

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 10 1996 Nr. 1

NISK, BIBLIOTEKET



70266715



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

Arnstein Bruaset

Redaksjonssekretær/Sub-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

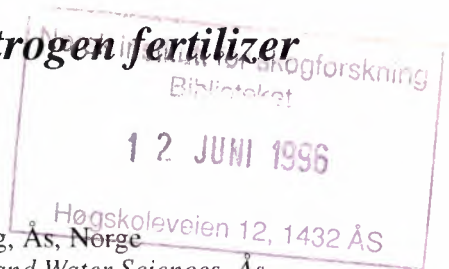
ISSN 0801-5333

Virkning av vekstomløp på potetenes nitrogen- gjødselbehov

Effects of crop rotation on the nitrogen fertilizer requirement of the potato crop

RAGNAR BÆRUG

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



Bærug, R. 1996. Effects of crop rotation on the nitrogen fertilizer requirement of the potato crop. *Norsk landbruksforskning* 10: 1-14. ISSN 0801-5333.

A crop rotation experiment was started in Ås, Norway, 1970 and terminated in 1990. The plan included three rotations: continuous potatoes, potatoes and small grain (barley) each second year and potatoes, barley and two years of ley (grass + clover). The nitrogen levels for potatoes were 50, 100, 150 and 200 kg p. ha. The other crops received the same amounts of nitrogen in all treatments. All crops were fertilized with equal amounts of phosphorus, while the amounts of potassium and magnesium differed from crop to crop, adjusted to the requirement of the crop species. At the lowest level of nitrogen there was a great response to ley as the previous crop, but the responses were diminished by increased nitrogen dressing and were near zero at the highest nitrogen level. In years with a good water supply the grass-clover ley supplied nitrogen to the potato crop equivalent to 40-50 kg N p. ha. In years with a serious shortage of water, the response was considerably higher. Barley as the previous crop was better than potatoes, but considerably inferior to two years of ley. The content of organic matter in the soil was significantly higher in the rotation with ley than in the other two rotations, and the difference increased towards the end of the experimental period.

Key words: Crop rotation, N - supply, potato yield, soil carbon, soil nitrogen

Ragnar Bærug, Agricultural University of Norway, Department of Soil and Water Sciences, Box 5028, N-1432 Ås.

Poteter blir dyrket etter ulike forgrøder. Her i Norge er i dag korn den mest vanlige forgrøden, men fortsatt blir det dyrket poteter etter eng, poteter og i noen utstrekning også etter andre radvekster.

Veksten på et jordstykke året før det skal dyrkes poteter, forgrøden, etterlater større eller mindre mengder organisk materiale, nitrogen og mineraler i jorda. Dette har konsekvenser for potetens

nitrogengjødselbehov, til dels også for behovet av andre næringsstoffer.

Opplegg for forsøket

I denne meldingen blir det gjort rede for resultatene fra et langvarig forsøk der målsettingen var å undersøke virkningen av forgrødene poteter, korn og eng på

potetens nitrogengjødselbehov. Forsøket ble anlagt i 1970 og avsluttet i 1990. Vekstfølgen i de tre omløpene i forsøket går fram av følgende oversikt.

Omløp 1. Poteter i monokultur.	100% potet
Omløp 2. Poteter og korn hvert annet år.	50% potet
Omløp 3. Poteter, korn og 2-årig kløver-timoteieng	25% potet

Potetene i de tre omløpene kommer etter henholdsvis potet, korn og 2-årig eng. Det hadde vært ønskelig med flere kornår i omløp 2, men arealmangel og begrensede ressurser gjorde at dette ikke var mulig. Omløp 1 er tatt med som et ytterpunkt med hensyn til intensitet, og ikke som en anbefalt omløpsform.

Gjødselplanen er satt opp med det formål å måle potetenes nitrogengjødselbehov best mulig. Det er derfor tatt med 4 nitrogentrinn, fra en mengde som de aller fleste steder ligger under optimum til en mengde som skal dekke behovet også på steder med svært høyt avlingsnivå og små mengder lettloslig nitrogen i jorda. Et 0-ledd ble det da dessverre ikke plass til.

Nitrogengjødselmengden til eng og korn var lik på alle rutene for å unngå at ulike nitrogennivåer til forgrøden skulle

virke inn på utslagene i potetåret. Mengdene av fosfor (P), kalium (K) og magnesium (Mg) var lik på alle ruter. Mengden er søkt tilpasset de ulike veksters behov til overkant av normal avling. Magnesium ble tilført bare til poteter.

Nitrogen er tilført i kalkammonsalpeter 26% N eller i ammoniumnitrat 34.5% N. Fosfor er tilført i superfosfat, magnesium i kieseritt og kalium i kaliumsulfat til poteter og i kaliumklorid til korn og eng. Gjødsel ble tilført om våren like før såing eller setting og harvet ned. Til eng, som ble høstet to ganger, ble halvparten av nitrogengjødsla gitt om våren og resten etter første slått.

For å unngå at årsvariasjoner skulle virke inn på forskjellene mellom omløp ble forsøksplanen lagt opp slik at alle vekster ble dyrket hvert år. I omløp 1 kom da potet hvert år, i omløp 2 potet og korn hvert år og i omløp 3 potet, korn, første års eng og andre års eng hvert år. Feltet fikk med dette opplegget sju omløpsruter pr. gjentak, ett på omløp 1, to på omløp 2 og fire på omløp 3. Hver omløpsrute hadde fire gjødslingsruter. I potetåret var det her fire ulike N-trinn, tilfeldig fordelt første året, men seinere som første året. Med sju omløpsruter, fire N-trinn og to fullstendige gjentak fikk feltet i alt 56 ruter.

Potetsorten var enten Pimpernel eller Beate. Kornarten var toradsbygg med noe ulike sorter fra år til år. I gjenleggsåret i

Tabell 1. Mengder av plantenæringsstoffer tilført til ulike vekster, kg pr. dekar og år.
Table 1. Amount of plant nutrients applied to the different crops (kg p. decare and year).

Vekst	N				P	K	Mg
Potet	5	10	15	20	4	15	5
Korn, gjenlegg		5			4	5	0
Korn		10			4	5	0
Eng		7.5 + 7.5			4	15	0

omløp 3 ble det sådd til med en frøblanding bestående av 25% rødkløver og 75% timotei. Skjønnessmessige botaniske analyser, som ble utført før hver høsting, viste at kløverprosenten var i middel 30 i første års eng og 15 i andre års eng. Det var liten forskjell på mengden av kløver ved første og andre høsting. Derimot var variasjonen i prosent kløver fra år til år svært stor, med ytterpunkter fra 4 til 70 i første års eng og fra 2 til 34 i andre års eng.

Jorda på forsøksfeltet

Forsøksfeltet hadde to fullstendige gjentak. Det ene lå i svak sørhelling, mens det andre lå på flat mark nedenfor. Jordarten varierte fra sandig leire øverst til mellomleire nederst på feltet. I tabell 2 er det satt sammen tall for mekanisk sammensetning, kationombyttingskapasitet og basemetningsgrad.

Tabell 2. Mekanisk sammensetning, kationombyttingskapasitet og basemetningsgrad for jorda på forsøksfeltet.

Table 2. Mechanical composition, cation exchange capacity and base saturation rate for the soil in the experimental field.

Prøve nr.	% leire	% silt	% sand	Kationomb. kap. me	Basemetning %
1	14	25	61		
2	14	23	63	16	52
3	20	35	45		
4	28	44	28		

Tabell 3. Kjemiske analyser av jordprøver tatt ut ved anlegg av feltet 1970.

Table 3. Chemical analyses of soil samples taken from the field plots in 1970.

Jordsjikt	Analyse					
	pH	Glødetap	P-AL	K-AL	K-HNO ₃	
0-20 cm	5.9	7.0	7.4	1	52	Middel
	5.8-6.0	6.1-8.8	6.3-8.2	10-14	43-59	Spredning
20-40 cm	6.0	4.8	3.6	8	42	Middel

Prøve 1 og 2 er fra den øverste halvdel, mens prøve 3 og 4 er fra den nederste flate del av feltet. For kationombyttingskapasitet og basemetningsgrad ble det tatt en prøve fra hver halvdel av feltet. Resultatene for de to prøvene var så like at bare middeltallene er tatt med i tabellen.

Ved anlegg av feltet ble det også tatt ut 8 jordprøver fra sjiktet 0-20 cm og to fra 20-40 cm for kjemiske analyser. Resultatene fra analysene er stilt sammen i tabell 3.

Analysene viser at jorda hadde et middels innhold av lettløselig fosfor og kalium, og en optimal jordreaksjon for potetdyrking. Tilførselen av kalk og av fosfor og kalium i gjødsel ble lagt opp i samsvar med dette. For å sikre at innholdet av mineralnæringsstoffer og jordreaksjonen lå på et gunstig nivå, ble det i løpet av de 21 år forsøksperioden varte tatt ut jordprøver til kjemisk analyse av to eller flere stoffer ialt fem ganger. Disse

kontrollanalysene viste at pH i jorda varierte fra 5,3 til 6,4, og i hovedsak lå innen intervallet 5,5-6,0. Det ble tilført i alt 450 kg kalksteinsmjøl pr. dekar i løpet av forsøksperioden. P-AL og Mg-AL økte en god del, mens K-AL økte i omløp 1 og 2, men gikk ned i omløp 3.

Organisk materiale i jorda

Tall for glødetap viste en nedgang fra første år, men ellers nokså ujevne resultater. I årene 1978, 1985 og 1990 ble det gjort analyser av total-C og total-N. I tabell 4 er analysetallene stilt sammen.

Det var liten forskjell mellom omløp 1 og 2, og korn synes ikke å ha vært mer skånsom enn potet med hensyn til tap av organisk materiale i jorda. Innslag av eng har, som ventet, vært gunstig, og forskjellene mellom åpenåker og det allsidige omløpet med eng har økt med årene. At C/N forholdet er lavere i 1990 enn i de tidligere år, skyldes trolig at det da ble brukt en analysemetode (forbrenning),

som gav høyere verdier for total-N enn Kjeldahl-N, som ble brukt i de tidligere år.

Avling av knoller

Totalavling

Det var ikke vanningsmuligheter på feltet, og avlingene har derfor variert sterkt med nedbørforholdene i forsøksårene. Middelavlingene de enkelte år varierte mellom 1100 og 3900 kg knoller pr. dekar. I 8 år lå middelavlingene lavere enn 2200 kg, og disse årene er i meldingen gitt betegnelsen "tørkeår", da det var mangel på vann som i hovedsak begrenset avlingen. Middelavlingen for alle år, uavhengig av nitrogennivå og omløp, var 2545 kg pr. dekar, og må betraktes som lav. For omløpene potet (P), potet-korn (PK) og potet-korn-eng (PKE) var middelavlingene henholdsvis 2444, 2551 og 2641 kg pr. dekar.

Forskjellene mellom omløp var størst ved de to laveste nitrogenmengder. Om-

Tabell 4. Prosentisk innhold av total-C og total-N i jorda. Totaltall for omløp 1 og utslag i forhold til 1 for omløp 2 og 3.

Table 4. Content (%) of total-C and total-N in soil. Total figure for rotation 1 and differences in relation to rotations 2 and 3.

Omløp	År	Total-C	Total-N	C / N
1 Potet	1978	2,76	0,225	12,3
	1985	2,80	0,230	12,2
	1990	2,70	0,255	10,6
2 Potet – korn	1978	-0,18	+0,003	11,3
	1985	-0,05	0	12,0
	1990	-0,02	0	10,5
3 Potet – korn – eng	1978	+0,05	+0,011	11,9
	1985	+0,20	+0,015	12,2
	1990	+0,26	+0,027	10,5

Tabell 5. Knollavling i alt, kg pr. dekar. Middel 1970-1990.
 Table 5. Total tuber yield (kg. p. decare). Means for 1970-1990

Omløp	N, kg pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet (P)	2013	2451	2629	2684	2444
Potet – korn (PK)	2136	2616	2690	2764	2551
Potet – korneng (PKE)	2463	2632	2737	2734	2641
Middel	2204	2567	2685	2727	2545

F, N: 169,9***

F, omløp: 38,8***

F, N x omløp: 9,9***

F, N x år: 5,3***

løpet med eng stod klart best ved svakeste nitrogengjødsling, mens forskjellene mellom omløp var små både ved 15 og 20 kg nitrogen. Avlingene økte betydelig opp til 10 kg nitrogen, særlig i omløp P og PK. Sterkere gjødsling enn 15 kg nitrogen gav ingen meravling i omløp PKE og bare beskjeden økning i omløp P og PK. Ved ensidig potetdyrking var det betydelig meravling for å øke nitrogenmengden fra 10 til 15 kg. Resultatene i tabell 5 omfatter både gode og dårlige år. En sammenstilling som bare omfatter år med rimelig bra vannforsyning (alle år minus 8 tørkeår) finnes i tabell 6.

Meravlingene for nitrogen var gjennomgående større i årene med bra fuktig-hetsforhold, særlig for trinnet fra 5 til 10 kg nitrogen i omløp uten eng. Ved de to største nitrogentrinns var det også her små forskjeller mellom omløpene. Avlingene i tørkeårene var sterkt nedsatt, men forskjellene mellom omløp var i middel like store da som i år med gode fuktighetsforhold.

Meravlingene for nitrogen var små i tørkeårene, også for trinnet 5-10 kg nitrogen. Omløpet potet – korn og omløpet med eng lå begge klart bedre enn det ensidige potetomløpet.

Tabell 6. Knollavling i alt, kg pr. dekar. Alle år minus 8 tørkeår.
 Table 6. Total tuber yield (kg p. decare) for all years with the exception of eight dry years.

Omløp	N, kg pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet	2383	3018	3222	3299	2980
Potet – korn	2501	3142	3240	3345	3057
Potet – korn – eng	2913	3152	3282	3297	3161
Middel	2599	3104	3248	3314	3066

F,N: 143,3***

F, omløp: 15,0***

F, N x omløp: 7,9*** F, N x år: 3,3***

Tabell 7. Knollavling i alt, kg pr. dekar. Middell for 8 tørkeår i perioden 1970-1990.
 Table 7. Total tuber yield (kg p. decare). Means for eight dry years in the period 1970-1990

Omløp	N, kg pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet	1413	1531	1665	1685	1574
Potet – korn	1541	1763	1797	1818	1730
Potet – korn – eng	1732	1787	1852	1818	1797
Middel	1562	1694	1771	1774	1700
F, N: 41,2***	F, omløp: 73,1***		F, N x omløp: 3,4**	F, N x år: 7,2	

Avling av matpoteter

Matpotet er her definert som fraksjonen 45-65 mm. Det var svært få knoller større enn 65 mm i forsøket, slik at i praksis svarer "matpoteter" til andelen av knoller større enn 45 mm.

Resultatene følger i store trekk samme mønster som for totalavlingen, med sikre forskjeller mellom omløp, og store meravlinger for gjødslingstrinnet 5-10 kg nitrogen. Det er imidlertid større utslag for 15 og delvis for 20 kg nitrogen for matpotet enn for totalavling. For årene med god vannforsyning er konklusjonene for matpotet i hovedtrekk de samme som alle år samlet, og disse resultatene er derfor

ikke tatt med. Det samme gjelder resultatene i de 8 tørkeårene. Et klarere bilde av avlingsutslagene ved de ulike nitrogen-trinn får en ved å beregne meravlingene trinnvis pr. kilo nitrogen.

Tallene viser den store avlingsøkningen for nitrogenmengder opp til 10 kg pr. dekar i omløpene uten eng. For neste nitrogen-trinn avtok meravlingen sterkt, men var fortsatt ikke ubetydelig. Den betydning kløverholdig eng har hatt for avlingene vises av de relativt små meravlinger for nitrogengjødsel i dette omløpet. Forskjellene mellom ensidig potet og potet-kornomløpet med hensyn til utslag for nitrogengjødsel var små ved la-

Tabell 8. Avling av matpotet, 45-65 mm, kg pr. dekar. Middell for årene 1970-1990.
 Table 8. Yield of table potatoes, 45-65 mm (kg p. decare). Means for the years 1970-1990

Omløp	N, kg pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet	1122	1539	1807	1888	1589
Potet – korn	1232	1739	1901	1986	1714
Potet – korn – eng	1574	1817	1959	1941	1823
Middel	1309	1698	1889	1938	1709
F, N: 263,4***	F, omløp: 59,0***		F, N x omløp: 10,6***	F, N x år: 7,7***	

Tabell 9. Meravling, kg knoller i alt pr. kg nitrogen. Beregnet trinnvis fra 5 til 20 kg nitrogen pr. dekar.

Table 9. Additional yield (total kg tubers p. kg nitrogen). Calculated stepwise from 5 to 20 kg nitrogen p.decare.

N-trinn Omløp	5 - 10			10 - 15			15 - 20		
	P	PK	PKE	P	PK	PKE	P	PK	PKE
Alle år	88	90	34	36	21	21	11	15	-1
Alle år – tørkeår	127	128	48	41	20	26	15	21	3
Tørkeår	24	44	11	27	7	13	4	4	-

Tabell 10. Meravling av matpoteter, 45-65 mm, kg knoller pr. kg nitrogen. Beregnet trinnvis fra 5 til 20 kg nitrogen pr. dekar.

Table 10. Additional yield of food potatoes of 45-65 mm (kg tubers p.kg nitrogen). Calculated stepwise from 5 to 20 kg p.decare.

N-trinn Omløp	5 - 10			10 - 15			15 - 20		
	P	PK	PKE	P	PK	PKE	P	PK	PKE
Alle år	83	101	49	54	32	28	16	17	-4
Alle år – tørkeår	125	145	66	69	43	40	28	27	-2
Tørkeår	16	30	19	28	15	10	-3	1	-7

veste gjødseltrinn, men noe større ved de neste trinn, der forskjellene går i ulike retninger. Det er vanskelig å finne noen rimelig forklaring på dette, men tilfeldige ulikheter i jordbunnsforhold er den mest sannsynlige årsak. Vannforsyningens betydning for meravlingene går fram både av de større utslagene i år med god vannforsyning, og av de svært små meravlinger i tørkeårene. Lønnsomheten i matpotetproduksjonen avhenger av avlingen av matpoteter. Det er derfor også tatt med en tabell som viser avlingsutslagene for matpoteter.

Bortsett fra tørkeårene var meravlingene av matpoteter større enn total meravling, særlig for trinnet 10-15 kg nitrogen. Etter beregninger som det er gjort rede for i et seinere kapittel vil det, avhengig av potetprisen, kreves mer-

avlinger fra ca. 10 til 30 kg knoller pr. kg nitrogen i gjødsel for å dekke gjødselkostnadene. Etter dette var det knapp dekning på alle nitrogentrinn i tørkeårene, mens lønnsomheten var meget god opp til 10 kg nitrogen, og brukbar også opp til 15 kg i år med god vannforsyning. De største nitrogenmengder har ført til betydelige tap, særlig i tørkeår og i engomløpet, men kan beregningsmessig betale seg i åpenåkeromløpene i år med nok nedbør. Her må en imidlertid ha i minne at så sterk gjødsling øker risikoen for dårlig matkvalitet.

Tørrstoffprosent

Middeltallene for innholdet av tørrstoff i knollene har for årene 1970-1990 variert

Tabell 11. Prosent tørrstoff i knollene . Middel for årene 1970-1990.

Table 11. Percentage of dry matter in the tubers. Means for the years 1970-1990.

Omløp	N, kg pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet	25,4	25,4	25,0	24,7	25,1
Potet – korn	26,0	25,8	25,2	24,9	25,5
Potet – korn – eng	25,9	25,7	25,2	25,0	25,4
Middel	25,8	25,7	25,1	24,9	25,3
F,N: 89,7***		F, omløp: 36,1***		F, N x omløp: 7,8***	
				F, N x år: 2,2***	

fra 22,1 til 28,9 prosent, med et middel for alle år på 25,3. I tørkeårene lå tørrstoffprosenten i middel på 24,8, mot 25,7 i år med best fuktighetsforhold.

Ensidig potet har hatt lavest tørrstoffinnhold på alle nitrogentrinn. Det er litt overraskende at omløpet med eng har hatt like høyt eller høyere tørrstoffinnhold enn åpenåkeromløpene. Den bedre nitrogenforsyning som kløveren har ført til har ikke redusert tørrstoffinnholdet.

Nedgangen i tørrstoffinnhold ved stigende nitrogengjødsling var liten ved første nitrogentrinn, av vanlig størrelsesorden fra 10 til 15 kg nitrogen og mindre enn ventet ved økning fra 15 til 20 kg nitrogen. Tørrstoffinnholdet har i denne serien ligget relativt høyt ved alle nitrogen-

trinn.

Tørrstoffinnholdet er ett av målene på kvalitet, og målt etter dette har nitrogengjødsling ikke gitt særlig sterk kvalitetsreduksjon i denne forsøksserien.

Knollstørrelse

Knollvekten er beregnet ut fra middelvekten av knoller i prøvene som er brukt til tørrstoffbestemmelsen.

Knollvekten ble økt av nitrogen, særlig for første gjødseltrinn. At det ensidige potetomløpet har minst knollvekt skyldes trolig at nitrogentilgangen der har vært litt mindre enn i de andre omløpene. Tilsvarende beregning for tørkeårene viste at

Tabell 12. Knollvekter, gram pr. knoll. Middel for årene 1970-1990.

Table 12. Tuber weight (grams p.tuber). Means for the years 1970-1990.

Omløp	N, kg pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet	58	62	63	66	62
Potet – korn	60	65	67	67	65
Potet – korn – eng	63	65	67	65	65
Middel	60	64	66	66	64
F, N: 22,1***		F, omløp: 8,0***		F, N x omløp: 2,2*	
				F, N x år: 2,9***	

knollvektene da var lavere enn i år med god vannforsyning. Det var ikke utslag for økende nitrogenmengder, men potetomløpet hadde også da de minste knollvektene.

Økonomi ved bruk av stigende mengder nitrogen til poteter

Så lenge vi holder oss innenfor grensen for god potetkvalitet, vil det være forholdet mellom prisen på gjødsel og betaling pr. kg poteter som avgjør hvor stor meravling av knoller pr kg gjødsel som kreves for å oppnå overskudd for gjødsling.

Prisen på poteter varierer i løpet av året. I følge oppgave fra Landbrukets Prissentral varierte produsentprisene i 1993 fra kr. 1,12 til kr. 2,15 pr. kg poteter.

Prisen på gjødsel varierer også en del gjennom året. Den mest vanlige typen av mineralgjødsel til poteter er Fullgjødsel 11-5-17. Ved delt gjødsling kan det være aktuelt å velge NPK- Mikro om våren og kalksalpeter eller kalkammonsalpeter tilført etter at potetene er kommet i god vekst. En tredje type NPK-gjødsel som kan være aktuell til poteter, Fullgjødsel 15-4-12, er mest aktuell som tillegg til en moderat mengde husdyrgjødsel.

I tabell 13 er det regnet ut hva som kreves av meravling ved ulike priser på

potetene. Basis for beregningene har vært gjødselprisen i februar 1994 og et utvalg av aktuelle priser på poteter til produsent i 1993. For gjødsel er det skjønnsmessig regnet med et tillegg på 30 prosent til dekning av utgifter til arbeid, lagerhold og maskiner.

I disse regneeksemplene er det forutsatt at begge gjødselalternativer dekker behovet for næringsstoffer utenom nitrogen, og det er ikke justert for de noe ulike mengder av fosfor, kalium og magnesium i de to alternativene.

Tallene i tabell 13 viser den store betydning potetprisen har for lønnsomheten av gjødsling. Ved å sammenholde tabell 13 med tabell 10 vil det gå fram at i årene med tørke var det for de fleste prisalternativer dårlig lønnsomhet for gjødselmengder ut over 5 kg nitrogen, mens det i år med god vannforsyning var bra lønnsomhet opp til 15 kg nitrogen i alle omløp.

Dersom det regnes med større tillegg enn 30 prosent for arbeid, lager og maskiner, vil kravene til minste lønnsomme meravling naturligvis øke.

Skurv på knollene

Skurvangrep på knollene ble bedømt i alle år og på alle ruter. Mengden av skurv var

Tabell 13. Meravling av matpoteter, kg knoller pr. kg nitrogen, som kreves for å dekke utgifter til gjødsel ved ulike potetpriser.

Table 13. Additional yield of table potatoes (kg tubers p.kg nitrogen) required in order to cover the cost of fertilizer; at different potato prices.

Potetpris, kr pr. kg	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25
10 kg N i						
Fullgjødsel 11-5-17	27	22	18	16	14	12
5 kg N i NPK- Mikro+						
5 kg N i kalksalpeter	32	25	22	18	16	14

de fleste år liten. Beregningene viste at verken nitrogenmengde eller omløpsform hadde noen innvirkning på mengden av skurv i denne serien. Det var derimot sikre forskjeller i skurvmengde mellom år.

Innhold av nitrogen og mineraler i knollene

Det ble i alle år utført analyser av Kjeldahl-N og kalium i knollene fra alle ledd. I tillegg ble det de fleste år også gjort bestemmelse av magnesium, nitrat-N og fosfor. Analysene ble utført ved Kjemisk analyselaboratorium, NLH.

Kjeldahl-N

Middeltallene for innholdet av Kjeldahl-N i knollene varierte i årene 1970-1990 fra 0,30 til 0,49 prosent av rå knoller. Med noen unntak var det negativ korrelasjon mellom knollavlingen og prosent Kjeldahl-N.

Nitrogengjødsel økte innholdet av nitrogen i knollene i alle omløp. Det høyeste innholdet ble målt i engomløpet.

Mengden av nitrogen i knollene varierte, i middel pr. år, fra 4,7 kg til 12,0 kg pr. dekar. Middeltallene for hele perioden for de ulike omløp og nitrogenmengder er samlet i tabell 15.

Ved svakeste gjødsling var nitrogen-

Tabell 14. Prosentisk innhold av Kjeldahl-N i rå knoller.

Table 14. Percentage content of Kjeldahl-N in raw tubers.

Omløp	Kg N pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet	0,29	0,34	0,38	0,42	0,36
Potet – korn	0,29	0,34	0,36	0,41	0,35
Potet – korn – eng	0,34	0,39	0,40	0,43	0,39
Middel	0,31	0,36	0,38	0,42	0,37

F, N: 400,0***

F, omløp: 121,8***

F, N x omløp: 4,7***

F, N x år: 2,8***

Tabell 15. Kjeldahl-N i knollavlingen, kg pr. dekar. Middel for 1970 - 1990.

Table 15. Kjeldahl-N in tuber yield (kg p. decare). Means for 1970-1990.

Omløp	Kg N pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet	5,7	8,0	9,7	10,9	8,6
Potet – korn	6,1	8,5	9,6	11,0	8,8
Potet – korn – eng	7,9	9,8	10,7	11,5	10,0
Middel	6,1	8,8	10,0	11,1	9,1

F, N: 543,1***

F, omløp: 113,5***

F, N x omløp: 7,5***

F, N x år: 6,9***

mengden i avlingen 1,8 og 2,2 kg større i omløpet med eng enn i åpenåker-omløpene. Denne differansen, som mest må skyldes kløverens nitrogensamling, ville trolig ha vært større ved svakere eller manglende nitrogengjødsling. Nitrogenmengden i omløpet med eng var størst ved alle nitrogentrinn, men forskjellene mellom omløpene avtok med stigende nitrogengjødsling.

Ut fra tallene i tabell 15 kan en se av nitrogenopptaket at nitrogentilførselen fra eng har erstattet ca. 5 kg nitrogen i mineralgjødsel på alle trinn, om vi sammenligner ensidig potet med potet – korn – eng omløpet. Dette er i bra samsvar med hva som er funnet i tidligere undersøkelser.

Det er i denne serien ikke gjort målinger av risavling og nitrogenmengden i denne. Det er imidlertid, ut fra noteringer om risveksten flere ganger i vekstperioden, klart at at rismengden ved 5 kg nitrogen, og i noen grad også ved 10 kg, var klart mindre enn ved de to største nitrogenmengdene. Forskjellene i opptatt nitrogenmengde i hele avlingen er derfor noe større enn hva tallene i tabell 15 viser. Innholdet av kløver i enga var i middel 30 prosent i første års eng og 15 prosent i andre års eng. Kløverprosenten varierte imidlertid sterkt fra år til år. I første års eng varierte den fra 5 til 70 prosent og i andre års eng fra 2 til 35 prosent. På grunn av de ulike fuktighetsforhold og manglende 0-ledd for nitrogen, har det vært dårlig grunnlag for å beregne hva de ulike kløvermengder i enga kan ha betydd for knollavlingene året etterpå.

Det er vist, blant andre av Persson & Mattson (1993) at den største effekten på nitrogenforsyningen av forgrøden kommer første året etter engåret, og at ettervirkningen alt i andre året er sterkt redusert. Riley et al (1993) fant i en større undersøkelse at mengden av mineral-N i jorda våren etter dyrkingsåret varierte

sterkt både for eng, korn og grønnsaker. I middel lå innholdet om våren i en av grupperingene på 4,4 kg N pr. dekar for korn, mens tilsvarende tall for eng og potet var henholdsvis 4,6 og 4,9 kg. Tallene skriver seg fra ulike steder for de forskjellige vekster, og gir derfor ikke noe sikkert bilde av forskjellen på nitrogenmengden i jorda etter ulike vekster.

Det synes klart at forskjellen i ettervirkning mellom kløverholdig eng og potet eller korn i omløpsforsøket har vært langt større enn hva den foran refererte undersøkelsen viste.

Nitrat- N

Det foreligger nitratanalyser av knollene fra 13 år. Analysetallene varierte betydelig mellom år, med 0,002 og 0,010 som yttergrenser. Det var ikke forskjeller mellom omløp, og påvirkningen av nitrogen var liten.

Resultatene stemmer bra overens med tall fra tidligere undersøkelser, blant andre av Furunes (1990), som fant at nitratinnholdet var lavt, og at stigende nitrogengjødsling bare gav svak økning av nitratmengden i knollene.

Kalium

Kaliumgjødslinga, som i potetårene var den samme på alle ledd, var fastsatt slik at den skulle gi tilstrekkelig kalium på alle nitrogentrinn. Det ble tilført 15 kg kalium pr. dekar, mens mengden som ble ført bort med avlingen varierte fra 6,7 til 18,7 kg. I år med knollavlinger over 3000 kg pr. dekar ble det alltid ført bort mer enn 15 kg kalium. På en kaliumfattig jord med ellers gode betingelser for et høyt avlingsnivå ville derfor gjødsling med 15 kg kalium gi en noe knapp kaliumforsyning.

Med en midlere tørrstoffprosent på 25,3 har innholdet av kalium, beregnet på tørrstoffbasis, variert fra 1,9 til 2,2 prosent. Både i norske og i utenlandske for-

Tabell 16. Prosent kalium i rå knoller. Middel for 1970-1990.

Table 16. Percentage of potassium in raw tubers. Means for 1970-1990.

Omløp	Kg N pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet	0,58	0,55	0,53	0,52	0,55
Potet – korn	0,57	0,54	0,53	0,52	0,54
Potet – korn – eng	0,54	0,50	0,50	0,48	0,51
Middel	0,56	0,53	0,52	0,51	0,53

F, N: 79,4***

F, omløp: 78,7***

F, N x omløp: 0,5 ns

F, N x år: 1,4 ns

søk er det vist at ved et kaliuminnhold under 2.0 prosent av tørrstoffet, øker risikoen for mørkfarging av knollene, mens avlingsreduksjon først kan ventes ved lavere kaliumkonsentrasjon. (Meijers, 1971, Bærug & Enge 1974, Furunes 1990).

Ut fra analysetallene er det derfor grunnlag for å anta at kaliumforsyningen har vært tilstrekkelig for avlingsmengden, men kan ha vært i knappeste laget ut fra hensynet til kvalitet.

Analysene viser en klar effekt av omløpsformen. Kaliuminnholdet i knollene var betydelig lavere i omløpet med eng. Dette skyldes trolig en uttapping av kalium i jorda i engårene.

Midlere mengder kalium som er ført

bort med knollavlingene er vist i tabell 17.

I middel er det ført bort 1,8 kg kalium mindre enn det som er tilført. I en del år har det nok vært negativ kaliumbalanse, særlig ved største nitrogentrinn. Det er først og fremst ved svak nitrogengjødsling at kaliumbalansen har vært positiv.

Magnesium

Det ble i potetårene tilført 5 kg magnesium i kieseritt. I tillegg kom 0,14 kg magnesium i kaliumsulfat. Jordanalysetallene for magnesium (Mg-AL) varierte fra 3,7 til 6,1. Tallene steg litt i løpet av forsøksperioden i alle omløp. Analysetallene viser at magnesiumforsyningen har vært litt i overkant av behovet. Det

Tabell 17. Kalium i knollavlingene, kg pr. dekar. Middel for 1970-1990.

Table 17. Potassium in tuber yield(kg p.decare). Means for 1970-1990.

Omløp	Kg N pr. dekar				Middel
	5	10	15	20	
Potet	11,5	13,3	13,7	13,7	13,0
Potet – korn	12,0	14,0	13,9	14,0	13,5
Potet – korn – eng	13,2	13,1	13,5	13,0	13,2
Middel	12,2	13,5	13,7	13,6	13,2

F, N: 27,3***

F, omløp: 4,3*

F, N x omløp: 7,4***

F, N x år: 2,4***

ble ikke observert magnesiummangel på plantene i noe år.

