,9	-3,2	-1,8	8,9	-3,2	-1,2	6,9	-1,9	-0,5
400	9,5	-3,2	-1,3	10,5	-2,9	-0,5	8,5	-1,8	-0,1
500	11,1	-3,2	-0,7	12,1	-2,7	+0,1	10,1	-1,7	+0,2
600	12,7	-3,2	-0,2	13,7	-2,4	+0,8	11,7	-1,6	+0,6
700	14,3	-3,2	+0,4	15,3	-2,2	+1,5	13,3	-1,1	+1,0

¹ Balanse = N-bortførsel i avling minus N-tilførsel i gjødsel
 Balance = N-removal in crops minus N-supply in fertilizer



Figur 4. N-gjødselmengder som gir balanse mellom tilførsel og bortførsel, sammenlignet med nåværende N-anbefalinger

Fig.4. N-fertilizer levels which give a balance between supply and removal, compared with current N-recommendations

Forsøk med delt nitrogen gjødsling

En variansanalyse ble utført med resultatene for de tre parvise forsøksleddene som hadde fått samme totale N-gjødselmengde, men med ulik fordeling i sesongen. Disse tre gjødselmengdene var henholdsvis litt mindre, lik eller litt større enn det som ble brukt av feltvertene. Resultatene er vist tabell 6. Delgjødsling ga samme avlingsmengde som når all gjødsel ble gitt om våren, uansett gjødselnivå. Dette gjaldt både i 1992, under tørre forhold med middels avlinger og i det gode vekståret 1993 med høyt avlingsnivå. Både proteinkonsentrasjonen og N-opptaket i kornet viste gjennomgående små,

men statistisk sikre økninger ved delt gjødsling.

Resultatene er i tråd med erfaringen fra eldre norske forsøk (Lyngstad, 1965), der man konkluderte med at delt gjødsling til korn hadde lite for seg rent avlingsmessig. Senere er det blitt tilrådet at delt gjødsling bør bli regelen, i hvert fall hos hvete (Skorge & Sogn 1988, Stabbetorp 1988). I nyere forsøk fant Åssveen (1995) at delt gjødsling ga noe utsatt modning og litt mindre avling i bygg, men tilnærmet samme avlingsresultat som vanlig gjødsling i havre. I begge tilfellene fant han økt proteininnhold og N-opptak ved delt gjødsling,

Tabell 6. Virkning av delt N-gjødsling (3 kg N/daa gitt ved Zadox 49 kontra alt om våren) på kornavling (kg/daa), proteininnhold (%) og N-opptak i kornet (kg/daa). Middell av 12 forsøk
 Table 6. Effect of split N-application (3 kg N/daa withheld until Zadox 49 versus all in spring) on grain yield (kg/daa), crude protein (%) and grain N-uptake (kg/daa). Means of 12 trials

	AVLING YIELD		PROTEIN PROTEIN		N-OPPTAK N-UPTAKE	
	Om våren In spring	Delt Split	Om våren In spring	Delt Split	Om våren In spring	Delt Split
ÅR YEAR ¹						
1992	452	456	13,2	13,6	8,3	8,7
1993	597	593	12,0	12,1	10,3	10,4
N-GJØD. N-FERT. ²						
9,8 (-1,5)	516	516	12,3	12,6	8,9	9,2
11,3 (+/-0)	524	518	12,7	13,0	9,4	9,6
12,8 (+1,5)	534	540	12,9	13,0	9,7	9,9
MIDDEL MEAN	524	524	12,6	12,8	9,3	9,6
Signifikans:						
År Year	p<0,06		ns		ns	
N-gjøds. N-fert.	p<0,1		p<0,01		P<0,01	
Deltgjød. Split-N	p<0,01		p<0,01		P<0,01	

¹ Middell av alle N-ledd *means of all N-levels*

² Middell av begge årene (relativ til bondens praksis i parantes)
Means of both years (relative to farming practice in parentheses)

men konkluderte at dette var relativt dyrt kjøpt. Delt gjødsling har likevel interesse idag, fordi man ser det som en måte å harmonere gjødslingsnivået med vekstbetingelsene i den enkelte sesongen. Resultatene fra våre forsøks viser at å holde tilbake omtrent 25% av nitrogenmengden til etter busking, gir et tilfredsstillende resultat, også ved et høyt avlingsnivå, og at det påvirker nitrogenbalansen ved korn dyrking i positiv retning.

Jordas innhold av mineral-N om våren

Innholdet av N-min i jorddybden 0-40 cm varierte i middel fra 3 til 6 kg/daa mellom år. Spredningen innen år var, med noen få unntak, innen området 1 til 7 kg/daa. Verdiene er av den størelsesorden som er funnet i andre undersøkelser (Riley

et al. 1995) og kan betraktes som representative for korndyrking på Østlandet. Sammenhengen mellom disse verdiene og ulike vekstparametre ble undersøkt ved korrelasjonsanalyser, både for de enkelte årene og for det samlede materialet.

Parametrene som ble undersøkt var avlingsnivået og N-opptaket i kornet på forsøksleddet uten N-gjødsling, samt den optimale N-gjødselmengden som ble funnet i hvert forsøk. Sistnevnte ble anslått ved visuell bedømming av responskurvene, og var følgelig noe subjektiv i en del tilfeller.

Korrelasjonskoeffisientene er vist i tabell 7 og dataene er plottet i figur 5, med sammenhengen beregnet etter regresjonslikningene for alle år. Både N-opptak og kornavling uten N-gjødsling var positivt korrelerte med N-min i jorda om våren i

alle år, unntatt i 1994 som var et ekstremt tørkeår. Den optimale gjødselmengden var derimot ikke signifikant korrelert med N-min, selv om tendensen gikk som forventet i negativ retning. Korrelasjonene var ofte sterkere i de enkelte år enn for det samlede materialet, noe som tyder på at variasjoner i vekstbetingelsene mellom år spiller en viktig rolle for plantenes N-forsyning.

Regresjonsligningene for det samlede materialet tyder på at en økning av 1 kg/daa i jordas mineral-N innhold om våren fører til en økning i N-opptaket i kornet uten N-gjødsling på ca. 0,5 kg/daa. Det er rimelig å anta at opptaket i halmen også øker noe. På tilsvarende måte var økningen i avlingsnivå 23 kg korn pr. kg N-min, som er fullt på høyde med utslaget som kan forventes ved bruk av N-gjødsel. At det bare ble funnet en svak nedgang i optimal N-gjødselmengde (-0,25 kg N/kg N-min) kan tilskrives at optimal gjødselmengde er sterkt påvirket av avlingsnivå, som bestemmes hovedsaklig av værforholdene (f.eks. tørke) senere i vekstsesongen. Disse resultatene bekrefter at det er meningsfylt å justere gjødselbefalingene til korn på bakgrunn av jor-

das N-min innhold om våren. De kan imidlertid ikke brukes til å fastslå det absolute gjødslingsbehovet til plantene. Det avgjøres av en rekke forhold, der vekstforholdene utover i vekstsesongen også har stor betydning.

Sammendrag

En forsøksserie med god representasjon av de viktigste jordartene i korndistriktene på Østlandet viste at gjennomsnittlig N-gjødsling til korn idag ligger nær oppe mot det optimale nivået, vurdert med hensyn til avling og proteininnhold. Ytterligere økning vil heve avlingene med mindre enn 5 kg korn pr. kg N, mens en reduksjon i gjødsling med opp til 4,5 kg N/daa vil senke avlingene med ca. 15 kg korn pr. kg N.

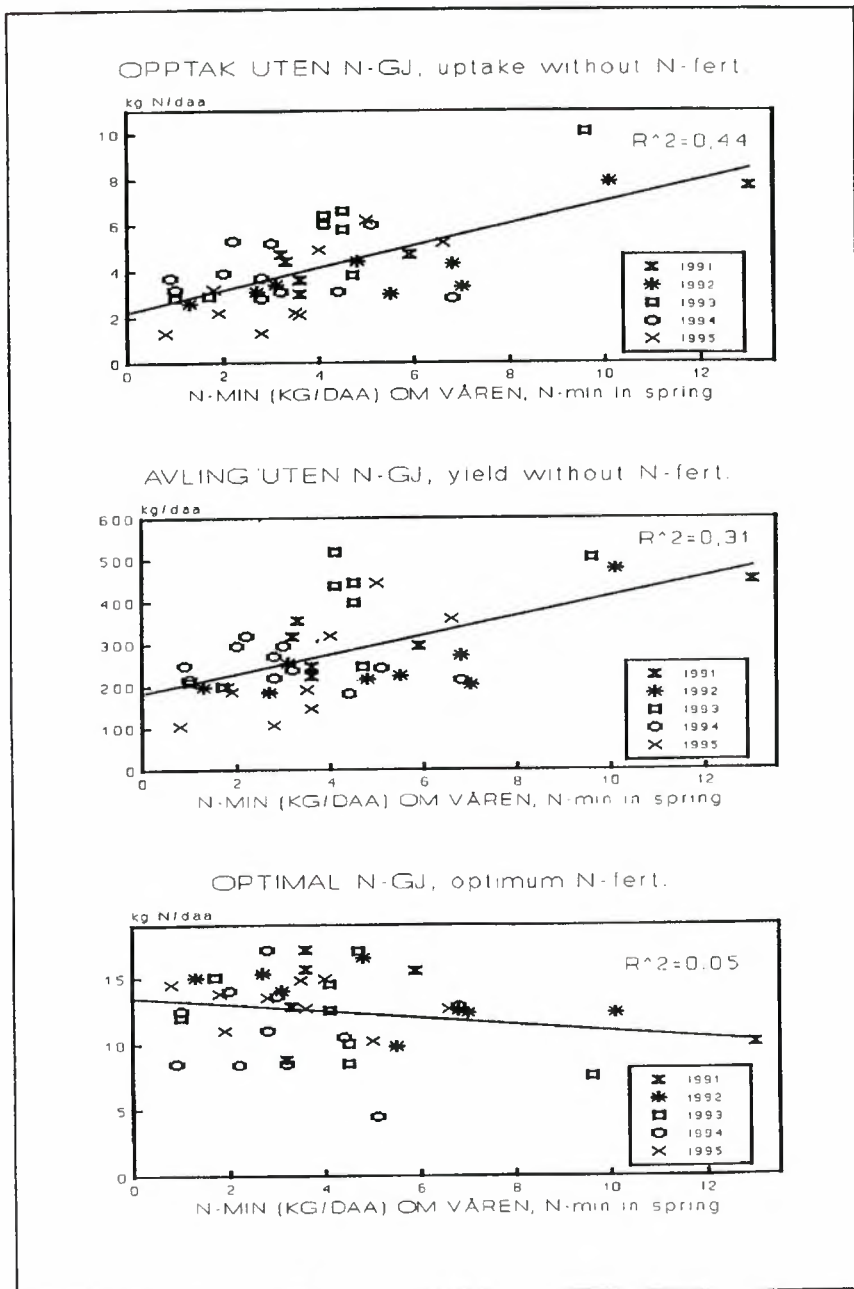
Proteinkonsentrasjon og N-opptak i kornet viste en nesten lineær sammenheng med tilført N-gjødselmengde. Prosentvis gjenvinning av N-gjødsel avtok imidlertid med stigende tilførsel. Gjenvinningen var størst (45-60%) hos hvete og på morenejord og minst (30-45%) hos bygg og på leirjord. Disse tallene er innenfor

Tabell 7. Korrelasjonskoeffisienter mellom jordas innhold av mineral -N (0-40cm) om våren og N-opptak i kornet og avlingsnivå, begge uten bruk av N-gjødsel, samt optimal N-gjødselmengde

Table 7. Correlations coefficients between soil mineral -N content (0-40cm) in spring and N-uptake in grain and yield level, both in the absence of fertilizer-N, and optimum N-fertilizer

År Year	N-opptak N-uptake	Avling Yield	Opt.N.GjOpt.N-Fert.
1991	0,91**	0,78*	-0,37ns
1992	0,80**	0,76*	-0,55ns
1993	0,91**	0,68*	-0,53ns
1994	0,04ns	-0,38ns	-0,13ns
1995	0,76*	0,78**	-0,29ns
'91-'95	0,67***	0,56***	-0,22ns

*** = $p < 0,001$ ** = $p < 0,01$ * = $p < 0,05$ ns = ikke signifikant



Figur 5. Forhold mellom N-min i jorda (0-40 cm) om våren og N-opptak og avling uten N-gjødsling, samt optimal N-gjødsling.

Fig. 5. Relations between soil N-min (0-40 cm) in spring and N-uptake and yield without N-fertilizer, and optimum N-fertilizer

samme område som er rapportert i tidligere undersøkelser.

Balansen mellom nitrogenet som ble fjernet i kornavlingen og det som ble tilført med gjødsel, viste gjødseloverskudd ved dyrkernes valgte gjødslingsnivå. Overskuddet var som regel i området 1-3 kg N/daa. Balanse ble oppnådd ved 1,5 kg N/daa svakere gjødsling på morenejord og hos hvete, og ved 4,5 kg N/daa svakere gjødsling på silt- og leirjord og hos bygg. Bedre balanse kan oppnås hvis N-opptaket i halmen også tas i betraktning, under forutsetning at halmen fjernes helt fra systemet.

Beregningene av N-balansen ved ulikt avlingsnivå viser at dagens anbefalte N-gjødsling til korn trolig fører til visse overskudd (1-3 kg N/daa) når halmen føres tilbake til feltet, men at det kan være et underskudd når halmen fjernes, spesielt ved høyt avlingsnivå hos hvete og havre. Forutsatt halmfjerning, er likevel avvikene mellom N-mengdene som gir balanse og dagens N-anbefalinger aldri mer enn 2 kg N/daa innenfor et ganske vidt spekter av avlingsnivå og anbefalt gjødsling.

Forsøk med delt N-gjødsling bekrefter at det er mulig å oppnå samme kornavling, og i tillegg noe høyere proteininnhold, når ca. 25% av gjødselen tilføres ved aksskyting, både i tørkeår og ellers.

Dette betyr at det er grunn til å vente med en del av gjødslingen til man ser hvordan vekstforholdene blir utover i sesongen. Dette gir bedre mulighet for å tilpasse gjødslingen etter plantenes behov, særlig ved at delgjødslingen kan utelates i tørkeår.

Jordas innhold av mineral-N om våren viste relativt god sammenheng både med opptaket i plantene og med avlingsnivået på ugjødslete ruter. Dette bekrefter at det er meningsfylt å justere gjødslingsanbefalingene etter variasjoner i N-min om våren. Det ble imidlertid ikke funnet sammenheng mellom N-min og

det optimale gjødslingsnivået som ble registrert i de enkelte forsøkene.

Litteratur

Bergström, L. 1987. Leaching of ¹⁵N-labeled nitrate fertilizer applied to barley and a grass ley. *Acta Agric. Scand.* 37: 199-206

Ekeberg, E. 1984. Vanning og radgjødsling til korn II. Innhold av nitrogen, fosfor og kalium hos bygg, havre og hvete. *Forskning og forsøk i landbruket* 35: 235-244

Kjellerup, V. & A. Dam Koefoed 1983. Kvælstofgjødslingens indflydelse på udvaskning af plantenæringsstoffer fra jorden. *Lysimeterforsøg med anvendelse af ¹⁵N*. *Tidsskr. for Planteavl* 87: 1-22

Lyngstad, I. 1965. Forsøk med nitrogen-gjødsling til korn. *Forskning og forsøk i landbruket* 16: 77-98

Lyngstad, I. 1990. A lysimeter study on the nitrogen balance in soil I. Fate of ¹⁵N-labelled nitrate fertilizer applied to barley. *Norw. Journal Agric. Sciences* 4: 119-128

Riley, H. 1996. Gjødselplanlegging til korn og potet. Nye normtall. *Faginfo nr. 1*: 20-29

Riley, H., U. Abrahamsen & O. Fugleberg 1994. Prognoser av behovet for N-gjødsling. *Norsk Landbruksforskning Supplement* 16: 78-93

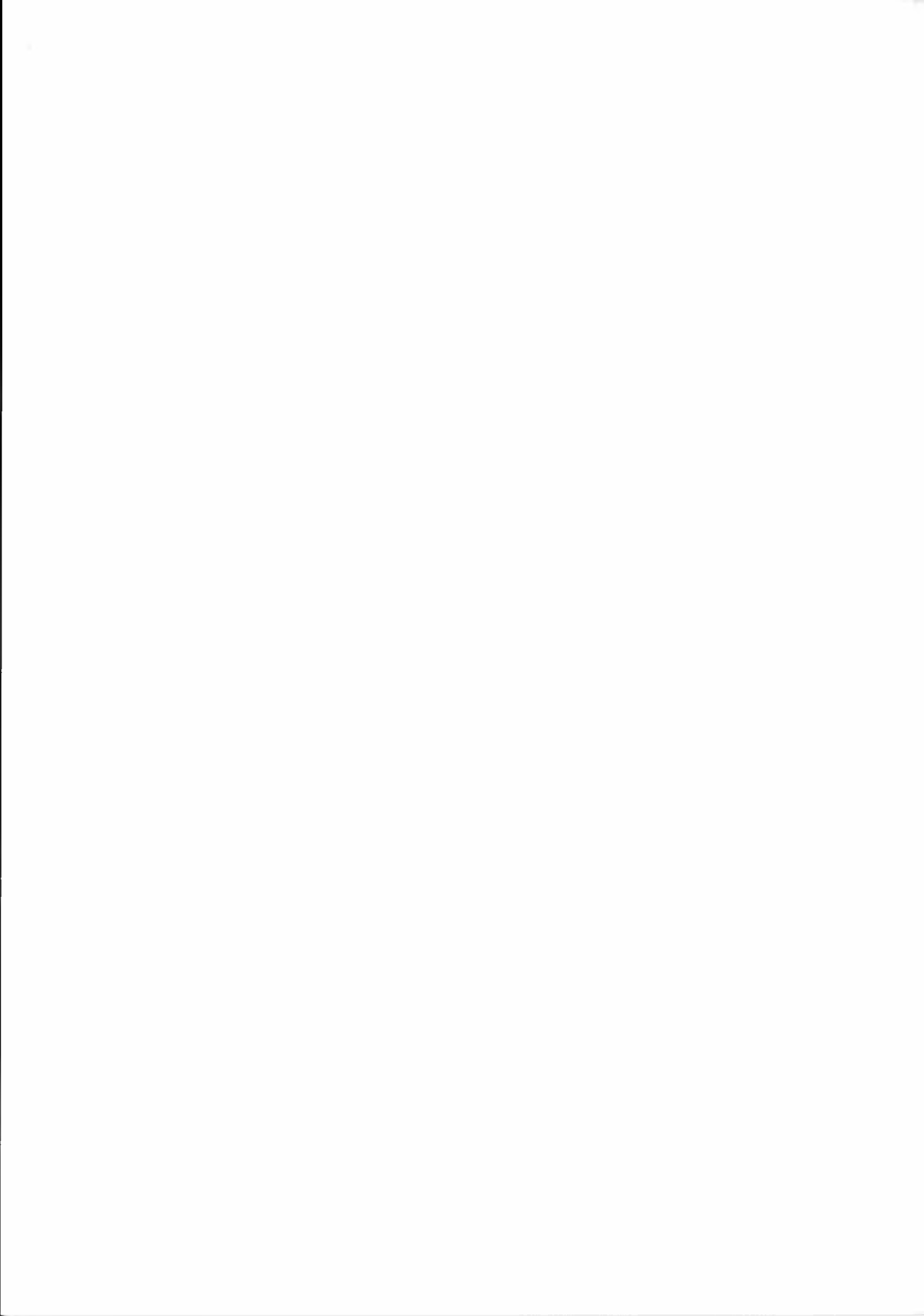
Riley, H., K. Hiitola, G. Guttormsen, O. Fugleberg & U. Abrahamsen 1995. Nitrogenprognoser: Resultater og deres nyttiggjøring til praktisk gjødslingsrettleiing. *Faginfo nr. 1*: 29-44

Skorge, P. & L. Sogn 1988. Delt nitrogen-gjødsling til hvete. Virkning på proteininnhold, avling og bakekvalitet. Aktuelt fra SFFL, nr. 2: 134-144

Stabbetorp, H. 1988. Delt gjødsling og tilleggsgjødsling til korn. Avling, kvalitet og forurensing. Aktuelt fra SFFL, nr. 2: 145-156

Vold, A., L.R. Bakken & A. Vatn 1995. Plant uptake of nitrogen predicted by a non-linear regressor model with fertilizer N level and yield dry weight as independent variables. Econ. & Ecol./RMPA working paper no. 39, Norges Landbruks-høgskole.

Åssveen, M., 1995. Delt gjødsling til korn på Østlandet. Jord- og plantekultur 1994 (Korn-Potet-Miljø) s. 73-79



Nitrogen og kalium til eng i Nordland

I. Avlinger og jordanalyser

Nitrogen and potassium fertilization of leys in northern Norway

I. Yields and soil analyses

BIRGER VOLDEN

Norsk institutt for planteforskning, Vågønes forskingsstasjon, Bodø, Norge
The Norwegian Crop Research Institute, Vågønes Research Station, Bodø, Norway

Volden, B. 1996. Nitrogen and potassium fertilization of leys in northern Norway. I. Yields and soil analyses. *Norsk landbruksforskning* 10: 283-300. ISSN 0801-5333.

To seventeen timothy dominated grass leys were for 1 to 4 years given 62, 93 and 124 kg N ha⁻¹ yr⁻¹ in the spring, factorially combined with 31, 62 and 93 kg N ha⁻¹ after the first cut and 0, 99 and 165 kg K ha⁻¹ in spring. The highest K level was also given split (2/3 in spring, 1/3 after the first cut). On an average total yield from two cuts ranged from 6400 kg DM ha⁻¹ at 93 kg N ha⁻¹ to 8030 kg DM at 217 kg N. It is recommended that grass leys, with a yield of 6000-7000 kg DM ha⁻¹ at two cuts, should be given 160-180 kg N ha⁻¹ on mineral soils, with 2/3 applied in spring. The total application should be reduced by 20-30 kg N ha⁻¹ on organic soils. The optimum K application rate varied from zero on soils with K-HNO₃ > 400 (clay soil) to more than 165 kg K ha⁻¹ on organic soil with K-HNO₃ < 20, and the optimum increased from the 1st to the 4th experimental year. Split application of K had a minor effect on the yield. Both K-AL and K-HNO₃ decreased during the experimental period on all soil types and at all levels of K fertilization.

Key words: Dry matter content, grasslands, nitrogen fertilization, *Phleum pratense*, potassium fertilization, soil potassium, soil types, split application.

Birger Volden, Vågønes Research Station, N-8010 Bodø, Norway

Nitrogen og kalium er de næringsstoffer som normalt påvirker avlingsnivået sterkest og som tilføres i størst mengde ved vanlig engdrift. For lønnsom utnyttning av disse næringsstoffene, er det viktig å kunne tilpasse gjødselmengdene til lokale forhold.