Konsentrasjonen av magnesium i rå knoller lå omkring 0,03%, og var svært lite påvirket av nitrogenmengde og omløpsform. Mengden av magnesium i knollavlingen varierte i de ulike år fra 0,33 til 1,09 kg pr. dekar.

Forskjellene mellom nitrogentrinn og mellom omløp var små, og var synlige bare ved de laveste nitrogentrinn. Utslagene må i det vesentlige skyldes ulikt avlingsnivå. Mengdene av magnesium som ble ført bort med avlingen var mindre enn halyparten av den mengde som tilføres i 11-5-17, med en gjødselmengde tilsvarende 10 kg N pr. dekar.

Fosfor

Det ble tilført 4 kg fosfor pr. dekar til alle ledd i potetåret. Mengden av fosfor ført bort med avlingen de enkelte år varierte fra 0,61 til 2,12 kg P pr dekar, med et middel for alle år på 1,48 kg. Med potetavlinger over 3000 kg ble det tatt bort 1,70 til 2,12 kg P. Konsentrasjonen av fosfor i knollene varierte mellom 0,05 og 0,06 % av rå knoller, og var følgelig lite påvirket av N- gjødsling og av omløpsform.

Diskusjon

Mangeårige omløpsforsøk er arbeids- og arealkrevende. De forutsetter også et relativt stort analyseprogram. Økonomiske forhold, disponibelt areal og arbeidssituasjonen gjorde det nødvendig å begrense både størrelsen på feltet og analyseprogrammet.

Avlingsnivået ble i betydelig grad bestemt av nedbørsforholdene, da det ikke var mulig å vatne feltet. Forsøksperioden omfattet flere år med stort nedbørsunderskudd i deler av forsøksperioden, og avlingsnivået varierte derfor sterkt fra år

til år. I middel ligger avlingene lavere enn det som i dag er vanlig i de viktigste potetdistrikter på Østlandet. Oppdelingen av materialet i år med liten og år med mer normal nedbør gir opplysninger om hva ulike nedbør har betydd for avlingsnivå, utslag for nitrogen og utslag for omløpsform.

Monokultur med poteter er ikke noen gunstig dyrkingsmåte. Den er likevel tatt med som et ytterpunkt i planen. I omløpet med korn og poteter, en vekstkombinasjon som er svært vanlig, ville det vært ønskelig med flere kornår mellom potetårene, men de før nevnte begrensninger gjorde at dette ikke var mulig. Forsøksplanen har likevel, tilnærmet, med de viktigste vekstkombinasjoner i dagens potetdyrking, og representerer store ulikheter, særlig med hensyn til nitrogentilgang fra forgrøden. Et forsøksledd uten nitrogen ville ha vært ønskelig, men ble prioritert lavere enn god dekning av aktuelle nitrogenmengder.

Det er grunn til å anta at nitrogenforsyningen fra kløveren var hovedårsaken til større avlinger ved de laveste nitrogengjødseltrinn i eng - korn - potet-omløpet. En positiv effekt av eng på de fysiske forhold i jorda kan ikke utelukkes, i hvert fall i tørkeårene, men det faktum at avlingsforskjellene mellom omløpene i år med bra fuktighetsforhold, ble helt utjevnet ved sterkeste nitrogengjødsling, tyder på at effekten av nitrogen har dominert. Potet - korn omløpet har hatt litt større potetavlinger enn potet i monokultur, spesielt i tørkeårene. Årsaken til dette er uklar. Det kan vanskelig skyldes ulik nitrogentilgang fra planterester, men de fysiske forhold i jorda i de to omløpene kan ha vært litt ulike. Det har ikke vært skade av potetcystenematode på feltet, og andre skadegjørere som har kunnet påvirke veksten i de ulike omløp ulikt er ikke påvist.

Sammendrag

Omløpsforsøket ble startet i 1970 og avsluttet i 1990. Planen omfattet tre omløp: potet i monokultur, potet og korn hvert annet år og potet, korn og toårig gras-kløvereng. Forgrøden for potet i de tre omløpene var henholdsvis potet, korn og toårig eng. For å eliminere årsvariasjoner var alle vekstene med i planen hvert år. For poteter omfattet forsøksplanen fire nitrogenmengder, 5, 10, 15 og 20 kg pr. dekar, tilført i kalkammonsalpeter eller ammoniumsulfat. Mengdene av kalium, fosfor og magnesium var lik til alle ledd. Det samme gjaldt for nitrogen til andre vekster enn poteter.

Ved svakeste nitrogengjødsling, 5 kg pr. dekar, var det store utslag for forgrøde, men utslagene avtok sterkt med stigende nitrogengjødsling. I år med tilnærmet normal nedbør var meravlingen for eng som forgrøde, sammenlignet med forgrøden potet, 530, 134, 60 og -2 kg knoller pr. dekar ved tilførsel av henholdsvis 5, 10, 15 og 20 kg N i mineralgjødsel. Tilsvarende tall for korn som forgrøde sammenlignet med forgrøden potet var 118, 124, 18 og 46 kg knoller.

I middel for 8 tørkeår var forskjellene mindre ved svakeste nitrogengjødsling, men større ved sterkere gjødsling.

I middel for alle år med tilnærmet normal nedbør svarte nitrogenvirkningen av kløverholdig eng som forgrøde, sammenlignet med ensidig potet, til snautt 5 kg N i mineralgjødsel. I tørkeårene var effekten av eng betydelig større. Korn hadde også en positiv effekt, men vesentlig mindre enn eng.

Innholdet av nitrogen i knollene, regnet som prosent eller kg pr. dekar, var klart høyere etter eng enn etter poteter eller korn. Hverken forgrøde eller nitrogengjødsling hadde noen sikker virkning på konsentrasjonen av nitrat-N i knollene.

Det var derimot sikre forskjeller mellom år.

Innholdet av organisk materiale i jorda, målt som total-C og total-N var tilnærmet det samme i ensidig potet og i potet- korn omløpene. Omløpet med eng hadde klart høyest innhold av organisk materiale i jorda, og forskjellene mellom omløpet med – og omløpene uten eng økte utover i forsøksperioden.

Litteratur

Bærug, R. & R. Enge 1974. Influence of potassium supply and storage conditions on the discoloration of cooked potato tubers of cv. Pimpernel. *Potato Res.* 17: 271-282.

Furunes, J. 1990. Nitrogen og kalium til poteter. *Norsk landbruksforskning* 4: 179-188.

Meijers, C. P. 1971. To which extent can the K- content in the potato crop be used to predict the susceptibility of the tubers to black spot? Publ. 242, Institute for storage and processing of agricultural produce. IBVL, Wageningen, 1-5.

Persson, J. & L. Mattson 1993. Effects of crop rotation and previous crop on N-uptake. *Norsk landbruksforskning. Supplement* Nr. 16: 63-70.

Riley, H., U. Abrahamsen & O. Fugleberg 1993. Prognose av behovet for nitrogengjødsling. *Norsk landbruksforskning. Supplement* Nr. 16: 78-93.

Effekter av jorddekking med svart plast i bringebær

Effects of black plastic mulching in red raspberry

NINA HEIBERG

Planteforsk Ullensvang forskningscenter avd. Njøs, Hermansverk, Norge
*The Norwegian Crop Research Institute, Ullensvang Research Centre, Division
Njøs, Hermansverk, Norway.*

Heiberg, N 1996. Effects of black plastic mulching in red raspberry. Norsk landbruksforskning 10: 15-23. ISSN 0801-5333.

In Norway the herbicide simazin is mainly used to control weeds in rows of raspberry canes. Simazin will, however, be prohibited from 1998 and in order to find an alternative, the effects of mulching with black polyethylene were investigated at Ullensvang Research Centre, division Njøs (61°11'N 10°52'E), using trickle irrigation and fertigation. In the first three years after planting mulching increased the nitrogen and potassium concentrations in the plants compared to open soil. Mulching also increased vegetative growth and was found to have a negative effect on winter hardiness. All canes were cut at a height of 160 cm, and the increased growth giving longer internodes and fewer fruiting laterals per cane. Mulching reduced yield by 9.1% compared with results from open soil. No effects on phenological development were observed. Holes of 20 cm diameter in the polyethylene were enough for the necessary number of primocanes to emerge every year. Mulching controlled weeds and excessive primocane emergency in the row, as well as saving work in cutting primocanes during summer.

Key words: Raspberry, *Rubus idaeus* L., mulching, fertigation, cultivars.

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

Bringebær dyrkes normalt som radkultur, og effektiv bekjempelse av ugress i radene er nødvendig. Det har vært vanlig å benytte jordherbicidet simazin mot frøgress, men simazin blir forbudt for salg i Norge etter 1997, og det er derfor viktig å finne alternative løsninger til ugressbekjempelse.

Jorddekking er et alternativ. Childs (1941) fant at dekking (mulching) med kuttet gress økte både vegetativ vekst og avling i bringebær, men førte også til økt utgang av planter som følge av at røttene råtnet i år med mye nedbør. Årsaken kan

ha vært angrep av *Phytophthora* spp. Se senere forsøk har vist at dekking med gress fører til økt plantedød i jord som er smittet med rød rottråte i bringebær (*Phytophthora fragariae* var. *rubi*) (Heiberg 1995).

Trinka & Pritts (1992) sammenlignet bruk av jorddekke (kuttet gress eller plast) i anleggsåret med åpen jord (håndluking eller herbicid) i felt med vevsformerte bringebærplanter, og fant at jorddekke førte til økt vekst i anleggsåret og bedre avling året etter.

Sammenlignet med mekanisk og kje-

misk ugressbekjemping har dekking med svart eller brun plast i eple gitt bedre vekst og større avling de første årene etter planting (Husabø 1975, Måge 1982, Kongsrud 1992). Under norske klimaforhold har jorddekking med plast gitt variable resultater på avlingsnivået i jordbær (Thorsrud 1965, Måge 1986, Nestby 1992, Kongsrud 1994), men jorddekking med plast til jordbær anbefales for å lette ugresskampen og redusere jordsøl på bærene (Nes 1984). I tillegg oppnår man litt tidligere bærmodning (Kongsrud 1994).

Det negative med svart plast har først og fremst vært knyttet til merarbeid under planting, økte kostnader og problemer med plastavfall. Plastkvaliteten har også vært et problem, ofte har ikke plasten vært av god nok kvalitet til å holde i langvarige kulturer.

Bringebærplanten har toårige skudd og jorddekkingen må ikke hindre nye skudd å komme opp. I Norge blir bringebær vanligvis dyrket som en sammenhengende rad, der en beholder skudd som kommer opp i en 20-30 cm bred stripe langs raden. Thorsrud (1973) dekket jorden med svart plast i 90 cm brede striper på begge siden av raden, slik at det ble en 30 cm åpen stripe i midten til bringebærplantene. Plastdekking reduserte arbeidet med å fjerne skudd som kom opp på utsiden av raden, og gav en liten avlingsøkning, men ved en slik dyrkingsmåte ble ikke ugress hindret i å komme opp i selve raden. Skal svart plast hindre ugress i raden må bringebærplantene beholdes som enkeltplanter, slik det er vanlig bl. a. i Skottland (Wright & Waister 1982).

Uten kunstig vanning kan dekking med svart plast føre til avlingsreduksjon (Treder et al. 1993). Dekking med svart plast bør derfor kombineres med en vanningsmetode som sikrer at rotsystemet under plasten får tilgang på vannet. Ved dryppvanning kan både vann og næ-

ring tilføres direkte til jorden under plasten.

Formålet med denne undersøkelsen var å undersøke om dekking med svart plast kan være et alternativ til bruk av jordherbicid i raden ved dyrking av bringebær. Undersøkelsen er den første som viser effekter av jorddekking med svart plast i kombinasjon med drypp- og gjødselvanning til bringebær.

Materiale og metoder

I 1990 ble det plantet et verdiprøvingfelt på tre rader med ni bringebærsorter ved Planteforsk Ullensvang forskingssenter avd. Njøs, Leikanger i Sogn. I tilknytning til dette feltet ble det samtidig plantet en rad med tre sorter der det ble brukt svart plast som jorddekking. To av sortene, 'Chilliwack' og 'Veten', var med i begge felt. Bortsett fra jordbehandlingen har begge felt fått lik behandling, og effekten av plast ble undersøkt ved å sammenligne resultatene fra de to sortene i verdiprøvingfeltet med resultatene fra den plastdekte raden. I verdiprøvingfeltet var det åpen jord i raden, og ugresset ble bekjempet med jordherbicid (simazin 300 ml/daa). Både verdiprøvingfeltet og plastraden var lagt opp som et blokkforsøk med tre blokker. Hver rute var 3 m lang, med 6 planter og 50 cm mellom plantene. Mellom hver rute var det et åpent felt på 2 m. I verdiprøvingfeltet ble det åpne feltet mellom rutene dekket med takpapp. Radavstanden var 3,5 m, og mellom radene ble det sprøytet med simazin hver vår (300 ml/daa). I tillegg ble det flekksprøytet med Finale og Nabu-S ved behov.

Forsøket ble plantet på en siltig mellomsand, med et moldinnhold på 3,6 % i øvre jordlag (5-10 cm). Forbehandling før planting var ett år med brakking og

ett år med ettårig raigrass. Før planting ble jorden frest og dryppvanningslanger ble lagt i alle rader (RAM 17, 1,6 l/t, med 50 cm mellom drypppunktene). Plast (0.05 mm) ble lagt ut før planting, og det ble skåret ut runde hull i plasten med diameter på ca 20 cm for hver plante. Bredden på plasten var 120 cm, med 90 cm bredde over jord.

Forsøket ble plantet 23. mai 1990. Planter av 'Chilliwack' ble levert fra Planteforsk Apelsvoll forskingssenter avd. Kise, mens planter av 'Veten' ble drevet frem i plasthus på Njøs fra rotmasse levert av Gartnerhallens Eliteplantestasjon, Sauherad.

Plantene ble skåret helt ned i mai 1991, og skuddene ble bundet opp etter Gjerde-metoden samme høst (Øydvin 1986). Alle skudd under 160 cm ble fjernet, og det ble tynnet ut til ca 40 skudd pr. rute. I plastdekte ruter kom det kun nye skudd opp i plantehullet, og i herbicidbehandlede ruter ble alle skudd i raden utenom de opphavelige plantene fjernet tre ganger i løpet av vekstsesongen. De friskeste og kraftigste skuddene ble beholdt, med jevnest mulig fordeling mellom plantene. Om våren ble skuddene tynnet til maksimalt 24 skudd pr. rute etter de samme kriterier som om høsten, med maksimum 6 skudd pr. plante. Etter uttynning ble skuddene toppet ved 160 cm. Nye skudd som kom opp utenfor raden ble fjernet tre ganger i løpet av vekstsesongen hvert år. Skuddene ble lagt mellom radene og knust med greinknuser.

Det ble tatt bladprøver av 'Veten' hver høst, og feltene ble gjødslet på grunnlag av bladprøvene. Feltene ble stripegjødslet (ca 1,20 cm bredde) om våren med fullgjødsel (1991, 1992) eller kalksalpeter med bor (1993, 1994), tilsvarende 0,6 kg N pr. 100 m rad. I tillegg ble feltene tilført gjødselvann (Kalksalpeter Gartner-vare og Superba, rød) gjennom drypp-

vanningssystemet en gang pr. uke i juni og juli. Mengde tilført N pr. 100 m rad: 1990: 0,44 kg; 1991: 0,54 kg; 1992: 0,66 kg; 1993: 0,89 kg; 1994: 0,54 kg.

Vegetative målinger

Registreringene ble utført i avlingsårene 1992-1994. Høyden på skuddene ble registrert på ti skudd midt i hver rute etter uttynning, men før topping, om våren. Antall skudd pr. rute etter uttynning ble registrert. Internodi lengden ble registrert ved å måle avstand mellom fem lateraler (nr. 5-9 regnet fra toppen) på 5 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. 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 i tre år.

Generative målinger

Blomstingsmengden 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 blomstring ble bestemt ved å registrere dato for første blomst og for full blomstring (60-70 % blomstring). 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. Bærvekt ble registrert ved å veie 50 bær, plukket tilfeldig i ruten, ved hver høsting. Databehandling og variansanalyser er ut-

ført med statistikkprogrammet NM, og signifikansnivå er markert n.s.= $P>0,05$, *= $P<0,05$, **= $P<0,01$, ***= $P<0,001$.

Resultater

Vegetativ vekst

Jorddekking med svart plast førte til økt vegetativ skuddvekst i begge sortene (tabell 1). Jorddekking gav høyere skudd, lengre lateraler, og lenger avstand mellom lateralene. Samtidig førte jorddekking til økt vinterskade. For 'Veten' var det forskjell på jordbehandlingene i antall skudd pr. rute etter uttynning om våren. Med jorddekking var veksten og sunnheten i skuddene tilstrekkelig til at det ble satt igjen 24 skudd pr. rute i alle tre avlingsår, mens det i åpen jord ble satt igjen 21,8 skudd pr. rute i gjennomsnitt. For 'Chilliwack' var det ingen forskjell mellom behandlingene i antall skudd pr.

rute etter uttynning, gjennomsnittet var 23,7 skudd. Det var ingen forskjell på behandlingene når det gjaldt greining. I middel ble det registrert forgreining på 16 % av skuddene i 1992, seinere var det under 10 % forgreining.

Kalium- og nitrogenkonsentrasjonen var høyere i blad fra planter som stod i svart plast enn i åpen jord de første tre årene etter planting (tabell 2). Både K- og N-konsentrasjonen i bladprøver fra plantene med jorddekking låg over det optimalområde som er anbefalt for bringebær i Norge (Nes 1984). Fjerde år etter planting, var konsentrasjonen av både N og K høyere i åpen jord.

For de andre næringsstoffene var det ikke signifikante forskjeller i konsentrasjon etter dyrking i plast eller i åpen jord. Gjennomsnittsverdiene de for fire årene 1991-1994 var: Fosfor 0,33 %, magnesium 0,39 % og kalsium 0,99 %. Innhol-

Tabell 1. Vegetativ vekst i bringebær dyrket med jorddekking med svart plast og i åpen jord. Gjennomsnitt av tre avlingsår og to sorter.

Table 1. Vegetative growth in red raspberry planted in soil mulched with black polyethylene and in open soil. Mean of three harvesting years and two cultivars.

	Skudd høyde i cm	Inter- nodic lengde i cm	Lateral lengde i cm	Prosent skadete knopper
	<i>Cane length in cm</i>	<i>Inter- node length in cm</i>	<i>Lateral length in cm</i>	<i>Percent damaged buds</i>
Åpen jord <i>Open soil</i>	220	5,9	44	13
Svart plast <i>Mulching</i>	236	6,9	54	17
Signifikans <i>Significance level</i>	**	*	*	*

Tabell 2. Konsentrasjon av kalium og nitrogen (% tørrvekt) i bladanalyser for 'Veten' dyrket med jorddekkning med svart plast og i åpen jord. Middel av fire år (1991-1994)

Table 2. Concentration of potassium and nitrogen in leaves (% dry weight) in cv 'Veten' planted in soil mulched with black polyethylene and in open soil. Mean of four years (1991-1994).

	Kalium <i>Potassium</i>		Nitrogen <i>Nitrogen</i>	
	Åpen jord <i>Open soil</i>	Plast <i>Mulching</i>	Åpen jord <i>Open soil</i>	Plast <i>Mulching</i>
1991	1,83	1,83	2,75	3,05
1992	1,45	1,84	2,64	2,84
1993	1,66	2,30	2,91	3,31
1994	1,66	1,60	3,36	3,23
Middel Mean	1,65	1,89	2,92	3,11

Tabell 3. Salgbar avling (kg/daa), råtne bær (kg/daa) og bærstørrelse (g/bær) i bringebær dyrket med jorddekkning med svart plast og i åpen jord. Gjennomsnitt av tre avlingsår og to sorter.

Table 3. Saleable yield (kg/0.1 ha), rotted berries (kg/0.1 ha) and berry size (g/berry) in red raspberry planted in soil mulched with black polyethylene and in open soil. Mean of three years and two cultivars.

	Salgbar avling <i>Yield</i>	Vekt av råtne bær <i>Weight of rotted berries</i>	Bærvekt <i>Berry weight</i>
Svart plast <i>Mulching</i>	1309	25,1	4,3
Åpen jord <i>Open soil</i>	1441	26,3	4,1
Signifikans <i>Significance level</i>	*	n.s.	n.s.

det av bor var 34 ppm av tørrvekten. Mangankonsentrasjonen ble kun målt i 1994, og innholdet var 47 ppm. Verdiene av kalsium ligger litt under optimalområdet for næringsinnhold i bringebær, de øvrige ligger litt i overkant (Nes 1984).

Generative målinger

De to sortene reagerte forskjellig på jordbehandlingene når det gjaldt blomsterknoppdannning. 'Veten' dannet færre blomster ved dyrking i svart plast enn i åpen jord, med henholdsvis med 10,9 og 12,2 blomsterknopper pr. lateral. For 'Chilliwack' var det ikke signifikante for-

skjeller mellom jordbehandlingene. I middel ble det dannet 11,7 blomster pr. lateral hos denne kultivaren.

Begge sortene hadde signifikant større avling i åpen jord enn i svart plast (tabell 3). I gjennomsnitt for de tre avlingsårene førte jorddekkning til en avlingsreduksjon på 9,1 % sammenlignet med dyrking i åpen jord. Begge sortene hadde størst avling første bærear. Det var ingen forskjell på mengden råtne bær. Det var tendens til større bær ved bruk av jorddekkning med svart plast, men forskjellen var ikke signifikant.

Det ble ikke funnet forskjeller i knopp-

Tabell 4. Fenologiske data fra bringebær dyrket med jorddekkning med svart plast og i åpen jord. Gjennomsnitt av 3 avlingsår og to sorter.

Table 4. Phenological data in red raspberry planted in soil mulched with black polyethylene and in open soil. Mean of three years and two cultivars.

	Knopp lengde 15.april mm	Knopp lengde 5.mai mm	Dato for 1. blomst (juni)	Dato for full blomstring (60-70 %) (juni)
	<i>Bud length in mm 15th. April</i>	<i>Bud length in mm 5th. May</i>	<i>Date of first flower (June)</i>	<i>Date of 60-70% open flowers (June)</i>
Åpen jord <i>Open soil</i>	16.1	60.6	14	23
Svart plast <i>Mulching</i>	15.5	59.4	17	24
Signifikans <i>Significance level</i>	n.s	n.s	n.s	n.s

vekst om våren (tabell 4). Det var en svak tendens til seinere blomstring med jorddekkning, men forskjellene var ikke signifikante (tabell 4). Jorddekkning påvirket ikke modningstidspunkt for bærene.

Diskusjon

Jorddekkning med svart plast førte til økt vegetativ vekst. Denne effekten av jorddekkning er registrert i flere frukt- og bærkulturer (Måge 1982, Kongsrud 1994). Jordtemperaturen under plastdekke er høyere, noe som fører til raskere nedbryting av organisk materiale. Det øker tilgangen på nitrat i jorden de første årene etter planting (Thorsrud 1968).

Avlingsreduksjonen som ble registrert ved dyrking i svart plast sammenlignet med åpen jord skyldes trolig at veksten ble for kraftig i svart plast. Den økte lengdeveksten i skuddene førte til lengre avstand mellom nodiene og færre frukt bærende lateraler under topp høyde. Crandall et al. (1974) fant at dette til en viss grad ble kompensert av at antall bær pr. lateral økte med økende lengdevekst. En slik effekt ble ikke registrert i dette forsøket. Tvert i mot ble det hos sorten 'Veten' som ble dyrket i svart plast dannet færre blomster pr. lateral til tross for at skuddene var lengre. Ljones (1965) fant at høy N-konsentrasjon i plantene gav større frukter i bringebær, men i dette forsøket var ikke denne økningen i bærestørrelse signifikant.

Det er påvist at høy N-konsentrasjon i bringebærplantene gjør dem mer utsatt for frostskaide (Kongsrud 1969, Nestby & Kongsrud 1993). Årsaken til økt overvintringsskade ved dyrking i svart plast er derfor trolig en effekt av for høy N-konsentrasjon i plantene. Skade som oppstår som følge av høy N-konsentrasjon i bringebærplanten kan ha sammenheng

med nedgang i B-konsentrasjonen ved økende N-opptak (Ljones 1965, Ljones & Sakshaug 1967). I dette forsøket var B-konsentrasjonen innenfor optimums-området, og det er derfor lite trolig at B-mangel har vært årsaken til økt overvintringsskade.

Plantene fikk tilført 44 % av N som overflategjødsling i en stripe langs radene. I rutene med plast havnet dermed en stor del av næringsstoffene i jorden utenfor plastraden, og ble tatt opp av bringebær røttene der. Det var åpen jord mellom radene, slik at det ikke var konkurranse fra annen vegetasjon. I felt med vegetasjon mellom radene, vil en slik gjødslingsmetode være lite effektiv på grunn av konkurranse fra denne vegetasjonen, og all næring bør derfor tilføres gjennom dryppvanningsanlegg.

Resultatene fra forsøket viser at jorddekkning med svart plast i kombinasjon med dryppvanning og gjødselvanning er et alternativ til bruk av simazin i bringebærkulturen. Jorddekkning med svart plast hindret ugress i radene, og reduserte skjæringsarbeidet i vekstsesongen ved at bringebærskuddene kun kom opp i plantehullene i platen. Hull med diameter på 20 cm var tilstrekkelig for å få opp nok nye skudd hvert år. Ved å ta hensyn til at det blir økt nitrogentilgang under plast de første årene etter planting, vil en kunne unngå negative effekter av for høy N-konsentrasjon i plantene.

Sammendrag

Jorddekkning med svart plast ble sammenlignet med dyrking i åpen jord, i forsøk med to bringebærsorter. Feltet ble vannet med dryppvanning og gjødslingen ble delt mellom stripegjødsling langs radene og gjødselvanning gjennom dryppvanningsanlegget. Platen hindret ugresset i å

komme opp i radene, og skjæringsarbeidet ble redusert ved at bringebærskuddene bare vokste opp i plantehullene. Hull med diameter på 20 cm var tilstrekkelig for å få nok nye skudd hvert år. N-konsentrasjonen var høyere i planter dyrket i plast enn i planter dyrket i åpen jord. Dette gav sterkere vegetativ vekst, lengre avstand mellom nodiene, færre lateraler pr. skudd, økt knoppdød og redusert avligningsnivå sammenlignet med åpen jord. Ved jorddekking med svart plast må det derfor taes hensyn til økt N-tilgang under plasten de første årene etter planting for å unngå negative effekter av for høy N-konsentrasjon i plantene.

Etterord

Takk til forskningstekniker Roald Lunde for godt teknisk arbeid, og til forsker Arntfinn Nes for kritiske kommentarer til manuskriptet.

Litteratur

- Childs, W.H. 1941. Production, berry size and growth of red raspberries as influenced by mulching. Proc. Amer. Soc. Hort.-Sci. 38:405-409
- Crandall, P.C., J.D. Chamberlain & K.A. Bidermost 1974. Cane characteristics associated with berry number of red raspberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99:370-372.
- Heiberg, N. 1995. Control of root rot of red raspberry caused by *Phytophthora fragariae* var. *rubi*. Plant Pathology 44:153-159.
- Husabø, P. 1975. Nyare jordkulturmåtar til unge epletre. Frukt og bær 1975:42-50.
- Kongsrud, K.L. 1969. Vatningsforsøk med bringebær. Forskning og forsøk i landbruket 20:435-446.
- Kongsrud, K.L. 1992. Virkninger av gjødselvatning og jorddekking med brun plast til tre eple sorter. Norsk Landbruksforskning 6:401-412.
- Kongsrud, K.L. 1994. Virkninger av plastdekking og planteavstander ved sommerplanting av jordbærsortene «Senga Sengana», «Korona» og «Bounty». Norsk Landbruksforskning 8: 31-48.
- Ljones, B. 1965. Fertilizer effects on raspberry yield. Meld. Norges Landbr.høgskole 44. nr.15:13 s.
- Ljones, B. & K. Sakshaug 1967. Nitrogen effects on composition and yield components of raspberry cultivars. Meld. Norges Landbr.høgskole 46. nr.12:19 s.
- Måge, F. 1982. Black plastic mulching, compared to other orchard soil management methods. Scientia Horticulturae 16:131-136.
- Måge, F. 1986. Dyrkingsforsøk med jordbær. Frukt og bær 1986:87-94
- Nes, A. 1984. Bær dyrking. Landbruksforlaget, Oslo, 158 s.
- Nestby, R. 1992. Virkning på avlingskomponenter og kvalitet i tre jordbærsorter av jorddekking med plastfolie, radtype og redusert styrke av soppmiddel mot gråskimmel (*Botrytis cinerea*). Norsk Landbruksforskning 6:173-181.
- Nestby, R. & K.L. Kongsrud 1993. Effect of broadcasted and fertigated N and raised beds on yield and freeze injury of the red raspberry (*Rubus idaeus* L.) Norwegian

Journal of Agricultural Sciences 7:249-259.

Thorsrud, J. 1965. Dyrkingsforsøk med jordbær. VI. Forsøk med svart plastfolie til jorddekkning. Yrkesfrukt dyrking. nr. 1:1-6.

Thorsrud, J. 1968. Sorts- og jorddekkingsforsøk med solbær planta som hekk. Forskning og forsøk i landbruket 19:477-486.

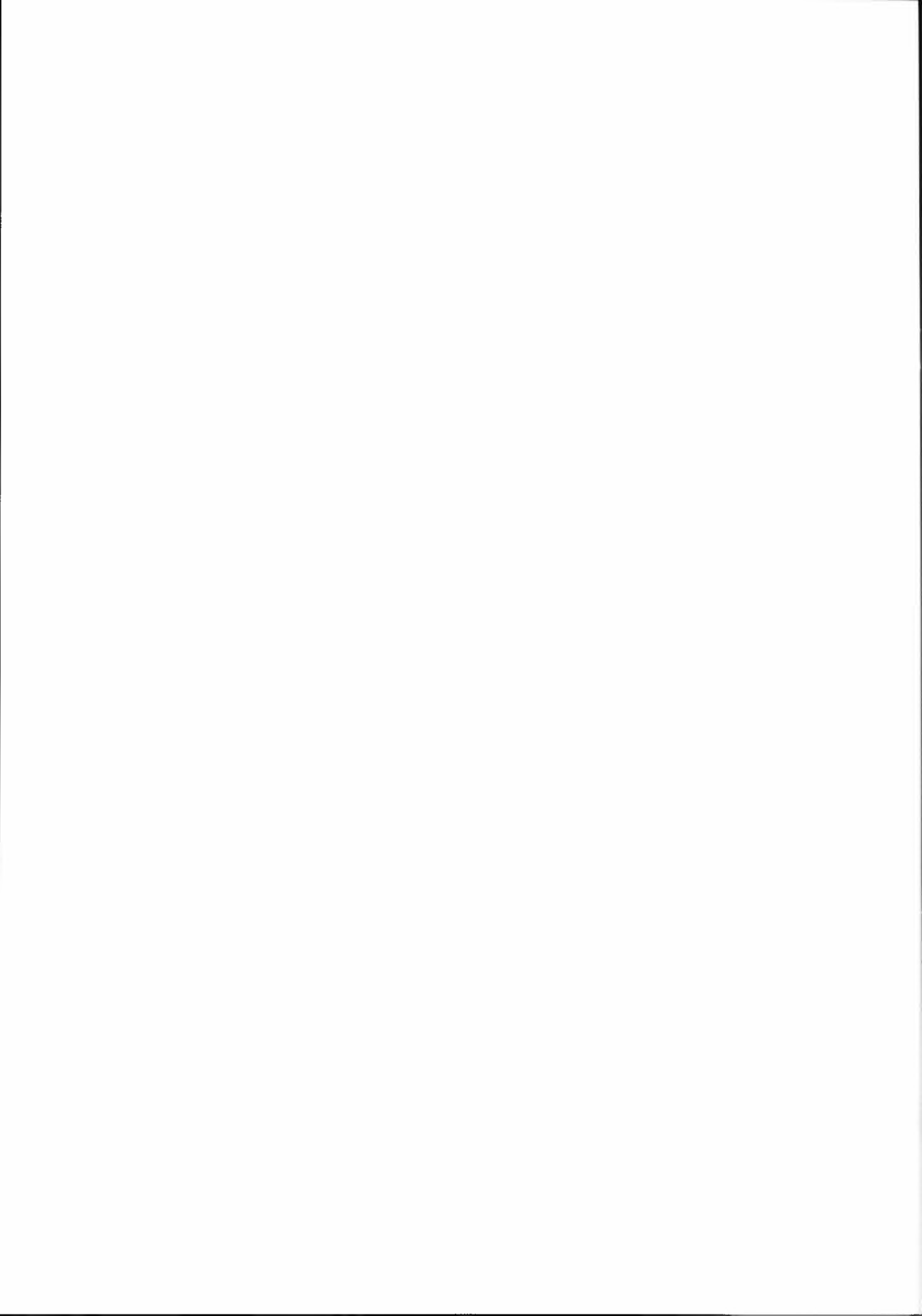
Thorsrud, J. 1973. Dyrkingsforsøk med bringebær 1968-72. Gartneryrket 63:446-448.