Det har vært utført tre forsøksserier i Nordland med ulike mengder nitrogen og kalium til eng. I de eldste forsøkene (Rasmussen 1928) var gjødselmengdene lave og det ble utført bare én høsting i sesongen. I en landsomfattende serie med

to slåtter (Pestalozzi & Retvedt 1959) ble det gitt opptil 18 kg N og 22, alternativt 26 kg K pr. dekar til henholdsvis mineraljord og torvjord. I en forsøksserie i årene 1957 - 1966 med N, P og K ble det gitt opptil 12,4 kg N og 16,5 kg K pr. dekar til én slått (Volden 1974).

Ut gjennom 50- og 60-årene endret driftsteknikken seg. Det ble økt mekanisering og overgang fra høyslått til ensilering. Samtidig med overgang til to slåtter økte tilførselen av mineralgjødsel betydelig. I Nordland ble det nærmest

slutt på kløver i engfrøblandingen fordi kløveren hadde liten konkurransevne under de nye vilkår. Som følge av endringene i drifta ble det behov for å tilpasse mengder og fordelingen av næringsstoffene mellom vår- og overgjødning.

Det ble behov for nye forsøk der en primært tok sikte på å bestemme behovet for N og K, de stoffene det er størst usikkerhet om. Samspillvirkning mellom nitrogen og kalium var konstatert i tidligere forsøk (Volden 1974). Det var av interesse å undersøke om samspillvirkning også gjelder ved to høstinger og sterkere gjødning.

Denne meldingen gjelder avling og jordanalyser. En senere melding vil omfatte resultatet av kjemiske analyser og in vitro analyser av plantematerialet.

Materiale og metoder

Markforsøkene ble gjennomført i årene 1967-76 etter nedenstående plan. To felt (tre årsfelt) ble kassert på grunn av feilbehandling eller stor forsøksfeil. Overvintringsskader medførte kassering av mange felt utover i forsøksperioden. Resultater presenteres fra 17, 15, 13 og 8 felt i henholdsvis første til fjerde forsøksår, i alt 53 årsfelt. På grunn av beiteskader mangler andre slått fra seks årsfelt.

Forsøksplan:

- Faktoriell 3³ plan uten gjentak
- Tre N-mengder om våren: 6,2, 9,3 og 12,4 kg N pr. dekar
- Tre N-mengder etter 1. slått: 3,1, 6,2 og 9,3 kg N pr. dekar
- Tre K-ledd: 9,9 og 16,5 kg K pr. dekar om våren, og 9,9 kg om våren pluss 6,6 kg etter 1. slått
- Tre ekstra ruter uten K på felt anlagt

fra 1968, med tre N-mengder om våren og 6,2 kg N pr. dekar etter 1. slått

- Grunnkjødning: 4 kg P pr. dekar om våren til alle ruter.

Det ble nyttet kalkammonsalpeter om våren og kalksalpeter etter første slått. Nitrogen ble tilført i doser tilsvarende 20 kg kalksalpeter (3,1 kg N) pr. dekar. Kalium ble gitt som 33% kaliumklorid (30, 50 og 30 + 20 kg pr. dekar), og fosfor som kraftsuperfosfat 13%.

Beliggenhet og jordtyper

Fordeling av feltene på distrikt og jordtyper er vist nedenfor (som torvjord er regnet jord med glødetap over 33 g pr. 100 g

Distrikt	Torvjord	Sandjord	Leirjord
Salten	2	6	3
Ytre Helgeland	2	2	0
Indre Helgeland	0	2	0
Sum	4	10	3

Plantebestand, gjødning i tidligere år

De fleste felt ble anlagt i første eller andre års timoteieng, henholdsvis ti og tre felt. Blant de resterende forekom det også eldre eng med lite timotei. Kløver var det svært lite av på feltene. Som ugras er definert tofrøbladete arter samt kveke, knerevehale og tunrapp. Skjønnessmessig botanisk analyse av plantebestanden ble utført før første slått og angitt som prosent av tørt plantemateriale. Notater om legde ble utført før første slått ved 50 høstinger.

Mengde og type gjødning tilført de tre foregående år er oppgitt for alle felt. Seks av feltene fikk husdyrgjødning året før forsøksstart. Det ble brukt moderate

mengder, fra to til fire tonn pr. dekar, med unntak av ett felt som fikk «store mengder», uten nærmere angivelse.

Høstetider

I middel for alle felt ble første slått utført 4. juli og andre slått 3. september. Om lag to tredjedeler av førsteslåttene ble utført mens timoteien var i skyting, noen få i forkant av skyting, mens resten ble høstet etter skyting. De fleste andreslåttene ble utført like før eller ved begynnelsen av gjenveksten.

Analysen av jord og avling

Samleprøve av jord til kjemisk analyse ble tatt fra sjiktet 0-20 cm på alle felt ved anlegg. Ved avslutning ble det tatt ut jordprøver fra ti ledd (enkelt-ruter med ulike N- og K-nivå) på ti felt som var forsøks høstet i minst tre år. Disse prøvene ble tatt om høsten på åtte felt, og våren etter på to felt. Alle jordprøver ble analysert ved Statens jordundersøkelse, Ås, etter metoder i rutinemessig bruk ved laboratoriet. Middel og variasjon i analyseresultater ved anlegg er vist i tabell 1.

Avlingsprøver ble tatt rutevis og tørket til stabil vekt ved 80 °C. Kjemiske analyser av avlingen omtales i senere melding.

Temperatur og nedbør i forsøksårene

Nordland har for det meste utpreget kystklima, men enkelte områder i indre strøk har mer innlandsklima. Med utgangspunkt i værforholdene i Bodø, som både geografisk og klimatisk kommer nær et middel for fylket, var temperaturen litt over normalen (1961-90) for månedene mai-august. Årene 1969 og 1972 hadde de høyeste middeltemperaturene, henholdsvis 1,4 og 1,9 °C over normalen på 10,6 °C. Lavest temperatur for vekstmånedene mai-august hadde 1969 og 1975 med henholdsvis 1,3 og 2,0 °C under normalen. Nedbørmengden var i perioden nær normalen på 280 mm for mai-august, med unntak av en noe tørr 1969 (55 mm under normalen), og to fuktige somre i 1971 (+ 230 mm) og 1973 (+ 107 mm) (Det norske meteorologiske institutt 1967-76, 1993).

Tabell 1. Middeler og variasjon i jordanalyser ved anlegg av forsøkene. Mineraler som mg pr. 100 g tørr jord, korrigert for volumvekt

Table 1. Average and range of soil analyses at start of the experiments. Minerals as mg 100 g⁻¹, adjusted for soil density

Ant. felt No. of trials	Torvjord Organic soils 4	Sandjord Sandy soils 10	Leirjord Clay soils 3
Glødetap, g pr. 100 g Ignition loss, g 100 g ⁻¹	52,2 (32,7-68,3)	9,0 (3,8-14,7)	7,5 (1,8-12,9)
pH(H ₂ O)	4,8 (4,4-5,1)	5,7 (5,0-7,0)	6,6 (5,6-7,8)
P-AL	6,7 (2,9-11)	6,0 (1,2-12)	6,1 (2,1-11)
K-AL	7,9 (4,2-14)	6,7 (3,5-11)	12,4 (3,3-22)
K-HNO ₃	16 (5,3-25)	50 (9,0-188)	466 (200-728)
Mg-AL	11,9 (6,7-18)	9,9 (3,2-24)	17,3 (14-21)

Statistisk behandling

Fordi mange av feltene gikk ut i løpet av den planlagte forsøksperiode på fire år, har materialet blitt uortogonalt over år. Leddet uten kalium mangler på feltene som ble anlagt i 1967, og materialet er ikke ortogonalt med de øvrige K-ledd med hensyn til overgjødning med nitrogen. Ved den statistiske behandling og i presentasjonen er det derfor dels brukt ortogonale deler, dels hele materialet der det er hensiktsmessig.

Årlige forsøksresultater ble fortløpende behandlet ved Sentral for forsøksmetodikk og databehandling, Ås. Samlet statistisk behandling er dels utført med programpakken MSTAT (Nissen & Mosleth 1985), dels med GLM (General Linear Models) i SAS (SAS 1987).

I variansanalysene er forsøksfaktorene testet mot sin spesifikke feil (samspill med felt).

Resultater

Avling og tørrstoffinnhold

Nitrogen

Hovedeffekter av vår- og overgjødning med nitrogen er vist i tabell 2. Det var sikker meravling ved både første og andre slått for begge tilleggsdoser ut over minste mengde nitrogen om våren. Utslagene i gjenveksten var en direkte ettervirkning av vårgjødslingen. I sum var meravlingen 19 kg tørrstoff pr. kg N om våren for andre dose og 10 kg for tredje dose.

Tabell 2. Avling, tørrstoffinnhold og andel av totalavlingen i andre slått etter ulike N-mengder om våren og etter første slått. Middell av alle K-mengder, unntatt K 0

Table 2. Yield, dry matter (DM) content and proportion of total yield in second cut as influenced by N application in spring and after first cut. Average of all K treatments, except K 0

Slått nr.	Cut no.	Avling, kg tørrstoff/daa Yield, kg DM 0.1 ha ⁻¹			Avl.andel, % Part of yield, % 2/(1 + 2)	Tørrstoff, % DM, %	
		1	2	1 + 2		1	2
Antall årfelt	Annual trials	53	47	47	47	53	47
Vårgj.	N 6,2 (50) ¹	453	246	696	35	18,1	16,5
Spring	N 9,3 (60)	495	262	754	35	17,3	16,3
fert.	N12,4 (67)	506	283	786	36	16,7	16,3
Sign.		***	***	***	***	ns	
LSD 5%		13	6	14	0,3		
Antall årfelt ²	Annual trials ²	36	47	36	47	36	47
Overgj.	N 3,1 (25)	489	211	700	31	17,2	17,6
After	N 6,2 (40)	483	264	750	36	17,2	16,2
1st cut	N 9,3 (50)	474	294	773	39	17,0	15,3
Sign.		*	***	***		ns	***
LSD 5%		8	15	18		0,4	

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

¹ Prosent av total N-gjødsling. Percent of total N fertilization.

² Bare andre til fjerde år inngår i grupperingen for avling og tørrstoffinnhold ved første slått. Only second to fourth year are included in the grouping for yield and DM content in first cut.

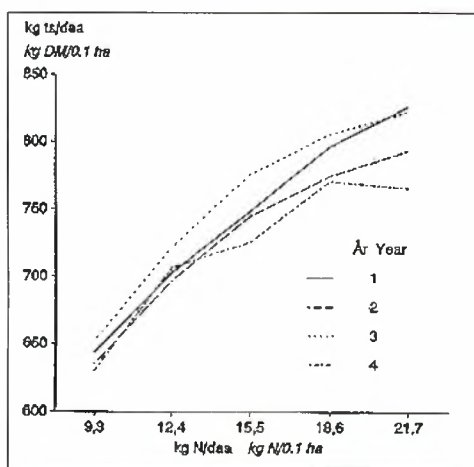
Økte nitrogenmengder som overgjødning ga en svak, men signifikant avlingsnedgang i førsteslåtten året etter. Den direkte virkning av overgjødningen på andreslåtten var nesten like stor som av vårgjødningen på totalavlingen. I årsavlingen ga de to tilleggsdoser nitrogen etter første slått henholdsvis 16 og 7 kg tørrstoff pr. kg N.

Av den totale meravling etter økning fra 6,2 til 12,4 kg N om våren utgjorde gjenveksten 41%. Fordelingen av avlingen mellom slåttene ble ikke endret ved økende vårgjødning med nitrogen, mens sterk overgjødning naturlig nok økte avlingsandelen i gjenveksten betydelig. Etter økning fra 9,3 til 18,6 kg N pr. dekar i sesongen og lik fordeling (2/3 + 1/3), økte andreslåtten's andel av årsavlingen fra 30 til 36%.

Tørrstoffinnholdet i førsteslåtten ble redusert etter hver av de to tilleggsdoser med nitrogen om våren (tabell 2). Tilsvarende effekt av overgjødningen på tørrstoffinnholdet i andreslåtten var 50-75% større enn av vårgjødningen på førsteslåtten. Høgest avlingsnivå i tredje forsøksår kan forklares ved at forholdsvis mange felt (5 av 13) hadde sitt tredje år i 1972, og ca. 100 kg høyere tørrstoffavling enn i 1971 (figur 1).

Avlingskurvene for de enkelte forsøksår viser tilnærmet like utslag de tre første åra, med moderat avtakende meravlinger etter stigende nitrogenmengder (figur 1). Fjerde året (8 felt) var det ingen meravling ut over ca. 18 kg N pr. dekar. I middel for alle årsefelt (felt og år) var det ikke sikker meravling for nitrogentilførsel ut over denne mengde. Ved nivå 15,5 kg N er kombinasjonen 6,2 + 9,3 kg N utelatt på grunn av lavere totalavling enn de to andre kombinasjonene av samme N-mengde.

Fordeling av nitrogenet mellom vår- og overgjødning var av de spørsmål som

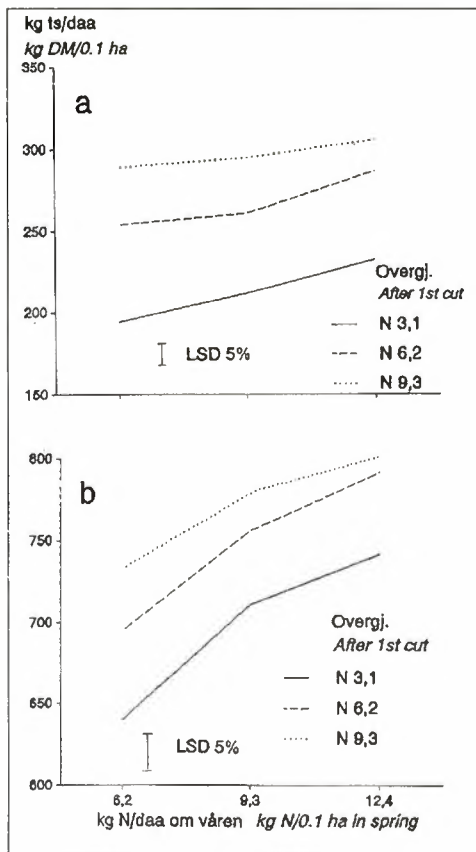


Figur 1. Avlingsutvikling fra første til fjerde forsøksår etter stigende N-mengder. Middel for 47 årsefelt med to høstinger.

Figure 1. Yield changes from first to fourth experimental year following increasing N application rates. Average of 47 annual trials with two cuts.

sto sentralt ved planleggingen av forsøkene. Både i andreslåtten og i totalavlingen var det sikkert samspill mellom vår- og overgjødning med nitrogen (figur 2 a og b). Dette samspillet var negativt, dvs. at sterk vårgjødning førte til reduserte utslag for overgjødning. Tilsvarende førte sterk overgjødning til mindre ettervirkning i andreslåtten av sterk vårgjødning.

Avlingsnivået ved svakeste nitrogen-gjødning var høgest på torvjord og lavest på sandjord (tabell 3). Meravlingen etter første tilleggsdose om våren var lavere på torvjord enn på de to andre jordartene, mens siste dose ga nokså likt utslag på alle jordarter. Ved gruppering etter overgjødning var meravlingene tre ganger så store på sandjord som på torvjord, både for andre og tredje dose. Leirjord kom i en mellomstilling, med utslag som for sandjord for andre dose og som for torvjord for siste dose.



Figur 2. Samspill mellom vår- og overgjødning med nitrogen. Middell av 47 årsefelt. a. Avling i andre slått. b. Årsavling.

Figure 2. Interaction between nitrogen fertilization in spring and after first cut. Average of 47 annual trials. a. Yield in second cut. b. Total yield.

Med årsefeltene gruppert etter avlingsnivå ved minste nitrogenmengde er det beregnet avlingsutslag for økt nitrogengjødsling. Ved andre slått ga spesielt grupperingene etter overgjødning klare utslag (tabell 4). I totalavlingen var det tydelig tendens til forskjell mellom gruppene for første tilleggsdose både om våren og etter første slått. Også siste dose overgjødning viste en lignende tendens, men bare for samlet utslag av tilleggsdosene er for-

skjellene signifikante. Tilsvarende beregninger for første slått viste ingen sikre forskjeller, selv om det var entydig tendens i materialet.

Kalium

I middel for alle felthøstinger ga 9,9 kg K pr. dekar om våren en total meravling på ca. 100 kg tørrstoff, herav 3/4 i første-slått (tabell 5). Neste dose på 6,5 kg K ga sikkert utslag i andreslått og i totalavlingen. Tilsvarende kaliumdose etter første slått ga sikker meravling i andreslått, men ikke mer enn at den oppveide avlingstapet i første-slått på grunn av redusert vårgjødsling. Resultatene fra de enkelte felt varierte, med veksling fra år til år mellom positive og negative avlingsutslag for delt K-dose. I middel for alle felt påvirket ikke delt kaliumtilførsel totalavlingen.

Første kaliumdose reduserte tørrstoffinnholdet betydelig mindre i første-slått enn i gjenveksten (tabell 5). Videre økning av vårgjødslingen med kalium ga mindre, men samme nedgang ved begge slåtter.

Ved gruppering etter syreløselig kalium i jorda av felt som ble høstet i minst tre år (tabell 6) ga et felt på godt formodet grasmyr på Vågønes størst respons for kaliumgjødsling. Uten kalium ble avlingen i første til fjerde forsøksår henholdsvis 79, 38, 16 og 24% av avlingen etter 16,5 kg K. Resultatene i andre til fjerde året tyder på at 16,5 kg kalium pr. dekar var for lite på dette feltet.

Neste gruppe på fem felt representerer det mer normale for jord med lavt innhold av kalium. Også her var det meget store utslag for 9,9 kg K. I første forsøksår synes denne mengde å ha vært tilstrekkelig. I andre og tredje år ga disse feltene antagelig lønnsom meravling for to til tre kg kalium ekstra, og siste året for noe i overkant av største tilførte kaliummengde.

Tabell 3. Avling og meravlinger (1. + 2. slått, kg tørrstoff pr. dekar) for N-gjødsling på ulike jordarter. Middell av alle K-mengder, unntatt K 0

Table 3. Yield and yield increase (1st + 2nd cut, kg DM 0.1 ha⁻¹) following N fertilization on different soil types. Average of all K treatments, except K 0

Ant. felt	No. of trials	Torvjord Org. soil 4(13) ¹	Sandjord Sandy soil 10(24) ¹	Leirjord Clay soil 3(10) ¹	Sign.
Grunngj. med Basic N fertiliz.	N 6,2 + 3,1	741	555	695	***
Vårgjødsling Spring fertilization	N 6,2	769	628	740	***
	N 9,3 - 6,2	+43	+69	+66	ns
	N12,4 - 9,3	+30	+33	+29	ns
	N12,4 - 6,2	+73	+102	+95	ns
Overgjødsling Fertilization after first cut	N 3,1	787	631	752	***
	N 6,2 - 3,1	+23	+65	+57	*
	N 9,3 - 6,2	+9	+33	+12	ns
	N 9,3 - 3,1	+32	+98	+69	*

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

¹ Antall årsefelt i parentes. Number of annual trials in parenthesis.

Tabell 4. Avlingsutslag (kg tørrstoff pr. dekar) for stigende N-mengder om våren og etter første slått, ved ulike avlingsnivå. Gruppert etter avling ved 6,2 + 3,1 kg N pr. dekar. Middell av alle K-ledd, unntatt K0

Table 4. Yield response (kg DM 0.1 ha⁻¹) to increasing N application in spring and after first cut, at different yield levels. Grouped according to DM yield for 6,2 + 3,1 kg N 0.1 ha⁻¹. Average of all K treatments, except K 0

Gruppeavling	Antall	Gjødsling, kg N/daa			Fertilization, kg N 0.1 ha ⁻¹			
Spredning	Middel	Årsfelt	Vår	Spring	Overgj.	After 1st cut		
Group yield	Mean	Annual trials	9,3	12,4	12,4	6,2	9,3	9,3
Range	Mean	Annual trials	- 6,2	- 9,3	- 6,2	- 3,2	- 6,2	- 3,1
<u>Andre slått Second cut</u>								
150	89	11	22	32	54	59	33	92
151-250	188	26	17	14	31	67	35	102
251-350	304	8	11	18	29	24	17	41
>350	430	2	-3	30	27	-24	15	-9
Sign.			ns	**	*	***	*	***
<u>Årsavling Total yield</u>								
500	447	7	76	25	101	69	37	107
501-600	567	16	67	38	105	68	28	96
601-700	642	10	63	28	91	44	27	71
701-800	755	8	51	29	80	35	15	50
>800	875	6	39	32	71	22	-9	13
Sign.			ns	ns	ns	ns	ns	*

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

Tabell 5. Avling og tørrstoffinnhold etter ulik gjødsling med kalium. Middell av alle N-mengder
 Table 5. Yield and dry matter content following different potassium treatments. Average of all N levels

Slått nr. Cut no. Ant. årsefelt ¹ Annual trials ¹	Avling, kg tørrstoff pr. dekar Yield, kg DM 0.1 ha ⁻¹			Tørrstoff, % DM, %	
	1	2	1 + 2	1	2
K 0 ²	411	220	629	18,5	17,4
K 9,9	485	248	732	17,6	15,4
K16,5	488	257	746	17,2	15,0
K 9,9 + 6,6	480	265	745	17,3	14,9
Sign.	ns	**	ns	***	***
LSD 5%		9		0,2	0,3

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

¹ Tall i parentes er antall årsefelt med K 0-ledd. *Figures in parenthesis are the numbers of annual trials with K 0 treatment.*

² Uortogonalt med øvrige K-ledd, ikke med i statistiske analyser. *Nonorthogonal to other K treatments, not included in statistical analyses.*

To felt med høgt innhold av kalium i jorda ga lite utslag for 9,9 kg K pr. dekar første året, men økende tendens utover i perioden. Tilførsel av kalium ut over dette nivå har ikke gitt avlingsgevinst.

Det siste feltet hadde ekstremt høgt innhold av syreløselig kalium i jorda. Selv om K-AL bare var middels ved anlegg, har forsyningen fra jorda vært så god at all kaliumgjødsling i de tre siste forsøksåra, og største mengde første året, førte til avlingsnedgang.

Delt kaliumtilførsel ga som regel små og usikre utslag ved grupperingene i tabell 6, med variasjon i begge retninger.

Samspill mellom nitrogen og kalium

Samspillvirkning mellom nitrogen og kalium med hensyn til avling ble undersøkt for de enkelte årsefelt og for alle felt samlet. Under ti prosent av årsefeltene viste sikkert samspill mellom nitrogen- og kaliumgjødsling ved en enkelt slått eller for totalavlingen.

For førsteslåtten var det ingen signifikante samspill mellom nitrogen og kalium ved beregning av serien samlet.

For andreslåtten og årsavlingen ble det funnet positivt samspill med kalium, både for vår- og overgjødsling med nitrogen (figur 3). Uten kaliumtilførsel var det i andreslåtten ikke ettervirkning av stigende nitrogenmengder om våren, mens alle N-ledd som var tilført kalium viste stor ettervirkning på avlingen (figur 3 a). Stigende kaliummengder ga her større avlingsøkning jo større mengde nitrogen som var tilført om våren. Det er tendens til at delt kaliumtilførsel ga størst avling i andreslåtten, uansett nitrogenmengde om våren. Totalavlingen hadde omtrent samme utvikling etter stigende nitrogenmengder om våren som andreslåtten, med og uten kalium (figur 3 b). Det er tendens til at delt kaliumgjødsling kom gunstigst ut ved moderat nitrogenmengde om våren, noe som antagelig skyldes at det har blitt knapp kaliumforsyning til førsteslåtten ved sterk nitrogengjødsling.

Meravlingene i andreslåtten etter overgjødsling med stigende nitrogenmengder økte mest når kaliumforsyningen var god, og i favør av delt tilførsel (figur 3 c). Kurvene for totalavling etter stigende

Tabell 6. Avling i første til fjerde forsøksår, kg tørrstoff pr. dekar ved 9,9 kg K og endringer for øvrige K-ledd. Gruppering etter syreløselig K (K-HNO₃) i jorda. Middell av alle N-mengder. K 0 er uortogonal med de øvrige K-ledd og inngår ikke i de statistiske analysene

Table 6. Yield in first to fourth experimental year, kg DM 0.1 ha⁻¹ at 9.9 kg K and alteration in yield with other K treatments. Grouping after HNO₃-soluble soil K. Average of all N treatments. K 0 is nonorthogonal to the other K-treatments and not included in the statistical analyses

Ant. felt No. of exp.	Ved anlegg At start		Leidd Treatment	Forsøksår Exp. year				Middel Mean
	K-AL	K-HNO ₃		1	2	3	4	
1	6,4	10	K 0	-129	-474	-642	-536	-445
			K 9,9	609	786	797	742	734
			K16,5	+43	+137	+81	+49	+78
			K 9,9 + 6,6	+10	+122	+90	+35	+64
			Sign./LSD 5%	*/44	***/47	**/53	ns	*/48
5 ¹	7,6	24	K 0	-49	-168	-255	-171	-160
			K 9,9	674	733	761	656	711
			K16,5	+4	+12	+13	+46	+16
			K 9,9 + 6,6	+15	+20	+6	+49	+20
			Sign./LSD 5%	ns	ns	ns	**/32	**/12
2	13,4	142	K 0	-17	-29	-110	-42	-50
			K 9,9	826	692	779	785	771
			K16,5	+17	-18	-4	+2	-1
			K 9,9 + 6,6	-5	-15	-28	-11	-15
			Sign./LSD 5%	ns	ns	ns	ns	ns
1	12,0	728	K 0	+13	+49	+122	+99	+71
			K 9,9	820	661	728	687	724
			K16,5	-42	-44	+31	+3	-13
			K 9,9 + 6,6	-44	+12	+11	+47	+7
			Sign./LSD 5%	ns	*/40	ns	ns	ns

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

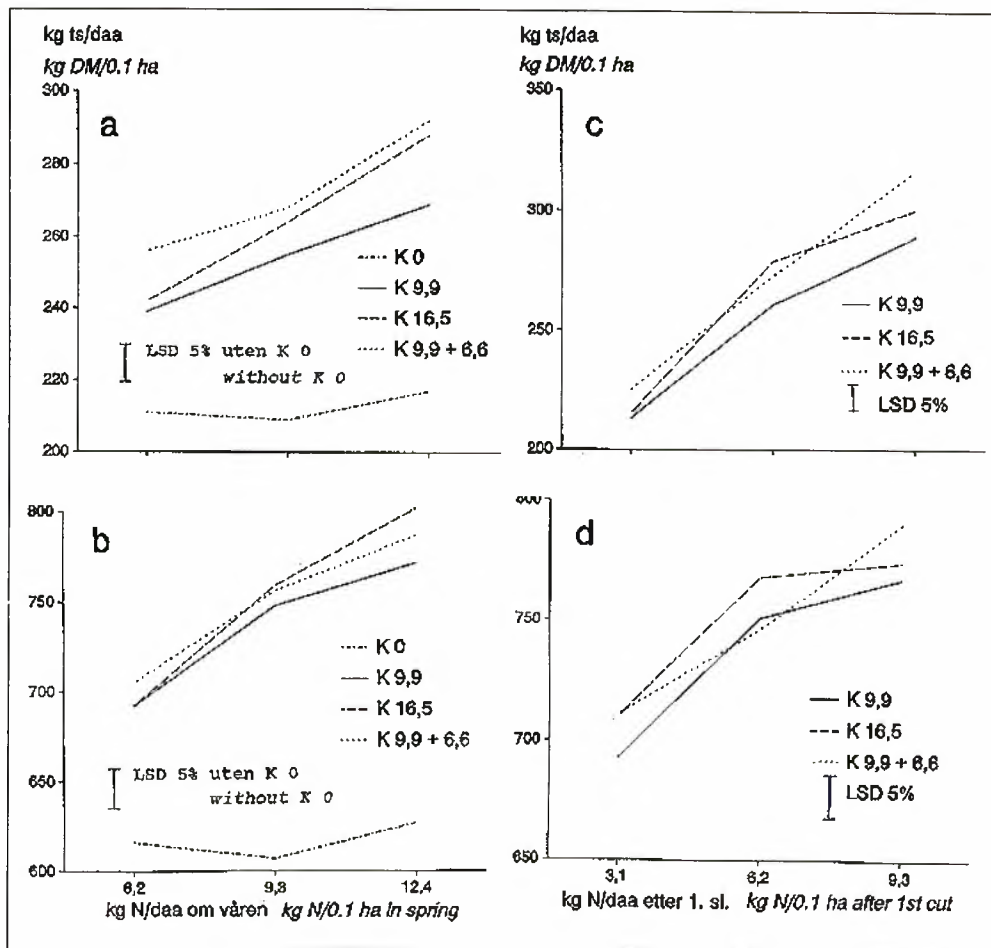
¹ Tre felt i fjerde forsøksår. Three experiments in the fourth year.

overgjødning med nitrogen viser ulik tendens for samlet og delt tilførsel av kalium (figur 3 d). All kalium gitt om våren synes her å ha medført for knapp kaliumforsyning til gjenveksten ved største nitrogenmengde etter første slått.

Plantebestand

Midlere andel timotei i avlingen avtok fra 83% i første forsøksår til 73% andre året, og var nokså stabilt resten av forsøksperioden. Andelen av ugras økte betyde-

lig i de tre første årene. Andre engvekster besto særlig av grasarter som engkvein, engrapp og markrapp, og holdt seg stabilt på 11-14% gjennom forsøksperioden. Forholdsvis moderate endringer over år i gjennomsnittet for alle felt må sees i sammenheng med at felt gikk ut hvert år, særlig på grunn av overvintringsskader. Utviklingen på de åtte feltene som ble høstet i fire år, var imidlertid nokså lik gjennomsnittet av alle felt. Feltene viste som en gjennomgående ten-



Figur 3. Samspillvirkninger mellom nitrogen og kalium på avlingen. a. Nitrogen om våren x kalium, andre slått. b. Nitrogen om våren x kalium, årsavling. c. Nitrogen overgjødning x kalium, andre slått. d. Nitrogen overgjødning x kalium, årsavling.

Figure 3. Interactions between nitrogen and potassium on yield. a. Nitrogen in spring x potassium, second cut. b. Nitrogen in spring x potassium, total yield. c. Nitrogen after first cut x potassium, second cut. d. Nitrogen after first cut x potassium, total yield.

dens at god nitrogenforsyning om våren økte timoteiens andel av avlingen, mens overgjødningen hadde den motsatte effekt. På to av feltene med lavt kaliuminnhold i jorda gikk timoteiandelen sterkt tilbake på K 0-leddet. Den var henholdsvis 90%, 51% og 19% i middel for første, andre og tredje år. De øvrige kaliumledd

hadde omtrent 70% timotei i andre og 50% i tredje forsøksår.

Legde

Det var til dels stor variasjon i antall felt med legde og i legdenivået fra år til år. Sett under ett var omfanget og nivået moderat. Det var legde ved første slått i

39 felthøstinger. Sterk legde (feltmiddel over 50%) var det på 20% av feltene med legde. Det var signifikant utslag for nitrogen gjødsling på legdenivået ved første slått ($P < 0,001$). Det var i middel 21, 29 og 38% legde etter stigende nitrogenmengder om våren. Kaliumgjødslingen påvirket ikke legdenivået. Det var positiv korrelasjon mellom tørrstoffavling og legde ($r = 0,270^{***}$), og negativ korrelasjon mellom tørrstoffprosent og legde ($r = -0,221^{***}$) for 50 årsefelt med observasjoner av legde. Alle korrelasjoner er beregnet på rutebasis.

Endringer av kalium- og magnesiuminnholdet i jorda i løpet av forsøksperioden

Alle analyseverdier for kalium i jord viste nedgang i løpet av forsøksperioden (tabell 7). Det samme var tilfelle for mag-

nesium på torvjord og leire, mens nivået ble opprettholdt ved svak gjødsling på sandjord.

Feltene på sandjord hadde sikker nedgang i K-AL og Mg-AL etter økte nitrogenmengder, mens økt kaliumtilførsel ga høyere analyseverdier for K-AL og K-HNO₃. På leirjord ga stigende kaliumtilførsel sikker økning av K-AL-verdiene, mens nitrogen gjødsling ga nedgående tendens. På torvjord var det ingen sikre forskjeller mellom ledd ved avslutning.

Korrelasjoner mellom kalium i jord og avling/avlingsutslag

Nedgangen gjennom forsøksperioden var relativt større for lett løselig enn for syreløselig kalium (jfr. tabell 7). Ved bruk av jordanalyser fra anleggsåret var det derfor grunn til å anta at K-AL ville komme

Tabell 7. Kalium og magnesium i ulike jordarter ved anlegg og etter avslutning av forsøk med tre eller fire høstear

Table 7. Potassium and magnesium in different soil types at the start and after the end of trials harvested over three or four years

Ant. felt <i>No. of exp.</i>	Torvjord Organic soil			Sandjord Sandy soil			Leirjord Clay soil		
	3			5			2		
	K-AL	K-HNO ₃	Mg-AL	K-AL	K-HNO ₃	Mg-AL	K-AL	K-HNO ₃	Mg-AL
<u>Ved anl. Initial</u>	9,1	20	13,6	7,4	70	6,0	17,0	464	17,5
<u>Ved avsl. At end</u>									
N 6,2 + 3,1	5,5	16	10,8	6,5	57	6,3	11,7	443	14,5
N 9,3 + 6,2	5,6	15	10,4	5,0	53	4,9	10,4	404	14,6
N12,4 + 9,3	5,3	13	9,8	5,0	57	4,4	10,3	398	13,7
Sign./LSD 5%	ns	ns	ns	*/1,0	ns	*/0,9	ns	ns	ns
K 0 ¹	4,9	13	9,2	4,5	49	6,3	8,2	343	13,4
K 9,9	5,2	13	10,3	4,2	48	5,5	9,3	412	13,8
K16,5	5,4	15	9,2	6,1	61	5,2	11,1	433	15,4
K 9,9 + 6,6	5,8	16	10,1	6,1	57	4,9	11,9	416	13,7
Sign./LSD 5%	ns	ns	ns	*/1,6	**/13	ns	ns	ns	ns

ns = $p < 0,05$, * = $p > 0,05$, ** = $p > 0,01$

¹ Uortogonal til øvrige K-ledd, ikke med i statistiske analyser. *Nonorthogonal to other K treatments, not included in statistical analyses.*

ufordelaktig ut av korrelasjonsberegninger med avling eller avlingsutslag de siste forsøksårene, sammenlignet med K-HNO₃. Det er viktig for anvendelsen av kaliumanalyser av jord til gjødslingsplanlegging å vite hvilken betydning tidspunktet for uttak av jordprøvene har på analyseresultatene og hvordan dette samsvarer med responsen på kaliumgjødsling. Korrelasjoner er derfor beregnet både for alle år samlet og ved oppdeling etter forsøksår. For å få gode sammenligninger mellom år, ble beregningene begrenset til felt som var høstet i alle år, selv om dette ga få probobservasjoner og derved mindre

sikre resultater.

For K-HNO₃ var korrelasjonskoeffisientene nokså like, enten jordprøvene var fra anlegg eller fra de enkelte K-ledd ved avslutning. Korrelasjonen med K-HNO₃ var klart bedre for de to siste enn de to første forsøksårene, både mot avlingsnivå og utslag for første dose kalium (tabell 8).

Avlingsnivået uten kaliumgjødsling (K 0) ga i alle år bedre korrelasjon enn avlingsutslagene med K-AL ved anlegg, og det var liten endring av korrelasjonen gjennom forsøksperioden. Korrelasjonen med K-AL ved anlegg var bare signifikant for

Tabell 8. Korrelasjoner (r) mellom kalium i jord ved anlegg/etter avslutning og årsavling av tørrstoff ved K 0/utslag i avling for K-gjødsling på mineraljord. K-ledd er middel av alle N-mengder om våren og 6,2 kg N pr. dekar etter første slått. Ortogonale sammenligninger av seks felt på mineraljord, høstet i fire år
Table 8. Correlations (r) between soil potassium in soil at start/after end of trials and total DM yield at K 0/yield response to K-fertilization on mineral soil. K treatments are mean values of all N levels in spring and 6,2 kg N 0.1 ha⁻¹ after first cut. Orthogonal comparisons of six trials on mineral soils, harvested for four years

Forsøksår Exp. year	Ledd Treatment	Jordprøver tatt år I		Soil sample year	
		K-AL	K-HNO ₃	4 K-AL	1, 4 ¹ K-AL
1 + 2 (n = 12)	K 0	0,46ns	0,28ns	0,48ns	0,68*
	K 9,9 - K 0	-0,28ns	-0,39ns	-0,46ns	-0,38ns
	K 16,5 - K 9,9	-0,11ns	-0,27ns	-0,20ns	-0,26ns
	K 16,5 - K 0	-0,23ns	-0,42ns	-0,40ns	-0,41ns
3 + 4 (n = 12)	K 0	0,48ns	0,67*	0,75**	
	K 9,9 - K 0	-0,29ns	-0,86***	-0,76**	
	K 16,5 - K 9,9	-0,19ns	-0,12ns	-0,13ns	
	K 16,5 - K 0	-0,32ns	-0,82***	-0,73**	
1 - 4 (n = 24)	K 0	0,46*	0,48*	0,62**	0,67***
	K 9,9 - K 0	-0,25ns	-0,64**	-0,59**	-0,48*
	K 16,5 - K 9,9	-0,13ns	-0,20ns	-0,16ns	-0,27ns
	K 16,5 - K 0	-0,26ns	-0,62**	-0,56**	-0,52*

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

¹ Jordanalyser fra anlegg er korrelert med avling i første forsøksår, og analyser etter avslutning med resultater fra andre til fjerde år. *Initial soil analyses are correlated to the yield in the first year, analyses from fourth year to the yield in second to fourth year.*

alle år samlet mot avlingsnivå for K O-leddet. Ved å benytte K-AL -analyser fra avslutningsåret ble de fleste koeffisientene sterkt forbedret, og spesielt for de to siste årene. Best korrelasjon med K0-avlingen ble oppnådd ved å benytte K-AL ved anlegg mot første års avling, og K-AL ved avslutning mot andre til fjerde års avling.

Det er utført tilsvarende korrelasjonsberegninger som i tabell 8 med jordparametrene transformert til naturlige logaritmer. I de fleste tilfelle ga transformerte data små endringer av korrelasjonskoeffisientene. Hovedtendensen var en liten forbedring av koeffisientene for K-AL, og noe dårligere resultat for K-HNO₃.

I motsetning til hva Lunnan & Haugen (1993) har funnet, var det ingen forbedring av korrelasjonen ved å ta med Mg-AL sammen med K-HNO₃, i forhold til K-HNO₃ alene.

Diskusjon

Gjødsling med nitrogen

Meravlingene etter stigende mengder nitrogen har vært nokså like fra år til år gjennom forsøksperioden, med unntak av største mengde (21,7 kg N pr. dekar), som i fjerde forsøksår ga avlingsreduksjon. Bærug (1977a) fant heller ingen endring i meravlingene gjennom tre forsøksår, mens avtakende meravlinger over år etter stigende nitrogenmengder er påvist i flere andre undersøkelser (Foss 1971, Håland 1974, Lyngstad & Einevoll 1967). Reduserte meravlinger over tid etter sterk nitrogengjødsling skyldes antagelig uttynning av enga gjennom vinteren, andre endringer i plantebestanden samt generelt dårligere næringstilstand, blant annet på grunn av avtakende ettervirkninger av husdyrgjødsel.

Forholdsvis store meravlinger i andre-slått etter sterk vårgjødsling med nitrogen viser at overskudd av nitrogen om våren i forhold til behovet fram til første slått, blir effektivt utnyttet av gjenveksten sammen med det nitrogen som tilføres etter første slått.

Det negative samspillet mellom vår- og overgjødsling med nitrogen som er påvist, innebærer at forholdet mellom nitrogenmengde gitt om våren og etter første slått, innenfor visse grenser er fleksibelt uten større avlingsmessige konsekvenser. Dette gir betydelige muligheter for å benytte nitrogengjødslingen etter første slått som «salderingspost». Dersom høg avling er viktig, bør vårgjødslingen doseres slik at det er god dekning av behovene fram til første slått. Ut fra vekstforhold og utvasking på forsommeren, samt avling ved første slått, bør nitrogenmengden til overgjødsling justeres etter første slått for å gi en gjenvekst som samsvarer best mulig med det faktiske behov til høsting og beite.

Ulike kombinasjoner av vår- og overgjødsling viser at gunstigste fordeling vil innebære at om lag to tredjedeler (60-70%) av nitrogenet bør gis om våren (figur 2). Dette gjelder når veksttidens lengde er som i midtre del av Nordland. Er veksttida kortere (mindre gjenvekst), vil det være aktuelt å forskyve forholdet i retning av større andel om våren, i praksis ved noe redusert overgjødsling. Ved lengre veksttid og større avling i andreslått kan overgjødslingen økes noe, alternativt kan den ekstra nitrogenmengden fordeles på begge gjødslingene.

De avlingsforskjeller som er påvist mellom jordarter, kan være påvirket av at antall felt på hver jordart er ulikt fordelt mellom distrikter. Likevel synes det sikkert at sandjord har noe lavere avlingsnivå

enn de andre jordartene, spesielt ved svak nitrogengjødsling. Torvjord har gitt minst meravling etter økt nitrogengjødsling, særlig ved tilførsel etter første slått. Mindre meravling på torvjord enn på mineraljord er også funnet på Østlandet av Hernes (1978) og i Trøndelag av Foss (1971). Andersen & Schjelderup (1973) fant små utslag på torvjord i Troms, men meget store i Finnmark. Forskjellen forklares med dårligere hevd og mindre nitrifikasjon i Finnmark. At torvjord som oftest har høgt avlingsnivå ved liten nitrogen-tilførsel, og små utslag for økte mengder, har sammenheng med store reserver av nitrogen i det organiske materialet og at nitrifisering gir et større bidrag til plantenes nitrogenforsyning enn på mineraljord.

Tilsvarende resultatene i denne undersøkelsen er det i flere andre forsøksserier funnet at meravlingene for nitrogengjødsling avtar ved stigende avlingsnivå. Utgangspunktet for sammenligningene har vært enten 0-ledd for nitrogen (Breian & Wold 1990) eller laveste nitrogenmengde, ca. fem kg N pr. dekar til èn slått (Andersen & Schjelderup 1973, Volden 1974). En tilsvarende utvikling er også påvist ved bruk av fullgjødsel (Pestalozzi & Retvedt 1959), og kan forstås ut fra at nitrogenvirkningen dominerer i de samlede utslag. Lunnan & Haugen (1993) fant derimot at avlingsnivået ikke påvirket utslagene for nitrogengjødsling i fjell- og dalbygder på Østlandet.

En viktig konsekvens av at det i mange forsøk er funnet negativ sammenheng mellom avlingsnivå og meravlinger for nitrogengjødsling, er at nitrogentilførselen må vurderes mest restriktivt når avlingsnivået er høgt, på «god jord». Det er jord med lavt avlingsnivå ved svak eller ingen nitrogengjødsling som betaler best for store nitrogenmengder, som påpekt av Breian & Wold (l.c.). Grunnleggende forutsetninger

(jordkultur, plantebestand, vasstilgang) må likevel være oppfylt for at jord med lavt avlingsnivå skal kunne gi tilsvarende respons for nitrogen som i forsøkene, som stort sett er anlagt på arealer med bra jordkultur. I praktisk drift er det ofte slike skranker som begrenser avlingsnivået. Dersom det er mye kløver i enga, vil dessuten responsen for sterkere nitrogengjødsling reduseres, eventuelt utebli helt.

Gjødsling med kalium

Forsøkene viser svært stor spredning i avlingsutbyttet for stigende mengder kalium, med variasjoner fra gunstigste resultat uten tilførsel til sannsynlig lønnsom meravling for større mengder enn tilført i denne forsøksserien (N:K om lag 1:1). Dette tilsier en betydelig mer nyansert kaliumgjødsling enn vanlig i dag, og basert på lokale forhold som jordkvalitet, nedbør, avlingsnivå og nitrogengjødsling (driftsintensitet). Jordanalyser av kalium er sentralt i denne sammenheng.

Meravlingene for kaliumtilførsel økte utover i forsøksperioden på de fleste felt, en utvikling som er vanlig i forsøk med kalium til eng. En viktig årsak er minkende ettervirkning av husdyrgjødsel tilført de siste årene før forsøksstart. Tendensen gjør seg imidlertid gjeldene også for felt som ikke har fått husdyrgjødsel de foregående årene. Frigjøring av kalium fra planterester etter eng eller åkervekster foregående år kan være årsaken. Det som kommer fram i flerårige forsøk, er ikke at enga har økende kaliumbehov utover i engårene, men en utpinings effekt av for lave tilførsler. Dette innebærer at uten grunnlag i jordanalyser kan kaliumgjødslingen verken reduseres eller sløyfes flere år på rad uten at det kan få betydelige konsekvenser for avlingsnivået. I praksis vil det som oftest være riktig å redusere mengden noe de første par engårene, mest når det er brukt husdyrgjødsel

til gjenlegget, og så øke til normalt nivå for resten av engperioden. Problemstillingen er drøftet av blant andre Hernes (1978) og Lunnan (1993).

Virkning på avlingen av delt kaliumtilførsel er undersøkt i flere norske forsøksserier, med resultater som varierer en del etter landsdel og distrikt. Som i denne undersøkelsen er utslagene stort sett små og utgjør vanligvis under 10 kg tørrstoff pr. dekar i mer- eller mindreadling i middel for den enkelte serie. Positiv tendens er funnet på Vestlandet av Lyngstad & Einevoll (1967) og i Trøndelag av Foss & Furunes (1991). Håland (1974) påviste sikker positiv effekt av deling på morenejord og ved høgt avlingsnivå (på Jæren), men negativ tendens på torvjord og i Vest-Agder. På Vestlandet fikk Vigerust (1963) redusert effekt ved deling av en moderat kaliummengde (10 kg K pr. dekar) på torvjord og mineraljord, men positivt utslag på torvjord ved sterk gjødsling (20 kg K pr. dekar). Bærug (1977) fikk tilnærmet lik avling uansett metode, men en tendens over år i positiv retning for deling.