Treder, W., D. Chlebowska & R. Holownicki 1993. Effect of irrigation and mulching with black foil on yielding of raspberry cv. Canby. Acta Horticulturae 352:129-132.

Trinka, D.L. & M.P. Pritts 1992. Micro-propagated raspberry plant establishment responds to weed control practice, row cover use, and fertilizer placement. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:874-880.

Wright, C.J. & P.D. Waister 1982. Within-plant competition in the red raspberry. I. Primocane growth. Journal of Horticultural Science 57:437-442.

Øydvin, J. 1986. The Gjerde method for training raspberries. Effects of increasing cane number and cane height. Acta Horticulturae 183:173-174.



Nitrogengjødsling for sein høsting av gras etter vårspreiing av storfeblautgjødning

Nitrogen application rates for late season harvesting of grass following spring application of cattle slurry

ÅDNE HÅLAND

Planteforsk Særheim forskingssenter, Klepp st., Norge

The Norwegian Crop Research Institute, Særheim Research Centre, Klepp station, Norway

Håland, Å. 1996. Nitrogen application rates for late season harvesting of grass following spring application of cattle slurry. *Norsk landbruksforskning* 10: 25-34. ISSN 0801-5333.

In field trials in annual ryegrass or grass leys, conducted on 36 commercial farm sites in south-west Norway, there were throughout the growing season no significant effects of springapplied cattle slurry+mineral fertilizer on the soil mineral nitrogen content compared with application of mineral fertilizer only. However, it was found that mineral fertilizer gave a better yield than the combined application. Increased N rates of up to 90 kg per hectare, applied after 2nd cut, enhanced the soil mineral N content at depths of 0-20 cm and 20-40 cm after the 3rd (and final) cut. In the grass ley fields, where the slurry was not incorporated in the soil, the content was highest in the top layer. Nitrogen increments in excess of 30 kg per hectare resulted in only a small yield increase. It is therefore generally recommended that, in order also to protect the water environment against heavy pollution, an application rate restricted to 30-40 kg N per hectare for the last regrowth should be used.

Key words: Annual ryegrass, cattle slurry, grass leys, late season, mineral fertilizer, nitrogen, yield.

Ådne Håland, Planteforsk, The Norwegian Crop Research Institute, Særheim Research Centre, N-4062 Klepp station, Norway.

Bruk av husdyrgjødsel i grovfôrdyrkinga er ein nødvendig, men usikker praksis med omsyn til gjødselverknad og forureining av vatn og luft. Særleg nitrogenet i gjødsla er utsett for utvasking og fordamping. Kor sterk verknad gjødsla har på planteveksten og kva tid verknaden kjem, er usikkert. Dette har m.a. å gjera med gjødsla sitt varierende innhald av plantenæringsstoff og vatn og med vekslande driftsforhold, jordsmonn og jord-

fysiske forhold. Veret under og etter spreining er dessutan avgjerande for storleiken på ammoniakktapet. Verforholda kan også påverka nitrogentapet frå jorda gjennom forskjellige vilkår for mineralisering, nitrifikasjon, nitrogenopptak i plantene, denitrifikasjon og avrenning.

Når husdyrgjødsel blir spreidd om våren, veit ein derfor lite om kor mykje mineralisert nitrogen som i kvart tilfelle står til disposisjon for grasveksten til siste

slått, og det er etter nest siste slått usikkert kor sterk nitrogengjødsling som er miljømessig forsvarleg.

For vestnorske eller liknande vekstforhold er det på eng gjennomført få eller ingen vekstforsøk med registreringar av mineralisert restnitrogen i jorda om hausten, på stader der det er spreidd husdyrgjødsel om våren same året. For Europa er det funne berre ein rapport (frå England) med ein viss relevans til spørsmålet som er tatt opp i forsøka våre (Thijeel og Burford, 1975). Denne omtalar og diskuterer m.a. utviklinga og nedvasking av nitrat i det øvre jordlaget gjennom vekstsesongen og den etterfølgjande haust og vinter, etter tilføring av 55 t blautgjødsel pr. dekar til eng tidleg om våren. Dette er ei svært stor mengd husdyrgjødsel som ikkje er aktuell i praksis.

To seriar lokale forsøk i grasmark blei gjennomførde i åra 1989-93 i samarbeid med forsøksringar i Sørvest-Norge for å registrera verknaden av vårspreidd husdyrgjødsel på behovet for ny N-gjødsling til siste slått og for risikoen for utvasking av nitrat etter vekstsesongen.

Forsøksringar som medverka var Sauda og Suldal, Hjelmeland, Rennesøy, Jæren, Dalane, Flekkfjordregionen, Lyngdal og Midt-Agder. To engfelt låg dessutan ved Planteforsk Særheim forskingssenter.

Materiale og metodar

Talmaterialet er avlings- og analyseresultat frå to seriar med lokale markforsøksfelt i åra 1989-93, 17 felt i italiensk raigras (dyrka som eitt-årig) og 19 tilsvarende felt i vanleg eng. Alle felta var eitt-årige, men for engfelta blei det i tillegg tatt rutevis avlingskontroll ved første slått andre året etter at alle ruter om våren var gjødsla med 70% av vanleg N-mengd i

fullgjødsel. Forsøksplanen går fram av tabell 1.

Husdyrgjødsla til ledd B og C, blei supplert med mineralgjødsel, slik at dei totale, verksame N-, P- og K-mengdene skulle bli optimale og så nær som muleg dei same som på ledd A. Etter 1. slått blei det gitt like store N-mengder i kalkamonsalpeter til alle ledd, bortsett frå ledd C på raigrasfelta, som hadde fått dobbel husdyrgjødselmengd om våren og derfor sannsynlegvis ville gi sterkare etterverknad enn dei andre ledda.

Forsøksplanen var split plot, og husdyrgjødsla blei spreidd på storruiter. Ledd A var under spreinga dekk med plastfolie for å hindra at noko gjødsel kom inn på desse rutene. Dei forskjellige N-mengdene etter 2. slått blei tilførde på småruter, i form av kalksalpeter.

Til raigras blei husdyrgjødsla på dei enkelte felta spreidd anten før eller etter vårpløying, slik at ho på nokre felt blei pløygde ned og på andre felt berre harva ned i jorda. På engfelta blei husdyrgjødsla og mineralgjødsla spreidd på overflata. På raigrasfelta blei mineralgjødsla harva ned.

Forsøksfelta låg på vanlege husdyrgardar i Vest-Agder og Rogaland. Av raigrasfelta låg 5 i Vest-Agder og 12 i Rogaland. Fire engfelt låg i Vest-Agder og 15 i Rogaland.

På alle felta blei det brukt storfeblautgjødsel, men på eit par av felta var det noko innblanding av grisejødsel. Husdyrgjødsla blei i gjennomsnitt spreidd den 21. april på engfelta og den 25. april på raigrasfelta. Husdyrgjødsla var i kvart tilfelle frå den garden feltet låg på.

Det var berre ubetydelege forskjellar mellom dei gjennomsnittlege analyseverdiane for gjødsla som blei brukt på raigrasfelta og den som blei brukt på engfelta. Gjennomsnittet for alle felta (tabell 2) samsvarar elles bra med tidlegare analysar av storfeblautgjødsel frå vestnor-

Tabell 1. Gjødslingsplan, kg pr. dekar
 Table 1. Treatments, kg per decare (0.1 ha)

Vårgjødsling <i>Spring application</i>	Etter 1.slått <i>After 1st cut</i> Kalkammonsalpeter <i>Ammonium nitrate</i>
EITT-ÅRIG RAIGRAS ANNUAL RYEGRASS	
A. 12 kg N i Fullgjødning 14-6-16	12 kg N
12 kg N in NPK 14-6-16	
B. 4 t blautgj. + 4 kg N i Fullgj. 25-3-6	12 kg N
4 t slurry + 4 kg N in NPK 25-3-6	
C. 8 t blautgj. 8 t slurry	8 kg N
ENG GRASS LEYS	
A. 15 kg N i Fullgjødning 14-6-16	10 kg N
15 kg N in NPK 14-6-16	
B. 2 t blautgj. + 13 kg N i Fullgj. 22-2-12	10 kg N
2 t slurry + 13 kg N in NPK 22-2-12	
C. 4 t blautgj. + 11 kg N i kalkammonsalp.	10 kg N
4 t slurry + 11 kg N i ammonium nitrate	

ETTER 2.SLÅTT, ALLE FELT, KALKSALPETER
AFTER THE 2ND CUT, ALL TRIALS, CALCIUM NITRATE

- a. 0 kg N
- b. 3 kg N
- c. 6 kg N
- d. 9 kg N

ske husdyrdistrikt (Håland, 1988).

Kalksalpeter på ledd b, c og d blei spreidd like etter 2.slått, i middel den 6. august på engfelta og den 17. august på raigrasfelta.

Dominerande grasartar på engfelta var timotei, engsvingel og fleirårig raigras, og på dei aller fleste felta med italiensk raigras var sorten Meritra sådd. Gjennomsnittleg sådato var 2. mai.

Forsøksfelta blei hausta tre gonger. For engfelta var gjennomsnittleg haustedato for tredje slått 1. oktober og for raigrasfelta 6. oktober.

Ved alle slåttane blei leddvise avlingsprøver analyserte for Total-N, P, Mg, Ca

og K. Analysane blei utførte av Planteforsk Løken forskingsstasjon med NIRS-teknikk.

Det var torvjord på to av raigrasfelta og eitt av engfelta. Resten av felta låg på mineraljord der sandfraksjonen domierte. Jordprøver blei tatt før anlegg frå matjordlaget på kvart felt. Analyser viste i middel for felta følgjande verdiar:

pH 6,0 P-AL 20 K-AL 7,3 K-HNO₃ 43
Mg-AL 10 Ca-AL 131

Dette er stort sett vanlege analyseresultat på dyrka jord i regionen - med høgare P-AL-nivå enn nødvendig for intensiv

Tabell 2. Analysar av storfeblautgjødssel brukt i forsøka, g pr. 100 g gjødssel

Table 2. Analyses of cattle slurry used in the trials, g per 100 g slurry

	Tal analysar <i>No. of analyses</i>	Gjennomsnitt <i>Average</i>	Variasjon <i>Range</i>
Tørrstoff DM	30	7,4	4,2 - 12,7
Total N	30	0,43	0,32 - 0,61
NH ₄ -N	30	0,26	0,15 - 0,45
P	30	0,070	0,031 - 0,138
K	30	0,36	0,18 - 0,53
Mg	27	0,048	0,023 - 0,092
Ca	27	0,101	0,050 - 0,160
Na	8	0,043	0,029 - 0,073

grovfôr dyrking. Det var få ekstreme enkeltanalysar.

Leddvis jordprøver blei tatt ut i to sjikt etter alle haustingane på 9 raigrasfelt og 10 engfelt for analyse av ammonium- og nitrat-N-innhald. Etter første og andre slått blei prøvene tatt på storruiter (ledd A, B, C) og etter tredje slått på småruiter (ledd a, b, c, d).

Resultat

Jordanalysar

Dei tre forsøksledda på storruiter (A,B,C) gav ikkje, i middel for alle analyserte felt, signifikant forskjellig innhald av mineral-N i jorda, verken etter 1., 2. eller 3.slått (Tab. 3 og 4). Men det var store forskjellar i utslag frå felt til felt.

Etter 1.slått var det på raigrasfelta ikkje signifikante skilnader mellom dei to jordsjikt. Men på engfelta var det klart mest nitrat i det øvre sjiktet. Etter 2.slått var nitratinnhaldet og sum mineral-N på raigrasfelta klart lågare i sjiktet 20-40 cm enn i 0-20 cm. Det same gjeld på engfelta for ammonium.

Stigande N-mengder etter 2.slått gav stort sett stigande innhald av mineral-N i

jorda etter 3.slått (Tab. 4). Det var også etter 3.slått for det meste klart lågare N-innhald i sjiktet 20-40 cm enn i 0-20 cm, men det var ingen signifikante samspel mellom gjødsling og sjikt. For heile sjiktet 0-40 cm var det i middel for alle felta svært små skilnader i sum mineral-N mellom ledda A, B og C.

Avlingsresultat

Ved 1.slått var det på engfelta klart minst avling på ledd C, som hadde fått dobbel blautgjødsselmengd (tab. 5). For raigras var det liten forskjell mellom ledd B og C. Ved 2. og 3.slått var det små skilnader mellom A og B både for eng og raigras. Ledd A (utan husdyrgjødsel) gav størst avling i sum for sesongen. Etterverknaden av vårgjødslinga på engavlinga ved første slått andre året var ubetydeleg.

Stigande mengder nitrogen etter andre slått gav ved 3.slått aukande avling for heilt opp til 9 kg pr. dekar (Tab. 6). Dette gjeld både for eng og raigras og alle vårgjødslingsledd.

Men det var på eng sterkare utslag på ledd A, der det var brukt berre mineralgjødssel om våren, enn på B og C, som hadde fått husdyrgjødsel. Dette samspelet var signifikant ($P < 0,05$). På ruter som

Tabell 3. Innhold av mineralnitrogen i jorda like etter 1. og 2.slått, mg/kg tørr jord
 Table 3. Soil mineral nitrogen shortly after the 1st and 2nd cuts, mg/kg dry soil

Ledd/jordsjikt Treatment/ soil depth	Etter 1.slått After the 1st cut			Etter 2.slått After the 2nd cut		
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Sum	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Sum
RAIGRAS (0-40 cm), 9 FELT ANNUAL RYEGRASS, 9 TRIALS						
A	6,1	7,9	14,0	5,9	13,4	19,3
B	7,7	11,0	18,7	7,9	28,1	34,0
C	6,0	8,0	14,0	5,5	11,7	17,2
	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0-20 cm	6,1	9,1	15,2	6,9	23,5	30,4
20-40 cm	7,1	8,9	16,0	5,9	11,9	17,8
	ns	ns	ns	ns	*	*
ENG (0-40 cm), 10 FELT GRASS LEYS, 10 TRIALS						
A	5,6	7,5	13,1	7,8	6,5	14,3
B	5,7	9,1	14,8	11,2	10,8	22,0
C	5,8	11,3	17,1	8,8	9,9	18,7
	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0-20 cm	7,0	12,4	19,4	12,0	11,6	23,6
20-40 cm	4,4	6,2	10,6	6,6	6,5	13,1
	ns	*	**	*	ns	ns

ns: not significant, *: p<0,05, **: p<0,01

ikkje blei gjødsla etter 2.slått, var det berre ubetydeleg avlingsvinst for husdyrgjødsel (B og C), samanlikna med ledd A. På raigrasfelta var det ikkje tilsvarende samspel som for engfelta.

Det var små og usikre utslag for N-gjødsling etter 2.slått på 1.slåtts avling og tørrstoffprosent i det etterfølgjande året (Tab. 6).

Avlingsanalysar

Ulik vårgjødsling hadde stort sett lite å seia for innhaldet av plantenæringsstoff i avlinga (Tab. 7). Men utslaga var regel-

messige frå felt til felt. Derfor var nokre gjennomsnittlege, svært små og praktisk uinteressante utslag (Mg), signifikante.

Størst utslag var det likevel på N-innhaldet. Ledd C, med mest husdyrgjødsel, låg lågast ved alle tre slåttane. Analysane viste elles i gjennomsnitt for dei 26 felte normale tal for P-, Mg-, Ca- og K-innhald i avlinga med litt stigande verdiar frå 1. til 3.slått.

Ved 3.slått (tabell 8) var det klar og lineær auke i N-innhald for opp til 6 kg N pr. dekar etter andre slått og berre ei svak utflating av kurva frå 6 til 9 kg N. For P,

30 *N-gjødsling seint i sesongen*

Tabell 4. Innhold av mineralnitrogen i jorda etter 3. (siste) slått, mg/kg tørr jord.

Table 4. Soil mineral nitrogen shortly after the 3rd (final) cut, mg/kg dry soil.

Ledd/jordsjikt <i>Treatment/ soil depth</i>	Raigras, 9 felt <i>Ryegrass, 9 trials</i>			Eng, 10 felt <i>Grass leys, 10 trials</i>		
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Sum	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Sum
A 0-40 cm	6,6	9,3	15,9	6,2	3,9	10,1
B "	7,3	8,4	15,7	5,8	4,9	10,7
C "	5,9	8,1	14,0	6,5	4,3	10,8
	ns	ns	ns	ns	ns	ns
a. 0N 0-40 cm	6,1	7,5	13,6	5,6	3,8	9,4
b. 3N "	6,9	8,5	15,3	5,7	4,2	9,9
c. 6N "	6,4	8,6	15,0	6,1	4,8	10,9
d. 9N "	7,0	9,7	16,7	7,2	4,7	11,9
	ns	*	*	**	ns	***
0-20 cm	6,5	9,5	16,0	8,0	5,5	13,5
20-40 cm	6,7	7,6	14,3	4,3	3,2	7,5
	ns	*	ns	***	*	***

Tabell 5. Verknader av husdyrgjødsel spredd om våren på avlingsstorleiken gjennom første sesongen og etterverknad på avlinga ved 1.slått i det etterfølgjande året.

Table 5. Responses to cattle manure applied in the spring on the yield throughout the growth season and the residual effect on the yield at the 1st cut in the following year.

Forsøksledd	Tørrstoffavling, kg pr. dekar <i>Dry matter yield, kg per decare Treatment</i>			
	1.slått <i>1st cut</i>	2.slått <i>2nd cut</i>	3.slått <i>3rd cut</i>	Sum <i>Sum</i>
ENG, 19 FELT GRASS LEYS, 19 TRIALS				
A	734	411	156	1300
B	729	395	152	1276
C	687	382	153	1222
	**	**	ns	**
RAIGRAS, 17 FELT ANNUAL RYEGRASS, 17 TRIALS				
A	391	289	205	899
B	348	287	199	852
C	363	272	199	851
	*	ns	ns	*
ENG, ETTERVERKNAD, 19 FELT LEYS, RESIDUAL EFFECT, 19 TRIALS				
A	567			
B	569			
C	579			
	ns			

Tabell 6. Verknaden av blautgjødssel spreidd om våren (A, B, C) og N-gjødsling etter 2.slått på avling og tørrstoffinnhald ved 3.slått og ved 1.slått følgjande år.

Table 6. The responses to cattle slurry applied in the spring (A, B, C) and N fertilization after the 2nd cut on the yield and dry matter content at the 3rd cut and at the 1st cut in the following year.

Forsøksledd		Tørrstoffavling, kg/daa			Prosent
Kg N/dekar		Dry matter yield, kg/decare			tørrstoff
Treatment	A	B	C	Middel	Per cent
Kg N/decare	A	B	C	Average	dry matter
ENG, 19 FELT GRASS LEYS. 19 TRIALS					
0	116	126	124	122	17.4
3	+42	+20	+28	152	16.1
6	+54	+37	+40	166	15.4
9	+65	+46	+48	175	15.0
				***	***
RAIGRAS, 17 FELT ANNUAL RYEGRASS. 17 TRIALS					
0	175	172	166	171	14.3
3	+36	+25	+39	204	13.5
6	+38	+36	+43	210	13.1
9	+48	+49	+49	219	12.8
				***	***
ENG, ETTERVERKNAD. 19 FELT LEYS. RESIDUAL EFFECT. 19 TRIALS					
0				581	21.3
3				569	21.5
6				570	21.6
9				566	21.7
				ns	ns

Mg, Ca og K var det også sterkt signifikant auke i takt med auken i N-innhald. Men særleg for Mg var auken ubetydeleg.

Diskusjon

Når husdyrgjødsel blir spreidd på jord-overflata, er nitrogenverknaden usikker, og det er vanskeleg å bestemma kor mykje mineralgjødselnitrogen som trengst eller som er forsvarleg i tillegg. I desse forsøka var mineralgjødselmengda, på

bakgrunn av tidlegare erfaring, prøvd tilpassa husdyrgjødselmengdene, slik at ledd A, B og C, for 1. og 2.slått skulle koma nokolunde likt ut med omsyn til tilgjengeleg plantenæring.

På engfelta var det i tørrstoffavling (Tab. 6) eit signifikant samspel som viser sterkare avlingsauke for stigande N-mengder på ledd A (utan husdyrgjødsel) enn på ledd B og C (med husdyrgjødsel). Sterkare avlingsauke for mineralgjødsel åleine enn for ein kombinasjon av mineral- og husdyrgjødsel til eng samsvarar

Tabell 7. Innhold av plantenæringsstoff i avlinga ved tre slåttar. Verknader av vårgjødslinga. Middel 13 felt i eitt-årig raigras og 12 i eng.

Table 7. Plant nutrient content in the herbage at three harvestings. Effects of fertilizers applied in the spring. Average of 13 trials in annual ryegrass and 12 in grass leys.

Forsøksledd <i>Treatments</i>	Tot-N	P	Prosent av tørrstoffet <i>Percentage of dry matter</i>		
			Mg	Ca	K
1.SLÅTT 1ST CUT					
A	2,74	0,30	0,18	0,47	2,81
B	2,67	0,30	0,17	0,45	2,77
C	2,56	0,29	0,17	0,45	2,77
	**		*		
2.SLÅTT 2ND CUT					
A	3,12	0,31	0,19	0,53	2,94
B	3,15	0,31	0,19	0,54	2,90
C	2,93	0,31	0,18	0,51	2,98
	**				
3.SLÅTT 3RD CUT					
A	3,36	0,34	0,20	0,56	3,01
B	3,39	0,35	0,20	0,56	3,05
C	3,25	0,34	0,20	0,55	2,98
	*		*		

godt med tidlegare norske forsøksresultat (Tveitnes 1979, Håland 1988).

For dei nye forsøka betyr dette at det, i middel for 19 engfelt, mellom 2. og 3.slått, var tilgang på noko meir mineral-N i jorda med enn utan husdyrgjødsel. Dette kan utleiast av at avlinga utan ny N-gjødsling i forsøka var høgare og avlingsauken for stigande N-mengder svakare med husdyrgjødsel enn utan. At dette høgare N-innhaldet i jorda ikkje er sikkert påvist med jordanalysar, kan m.a. skuldast at forskjellar mellom felta i vilkår for mineralisering av N i husdyrgjødsla har gitt uregelmessige utslag på mineral-N-innhaldet. Forskjellig N-opp- tak på forsøksledda kan også på enkelt-

felt ha jamna ut skilnader i N-innhald i jorda.

I middel for raigrasfelta blei det ved 3.slått ikkje påvist tilsvarande samspel som for engfelta. Det er ikkje grunnlag for å seia sikkert kva som er årsak til denne skilnaden mellom engfelta og raigrasfelta, men det er sannsynleg at det har samanheng med at gjødsla på raigrasfelta blei mylda ned like etter spreing.

For dei tre vårgjødslingsledda var avlingsauken for stigande N-mengder etter 2.slått nokså lik på eng- og på raigrasfelta (Tab. 6). Den første dosen på 3 kg N pr. dekar gav i alle tilfelle klar avlingsauke. Auka N-mengd utover 3 kg gav lita tilleggssavling. Dobla husdyrgjødsel-

Tabell 8. Innhold av plantenæringsstoff i avlinga ved 3.slått. Verknad av N-gjødsling etter 2.slått. Middel 14 felt i eitt-årig raigras og 12 i eng.

Table 8. Plant nutrient content in the herbage at the third harvesting. The effect of different N rates applied after the 2nd cut. Average of 14 trials in annual ryegrass and 12 in grass leys.

Forsøksledd, kg N/daa Treatments, kg N per decares	Prosent av tørrstoffet Percentage of dry matter				
	Tot-N	P	Mg	Ca	K
0	2,99	0,33	0,20	0,53	2,84
3	3,22	0,34	0,20	0,56	3,02
6	3,47	0,35	0,21	0,57	3,05
9	3,63	0,36	0,20	0,58	3,15
	***	***	***	***	***

mengd (ledd C i forhold til B, for raigras frå 4 til 8 t blautgjødsel pr. dekar og for eng frå 2 til 4 t) endra altså ikkje vesentleg på dette forholdet, truleg fordi det på desse ledda var gitt tilpassa mineralgjødsel-mengd tidlegare i sesongen.

Ved 3.slått (Tab. 4) auka N-innhaldet i avlinga med stigande N-mengder etter 2.slått opp til største mengd (9 kg/daa). Sidan det og var ein viss avlingsauke, var det altså mellom 2. og 3.slått ein klar auke i plantene sitt N-opptak med stigande N-mengder. Likevel var det samtidig stigande innhald av mineral-N i jorda.

Det var altså i desse forsøka ein viss auke i risikoen for utvasking haust/vinter av nitrogen tilført etter 2.slått, medan til dels store husdyrgjødselmengder, som ein del av vårgjødslinga, ikkje skilde seg frå ein-sidig bruk av mineralgjødsel om våren, når det gjeld potensiale for N-utvasking. Sidan dette potensialet auka med stigande N-mengder etter 2.slått, og sidan avlinga auka lite for meir enn minste N-dose, er det i praksis grunn til å vera forsiktig med bruk av nitrogengjødsel seint i sesongen. Til siste slått av enggras og eitt-årig raigras bør det sjeldan brukast meir enn 3-4 kg N pr. dekar. Dette vil oftast vera optimal N-gjødsling, økonono-

misk sett, samtidig som risikoen for stor N-utvasking blir halden nede. Denne generelle tilrådinga, som byggjer på resultat frå i alt 36 forsøksfelt med vekslande vekstvilkår, gjeld strengt tatt berre for Sørvest-Norge og når siste gjødsling skjer i begynnelsen eller midten av august månad. Dersom gjødsla til siste slått blir spreidd tidlegare, er det naturleg å nytta litt større mengd nitrogen. Gjødsling i september bør vera unntak.

Større område i Vest-Norge og delar av Midt-Norge og Nord-Norge, særleg kystnære område, har vekstvilkår som ikkje avvik meir frå dei i Sørvest-Norge enn at den nemnde gjødslingspraksis seint i sesongen, med visse tilpassingar, kan nyttast også der. Men nokre stader vil det då vera snakk om gjødsling til 2.slått i staden for 3.

På raigrasfelta var det om våren på ledd B og C spreidd dobbelt så store mengder husdyrgjødsel som på tilsvarende ledd på engfelt, og innhaldet av mineral-N i jorda var ved 3.slått noko høgare på raigras- enn på engfelt (Tab. 4). Det er likevel lite som tyder på sterk direkte samanheng her. Årsaker kan heller vera at husdyrgjødsla på raigrasfelt blei mylda ned etter spreiding og derfor

tapte mindre ammoniakk enn på engfelta og at raigraset, med betydeleg mindre avling gjennom sesongen (tab. 5), og med nokolunde same N-innhald i avlinga, førte bort mindre N enn engavlinga.

Tabell 4 viser også at det etter siste slått på raigrasfelta var litt meir nitrat-N enn ammonium-N i jorda, medan dette forholdet var klart det motsette på engfelta. Skilnaden kjem truleg av at gjødsla blei mylda ned på raigrasfelta, og at meir N derfor blei nitrifisert enn på engfelta, der gjødsla for ein stor del blei liggjande på overflata gjennom sesongen. Det relativt høge innhaldet av ammonium-N i det øvre jordsjiktet på engfelta tyder på det. Dei klimatiske forholda i Sørvest-Norge ut over hausten kan elles ikkje hindra at ein del av det ammonium-N som blei påvist etter siste slått, seinare blir nitrifisert og derfor er utsett for utvasking i form av nitrat utover seinhausten og vinteren. Drøftingane ovafor skil derfor lite mellom ammonium-N og nitrat-N og gjeld for det meste summen av dei to N-fraksjonane.

Alle engfelta blei forsøkshausta også ved 1.slått andre året. Verken jord eller planter blei då analysert, men avlingstala i tabell 5 og 6 viser ikkje nokon klar skilnad i etterverknad mellom dei forskjellige gjødslingsalternativa frå forsøks-sesongen året før. Eventuell utvasking av nitrat gjennom vinteren kan ha jamna ut forskjellane.

Samandrag

I alt 36 lokale, eitt-årige markforsøk blei gjennomførte i åra 1989-93 i eitt-årig raigras og vanleg eng i Sørvest-Norge. Formålet var først og fremst å måla verknaden av husdyrgjødsel (to mengder storfeblautgjødsel) spreidd om våren på behovet for nitrogengjødsel til 3.(siste)

slått og på risikoen for utvasking av mineralnitrogen etter vekstsesongen.

Vårgjødsling med og utan husdyrgjødsel gav i middel for alle felta ikkje signifikante skilnader i mineral-N-innhald i jorda ved nokon av dei tre slåttane. Avlinga var i sum for sesongen større der det om våren var brukt mineralgjødsel åleine enn der det var gitt ei blanding av husdyrgjødsel og tilpassa mengd mineralgjødsel. Men ved 3.slått var det same avlingsnivå med som utan husdyrgjødsel om våren.

Stigande N-mengder opp til 9 kg pr. dekar etter 2.slått gav ved 3.slått klart aukande innhald av mineral-N i jorda i sjikta 0-20 cm og 20-40 cm. På engfelta var innhaldet på det tidspunktet langt høgare i det øvre jordlaget enn i det nedre. Ved 3.slått var det svak avlingsauke for meir enn 3 kg N pr. dekar spreidd etter 2.slått. For også å redusera risikoen for nitratavrenning mest muleg, bør det derfor sjeldan brukast meir enn 3-4 kg N pr. dekar til gras på denne årstida.

Litteratur

- Håland, Å. 1988: Blautgjødsel til forskjellige grasartar. Norsk landbruksforskning 2:233-244.
- Tveitnes, S. 1979. Store husdyrgjødselmengder pr. arealeining til grønforveks-tar og eng. Meld. NLH, 58(25):1-28.

Thijeel, A.A. & J.R. Burford, 1975: Effect of the Application of Cow Slurry to Grassland on Nitrate Levels in Soil and Soil Water Contents. J. Sci. Fd. Agric. 1975, 26:1203-1213.

Verknad av Fullgjødsel[®], kalkammonsalpeter og Kalksalpeter[™] på avling og mineral samansetjing i eng

Effects by NPK fertilizer, ammonium nitrate with lime and calcium nitrate on grass yield and mineral content

TOR LUNNAN

Planteforsk, Løken forskingsstasjon

The Norwegian Crop Research Institute, Løken Research Station, Heggenes
Norway

Lunnan, T. 1996. Effects by NPK fertilizer, ammonium nitrate with lime and calcium nitrate on grass yield and mineral content. Norsk landbruksforskning 10: 35-48. ISSN 0801-5333.

Different combinations of NPK fertilizer, ammonium nitrate with lime and calcium nitrate were applied in 16 grassland experiments conducted in southern Norway. Two fertilization levels were used, and plots without fertilizer were also included. Different combinations of fertilizers at the same nitrogen level had a negligible yield effect in fields with a high content of phosphorus and potassium in the soil. The most marked effect of fertilizers was found on the mineral composition of the herbage, the greatest influence being on potassium and nitrogen content, although there were also a significant effect on phosphorus, magnesium and calcium concentrations. The uptake of nitrogen, potassium and phosphorus from unfertilized plots was high. Consequences of the results for fertilizing practices in grassland are discussed.

Key words: Calcium, fertilizers, grassland, herbage, magnesium, nitrogen, phosphorus, potassium, yields.

*Tor Lunnan, The Norwegian Crop Research Institute, Løken Research Station.
N-2940 Heggenes, Norway*

God næringsforsyning gjennom gjødsling må til for å sikre tilfredsstillande eng-avlingar. Etter at Norsk Hydro starta med produksjon og sal av Fullgjødsel, har størstedelen av engarealet i Noreg vore gjødsla med Fullgjødsel om våren. For gjødsling etter slått vart det lenge brukt mykje Kalksalpeter eller kalkammonsalpeter, medan det i dag blir brukt mest Fullgjødsel også her. Dyrkingspraksisen endrar seg over tid, til dømes er haustetidspunktet for førsteslått skive fram-

over. I dei siste åra har bruk av husdyrgjødsel på enga vorte vanlegare, og rein nitrogengjødsel, eventuelt tilsett svovel, er aktuell i tillegg til husdyrgjødsel. Det er derfor stadig behov for prøving av dei mest aktuelle gjødselslaga for å finne kva praksis som høver best.