Samspillvirkninger på avlingen mellom mengder og fordeling av nitrogen og kalium, viser at sterk nitrogengjødsling om våren øker behovet for kalium på forsommeren, og at sterk overgjødsling med nitrogen øker behovet for kalium til gjenveksten og gir økt andreslått etter delt kaliumtilførsel. Overgjødsling med kalium kan likevel ikke kompensere for hele avlingstapet i førsteslått etter knapp kaliumtilførsel om våren (figur 3).

Ut fra foreliggende undersøkelse og de øvrige resultater som er referert, synes delt kaliumgjødsling å være det alternativ som normalt bør velges ved to høstinger, selv om avlingsmessig gevinst uteblir. Dette kan begrunnes ut fra hensynet til opptak av kalium i avlingen (luksusopptak) og mineralbalansen i føret (Lyng-

stad & Einevoll 1967, Håland 1974, Bærug 1977, Foss & Furunes 1991).

To felt i undersøkelsen med særlig høgt innhold av syreløselig kalium lå i Beiarn, ved ei elv som har sine kilder ved Svartisen. Feltene hadde som hovedtendens negative utslag for kaliumgjødsling i alle forsøksår. I de senere år er det tatt ut mange jordprøver i dalførene rundt Svartisen som viser lignende verdier for kalium som disse feltene: Lettløselig kalium er lavt (K-AL 3-7), og syreløselig kalium er meget høgt (K-HNO₃ 400-700). Håland et. al (1983) beskriver en lignende situasjon for områder ved Jostedalsbreen og deler av Hardanger. Resultatene herfra og fra Nordland viser at K-AL-analyser ikke er egnet som grunnlag for gjødslingsplanlegging på slik jord.

Høgste kaliummengde i denne forsøksserien har vært for liten til å vise behovet på jord med svak kaliumstatus. Dette gjelder spesielt på torvjord, men kan og være tilfelle på lett sandjord under forhold med stor utvasking. At torvjord av den type som finnes på Vågønes kommer særlig ugunstig ut, må sees i sammenheng med stor frigjøring av mineralsk nitrogen (om lag ti kg N pr. dekar i en grasavling ved to høstinger, uten N-gjødsling; Volden, unpubl.), samtidig som jorda er nesten fri for kaliumreserver. Derved blir balansen mellom tilgjengelig nitrogen og kalium vesentlig forskjøvet i ugunstig retning. Lignende jordtype finnes nok på ikke ubetydelige arealer i landet, og særlig langs kysten.

Legde

Som i denne undersøkelsen er positiv sammenheng mellom legde og avlingsnivå, samt stor årsvariasjon i legdenivået, påvist av blant andre Ødelien (1950).

Negativ sammenheng mellom tørrstoffinnhold og legde er en følge av at høg avling har tendens til å ha lavere tørrstoff-

innhold. Dette gjelder både innen felt og mellom felt, innen felt særlig på grunn av ulik gjødsling.

Endringer av kalium i jorda gjennom forsøksperioden

Nedgangen i syreløselig kalium i jorda gjennom forsøksperioden er til dels nokså stor. En del av nedgangen er en følge av at den lettløselige fraksjonen på en stor del av feltene er redusert. Noe av årsaken til nedgangen kan ligge i endringer gjennom vekstsesongen, jfr. ulike tidspunkt for uttak av jordprøver. Også Bærug (1977), Hernes (1978) og Lunnan & Haugen (1993) har påvist nedgang i syreløselig kalium i løpet av forsøksperioden, men noe mindre enn i denne undersøkelsen (opptil 10-15 enheter). I forsøk på Vestlandet ble det derimot ikke funnet nedgang i den tungtløselige fraksjonen (K-HNO₃ - K-AL) etter tre til sju års forsøk (Håland et al. 1983).

Forsøksperioden har vært for kort til å gi opplysninger om de mer langsiktige virkningene av ulik kaliumtilførsel på innholdet i jorda. I praktisk engdyrking vil bruk av husdyrgjødsel til en viss grad stabilisere nivået. For helhetlig vurdering av kaliumsituasjonen må derfor hele omløpsperioden sees under ett.

Kalium i jorda og avling/avlingsutslag

Sammenhenger mellom analyseverdier for kalium i jord og avling eller avlingsutslag for kaliumgjødsling er undersøkt i mange norske forsøksserier. Uhlen og Semb (1962) benyttet avlingsresultater fra første og andre forsøksår, og fant best korrelasjon mellom avling og lettløselig kalium (M-tall) på moldholdige jordarter på Østlandet, mens mineraljord hadde lik korrelasjon for lett- og syreløselig kalium. For Vestlandet, Trøndelag og Nordland samlet var det noe bedre resultater ved

bruk av syreløselig enn lettløselig kalium på moldholdig til meget moldrik mineraljord. I forsøk på Vestlandet fant Lyngstad og Einevoll (1967) bedre korrelasjon med avlingsnivå på K 0-leddet enn med avlingsutslagene ved bruk av M-tall, noe som er i samsvar med tilsvarende beregninger mot K-AL i denne undersøkelsen.

Bærug (1977) fant i treårige forsøk på mineraljord på Østlandet best korrelasjon med avlingsutslag for lettløselig kalium, mens Hernes (1978) fant best korrelasjon for syreløselig kalium på felt av inntil fem års varighet på mineraljord i fjell- og dalbygdene på Østlandet. Lunnan & Haugen (1993) fant i eng eldre enn to år i samme distrikt usikker korrelasjon med avlingsutslag for begge metoder, men høyest koeffisient for syreløselig kalium. Håland et al. (1983) fant sikker korrelasjon i andre til fjerde forsøksår mellom avlingsutslag og syreløselig kalium på mineraljord fra Vestlandet, men usikre sammenhenger for K-AL.

Bruk av logaritmer i stedet for analyse-resultater direkte har gitt en viss forbedring av korrelasjonen for M-tall (Sorteberg 1956), slik som for K-AL i denne undersøkelsen.

Felles for undersøkelsene referert foran er at jordanalysene var fra anleggåret, og at de fleste forsøksfeltene var anlagt i første års eng. En viktig forskjell kan være hvilke engår og forsøksår korrelasjonene er beregnet for. Syreløselig kalium har som regel kommet fordelaktigst ut i de undersøkelser hvor mange engår er med i beregningene, eller at første året er utelatt. Men at resultatene kan variere, er vist av Sorteberg (1956), som fikk bedre korrelasjon mellom meravling og M-tall i andre enn i første forsøksår på Østlandet, mens det i Rogaland og Troms var omvendt.

Med støtte i det som er referert foran, sammen med resultatene i denne un-

dersøkelsen, bør jordprøver for bestemmelse av lettløselig kalium med tanke på praktisk gjødsling av flerårig eng, ikke tas ut i gjenleggsåret eller første engår. I eng av fire til fem års varighet eller mer, er kanskje tredje året det beste kompromiss for uttak av jordprøver.

Sammendrag

Til 17 forsøk av inntil fire års varighet i grasmark dominert av timotei ble det gitt 6,2, 9,3 og 12,4 kg N pr. dekar om våren, faktorielt kombinert med 3,1, 6,2 og 9,3 kg N etter første slått og 0, 9,9 og 16,5 kg K pr. dekar om våren. I tillegg ble største kaliummengde gitt delt, med 9,9 kg om våren og 6,6 kg pr. dekar etter første slått.

Ved minste N-mengde, 6,2 + 3,1 kg N, var årsavlingen i middel 640 kg tørrstoff pr. dekar, stigende til 803 kg etter største mengde, 12,4 + 9,3 kg N. Årsavlingen økte med henholdsvis 58 og 32 kg tørrstoff pr. dekar for andre og tredje dose N om våren, og med 50 og 23 kg for de to tilleggsdoser etter første slått. Det var liten endring av avlingsnivået fra første til fjerde forsøksår. Ut fra samlet vurdering anbefales 16-18 kg N pr. dekar til eng uten kløver på mineraljord ved et avlingsnivå på 6-700 kg tørrstoff ved to slåtter. På torvjord, som ofte har betydelig mineralisering av organisk bundet N, kan gjødslingen reduseres med 2-3 kg N eller mer pr. dekar, samtidig som kaliumtilførselen opprettholdes.

Optimal K-tilførsel varierte fra null for leirjord med syreløselig kalium ($K-HNO_3$) > 400 til mer enn største mengde som var tilført (16,5 kg) på torvjord med $K-HNO_3$ < 20. Sandjord kom i en mellomstilling. Behovet for kaliumgjødsel økte fra første til fjerde forsøksår. Delt tilførsel ga i middel for serien in-

gen utslag.

Innholdet av både lettløselig (K-AL) og syreløselig kalium i jorda ble redusert i løpet av forsøksperioden på alle K-ledd og på alle jordtyper. Jordanalyser for K-AL ved avslutning viste bedre sammenheng med avlingsutslagene for kaliumgjødsling i andre til fjerde forsøksår enn jordprøver tatt ved anlegg.

Litteratur

Andersen, I. L. & I. Schjelderup 1973. Gjødsling til eng i Troms og Finnmark. Forskning og forsøk i landbruket 24: 89-125.

Breian, J. & J. H. Wold 1990. Nitrogen-gjødselens virkning på jord av forskjellig kvalitet. Norsk landbruksforskning 4: 231-243.

Bærug, R. 1977. Nitrogen, kalium, magnesium og svovel til eng på Sør-Østlandet. I. Avlinger og jordanalyser. Forskning og forsøk i landbruket 28: 533-548.

Det norske meteorologiske institutt. Klimatologiske månedsoversikter 1967-76 og 1993.

Foss, S. 1971. Eng-gjødslingsforsøk i Trøndelag og i Møre og Romsdal. Forskning og forsøk i landbruket 22: 21-42.

Foss, S. & J. Furunes 1991. Kaliumgjødsling til eng. Norsk landbruksforskning 5: 139-151.

Hernes, O. 1959. Forsøk med ulik fordeling av kvelstoffgjødsel til 1. og 2. slått. Forskning og forsøk i landbruket 10: 251-263.

- Hernes, O. 1978. Stigende mengde kalium og nitrogen til eng. Forskning og forsøk i landbruket 29: 533-543.
- Håland, Å. 1974. Kalium og nitrogen til eng i Vest-Norge. Forskning og forsøk i landbruket 25: 145-167.
- Håland, Å., K. Tunesvik & K. Myhr 1983. Kaliumbehov til eng på forskjellige jordarter i Vest-Norge. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 62 (28). 18 s.
- Lunnan T. & L. E. Haugen 1993. Nitrogen og kalium til timotei, blafaks og hundegras i fjell- og dalbygdene på Austlandet. Norsk landbruksforskning 7: 65-75.
- Lunnan, T. 1993. Grass yield response to potassium fertilization on mineral soils in the inland of southern Norway. Norwegian journal of Agricultural Sciences 7: 345-357.
- Lyngstad, I. & O. Einevoll 1967. Kaliumgjødsling til eng - stigende mengder og ulike spredningstider. Forskning og forsøk i landbruket 18: 165-188.
- Nissen, Ø. & E. Mosleth 1985. Brukerveiledning for MSTAT statistikkprogram for mikromaskiner. 3. utg. Landbruksbokhandelen, Ås.
- Pestalozzi, M. & K. Retvedt 1959. Forsøk med store kunstgjødselmengder til eng 1948-1952. Forskning og forsøk i landbruket 10: 315-412.
- SAS 1987. SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 6 Edition. SAS Institute, Cary, NC. 1028 s.
- Sløgedal, H. 1929. Beretning nr. 8 fra forsøkgården Vågnes, 1928. 24 s.
- Sorteberg, A. 1956. Sammenhengen mellom resultater av kjemisk jordanalyse for fosfor og kalium og utslaget for fosfor-kaliumgjødsling i eng 1946-50. Forskning og forsøk i landbruket 7: 549-726.
- Uhlen, G. & G. Semb 1962. Sammenligning av AL-metoden og tidligere brukte metoder for kalium- og fosforanalyse i jordprøver fra forsøksfelter. Forskning og forsøk i landbruket 13: 189-207.
- Vigerust, Y. 1963. Forsøk med ulike mengder og fordeling av kaliumgjødsel til eng. Statens forsøksgard Fureneset. Melding nr. 7: 79-81.
- Volden, B. 1974. Gjødsling av eng i Nordland med N, P og K ved en høsting i sesongen. Informasjonsmøte, Hamar. Aktuelt fra LOT (2): 141-146.
- Østgård, O. 1962. Slåttetidsforsøk i Troms og Finnmark. Forskning og forsøk i landbruket 13: 1-36.

Nitrogen og kalium til eng i Nordland

II. Kjemiske og in vitro analyser av avlingen

Nitrogen and potassium fertilization of leys in northern Norway

II. Chemical and in vitro analyses of the forage

BIRGER VOLDEN

Norsk institutt for planteforskning, Vågønes forskingsstasjon, Bodø, Norge

The Norwegian Crop Research Institute, Vågønes Research Station, Bodø, Norway

Volden, B. 1996. Nitrogen and potassium fertilization of leys in northern Norway. II. Chemical and in vitro analyses of the forage. *Norsk landbruksforskning* 10: 301-314. ISSN 0801-5333.

A series of field trials over a four year period with different rates and distributions of N and K fertilizer was carried out in timothy dominated leys. The crude protein (CP) content of grass DM at first cut (timothy at heading) increased from 11.3 to 14.6 % with 62 and 124 kg N ha⁻¹ spring application. At second cut (before heading), the CP content was 13.5 % with 62 + 31 kg N ha⁻¹, and 17.2 % with 124 + 93 kg N ha⁻¹. There was a balance between N input and output at 180 kg N ha⁻¹. The K content in the grass DM varied between 0.5 and 4.3 %. Without K application grass from fields with low soil K (average K-HNO₃ = 16) had 1.10 % K in DM at first cut and 0.81 % at second cut, while grass from fields with high soil K (K-HNO₃ = 358) had 3.08 and 3.22 % K at the first and second cut, respectively. The increase in K content with 165 kg K ha⁻¹ was 1.7 %-units at first cut and 1.3 %-units at second cut in the low soil K group, and 0.2-0.3 %-units in the high K group. To avoid yield depression, a content of 2.0-2.5 % K in DM at first cut and over 2.5 % at second cut seems necessary. The uptake of K in the herbage varied from 12 kg K ha⁻¹ without K fertilizer on the soil with the lowest K content to 425 kg K with the highest K rate (165 kg K ha⁻¹) and high soil K. The only influence of N and K fertilization on in vitro digestibility was a small reduction in the second cut after increasing N.

Key words: Chemical composition, grassland, plant nutrients, *Phleum pratense*, protein, soil potassium, soil types.

Birger Volden, Vågønes Research Station, N-8010 Bodø, Norway

Bakgrunn og formål med forsøksserien, samt plan og forsøksbetingelser, er omtalt i del I (Volden 1996).

Det foreligger forholdsvis lite av kjemiske analyser av avlingen i tidligere gjødslingsforsøk i eng i Nordland, og ingen for ulike kombinasjoner av nitrogen og kalium. Ut fra dette var det særlig ønskelig å få utført kjemiske avlingsanalyser etter gjødsling med stigende meng-

der nitrogen og kalium tilført hver for seg og i ulike kombinasjoner.

Materiale og metoder

Da forsøkene ble lagt opp etter en faktoriell plan med i alt 30 kombinasjoner, var det ikke mulig ut fra tilgjengelige ressurser å gjennomføre et analyseprogram som

omfattet alle ledd. Felt med moderat forsøksfeil ble prioritert, og det ble bare utført analyser for ett til to år pr. felt. Kjemisk analyse av avlingen ble utført for 10 ledd (faktorkombinasjoner) fra første og andre slått på 15 årsfelt av 10 ulike forsøksfelt. Analysearbeidet ble utført ved Kjemisk analyselaboratorium Holt, Tromsø, etter metoder beskrevet av Pedersen & Lysnes (1991). In vitro fordøyelighet ble bestemt ved Institutt for husdyrnærings- og fôringslære, Norges landbrukshøgskole, for de samme ledd fra seks felt.

Følgende forsøksledd ble analysert: Tre N-nivåer (6,2 + 3,1; 9,3 + 6,2; 12,4 + 9,3 kg N pr. dekar) faktorielt kombinert med tre K-ledd (9,9 + 0; 16,5 + 0; 9,9 + 6,6 kg K pr. dekar), og mellomste N-nivå uten kalium.

Innhold av aske, total-N, P, Mg, Ca, K og Na ble bestemt i avlingsprøver fra 15 årsfelt. Trevler ble bestemt for fem felt. Nitrat-N ble bestemt for alle ti ledd på tre felt, og ved høyeste N-nivå på alle 15 årsfelt. Innholdet av råprotein er beregnet som total-N x 6,25. Totalinnhold av råprotein og mineraler er beregnet ut fra tørrstoffavlingen for tilsvarende ledd på det enkelte årsfelt.

Resultater

In vitro fordøyelighet

Den eneste noenlunde sikre effekt av av nitrogen- og kaliumgjødning var en nedgang i fordøyeligheten i andresåtten ved stigende N-mengder. Etter tur var det 73,6 %, 72,4 % og 71,4 % fordøyelighet av tørrstoff ved de tre N-nivåer. I middel for alle analyser var fordøyeligheten 67,8 % ved første slått og 72,5 % ved andre slått.

Aske og trevler

Innholdet av aske viste en stigende ten-

dens etter økt nitrogengjødning, mens økt kaliumtilførsel ga stor og sikker økning av askeinnholdet både i første og andre slått (tabell 1). Trevleinnholdet økte svakt i andreslått etter stigende nitrogenmengder, mens det ikke var sikre utslag for kaliumtilførsel.

Nitrogen

Innholdet av råprotein økte sterkt både i første og andre slått etter stigende nitrogentilførsel (tabell 1). Råproteininnholdet var om lag to prosentenheter høyere ved andre enn ved første slått, uansett nitrogennivå. Leddet uten kalium hadde høyere proteininnhold både i første og andre slått enn leddene som var tilført kalium.

Innholdet av nitrat-N var generelt lavt både ved første og andre slått, selv om nivået økte ved stigende nitrogengjødning (tabell 1). I to tredjedeler av prøvene var nivået høyest ved første slått. Ti prosent av prøvene, både ved første og andre slått, hadde et nivå over 100 mg nitrat-N pr. 100 g tørrstoff, de fleste like over 100 mg. Bare en eneste verdi over 200 mg ble registrert. Kaliumgjødning har ingen sikker virkning på nitratinnholdet i avlingen.

Ved svakeste nitrogengjødning var det 3,0 kg mer nitrogen i totalavlingen enn tilført i gjødsla, ved midlere mengde var overskuddet 0,8 kg N, mens det ved største nitrogenmengde var et underskudd på 2,0 kg N pr. dekar (tabell 2). Det var balanse mellom sum tilført nitrogen i gjødning og bortført nitrogen i avlingen ved om lag 18 kg N.

Det var sikker forskjell mellom jordtypene med hensyn til prosentisk innhold av nitrogen i avlingen, men bare ved andre slått (tabell 3). Sandjord hadde lavest innhold og torvjord høyest.

Tabell 1. Innhold i avlingen av aske, trevler, råprotein og nitrat-N. N-nivåer som middel av alle K-ledd, unntatt K 0. K-leddene er ortogonale med hensyn til N (bare N 9,3 + 6,2)

Table 1. Herbage ash, crude fibre (CF), crude protein (CP) and nitrate-N content. N levels as average of all K treatments, except K 0. Orthogonal K treatments (only N 9,3 + 6,2)

	Første slått <i>First cut</i>				Andre slått <i>Second cut</i>			
	% av ts.	% of DM		mg/100 g ¹	% av ts.	% of DM		mg/100 g ¹
	Aske	Trevler	Råprot.	NO ₃ -N	Aske	Trevler	Råprot.	NO ₃ -N
Ant. årsefelt	15	5	15	3 (15)	15	5	15	3 (15)
<i>Annual trials</i>	Ash	CF	CP		Ash	CF	CP	
N 6,2 + 3,1	7,6	30,4	11,3	24	7,9	25,3	13,5	20
N 9,3 + 6,2	7,8	30,7	13,3	37	8,0	25,9	15,3	28
N12,4 + 9,3	7,9	30,0	14,6	60 (71)	8,0	26,5	17,2	83 (62)
Sign.	ns	ns	***	***	ns	**	***	***
LSD 5%			0,7	11		0,6	0,8	19
K 0	6,2	31,9	14,5	48	7,3	25,0	17,7	37
K 9,9	7,3	31,5	12,9	28	7,4	25,2	15,6	21
K16,5	8,2	30,0	13,4	37	8,1	26,2	15,7	36
K 9,9 + 6,6	7,8	30,5	12,9	45	8,3	26,4	15,3	28
Sign.	***	ns	*	ns	**	*	**	ns
LSD 5%	0,6		1,3		0,5	0,9	1,2	

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

¹ I tørrstoff. *In dry matter.*

Kalium

Etter ulik nitrogen gjødsling var det små og usikre forskjeller i kaliuminnholdet ved både første og andre slått (tabell 4). Avlingsøkningene etter stigende nitrogenmengder (Volden 1996) førte imidlertid

til at total mengde kalium opptatt i avlingen likevel økte (tabell 5).

I middel for serien ga økt kaliumtilførsel stor økning i det prosentiske innholdet av kalium i avlingen (tabell 4) og i totalt opptak av kalium (tabell 5 og 6).

Tabell 2. Virkning av nitrogen gjødsling på innholdet av nitrogen i avlingen, kg pr. dekar. Middel for 15 årsefelt og av alle K-mengder, unntatt K 0

Table 2. The influence of nitrogen fertilization on herbage nitrogen content (kg 0.1 ha⁻¹). Average of 15 annual trials and of all K levels, except K 0

Ledd	1. slått	2. slått	1. + 2. slått
<i>Treatment</i>	<i>1st cut</i>	<i>2nd cut</i>	<i>1st + 2nd cut</i>
N 6,2 + 3,1	7,9	4,4	12,3
N 9,3 + 6,2	9,8	6,5	16,3
N12,4 + 9,3	11,0	8,8	19,7
Sign.	***	***	***
LSD 5%	0,7	0,6	0,9

*** = p < 0.001

Tabell 3. Innhold av noen næringsstoffer i avlingen på ulike jordarter. Middell av alle analyserte N- og K-ledd

Table 3. The content of some nutrients in the herbage, according to soil types. Averages of all analysed N and K treatments

	Ant. felt ¹ No. of trials ¹	Prosent av tørrstoff			Per cent of DM		
		N	P	K	Ca	Mg	Na
<u>Første slått First cut</u>							
Torvjord <i>Org. soil</i>	3 (5)	2,13	0,37	2,64	0,52	0,18	0,23
Sandjord <i>Sandy soil</i>	4 (6)	2,16	0,29	2,55	0,42	0,14	0,07
Leirjord <i>Clay soil</i>	3 (4)	2,03	0,32	3,29	0,51	0,14	0,05
Sign.		ns	***	***	***	***	***
<u>Andre slått Second cut</u>							
Torvjord <i>Org. soil</i>	3 (5)	2,83	0,47	2,42	0,62	0,24	0,29
Sandjord <i>Sandy soil</i>	4 (6)	2,20	0,35	2,25	0,58	0,19	0,13
Leirjord <i>Clay soil</i>	3 (4)	2,48	0,36	3,41	0,55	0,15	0,05
Sign.		***	***	***	ns	***	***

ns = $p > 0.05$, *** = $p < 0.001$ ¹ Antall årsefelt i parentes. Number of annual trials in parenthesis.