Gjødslinga verkar inn både på avling og førkvalitet. For dyr som får ein-sidig føring med grovfôr eller går på beite, er mineralsamansetjinga særleg viktig. Søkelystet er mest sett på magnesiummangel

som kan føre til graskrampe (hypomagne-semi) hos dyra. Overdriven kaliumgjødsling reduserer magnesiuminnhaldet i gras og aukar faren for graskrampe (Grunes et al. 1970). Kalsium (Ca) og fosfor (P) har også stor verdi i fôringa. I høyrprøver frå Ås auka fosforinnhaldet frå 0,20 til 0,35% av tørrstoffet i perioden 1935-85 (Ekern et al. 1988). Dette heng saman med at jorda i husdyrdistrikta har vorte stadig betre oppgjødsla med fosfor. I det same tidsrommet var det derimot ein klar nedgang i innhaldet av kalsium og magnesium i høyet, dette gjeld både for prøver frå Ås og frå Vestlandet. Kalsiuminnhaldet vart nesten halvert til under 0,40% av tørrstoffet frå 1935 til 1985. Dette kan forklarast gjennom sterkare nitrogengjødsling, som fører til større avling og ei fortykning av mineralstoff i avlinga, og gjennom sterkare kaliumgjødsling som dempar opptaket av kalsium. Tøfrøblada vekstar har eit høgare innhald av kalsium og magnesium enn gras. Med sterkare N-gjødsling og betre ugrasreinhold i attlegga, har vi fått fram ei eng med mindre innhald av kløver og urter, og dette verkar også til at kalsium- og magnesiuminnhaldet i fôret har gått ned.

For å sjå nærare på verknader av ulik gjødslingspraksis i eng, har vi frå Løken forskingsstasjon hatt forsøk med ulike gjødselslag i åra 1990-1993 på Austlandet, Nord-Vestlandet og i Trøndelag. Forsøka er gjennomførte i samarbeid med Norsk Hydro a.s.

Materiale og metoder

Det er utført gjødslingsforsøk i 15 forsøksringar og på Løken. Forsøksplanen er faktoriell med to gjødselmengder og tre kombinasjonar av gjødselslag. I tillegg er det med eit nulledd utan gjødsling, og

det er fire gjentak på kvart felt. Følgjande nitrogenmengder (kg/daa) vart brukte:

	Vår	Etter 1.sl	Etter 2.sl
G0:	0	0	0
G1:	8	5	3
G2:	12	8	5

For G1 og G2 er det brukt tre kombinasjonar av ulike gjødselslag:

Vår	Etter 1.sl	Etter 2.sl
S1: NPK 18-3-15	NPK 18-3-15	Kalksalpeter
S2: NPK 14-6-16	Kalkammonsalpeter	Kalkammonsalpeter
S3: NPK 14-6-16	Kalksalpeter	Kalksalpeter

På dei aller fleste felta vart det teke to slåttar, slik at gjødsling etter andreslåtten fall bort. Berre på to felt (fire års-haustingar) er det teke tre slåttar. I utgangspunktet var det meininga å ta tre slåttar på mange felt, men kald forsommar i 1991 og tørke på mange felt i alle dei tre forsøksåra gav dårleg grunnlag for tre haustingar.

Tilførsel av næringsstoff utanom nitrogen er noko forskjellig mellom ledd (tab. 1). Bruk av Fullgjødsling 18-3-15 til begge slåttar gir høgare kalium- og svoveltilførsel, samt noko mindre fosfor enn bruk av Fullgjødsling 14-6-16 + salpeter. Kalksalpeter ved gjødsling G2 gir langt større kalsiumtilførsel enn dei andre ledda, og meir av nitrogenet blir tilført som nitrat.

Felta vart lagde ut i jamn førsteårs eng i 1990. Forsøka gjekk over tre engår i perioden 1990-1992, med unntak av eitt felt som gjekk i eitt år, og to felt som gjekk i to år. Dei fleste felta låg i blandingeng av timotei og engsvingel. Kløverinnhaldet varierte, men var i utgangspunktet lågt på dei fleste felta. Berre to av felta hadde over 20% kløver i førsteårsenga.

Middel haustetid for første- og andre-

Tabell 1. Årleg tilførsel av næringsstoff (kg/daa) ved to gjødslinger for forsøksledda.

Table 1. Nutrient supply (kg 0.1 ha⁻¹) for different fertilizer combinations at two cuts.

	N	NO _x -N	P	K	Mg	Ca	S
G1S1	13	6.1	2.0	10.8	1.1	1.0	2.0
G1S2	13	5.8	3.5	9.2	1.1	2.2	1.6
G1S3	13	8.0	3.5	9.2	0.7	7.6	1.6
G2S1	20	9.4	3.0	16.7	1.7	1.5	3.1
G2S2	20	8.9	5.3	13.8	1.6	3.4	2.4
G2S3	20	12.4	5.3	13.8	1.1	12.0	2.4

slåtten var 30/6 og 26/8 ved normalt utviklingsstadium for siloslått. Felta er forsøkshausta på vanleg måte med registrering av avling. Prøver er sende til Løken for kvalitetsanalyse på NIR (Marum 1990), og fôreinkonsentrasjonen er rekna ut på grunnlag av NIR-analysen (Lunnan & Marum 1994). Etter NIR-analyse er prøvene analyserte for innhold av P, K, Mg og Ca ved Kjemisk analyselab., NLH.

Felta var plasserte på Austlandet, Nord-Vestlandet og i Trøndelag. Med så

stor geografisk spreing må vi tru at resultatene frå forsøka er bra representative for store delar av Sør-Noreg. Vi har jordanalyse ved anlegg frå 15 felt (tab. 2). Eitt av felta (Sør-Østerdal forsøksring) låg på myrjord, resten på mineraljord. Næringsstilstanden ved anlegg av felta var god. Spesielt er tala for lettlyseleg fosfor (P-AL) og kalium (K-AL) høge.

Det er kjørt faktoriell variansanalyse over gjødslingsledda (gjennomsnitt for kvart felt over gjentak og engår) etter følgjande modell:

Tabell 2. Næringsstilstand i ploglaget på forsøksfelta ved anlegg målt som P-AL, K-AL, Mg-AL og Ca-AL, mg/100 g lufttør jord, samt volumvekt (kg/dm³), glødetap(%) og pH i jorda. Gjennomsnittstal, samt standardavvik og minste og største verdi for mineraljord (14 felt) samt eitt myrjordsfelt.

Table 2. Soil mineral concentrations in the fields (0-20 cm) at the beginning of the experiment. P-AL, K-AL, Mg-AL and Ca-AL (mg per 100 g dry soil), volume weight (kg dm⁻³), loss on ignition (%) and pH. Mean value, standard error of mean, minimum and maximum values for mineral soils (14 fields) and for one bog soil.

	Volumvekt Volume weight	Glødetap Loss on ignition	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL
Mineraljord <i>Mineral soils</i>								
Gj.snitt <i>Average</i>	1,04	8.5	6.1	13	15	19	172	2.9
St. avvik <i>SE</i>	0.12	3.5	0.4	6	8	23	88	1.7
Minimum	0.71	4.0	5.1	2.7	6.2	5.4	37	1.0
Maksimum	1.17	17.8	6.7	27	37	94	310	7.1
Myrjord <i>Bog soil</i>	0,87	90.8	5,2	17	15	66	485	4.2

$$X_{ijkl} = \mu + F_i + G_j + FG_{ij} + S_k + FS_{ik} + GS_{jk} + e_{ijkl}$$

der kvar effekt er testa mot sitt samspel med felt. μ er det totale gjennomsnittet, F er felt, G er gjødslingsstyrke, S er gjødselslag og e er tilfeldig feil. Engalder er ikkje inkludert i modellen, fordi resultatane etter variansanalyse for kvart engår viser svært like utslag for gjødsling i dei tre engåra. Det eine feltet med berre eitt hausteår er teke ut av analysen, da det hadde forholdsvis stor forsøksfeil og ville få uforholdsmessig stor vekt ved bruk av denne modellen.

Forsøksledda er delte opp i ortogonale kontrastar. Null-leddet er testa for seg som ein kontrast mot gjødsle ledd. Gjødselslaga er også delte opp i to kontrastar. Bruk av 18-3-15 til begge slåttar er testa mot bruk av 14-6-16 + kalkammon- eller Kalksalpeter. Vidare er overgjødsling med kalkammonsalpeter testa mot overgjødsling med Kalksalpeter.

Signifikansnivå er merka slik:

***	P<0.001
**	P<0.01
*	P<0.05
(*)	P<0.10
-	P>0.10

Resultat

(1) Avlingar

Det er sikker avlingsauke av gjødslingsstyrke i begge slåttar og for sumavlinga (tab. 3). Mellom gjødselslaga er det derimot svært små utslag med statistisk sikre forskjellar berre for tørrstoffprosent. Ugjødsle eng ligg langt etter gjødsle ledd i avling, men her er det store variasjonar mellom enkeltfelt. Den lågaste nullavlinga har Gauldal med 159 kg tørrstoff,

mens feltet i Nesset forsøksring har mest med 728 kg. Mellom gjødsle ledd (G1 og G2) har den sterkaste gjødslinga gjeve ein avlingsauke på 72 kg ts./daa i sum. Det meste av dette kjem i andreslåttan. I førsteslåttan er meiravlinga berre 20 kg ts./daa, men denne er likevel statistisk sikker på grunn av at forsøksfeilen er liten. Av dei 15 enkeltfelte er det berre to som har sikker avlingsauke ($P<0,05$) for den sterkaste gjødslinga i førsteslåttan, mens åtte felt har sikker auke i andreslåttan.

Gruppering av felte i tre distrikt, Møre-Trøndelag (fire felt), fjellbygdene (seks felt) og flatbygdene på Austlandet (fem felt) gav små forskjellar i avlingsutslag for gjødsling. Det er større forskjellar mellom enkeltfelt innanfor distrikt enn mellom distrikt. Det var likevel ein tendens til større nullavlingar og lågare avlingsrespons for gjødsling i Møre-Trøndelag enn på Austlandet. Gjennomsnittleg sumavling (kg ts./daa) ved dei ulike gjødslingane var:

	G0	G1	G2
Møre-Trøndelag	525	833	885
Fjellbygdene	422	851	923
Flatbygdene	488	940	1027

Mellom gjødselslag er det berre små og usikre utslag. Sumavlinga er heilt lik for dei tre kombinasjonane. Det er ein klar tendens til at Fullgjødsl 18-3-15 til begge slåttar har gjeve noko mindre førsteslått, men større andreslått, enn bruk av Fullgjødsl 14-6-16 + salpeter. Kalkammonsalpeter har hatt like god verknad som Kalksalpeter på avlinga.

Tabell 3 viser også at stigande gjødslingsstyrke har senka tørrstoffinnhaldet i grasen. Her er det også skilnader mellom gjødselslag, sjølv om utslaga for mengd er større. Bruk av 18-3-15 har gitt høgast tørrstoffinnhald i førsteslåttan, men lågast i andreslåttan. Sterkaregjødsling gitt meir

Tabell 3. Avlinger, kg tørrstoff pr. daa, samt tørrstoffinnhold (%), legde (%) og kløver (%).
 Table 3. DM yields (kg 0.1 ha⁻¹), DM content (%), lodging (%) and clover content (% of DM)

	Avling, DM yields			Ts. %, DM cont.		Legde	Kløver	
	1.sl	2.sl	Total	1.sl	2.sl	1.sl	1.sl	2.sl
Tal felt, No. of fields	15	15	15	15	15	12	8	7
G0, ugjødsla	324	149	471	24,4	23,1	5	23	25
G1 (8 + 5 kg N)	532	343	876	21,4	20,4	23	10	9
G2 (12 + 8 kg N)	552	394	948	20,7	19,1	34	9	7
Middelfeil (G1-G2), SE	3,2	5,2	6,7	0,12	0,15	3,5	0,3	0,7
Sign. nivå Sign. level	***	***	***	**	***	(*)	*	(*)
18-3-15 + 18-3-15	536	374	912	21,3	19,5	27	9	8
14-6-16 + kalkammonsalpeter	546	365	911	20,9	20,0	29	9	8
14-6-16 + kalksalpeter	544	366	912	20,9	19,7	30	9	8
Middelfeil, SE	3,8	3,9	5,8	0,09	0,10	1,0	0,2	0,2
Sign. nivå Sign. level	-	-	-	**	**	-	-	-
Samspel mengd x slag Interaction	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontraster Contrasts:								
G0 vs. G1+G2	***	***	***	***	***	***	***	***
18-3-15 vs. 14-6-16	(*)	(*)	-	**	**	(*)	-	-
Kalksalpeter vs. kalkammon	-	-	-	-	*	-	-	-

legde og mindre kløver. Her er det ikkje utslag for gjødselslag. Berre felt med legde eller kløver er tekne med i analysen.

(2) Fôrkvalitet

Det er klare utslag av gjødselstyrke på fôrkvaliteten (tab. 4). Null-leddet skil seg ut med lågare proteininnhald i første-slåtten, høgare fordøyelegheit, høgare sukkerinnhald og mindre trevlar og aske. I andreslåtten er protein- og askeinnhaldet like høgt som ved den svakaste gjødslinga, dette kjem nok mykje av høgare kløverinnhald på nullruter enn på gjødsla

ruter. Det er stor variasjon i fôrkvalitet på nullrutene mellom felt på grunn av varierende kløverinnhald. Felt med kløver (over 20% på nullrutene) har meir protein og mindre av trevlar og vassløyselege karbohydrat enn reine grasfelt.

Den sterkaste gjødslinga har gitt rundt 1,5 %-einingar meir råprotein enn den svakaste. I førsteslåtten har den sterkaste gjødslinga også gitt høgare energiverdi, meir aske og mindre trevlar enn den svakaste gjødslinga. Innhaldet av vassløyseleg karbohydrat har gått ned med sterkare gjødsling i begge slåtтар.

Mellom gjødselslag er utslaga på fôr-

Tabell 4. Føorkvalitet, Energiverdi (FEnv/100 kg ts), samt råprotein, fordøyelighet, rårevlar, vassløseleg karbohydrat og aske, alt målt i prosent av ts. Middell av 15 felt.
 Table 4. Herbage quality, Energy value (milk fodder units per 100 kg DM), crude protein, digestibility, crude fibres, water soluble carbohydrates and ash (all as % of DM). Average values from 15 fields.

	FEnv/100 kg ts.		råprotein		fordøyelighet		rårevlar		vassl. karbohydrat		aske	
	Energy value		Crude protein		Digestibility		Crude fibres		Water sol. carboh.		ash	
	1.sl	2.sl	1.sl	2.sl	1.sl	2.sl	1.sl	2.sl	1.sl	2.sl	1.sl	2.sl
G0. ugjødsla	84,9	87,1	10,2	14,1	71,4	72,9	29,2	23,6	15,9	16,8	6,2	8,2
G1 (8+5 kg N)	84,4	86,4	12,8	13,9	70,6	72,5	30,8	26,6	11,5	15,1	7,1	8,1
G2 (12+8 kg N)	85,4	86,8	14,5	15,3	70,9	72,4	30,2	26,9	10,6	13,5	7,4	8,3
Middelfeil SE	0,14	0,17	0,09	0,13	0,09	0,12	0,11	0,12	0,12	0,25	0,05	0,07
Sign.nivå	***	(*)	***	***	*	-	**	*	***	***	**	-
Sign.level												
18-3-15 + 18-3-15	84,8	86,4	13,6	14,5	70,7	72,4	30,4	26,9	11,1	14,3	7,2	8,3
14-6-16 + kalkammon.	84,9	86,9	13,7	14,5	70,8	72,5	30,6	26,7	11,0	14,6	7,2	8,0
14-6-16 + kalksalp.	84,9	86,5	13,7	14,7	70,8	72,3	30,5	26,7	11,0	14,0	7,3	8,2
Middelfeil SE	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,13	0,19	0,05	0,04
Sign.nivå	-	(*)	-	-	-	-	-	(*)	-	-	-	***
Sign.level												
Samspel mengd x slag	-	-	-	*	-	-	-	-	-	***	-	-
Interaction												
Kontrastar												
Contrasts												
G0 vs. G1+G2	-	-	***	(*)	***	*	***	***	***	***	***	-
18-3-15 vs. 14-6-16	-	(*)	-	-	-	-	-	*	-	-	-	***
Kalkammon vs. k.salp.	-	-	-	(*)	-	-	-	-	-	*	-	**

Tabell 5. Innhald av P, Mg, Ca og K, alt som % av ts. Middell av 15 felt.

Table 5. *Herbage concentration of P, Mg, Ca and K (% of DM). Average values of 15 fields.*

Slått Cut no.	P		Mg		Ca		K	
	1	2	1	2	1	2	1	2
G0 ugjødsla	0,26	0,33	0,15	0,23	0,41	0,70	1,98	2,27
G1 (8+5 kg N)	0,28	0,33	0,15	0,20	0,36	0,52	2,50	2,56
G2 (12+8 kg N)	0,29	0,33	0,15	0,20	0,35	0,49	2,68	2,73
Middelfeil SE	0,002	0,003	0,001	0,002	0,004	0,007	0,016	0,016
Sign.nivå Sign. level	**	-	-	-	-	(*)	***	***
18-3-15 + 18-3-15	0,28	0,33	0,15	0,19	0,35	0,47	2,54	2,82
14-6-16 + kalkammon.	0,29	0,33	0,15	0,20	0,35	0,50	2,60	2,53
14-6-16 + kalksalpeter	0,29	0,34	0,14	0,20	0,36	0,54	2,63	2,58
Middelfeil SE	0,002	0,002	0,001	0,003	0,003	0,008	0,018	0,030
Sign.nivå Sign. level	***	*	*	**	-	***	**	***
Samspel mengd x slag Interaction	-	-	-	-	-	-	-	***
Kontrastar Contrasts								
G0 vs. G1+G2	***	-	-	***	***	***	***	***
18-3-15 vs. 14-6-16	***	*	(*)	**	-	**	**	***
Kalkammon. vs. k.salp.	-	-	(*)	-	-	*	-	-

kvaliteten små. Bruk av 18-3-15 har i andreslått gitt høgare askeinnhald og litt meir trevlar og lågare energiverdi enn bruk av salpeter til overgjødsling etter førsteslått. Mellom Kalksalpeter og kalkammonsalpeter er det små utslag, men Kalksalpeter har gitt høgare askeinnhald og lågare innhald av vassløselege karbohydrat enn kalkammonsalpeter.

Det er samspel mellom gjødselstyrke og gjødselslag for innhaldet av protein og vassløselege karbohydrat i andreslått. Bruk av kalkammonsalpeter har gitt lågare proteininnhald og høgare innhald av

vassløselege karbohydrat ved den sterkaste gjødslinga enn dei andre gjødselslaga. Ved den svakaste gjødslinga er det liten forskjell mellom gjødselslaga.

(3) Mineralinnhald og mineralavlingar

Ulike gjødselslag har gitt klare verknader på innhaldet av mineral i føret, sjølv om utslaga oftast er små (tab. 5). Innhaldet av fosfor, og særleg kalium, følgjer tilført mengd, slik at bruk av Fullgjødsel 14-6-16 om våren gir høgare innhald i førsteslått enn bruk av 18-3-15, mens

Tabell 6. Feltvariasjon i mineralinnhald (% av tørrstoff). Middeltal (15 felt) over gjødsle ledd, samt største og minste verdi og middelfeil for innhaldet av P, Mg, Ca og K i første- og andreslått.

Table 6. Variation between fields in P, Mg, Ca and K concentrations in two cuts.

	Gj. snitt Average	Minimum	Maksimum	Middelfeil SE of mean
P, 1. slått 1st cut	0,29	0,20	0,39	0,055
P, 2. slått 2nd cut	0,33	0,20	0,41	0,055
Mg, 1. slått 1st cut	0,15	0,09	0,25	0,045
Mg, 2. slått 2nd cut	0,20	0,09	0,34	0,064
Ca, 1. slått 1st cut	0,35	0,17	0,60	0,11
Ca, 2. slått 2nd cut	0,50	0,28	0,81	0,14
K, 1. slått 1st cut	2,59	1,64	3,31	0,52
K, 2. slått 2nd cut	2,64	1,43	3,43	0,65

forholdet er omvendt i andreslått. Kalksalpeter har gitt større kalsiuminnhald i andreslått enn kalkammonsalpeter, elles er det ikkje sikre forskjellar mellom salpeterslaga. Uggjødsle ruter skil seg mest ut med lågare kaliuminnhald enn gjødsle ruter. Den sterkaste gjødslinga har ført til høgare kaliuminnhald i føret, men elles er det små utslag på innhaldet av P, Mg og Ca.

Mineralinnhaldet varierer mykje mellom felta (tab. 6). Kaliuminnhaldet var

lågast på myrjordfeltet i Sør-Østerdal med middelveidiar på 1,64% K av tørrstoffet i førsteslått og på 1,43% K i andreslått. På dette feltet var det også positivt utslag for bruk av Fullgjødsel 18-3-15 på avlinga i andreslått, og dette er nok ein kaliumeffekt. Fleire felt viser høgt kaliuminnhald, med verdiar over 3% av tørrstoffet. Også for kalsium og magnesium er det store feltvariasjonar. I snitt er innhaldet av kalsium berre 0,17% av tørrstoffet i førsteslått på feltet i Gauldalen.

Tabell 7. Korrelasjonskoeffisient (r) mellom jordanalyse ved anlegg for fosfor (P-AL), kalium (K-AL), magnesium (Mg-AL) og kalsium (Ca-AL), og innhald (% av tørrst.) av same mineral i første- og andreslått på uggjødsle og gjødsle ruter, middel av 15 felt og tre år.

Table 7. Correlation coefficients (r) between soil analysis values and herbage concentration of the respective elements for P, K, Mg and Ca on fertilized and unfertilized plots. Average of 15 fields and three years.

	P	K	Mg	Ca
1. sl. uggjødsle ruter <i>1st cut, unfertilized</i>	0,74 **	0,22	0,60 *	0,28
1. sl. gjødsle ledd <i>1st cut, fertilized plots</i>	0,75 **	0,33	0,58 *	0,39
2.sl. uggjødsle ruter <i>2nd cut, unfertilized</i>	0,57 *	0,30	0,25	0,02
2.sl. gjødsle ledd <i>2nd cut, fertilized plots</i>	0,50 (*)	0,31	0,34	0,07

Tabell 8. Mineralmengd fort bort med avling, kg P, Mg, Ca, N og K pr. daa, ved ulik gjødning. Middell av 15 felt.
 Table 8. P, Mg, Ca, N and K (kg per 0.1 ha) up with the yields after different fertilizer regimes. Average values from 15 fields.

Slått <i>Cult. no.</i>	P		Mg		Ca		N		K				
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
G0, ugjødsla	0.81	0.49	1.30	0.47	0.35	0.83	1.34	5.2	3.4	6.3	3.6	Sum	9.9
G1 (8+5 kg N)	1.49	1.11	2.63	0.76	0.66	1.43	1.84	10.6	7.4	12.9	8.8	Sum	21.9
G2 (12+8 kg N)	1.62	1.28	2.94	0.80	0.75	1.58	1.90	12.5	9.3	14.6	10.6	Sum	25.6
Middelfeil SE	0.022	0.021	0.034	0.009	0.009	0.015	0.022	0.19	0.13	0.22	0.17	Sum	0.27
Sign.nivå <i>Sign. level</i>	**	***	***	**	***	***	(*)	***	***	***	***	***	***
18-3-15 + 18-3-15	1.48	1.20	2.72	0.78	0.69	1.49	1.85	11.4	8.5	13.4	10.4	Sum	24.1
14-6-16 + kalkammon.	1.60	1.19	2.81	0.79	0.72	1.52	1.86	11.6	8.2	13.9	9.2	Sum	23.4
14-6-16 + kalksalpeter	1.59	1.20	2.82	0.77	0.71	1.50	1.89	11.6	8.4	14.0	9.5	Sum	23.7
Middelfeil SE	0.017	0.012	0.019	0.008	0.009	0.011	0.020	0.14	0.08	0.18	0.13	Sum	0.18
Sign. nivå <i>Sign. level</i>	***	-	**	-	-	-	-	-	**	*	***	***	*
Samspel mengd x slag	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	***	***	(*)
<i>Interaction</i>													
Kontrastar <i>Contrasts</i>													
G0 vs. G1+G2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
18-3-15 vs. 14-6-16	***	-	***	-	(*)	-	-	-	**	*	***	*	*
Kalkammon. vs. k.salp.	-	-	-	-	-	-	-	-	**	**	-	-	-

For magnesium finn vi det lågaste innhaldet i feltet på Toten, der innhaldet er berre 0,10% og 0,09% av tørrstoffet i dei to slåttane. Feltet i Trysil-Engerdal merkar seg ut med høge tal, i andreslåttan var det her heile 0,81% Ca og 0,34% Mg av tørrstoffet. Innhaldet av fosfor varierer frå 0,20% av tørrstoffet på felta Toten og Rauma/Vestnes, mens feltet på Løken hadde 0,41% P i av tørrstoffet i andreslåttan.

Samanhengen mellom jordanalyseverdiar og mineralinnhald var best for fosfor og magnesium (tab. 7), spesielt i førsteslåttan. For kalium og kalsium var samanhengen mindre klar, og andre forhold har meir å seie enn startverdiene for jordanalyser her når det gjeld innhaldet i plantane.

Opptatt mengd av mineral i fôret følgjer i store trekk tilførsla gjennom gjødsling (tab. 8). Aukande gjødselstyrke har gitt høgare opptak av alle minerala som er målte her, mest markert for nitrogen og kalium, minst markert for magnesium og kalsium. Bruk av Fullgjødsel 14-6-16 har ført til markert høgare fosforopptak og moderat høgare kaliumopptak i førsteslåttan enn bruk av 18-3-15. I andreslåttan gav derimot 18-3-15 klart høgare kaliumopptak enn bruk av 14-6-16 + salpeter. Overgjødsling med Kalksalpeter gav høgare kalsiuminnhald i andreslåttan enn bruk av kalkammonsalpeter eller 18-3-15.

Avlinga på ugjødsla ruter var 8,6 kg N, 1,3 kg P og 9,9 kg K i middel. Nitrogenavlinga ved gjødsling med 13 kg N var 18,2 kg og ved 20 kg N 22,1 kg. Dette gir ein utnyttingsgrad når ein ser på forholdet mellom bortførsel i avling og gjødsling på 74% i området 0-13 kg N og på 56% i området 13-20 kg N. Desse tala tar ikkje omsyn til nitrogenfiksering hos kløver som var høgast på nullrutene, og heller ikkje til ulik rotutvikling ved ulik

gjødslingsstyrke. På felt med små nullavlingar er nok rotutviklinga svak og opp-taket frå jorda mindre enn på gjødsla ruter. Tilsvarande tal for utnytting av fosfor gir 44% i området 0-3,0 kg P og 20% frå 3,0 til 4,5 kg P. Utnyttingsgraden for kalium er høgare, her finn vi 124% i området 0-9,7 kg K og 73% i området 9,7 kg K til 14,8 kg K. Ved midlare gjødsling er det tatt opp meir kalium frå jorda enn utan gjødsling.

(4) Jordanalyse etter avslutting av forsøka

Vi har jordanalyser rutevis frå hausten siste engår (tab. 9). Det er sikre utslag av gjødslinga berre på innhaldet av lettlyseleg fosfor og kalium, for glødetap, pH, Mg-AL, Ca-AL og K-HNO₃ var det små og usikre utslag. For kalium er eitt felt i Rakkestad tatt ut, her var K-AL-tala høge (25-30) og det var ingen utslag for gjødslinga. Tala for fosfor endra seg lite gjennom forsøksperioden. P-AL-tala har i snitt gått ned med 0,5 einingar på ugjødsla ruter, mens dei har gått opp 0,5-1,5 einingar på gjødsla ruter, mest der det er brukt 14-6-16.

K-AL-tala viser derimot sterk nedgang gjennom forsøksperioden, tala er om lag halverte. Ugjødsla ruter skil seg her ikkje frå gjødsla ruter. Det er likevel skilnader mellom gjødsla ruter, og tala er høgast der det er tilført mest kalium. Spesielt er tala høgare ved bruk av 18-3-15 i staden for 14-6-16 pluss salpeter.

Diskusjon

Ved same nitrogenmengd gav ulike kombinasjonar av gjødselslag lik sumavling i desse forsøka (tab. 3). Med jord i så god fosfor- og kaliumtilstand som her, har ulikt fosfor- og kaliuminnhald i gjødsla lite å seie for avlingsnivået på kort sikt.

Tabell 9. Lettløysleg fosfor (P-AL) og kalium (K-AL) i ploglaget (0-20 cm) før starten på forsøka og etter tre engår med ulik gjødsling. Middel av 9 felt for fosfor og 8 felt for kalium.

Table 9. Soil concentration (0-20 cm) of P-AL and K-AL at the beginning of the experiment and after three years with different fertilization. Average of 9 fields for phosphorus and 8 fields for potassium.

	P-AL	K-AL
Før forsøka, at beginning	13,1	14,3
Etter forsøka, after 3 years		
G0, ugjødsla	12,6	7,1
G1 (8 + 5 kg N)	14,0	6,4
G2 (12 + 8 kg N)	14,3	7,0
Middelfeil, SE	0,14	0,14
Sign. nivå Sign. level	(*)	**
18-3-15 + 18-3-15	13,6	7,5
14-6-16 + kalkammon.	14,5	6,3
14-6-16 + kalksalpeter	14,4	6,3
Middelfeil, SE	0,17	0,17
Sign. nivå Sign. level	**	***
Samspel mengd x slag Interaction	-	-
Kontrastar, contrasts:		
G0 vs. G1+G2	***	-
18-3-15 vs. 14-6-16	***	***
Kalkammon. vs. kalksalpeter	-	-

Bruk av Fullgjødsl 18-3-15 gav litt lågare førsteslått, men til gjengjeld litt høgare andreslått enn bruk av Fullgjødsl 14-6-16 pluss salpeter. Større første-slått ved bruk av 14-6-16 kan forklarast med større tilførsel av fosfor og kalium på våren. Større andreslått ved bruk av 18-3-15 kjem truleg av sterkare kaliumgjødsling etter førsteslått. Også Lunnan (1993) fann utslag av ulik deling av kaliumgjødsling på avlinga i første- og andreslått, men ikkje på totalavlinga.

Kalkammonsalpeter gav like stor avling som Kalksalpeter. Andre forsøk viser også liten forskjell mellom salpeter-slagane ved overgjødsling av eng (Ødelien

1934, Jacobsen 1964). Ein kunne vente betre verknad av Kalksalpeter i tørt vêr på grunn av at gjødsla løyser seg raskare opp, men i praksis ser Kalksalpeter og kalkammonsalpeter ut til å gi like store avlingar ved overgjødsling på eng.

Aukande gjødsling frå 13 til 20 kg N pr. daa gav i snitt 72 kg tørrstoff eller vel 10 kg tørrstoff pr. kg N (tab. 3). Meiravlinga på enkeltfelta varierte frå 14 kg i Aremark-Rakkestad til 122 kg på Toten. Det er vanskeleg å fastsetje optimal gjødsling på felta ut frå berre to nitrogentrinn, men det ser ut til å variere frå om lag 10 kg N til vel 25 kg N ved to gongers slått. Responser for den sterkaste

gjødslinga er størst på felt med stor avling, og det meste av meiravlinga kjem i andreslått. I førsteslått var responsen berre på 5 kg tørrstoff pr. kg N i intervallet 8 til 12 kg N som vårgjødsling. Andre forsøk frå Løken (Lunnan 1995) viser at fordelinga av nitrogengjødsla har mindre å seie for totalavlinga, og også at avlingssutslaget for vårgjødsling er forholdsvis lite på jord i god hevd. Men etter svak vårgjødsling er det lite tilgjengeleg nitrogen i jorda etter slått, og det må sterk overgjødsling til for å gje stor avling i andreslått.

Verknaden av stigande mengder nitrogen på proteininnhaldet (tab. 4) samsvarar med resultat frå andre norske forsøk (Baadshaug 1974). Det er PBV-verdien som aukar med sterkare gjødsling, grasprotein kan ikkje dekkje eit høgt AAT-behov hos dyra. Høgt proteininnhald har likevel verdi med at ein kan greie seg med lågare PBV-innhald i kraftfôret. Ved utrekning av mjølkefôreiningar (STIL 1992) har protein høgare energiverdi enn karbohydrat, og derfor har sterkare nitrogengjødsling også verka positivt inn på energiverdien av fôret (tab. 4). Ensilerings eigenskapane blir derimot dårlegare ved sterk nitrogengjødsling, for mengda av vassløyselege karbohydrat går ned samstundes som at proteininnhaldet aukar. Gjødslinga verkar svært lite inn på fordøyelegheit og fiberinnhald i fôret.

Mineralbalansen i fôret er viktig for forekomsten av graskrampe. Sjukdommen kjem av lågt magnesiuminnhald i blodet og er mest utbreidd på beite. Forholdet mellom kalium og summen av magnesium og kalsium i gras på ekvivalentbasis har vist god samanheng med faren for tetani (Grunes et al. 1970). To felt skil seg ut med høge tal for brøken $K/(Mg+Ca)$. Det gjeld felta i Gauldal og på Toten, som i førsteslått har verdiar på 4,2 og 4,3. Dette kjem særleg av lågt

innhald av magnesium og kalsium, men også av relativt høgt kaliuminnhald. Gjødsling med kalium senkar opptaket av magnesium i plantane (Bærug 1977, Dampney 1992) og overdosering av kalium er derfor svært uheldig med tanke på tetani. Generelt var verdiane for $K/(Mg+Ca)$ høgast i førsteslått, og med normal gjødslingspraksis er faren for graskrampe størst frå våren og mindre utover sommaren. På utsette stader bør ein derfor vera forsiktig med kaliumgjødslinga, spesielt ved vårgjødslinga, og satse på å auke magnesiuminnhaldet i gras gjennom gjødsling med dolomitt eller kieseritt.