Tabell 4. Innhold av K, P, Mg, Ca og Na i avlingen, som prosent av tørrstoff, og forholdet K/(Ca + Mg) i milliekvivalenter. N-ledd er middel av alle K-ledd, unntatt K 0. K-leddene er bare for N 9,3 + 6,2 (ortogonale sammenligninger). Middell av 15 årsefelt

Table 4. Content of K, P, Mg, Ca and Na in herbage (percent of dry matter), and K/(Ca + Mg) ratio (milliequivalents). N treatments are mean of all K treatments, except K 0. K treatments are only for N 9,3 + 6,2 (orthogonal comparisons). Average of 15 annual trials

Ledd Treatment	Første slått First cut						Andre slått Second cut					
	K	P	Mg	Ca	Na	K/ (Ca+Mg)K	P	Mg	Ca	N(Ca+Mg)	K/ N(Ca+Mg)	
N 6,2+3,1	2,85	0,31	0,14	0,45	0,09	2,26	2,69	0,36	0,18	0,57	0,14	1,74
N 9,3+6,2	2,93	0,32	0,15	0,49	0,11	2,14	2,72	0,39	0,19	0,58	0,15	1,68
N12,4+9,3	2,92	0,33	0,16	0,49	0,12	2,05	2,71	0,40	0,20	0,58	0,17	1,67
Sign.	ns	**	***	*	*	**	ns	**	*	ns	ns	ns
LSD 5%		0,02	0,01	0,03	0,02	0,10		0,02	0,02			
K 0	1,69	0,36	0,19	0,51	0,21	1,13	1,84	0,45	0,26	0,66	0,27	1,12
K 9,9	2,71	0,32	0,16	0,49	0,12	1,96	2,38	0,40	0,21	0,60	0,18	1,45
K16,5	3,18	0,33	0,15	0,48	0,11	2,30	2,77	0,38	0,20	0,56	0,14	1,71
K 9,9+6,6	2,90	0,32	0,15	0,48	0,13	2,16	3,00	0,39	0,18	0,57	0,14	1,89
Sign.	***	*	**	ns	*	***	***	***	***	*	*	***
LSD 5%	0,40	0,03	0,03		0,07	0,30	0,03	0,04	0,07	0,04	0,39	0,25

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

Tabell 5. Innhold av K, P, Mg, Ca og Na i avlingen ved to høstinger, kg pr. dekar. N-ledd er middel av alle K-ledd, unntatt K 0. K-leddene er bare for N 9,3 + 6,2 (ortogonale sammenligninger). Middel av 15 årsfelt

Table 5. K, P, Mg, Ca and Na in the herbage with two cuts, kg 0.1 ha⁻¹. N treatments are mean of all K treatments, except K 0. K treatments are only for N 9,3 + 6,2 (orthogonal comparisons). Average of 15 annual trials

Ledd Treatment	K	P	Mg	Ca	Na
N 6,2 + 3,1	18,8	2,11	0,97	3,16	0,66
N 9,3 + 6,2	22,0	2,57	1,23	3,86	0,87
N12,4 + 9,3	23,7	2,90	1,43	4,27	1,06
Sign.	***	***	***	***	**
LSD 5%	1,2	0,16	0,09	0,27	0,21
K 0	13,0	2,27	1,19	3,43	1,03
K 9,9	20,1	2,54	1,25	3,89	0,87
K16,5	23,6	2,62	1,24	3,86	0,85
K 9,9 + 6,6	22,5	2,55	1,19	3,83	0,89
Sign.	***	ns	ns	ns	ns
LSD 5%	2,6				

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

Økningen var størst på kaliumfattig jord (tabell 6). På kaliumrik jord (siste gruppe i tabell 6) var økningen forholdsvis beskjeden, men innholdet lå betydelig over både laveste og mellomste gruppe ved alle kaliummengder, spesielt ved andre slått. I sum for begge høstinger var det omtrent balanse mellom tilført og bortført kalium i første gruppe. I de to gruppene med høyere kaliumstatus for jorda, var innholdet i avlingen større enn tilført, uansett mengde kaliumgjødning. På to av leirjordsfeltene var totalopptaket av kalium for de fleste ledd mellom 30 og 40 kg K pr. dekar, med høyeste verdi på 42,5 kg. Leddet uten kalium hadde over 30 kg K pr. dekar i avlingen på begge disse feltene.

Gruppering av feltene etter jordart viser at leirjord hadde klart høyest innhold av kalium i avlingen, mens det ikke var sikker forskjell mellom sand- og torvjord (tabell 3). Hver av disse to gruppene skjuler da også betydelige forskjeller mellom

de enkelte felt innen gruppene.

Analyseresultatene er gruppert etter prosentisk innhold av kalium og sammenholdt med tilsvarende tørrstoffavlinger (tabell 7). Ved første slått var det en sterk avlingsøkning opp til ca. to prosent kalium i avlingen, deretter en moderat økning opp mot tre prosent. Deretter var det tendens til nedgang. I andreslått var det en positiv trend til og med høyeste nivå, men også her var økningen størst opp til to prosent kalium i avlingen. Regresjonsberegning mellom tørrstoffavling og prosent kalium ga $R^2 = 0,257^{***}$ i førsteslått og $R^2 = 0,366^{***}$ i andreslått, begge koeffisienter i annengrads ligninger.

Bruk av jordanalyser av kalium fra siste forsøksår viste langt bedre korrelasjon med innhold av kalium i tredje og fjerde års avling enn bruk av jordanalyser bare fra anlegg. Korrelasjonen var også betydelig bedre ved bruk av K-AL enn ved bruk av K-HNO₃ (tabell 8). I alle

Tabell 6. Kalium i avlingen og forholdet K/Ca + Mg. Gruppering etter kaliumnivå i jordprøver. Ledd K 0 er bare for N 9,3 + 6,2, øvrige ledd er middel av 6,2 + 3,1; 9,3 + 6,2 og 12,4 + 9,3 kg N pr. dekar
 Table 6. Potassium in herbage and K/Ca + Mg ratio. Grouped according to potassium level in soil samples. Treatment K 0 is only for N 9,3 + 6,2, the others are mean values of 6,2 + 3,2; 9,3 + 6,2 and 12,4 + 9,3 kg N 0.1 ha⁻¹

Ved anlegg			Første slått		Andre slått			
At start		Ledd	K i avling	First cut	K i avling	Second cut		
K-AL	K-HNO ₃	Treatment	K in herbage	K/Ca + Mg	K in herbage	K/(Ca + Mg)		
			% ¹ kg 0.1 ha ⁻¹	mEq mEq ⁻¹	% ¹ kg 0.1 ha ⁻¹	mEq mEq ⁻¹		
<u>5 årsfelt 5 annual trials</u>								
5,0	16	K 0	1,10	2,8	0,72	0,81	1,0	0,33
		K 9,9	2,28	8,6	1,68	1,68	3,8	0,83
		K 16,5	2,87	11,5	2,28	2,25	5,3	1,28
		K 9,9 + 6,6	2,63	10,4	2,17	2,76	6,3	1,70
<u>6 årsfelt 6 annual trials</u>								
6,7	28	K 0	1,41	6,0	0,86	1,78	4,4	1,02
		K 9,9	2,65	12,0	1,91	2,32	6,4	1,36
		K 16,5	3,06	14,3	2,28	2,66	7,6	1,73
		K 9,9 + 6,6	2,89	12,9	2,15	2,84	8,7	1,87
<u>4 årsfelt 4 annual trials</u>								
11,6	358	K 0	3,08	18,2	2,05	3,22	9,8	2,27
		K 9,9	3,41	18,0	2,32	3,49	9,7	2,30
		K 16,5	3,40	18,6	2,37	3,42	9,9	2,19
		K 9,9 + 6,6	3,30	18,2	2,31	3,40	10,1	2,40

¹ Prosent av tørrstoff. *Percentage of dry matter.*

sammenligninger ga K-AL de høyeste korrelasjonskoeffisientene. Innholdet av kalium i kg pr. dekar ga høyest korrelasjon i førsteslått, mens prosentisk innhold ga høyest korrelasjon i andreslått. Logaritmen av K-AL reduserte korrelasjonen i åtte av ti tilfelle, mens alle korrelasjoner med K-HNO₃ ble forbedret ved bruk av logaritmen til analysetallet. Transformasjon til logaritmer ga størst forbedring (og minst reduksjon) av korrelasjonen ved å kombinere jordanalyser fra anlegg og avslutning.

Fosfor, kalsium, magnesium og natrium

Etter stigende nitrogen gjødsling økte innholdet av fosfor og magnesium ved begge

høstinger (tabell 4). Kalsium og natrium økte også ved første slått, mens bare natrium viste samme tendens ved andre slått. Stigende kaliumtilførsel reduserte innholdet av fosfor, magnesium og natrium ved begge høstinger. Kalsium viste sikker nedgang bare i andreslått.

Det var stor og sikker økning i totalt opptatt mengde av fosfor, kalsium, magnesium og natrium ved stigende nitrogen tilførsel (tabell 5). Mengden av natrium viste tendens til nedgang etter kaliumtilførsel, mens de øvrige mineraler økte noe ved økning av K fra 0 til 9,9 kg K som følge av stor avlingsøkning ved økt kaliumtilførsel.

Jordarten hadde sikker innflytelse på det prosentiske innhold av de enkelte næringsstoffer i avlingen (tabell 3). Inn-

Tabell 7. Avlingsnivå etter innhold av kalium i avlingen (prosent av tørrstoff). 15 årsfelt, 10 ledd pr. felt
 Table 7. Yield level according to herbage potassium content (percent of dry matter). 15 annual trials, 10 treatments per trial

Gruppe Group % K	Første slått		First cut	Andre slått		Second cut
	n	% K	kg tørrst./daa kg DM 0.1 ha ⁻¹	n	% K	kg tørrst./daa kg DM 0.1 ha ⁻¹
1,00	4	0,74	214	5	0,78	130
1,01-1,50	4	1,20	357	11	1,29	179
1,51-2,00	4	1,89	448	18	1,83	229
2,01-2,50	30	2,26	452	30	2,27	253
2,51-3,00	49	2,76	478	28	2,77	269
3,01-3,50	45	3,23	473	41	3,25	277
> 3,50	14	3,77	452	17	3,69	333
Sign.			*			***

* = p < 0.05, *** = p < 0.001

holdet av fosfor, magnesium og natrium var høyest på torvjord. Kalsiuminnholdet var høyere på torvjord enn på sandjord ved første slått, mens det bare var tendens i samme retning ved andre slått. Innholdet av natrium varierte mye fra felt til felt, på torvjord fra 0,20 til 0,57 %, og på leir-

jord og moldfattig sandjord fra 0,04 til 0,12 % i feltmiddel.

Forholdet mellom næringsstoffer i avlingen

Etter nederlandske undersøkelser (Kemp & 't Hart 1957) vil det være økt risiko for

Tabell 8. Korrelasjon (r) mellom kalium i avling og jord, beregnet for 13 årsfelt og 10 ledd pr. felt (n = 130)

Table 8. Correlations (r) between herbage and soil potassium, computed for 13 annual trials and 10 treatments per trial (n = 130)

Jordprøver, år Soil samples, year	% K i tørrstoff % K in herbage DM		K i avling, kg pr. dekar K in herbage, kg 0.1 ha ⁻¹		
	1. slått 1st cut	2. slått 2nd cut	1. slått 1st cut	2. slått 2nd cut	Årsavling Total yield
<u>K-AL</u> 1	0,45***	0,48***	0,54***	0,44***	0,54***
1 + 3-4 ¹	0,49***	0,61***	0,61***	0,59***	0,66***
<u>K-HNO₃</u> 1	0,27**	0,42***	0,34***	0,19*	0,29***
1 + 3-4 ¹	0,29***	0,45***	0,34***	0,21*	0,37***

*=p < 0.05, **=p < 0.01, ***p < 0.001

¹ Første års avlinger er korrelert mot jordanalyser fra anleggsåret, andre til fjerde års avling mot jordanalyser ved avslutning.

¹ Yields from the 1st year are correlated to soil K in 1st year, year two to four to soil K at the end of the experiments.

graskrampe hos melkekyr på beite dersom forholdet $K/(Ca + Mg)$ i graset, beregnet etter kjemiske ekvivalentvekter, overskrider 2,2. I middel for alle feltene var det bare ved første slått, etter minste N-mengde, og etter største K-mengde om våren, at $K/(Ca + Mg)$ overskred 2,2 (tabell 4). Kombinasjon av mye tilført kalium og lite nitrogen ga høyest kvotient. Således ga 6,2 kg N og 16,5 kg K pr. dekar om våren i middel en kvotient på 2,43 ved første slått. Av tabell 6 framgår det at feltene på leirjord kom noe høgt i midde. En rekke enkeltprøver fra disse feltene hadde kvotienter opp mot 3,0.

Det var sikre positive korrelasjoner mellom det prosentiske innhold av de ulike næringsstoffene, med unntak av kalium, som enten viste negativ eller ingen korrelasjon med de øvrige næringsstoffer (tabell 9). Med ett unntak (Ca mot P) var korrelasjonene høyest for andreslått.

Diskusjon

Fordøyelighet

Liten eller ingen virkning av gjødsling på fordøyeligheten av avlingen er i samsvar med andre undersøkelser, blant annet Ødelien (1950). Også han fant tendens til nedgang i fordøyeligheten i andreslått etter overgjødsling med nitrogen, og forklarer dette med at bladprosenten hos timotei avtar ved sterk gjødsling. I en undersøkelse fant han i andreslått 65% blad hos ugjødsle planter, mot 43% etter 12 + 8 kg N pr. dekar (l.c.).

Aske

Tendensen til økt askeinnhold både i første og andre slått etter stigende nitrogen-tilførsel kan ha sammenheng med at alle mineraler som er analysert, hadde stabile eller økende verdier etter økte nitrogenmengder. I en rekke nordiske forsøk vi-

Tabell 9. Korrelasjonskoeffisienter (r) mellom innhold av N, P, Mg, Ca, Na og K i prosent av tørrstoff. 15 årsfelt, 10 ledd pr. felt ($n = 150$)

Table 9. Correlation coefficients (r) between herbage N, P, Mg, Ca, Na and K content, as percent herbage dry matter. 15 annual trials, 10 treatments ($n = 150$)

		P	Mg	Ca	Na	K
Første slått	N	0,39***	0,44***	0,22**	0,27**	-0,05ns
First cut	P		0,51***	0,53***	0,56***	0,02ns
	Mg			0,42***	0,56***	-0,23**
	Ca				0,23**	0,06ns
	Na					0,37***
Andre slått	N	0,71***	0,64***	0,23**	0,53***	-0,19*
Second cut	P		0,56***	0,29***	0,58***	-0,21*
	Mg			0,55***	0,56***	-0,61***
	Ca				0,43***	-0,44***
	Na					-0,42***

ns=p 0.05, *=p 0.05. **=p 0.01. ***=p 0.001

< < < <

ser askeinnholdet små variasjoner, både i positiv og negativ retning, etter stigende nitrogenmengder (Øyen 1980). Opptaket av ulike mineraler, spesielt kalium, samt ulik vekstintensitet og varierende fortyningseffekt for mineraler etter ulik nitrogen tilførsel, kan forklare mye av variasjonene i askeinnhold. Den sterke økningen av askeinnholdet ved både første og andre slått etter kaliumgjødning i denne undersøkelsen synes i hovedsak å være en følge av økt innhold av kalium.

Trevler

Innholdet av trevler var om lag fem prosentenheter lavere ved andre enn første slått. Dette var som ventet på grunn av forskjellen i plantenes utviklingsstadium, og samsvarer godt med resultatene til Valberg & Bø (1972) for tilsvarende utviklingsstrinn ved første slått. Valberg & Bø (l.c.) og Håland (1974) fant at trevleinnholdet ikke ble nevneverdig påvirket av nitrogengjødsling. Utslagene i denne undersøkelsen samsvarer mer med Ødelien & Hvidsten (1957) som påviste at trevleinnholdet økte ved første slått etter moderat økning av fullgjødsemengden om våren, og gikk ned etter ytterligere økt mengde fullgjødning. Etter overgjødning med nitrogen økte trevleinnholdet i andreslått med økende gjødning. Dette forklares ved at nitrogenforsyning opp til middels styrke påvirker vekst og utvikling positivt, mens store nitrogenmengder vil forsinke utviklingen fram mot skyting. Ved andreslått er graset fysiologisk yngre og i svakere vekst enn på forsommeren, i tillegg til at overgjødningen er svakere enn vårgjødslingen.

Nitrogen

Nitrogengjødsling av grasmark fører normalt til betydelig økning av råproteininnholdet i avlingen. Selv om avlings-

økningen avtar og etter hvert stagnerer ved stigende nitrogenmengder, viser ulike forsøksserier at innholdet av råprotein fortsetter å øke opp til største nitrogenmengde (e.g. Andersen & Schjelderup 1973, Håland 1974, Bærug 1977, Hernes 1978). Totalinnholdet av råprotein vil derved øke relativt mer enn tørrstoffavlingen. I denne undersøkelsen økte således tørrstoffavlingen med 25% og råproteinavlingen med 60% i årsavlingen når nitrogengjødslingen økte fra 9,3 til 21,7 kg N pr. dekar.

At det ble funnet høgest proteininnhold i avlingen der det ikke var tilført kalium, kan bero på fortyningseffekt på grunn av stigende avling etter kaliumgjødning og på endret botanisk sammensetning i forhold til leddene med kalium.

Proteininnholdet i gras er som regel høyere ved andre enn ved første slått. Dette skyldes dels at andre slått ofte er høstet på et tidligere utviklingsstrinn, før skyting, dels at gjenveksten av timotei etter skyting har færre aks og derved større bladandel enn tilfellet er ved første slått.

Balanse mellom tilført og bortført nitrogen var det i middel for alle felt ved knapt 18 kg N pr. dekar, det samme som Bærug (1977) fant på Østlandet. Håland (1974) nådde balanse rundt 21-22 kg N pr. dekar på Vestlandet ved noe høyere avlingsnivå. På mineraljord med lite kløver fant Pestalozzi & Retvedt (1959) balanse ved første slått etter 12 kg N i Sør-Norge, Trøndelag og Nordland, og ved ca. 8 kg N i Troms. På torvjord var det i samme undersøkelse betydelig underbalanse i forholdet mellom nitrogen i gjødning og innhold i avlingen, uansett gjødslingsstyrke, noe som vesentlig skyldes mineralisering av organisk bundet nitrogen i jorda. I middel for fem år felt på torvjord var det i denne undersøkelsen balanse ved høyeste N-mengde.

Høgt innhold av nitrat i føret kan ha

flere negative virkninger på husdyras helse og reproduksjon, fra akutt forgiftning til ulike kroniske forstyrrelser ved langvarig føring med nitratrikt fôr (Hvidsten & Carlsson 1963). Om de foreliggende analyser vurderes mot en grenseverdi på 350 mg nitrat-N pr. 100 g tørrstoff (Wright & Davison 1964), var nivået i alle prøver så lavt at det ikke representerer noe fôringsmessig problem. Det lave nitratinholdet er i samsvar med mange andre forsøksserier med timotei i Norden (Øyen 1980). Sein høsting er blant de faktorer som bidrar til å senke innholdet. Bærug (1977) beregnet sammenheng mellom avling og nitratinhold. Han fant en relativt skarp overgang mellom mangel og overskudd, og at grensen lå ved ca. 100 mg NO₃-N pr. 100 g tørrstoff ved tidlig høsting (begynnende skyting av engsvingel). Ut fra et noe seinere høstetidspunkt for første slått i denne undersøkelsen kan lavere verdier likevel indikere tilfredsstillende nitrogenforsyning ved middels og sterk gjødsling.

Kalium

I middel for alle analyser var innholdet av kalium tilnærmet likt etter ulike nitrogenmengder, men flere av årsefeltene hadde en klar nedgang i kaliuminnhold ved stigende nitrogentilførsel. Dette gjalt særlig felt med lave kaliumtall i jordanalysene, og særlig sist i forsøksperioden. På den annen side økte innholdet av kalium ved stigende nitrogentilførsel på flere felt med god kaliumtilstand. Dette samsvarer bra med resultatene til Bærug (1977b), som i første forsøksår fant økning i kaliuminnholdet etter sterk nitrogengjødsling, mens det i andre og særlig tredje året, var nedgang. Resultatet forklares (l.c.) med at nitrat stimulerer opptaket av kalium. Ved god tilgang på kalium vil derfor konsentrasjonen av kalium i plantene øke, mens

tørrstoffproduksjonen går raskere enn kaliumopptaket under forhold med knapp kaliumforsyning, slik at en fortykning finner sted.

Innholdet av kalium i avlingen er sterkt påvirket av jordtype og kaliuminnhold i jorda, og av kaliumgjødslingen. Blant de 300 prøvene som er analysert i denne undersøkelsen, varierte innholdet mellom 0,5 og 4,3 % K i tørrstoffet. Like stor spredning er funnet av Bærug (1977), som angir verdier fra 0,8 til 4,5 % K.

Bærug (l.c.) fant liten økning i meravlingene når innholdet av kalium kom over 2,0-2,5 % av tørrstoffet, og at nivåer ut over dette var å betrakte som rent luksusforbruk. Innhold under 2,0 % var derimot tegn på for svak kaliumforsyning, og når innholdet kom under 1,5 % K, var det sterk nedgang i avlingene. Resultatene i denne undersøkelsen gir grunnlag for en tilsvarende konklusjon vedrørende første slått. At avlingen i andreslått økte parallelt med kaliuminnholdet opp til høyeste nivå, kan forklares ved at gras på et tidligere utviklingstrinn generelt har høyere innhold av kalium og bedre kan nyttiggjøre seg tilgjengelig kalium, som nevnt av Hvidsten et al. (1959).

Andre næringsstoffer

Det er en generell tendens i ulike undersøkelser at innholdet av mineraler er høyest i andreslått (Øyen 1980). Denne forsøksserien følger samme mønster, men for kalium bare for 0-leddet og når tilførselen er delt, naturlig nok. Som for nitrogen er årsakene til størst innhold ved andre slått blant annet forskjellig utviklingstrinn og forskjellig blad/stengel forhold. Nitrogengjødslingen påvirker normalt fosforinnholdet lite, og retningen synes å avhenge av fosfortilstanden i jorda (Øyen 1980). Klar positiv korrelasjon i denne undersøkelsen kan sees i sammenheng med god fosfortilstand på mange felt.

Tilsvarende resultater er funnet i landsdelen av Valberg & Bø (1972) og Andersen & Schjelderup (1973).

Kalsiuminnholdet viser varierende utslag etter nitrogengjødsling i ulike forsøksserier i Norden. Ofte henger utslagene sammen med anvendt gjødseltype. Ved bruk av kalksalpeter er det vanlig med en positiv tendens (Øyen 1980). I denne undersøkelsen har kalsiuminnholdet i førsteslått økt etter stigende vårgjødsling med kalkkammonsalpeter, mens ulike mengder kalksalpeter som overgjødsling ikke har påvirket kalsiuminnholdet i andreslått. Noen god forklaring er vanskelig å gi.

Innholdet av magnesium øker normalt ved stigende nitrogengjødsling (Øyen 1980). Slik er det også ved både første og andre slått i denne undersøkelsen.

I samsvar med resultatene fra andre nordiske forsøk (Øyen 1980) var det økning i natriuminnholdet ved økt nitrogengjødsling, og nedgang ved stigende kaliumtilførsel. Det var ikke noen klar sammenheng mellom beliggenhet (kyst-innland) og natriuminnhold i avlingen, selv om det blir tilført mye mer natrium med nedbøren langs kysten enn i innlandsstrøk (Låg 1963). Forskjellen i natriuminnhold mellom felt på sand- og torvjord ved Vågønes var således like stor som i middel for serien. Denne forskjellen kan forklares ut fra innholdet av ombyttbart natrium i jorda, som er om lag ti ganger høyere i torvjorda enn i sandjorda ved Vågønes (Semb et al. 1956). I forsøk på Vestlandet fant Lyngstad & Einevoll (1967) mye høyere innhold av natrium i avling fra torvjord enn fra mineraljord, tilsvarende resultatene her, og forklarer det ut fra beliggenhet av feltene og innhold av natrium i nedbøren. Dette synes å være i samsvar med at et torvjordsfelt i denne serien på øya Løkta (i Dønna) hadde mer enn dobbelt så høgt

natriuminnhold i avlingen som de andre torvjordsfeltene. Sett i sammenheng tyder resultatene på at både jordart og beliggenhet er av betydning for innholdet av natrium i avlingen.

Mineralbalanse

Forholdet $K/(Ca + Mg)$ og dets betydning for utvikling av tetani hos storfe på beite er undersøkt av blant andre Kemp & 't Hart (1957) og Hvidsten et al. (1959). I mange senere norske dyrkingsforsøk er dette forholdet beregnet og omtalt (Østgård 1962, Lyngstad og Einevoll 1967, Valberg & Bø 1972, Andersen & Schjelderup 1973, Håland 1974, Bærug 1977, Foss & Furunes 1991). I følge Hvidsten et al. (1959) er forholdet $K/(Ca + Mg)$ høyest om våren (beiteslipp), og avtar utover sommeren. Valberg & Bø (1972) har også funnet en klar nedgang i forholdet ved utsatt høstetid i Nord-Norge. Denne nedgangen skyldes at konsentrasjonen av kalium har avtatt mer enn av kalsium og magnesium. Ut fra dette vil de $K/(Ca + Mg)$ -forhold som er funnet i gras høstet rundt skyting av første slått i de fleste norske undersøkelser, ha vært adskillig høyere på et tidlig beitestadium. Men gjødslingspraksis er som oftest vesentlig annerledes til beite enn til eng for høsting og konservering, og direkte sammenligning er lite relevant. Under forhold som har gitt de høyeste verdier, vil det ved gjødsling til beite være av betydning at kaliumtilførselen begrenses, både om våren og senere i veksttida.

Etter flere forskeres vurderinger må kvotienten betraktes som heller grovt veiledende på grunn av mange andre forhold som kan påvirke risikoen for graskrampe, herunder tilgang på andre mineraler (bl.a. natrium) og proteininnholdet i ungt beitegras (e.g. Bærug 1977, Martens & Rayssiguier 1980).

Ut fra dette er en viss balanse mellom

ulike mineraler i fôret viktig for husdyrenes helsetilstand, og derved også for produksjonsresultat og eventuelle veterinærkostnader. Allsidig og balansert gjødsling er sentralt i denne sammenheng.

Korrelasjon mellom næringsstoffer i avlingen

Korrelasjonsberegninger mellom ulike næringsstoffer i gras er presentert i flere norske publikasjoner (Østgård 1962, Njøs 1964, Andersen & Schjelderup 1973). Felles for undersøkelsene er at det mellom innholdet av N, P, Mg, Ca og Na innbyrdes er positiv korrelasjon av varierende styrke. Mot K er korrelasjonen negativ for Mg og Na, og varierende for de øvrige stoffer. Med unntak av enkelte positive korrelasjoner med kalium (mot N, Ca eller P) funnet av Njøs (1964) og Andersen & Schjelderup (1973), er det god overensstemmelse med resultatene i denne undersøkelsen. Innhold av ulike næringsstoffer i ensidige og i to- eller flersidige gjødselslag kan muligens forklare enkelte forskjeller i utslagene, eller de kan forstås ut fra synergisme mellom anion og kation.

Sammendrag

I en forsøksserie i grasmark dominert av timotei ble det gitt ulike mengder og fordeling av nitrogen og kalium om våren og etter første slått. Serien omfatter 17 felt av inntil fire års varighet, i alt 53 årsfelt. Forsøksplan m.v. samt avlings- og jordanalyseresultater, er presentert i en tidligere melding.

Kjemisk analyse av avlingen ble utført for 10 ledd (faktorkombinasjoner) fra første og andre slått for 15 årsfelt av 10 ulike forsøksfelt. In vitro fordøyelighet ble bestemt for de samme ledd fra seks felt.

Innholdet av råprotein i tørrstoffavlingen fra første slått (timotei i skyting) økte fra 11,3 til 14,6 % etter henholdsvis 6,2 og 12,4 kg N pr. dekar om våren. Ved andre slått (før skyting) var råproteininnholdet 13,5 % etter 6,2 + 3,1 kg N, og 17,2 % etter 12,4 + 9,3 kg N pr. dekar. Det var balanse mellom tilført N i gjødsel og innhold i avlingen ved 18 kg N pr. dekar.

Innholdet av nitrat-N var generelt lavt. Ti prosent av prøvene fra både første og andre slått inneholdt over 100 g nitrat-N pr. 100 g tørrstoff, de fleste like over.

Innholdet av kalium varierte mellom 0,5 og 4,3 % av tørrstoffet. Uten K-gjødsling inneholdt gras fra felt med lite kalium i jorda (midlere $K-HNO_3 = 16$) 1,10 % K i tørrstoffet ved første slått og 0,81 % ved andre slått, mens gras fra felt med høgt K-nivå i jorda ($K-HNO_3 = 358$) inneholdt 3,08 og 3,22 % K i henholdsvis første og andre slått. Etter 16,5 kg K pr. dekar om våren økte innholdet av kalium i tørrstoffet med henholdsvis 1,7 og 1,3 prosentenheter ved første og andre slått for gruppen med lavt K-nivå i jorda, og 0,2-0,3 prosentenheter ved høgt K-nivå. Det er funnet sikker positiv korrelasjon mellom avlingsnivå og innhold av kalium i avlingen. For å unngå avlingstap på grunn av knapp kaliumforsyning bør innholdet være 2,0-2,5 % K i tørrstoffet av timotei i skyting ved første slått, og minst 2,5 % K ved andre slått (før skyting).

Nitrogengjødsling førte til økt eller uendret nivå av K, P, Mg, Ca og Na i tørrstoffavlingen, mens kaliumgjødsling stort sett medførte redusert innhold av de øvrige næringsstoffer.

Den eneste noenlunde klare effekt av N- og K-gjødsling på in vitro fordøyelighet var en liten nedgang i andreslåtten etter stigende N-tilførsel. I middel var fordøyeligheten 67,8 % ved første slått og 72,5 % ved andre slått.

Litteratur

- Andersen, I.L. & I. Schjelderup 1973. Gjødsling til eng i Troms og Finnmark. Forskning og forsøk i landbruket 24: 89-125.
- Bærug, R. 1977. Nitrogen, kalium, magnesium og svovel til eng på Sør-Østlandet. II. Kjemiske analyser av avlingen. Forskning og forsøk i landbruket 28: 549-574.
- Foss, S. & J. Furunes 1991. Kaliumgjødsling til eng. Norsk landbruksforskning 5: 139-151.
- Hernes, O. 1978. Stigende mengde kalium og nitrogen til eng. Forskning og forsøk i landbruket 29: 533-543.
- Hvidsten, H. & J. Carlsson 1963. Virkningen av nitrat i fôret til drøvtyggere. Forskning og forsøk i landbruket 14: 443-457.
- Hvidsten, H., M. Ødelien, R. Bærug & S. Tollersrud 1959. The Influence of Fertilizer Treatment of Pastures on the Mineral Composition of the Hbage and the Incidence of Hypomagnesemia in Dairy Cows. *Acta Agriculturae Scandinavica* 9: 261-291.
- Håland, Å. 1974. Kalium og nitrogen til eng i Vest-Norge. Forskning og forsøk i landbruket 25: 145-167.
- Kemp, A. & 't Hart, M. L. 1957. Grass tetani in grazing milking cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 5: 4-17.
- Lunnan, T. & L. E. Haugen 1993. Nitrogen og kalium til timotei, bladfaks og hundegras i fjell- og dalbygdene på Austlandet. *Norsk landbruksforskning* 7: 65-75.
- Lyngstad, I. & O. Einevoll 1967. Kaliumgjødsling til eng - stigende mengder og ulike spredningstider. *Forskning og forsøk i landbruket* 18: 165-188.
- Låg, J. 1963. Tilføring av plantenæringsstoffer med nedbøren i Norge. *Forskning og forsøk i landbruket* 14: 553-563.
- Martens, H. & Y. Rayssiguier 1979. Magnesium metabolism and hypomagnesaemia. In 'Digestive physiology and metabolism in ruminants'. *Proceedings - 5th international symposium on ruminant physiology, Clermont-Ferrand*. S. 447-466.
- Njøs, A. 1964. Kjemisk sammensetning av jord- og planteprøver fra noen gårder med ulik gjødslingsstyrke i Sør-Norge. *Forskning og forsøk i landbruket* 15: 135-172.
- Pedersen, A. & H. Lysnes 1991. Kort beskrivelse av analysemetoder i bruk ved Kjemisk analyselaboratorium Holt, ved kjemisk analyse i tørt plantemateriale, gras, surfor, press-saft, husdyrgjødsling o.a. organisk prøvemateriale. Holt forskningsstasjon. Trykk nr. 3, 1991.
- Pestalozzi, M. & K. Retvedt 1959. Forsøk med store kunstgjødslingsmengder til eng 1948-1952. *Forskning og forsøk i landbruket* 10: 315-412.
- Semb, G., I. W. Dishington & K. Retvedt 1956. Jorda på forsøksgården Vågønes, Bodin herred, Nordland fylke. *Jordbundsbeskrivelse nr. 39, Statens jordundersøkelse. Meldinger fra Norges landbruks-høgskole* 35: 273-308.
- 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.

- Volden, B. 1996. Nitrogen og kalium til eng i Nordland. I. Plantebestand og avling. Norsk landbruksforskning 10: xx-yy
- Wright, M. J. & K. L. Davison 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. Advances in Agronomy 16: 197-247.
- Ødelien, M. 1950. Forsøk med sterk gjødsling til eng på Østlandet 1946-48. Forskning og forsøk i landbruket 1: 347-420.
- Ødelien, M. & L. Hvidsten 1957. Stigende kunstgjødsmengder til eng ved ulike slåttetider. Forskning og forsøk i landbruket 8: 241-294.
- Østgård, O. 1962. Slåttetidsforsøk i Troms og Finnmark. Forskning og forsøk i landbruket 13: 1-36.
- Øyen, J. 1980. Kjemisk innhold i gras sett i forhold til klima, gjødsling og høsting. Litteraturoversikt, 172 ref. Klepp st. Stensiltrykk. 107 s.

Frøproduksjon hos norske rødsvingelforedlinger etablert med eller uten erter som dekkvekst

*Seed production of Norwegian breeding lines of red fescue (*Festuca rubra* L.) established with or without field peas as cover crop*

TRYGVE SVEEN AAMLID

Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingssenter, avd. Landvik, Grimstad, Norge

The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, division Landvik, Grimstad, Norway

Aamlid, T.S. 1996. Seed production of Norwegian breeding lines of red fescue (*Festuca rubra* L.) established with or without field peas as cover crop. Norsk landbruksforskning 10: 315-330. ISSN 0801-5333.

In 1992-95 two field trials at Landvik (58°N) and one at Apelsvoll (61°N) were established in order to compare the seed yield of four Norwegian breeding lines of red fescue with that of the Norwegian cultivar Leik. In each trial, seed was harvested over two consecutive years. The breeding lines and the cultivar were compared on main plots established without cover crop or with the pea cultivar Pika. The peas were sown to give a density of 45-70 plants m⁻². At Landvik the peas gave an average yield of 3145 kg ha⁻¹. On average, the cover crop reduced the seed yield of red fescue in the first harvest year by 32% at Landvik and 56% at Apelsvoll. In the second harvest year, however, the yield of red fescue seed was higher after a cover crop in both trials at Landvik. The seed yield of the cultivar Leik, which belongs to the subspecies *rubra*, was on an average 1191 kg ha⁻¹, which was higher than that obtained with any of the breeding lines. The line KvRs 7601, which belongs to the subspecies *commutata*, performed poorly at Apelsvoll but lagged only 10% behind 'Leik' in seed yield at Landvik. The year-to-year fluctuations in seed yield were, however, greater than those of 'Leik'. The lines VåRs 50-4, KvFr 9033 and KvRs 8701, all belonging to the subspecies *rubra*, produced a seed yield which was 22, 37 and 44% lower than that produced by 'Leik'. The yield of red fescue seed was positively correlated with panicle number ($r=0.96$), negatively correlated with thousand seed weight ($r=-0.77$), but not correlated with weight per unthreshed inflorescence. It is concluded that peas make a good cover crop in the production of red fescue seed in the climatically favourable areas in SE Norway. The breeding lines KvRs 7601 and VåRs 50-4 may be accepted as cultivars if they perform significantly better than 'Leik' in amenity areas.

Key words: Breeding lines, cover crops, *Festuca rubra* L., field pea, red fescue, seed yield, seed yield components

Trygve Sveen Aamlid, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, division Landvik, 4890 Grimstad, Norway

Norge importerer hvert år om lag 250 tonn rødsvingelfrø. Mesteparten av dette frøet omsettes i blandinger til bruk ved såing av plen og ekstensive grøntområder. Den

offisielle norske sortlista inneholder bare en norsk rødsvingelsort, nemlig sorten Leik, foredlet ved Løken forskingsstasjon og godkjent i 1972. Til en viss grad

brukes denne sorten i beitefrøblandinger og til veiskråninger og andre ekstensive grøntområder, men frøavlen utgjør ikke mer enn rundt 20 tonn pr år. Dette skyldes først og fremst at 'Leik' ikke har stor nok skuddtetthet, god nok farge utover høsten og heller ikke på andre måter tilfredsstillende kvalitetskrav som stilles til rødsvingel til grøntområder, og da spesielt «finplen».

Som utgangsmateriale for norsk foredling av gras til grøntområder ble det i regi av Kvithamar forskingssenter i åra 1986-90 samlet inn en rekke viltvoksende, norske rødsvingelpopulasjoner. Norske grøvforedlere hadde også tidligere samlet inn en del stedegent, norsk rødsvingelmateriale. Ved offisiell verdi-prøving av gras til grøntanlegg ble i åra 1990-1993 fire norske nummersorter av rødsvingel, tre fra Kvithamar forskingssenter og én fra Vågønes forskingstasjon, tatt med i sammenlikning med 'Leik' og en rekke utenlandske rødsvingelsorter (Bø & Brønstad 1994). Et par år seinere, i 1992 og 1993, ble de her omtalte forsøk etablert for å sammenlikne frøavlsegenskapene hos de samme norske nummersortene av rødsvingel. For enkelhets skyld vil i denne meldinga alle populasjoner, både nummersorter og den godkjente sorten Leik, bli omtalt som sorter, selv om det ikke foreligger sortsgodkjenning.

I motsetning til hva tilfelle er i Sve- rige, Danmark og land lenger sør har norske frøavlsarealer av rødsvingel tradisjonelt blitt etablert uten dekkvekst. I mid- del for fem forsøk på Hellerud (61°N) og Landvik (58°N) rundt 1980 førte gjenlegg av rødsvingelfrøeng med bygg som dekk- vekst til 85% reduksjon i frøavling i før- ste engår sammenliknet med gjenlegg til samme tid uten dekkvekst (Jonassen & Hillestad 1990). Disse forsøka var imid- lertid utført med eldre byggsorter som var utsatt for legde, og det ble lagt liten vekt

på å redusere såmengden for dekkveksten (Jonassen pers. medd.).

Forsøk utført i Oregon, USA, har vist at den viktigste årsaken til reduserte gras- frøavlinger etter gjenlegg i dekkvekst er at dekkveksten konkurrerer med de små grasplantene om lys (Chastain & Grabe 1988). Sammenliknet med både vårkorn og høstkorn slipper halvbladløse erte- sorter mye lys ned til bakken i første del av veksts sesongen (Borm & Vreeke 1991). Disse sortene skulle derfor egne seg godt som dekkvekst for seintvoksende grasar- ter, som for eksempel rødsvingel. Data fra den danske effektivitetskontrollen på slut- ten av 1980-tallet viste at danske rød- svingelfrøenger gjennomsnittlig gav 38% større avling i første engår etter etable- ring i ertene enn etter etablering i vårkorn (Veber Knudsen 1990). Også svenske (Cedell 1978), nederlandske (Borm & Vreeke 1991) og nyere danske (Nordest- gaard & Boelt 1992) forskingsresultater indikerer at halvbladløse ertene til modning er en utmerket dekkvekst ved gjenlegg av rødsvingelfrøeng, om enn ikke like god som høstraps (Cedell 1978, Nordestgaard & Boelt 1992). Fra vårt eget land er det kjent at en frøavler i Østfold har oppnådd brukbare resultater etter etablering av røds- vingel- og strandrørfrøeng i ertene.

Et delmål med disse forsøka var å sam- menlikne frøavlingene av norske rød- svingelpopulasjoner etter gjenlegg i ertene med frøavlingene etter tradisjonell såing uten dekkvekst.

Materiale og metoder

Forsøksfelt ble sådd i mai 1992 og 1993 på Landvik og i mai 1992 på Apelsvoll. Samtlige felt ble anlagt etter en split plot plan med fire gjentak:

Storruter: Dekkevkest:
A. Ingen dekkvekst
B. 'Pika' erter

Småruter: Norske foredlinger/sorter av rødsvingel
1. 'KvFr 9033'
2. 'KvRs 7601'
3. 'KvRs 8701'
4. 'VåRs 50-4'
5. 'Leik'

Feltene ble grunnkjødsla med PK 7-18 i en mengde av 50 kg daa⁻¹. 'Pika' erter ble sådd med såddjup 5-10 cm, radavstand 13 cm og såmengde 15 kg spiredyktige frø daa⁻¹. Etter tromling ble rødsvingel sådd på tvers av sårretningen for erter, såddjup 0.5 - 1.0 cm og radavstand 16.5 cm på Landvik og 13 cm på Apelsvoll. Såmengden for rødsvingel var i alle tilfelle 500 g frø daa⁻¹, korrigert ut fra renhets- og spireanalyse utført 1-2 måneder før såing.

Data for stell av forsøksfeltene i gjenleggsåret er gitt i Tabell 1. På Landvik ble antall erteplanter i begge gjenlegg telt i juni måned på fire ruter à 60 cm X 60 cm. Ettersom en del av erteavlinga på Landvik i 1992 ble oppspist av duer, ble storruter med erter i 1993 dekket med nettingduk fra 12. juli til tresking. På Apelsvoll ble erteavlinga i 1992 ikke registrert. Ertehalmen ble i alle tilfelle fjernet fra feltene.

På Landvik ble i 1992 prosent deknning registrert på rutebasis allerede 20. august i gjenleggsåret. I gjenlegga på Apelsvoll i 1992 og på Landvik i 1993 ble dekningsprosenten først registrert om våren i første engår, henholdsvis sist i mai og sist i april.

Data for stell av forsøksfeltene i engåra er gitt i Tabell 2. På Landvik ble følgende registreringsprogram gjennomført på rutebasis i alle årsefelt:

1 daa = 0.1 ha
} Avpussing av stubb og gjenvekst til 5 cm / Cutting of stubble and regrowth to 5 cm.

Sted, gjenleggsår / Location, sowing year	Sådato / Sowing date	Såruter / Sowing plots	Ugrasbekjempelse / Weed control	Vatning / Irrigation	Høstet dato, erter / Pea harvest date	Avpussing / Cutting date	Høstgjødsling / Autumn fertilizer
Apelsvoll, 1992	12/5	1.5 m X 10 m	10/6: Basagran 480, 250 ml/daa ²	Ikke notert / Not recorded	12/8	9/9	15/9: 5 kg N/daa (kalksalp / Ca(NO ₃) ₂)
Landvik, 1992	8/5	2.0 m X 8.0 m	5/6: Basagran 480, 200 ml/daa 25/7: Pussing av storruter uten erter / Cutting of main plots with no peas	2/6: 20 mm 10/6: 15 mm 1/7: 20 mm	29/7 og/and 3/8	11/9	21/9: 5 kg N/daa (kalksalp / Ca(NO ₃) ₂)
Landvik, 1993	4/5	1.8 m X 8.0 m	28/5: Basagran 480, 200 ml/daa + Adclipron olje / oil 12/7: Pussing av storruter uten erter / Cutting of main plots with no peas	9/6: 30 mm	17-18/8	9/9	24/9: 5 kg N/daa (kalksalp / Ca(NO ₃) ₂)

Tabell 1. Data for behandling av tre forsøksfelt i gjenleggsåret.
Table 1. Data for treatment of three experimental fields in the year of sowing.

Tabell 2. Data for behandling av tre forsøksfelt i første og andre engår.

Table 2. Data for treatment of three experimental fields in the first and second harvest year.