Innhaldet av mineral i fôret må sjåast i forhold til dei krava plantane set, men også til det drøvtyggjarane treng ved ein-sidig fôring med grovfôr. Engelske normer (Hopkins et al. 1994) set følgjande nedre grenser for mjølkekyr: 0,30% P, 0,8% K, 0,17% Mg og 0,34% Ca, alt i prosent av tørrstoffet. For kalium treng plantane meir enn dyra, Dampney (1992) reknar med eit minimumsinnhald på 1,8% K av tørrstoffet for optimal vekst.

I middel ligg ein rundt eller over desse verdiane i forsøka med unntak for magnesium (tab. 5), men på enkeltfelta er det lågare verdiar. To felt (Toten, Rauma/Vestnes) har lite fosfor med verdiar rundt 0,20% P. For magnesium ligg fleire felt ned mot 0,10% av tørrstoffet i førsteslått. Kalsiuminnhaldet er i middel over grensa, men i førsteslått ligg fleire felt under 0,30% av tørrstoffet. Kaliuminnhaldet er derimot godt over grensa for alle felt sett frå dyra sine behov, men på myrjordsfeltet i Sør-Østerdal var innhaldet berre på 1,5% av tørrstoffet. Mineralinnhaldet var generelt høgare i andre- enn i førsteslått, mest utprega for kalsium og magnesium. Middeltala over mineralinnhald godt samsvar med tala frå ei grasking på Vestlandet (Synnes & Øpstad

1995).

Samla sett er det låge magnesiuminnhaldet det største problemet. Tilførsel av magnesium i kieseritt har rask verknad på magnesiuminnhaldet i gras (Bærug 1977). Der jorda treng kalk, er tilførsel av Mg gjennom dolomitt det rimelegaste alternativet. Elles kan tilførsla til dyra sikrast gjennom tilskott i mineralnæring og kraftfôr. På stader der ein har vore utsett for graskrampe er det viktig å unngå overdosering av kalium, dette gjeld særleg ved vårgjødsling til beite.

Gjødslinga gav klare effektar på mineralinnhaldet i forsøka (tab. 5). For fosfor auka innhaldet i førsteslåttan frå 0,26% av tørrstoffet på ugjødsla ruter til 0,30% ved tilførsel av 5,3 kg P om våren. Responsen i andreslåttan var derimot liten, og dette kjem truleg av høgare temperatur med større frigjering frå organisk materiale midtsommars. Kaliuminnhaldet i gras reagerer svært raskt på gjødsling, og innhaldet samsvarar godt med tilførte mengder. For kalsium og magnesium var utslaga av gjødsling mindre, sjølv om Kalksalpeter hadde ein klar effekt på kalsiuminnhaldet i andreslåttan. For kalsium og magnesium aukar innslag av kløver og urter innhaldet i fôret mykje, slik at ei endring av botanisk samansetjing har større effekt enn gjødsling. Samanhengen mellom jordanalysar og mineralinnhald var tydeleg for fosfor og magnesium i førsteslåttan (tab. 7). For kalium var det derimot ingen god samanheng, dette heng også saman med at K-AL-verdiane er lite varige og endrar seg mykje gjennom ein engperiode.

Forsøka viser tydeleg at mykje næring blir tilgjengeleg til plantane frå jorda ved engdyrking (tab. 8). Ei betre kartlegging av dette bidraget er viktig i gjødslingsplanlegginga. For nitrogen gav nullrutene i snitt 8,6 kg N/daa, med variasjonar mellom felt frå 1,8 til 16,3 kg N. På nokre

felt står kløver for ein del av nullavlinga, men på dei fleste felta er frigjering frå omsetjing av organisk materiale i jorda viktigare. Mykje av jorda i husdyrdistrikta er godt oppgjødsla med husdyrgjødsling over lang tid og kan forsyne plantane med mykje nitrogen dersom forholda for nedbryting er gode. Ein metode for kartlegging av mineraliseringa er nettopp avlinga på nullruter, mens ein også kan sjå på kjemiske metodar og samanhengen mellom dyrkingshistorie, jordkvalitet og frigjering.

Nullavlingane av kalium er enda større enn nitrogen med rundt 10 kg K pr. daa i snitt. Her var faktisk bidraget frå jord større ved midlare gjødsling enn på nullruter. Mykje av dette bidraget kan sporast tilbake til den sterke nedgangen i K-AL-innhald (tab. 9), men om laghalvparten kjem frå andre kjelder. Det kan mellom anna stamme frå djupare jordlag og frå tyngre tilgjengelege kaliumkjelder i jorda. For gjødslingsplanlegging er det viktig å få kartlagt desse forholda nærmare. Bidraget frå jord blir i dag undervurdert og må trekkjast sterkare inn. Samstundes viser forsøka tydeleg at K-AL-verdiane ikkje kan brukast som konstantar for mange år, i eng vil verdiane normalt gå mykje ned når utgangspunktet er høgt.

For fosfor var bidraget frå jorda høgt, mens utnyttingsgraden for gjødsling var lågare enn for nitrogen og kalium. Det var godt samsvar mellom P-AL-innhaldet i jorda ved anlegg og bortføringa av fosfor i avling.

Forsøka viser at samansetjinga av gjødslingslag ved engdyrking med to slåttar har lite å seie for avlingane så lenge behovet for fosfor og kalium blir dekt opp. Gjødslinga har større innverknad på mineralinnhaldet. Spesielt blir kaliuminnhaldet sterkt påverka av gjødslinga, og det er spesielt viktig å unngå overdosering av kalium på våren med tanke på faren for

graskrampe. Næringsforsyninga frå nullruter viser store mengder for nitrogen og kalium, og dette bør koma sterkare inn i gjødselplanlegginga.

Etterord

Takk til Norsk Hydro a.s. ved Leif Ruud som har delfinansiert prosjektet og kome med nyttige kommentarar undervegs, og til forsøksringane som har vore med på forsøksserien.

Litteratur

Baadshaug, O.H. 1974. Eng- og beitedyrking. IV. En oversikt over resultat av engforsøk i Norge og andre skandinaviske land. Landbruksbokhandelen. 124 s.

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.

Dampney, P.M.R. 1992. The effect of timing and rate of potash application on the yield and herbage composition of grass grown for silage. Grass and Forage Science 47: 280-289.

Ekern, A., T. Homb & B. Grønnerød 1988. Nordens husdyrføring gjennom de siste 50 år sett i relasjon til vekstnæring i planteproduksjonen. Informasjon fra statens fagteneste for landbruket Nr. 2 1988: 15-40.

Grunes, D.L., P.R. Stout & J.R. Brownell 1970. Grass tetany of ruminants. Advances in Agronomy 22: 331-374.

Hopkins, A., A.H. Adamson & P.J. Bowling 1994. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. Grass and Forage Science 49: 9-20.

Jacobsen, A. 1964. Forsøg med kalksalpeter og kalkammonsalpeter til kløvergræs. 64. beretning om planteavlssarbejdet i landboforeningerne i Jylland: 628-631.

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.

Lunnan, T. 1995. Fordeling av nitrogen-gjødsel i eng. Faginfo Nr. 1 1995: 50-55.

Lunnan, T. & P. Marum 1994. Timotei-sorter for høgereliggende strøk på Østlandet. Norsk landbruksforskning 8: 305-314.

Marum, P. 1990. Bestemmelse av kvalitet i fôrvekster ved hjelp av NIRS og metodens muligheter i engvekstforedlingen. Norsk landbruksforskning. Supplement No. 9 1990: 149-155.

STIL 1992. Fôrtabell for kraftfôr og grovfôr til drøvtyggere. STIL 11.3.92. 42 s.

Synnes, O.M. & S. Øpstad 1995. Innholdet av mikro- og makronæringsstoff i gras - med utgangspunkt i grasking i dei tre nordlegaste Vestlandsfylka. FAGINFO Nr. 6 1995: 101-111.

Ødelien, M. 1934. Kvelstoff-gjødslingsforsøk på eng. Jordkulturforsøkene, melding nr. 14. 48 s.

Virkingen av grovkalk i forhold til kalksteintype

Effects of coarse liming materials in relation to type of limestone

INGVAR LYNGSTAD, KARL-JAN ERSTAD & JOHN LUKTVASSLIMO

Norges landbrukshøgskole, Institutt for jord- og vannfag, Ås, Norge

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

Lyngstad, I., K.-J. Erstad & J. Luktvaslimo 1996. Effects of coarse liming materials in relation to type of limestone. *Norsk landbruksforskning* 10: 49-58. ISSN 0801-5333.

Effects of coarsely ground liming materials prepared from a low- and a high-crystalline limestone, consisting of 30 % 1-3 mm material, were compared with corresponding effects of finely ground products at five rates in a long-term pot experiment on an acid soil cropped to barley. Finely ground materials were more efficient in raising pH than coarser ones, and the low-crystalline coarse liming material was more efficient than that prepared from the high-crystalline limestone. The pH-effect of coarsely ground liming material relative to finely ground material from the low-crystalline limestone increased from 64% after one year to 92% after six years, while the corresponding increase for the high-crystalline limestone was from 66 to 77%. After reliming and another 6-year period the relative effect of the high-crystalline coarse liming material amounted to 88%, whereas the effect of the low-crystalline material was unchanged. Grain and straw yields were strongly reduced at the lower liming rates, especially in treatments that included coarse materials. The finely ground products significantly increased the Ca concentrations in straw yields at the higher liming rates, whereas the coarse products scarcely had any effect.

Key words: Barley, Ca uptake, calcite, coarsely ground liming material, finely ground liming material, limestone, pH, yield.

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

Materialhardhet og findelingsgrad er faktorer som i stor grad bestemmer oppløsningshastigheten av kalk i jorda. Virkingen av steintype vil være avhengig av hvilke størrelsesfraksjoner som sammenlignes. I et laboratorieforsøk fant Luktvaslimo (1981) tilnærmet lik pH-virking av fraksjoner mindre enn 0,4 mm fra ulike kalksteiner etter ett år på ei sterkt sur mineraljord, mens det for grovere fraksjoner var tydelig forskjell i virkningen mellom grov- og finkrystallinsk kalk. Lignende forskjeller er påvist mellom

ulike typer dolomitt (Jørgensen 1982). Disse forsøkene samsvarer i store trekk med resultatene av tidligere undersøkelser fra andre land (Davies 1951; Meyer & Volk 1952; Ohlsson & Torstensson 1955).

Grovknuste kalktyper bør vurderes på grunnlag av virkingen de har over flere år. I et 4-årig karforsøk fant Persson (1985) at fraksjoner mindre enn 1 mm av silur- og ordovicisk kalk ga like stor effekt som kritt kalk. Fraksjonen 1-3 mm ga mindre virkning enn kritt kalk etter fire

år, og det samme var tilfelle for fraksjonen 0,5-1,0 mm av grovkrystallinsk kalk og dolomitt. Lignende resultater ble funnet av Bertilsson & Persson (1985) i et 5-årig rammeforsøk.

I et langvarig rammeforsøk fant Lyngstad (1993) stort sett lik pH-effekt i jorda for fraksjoner under 1 mm av en finkrystallinsk kalk etter fire år, mens grovere materiale (1-3 mm) nærmet seg effekten av finere fraksjoner etter 5-6 år. Tilsvarende fraksjoner av dolomitt viste betydelig mindre oppløselighet, og særlig var det liten kalkvirkning av materiale større enn 1 mm.

Denne rapporten omhandler de endelige resultatene av et langvarig karforsøk hvor en sammenlignet mjøl og grovknust vare fra en fin- og grovkrystallinsk kalkstein. Noen foreløpige resultater er publisert tidligere (Luktavasslimo 1981).

Materiale og metoder

Til forsøket ble det brukt ei sterkt sur, moldrik mineraljord som ble uttatt fra et planeringsfelt i Enebakk, Akershus. Alle kalktyper ble innblanda i mengder tilsvarende 100, 200, 300, 400 og 500 kg, beregnet som CaO + MgO pr dekar. I tillegg var det med et ukalka ledd. Jorda ble sikta gjennom et 4mm x 4mm trådsikt, blanda og fylt i 6-liters kar tilsvarende to paralleller pr ledd. Analyser av jorda ble utført i prøver uttatt etter sikting og blanding. Mekanisk analyse ble utført etter hydrometermetoden, total N ble bestemt etter Kjeldahl-metoden, organisk C ved tørrforbrenning (Leco) og pH ble målt i suspensjon med volumforholdet jord:vann = 1:2.5. Disse analysene er vist i tabell 1 sammen med AL-tall for P, K og Mg.

Kalksteinsmjølet og grovkalken som ble brukt i forsøket, ble komponert fra tørrsikta fraksjoner i henhold til Norsk Standard (Norges Standardiseringsforbund 1979). Kalksteinsmjølet inneholdt 60 % av fraksjonen under 0,2 mm, 20 % av fraksjonen 0,2-0,4 mm og 10 % av hver av fraksjonene 0,4-0,6 og 0,6-1,0 mm. Grovkalken besto av 35 % under 0,4 mm, 11,7 % av fraksjonen 0,4-0,6 mm, 23,3 % av fraksjonen 0,6-1,0 mm og 15 % av hver av fraksjonene 1,0-2,0 og 2,0-3,0 mm. Innholdet av CaO og MgO ble bestemt i finknuste prøver av de ferdige blandingene etter en standard analysemetode hvor kalken ble oppløst i konsentrert saltsyre og salpetersyre. Gjennomsnittlig innhold av CaO + MgO var 45,7 % i den finkrystallinske kalken og 55,2 % i den grovkrystallinske. Innholdet av MgO var lavt i begge kalktyper. I det følgende vill totalt kalkinnhold bare benevnes som CaO.

Det ble kalka på nytt med de samme mengder etter seks år. Ved den andre kalkinga ble sammensetningen av grovkalken justert i samsvar med forslag til ny standard (Norges Standardiseringsforbund 1987), slik at 40 % var under 0,4 mm og 30 % mellom 0,4 og 1,0 mm.

Alle kar ble gjødsla tilsvarende 24 kg N i NH_4NO_3 , 6 kg P i $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ og 24 kg K i K_2SO_4 pr. dekar og år. Gjødsla ble tilført oppløst i vann og blanda inn i hele jordmassen.

Som vekst ble brukt bygg i alle år. Vanning ble utført regelmessig med avionisert vann. Kornet ble høsta ved modning og korn- og halmavling ble bestemt. For deler av materialet ble det utført analyser av Ca og Mg. pH ble bestemt i karvise jordprøver som ble uttatt hvert år etter høsting.

Resultater

pH-virkning

Virkingen av kalksteinsmjøl og grovkalk i enkelte år for de to kalksteintypene er vist i figurene 1 og 2 for første kalkingsperiode og i figurene 3 og 4 for den andre perioden. Resultatet for kontrollleddet er ikke tatt med, da pH-verdiene etter hvert ble ekstremt lave og resulterte i total misvekst. Som det framgår av figurene 1-4 ble det etter hvert også svært lave pH-verdier ved minste grovkalkmengde.

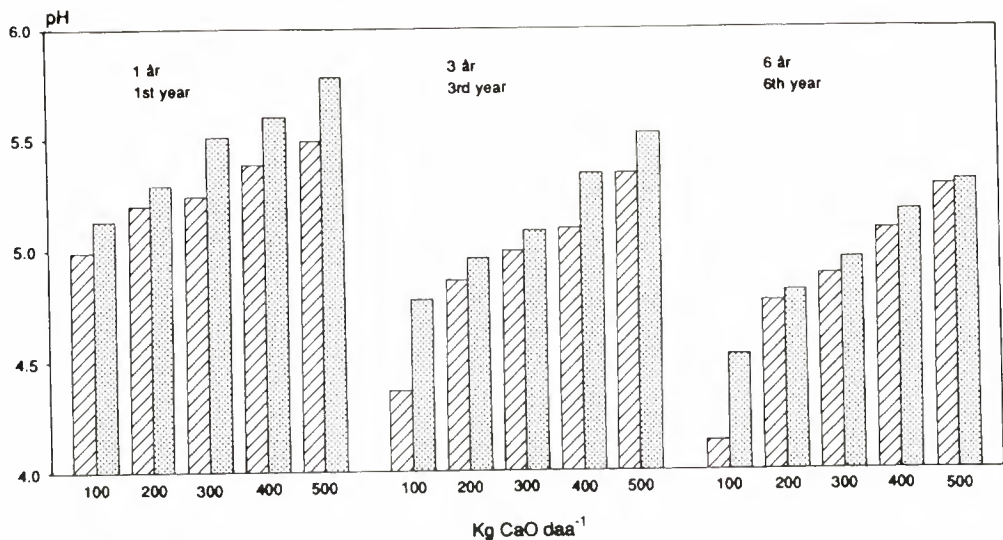
Dette hadde sammenheng med misvekst i bygget, og som førte til akkumulering av gjødsla og pH-senking gjennom salt-effekt.

Ser en bort fra minste kalkmengde, var det stort sett lineær sammenheng mellom stigende kalkmengder og økningen i pH. Jordprøver som ble tatt etter ca. ett år, viste en gjennomsnittlig stigning i pH pr. 100 kg CaO i kalksteinsmjøl og grovkalk på henholdsvis 0,21 og 0,14 enhet. I løpet av den første kalkingsperioden sank pH med 0,3-0,4 enhet. Ved andre gangs

Tabell 1. Fysiske og kjemiske analyser av jorda brukt i forsøket.

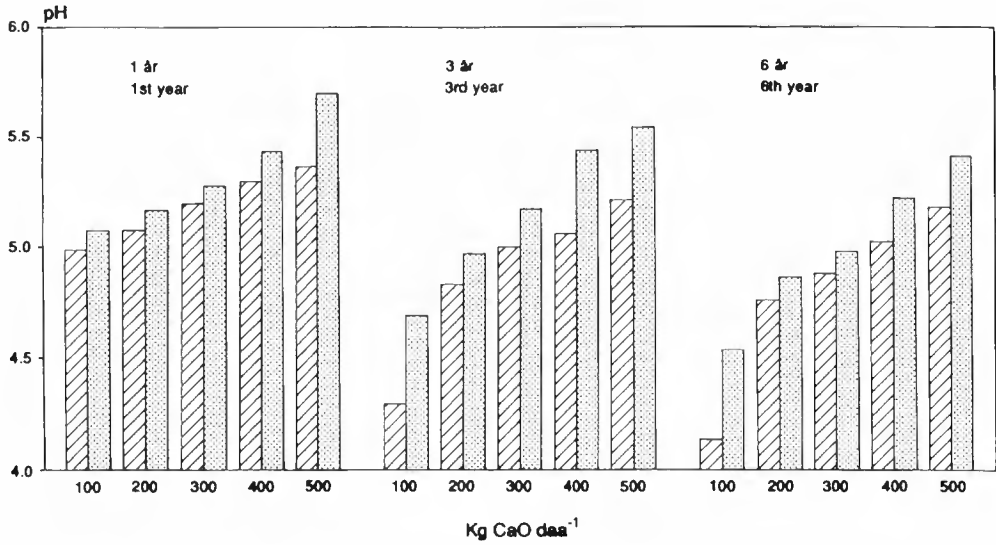
Table 1. Physical and chemical characteristics of the experimental soil.

Sand	Silt	Leir	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Tot.N	Org.C
Sand	Silt	Clay		mg/100g	mg/100g	mg/100g	%	%
%	%	%						
6	57	37	4.6	1.2	17	13	0.46	5.1



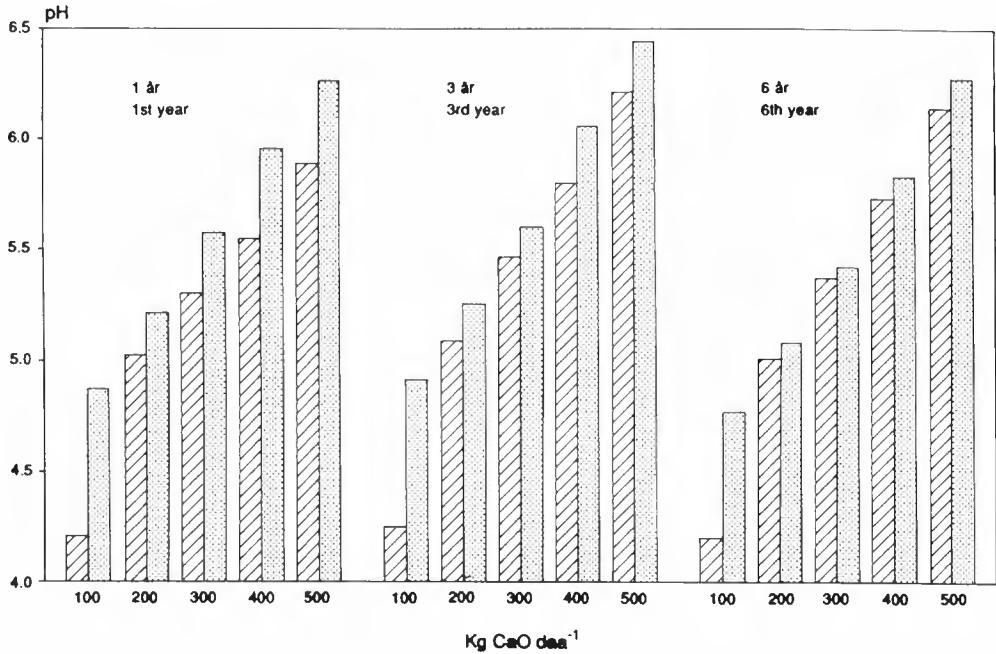
Figur 1. Virkingen av grovkalk \square og kalksteinsmjøl \square av finkrystallinsk kalkstein på pH i tre ulike år i første kalkingsperiode.

Figure 1. The effect of coarse \square and fine \square liming material of low-crystalline limestone on pH in three separate years of the first liming period.



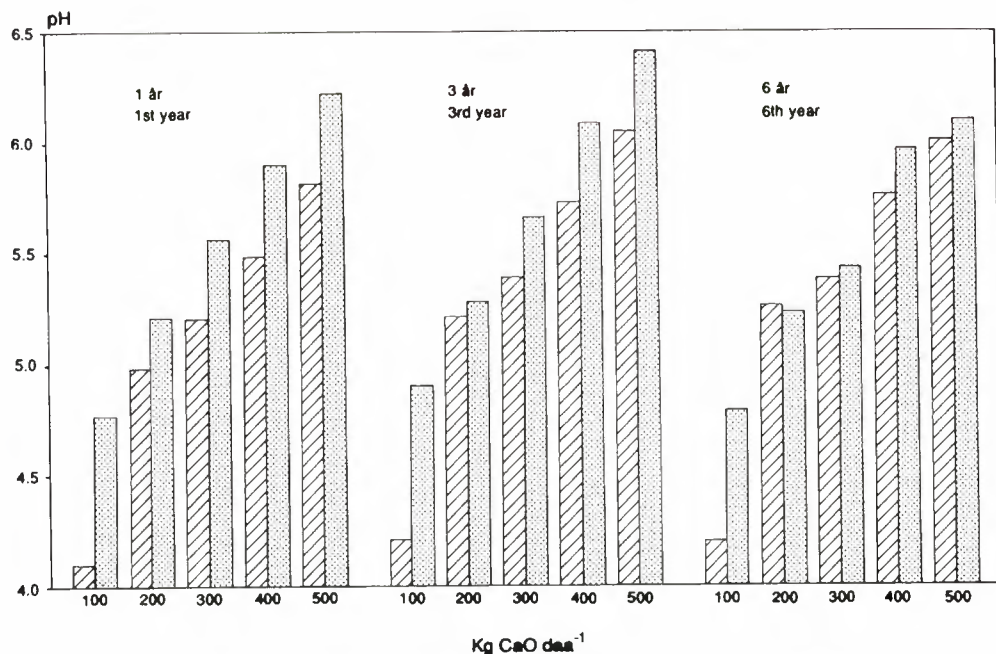
Figur 2. Virkningen av grovkalk \square og kalksteinsmjøl \square av grovkrySTALLinsk kalkstein på pH i tre ulike år i første kalkingsperiode.

Figure 2. The effect of coarse \square and fine \square liming material of high-crystalline limestone on pH in three separate years of the first liming period.



Figur 3. Virkningen av grovkalk \square og kalksteinsmjøl \square av finkrySTALLinsk kalkstein på pH i tre ulike år i andre kalkingsperiode.

Figure 3. The effect of coarse \square and fine \square liming material of low-crystalline limestone on pH in three separate years of the second liming period.



Figur 4. Virkingen av grovkalk \square og kalksteinsmjøl \square av grovkrystallinsk kalkstein på pH i tre ulike år i andre kalkingsperiode.

Figure 4. The effect of coarse \square and fine \square liming material of high-crystalline limestone on pH in three separate years of the second liming period.

kalking var pH-stigningen noe mindre, og utgjorde i middel pr 100 kg CaO 0,18 og 0,12 pH-enhet for henholdsvis kalksteinsmjøl og grovkalk. I den andre kalkingsperioden var det ingen nedgang i pH. Disse forskjellene mellom første og andre kalkingsperiode kan bero på at kalkinga førte til økning i jordas bufferevne ved et noe høyere pH-nivå.

Resultatene viste meget signifikante forskjeller i pH-effekten mellom kalksteinsmjøl og grovkalk i alle år ($P < 0,001$ som regel). Den finkrystallinske kalken ga signifikant ($P < 0,01$) større pH-effekt enn den grovkrystallinske kalken de to første åra. Dette gjaldt både kalksteinsmjølet og grovkalken det første året, mens forskjellen mellom kalksteinsmjøltypene jevnet seg ut allerede i andre året og ga tilnærmet lik virkning i middel for hele

kalkingsperioden. Den finkrystallinske grovkalken hadde noe større virkning enn den grovkrystallinske i alle år, særlig ved de største kalkmengdene. Lignende resultater som gjaldt pH-virkingen ble oppnådd i den andre kalkingsperioden, men her var det i middel ikke signifikante forskjeller mellom effekten av de to steintypene.

For å sammenligne kalkslag og varettyper har en utført regresjonsberegninger for sammenhengen mellom kalktyper og pH. Beregningene ble utført med fire kalkmengder (minus minste mengde), og regresjonsligningene ble brukt for beregning av relativ effekt av kalkingsmidlene. Disse beregningene ble utført for pH-målingene i de enkelte år, og noen av resultatene er vist i tabell 2.

Grovkalken fra den finkrystallinske

Tabell 2. Virkningen av grovkalk i forhold til kalksteinsmjøl fra fin- og grovkrystallinsk kalkstein i tre ulike år i de to kalkingsperiodene. (Kalksteinsmjøl i ulike år = 100)

Table 2. The effect of coarse relative to fine liming materials from low- and high-crystalline limestones in three separate years of the two liming periods (Fine liming materials in separate years = 100).

Kalksteintype <i>Type of limestone</i>	1. periode <i>1st period</i>			2. periode <i>2nd period</i>		
	1. år <i>1st yr</i>	3. år <i>3rd yr</i>	6. år <i>6th yr</i>	1. år <i>1st yr</i>	3. år <i>3rd yr</i>	6. år <i>6th yr</i>
Finkrystallinsk <i>Low-crystalline</i>	64	75	92	75	85	93
Grovkrystallinsk <i>High-crystalline</i>	66	65	77	71	82	88

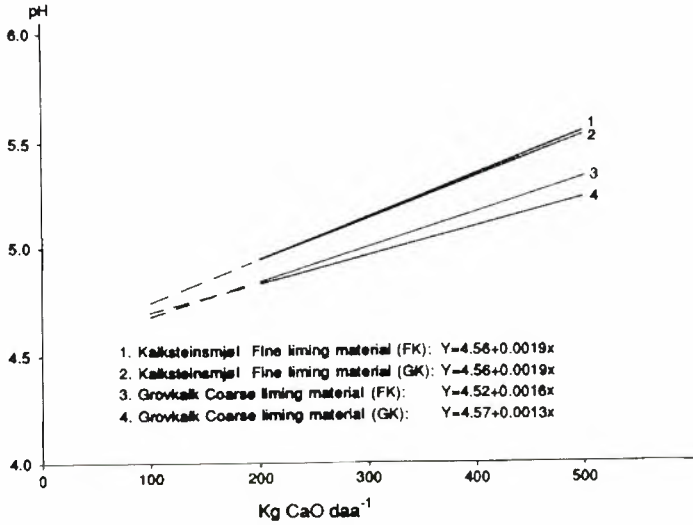
kalksteinen ga relativt større pH-effekt enn tilsvarende kalk fra det grovkrystallinske materialet. Et unntak gjelder i første kalkingsåret, hvor en ikke hadde full effekt av kalksteinsmjølet fra den grovkrystallinske kalksteinen. I den første kalkingsperioden økte virkningen av grovkalken fra det finkrystallinske materialet fra 64 % av kalksteinsmjølets virkning det første året til 92 % etter seks år, og tilsvarende fra 66 til 77 % for den andre grovkalken. Den seinere effekten av grovkalken førte til at virkningsgraden fortsatte å øke i den andre kalkingsperioden, samtidig som resultatene tydet på at grovkalken ikke kom særlig over 90 % av kalksteinsmjølets virkning. I den andre kalkingsperioden lå pH ca. 0,5 enhet høyere enn ved første kalking, og dette kan i noen grad ha påvirket oppløsningshastigheten for kalkpartiklene. Av figurene 5 og 6, som viser sammenhengen mellom kalkmengde og middeltall for pH i de to periodene, framgår det at effekten av den harde grovkalken var mindre i forhold til den andre grovkalken ved de største kalkmengdene. Forskjellen var mindre utpreget i den andre kalkingsperioden, trolig som en følge av den utjevning av effekten som skjer mellom kalk-

typene på sikt, og muligens seinvirkning av første gangs tilføring av grovkalk. Det var likevel en viss forskjell mellom de to grovkvarene etter 12 år ved pH rundt 6.

Avlinger

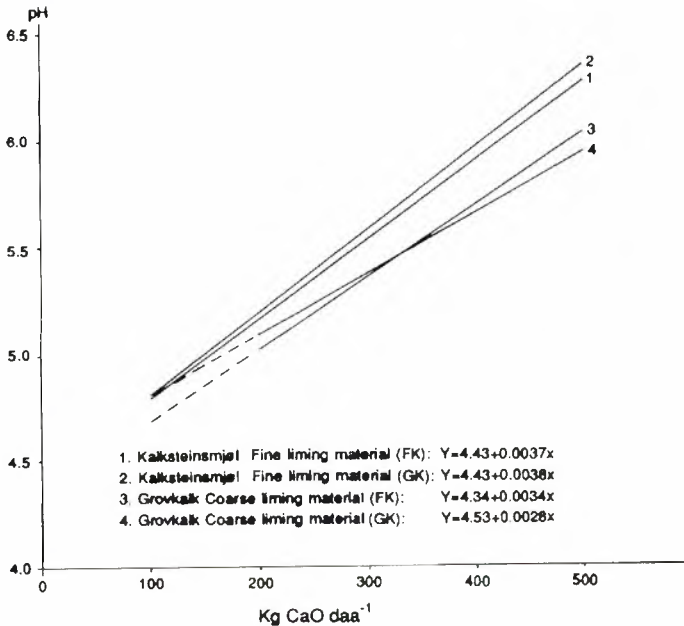
Kalking ga store og signifikante avlingssutslag i bygg på denne sure jorda i alle år. Den grovkrystallinske kalken ga signifikant ($P < 0,05$) mindre avling enn den finkrystallinske første året, en forskjell som i første rekke gjaldt grovkalk, og som ble registrert også i andre og tredje forsøksår. Minste mengde grovkalk ga normal vekst første året, hvoretter avlingen avtok raskt til det ble registrert total misvekst i fjerde forsøksåret. Også i den andre kalkingsperioden var det misvekst ved minste mengde grovkalk. Etter hvert som en fjernet seg fra kalkingsåret, ble det også små avlinger ved minste mengde kalksteinsmjøl.

De små avlingene av korn og halm ved minste mengde grovkalk bidro sterkt til at den gjennomsnittlige effekten av grovkalk var signifikant mindre enn kalksteinsmjøl de fleste år. Avlingene ved 200 kg CaO i grovkalk lå som oftest litt under tilsvarende mengde kalksteinsmjøl, mens



Figur 5. Sammenheng mellom pH-verdi og tilført mengde CaO i grovkalk og kalksteinsmjøl av finkrystallinsk (FK) og grovkrystallinsk (GK) kalkstein i middel for første kalkingsperiode.

Figure 5. Relationship between pH-value and amount of CaO applied as coarse and fine liming materials of low-crystalline (FK) and high-crystalline (GK) limestones on average of the first liming period.



Figur 6. Sammenheng mellom pH-verdi og tilført mengde CaO i grovkalk og kalksteinsmjøl av finkrystallinsk (FK) og grovkrystallinsk (GK) kalkstein i middel for andre kalkingsperiode.

Figure 6. Relationship between pH-value and amount of CaO applied as coarse and fine liming materials of low-crystalline (FK) and high-crystalline (GK) limestones on average of the second liming period.

det ved større mengder var ubetydelige avlingsforskjeller. Et sammendrag av avlingstall og pH-målinger for de to periodene er vist i tabell 3.

Kjemiske avlingsanalyser

Kalsium i korn- og halmavling ble bestemt bare i den første perioden. Ved minste kalkmengde var Ca-innholdet ved sine ekstremverdier preget av misveksten i bygget, særlig når det gjaldt grovkalken. Det var ellers som ventet liten effekt av stigende kalkmengder på Ca-innholdet i korn. Kalsiuminnholdet i halm viste økning ved de to største mengdene med kalksteinsmjøl, mens det knapt var noen effekt av grovkalk, kun en stigende tendens. Et sammendrag av analyseresultatene for kalsium er vist i tabell 4.

Diskusjon

Materialhardheten har mindre betydning for oppløsningshastigheten av finmalt kalkstein i jorda. I dette forsøket var pH-effekten av mjølvaren fra den finkrystallinske kalksteinen litt større enn fra den grovkrystallinske første året. Men forskjellen jevnet seg fort ut, og middelresultatene for en 6-årsperiode viste tilnærmet lik effekt for de to kalksteintypene.

Forskjellen i oppløselighet mellom de to kalksteintypene kom imidlertid klart fram når det gjaldt pH-effekten av grovkalken. Mens den grovknuste varen av finkrystallinsk kalkstein nærmet seg effekten av mjølvaren i løpet av en 6-årsperiode (92%), lå fortsatt den grovkrystallinske kalken en del under i virk-

Tabell 3. Virkningen av stigende mengder grovkalk og kalksteinsmjøl på korn- og halmavlinger (kg tørrstoff/daa) og på pH i jord i middel for hver av de to kalkingsperiodene.

Table 3. The effect of increasing rates of coarse and fine liming materials on yields of grain and straw (kg DM/daa) and on soil pH on average for the two liming periods.

	kg CaO/daa										LSD 5%
	100		200		300		400		500		
	GK	KM	GK	KM	GK	KM	GK	KM	GK	KM	
<u>1980-85:</u>											
Korn <i>Grain</i>	272	652	1120	1256	1292	1292	1320	1280	1332	1340	132
Halm <i>Straw</i>	260	552	868	1092	1068	1108	1144	1108	1176	1160	92
pH	4.42	4.64	4.84	4.95	4.99	5.12	5.12	5.34	5.27	5.52	0.06
<u>1986-91:</u>											
Korn <i>Grain</i>	32	1148	1100	1048	1108	1144	1188	1188	1148	1236	88
Halm <i>Straw</i>	56	944	880	900	896	892	928	900	880	952	60
pH	4.18	4.81	5.09	5.19	5.35	5.53	5.65	5.96	6.03	6.31	0.04

GK = Grovkalk *Coarse liming materials*

KM = Kalksteinsmjøl *Fine liming materials*

Tabell 4. Innholdet av kalsium i korn- og halmavlinger (g/kg tørrstoff) ved stigende mengder grovkalk og kalksteinsmjøl. Middell for første 6-årsperiode.

Table 4. The concentration of calcium in grain and straw yields (g/kg DM) in relation to the various rates of coarse and fine liming materials. Average for the first 6-years period.

	kg CaO/daa										LSD 5 %
	100		200		300		400		500		
	GK	KM	GK	KM	GK	KM	GK	KM	GK	KM	
Korn Grain	0.65	0.39	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.33	0.05
Halm Straw	9.5	5.3	4.6	4.7	4.5	4.6	4.6	5.0	4.8	5.6	0.4

GK = Grovkalk Coarse liming material

KM = Kalksteinsmjøl Fine liming material

ning (77%). I løpet av den andre kalkingsperioden økte effekten av den sistnevnte grovkalken til 88 % av kalksteinsmjølets effekt, mens virkningsgraden av grovkalken fra finkrystallinsk materiale lå på samme nivå som tidligere.

Resultatene som gjelder den finkrystallinske kalken kan til dels sammenlignes med et utendørs rammeforsøk, som ble anlagt etter en annen plan, men hvor det ble brukt samme jordtype (Lyngstad 1993). En jevnføring av de to forsøkene viser at virkningsgraden av grovkalk når det gjaldt pH- effekt, var tilnærmet lik for de to forsøkene i de enkelte år i den første kalkingsperioden. Rammeforsøket ble ikke kalka på nytt, men fortsatte pH-målinger viste at grovkalken etter hvert nådde 100 % virkning i forhold til mjøl-varen. Denne forskjellen i forhold til karforsøket kan henge sammen med at virkningsgraden av grovkalk i rammeforsøket er blitt endret som følge av større utvasking av basekationer i leddene med finmalt kalk, men kan også skyldes langsiktige endringer i jordkjemien (bufferreaksjoner). I en flerårig undersøkelse med tre jordtyper fant Jaakkola & Jokinen (1980) at fint og grovt materiale

reagerte likt i forhold til hverandre i kar- og markforsøk. Derimot var dolomitt mindre effektivt i forhold til kalsitt i markforsøket enn i karforsøket, noe som kunne ha sammenheng med mindre homogen innblanding av kalk i markforsøket.

Fordi forskjellen i oppløsningshastighet mellom harde og mindre harde kalksteiner i første rekke gjelder grovere fraksjoner, er det av betydning at varetyper som produseres av grovkrystallinsk kalkstein, knuses relativt fint. Vanligvis inneholder slik grovkalk mer av de midlere partikkelstørrelser (0,2-1,0 mm) enn kalk av finkrystallinsk materiale, og lite av støvfine partikler. Dette gjør at den kan lagres og spres i fuktig tilstand.

Sammendrag

Kalk fra en fin- og en grovkrystallinsk kalkstein ble sammenlignet i et karforsøk med ei sterkt sur, siltig mellomleire over en 12-årsperiode. Planen omfattet 100, 200, 300, 400 og 500 kg, beregnet som CaO + MgO pr. dekar av kalksteinsmjøl og grovkalk fra de to typene kalkstein etter gjeldende standard. Samme kalk-

mengder ble tilført på nytt etter seks år. Som vekst ble brukt bygg høsta ved modning.

Kalksteinsmjøl ga signifikant større pH-effekt enn grovkalk i alle år. Kalksteinsmjøl av finkrystallinsk kalkstein virket raskere enn kalksteinsmjøl av grovkrystallinsk materiale, men forskjellen jevnet seg ut i løpet av første året. pH-virkingen av grovkalken basert på finkrystallinsk kalkstein utgjorde 64 % av kalksteinsmjølets virkning etter ett år og økte til 92 % etter seks år, mens virkingen av den andre grovkalken økte fra 66 til 77 % i samme tidsrom. I den andre kalkingsperioden økte virkningsgraden av den grovkrystallinske kalken til 88 % og nærmet seg den andre kalken, som ikke økte ytterligere i den andre perioden.

Svært lav pH førte til misvekst eller sterkt redusert avling ved de minste kalkmengdene. De største mengdene av kalksteinsmjøl resulterte i signifikant økning i Ca-innholdet i halm, mens det knapt var noen effekt av grovkalken.

Litteratur

Bertilsson, G. & J. Persson 1985. Kalkfraksjoner och kalkningseffekt. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap. Rapport nr. 163, 18 s.

Davies, E.B. 1951. Fineness of grinding of agricultural limestones. New Zealand J. Agr. 83: 217-223.

Jaakkola, A. & R. Jokinen 1980. Comparison of fine and coarse limestones in pot and field experiments. Ann. Agr. Fenn. 19: 108-124.

Jørgensen (Erstad), K.-J. 1982. Sammenlikning av noen norske kalkingsmidler i sammenheng med findelingsgradens be-

tydning for virkingen på jordreaksjon og plantevekst. Hovedoppgave, Norges landbrukshøgskole, 216 s.

Luktvaslimo, J. 1981. Findelingsgradens betydning for virkingen av kalkstein på jordreaksjon og plantevekst. Hovedoppgave, Norges landbrukshøgskole, 96 s.

Lyngstad, I. 1993. Virkingen av ulike størrelsesfraksjoner av kalkstein og dolomitt på pH i jord. Norsk Landbruksforskning. Supplement nr. 16: 142-154.

Meyer, T.A. & G.W. Volk 1952. Effect of particle size of limestones on soil reaction, exchangeable cations, and plant growth. Soil Sci. 73: 37-52.

Norges Standardiseringsforbund 1979. Kalkingsmidler for landbruket. Norsk Standard 2885, 1. utg., 7 s.

Norges Standardiseringsforbund 1987. Kalkingsmidler for landbruket. Norsk Standard 2885, 2. utg., 7 s.

Ohlsson, S. & G. Torstensson 1955. Undersökningar över formalingsgradens betydelse för några svenske kalksteinsmjøl vid användning som jordbrukskalk. Kungl. Lantbruksakademiens Tidskrift 94: 397-448.

Persson, J. 1985. Kalkningseffekt - betydelsen av kalkslag och sikt kvalitet. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap. Rapport nr. 162, 22 s.

Ernæringsmessige konsekvenser av økt kraftfôrforbruk i mjølkeproduksjonen

Nutritional effects of increased use of concentrate to dairy cows

ÅSHILD T. RANDBY

Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag, Ås, Norge

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

Randby, Å.T. 1996. Nutritional effects of increased use of concentrate to dairy cows. *Norsk landbruksforskning* 10: 59-74. ISSN 0801-5333.

Diets containing a wide range of forage/concentrate levels can be used to achieve a cow's maximum milk potential. With high forage rations, the energy concentration is the first limiting factor for milk production, whereas with high grain diets, metabolic disorders are most likely to restrict milk production. Increased metabolizability of feed rations increases feed energy utilization. High levels of concentrate are conducive to production of propionic acid in the rumen, which in turn may promote partition of energy towards body fat synthesis instead of milk secretion. Diets containing only a little roughage and high levels of starchy concentrates can cause milk fat depression. Fibrous concentrates may, to some extent, reduce this problem. The use of heat-treated grain increases the rate of starch fermentation in the rumen, but decreases the rate of rumen protein degradation. Early cut forages have a unique position in dairy cow nutrition, because of their high energy content together with their "forage type" of rumen fermentation which is favourable to milk production and preventing milk fat depression.

Key words: cows, feeding, forage/concentrate proportion, milk, nutrition

Åshild T.Randby, Agricultural University of Norway, Department of Animal Science, Hellerud Research Station, P.O.Box 115, N-2013 Skjetten, Norway

På de fleste norske gårdsbruk har kraftfôret hittil vært betraktet som kostbart. Grovfôret har vært produsert på egen gård til en rimeligere pris. Innkjøpt grovfôr til landsdeler med snau egenproduksjon har derimot vært dyrt p.g.a. lang transport av voluminøst fôr. Her har kraftfôrandelen i fôringa vært høyere enn i distrikter med større arealer.

Sentrale myndigheter har varslet at kornprisen skal ned, hvilket også vil bety redusert kraftfôrpris. En generell nedgang i kraftfôrprisen kan slå ut høgst ulikt på gårdsbruk med ulike forutsetninger. I store deler av landet er det bare gras-

dyrking som er aktuelt av klimatiske årsaker. Der hvor alternative produksjonsmuligheter derimot foreligger, vil lønnsomheten i disse produksjonene være avgjørende for omfanget av grovfôrdyrking. Korn dyrking får redusert lønnsomhet når kornprisen går ned.

Kostnadene forbundet med dyrking, høsting, konservering og fôring av grovfôr vil trolig bli av stor betydning for hvor mye grovfôr som vil bli høstet. Dersom disse kostnadene på lang sikt blir større enn kraftfôrprisen, vil en sannsynligvis bare høste en minimumsmengde med grovfôr. Bruk av arealene i ekstensiv beite-

drift kan bli den mest aktuelle alternative bruk av jorda, men det forutsetter at gjerdekostnadene kan holdes på et akseptabelt nivå.

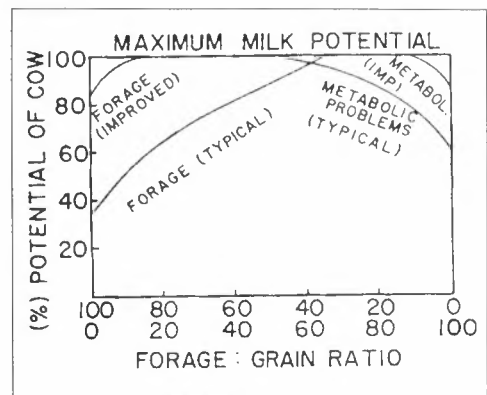
Muligheter og begrensninger ved ulikt grovfôr/kraftfôr-forhold

Fram til i dag har produksjon av første-klasses grovfôr vært blant mjølkeprodusentenes viktigste utfordringer. Rikelig med godt grovfôr har vært avgjørende for å kunne oppnå stor ytelse basert på moderat innkjøp av kostbart kraftfôr. Dersom prisen i framtida blir omtrent den samme for grovfôr og kraftfôr, vil mjølkeprodusentene stå mer fritt til å velge fôrsammensetning, og resultatet kan bli at de velger det ernæringsmessige mest fordelaktige grovfôr/kraftfôr-forholdet. På sett og vis kan dette være en ønskesituasjon, forutsatt at prisen på mjølka er høy nok til å gi en rimelig inntekt.

Foreløpig tyder alt på at det blir opprettholdt produksjonskvoter for både ku- og geitemjølke. Å produsere en gitt mjølkemengde ved hjelp av mange dyr med låg ytelse, fører til at mer fôr går med til vedlikehold, enn når kvota produseres på få dyr med høy ytelse. Det er i hovedsak bare når grovfôret er vesentlig rimeligere enn kraftfôret, at det kan være lønnsomt å produsere kvota på mange dyr. I en situasjon med redusert kraftfôrpris må en derfor kunne forutsette at mjølka vil bli produsert på høgtytende dyr.

Dersom kraftfôrprisen blir så låg at grovfôr bare vil bli brukt i minimale mengder, står gårdbrukeren overfor nye utfordringer som kan være vel så vanskelige å takle, som grovfôrbasert mjølkeproduksjon. Hvilke faktorer som begrenser ytelsesnivået i forhold til det maksimalt oppnåelige, ved ulike sammensetninger av fôrrasjonen, er vist i figur 1.

Figuren illustrerer en rekke forhold: Bruk av middels til dårlig grovfôr (FORAGE TYPICAL) kan gi begrensninger i ytelsesnivå p.g.a. begrenset opptak av lite konsentrert fôr, helt opp til en fôrsammensetning med ca. 60% kraftfôr. Allerede ved lavere kraftfôrnivå kan metabolske problemer oppstå som hindrer maksimal ytelse. På den annen side kan maksimalt ytelsesnivå oppnås ved bruk av svært lite kraftfôr hvis grovfôret er helt første-klasses på alle måter. Ytelsesnivået kan videre holdes maksimalt ved et svært høgt kraftfôrnivå dersom alle tenkelige tiltak tas i bruk for å hindre metabolske problemer. Maksimal ytelse kan altså oppnås over et vidt spekter av rasjonssammensetninger. Figuren illustrerer imidlertid hvilke utfordringer en møter ved ulike grovfôr/kraftfôrforhold.



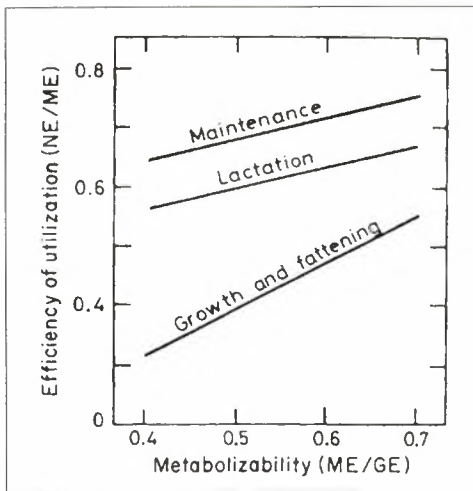
Figur 1. Produksjonsmuligheter ved ulik fôrsammensetning (Miller & O'Dell 1969)

Fig. 1. Possibilities in milk production resulting from different proportions of forages and concentrates (Miller & O'Dell 1969)

Fysiologiske endringer ved økt bruk av kraftfôr

De første fysiologiske endringene som skjer ved økt bruk av kraftfôr er redusert drøvtygging, redusert spyttsekresjon, endring i mikrobiell sammensetning av vomfloraen og redusert eddiksyre/propionsyreforhold i vom (Miller & O'Dell 1969). En moderat økning i kraftfôrbruket gir økt energiutnyttelse i mjølkeproduksjonen. Sammenlikna med eddiksyregjæring, som dominerer ved bruk av grovfôrrike rasjoner, gir propionsyregjæring mindre energitap i form av metan som rapes opp. En konsentrert fôrrasjon med høg andel omsettelig energi (ME) i forhold til bruttoenergi (GE) gir bedre utnyttelse av den omsettelige energien både til vedlikehold, mjølkeproduksjon og vekst. Dette er vist i figur 2.

Som det går fram av figuren er respon-



Figur 2. Effektiviteten i utnyttelse (netto-energi (NE)/ME) av omsettelig energi til vekst, laktasjon og vedlikehold som funksjon av ME/GE (Bondi 1987, etter ARC, 1980).

Fig. 2. The efficiency of utilization (NE/ME) for growth and fattening, lactation and maintenance as a function of metabolizability (ME/gross energy) estimated by the Agricultural Research Council (UK), 1980

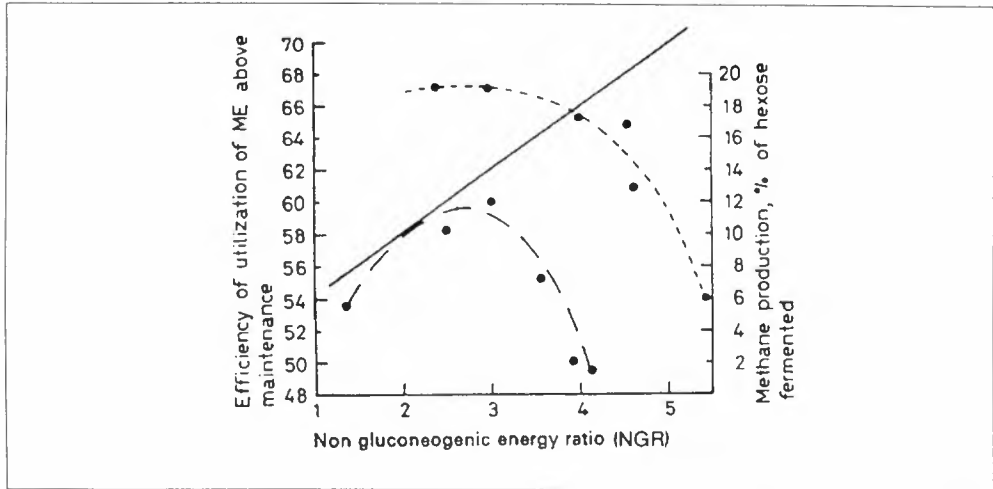
sen i form av økt effektivitet ved økende konsentrasjon av fôrrasjonen særlig stor ved vekst. I mjølkeproduksjonen kan det være et problem at økt propionsyregjæring i vom tenderer til å øke avleiringen av fett på bekostning av produksjon av mjølk. Dette forholdet er kvantifisert av Ørskov (1975) ved innføring av begrepet ikke-glukogent forhold (non-glucogenic ratio (NGR)). Forholdet mellom ikke-glukogene (syrer med like-antall C-atomer) og glukogene syrer (syrer med 3 C-atomer) som absorberes fra vom = NGR

$$= \frac{\text{eddiksyre} + 2 \times \text{smørsyre} + \text{valeriansyre}}{\text{propionsyre} + \text{valeriansyre}}$$

Valeriansyre omdannes til eddiksyre + propionsyre, og kommer derfor både i teller og nevner. Utnyttelsen av ME til mjølkeproduksjon og vekst ved ulike NGR er vist i figur 3.

Optimal utnyttelse skjer ved NGR mellom 2.25 og 3.00, men ved verdier under 3.00 fordeles næringsstoffene mer mot tilvekst på bekostning av laktasjon. Ved NGR mellom 3.00 og 3.50 er utnyttelsen av ME i mjølkeproduksjonen høg, men faller tydelig ved verdier over 3.50 (Ørskov 1975). Fordelingen av næringsstoffene mot kroppsfett eller mjølkeproduksjon styres delvis hormonelt. Høgt propionsyreinnhold i blod øker utskillelsen av insulin (Bines & Hart 1986). Siden insulin fører til økt opptak av næringsstoffer i de fleste kroppsvæv, men ikke innvirker på juret, vil muskel og fettvev konkurrere best ved høge insulinverdier, mens juret, og derved mjølkeproduksjonen, konkurrerer best ved låge insulinverdier. Høgt nivå av propionsyre og insulin i blodet vil fremme biosyntese i vevene, og hemme fettmobilisering (Bines & Hart 1986).

Bruk av store mengder stivelsesrikt

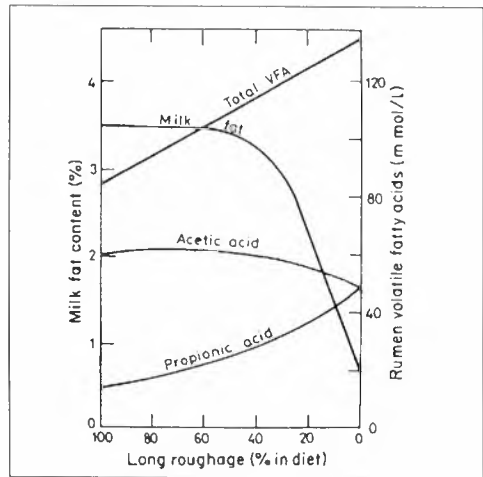


Figur 3. Virkningen av ikke-glukogent forhold (NGR) på utnyttelsen av ME til feiting (—) og laktasjon (---). Mengden av metan produsert i vom (·) i forhold til mengden av karbohydrater forgjæret er også vist (Ørskov 1975).

Fig. 3. Effect of non glucogenic energy ratio (NGR) of fermentation endproducts on efficiency of food utilization for fattening (—) and lactation (---). Methane production (·) relative to carbohydrate fermented is superimposed and related to axis on the right side of the graph (Ørskov 1975)

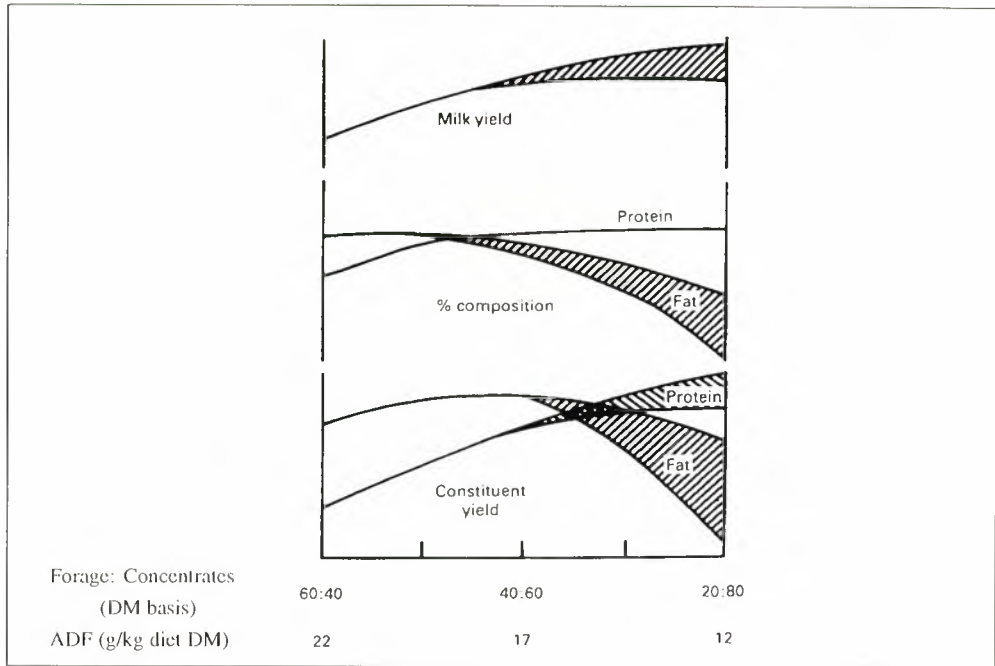
kraftfôr kan i tillegg til økt propionsyre-gjæring gi kraftig mjølkesyregjæring og redusert pH i vom. Redusert pH gir redusert vomfordøyelse av celleveggstoffer (Van Soest 1994), hvilket ytterligere reduserer produksjonen av eddiksyre. En relativ mangel på eddiksyre, som er en viktig forløper for mjølkefettsyntesen i juret, kan da oppstå (Bondi 1987). Fettsyrer fra mobilisert kroppsfett er en annen kilde til mjølkefettsyntese. Når også denne kilden til mjølkefett hemmes pga. høgt propionsyre- og insulininnhold i blod, kan resultatet bli mjølkefettdepresjon. Endringen i vomgjæring og virkningen på fettprosenten i mjølk ved redusert grovfôrmengde i rasjonen er vist i figur 4.

Sjøl ved bruk av fôrrasjoner som gir kraftig mjølkefettdepresjon, holder ofte både mjølkemengde og proteinprosent seg godt oppe, som vist i figur 5. Det er mulig at dette kan skyldes at glukogene aminosyrer spares for oksydasjon eller



Figur 4. Forholdet mellom andelen av langt grovfôr i rasjonen, konsentrasjonen av flyktige fettsyrer i vomsaft, og mjølkefett-innhold (Bondi 1987).

Fig. 4. The generalized relationship between the proportion of long roughage in the diet, volatile fatty acid concentrations in the rumen fluid and milk fat content (Bondi 1987)



Figur 5. Sammenhengen mellom grovfôr/kraftfôr-forholdet, eller innholdet av ADF (acid detergent fibre), i rasjonen og mjølkemengde og mjølkesammensetning (Sutton 1986)

Fig.5. The relationship between the forage/concentrate proportion, or the ration content of ADF (acid detergent fibre), and milk yield and milk composition (Sutton 1986)

bruk i glukoneogenesen når tilgangen på propionsyre er svært god, og at aminosyrene derfor i større grad er tilgjengelige for mjølkeproteinsyntese. Dette er imidlertid ikke helt avklart (Oldham & Sutton 1979). Generelt gir dårlig energiforsyning tydelig redusert proteinprosent i mjølk, mens overskudd av energi gir en liten økning i proteinprosent.

Appetittfôring på både kraftfôr og høy, som resulterte i 80% kraftfôr i rasjonen, er vist å gi fettdepresjon og stor kroppsvæktøkning i tillegg til redusert energitnyttelse sammenlikna med dyr som fikk begrensa kraftfôrmengder (Olson et al. 1966). Maksimal mjølkeytelse oppnås vanligvis ikke ved maksimal tildeling av kraftfôr, verken når grovfôret tildeles i begrenset mengde (Ekern 1972) eller når grovfôret gis etter appetitt (Østergaard

1979). Maksimal mjølkeytelse oppnås ved en fin balanse mellom fôropptak, fettmobilisering og effektiv utnyttelse av næringsstoffene (Prescott 1977, her e. Wilson 1979). Produksjon av fettfattig mjølk på en fôrrasjon med lite grovfôr og mye stivelsesrikt kraftfôr gir ofte sur vom og innebærer en ustabil vomgjæring som fort kan slå ut i sjukdom. Dersom det produseres mer mjølkesyre i vom enn det mikrobenes fortløpende klarer å omsette, kan mjølkesyre absorberes til blod og gi metabolsk acidose, noe nybære kyr er særlig utsatt for. Endringer i fôrsammensetning bør foretas over 10-14 dager for at mikrofloraen i vomma skal få tid til å tilpasse seg (Kaufmann et al. 1980). Brå overgang til økte kraftfôrmengder, eller tildeling av svært store kraftfôrmengder, kan gi en rekke alvorlige sjukdommer,

som: parakeratose av vomepitel, trommesjuka, matleihet, forfangenhet, leverabscesser, forstoppelse, diaré, løpedreining, unormal appetitt og enterotoxemi (Miller & O'Dell 1969). I verste fall kan døden inntreffe, hvilket ikke sjelden skjer når dyr kommer seg løs og forspiser seg på kraftfôr.

Siden mange ulike forhold innvirker på risikoen for å få mjølkefettdepresjon og sjukdom ved bruk av store kraftfôrmengder, eksisterer det ikke noe eksakt nivå for minimumsmengder av grovfôr. Ekern (1972) registrerte fettdepresjon ved bruk av en rasjon med 11.2% råtrevler. De fleste anbefalingene antyder at 17-20% råtrevler i totalrasjonen er nødvendig for å unngå fettdepresjon (Ekern 1972). Sutton (1986) fant at innholdet av ADF (acid detergent fibre) var et godt mål for å beskrive rasjonene, og at mindre enn 22% ADF ville medføre risiko for fettdepresjon. Kleinmans et al. (1987) undersøkte 5 ulike forhold mellom grovfôr (alfalfa-surfôr) og kraftfôr, og fant begynnende fettdepresjon når kraftfôrmengden økte over 50%, hvilket tilsvarte 21.4% ADF i rasjonen. Lofgren & Warner (1970) fant at minst 19% ADF var nødvendig for å beholde normalt fettinnhold i mjølk. Fettdepresjon opptrer lettere ved høgt enn ved lågt fôrnivå (Sutton 1981; Broster et al. 1985). Det trengs derfor større fiberandel i en stor enn i en liten rasjon.

Jo mer trevlerike fôrmidler som finnes i fôrrasjonen, jo mer tid går med til tygging. Fôrrasjonens struktur kan karakteriseres ved nødvendig tyggetid (spising pluss drøvtygging). Sudweeks et al. (1981) fant at 31 min. tyggetid pr. kg TS i rasjonen var nødvendig for å sikre minimum 3.5% fett i mjølka, mens 49 min. ga maksimal fettprosent.

Hvor vidt fysiologiske problemer vil oppstå ved økt bruk av kraftfôr, og eventuelt hvor alvorlige de vil bli, avhenger

både av forhold ved kraftfôret, grovfôret, og hvilket fôringssystem en velger.

Forhold ved kraftfôret

Proteinmengde og -kvalitet

Ved alle nivåer for kraftfôrtildeling er det viktig at kraftfôret inneholder riktig mengde og kvalitet av protein til å komplettere grovfôret. Siden det mikrobielle proteinet produsert i vomma vanligvis utgjør den største andelen av aminosyrer absorbert i tarm (AAT), og mikrobeproteinet har høg biologisk verdi (BV), har det hittil vært lite fokusert på BV i drøvtyggerernæringa. Når andelen av AAT fra fôrprotein øker, som f. eks. ved bruk av protein med låg nedbrytbarhet, beskytta fett eller varmebehandla kraftfôr, får den biologiske verdien av bypassproteinet økt betydning.

Stivelsesrikt eller fiberrikt kraftfôr

Det er gjennomført en rekke forsøk med sikte på å undersøke virkningen av å erstatte stivelsesrikt kraftfôr med fiberrikt kraftfôr (Mayne & Gordon 1984; Sutton et al. 1985; Thomas et al. 1986; Sloan et al. 1987; Sloan et al. 1988; Sutton et al. 1991; Huhtanen 1993a; Gordon et al. 1995). Det stivelsesrike kraftfôret har stort sett vært basert på grøpp av bygg eller mais, mens det fiberrike kraftfôret i hovedsak har vært basert på sukkerbete- og citrus-masse. Virkningen av kraftfôrtype på grovfôropptak, mjølkeytelse, mjølkesammensetning og fôrutnyttelse har variert veldig i forsøka (Thomas & Rae 1988). Trolig er faktorer som tid i laktasjonen, grovfôrkvalitet, kraftfôrnivå og fôringsfrekvens av stor betydning for hvordan sammenlikningen mellom stivelsesrikt og fiberrikt kraftfôr slår ut. Det kan imidlertid se ut til at fiberrikt

kraftfôr reduserer risikoen for fettdepresjon ved bruk av store kraftfôrmengder, men at fiberrikt kraftfôr også gir en svak reduksjon i proteinprosenten i mjølk i slike situasjoner (Thomas & Martin 1988; Thomas & Rae 1988). Noe forenklet kan en vel si at fordøyelig fiber i kraftfôret gir kraftfôret egenskaper litt mer i retning av grovfôr, med de fordeler og ulemper det fører med seg i ulike fôringssituasjoner.

Det er også forskjell mellom ulike typer stivelsesrikt kraftfôr. Stivelse i bygg og hvete gjærer raskere i vomma enn stivelse i mais og sorgum (Sutton 1981). Jo raskere stivelsen gjærer, jo større er sjansen for mjølkefettdepresjon.

Fysisk form på kraftfôret

Ku og geit fordøyer hele korn dårligere enn knust eller malt korn fordi de ikke tygger kornet så godt at fordøyelsesenzymene greier å trenge inn (Bondi 1987). Fordøyeligheten av helt, knust og malt korn av havre og bygg er vist i tabell 1.

Fordøyeligheten av begge kornslagene økte betydelig ved knusing, men ikke ytterligere ved maling. Sammenlikna med maling virker knusing positivt på appetitten hos drøvtyggere (Breirem & Homb 1970). I forsøk med begrensa surfôrmengder og ca. 60% kraftfôr ga knust korn (grovpellets) mer mjølk enn malt korn både hos geit og ku (Harstad 1990).