Engår Harvest year	Vårgjødsling Spring fertilizer	Bekjempelse av / Ugras / Weeds	Insekter / Insects	Vanning / Irrigation	Høstender Harvest plots	Dato for / Skurtrasking / Combining	Date of Avvassing / Cutting	Høstgjødsling Autumn fertilizer
Gjenlegg Apelsvoll 1992 / Experiment established at Apelsvoll in 1992								
1. / 1st (1993)	23/5: 5 kg N/daa ¹ (NPK 21-4-10)	11/6: Fusilade Plus, 200 ml/daa	Ingen / No control	Ikke notert / Not recorded	1,5 m X 8,5 m	28/7	3/9	15/8: 5 kg N/daa (kalksalp / Ca(NO ₃) ₂)
2. / 2nd (1994)	27/4: 5 kg N/daa (NPK 21-4-10)	18/5: Actril 3, 300 ml/daa	Ingen / No control	Ikke notert / Not recorded	1,5 m X 8,5 m	25/7	-	-
Gjenlegg Landvik 1992 / Experiment established at Landvik in 1992								
1. / 1st (1993)	14/4: 5 kg N/daa (NPK 18-3-15)	11/5: Fusilade Plus, 200 ml/daa 18/5: Trigram, 600 ml/daa	Ingen - / No control	21/5: 15 mm 3/6: 15 mm	1,5 m X 6,6 m	1./1st: 16/7 2./2nd: 23/7 ²⁾	9/9	23/8: 5 kg N/daa (kalksalp / Ca(NO ₃) ₂)
2. / 2nd (1994)	17/4: 5 kg N/daa ¹ (NPK 18-3-15)	11/5: Fusilade Plus, 200 ml/daa 20/5: MCPA, 200 ml + MCPP, 500 ml/daa	1/6: Fastac, 15 ml/daa	3/6: 30 mm	1,5 m X 6,6 m	1./1st: 20/7 2./2nd: 27/7	-	-
Gjenlegg Landvik 1993 / Experiment established at Landvik in 1993								
1. / 1st (1994)	19/4: 5 kg N/daa (NPK 18-3-15)	11/5: Fusilade Plus, 200 ml/daa 20/5: MCPA, 200 ml + MCPP, 500 ml/daa	Ingen - / No control	Ikke vanna / Not irrigated	1,5 m X 6,6 m	20/7	5/8	27/8: 5 kg N/daa (kalksalp / Ca(NO ₃) ₂)
2. / 2nd (1995)	10/4: 5 kg N/daa (NPK 18-3-15)	4/5: Fusilade Plus, 200 ml/daa	30/5: Fastac, 15 ml/daa	Ikke vanna / Not irrigated	1,5 m X 6,6 m	1./1st: 25/7 2./2nd: 31/7	-	-

) 1 daa = 0,1 ha

) To høstedatoer indikerer to gangers tresking / A second harvest date indicates that the straw was refreshed after about one weeks curing.

1. Skytedato (dag nummer etter 1. mai da blomsterstanden var helt ute av slira i 50% av alle frøstengler)
2. Plantehøyde ved blomstring, gjennomsnitt av minst tre målinger pr rute
3. Antall frøstengler, telt og klipt i 60 cm X 60 cm rammer (i 1994 måtte denne registreringa begrenses til to gjentak i hvert felt).
4. Vekt pr utreska frøtopp (gjennomsnitt av minimum 100 frøtopper pr rute, klipt 1 cm under nederste greinkrans i blomsterstanden)
5. Prosent legde ved blomstring og høsting
6. Avling av frøhalm, kg tørrstoff daa⁻¹.

I 1995 ble i tillegg vannprosenten i frøet bestemt like før tresking.

På Apelsvoll ble prosent legde ved blomstring og høsting registrert i begge årsefelt, og i andre engår ble antall frøstengler telt på et areal 50 cm X 50 cm i to av fire gjentak.

Forsøka ble begge steder høsta med Nurserymaster forsøksskurtresker. Forskjellene i tidlighet mellom sorter ble bedømt å være så små at det var forsvarlig å treske alle ruter på samme dag. På Landvik ble tre av fire årsefelt treska to ganger (Tabell 2). Etter tørking ble frøet fra hver rute rensert og analysert for renhet, vannprosent, tusenfrøvekt, spirehastighet og spireevne i samsvar med internasjonale regler (ISTA 1993).

Variansanalyser ble utført for hvert enkelt forsøksfelt og for hele forsøksserien under ett. I det siste tilfellet ble årsefelt betraktet som tilfeldig variabel og hovedeffekter av dekkvekst og sort, samt samspill dekkvekst X sort, ble testet mot sine respektive samspill med årsefelt. For å skape bedre normalfordeling ble data for spirehastighet og spireevne transponert med arkussinus-funksjonen før variansanalyse. Alle variansanalyser ble utført med SAS-prosedyren PROC

ANOVA. og signifikante forskjeller påvist med Student-Neuman-Keuls metode (SAS Institute 1990). Middeltall for alle ledd i årsefelt på Landvik (n=40) ble brukt i enkle korrelasjonsberegninger (SAS-prosedyre PROC CORR) og stegvise regresjonsanalyser (SAS-prosedyre PROC STEPWISE) for å teste sammenhengen mellom ulike variable.

Resultater

Antall erteplanter og erteavling i gjenleggsåret.

Midlere antall erteplanter på storruter med dekkvekst på Landvik var i 1992 og 1993 henholdsvis 70 og 45 planter m⁻². Gjennomsnittlig erteavling var etter tur 247 og 382 kg daa⁻¹. Ulike sorter av rødsvingel hadde ingen sikker virkning på avlingene av erte.

Dekningsprosent om høsten i gjenleggsåret eller om våren i første engår

I felt etablert på Landvik i 1992 var dekningsprosenten av rødsvingel om høsten like høy på storruter etablert med erte som uten. I felt etablert på Landvik i 1993 var det våren 1994 en tendens (P=0.14) til høyere dekningsprosent på storruter etablert uten dekkvekst enn på storruter etablert med erte (henholdsvis 55 og 43%). Hovedeffekten av erte var ikke signifikant på Apelsvoll og heller ikke i sammendraget for alle tre felt.

Mens 'KvRs 7601' og 'Leik' hadde bedre dekningsprosent enn de andre sortene i begge felt på Landvik, var 'KvRs 7601' klart dårligere enn de andre sortene på Apelsvoll. I middel for tre årsefelt var det ingen signifikant forskjell i dekningsprosent mellom sorter (Tabell 3).

Signifikante samspill mellom etablingsmåte og sort ble påvist i feltene etablert på Apelsvoll i 1992 og på Landvik i

Tabell 3. Dekningsprosent av fem rødsvingelsorter om høsten i etableringsåret eller om våren i første engår i tre forsøksfelt. Middel av ruter med og uten erter som dekkvekst.

Table 3. Per cent ground coverage of five red fescue cultivars in the autumn of the year of sowing or in the spring of the first harvest year in three experimental fields. Means of plots with and without field peas as cover crop.

Sted / Location	Gjenleggsår / Sowing year	KvFr 9033	Sort / Cultivar			Leik	Sign.
			KvRs 7601	KvRs 8701	VåRs 50-4		
Landvik	1992 ¹⁾	75 b ³⁾	91 a	78 b	84 ab	90 a	p<0.01
Landvik	1993 ²⁾	33 d	75 a	32 d	42 c	64 b	p<0.001
Apelsvoll	1992 ²⁾	44 a	16 b	49 a	52 a	63 a	p<0.001
Middel / Mean		50 a	61 a	53 a	59 a	72 a	ns

¹⁾ Bedømt om høsten i etableringsåret / Evaluated in the autumn of the sowing year

²⁾ Bedømt om våren i første engår / Evaluated in the spring of the first harvest year

³⁾ I denne og følgende tabeller indikerer ulike bokstaver innafør en og samme rad at sorter eller behandlinger var signifikant forskjellig i henhold til Student-Newman-Keuls test på nivået P<0.05. / In this and the following tables, different letters within one row indicate that cultivars or treatments were significantly different according to the Student-Newman-Keul test at p<0.05.

1993. På Apelsvoll var dekningsprosenten av 'KvRs 8701' og især 'KvRs 7601' våren 1993 lavere på ruter sådd uten dekkvekst enn på ruter sådd med dekkvekst, mens det var motsatt for de andre sortene. For 'KvRs 7601' var talla på ruter med og uten erter henholdsvis 31 og 2%. På Landvik var dekningsprosenten av 'Leik' våren 1994 like stor uansett etablerings-

måte, mens den for de andre sortene var lavere etter bruk av dekkvekst (data ikke vist i tabell).

Frøavling

Sammenliknet med såing i reinbestand førte såing med erter som dekkvekst til signifikant avlingsreduksjon i første engår på Apelsvoll i 1993 og på Landvik i 1994

Tabell 4. Frøavling i kg daa⁻¹ (100% renhet, 14% vann) av rødsvingel i første og andre engår i tre forsøksfelt etter etablering med eller uten erter som dekkvekst. Middel av fem sorter.

Table 4. Seed yield in kg 0.1 ha⁻¹ (100% purity; 14% moisture content) of red fescue in the first and second harvest year after being established with or without field peas as cover crop. Means of five cultivars.

Sted / location	Gjenleggsmåte / Establishment method				Sign.
	Gjenleggsår / Sowing year	Engår / Harvest year	Med erter / With peas	Uten dekkvekst / Without cover crop	
Landvik	1992	1	117.6 a	121.0 a	ns
		2	65.3 a	56.5 a	ns(p=0.06)
Landvik	1993	1	23.7 b	60.2 a	p<0.001
		2	235.6 a	216.8 b	p<0.01
Apelsvoll	1992	1	8.8 b	19.9 a	p<0.01
		2	69.5 a	75.8 a	ns
Middel / Mean			86.7 a	91.7 a	ns

(Tabell 4). Derimot hadde ertene positiv virkning på frøavlinga i andre engår på Landvik i 1995, og en tilsvarende tendens ($P=0.06$) ble registrert i andreårseng på samme sted året før.

I felt etablert på Landvik i 1992 ga 'KvRs 7601' og 'Leik' større frøavling enn de andre sortene i første engår, men i andre engår 'Leik' to til fire ganger så stor frøavling som de andre sortene (Tabell 5). I felt etablert på Landvik i 1993 skilte 'Leik' seg positivt ut i første engår, men i andre engår var avlinga størst hos 'KvRs 7601', fulgt av 'Leik' og 'VåRs 50-4' på de neste plassene.

I motsetning til hva tilfellet var på Landvik ga 'KvRs 7601' gjennomgående de minste frøavlingene på Apelsvoll. Størst frøavling i dette feltet ble oppnådd i 'Leik', fulgt av 'VåRs 50-4' og 'KvFr 9033'.

I gjennomsnitt for alle felt var frøavlinga 28-29% større i 'Leik' enn i 'KvRs 7601' og 'VåRs 50-4' og 37-44% større i 'Leik' enn i 'KvFr 9033' og 'KvRs 8701'.

Signifikante samspill mellom dekkvekst og sort ble påvist i førsteårseng både

på Landvik og Apelsvoll i 1992. På Landvik var det i 'KvFr 9033', 'KvRs 8701' og 'VåRs 50-4' klar avlingsreduksjon ved såing i dekkvekst, mens det i de to mestytende sortene 'KvRs 7601' og 'Leik' var større frøavling på ruter sådd med enn på ruter sådd uten dekkvekst (Fig. 1). På Apelsvoll skilte 'KvRs 7601' seg ut med lav avling uansett etableringsmåte, mens frøavlinga av de andre sortene var to til fire ganger større etter såing i reinbestand enn etter såing i ertre (data ikke vist i figur eller tabell).

I middel for alle årsekt var samspillet dekkvekst X sort ikke signifikant

I middel for de tre årsekt som ble treska to ganger på Landvik ble bare 10% av frøavlinga berga ved andre gangs tresking. Denne andelen var størst hos 'VåRs50-4' (13%) og minst hos 'KvFr 9033' (8%).

Antall frøstengler

Hovedeffekten av dekkvekst på antall frøstengler var signifikant bare i førsteårseng på Landvik i 1994, der middeltalla var 361 og 1002 frøstengler m^{-2} etter gjennlegg henholdsvis med og uten ertre. I

Tabell 5. Frøavling i $kg\ daa^{-1}$ (100% renhet, 14% vann) av fem rødsvingelsorter i første og andre engår i tre forsøksfelt. Middel av ruter med og uten ertre som dekkvekst.

Table 5. Seed yield in $kg\ 0.1\ ha^{-1}$ (100% purity; 14% moisture content) of five red fescue cultivars in the first and second harvest year in three experimental fields. Means of plots with and without field peas as cover crop.

Sted /Gjenleggsår / Location Sowing year	Sort / Cultivar					Leik	Sign.
	Engår / Harvest year	KvFr 9033	KvRs 7601	KvRs 8701	VåRs 50-4		
Landvik 1992	1	81.6 d	151.5 a	100.6 c	122.8 b	139.8 a	$p<0.001$
	2	56.2 b	42.7 c	26.8 d	61.7 b	116.9 a	$p<0.001$
Landvik 1993	1	26.8 c	44.5 b	24.1 c	42.2 b	72.1 a	$p<0.001$
	2	190.3d	275.4 a	194.6 d	225.3 c	245.3 b	$p<0.001$
Apelsvoll 1992	1	7.5 c	2.4 c	4.8 c	20.1 b	36.9 a	$p<0.001$
	2	86.0 b	41.7 c	48.9 c	83.0 b	103.6 a	$p<0.001$
Middel / Mean			74.7 b	93.0 ab	66.6 b	92.5 ab	119.1 a $p<0.001$

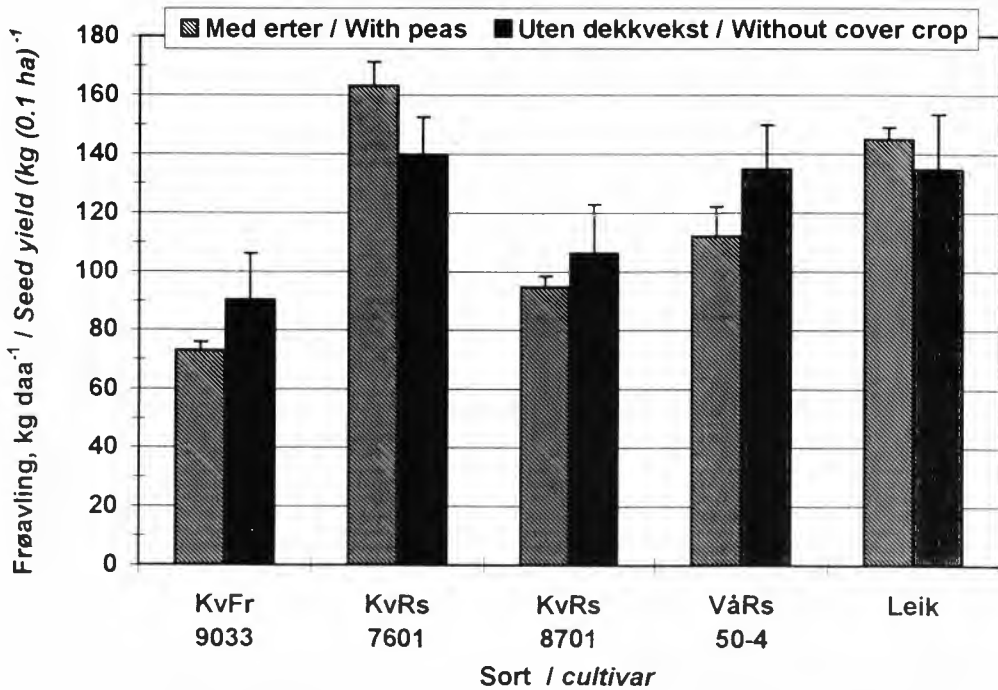


Fig. 1. Frøavling av fem rødsvingelsorter i første engår etter etablering med og uten erter på Landvik i 1992.

Fig. 1. Seed yield of five red fescue cultivars in the first harvest year after being established with or without field peas as cover crop at Landvik in 1992.

andreårseng på Landvik i 1994 var det en tendens ($P=0.13$) til flere frøstengler på storruter sådd med erter (i middel 1077 frøstengler m^{-2}) enn på storruter sådd uten erter (i middel 908 frøstengler m^{-2}).

Forskjellene i antall frøstengler mellom sorter reflekterte for det meste forskjellene i frøavling. Sammenliknet med de andre sortene hadde 'Leik' flest og 'KvRs 8701' færrest frøstengler både i første- og andreårseng på Landvik i 1994 (Tabell 6). I de to andre årsefeltene på Landvik var 'KvRs 7601' og 'VåRs 50-4' på høyde med og delvis over 'Leik' med hensyn til antallet frøstengler. Selv om forskjellen i antall frøstengler ikke var sikker i andre engår på Apelsvoll, viste middeltalla for alle årsefelt sikre forskjeller mellom sorter.

I førsteårseng på Landvik i 1993 var reduksjonen i antallet frøstengler ved bruk av dekkvekst ubetydelig i 'Leik' og 'KvRs 7601', men stor i de andre sortene (data ikke vist i tabell eller figur).

Vekt pr utreska frøtopp

I førsteårseng på Landvik i 1994 var gjennomsnittlig vekt pr utreska frøtopp 123 og 111 mg på ruter etablert henholdsvis med og uten erter som dekkvekst. Forskjellen var nesten signifikant ($P=0.05$). I de øvrige årsefeltene på Landvik var det ingen virkning av dekkvekst på størrelsen av frøtoppene.

I middel for alle årsefelt på Landvik hadde 'Leik' de tyngste og 'KvFr 7601' de letteste frøtoppene (Tabell 7).

Tabell 6. Antall frøstengler pr m² hos fem rødsvingelsorter i første og andre engår i tre forsøksfelt. Middell av ruter med og uten erter som dekkvekst.

Table 6. Panicle number per m² of five red fescue cultivars in the first and second harvest year in three experimental fields. Means of plots with and without field peas as cover crop.

Sted / Location	Gjenleggsår / Sowing year	Sort / Cultivar		KvRs 7601	KvRs 8701	VårS 50-4	Leik	Sign.
		Engår / Harvest	KvFr 9033					
Landvik	1992	1	1986 ab	2566 ab	1918 b	2568 ab	2656 a	p<0.05
		2	1021 b	893 b	388 c	978 b	1685 a	p<0.001
Landvik	1993	1	523 c	750 b	361 c	570 bc	1203 a	p<0.001
		2	2830 c	4199 a	2725 c	3541 b	3307 bc	p<0.001
Apelsvoll	1992	1	Ikke registrert / Not recorded					
		2	1814 a	1775 a	1666 a	2051 a	1958 a	ns
Middel			1635 ab	2037 a	1412 b	1941 a	2162 a	p<0.01

Tidlighet

Mens de fleste sortene i 1993 nådde 50% skyting allerede sist i mai, ble dette utviklingstrinnet notert første uka i juni i 1994 (begge felt) og 1995. Jamt over skjøt 'KvRs 7601' noe tidligere og 'KvRs 8701' noe seinere enn de andre sortene, men i middel var forskjellen mellom tidligste og seineste sort ikke mer enn fem dager (Tabell 7). Gjenlegg med eller uten dekkvekst hadde ingen virkning på skytedatoen.

Bestemmelse av vanninnholdet i handtreska frø like før skurtresking på Landvik i 1995 viste i middel for ruter etablert med og uten dekkvekst: 'KvFr 9033': 27%, 'KvRs 7601': 22%, 'KvRs 8701': 23%, 'VårS 50-4': 30%, 'Leik': 27%.

Plantehøyde

Bruk av dekkvekst hadde ikke sikker virkning på plantehøyden i noen av feltene. I middel for fire årsefelt på Landvik utviklet 'Leik' og 'KvRs 7601' høyere frøstengler enn 'KvRs 8701', mens 'VårS 50-4' og 'KvFr 9033' kom i en mellomstilling (Tabell 7).

Legde

I to av årsefelt på Landvik (førsteårseng i 1993 og andreårseng i 1995) ble det registrert legde allerede ved blomstring. I begge tilfeller var det mer legde i 'KvRs 7601' (gjennomsnitt 41%) enn i 'Leik' (gjennomsnitt 9%), mens det bare var ubetydelig legde i de andre sortene (data ikke vist i tabell).

Ved høsting var det i middel for alle seks årsefelt en tendens (P=0.10) til mest legde i 'Leik' og 'KvRs 7601' (henholdsvis 37 og 33%) og minst legde i 'KvFr 9033' (18%). Mens det ved høsting på Landvik jamt over var mer legde i 'KvRs 7601' enn i 'Leik', gjorde motsatt tendens seg gjeldende på Apelsvoll (data ikke vist i tabell).

Bruk av dekkvekst hadde ikke i noe tilfelle sikker virkning på legdeprosenten ved blomstring eller høsting.

Halmavling

I førsteårseng på Landvik i 1994 var gjennomsnittlig halmavling mindre enn halv-

Tabell 7. Vekt pr utreska frøtopp, skytedag (dagnummer etter 1.mai), plantehøyde ved blomstring og halmavling (kg tørrstoff daa⁻¹) hos fem rødsvingelsorter. Middell av ruter med og uten erters som dekkvekst i fire årsefelt på Landvik.

Table 7. Weight per unthreshed inflorescence, heading date (day number after May 1), plant height at heading and straw yield (kg dry matter (0.1 ha)⁻¹). Means of plots with and without field peas as cover crop in two experimental fields at Landvik, each with two harvests.

	Sort / cultivar					Sign.
	KvFr	KvRs	KvRs	VåRs	Leik	
	9033	7601	8701	50-4		
Vekt pr frøtopp (mg)/ Weight per inflorescence (mg)	109 ab	102 b	122 ab	129 ab	139 a	p<0.01
Skytedato / Heading date	33 ab	30 b	35 a	32 ab	33 ab	p<0.001
Plantehøyde, cm / Plant height, cm	102 bc	110 a	95 c	108 ab	114 a	p<0.001
Halmavling, kg daa ⁻¹ / Straw yield, kg (0.1 ha) ⁻¹	252 d	457 a	324 c	376 bc	431 ab	p<0.001

parten så stor på ruter etablert i erters som på ruter etablert uten dekkvekst (i middel henholdsvis 109 og 234 kg tørrstoff daa⁻¹). I de øvrige årsefelt var det ingen sikker virkning av dekkvekst på halmavlinga. I middel for feltene på Landvik var halmavlinga størst hos 'KvRs 7601' og minst hos 'KvFr 9033' (Tabell 7).

Tusenfrøvekt

I andreårseng på Landvik i 1994 var tusenfrøvekta signifikant større på ruter etablert

i erters enn på ruter etablert uten dekkvekst. Middeltalla var henholdsvis 1394 og 1375 mg. Selv om en liknende tendens ble registrert på Apelsvoll i 1994 (middeltall henholdsvis 1257 og 1234 mg) var utslaget av dekkvekst på tusenfrøvekt ikke signifikant i middel for alle årsefelt.

På samtlige årsefelt hadde 'KvRs 8701' størst tusenfrøvekt, mens frøet hos 'Leik' var klart mindre enn hos de andre sortene (Tabell 8).

Tabell 8. Tusenfrøvekt (14% vanninnhold), spirehastighet (ved telling etter 7 dager) og spireevne (ved telling etter 21 dager) hos fem rødsvingelsorter. Middell av ruter med og uten erters som dekkvekst i fire årsefelt på Landvik og to årsefelt på Apelsvoll.