Kraftfôrets fysiske form hadde ingen virkning på proteinprosenten i mjølk, men i kuforsøket ga knust korn betydelig høyere fettprosent i mjølk enn malt korn. Ved appetittfôring på surfôr ga imidlertid knust korn lågere surfôropptak og mjølkeytelse enn malt korn både til ku og geit. Brukt i en kraftfôrrikk rasjon vil knust korn gi redusert døgnvariasjon i totalt syreinnhold og i pH-verdi i vom, og høyere eddiksyre/propionsyre-forhold (Harstad 1990). Ved bruk av store kraftfôrmengder til ku og geit vil det derfor være en fordel at hele eller deler av kraftfôrmengden gis i form av knust korn.

Ved bruk av ensilert fuktig korn med 45% vann til storfe økte fordøyeligheten med hele 26% ved knusing sammenlikna med ved fôring med helt korn (Pettersson & Martinsson 1994).

Varmebehandla kraftfôr

Fuktig varmebehandling av stivelsesrikt kraftfôr reduserer krystalliniteten i de to stivelseskomponentene amylose og amylopektin. Dette fører til at fordøyelsesenzymene lettere kommer til, og nedbrytningen går raskere. En større del av stivelsen vil derved fordøyes i vom, hvilket kan være fordelaktig for drøvtyggerne på grunn av begrenset amylaseaktivitet i tynntarmen (Ørskov 1975). Fordøyelse av stivelse i tykktarmen er mindre gunstig siden mikrobeprotein produsert i tykktarmen går tapt (Van Soest 1994).

Tabell 1. Fordøyelighet (%) av organisk stoff i helt og malt korn (Breirem & Homb 1970)

Table 1. Digestible organic matter (%) in whole and ground grain (Breirem & Homb 1970)

	Havre Oats	Bygg Barley
Helt Whole	56	54
Knust Crushed	72	80
Grov malt Coarse ground	71	81
Middelfint Medium ground	71	82
Fin malt Fine ground	70	78

Proteinene i kraftfôret denatureres også ved varmebehandling, men i motsetning til virkningen på stivelse, fører dette til redusert løselighet og økt motstandsdyktighet overfor proteolytiske enzymer i vomma. Generelt fører derfor varmebehandling av kraftfôr til redusert bypass av stivelse og økt bypass av protein, som begge deler ofte vil være gunstig for drøvtyggeren (Van Soest 1994). Varmebehandling innebærer imidlertid en vanskelig balansegang, i det for kraftig behandling fører til at løselige sukkerarter, særlig furanoser (sukker med 5-ring struktur, f.eks. fruktose, arabinose) reagerer med aminosyrer eller aminer og danner totalt ufordøyelige Maillardprodukter. Dermed reduseres verdien av både karbohydrater og proteiner i fôret. Ulike råvarer reagerer svært ulikt på varmebehandlingen med tanke på hvilken temperatur og behandlingstid som gir maksimal nytte eller skadelig effekt. Av denne grunn er det også stor variasjon i responsen ved bruk av varmebehandla fôr i forsøk (Armstrong 1972, her e. Van Soest 1994).

Den raske vomgjæringa av varmebehandla stivelse vil vanligvis gi økt mengde propionsyre og eventuelt mjølkesyre i vom. I tråd med dette er varmebehandla kraftfôr vist å redusere fettprosenten og øke proteinprosenten i mjølk (Velle et al. 1992; 1994). Ved bruk av store kraftfôrmengder bør en derfor være oppmerksom på denne risikoen for økt fettdepresjon ved bruk av varmebehandla kraftfôr.

Forhold ved grovfôret

Høstetid for eng

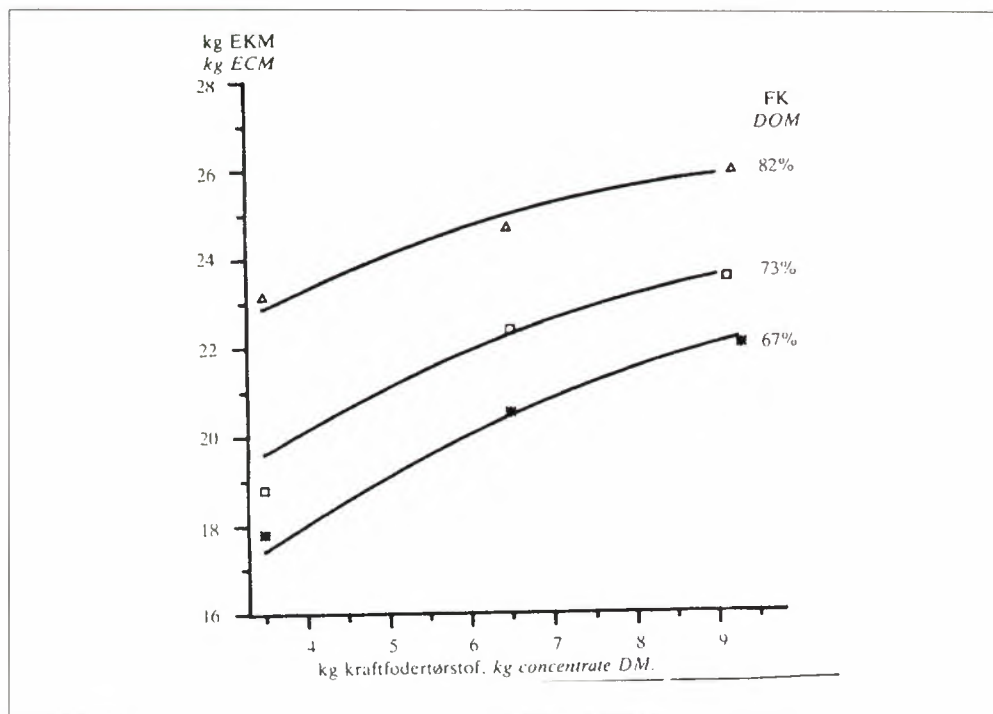
Homb (1952) undersøkte sammenhengen mellom høstetidspunkt og mengde og kvalitet på engavlinga. Det var store år-

lige variasjoner, men størst nettoenergiavling i sum for 1. og 2.slått ble i gjennomsnitt oppnådd når 1.slått ble høsta omkring en uke etter begynnende skyting. Høsting på seinere utviklingstrinn vil medføre økt behov for innkjøpt kraftfôr. Deter bare aktuelt hvis tilgjengelig grovfôrareal ellers ikke kan sikre tilstrekkelig fibermengde til å opprettholde normal vomfunksjon hos dyra. Ved kun én slått ble maksimal nettoenergiavling oppnådd ved seinere utviklingstrinn, men tidligere enn ved maksimal TS-avling.

Når grovfôr kan høstes på egen gård til betydelig lågere pris pr. FEm (fôrenhet mjølk) enn prisen på innkjøpt kraftfôr, er det av stor økonomisk betydning å høste tidlig for å oppnå høy energikonsentrasjon i grovfôret. Dyra kan da ta opp maksimal mengde energi i grovfôr, og klare seg med lite kraftfôr. Denne motivasjonen for tidlig høsting reduseres med redusert kraftfôrpris.

Det er likevel et spørsmål om det er mulig i alle fôringssituasjoner å bytte ut grovfôr med kraftfôr på fôrenhetsbasis, og oppnå like høy produksjon. Høgtytende kyr tidlig i laktasjonen produserer langt mer energi i mjølk enn den energimengden de er i stand til å ta opp. Kua er fysiologisk innstilt på å mobilisere kroppsreserver i denne perioden, hvor også kapasiteten til å ta opp grovfôr er sterkt begrensa. Samtidig er dyra spesielt sårbare for lågt grovfôr/kraftfôr-forhold, og de får lett produksjonssykdommer som matleitet, acidose og ketose. Mye tyder på at tidlig høsta, og godt konserverte smakelige surfôr kan hjelpe dyra gjennom denne perioden med mindre sjukdom og høgere ytelse enn det som kan oppnås med seinere høsta grovfôr.

I tre forsøk med flerårig raigras og i ett forsøk med hundegras, undersøkte Kristensen og Skovborg (1990) fortørka surfôr ensilert ved tre ulike utviklings-



Figur 6. Sammenhengen mellom surfôrets fordøyelighet (ford. koef. org. stoff (FK)), kraftfôrmengde og daglig mjølkeytelse i kg energikorrigert mjølk (EKM) (Kristensen & Skovborg 1990).

Fig. 6. The interconnection between silage digestibility (digestible organic matter (DOM)), concentrate allowances and daily yield of energy corrected milk (ECM) (Kristensen & Skovborg 1990)

trinn. De tre surfôrtypene ble tildelt ad lib. sammen med 4, 7.5 eller 11 kg kraftfôr. Ved alle kraftfôrnivåer mjølka dyra mest når de fikk det tidligst høsta surfôret. Oppnådd ytelse ved bruk av de tre surfôrtypene ved økende kraftfôrmengde er vist i figur 6. Sjøl om kraftfôrmengden hadde blitt økt ut over 11 kg, ville ytelsen på middels og seint høsta surfôr neppe blitt like høg som på tidlig høsta surfôr. Dette går klart fram av figuren, og forfatterne konkluderer med: «På grunn av det avtagende merutbyttet ved stigende kraftfôrnivå, var det ikke mulig å oppnå samme produksjonsnivå med ensilage med lav som med ensilage med høg forverdi».

Steen og Gordon (1980b) tildelte surfôr av tidlig og seint høsta gras ad lib. sammen med 7.6 eller 10.3 kg kraftfôr. Etter 11 ukers forsøksstid var ytelsesforskjellen mellom surfôrtypene 3.1 kg mjølk, mens forskjellen mellom kraftfôrnivåene bare var 1.4 kg. Kawas (1984) undersøkte 4 ulike høstetider for alfalfa-høy, som ble tildelt ad lib. til høgtytende kyr ved 20, 37, 54 og 71% kraftfôr. Kyrne som fikk høy fra den tidligste høstetida og 20% kraftfôr mjølka mer fettkorrigert mjølk enn dyra på det seinest høsta høyet ved 71% kraftfôr.

Det er mulig at tidlig høsta grovfôr, og da i særdeleshet surfôr, har en unik ernæringsmessig betydning i mjølke-

produksjonen. Det tilfører dyret mye energi samtidig som det sikrer en typisk grovfôrrelatert vomgjæring som reduserer faren for fettdepresjon og sikrer at mjølkeproduksjonen favoriseres framfor vektøkning. Også ved bruk av tidlig høsta grovfôr bør en imidlertid følge opp med betydelige kraftfôrmengder i tidlig laktasjon for å begrense energiunderskuddet og derved risikoen for ketose.

Konserveringsmetode for eng

En overgang til bruk av større kraftfôrmengder bør ikke innvirke på valget mellom direkte høsting eller fortøking av gras til ensilering. Den teknikken som kan gjennomføres med de minste totale kostnadene, og samtidig gi god surfôr kvalitet, vil være mest konkurransedyktig. Ved synkende kraftfôrpris vil trolig kostnadsiden i fôrproduksjonen være av mye større betydning for mjølkeproducentenes tilpasning enn den kostnadsbesparelsen som ligger i å frigjøre litt areal ved å høste enga seinere. Dersom høsting ved seinere utviklingsstrinn likevel skulle bli aktuelt, må en være klar over at dette øker kravet til oppkutting av materialet. Seinere høsta gras er stivere og betydelig vanskeligere å pakke, men det har ofte høyere TS-innhold, lågere proteininnhold og lågere bufferkapasitet. Dette kan gi noe mindre behov for bruk av ensileringsmidler for å hindre feilgjæring, forutsatt at god kutting av grasen, og rask og god pakking, blir ivarettatt.

Ved bruk av store kraftfôrmengder kan det imidlertid være aktuelt å nytte relativt stor dosering av et syreholdig ensileringsmiddel i den hensikt å begrense den naturlige mjølkesyregjæringa, og derved oppnå høgt innhold av sukker i surfôret. Slikt surfôr er i en rekke forsøk vist å gi høyere innhold av fett og protein i mjølk, enn surfôr som har gjennomgått en naturlig mjølkesyregjæring (Huhtanen

1993b; Selmer-Olsen 1994). Ekern (1972) fant at kålrot motvirket fettdepresjon ved bruk av grovfôrfattige rasjoner, og tilskrev det kålrotas innhold av sukker som økte smørsyreproduksjonen i vom.

Det er ingen grunn til at økt bruk av kraftfôr skulle tilsi økt bruk av høy på bekostning av surfôr, med mindre høy kan berges betydelig billigere enn surfôr. I en rekkesammenlikninger mellom høy og surfôr er det vist at surfôr gir høgest mjølkeytelse (Bertilsson 1983; Saue 1987). Rasjoner med surfôr er dessuten mindre utsatt for å gi fettdepresjon enn rasjoner med høy (Thomas & Rae 1988).

Kuttelengde for grovfôr

Økt oppkutting eller maling av grovfôret fører til mindre drøvtygging (Sudweeks et al. 1981). Virkningen på vomgjæringa avhenger av fôrtypen, men ofte blir eddiksyregjæringa redusert og propionsyregjæringa økt (Ørskov 1975). I kraftfôrrike rasjoner brukt i mjølkeproduksjonen bør en være forsiktig med fin-kutting av grovfôret, siden redusert drøvtygging og økt passasjehastighet øker sjansen for fettdepresjon (Bondi 1987).

Halm

Bruk av tørr eller NH_3 -behandla halm har liten betydning i mjølkeproduksjonen, og vil neppe få særlig betydning med mindre kraftfôrprisen blir så låg at det river grunnlaget unna en hver konservering av grasprodukter. I spesielle fôrsituasjoner hvor et rent fibertilskudd er påkrevet, f.eks. som del av en fullfôrblanding, kan NH_3 -behandla eller tørr halm være aktuelt.

Dyppeluta halm kan få økt betydning i rasjoner med høg kraftfôrandel. Dyppeluta halm er et smakelig fôr som kan gi grunnlag for god mjølkeytelse (Randby 1984; Xu et al. 1991). Når halmen lagres i 3-4 døgn før fôring, tar restmengden av

NaOH i halmen opp CO_2 fra luft, og reagerer til NaHCO_3 . Natrium bikarbonat har i forsøk vist seg som en egnet buffer som motvirker reduksjon i vom-pH og mjølkefettdepresjon (Miller & O'Dell 1969; Thomas et al. 1984; Erdman 1988). Vom-pH har vist seg å være høyere hos dyr som får dyppeluta halm som en del av rasjonen, enn hos dyr som får surfôr som eneste grovfôr (Randby 1984; Xu et al. 1991). Kvantitativt omregnet vil en fôrrasjon med ca. 2 FEm dyppeluta halm til mjølkekyr gi en bikarbonatmengde i størrelsesorden 1% i TS i totalrasjonen.

Ferskt fôr og beite

Bruk av ferskt fôr og kulturbeite kan tenkes å øke hvis kraftfôrprisen synker så betydelig at konservert grovfôr blir dyrere enn kraftfôr, og arealene har liten alternativ verdi. Rikelige mengder med ungt beitegras gir lett fettdepresjon (Mayne & Thomas 1986), så i en slik situasjon må en være forsiktig med stort kraftfôrtilskudd. I perioder med dårlig tilgang på beitegras, og særlig når graskvaliteten begynner å bli dårlig, er det av stor betydning å supplere med kraftfôr for å opprettholde høy ytelse. Dette kan få stor ettervirkning for ytelsesnivået i den påfølgende innefôringssesong (Mayne & Thomas 1986).

Fôringssystemer

Tildelingsfrekvens for kraftfôr

Ved bruk av mer enn ca. 65% kraftfôr vil ofte fysiologiske problemer oppstå (Kaufmann et al. 1980). pH-verdien i vom kan imidlertid stabiliseres ved å øke antall tildelinger av kraftfôr pr. døgn. Hyppigere tildeling av kraftfôr øker eddiksyre/propionsyre-forholdet i vom, reduserer faren for fettdepresjon, øker pH-verdi og fordøyelighet av celleveggstoffer i vom,

som videre kan medføre økt produksjon av mikrobeprotein, og økt fôropptak (Kaufmann et al. 1980).

Fullfôr

Det er både praktiske og ernæringsmessige årsaker til at interessen for fullfôr (grovfôr og kraftfôr hakket og blandet sammen) øker. Den ernæringsmessige gevinsten ligger hovedsakelig i at kraftfôret på denne måten fordeles ut over en stor del av døgnet (Leaver 1988). Betydningen av dette er størst ved bruk av store kraftfôrmengder. Dersom flere grovfôrslag skal nyttes samtidig, gir fullfôrsystemet mulighet for å tildele disse i et ernæringsmessig riktigere forhold enn det kyrne sjøl vil velge ved fri tilgang. Dette kan gi grunnlag for høyere ytelse og bedre fôrutnyttelse (Krohn & Konggaard 1987). En energirik fullfôrblanding som passer til høgtytende kyr i tidlig laktasjon vil gi overfeite dyr dersom den gis etter appetitt til kyr med låg ytelse. Muligens p.g.a. mange generasjoners avl for høyere mjølkeytelse og tilvekst, har mjølkekyr ikke evnen til å begrense fôropptaket når behovet er lågt (Madsen 1983).

Langsiktig fôringsstrategi

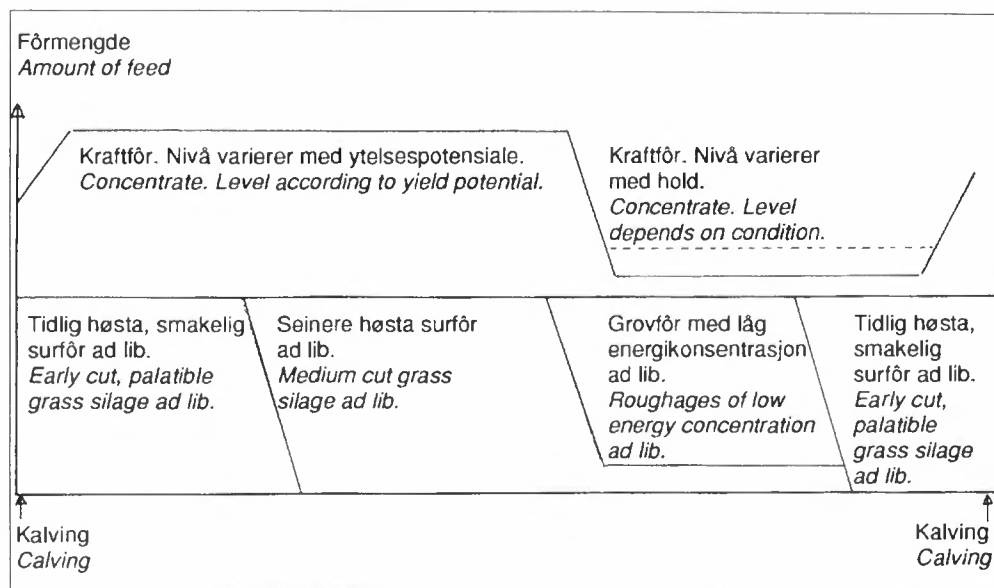
Normfôring tilstrebes nesten 100% i Norge. På grunnlag av tildelt, eller antatt opptatt, grovfôrmengde, tildeles hver ku en nøyaktig utregnet kraftfôrmengde på bakgrunn av registrert ytelse. Flere utenlandske forskere setter spørsmålstegn ved om dette er den beste strategien (Østergaard 1979; Steen & Gordon 1980a; Leaver 1988). De mener at kraftfôret like gjerne kan tildeles i fast mengde pr. dyr pr. dag i tidlig og midt-laktasjon når grovfôret tildeles etter appetitt. Verdien av ytelsesøkningen som oppnås pr. kg økning i tildelt kraftfôrmengde er da viktig for fastsetting av kraftfôrnivå, som også avhenger av mjølkekvote, dyretall, areal-

grunnlag mm. (Leaver 1988). Ytelsen betraktes ikke som en gitt størrelse slik som ved normfôring, men som en variabel som avhenger av fôringa. En viktig grunn til at bruk av fast kraftfôrmengde («flat rate») i flere tilfeller har vist seg å være minst like gunstig som normfôring, er at ytelsesresponsen ofte er større seinere i laktasjonen enn like etter kalving (Leaver 1988). Dermed kan den økte ytelsen seint i laktasjonen minst oppveie den tapte ytelsen tidlig i laktasjonen. En viktig motivasjon for slik «flat rate» fôring er imidlertid at det enkle prinsippet gir arbeidsmessig besparelse.

En tilnærming til «flat rate»-systemet kan bli mer aktuelt i Norge ved redusert kraftfôrpris, men det er flere grunner til at en bør stille spørsmålsteget ved en slik fôringsstrategi. Ei ku med høgt ytelsespotensiale vil holdes lenge i negativ næringsbalanse, mens ei ku med lågt potensiale tidlig kan bli feitere enn ønskelig. Ved appetittfôring på grovfôr vil ulikt fôroptak minske disse forskjellene, men

likevel er økte problemer med ketose og overfete dyr sannsynlig. Problemer med sur vom som følge av lågt grovfôr/kraftfôr-forhold kan imidlertid tenkes å avta. Høgtytende dyr tidlig i laktasjonen, som er mest utsatt for slike problemer, vil få relativt høgt grovfôr/kraftfôr-forhold, og vil trolig tilpasse ytelsen til et noe lågere nivå. Dyr på lågest fôrnivå vil få størst kraftfôrandel i fôret, men disse er bedre rustet til å tåle det.

Et forslag til en fôringsstrategi basert på en stor andel kraftfôr er vist i figur 7. Konsentrert kalving er forutsatt. Kraftfôrmengden fordeles mellom dyra etter ytelsespotensiale, men nivået holdes konstant over store deler av laktasjonen. Ytelsespotensialet kan fastsettes ved å tildele lik kraftfôrmengde til alle 1.kalvskyr. En betydelig nedtrapping i kraftfôrtildeling skjer i sein laktasjon. Grovfôr gis etter appetitt, men kvaliteten endres med laktasjonsstadium. Tidlig høsta, første-klasses surfôr tildeles som hovedfôr tidlig i laktasjonen, mens seinere høsta sur-



Figur 7. Forslag til fôringsstrategi som innebærer økt bruk av kraftfôr.

Fig.7. A proposal for a feeding strategy that implies increased use of concentrate

fôr brukes seinere. I sein-laktasjon går en mer og mer over på halmbasert grovfôr.

Konklusjon

Redusert kraftfôrpris vil gi krav om at også grovfôret må høstes og konserveres til en lågere kostnad. Økt forbruk av kraftfôr bør likevel i hovedsak ikke innvirke på valg av høstetid for gras, om graset ensileres direkte eller etter fortørking, eller om graset konserveres som høy eller surfôr. Økt bruk av kraftfôr kan eller bør gi hyppigere tildeling av kraftfôr, økt interesse for fullfôr, økt bruk av fiberrikt kraftfôr, økt bruk av knust korn, og økt interesse for dyppelet halm som en del av fôrrasjonen.

Sammendrag

Fôrrasjoner med et vidt spekter av grovfôr/kraftfôrforhold kan nyttes for å oppnå maksimal mjølkeytelse. Ved bruk av store grovfôrmengder vil fôrrasjonens energikonentrasjon være begrensende for ytelsen, mens det ved bruk av store kraftfôrmengder er fordøyelsesproblemer knyttet til mangel på struktur i vomma som setter begrensningene. Når energikonentrasjonen i fôret øker, øker utnyttelsen av den omsettelige energien. Økt bruk av kraftfôr gir vanligvis økt propionsyreproduksjon i vom, og dette kan favorisere fettavleiring på dyret på bekostning av mjølkeproduksjonen. Mye stivelsesrikt kraftfôr brukt sammen med lite grovfôr kan gi mjølkefettdepresjon. Fiberrikt kraftfôr kan redusere risikoen for fettdepresjon. Varmebehandlet kraftfôr gir raskere fordøyelse av stivelse i vom, men redusert nedbrytningshastighet av protein i vom. Grovfôr høsta på et tidlig utvi-

klingsstrinn har en unik ernæringsmessig betydning i mjølkeproduksjonen. Det gir mye energi samtidig som det sikrer en grovfôrrelatert vomgjæring. Dermed favoriseres mjølkeproduksjonen framfor tilvekst, og faren for fettdepresjon reduseres.

Litteratur

- Bertilsson, J. 1983. Effects of conservation method and stage of maturity upon the feeding value of forages to dairy cows. Dissertation, report 104, Swedish Univ. Agr. Sci., Dept. Anim. Husbandry.
- Bines, J.A. & I.C.Hart, 1986. Control and manipulation of nutrient partition in the dairy cow. In: W. H. Broster, R. H. Phipps & C.L. Johnson (eds.); Principles and Practice of Feeding Dairy Cows. Tech. Bull. 8, NIRD, Reading University. pp. 95-111.
- Breirem, K. & T. Homb 1970. Fôrmidler og fôrkonservering. Forlag Buskap og avdrått A.S., Gjøvik. 459 s.
- Broster, W. H., J. D. Sutton, J.A. Bines, V. J. Broster, T. Smith, J. W. Siviter, V. W. Johnson, D. J. Napper & E. Schuller 1985. The influence of plane of nutrition and diet composition on the performance of dairy cows. J. Agric. Sci., Camb. 104: 535-557.
- Bondi, A.A. 1987. Animal Nutrition. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 540 pp.
- Ekern, A. 1972. Feeding of high yielding dairy cows. II. The effect of ad libitum versus restricted forage feeding on milk yield and composition. Meld. Norges landbrukshøgskole, Vol. 51, No. 31, 31 s.

- Erdman, R. A. 1988. Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: A review. *J. Dairy Sci.* 71:3246-3266.
- Gordon, F. J., M. G. Porter, C. S. Mayne, E. F. Unsworth & D. J. Kilpatrick 1995. Effect of forage digestibility and type of concentrate on nutrient utilization by lactating dairy cattle. *J. Dairy Res.* 62: 15-27.
- Harstad, O. M. 1990. Ulik struktur i kraftfôret til drøvtyggere. *Husdyrforsøksmøtet*. Aktuelt fra SFFL Nr. 4, s. 43-52.
- Homb, T. 1952. Kjemisk sammensetning og fordøyelighet av engvekster. 71. beretning fra Norges Landbrukshøgskoles Fôringforsøk, 214 s.
- Huhtanen, P. 1993a. The effects of concentrate energy source and protein content on milk production in cows given grass silage ad libitum. *Grass and Forage Sci.* 48: 347-355.
- Huhtanen, P. 1993b. Forage influences on milk composition. Proc. of Nova Scotia Forage Council Symposium, Canada. In press, 19 pp.
- Kaufmann, W., H. Hagemeister & G. Dirksen 1980. Adaptation to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. In: Y. Ruckebusch, & P. Thivend (eds.); *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. MTP Press Limited. pp. 587-602.
- Kawas, J. R. 1984. Significance of fibre level on nutritive value of alfalfa hay-based diets for ruminants. *Dissertation Abstracts International B*, Vol. 45(1), p. 4.
- Kleinmans, J., T.R. Dhiman, H.D. Radloff, N.J. Tessmann & L.D. Satter 1987. Effect of different forage to grain ratios on milk production, intake, digestibility, and rumen retention time in early lactation cows. *J. Dairy Sci.* 70, Suppl. 1, p. 196.
- Kristensen, V.F. & E. B. Skovborg. 1990. Betydningen af tidspunktet for 1.slæt i græs for græsudbytte og -kvalitet og for ensilageoptagelse og produktion hos malkekøer. *Statens Planteavlsvforsøk og Statens Husdyrbrugsvforsøk, Fellesberetning nr. 15*, 37 s.
- Krohn, C.C. & S.P. Konggaard, 1987. Malkekoens optagelse af forskellige fodermidler ved selvvalg eller tildelt som fuldfoder. *Beretn. 626 fra Statens Husdyrbrugsvforsøg, Foulum*, 31 s.
- Leaver, J.D. 1988. Level and pattern of concentrate allocation to dairy cows. In: P. C. Garnsworthy, (ed.), *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*. Butterworths, London. pp. 315-326.
- Lofgren, P.A. & R.G. Warner 1970. Influence of various fibre sources and fractions on milk fat percentage. *J. Dairy Sci.* 53: 296.
- Madsen J. 1983. Foderoptagelsens regulering. I: Optimale foderrationer til malkekoen. *Foderverdi, foderopptagelse, omsetning og produktion*. Kap. 6. *Beretn. 551 fra Statens Husdyrbrugsvforsøg, Foulum*. 23 s.
- Mayne, C.S. & F.J. Gordon 1984. The effect of type of concentrate and level of concentrate feeding on milk production. *Anim. Prod.* 39: 65-76.
- Mayne, C.S. & C. Thomas 1986. Grazing management systems. In: W. H. Broster, R. H. Phipps & C. L. Johnson (eds.);

- Principles and Practice of Feeding Dairy Cows. Tech. Bull. 8, NIRD, Reading University, pp. 117-202.
- Miller, W.J. & G.D. O'Dell 1969. Nutritional problems of using maximum forage or maximum concentrates in dairy rations. *J. Dairy Sci.* 52: 1144-1154.
- Oldham, J.D. & J.D. Sutton 1979. Milk composition and the high yielding cow. In: W. H. Broster, & H. Swan (eds.), *Feeding Strategy for the High Yielding Dairy Cow*. EAAP Publication no. 25. Granada Publishing, London. pp. 114-147.
- Olson, H.H., S.W. Hinners & R.C. Bennett 1966. Ad libitum versus restricted concentrate feeding of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 49: 110-113.
- Pettersson, T. & K.A. Martinsson 1994. Digestibility of whole or rolled ensiled barley grain fed to heifers or lactating cows. *Swedish J. Agric. Res.* 24: 109-113.
- Randby, Å.T. 1984. Dyppelutning av halm i fôrrasjonen til melkekyr. *Husdyrforsøksmøtet*. Aktuelt fra SFFL Nr. 3, s. 238-244.
- Saue, O. 1987. Effekten i fôringa av høy og surfôr. I: *Konservering av grovfôr*. NLVF-utredning nr. 142, Oslo. s. 50-67.
- Selmer-Olsen, I. 1994. Extensively or restrictedly fermented grass silage. Proc. Silage seminar. Dept. Anim. Sci. Agric. Univ. Norway, 14th. April. 10 pp.
- Sloan, B.K., P. Rowlinson & D.G. Armstrong 1987. A note on concentrate energy source for dairy cows in mid lactation. *Anim. Prod.* 45: 321-323.
- Sloan, B.K., P. Rowlinson & D.G. Armstrong 1988. Milk production in early lactation dairy cows given grass silage ad libitum: Influence of concentrate energy source, crude protein content and level of concentrate allowance. *Anim. Prod.* 46: 317-331.
- Steen, R.W.J. & F.J. Gordon 1980a. The effect of level and system of concentrate allocation to January/February calving cows on total lactation performance. *Anim. Prod.* 30: 39-51.
- Steen, R.W.J. & F.J. Gordon 1980b. The effect of type of silage and level of concentrate supplementation offered during early lactation on total lactation performance of January/February calving cows. *Anim. Prod.* 30: 341-354.
- Sudweeks, E.M., L.O. Ely, D.R. Mertens & L. R. Sisk 1981. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: Roughage value index system. *J. Anim. Sci.* 53: 1406-1411.
- Sutton, J.D. 1981. Concentrate feeding and milk composition. In: W. Haresign (ed.); *Recent Advances in Animal Nutrition - 1981*, pp. 35-48.
- Sutton, J.D. 1986. Milk composition. In: W.H. Broster, R.H. Phipps & C.L. Johnson (eds.); *Principles and Practice of Feeding Dairy Cows*. Tech. Bull. 8, NIRD, Reading University, pp. 203-218.
- Sutton, J.D., J.A. Bines & D.J. Napper 1985. Comparison of starchy and fibrous concentrates for lactating dairy cows. *Anim. Prod.* 40, 533.