Table 8. Thousand seed weight (14 moisture content), speed of germination (determined after 7 days' incubation) and germination capacity (determined after 21 days' incubation) of five red fescue cultivars. Means of plots with and without field peas as cover crop in three experimental fields, each with two harvests.

	Sort / cultivar					Sign.
	KvFr	KvRs	KvRs	VåRs	Leik	
	9033	7601	8701	50-4		
Tusenfrøvekt, mg / Thousand seed weight, mg	1392 b	1316 c	1432 a	1306 c	1161 d	p<0.001
Spirehastighet / Speed of germination	71 a	65 a	67 a	69a	73 a	ns
Spireevne / Germination capacity	91 b	93 a	93 ab	92 ab	93 ab	p<0.05

Spiring

I middel for felt var det ingen virkning av dekkvekst verken på spirehastighet eller spireevne. Det var en tendens til at 'Leik' spirte raskere enn 'KvRs 7601' og 'KvRs 8701', men denne forskjellen jevnet seg ut ved siste opptelling (Tabell 8). Derimot hadde 'KvFr 9033' signifikant lavere spireevne enn 'KvRs 7601'.

Korrelasjoner

I feltene p Landvik var frøavlinga positivt korrelert med dekningsprosent, antall frøstengler, legdeprosent ved skyting og blomstring og halmavling (Tabell 9). Derimot var det ingen sammenheng mellom frøavling og vekt pr utreska frøtopp, og negativ sammenheng mellom frøavling og tusenfrøvekt. Korrelasjonen mellom frøavling og avlingskomponentene antall frøstengler pr m², vekt pr utreska frøtopp og tusenfrøvekt gjaldt uansett om hver sort ble analysert separat eller om hele

materialet ble analysert under ett. Stegvis regresjonsanalyse av hele materialet viste at antall frøstengler alene forklarte 93% av variasjonen i frøavling (Fig. 2), mens inkludering av andre avlingskomponenter ikke førte til sikker økning av forklaringsgraden. I gjennomsnitt førte en økning på 100 frøstengler pr m² til en økning i frøavlinga på 6.3 kg daa⁻¹.

Det var ingen sammenheng mellom tusenfrøvekt og spirehastighet eller tusenfrøvekt og spireevne.

Diskusjon

Bruk av erter som dekkvekst

I middel for alle forsøka førte gjenlegg med erter til 40% reduksjon i første års rødsvingelfrøavling sammenliknet med etablering uten dekkvekst. Denne reduksjonen er mindre enn den som kan forventes ved gjenlegg i vårkorn (Jonassen

Tabell 9. Enkle lineære korrelasjoner mellom frøavling og andre variable i feltene på Landvik (n=40, unntatt for dekningsprosent der n=20).

Table 9. Simple linear correlations between seed yield and other variables in the experiments at Landvik (n=40; for ground coverage n=20).

	Korrelasjonskoeffisient / Coefficient of correlation	Signifikansnivå / Significance level
Dekningsprosent / % ground coverage	0.87	P<0.001
Antall frøstengler/ Panicle number	0.96	P<0.001
Vekt pr utreska frøtopp / Weight per unthreshed inflorescence	-0.04	ns
Plantehøyde / Plant height	-0.42	P<0.01
Legde ved blomstring / Lodging at anthesis	0.66	P<0.001
Legde ved høsting / Lodging at harvest	0.91	P<0.001
Halmavling / Straw yield	0.63	P<0.001
Tusenfrøvekt / Thousand seed weight	-0.77	P<0.001

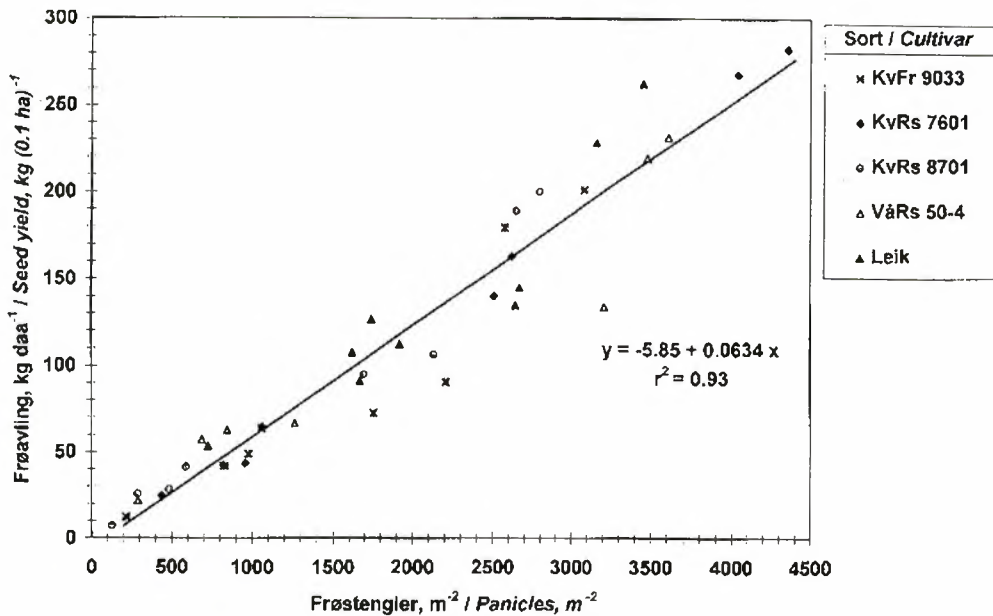


Fig. 2. Sammenhengen mellom antall frøstengler og frøavling hos rødsvingel basert på to forsøksfelt på Landvik, hvert med to gjenleggmetoder og to høstear.

Fig. 2. The relationship between panicle number and seed yield in red fescue based on two experiments at Landvik., each with two establishing methods and two harvest years.

& Hillestad 1990), men også for ertre var det stor variasjon mellom år med hensyn til hvor mye dekkveksten hemmet grasgjenlegget. Således var den negative virkningen av ertene på Landvik langt større ved gjenlegg i 1993 enn ved gjenlegg i 1992 (Tabell 4), noe som klart skyldes at vekstsesongen, og spesielt ettersommeren, var kaldere i 1993 enn i 1992 (middeltemperatur juli-september henholdsvis 12.3 og 13.7°C). Av samme grunn var avlingsreduksjonen etter bruk av ertre relativt stor på Apelsvoll som i 1992 hadde 12.0 °C som middeltemperatur for perioden juli-september. Ertene ble da også høsta to til tre uker tidligere på Landvik i 1992 enn på de to andre feltene (Tabell 1).

De lave erteavlingene på Landvik i 1992 skyldes delvis forsommertørke. Vatning med 35 mm kunne langt fra kom-

pensere for et nedbørsunderskudd på hele 96 mm i juni dette året. En del av avlinga i 1992 ble også ødelagt av fugler kort tid før høsting. I 1993 var derimot avlinga på 382 kg daa⁻¹ nesten like stor som landsgjennomsnittet 397 kg daa⁻¹ for sorten Pika i verdiprøvinga 1985-95 (Åssveen & Gunnarstorp 1996). Andre ertesorter gir 20-30% større avling, men de er seiere og vil dermed være mer hemmende for gjenlegget.

I samsvar med danske tilrådinger (Veber Knudsen 1990, Nordestgaard 1994) ble det i disse forsøka tilstrebet en plantetetthet på 50 planter m⁻². Dette er om lag halvparten av det som anbefales ved ertedyrking uten gjenlegg (Åssveen & Mygland 1994), noe som er med og forklarer den lave erteavlinga, særlig for tørkeåret 1992. I forsøk med gjenlegg av engrappfrøeng i ertre fant Nordestgaard

(1994) at en økning i ertetettheten fra 50 til 75 planter m^{-2} økte gjennomsnittlig erteavling fra 392 til 406 kg daa^{-1} og reduserte første års frøavling av engrapp fra 72 til 67 kg daa^{-1} . Ved gjenlegg av rødsvingel fant Nordestgaard & Boelt (1992) på sin side at en økning av ertetettheten fra 38 til 58 planter m^{-2} (såmengder henholdsvis 13.4 og 20.2 kg daa^{-1}) økte erteavlinga fra 285 til 334 kg daa^{-1} , mens en videre fortetning til 76 planter m^{-2} (såmengde 27.6 kg daa^{-1}) førte til liten ytterligere økning i erteavlinga. De sistnevnte forsøka viste for øvrig også at erteavlinga gjennomsnittlig var 11% mindre på ruter der det var sådd gjenlegg av rødsvingel enn på ruter der ertes ble dyrka uten gjenlegg.

Etter en midlertidig økning i 1992-94 er det norske høstarealet av ertes til modning i 1996 nede i mindre enn 1000 daa. Dette skyldes at Statkorn ikke lenger kjøper norskproduserte ertes, og oppgjørspriisen til produsent har dermed falt fra en fast pris på 2.84 kr kg^{-1} i 1994 til en 'flytende' pris i området 1.50 - 1.70 kr kg^{-1} i 1995/96. Dette er beklagelig, både fordi ertes er en god forgrøde for korn, og fordi ertes ifølge disse forsøka er en god dekkvekst ved gjenlegg av seintvoksende grasarter. Interessant er det i denne sammenheng å notere den positive ettervirkningen av ertes på andre års frøavling i begge feltene på Landvik (Tabell 4). Særlig i 1995, da rødsvingelfrøavlingene på Landvik var svært store, er det neppe tvil om at ei vårgjødsling på 5 kg N daa^{-1} (Tabell 2) var i minste laget og at den positive ettervirkningen av ertes dermed først og fremst var en nitrogeneffekt.

Dersom en forutsetter ei erteavling på 315 kg daa^{-1} (middel av de to feltene på Landvik), gjennomsnittlige avlingstall for rødsvingel som presentert i Tabell 4 og en oppgjørpris for ertes og rødsvingel på henholdsvis 1.60 og 23.00 kr kg^{-1} , vil

bruttoinntekten for gjenleggsår pluss to engår ved gjenlegg av rødsvingelfrøeng med og uten ertes utgjøre henholdsvis 4492 og 4218 kr daa^{-1} . Fra det første tallet må en trekke kostnader til såert (anslagsvis 15 kg daa^{-1} X 7 kr kg^{-1} = 105 kr daa^{-1}), mens kostnadene til gjødsel og plantevernmidler trolig blir nokså like ved de to gjenleggsmetodene. Med dagens norske priser blir etter dette gevinsten ved gjenlegg av rødsvingelfrøeng med ertes relativt beskjeden.

Ulike rødsvingelsorter

Fire av de fem rødsvingelsortene som var med i disse forsøka hører til underarten *Festuca rubra* ssp. *rubra*, dvs. rødsvingel med utløpere. Den femte sorten, KvRs 7601 mangler utløpere og hører dermed til underarten *Festuca rubra* spp. *commutata*. Ved verdiprøving av gras til grøntanlegg blir det skilt mellom disse to underartene (Bø & Brønstad 1994). Grovt sett vil rødsvingel uten utløpere egne seg best til finplen, mens rødsvingel med utløpere er mest aktuell til grasbakke.

Ved verdiprøving i åra 1990-93 gjorde 'KvRs 7601' det jamt over dårligere enn utenlandske sorter i gruppa uten utløpere (Bø & Brønstad 1994), og det ble derfor ikke søkt om sortsgodkjenning ved utløp av verdiprøvsperioden. Dette er beklagelig ettersom de her omtalte forsøk viser at nettopp 'KvRs 7601' var en god frøprodusent i feltene på Landvik (gjennomsnittlig frøavling 129 kg daa^{-1} mot 144 kg daa^{-1} for målestokksorten Leik). Rett nok ga 'KvRs 7601' lave frøavlinger på Apelsvoll (Tabell 5), men dette hadde klar sammenheng med dårlig etablering (Tabell 3) og skulle ikke forhindre en eventuell sortsgodkjenning fra et frøavlsynspunkt.

Generelt har rødsvingelsorter uten utløpere bedre farge og større skuddtetthet enn sorter med utløpere. I feltene på Land-

vik ble det lagt spesielt merke til at 'KvFr 7601' holdt seg grønnere og friskere utover høsten enn de andre sortene. Den store avlingsreduksjonen fra første til andre engår etter etablering av 'KvRs 7601' i 1992 (Tabell 5) kan trolig tilskrives manglende stengeldannelse (Tabell 6) på grunn av tiltetting av bestanden allerede i første engår. Motsatt må den kraftige avlingsauken fra første til andre engår i feltet etablert på Landvik i 1993 skyldes at 'KvRs 7601' i dette tilfellet utviklet mange planter som ikke var store nok til å gi frø i første engår, men som kom desto kraftigere igjen året etter. Sammenliknet med målestokksorten Leik tyder dette på at 'KvRs 7601', og trolig også andre *commutata*-sorter, har større tendens til annethvertårsbæring og dermed setter større krav til korrekt høstbehandling, samtidig som frøavlen må legges til de klimatiske beste strøk i landet.

Ingen av de tre nummersortene av *rubra*-typen som var med i disse forsøka, kunne måle seg med 'Leik' med hensyn til frøavling. Dette viser at 'Leik' er en svært god frøprodusent, noe som trolig har sammenheng med naturlig seleksjon for frøavlsegenskaper gjennom mange generasjoner oppformering av denne sorten (Rognli 1990). Blant de tre andre sortene var 'VåRs 50-4' bedre enn 'KvFr 9033' og 'KvRs 8701'. 'VåRs 50-4' har en viss interesse ettersom den på plenfeltene i verdiprøvingsserien 1990-93 ga bedre helhetsinntrykk enn 'Leik' både på Løken og Holt (Bø & Brønstad 1994) Av denne grunn vurderer Planteforsk å søke om godkjenning for 'VåRs 50-4' som en rødsvingelsort for nordlige og høyereliggende områder. Det faktum at 'Leik' i gjennomsnitt hadde 29% større frøavling enn 'VåRs 50-4' (Tabell 5) tilsier imidlertid at Vågønes-sorten skal ha betydelig bedre grøntanleggsegenskaper enn 'Leik' for å bli godkjent som ny norsk sort

innafor *rubra*-gruppa. Ifølge Bø & Brønstad (1994) er en annen nummersort fra Vågønes, 'VåFr 9021' bedre enn 'VåRs 50-4' i grasbakke, og denne blir for øyeblikket testet for frøavlsegenskaper på Landvik og Apelsvoll.

Avlingskomponenter og foredling for frøavlsegenskaper

På grunnlag av et stort dansk materiale i en rekke grasarter fant Nordestgaard & Andersen (1991) at variasjon i antall frøstengler, antall frø pr frøstengel og tusenfrøvekt forklarte henholdsvis 70, 20 og 10% av variasjonen i grasfrøavlingene. Data presentert i Tabell 9 og Fig. 2 tyder på antallet frøstengler er totalt avgjørende for frøavlinga av rødsvingel, mens vekta pr utreska frøtopp, som inkluderer både antall frø pr frøstengel og tusenfrøvekt, var uten betydning. Ettersom tusenfrøvekt var negativt korrelert med frøavlinga, er det likevel mulig at det var en viss sammenheng mellom frøavling og antall frø pr frøstengel. Dette er vi nå i gang med å undersøke ved å treske ut frøtopper fra forsøksfelta i denne serien.

På grunnlag av nederlandsk foredlingsmateriale i engrapp advarte van Wijk (1985) mot seleksjon for flere frøstengler pr plante, da dette kunne føre til redusert tusenfrøvekt og dermed ingen økning i frøavlingene. Som vist i Tabell 9 var det også hos rødsvingel er en negativ sammenheng mellom antall frøstengler og tusenfrøvekt, men den nære korrelasjonen mellom frøstengler og frøavling gjør det likevel sikkert å bruke den førstnevnte karakteren som seleksjonskriterium. At dette kan føre til en viss reduksjon i frøstørrelsen har trolig mindre betydning, særlig fordi det hos rødsvingelsorter ser ut til å være liten sammenheng mellom tusenfrøvekt og spireevne eller spirehastighet (Tabell 8).

Etterord

Takk til Frank Enger ved Planteforsk Apelsvoll og Ove Hetland, Peter Stanton og Gunnhild Hommen ved Planteforsk avd. Landvik for godt utført forsøksarbeid.

Litteratur

- Borm, G. & S. Vreeke 1991. Effects of several cover crops on undersown smooth-stalked meadow grass and red fescue grass-seed crops. *Journal of Applied Seed Production (Supplement)* 9: 45-46.
- Bø, S. & J. Brønstad 1994. Resultatsamandrag av verdiprøving i gras til grøntanlegg 1990-93. Stensiltrykk, Planteforsk Kvithamar forskingssenter. 49 s.
- Cedell, T. 1978. Frøvallsanleggning av rødsvingel och ängsgrøe. s. 44-46 i: Referat af indlæg ved 7.nordiske seminar vedr. frøavlsforsøg. Åbo, Finland, 4-6. juli 1978.
- Chastain, T.G. & D.F. Grabe 1988. Establishment of red fescue seed crops with cereal companion crops. I. Morphological responses. *Crop Science* 28: 308-312.
- ISTA (1993) International rules for seed testing. *Seed Science and Technology* 21 (Supplement).
- Jonassen, G.H. & R. Hillestad 1990. Etablering av frøeng uten dekkvekst. s. 84-94 i: Frøavl. Nordiske jordbruksforskernes forening -seminar nr 173.Tune landboskole, Danmark. 18-20. juni 1990.
- Knudsen, H.V. 1990. Frøavl af græsser til plænbrug. s. 94-101 i Frøavl. Nordiske jordbruksforskernes forening - seminar nr 173. Tune landboskole, Danmark. 18-20.juni 1990.
- Nordestgaard, A., 1994. 1. Udlæg af engrapgræs til frøavl i ærter. 2. Udlæg af engrapgræs til frøavl i vinterraps. Statens Planteavlsforsøg Rapport 2 (11): 1-15.
- Nordestgaard, A. & S. Andersen 1991. Stability of high production efficiency in perennial seed crops. *Journal of Applied Seed Production (Supplement)* 9: 27-32.
- Nordestgaard, A. & B. Boelt 1992. Konkurrenceforholdet mellem dækafgrøde og frøgræsudlæg. *Tidsskrift for Planteavl* 96: 461-468.
- Rognli, O.A. 1990. Selection for seed yield and seed yield stability in high latitude grass populations. s. 63-64 i: A.P.M. den Nijs (red.) Fodder crops breeding. Proceedings of the 16th Meeting of the Fodder Crops Section of EUCARPIA. 18-20 november 1990. Wageningen, The Netherlands.
- SAS Institute 1990. SAS/STAT User's Guide. Version 6, Fourth edition. 890 s.
- Wijk, A.J.P. van 1985. Factors affecting seed yield in breeding material of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Journal of Applied Seed Production* 3: 59-66.
- Åssveen, M. & S. Mygland 1994. Bakgrunn og statistikk i ertedyrkingen. s. 125-127 i: U. Abrahamsen (red.). Jord- og plantekultur 1994. Apelsvoll forskingsstasjon / NLH-Fagtjenesten.

Åssveen, M. & T. Gunnarstorp 1996. Erter. s. 120-123 i: U. Abrahamsen (red.). Jord- og plantekultur 1996. Planteforsk Apelsvoll forskingssenter / Landbrukets forskningsringer / Forskingsparken i Ås.

Norsk landbruksforskning
Norwegian Agricultural Research
Vol. 10 Nr. 3-4 1996

Innhold/Content

Side/Page

Prøvedyrking av karve (<i>Carum carvi</i> L.) Virkninger av såtid og såmengde ulike steder i Norge	Steinar Dragland & Torun Helene Aslaksen	159
<i>Trial cultivation of caraway (Carum carvi L.) Effects of sowing date and seed rate on plots throughout Norway</i>		
Lagring av tørket kamilleblomst ved ulike temperatur og i ulike emballasje	Steinar Dragland & Torun Helene Aslaksen	167
<i>Storing of dried chamomile flowers at different temperatures and with different packaging</i>		
Prøvedyrking av prikkperikum (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	Steinar Dragland	175
<i>Trial cultivation of St. John's Wort (Hypericum perforatum L.)</i>		
Innhold av kadmium og bly i kamille (<i>Chamomilla recutita</i> L.) og matrem (<i>Tanacetum parthenium</i> L.) dyrket på ulike steder i Norge	Steinar Dragland	181
<i>Content of cadmium and lead in chamomile (Chamomilla recutita L.) and feverfew (Tanacetum parthenium L.) grown in different parts of Norway</i>		
Virkningen av nitrogen gjødsling på avling, kvalitet og lagringsevne hos kinakål	Gunnar Guttormsen	189
<i>The effect of nitrogen fertilization on yield, quality and storage ability of chinese cabbage</i>		
Sortsforsøk i bringebær	Nina Heiberg	199
<i>Cultivar trial in red raspberry</i>		
Effekt av undervekst på kornavling og på nitrogeninnholdet i planter og jord	Katri Hiitola & Ragnar Eltun	211
<i>The effect of undersown cover crops on grain yield and the nitrogen content of plants and soil</i>		

Etablering av frøeng av bladfaks (<i>Bromus inermis</i>) i renbestand og med bygg som dekkvekst: Virkning av såmengder av bygg og bladfaks	Gunvald Henning Jonassen	221
<i>Establishment of smooth brome grass (Bromus inermis) for seed production in pure stand and with a barleycover crop: Effect of seeding rates of barley and smooth brome grass</i>		
Nitrogengjødsling ved frøavl av bladfaks (<i>Bromus inermis</i>)	Gunvald Henning Jonassen & Erik Torskenæs	229
<i>The effect of nitrogen fertilization on seed production of smooth brome grass (Bromus inermis)</i>		
Storparsellforsøk med jordarbeiding	Audun Korsæth, Solfrid Mygland & Bernt Olav Hoel	243
<i>Large-scale tillage trials</i>		
Virkingen av ulike vekselvekster i omløp med høst- og vårhvete	Ingvar Lyngstad & Per Brenne	255
<i>Effects of preceding crops in rotation with winter and spring wheat</i>		
Optimal N-gjødsling til vårkorn sett i forhold til bondens nåværende praksis	Hugh Riley, Katri Laubo & Unni Abrahamson	267
<i>Optimum N-fertilization of cereals as compared with current farming practice</i>		
Nitrogen og kalium til eng i Nordland I. Avlinger og jordanalyser	Birger Volden	283
<i>Nitrogen and potassium fertilization of leys in northern Norway I. Yields and soils analyses</i>		
Nitrogen og kalium til eng i Nordland II. Kjemiske og in vitro analyser av avlingen	Birger Volden	301
<i>Nitrogen and potassium fertilization of leys in northern Norway II. Chemical and in vitro analyses of the forage</i>		
Frøproduksjon hos norske rødsvingelforedlinger etablert med eller uten erter som dekkvekst	Trygve Sveen Aamlid	315
<i>Seed production of Norwegian breeding lines of red fescue (Festuca rubra L.) established with or without field peas as cover crop</i>		

Forskningsparken i Ås AS, Sagabygget, N-1432 Ås, Norge
 Ås Science Park Ltd., Sagabygget, N-1432 Ås, Norway