- Sutton, J.D., S.B. Cammel, D.E. Beever, M.J. Haines, M.C. Spooner & J.I. Harland 1991. The effect of energy and protein sources on energy and nitrogen balances in Friesian cows in early lactation. In: C.Wenk & M. Boessinger (eds.), Energy Metabolism of Farm Animals. EAAP Publication No. 58, pp. 288-291.
- Thomas, C., K. Aston, S.R. Daley & J. Bass 1986. Milk production from silage. 4. The effect of the composition of the supplement. *Anim. Prod.* 42: 315-325.
- Thomas, C. & R.C. Rae 1988. Concentrate supplementation of silage for dairy cows. In: P.C.Garnsworthy(ed.), Nutrition and Lactation in the Dairy Cow. Butterworths, London, pp. 327-354.
- Thomas, J.W., R.S. Emery, J.K. Breaux & J.S. Liesman 1984. Response of milking cows fed a high concentrate, low roughage diet plus sodium bicarbonate, magnesium oxide, or magnesium hydroxide. *J. Dairy Sci.* 67: 2532-2545.
- Thomas, P.C. & P.A. Martin 1988. The influence of nutrient balance on milk yield and composition. In: P.C.Garnsworthy (ed.), Nutrition and Lactation in the Dairy Cow. Butterworths, London, pp. 97-118.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd edn. Cornell University Press, Ithaca. 476 pp.
- Velle, W., T. Framstad & S. Tollersrud 1992. Effekter av varmebehandlet kraftfôr på melkens sammensetning i tidlig laktasjon. Husdyrforsøksmøtet. *Faginfo*, Nr. 13, SFFL, s. 62-66.
- Velle, W., S. Tollersrud & T. Framstad 1994. Varmebehandlet kraftfôr gir nedsatt fett- og økt proteinkonsentrasjon i melk hos kyr på konvensjonell grovfôrrasjon. Husdyrforsøksmøtet. *Faginfo*, Nr. 6. NLH-Fagtjenesten, s. 557-560.
- Wilson, P.N. 1979. Concentrates. In: W. H. Broster & H. Swan (eds.), Feeding Strategy for the High Yielding Dairy Cow. EAAP Publication no. 25. Granada Publishing, London, p p. 374-397.
- Xu, S., Å.T. Randby & F. Sundstøl 1991. Substitution of dip-treated straw for grass silage in dairy cows. *Norw. J. Agr. Sci.* 5: 209-219.
- Ørskov, E.R. 1975. Manipulation of rumen fermentation for maximum food utilization. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 22: 152-182.
- Østergaard, V. 1979. Strategies for concentrate feeding to attain optimum feeding level in high yielding dairy cows. *Beretn.* 482 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 138 pp.

Effekt av ulike doseringer av soppmiddel og antall sprøytinger mot gråskimmel til jordbær-sorten 'Korona'

Effects of different fungicide applications and spraying frequency on the control of grey mould in the strawberry cultivar 'Korona'

ANITA SØNSTEBY, ARNFINN NES & ARNE HJELTNES

Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingssenter avd. Kise, Nes på Hedmark, Norge

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

Sønsteby, A., A. Nes & A. Hjeltne, 1996. Effects of different fungicide applications and spraying frequency on the control of grey mould in the strawberry cultivar 'Korona'. Norsk landbruksforskning 10: 75-85. ISSN 0801-5333.

Two studies were carried out over a period of 5 years on the strawberry cultivar 'Korona' in order to evaluate the effects of different rates of fungicide application and spraying frequency on the control of grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.). The studies were combined with two levels of fertilization and three plant densities. Normal dose (N) alternated between 50 ml vinklozolin and 165 g tolylfluanid per 0,1 hectare for four treatment days. Good control was obtained using a dosage of 1/2- or 1/4. Despite good control of fruit rot, yield was decreased. This indicates that it is important to start registration of rot caused by *Botrytis cinerea* immediately after flowering. Use of fungicide increased fruit size, but it was found that additional dressing with fertilization and increased plant densities both resulted in increased fruit rot.

Key words: *Botrytis cinerea*, strawberry, tolylfluanid, vinklozolin.

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

Gråskimmel, som er forårsaket av sopp-sykdommen *Botrytis cinerea* Pers., er en viktig skadegjører i jordbær. I fuktig vær kan avlingstapet bli betydelig. Infeksjonene skjer først og fremst under blomstring (Powelson 1960). Det er vanlig å forebygge infeksjonene ved å sprøyte 3-5 ganger med 4-7 dagers mellomrom i blomstringstida.

I de senere år har man sett en stadig økende skepsis til bruk av kjemiske plantevernmidler. Ved ensidig bruk kan

alvorlige skadegjørere opparbeide resistens mot midlene. Derfor er det idag sterke ønsker om å redusere bruken av plantevernmidler og finne alternative bekjempelsesstrategier.

Tolyfluanid og vinklozolin er effektive gråskimmelmiddel (Will 1978; Ramborg 1980; Gjærum & Langnes 1983; Grønberg 1983; Meland 1988; Brand-sæter 1990; Nestby 1992). Gjærum og Munthe (1985) påviste i laboratorieforsøk resistens mot tolylfluanid i isolat av grås-

kimmel fra forsøksfelt i Vest Norge. Soppmiddel som kan utvikle resistens bør brukes med forsiktighet, og helst i veksling med andre aktuelle midler med ulik virkemåte (Gjærum & Langnes 1983; Meland 1988).

Ulike kulturmåter kan påvirke bruken av plantevernmidler. Unge felt med åpen plantebestand er mindre utsatt for gråskimmelrâte enn eldre felt med tett plantebestand (Jarvis 1965). Sterk nitrogen-gjødsling kan også føre til sterke råteangrep (Jarvis 1965; Daugaard 1989; Svensson 1989).

For å redusere forbruket av plantevernmidler, kan en bruke lavere doseringer. Tidligere forsøk i Norge har vist at redusert dosering av soppmiddel har gitt god effekt mot gråskimmel i jordbær (Meland 1988; Brandsæter 1990; Nestby 1992).

For å studere effekten av ulik dosering av soppmiddel og antall sprøytinger mot gråskimmel ble det gjennomført to forsøk med reduserte konsentrasjoner av soppmiddel og ulikt antall sprøytinger. De to forsøkene ble kombinert med henholdsvis gjødsling og plantetetthet.

Materiale og metoder

Forsøkene ble gjennomført ved Apelsvoll forskingssenter avd. Kise i perioden 1990 til 1994. Forsøk 1 kombinerte ulik dosering av soppmiddel og antall sprøytinger med to gjødslingsmåter. Forsøk 2 kombinerte ulik dosering av soppmiddel og antall sprøytinger med ulik plantetetthet. Avling, bærstørrelse og vektprosent råtne bær ble registrert for begge forsøk i alle forsøksår. Jorda i feltet var ei grusholdig lettleire (morene). I matjordlaget hadde fraksjonen < 2 mm 7,2% humus. Mineralmaterialet besto av 45% sand, 40% silt og 15% leir. Jorda må karakteriseres som svært tørkesterk (Riley 1979).

Forsøk 1:

Forsøket ble gjennomført i 1990 og 1991. Plantene ble stukket i 3,5 cm torvblokker og plantet i dobbeltrader på driller dekket med svart plast, midt i september 1987. Avstanden mellom drilltoppene var 150 cm, avstanden mellom dobbeltradene på drillene var 40 cm og planteavstanden i radene var 30 cm. Feltet ble grunn-gjødslet med 4,5 kg nitrogen i Fullgjød-sel 15-4-12 pr. dekar før planting. I forsøksperioden ble det gitt 4 kg nitrogen i Fullgjød-sel 15-4-12 pr. dekar om våren til alle forsøksruter. Ved begynnende blomstring ble det gitt 4 kg nitrogen i kalksalpeter pr. dekar som tilleggs-gjødsling på halvparten av rutene. Gjøds-la ble spredd for hånd oppå platen.

Sprøyteforsøket ble gjennomført 2. og 3. høstear. Det ble benyttet traktorsprøyte (Hardi, 600 maxi) og jordbærbom (LTI, Agder produkter AS). Sprøytetrykket var 10 kg pr. cm², og det ble brukt 70 l væske pr. dekar. Normal dosering var identisk med den som var anbefalt for yrkesdyrkerne i Øst Norge (Kråkevik 1990). Dosering av soppmiddel og antall sprøytinger er satt opp i tabell 1. Det ble vekslert annenhver gang mellom midlene vinklozolin (Ronilan FL, 500 g/l) og tolylfluamid (Euparen M, 500 g/kg). Tolylfluamid har den korteste behandlingsfristen, og ble benyttet ved siste sprøyting. Normal dosering (N) var 50 ml vinklozolin og 165 g tolylfluamid pr. dekar. I tillegg til normal dosering, ble halv- (1/2 N) og fjerdedels- (1/4 N) dosering brukt. I 1990 ble det sprøytet 4 ganger med normal dosering og i 1991 5 ganger. Den ekstra sprøytingen i 1991 skyldtes den lave temperaturen i juni (tabell 2), slik at blomstringstida ble lengre i 1991 enn i 1990. På bakgrunn av resultatene fra 1990 ble antall forsøksledd utvidet i 1991 (tabell 1).

Forsøksfeltet ble vannet med mini-

Tabell 1. Forsøksledd, dosering og antall sprøytinger i perioden 1990 til 1994. Normal dosering (N) var 50 ml vinklozolin og 165 g tolylfluanid pr. dekar benyttet annenhver gang

Table 1. Treatment, dose and number of sprayings in five years. Normal dose (N) indicates alternating between 50 ml vinklozolin and 165 g tolylfluanid per 0,1 hectare for each treatment day

Forsøksledd	Dosering	Antall sprøytinger pr. år				
		Number of sprayings per year				
Treatment	Dosage	1990	1991	1992	1993	1994
A	Usprøytet /no spraying	0	0	0	0	0
B	Normal (N)	4	5	4	4	4
C	1/2 N	4	5	4	4	4
D	1/2 N	7	10	8	8	8
E	1/4 N	-	5	4	4	4
F	1/4 N	-	10	8	8	8
G	1/4 N	-	15	12	12	12

sprede (MAMSAT, trykkompenserende 1,5-6,0 atm.) etter behov. Det ble hvert år sprøytet én gang med azinfosmetyl (Gusathion, 255 g/kg) mot jordbærsmuttbille rett før blomstring. Dikvat + parakvat (Preaglone, 25 g dikvat + 25 g parakvat/kg) ble brukt mot ugras to ganger i vekstsesongen.

Forsøk 2:

Forsøket ble gjennomført i perioden 1992 til 1994. Overvintra pluggplanter ble plantet våren 1991. Det ble plantet i enkelt-rader på driller dekket med svart plast. Avstanden mellom drilltoppene var 150 cm. Det ble brukt tre forskjellige plante-avstander i radene: 20, 30 og 40 cm, til-

Tabell 2. Temperatur (°C) og nedbør (mm) april - juli i perioden 1990 til 1994 og normalverdiene 1961-1990

Table 2. Mean values for temperature (°C) and precipitation (mm) in April-July over five years and normal values 1961-1990

År/year	Temperatur/Temperature				Nedbør/Precipitation			
	april	mai	juni	juli	april	mai	juni	juli
1990	4,8	10,6	14,0	15,3	72	19	64	94
1991	4,4	9,2	10,9	16,6	9	10	131	57
1992	2,6	11,9	15,8	14,7	53	25	13	96
1993	4,7	10,6	11,9	14,2	17	72	36	141
1994	4,4	8,8	12,4	19,2	34	19	44	5
Normal	2,2	8,5	13,6	15,2	34	44	59	66

svarende 3333, 2222 og 1667 planter pr. dekar. Feltet ble grunnkjødset med 4,5 kg nitrogen i Fullkjødset 15-4-12 pr. dekar før planting. I avlingsårene ble det gitt 3 kg nitrogen i Fullkjødset 15-4-12 pr. dekar vår og høst. Gjødsla ble spredd for hånd oppå plasten. Sprøytinga ble utført som beskrevet under forsøk 1. Dosering av soppmiddel og antall sprøytinger er satt opp i tabell 1. Det ble i alle år sprøytet 4 ganger med normal dosering. Forsøksfeltet ble vannet og stelt som beskrevet under forsøk 1.

Klimadata for forsøksperioden er hentet fra værstasjonen «Kise på Hedmark» som ligger 200 m fra forsøksfeltet (tabell

2). Forsøksplanen for begge forsøk var split-plot plan med henholdsvis fire og tre gjentak. Det ble utført variansanalyse, og LSD verdier ble beregnet for å bestemme signifikante forskjeller mellom behandlingene ($p < 0,05$).

Resultat

Forsøk 1:

1990

Sprøyting ga økt avling, og det var ingen sikre forskjeller mellom de sprøyta ledene (tabell 3). Bærstørrelsen ble ikke påvirket av sprøytinga. Det var svært lite

Tabell 3. Virkning av sprøyting og to gjødslingsnivå på bæravling (kg/daa), bærstørrelse (g/100 bær) og vektprosent råte bær (%) hos jordbærsorten 'Korona' i 1990

Table 3. Effect of spraying and two levels of fertilization on yield (kg/0.1 ha), berry size (g/100 berries) and rotted berries as a percentage of total yield (%) of the strawberry cultivar 'Korona' in 1990

Forsøksledd ¹	Dosering	Antall sprøytinger	Gjødsling ²	Avling	Bærstørr.	Bæråte	Middel/mean			
							Avling	Bærstørr.	Bæråte	
Treatment ¹	Dosage	Number of sprayings	Fertilization ²	Yield	Berry size	Rott.berr.	Yield	Berr.size	Rott.berr.	
A	Usprøytet/ no spraying	0	1	628	894	13				
			2	611	1083	16	619	988	1	
B	N	4	1	1114	861	1				
			2	1330	906	2	1222	883	1	
C	1/2 N	4	1	1198	865	2				
			2	1160	872	2	1179	868	2	
D	1/2 N	7	1	1103	822	1				
			2	1214	844	1	1159	833	1	
Middel/mean				1	1011	860	4			
				2	1079	926	5			
LSD 5%					63	45	1	130	is/ns	4

¹ Se tabell 1

¹ See Table 1

² Gjødsling: 1: gjødning kun om våren. 2: tilleggsgjødsling med 40 kg N/daa

² Fertilization: 1: fertilization only in the spring. 2: additional dressing with 40 kg N/0.1 ha

Tabell 4. Virkning av sprøyting og to gjødslingsnivåer på bæravling (kg/daa), bærstørrelse (g/100 bær) og vektprosent råtne bær (%) hos jordbærsorten 'Korona' i 1991

Table 4. Effect of spraying and two levels of fertilization on yield (kg/0.1 ha), berry size (g/100 berries) and rotted berries as percentage of total yield (%) of the strawberry cultivar 'Korona' in 1991

Forsøksledd ¹	Dosering	Antall sprøytinger	Gjødsling ²	Avling	Bærstør.	Bærråte	Middel/mean		
							Yield	Berry size	Rott.berries
A	Usprøytet/ no spraying	0	1	766	856	11			
			2	630	936	12	698	897	1
B	N	6	1	1008	819	4			
			2	963	764	6	985	792	5
C	1/2 N	6	1	953	745	2			
			2	1052	829	4	1002	787	3
D	1/2 N	12	1	794	736	2			
			2	736	797	3	765	766	2
E	1/4 N	6	1	954	811	6			
			2	957	888	6	956	850	6
F	1/4 N	12	1	1033	772	3			
			2	1054	814	4	1043	793	3
G	1/4 N	18	1	1068	750	2			
			2	1041	826	2	1056	788	2
Middel/mean				1	939	785	4		
				2	919	836	5		
LSD 5%				is/ns	35	1	106	75	2

¹⁾ Se tabell 1

¹⁾ See table 1

²⁾ Se tabell 3

²⁾ See Table 3

bærråte i alle de sprøyta leddene.

Tilleggsgjødsling ga økt avling, større bær og økt vektprosent råtne bær. Det var signifikant samspill av sprøyting og gjødsling på avling, bærstørrelse og vektprosent råtne bær.

1991

Fem av behandlingene ga signifikant større avling enn usprøyta ruter (tabell 4). Det var ingen sikre forskjeller mellom disse leddene. Minst avling ble det på usprøyta ruter (ledd A) og forsøksledd D. Bæra var imidlertid størst i det usprøyta

leddet, men det var ingen sikre forskjeller mellom ledd A og E. Mellom de øvrige forsøksleddene var forskjellen i bærstørrelse liten. Alle de sprøyta rutene ga god kontroll av gråskimmelsoppen. I det usprøyta leddet ble 12 prosent av bæra skadet av råte. På de ulike sprøyteleddene ble bare 2 til 6 prosent av bæra skadet av råte. Tilleggsgjødsling påvirket ikke avlingen (tabell 4), men ga større bær og økt vektprosent råtne bær. Det var ingen samspill av sprøyting og gjødsling i materialet.

Forsøk 2:

Resultatene for avling og bærstørrelse i tre år er vist i tabell 5. Det ble ingen råte i feltet i 1992 og 1994. Resultatet for bærråte i 1993 er vist i tabell 6.

I 1992 ga sprøyting økt avling på sprøyteledd B, C og D. I de andre leddene (E, F og G) var det ingen sikre forskjeller på usprøyta og sprøyta ledd. I 1993 var det utslag for sprøyting kun på forsøksledd F, mens avlinga økte på alle sprøyta ledd siste året.

Bæra var størst på sprøyta ledd i 1992 og 1994. I 1993 var det ingen slik sammenheng. Det var ikke samspill av plantetetthet og sopp-sprøyting på avling og bærstørrelse.

I 1992 og 1994 ble det ikke funnet råte bær i feltet. I 1993 ga sprøyting ingen positiv effekt på vektprosent råte bær

(tabell 6). Mest råte var det på sprøyteledd C og G, mens det ikke var sikre forskjeller mellom de andre forsøksleddene.

Det var ikke signifikant samspill av plantetetthet og sopp-sprøyting, eller av plantetetthet og år på avling, bærstørrelse og vektprosent råte bær. Virkningen av plantetetthet på vektprosent råte bær i 1993 er derfor vist som middel av alle forsøksledd (tabell 7), mens virkningen av plantetetthet på avling og bærstørrelse er vist som middel av alle forsøksledd i tre år (tabell 8). Tabell 7 viser at i 1993 var det mest bærråte ved største plantetetthet. Økt plantetetthet ga signifikant større avling, mens bæra var størst ved minste plantetetthet (tabell 8). En økning av antall planter fra 2222 til 3333 pr. dekar ga ingen sikker forskjell på bærstørrelsen.

Tabell 5. Virkning av sprøyting på bæravling (kg/daa) og bærstørrelse (g/100 bær) hos jordbærsorten 'Korona' i tre år og i middel av tre planteavstander

Table 5. Effect of spraying on yield (kg/0.1 ha) and berry size (g/100 berries) of the strawberry cultivar 'Korona' in three years and averaged for three plant densities

Forsøksledd ¹⁾ Treatment ¹⁾	Dosering Dosage	Antall sprøytinger Number of sprayings	Avling/yield				Bærstørrelse/berry size			
			1992	1993	1994	Middel Mean	1992	1993	1994	Middel Mean
	Usprøytet/ No spraying	0	721	1641	641	1001	685	851	535	690
A	N	4	930	1718	830	1160	910	920	658	829
B	1/2 N	4	935	1514	1020	1156	957	1074	846	959
C	1/2 N	8	881	1681	931	1164	920	897	792	870
D	1/4 N	4	789	1687	980	1152	1029	969	900	966
E	1/4 N	8	772	1905	911	1196	1049	1017	853	973
F	1/4 N	12	750	1743	877	1123	1092	1037	903	1011
G										
Middel /mean			825	1698	884	1136	949	966	784	900
LSD 5%			114	203	164	153	105	83	119	97

¹⁾ Se tabell 1

¹⁾ See Table 1

Tabell 6. Virkning av sprøyting på vektprosent råtnede bær (%) hos jordbærsorten 'Korona' i 1993

Table 6. Effect of spraying on rotted berries as a percentage of total yield (%) of the strawberry cultivar 'Korona' in 1993

Forsøksledd ¹ <i>Treatment¹</i>	Dosering <i>Dosage</i>	Antall sprøytinger <i>Number of sprayings</i>	Bærråte <i>Rotted berries</i>
	Usprøytet/ <i>no spraying</i>		
A		0	7
B	N	4	8
C	1/2 N	4	24
D	1/2 N	8	5
E	1/4 N	4	9
F	1/4 N	8	7
G	1/4 N	12	14
LSD 5%			6

¹ Se tabell 1¹ See table 1

Tabell 7. Virkning av plantetetthet på vektprosent råtnede bær (%) hos jordbærsorten 'Korona' i 1993

Table 7. Effect of plant density on rotted berries as percentage of total yield (%) of the strawberry cultivar 'Korona' in 1993

Tall planter/daa <i>Number of plants/0,1 ha</i>	Bærråte <i>Rotted berries</i>
3333	13
2222	10
1667	9
LSD 5%	4

Tabell 8. Virkning av plantetetthet på avling (kg/daa) og bærstørrelse (g/100 bær) hos jordbærsorten 'Korona' i middel av tre år

Table 8. Effects of plant density on yield (kg/0.1 ha) and berry size (g/100 berries) of the strawberry cultivar 'Korona' as a mean of three years

Antall planter/daa <i>Number of plants/0,1 ha</i>	Avling <i>Yield</i>	Bærstørrelse <i>Berry size</i>
3333	1219	887
2222	1159	869
1667	1030	944
LSD 5%	53	34

Diskusjon

Resultatene for 1990 (tabell 3) viste ingen negativ effekt av halvering av anbefalt dose soppmiddel. Redusert dose opprettholdt avling, bærstørrelse og kontroll av gråskimmelsoppen. Det var derfor interessant å se på en videre reduksjon av preparatmengden. Dette førte til at antall sprøyteledd ble utvidet i 1991 (tabell 1 og 4). Resultatene viste at sprøyting med 1/4 av normal dose soppmiddel også opprettholdt avling og bærstørrelse på tross

av litt økning i vektprosent råtnede bær. Forsøksledd D ga redusert avling og bærstørrelse i 1991. Dette kan skyldes en ettervirkning fra året før, da disse rutene var usprøytet.

Det var imidlertid dårlig sammenheng mellom registrert avling og vektprosent råtnede bær i materialet. I 1990 og 1991 økte bærråten med henholdsvis 13 og 6 prosentenheter på usprøytet ruter i forhold til ruter sprøytet etter normalplanen, mens avlingen på disse leddene ble redusert med hele 50% og 30%. I 1992 og 1994

ble det ikke funnet råtne bær i feltet, men avlingen ble likevel redusert på usprøyta ruter i forhold til sprøyta ruter. I 1993 derimot, ga sprøyta ruter med størst prosentandel råtne bær liten avlingsreduksjon. Dette kan skyldes at en del blomster, blomsterstilker og kart råtner, og denne råteskaden blir ikke registrert som råtne bær. Kråkevik (1976) viste at råteskader på blomsterstilker, blomster og kart tilsammen kan utgjøre like mye som tapene ved råteskader på modne bær. Ved undersøkelser av råte på grunn av gråskimmelangrep, bør en derfor starte registreringene allerede rett etter blomstring.

Tilleggs-gjødsling ga økt avling i 1990, og økt bærstørrelse og vektprosent råtne bær i begge år. Kongsrud (1980) har vist at det er positivt samspill mellom vatning og gjødsling på avlinga, men at tilleggs-gjødsling sjelden gir økt avling (Kongsrud 1986, 1988). I tidligere gjødslingsforsøk har sortene 'Bounty' og 'Korona' fått økt bærstørrelse av tilleggs-gjødsling (Kongsrud 1988; Nes & Hjeltnes 1992), mens sortene 'Senga Sengana' og 'Glima' ikke har gjort det (Kongsrud 1980, 1986). Tilleggs-gjødsling har ikke hatt negativ virkning på råte hos de fleste sorter (Kongsrud 1986, 1988). Den bladrike sorten 'Senga Sengana' får imidlertid mer

råte når økt nitrogen-gjødsling kombineres med økt vassføring (Kongsrud 1980, 1986). I våre forsøk var det signifikant samspill av gjødsling og sprøyting på avling, bærstørrelse og råte bare første året (tabell 3).

Fuktig vær favoriserer infeksjon og utvikling av gråskimmel (Anonym, 1984). Våre data bekrefter dette. I 1992 og 1994 var det tørt både i blomstrings- og høstperioden (tabell 9). Disse årene ble det ikke funnet råtne bær i feltet, selv om avlingsforskjellene mellom sprøyta og usprøyta forsøksledd kan skyldes råteskader på blomsterstilker, blomster og kart (tabell 5). Mye nedbør i høstperioden i 1993 resulterte i høyest vektprosent råtne bær (tabell 6). I 1991 var det mye nedbør i blomstringsperioden, men lite nedbør i høstperioden. Det motsatte var tilfelle i 1993. Det var mindre vektprosent råtne bær i feltet i 1991 enn i 1993 (tabell 9). Dette indikerer at mye nedbør i høstperioden betyr mer for utviklingen av gråskimmelråte enn mye nedbør i blomstringsperioden. Dette til tross for høyere temperatur i høstperioden i 1991 enn i 1993 (tabell 9). Powelson (1960) fant i laboratorieforsøk, ingen forskjell i antall bær angrepet av gråskimmel når plantene ble utsatt for lite

Tabell 9: Temperatur (°C) og nedbør (mm) i blomstrings- og høstperioden i fem år

Table 9. Mean temperature (°C) and total precipitation (mm) during bloom and harvest over five years

År Year	Temperatur Temperature		Nedbør Precipitation	
	Blomstring Bloom	Høsting Harvest	Blomstring Bloom	Høsting Harvest
1990	11.6	14.1	24	107
1991	11.8	16.1	131	52
1992	17.9	14.3	0	22
1993	11.3	14.2	34	167
1994	12.7	19.2	21	0

nedbør i blomstringsperioden og mye nedbør i høstperioden, og omvendt. Den reduserte totalavlinga i 1992 og 1994 i forhold til 1993, skyldtes sannsynligvis tørkevirkninger. Det viste seg at vanning med minispreedere ikke var tilfredsstillende, da en del av vannet rant av plasten og bort fra plantene.

Avlinga økte med økt plantetetthet, mens bærstørrelsen var størst ved minsteplantetetthet (tabell 8). I 1993 ga økt plantetetthet en økning i vektprosent råtne bær. Tidligere forsøk har vist at plantetetthet har innvirkning på avlinga hos jordbær (Thorsrud 1964; Hesketh et al. 1990; Kongsrud 1991; Nestby 1992, 1994). Kongsrud (1994) viste at økt plantetetthet ga redusert avling pr. plante, men økte avlinga pr. dekar for sortene 'Senga Sengana', 'Korona' og 'Bounty'. Bærstørrelsen ble ikke påvirket for noen av sortene. For 'Senga Sengana' var det størst rådeangrep ved største plantetetthet, mens det for sortene 'Korona' og 'Bounty' ikke ble funnet noen slik effekt.

Meland (1988), Brandsæter (1990) og Nestby (1992) viste at en i de fleste tilfeller kan redusere mengden av vinklozolin til halv dose av det som er anbefalt. Resultatene er ikke så sikre for tolylfluamid. Bera (1987) fikk i sine forsøk mer råde ved å gå ned på doseringen av tolylfluamid hvis man ikke samtidig økte antall sprøytinger. Våre forsøk bekrefter at ved å veksle mellom vinklozolin og tolylfluamid, oppnår en god kontroll av gråskimmelsoppen ved å bruke 1/2 av normal dose, og i de fleste år 1/4 av normal dose. Redusert dose soppmiddel kombinert med økt antall sprøytinger har ikke gitt tilfredsstillende resultat. Hvis man skal redusere mengden av soppmiddel, må en ta hensyn til plantebestanden og planteveksten i feltet. I unge, åpne felt kan en med mindre risiko redusere preparatmengden enn i eldre felt med høy plantetetthet. På grunn

av faren for oppbygging av resistens hos gråskimmelsoppen bør en veksle mellom soppmiddel med ulik virkemåte.

Sammendrag

Effekten av ulik dosering soppmiddel og antall sprøytinger i kombinasjon med tilleggsgjødsling og ulik plantetetthet ble undersøkt hos jordbærsorten 'Korona' i to forsøk over 5 år. Avling, bærstørrelse og vektprosent råtne bær ble registrert. I to av årene ble det ingen råtne bær i feltet. I alle år fikk en god virkning på bær-råten med 1/2 dose av normaldosering, og også 1/4 dose av normaldosering ga tilfredsstillende resultat. Det ble allikevel registrert avlingsreduksjon. Resultatene viser at ved undersøkelser av råde på grunn av gråskimmelangrep, er det viktig å foreta registreringer allerede rett etter blomstring. Det var små avlingsforskjeller mellom de sprøyta leddene i middel av alle år. Alle sprøyta ruter ga økt bærstørrelse. Ved å sammenholde meteorologiske data og resultatene fra disse undersøkelsene, er det indikasjon på at mye nedbør i høstperioden betyr mer for utviklingen av gråskimmelråde enn mye nedbør i blomstringsperioden. Både tilleggsgjødsling og økt plantetetthet ga økt vektprosent råtne bær.

Litteratur

- Anonym. 1984. Fruit. In: Annual Report of the Edinburgh School of Agriculture 1983: 43-44, 97-98, 99.
- Bera, B. 1987. The effect of spraying frequency and the dose of Euparen applied on the control of the strawberry gray mold (*Botrytis cinerea* Pers.). Fruit Science Reports 14: 21-28.

- Brandsæter, L.O. 1990. Gråskimmel (*Botrytis cinerea*) i jordbær. Redusert bruk av fungicider. Hovedoppgave ved Norges Landbrukshøgskole: 101. Daugaard, H. 1989. Økologisk dyrking av jordbær. *Frugtavleren* 18: 73-74.
- Gjærum, H.B. & R. Langnes. 1983. Prøving av soppmidler mot gråskimmel på jordbær. *Gartneryrket* 73: 296-300.
- Gjærum, H. B. & K. Munthe. 1985. Resistens mot diklo- og tolylfluamid i gråskimmel på jordbær. *Vaxtskyddsnotiser* 49: 79-82.
- Grønborg, H., 1983. Forsøk mod gråskimmel i jordbær. *Frugtavleren* 12: 218-221.
- Hesketh, J. L., G. W. Eaton & T. E. Bauman. 1990. Strawberry runnering and leaf sizedepend on plant spacing. *Fruit Varieties Journal* 44: 26-31.
- Jarvis, W. R. 1965. The biological basis for the design of control measures in *Botrytis* diseases. *Proc. British Insecticide and Fungicide Conference* 1965: 108-115.
- Kongsrud, K. L., 1980. Nitrogengjødsling og vatning til jordbærsorten Senga Sengana. *Forskning og forsøk i landbruket* 31: 381-389.
- Kongsrud, K. L. 1986. Nitrogengjødsling til jordbærsortene 'Senga Sengana' og 'Glima' ved god vasstilgang. *Forskning og forsøk i landbruket* 37: 281-288.
- Kongsrud, K. L. 1988. Nitrogengjødsling til jordbærsorten 'Bounty'. *Norsk landbruksforskning* 2: 265-271.
- Kongsrud, K. L. 1991. Kortkultur i jordbær. *Faginfo fra SFFL I (1991)*: 61-67.
- Kongsrud, K. L. 1994. Virkning av plastdekking og planteavstander ved sommerplanting av jordbærsortene 'Senga Sengana', 'Korona' og 'Bounty'. *Norsk Landbruksforskning* 8: 31-48.
- Kråkevik, S. 1976. Årsaker til avlingstap i jordbærfelt i bæring. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 201-228.
- Kråkevik, S. 1990. Jordbær-Sopp-Insekter. Sprøyteplan til jordbær 1990. Fylkeslandbrukskontoret i Hedmark: 2.
- Meland, M. 1985. Nitrogengjødsling til fire jordbærsorter dyrka på svart plast. *Forskning og forsøk i landbruket* 36: 141-148.
- Meland, M. 1988. Verknad av soppmiddel i redusert styrke mot gråskimmel i jordbær. *Norsk landbruksforskning* 2: 77-81.
- Nes, A. & A. Hjeltnes. 1992. Verknader avdekking og gjødsling på stiklingsproduksjon, avling og bærstorleik hjå jordbærsorten 'Korona'. *Norsk Landbruksforskning* 6: 195-203.
- Nestby, R. 1992. Virkning på avlingskomponenter og kvalitet i tre jordbærsorter av jorddekking med plastfolie, radtype og redusert styrke av soppmiddel mot gråskimmel (*Botrytis cinerea*). *Norsk landbruksforskning* 6: 173-181.
- Nestby, R. 1994. Effects of bed height, plant spacing and cultivar on strawberry yield and fruit classification. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 8: 127-133.
- Powelson, R.L. 1960. Initiation of strawberry fruit rot caused by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 50: 491-494.

Ramborg, S. O. 1980. Forsøk mod gråskimmel i jordbær. *Frugtavleren* 9: 172-173.

Riley, H.C.F. 1979. Sammenhengen mellom jordas vannholdende evne og dens mekaniske sammensetning, moldinnhold og volumvekt. *Forskning og forsøk i landbruket* 30: 379-398.

Svensson, B. 1989. Gråmogelbekämpfung i svenska jordgubbsodlingar. *Frukt- och Bärödling* 31: 52-53.

Thorsrud, J. 1964. Dyrkingsforsøk med jordbær. V. Forsøk med ulik planteavstand til 3 jordbærsorter. *Yrkesfruktdyrking* 2: 25-27.

Will, H. 1978. Vinklozolin - ein neuer fungizider Wirkstoff Handelsbezeichnung Ronilan. *Erwerbsobstbau* 22: 77-79.

Norsk landbruksforskning
Norwegian Agricultural Research
Vol. 10 Nr. 1 1996

Innhold/Content

Side/Page

Virkning av vekstomløp på potetenes nitrogengjødsel- behov..... <i>Effects of crop rotation on the nitrogen fertilizer require- ment of the potato crop</i>	Ragnar Bærug.....	1
Effekter av jorddekking med svart plast i bringebær..... <i>Effects of black plastic mulching in red raspberry</i>	Nina Heiberg.....	15
Nitrogengjødsling for sein høsting av gras etter vår- spreiing av storfeblautgjødsel..... <i>Nitrogen application rates for late season harvesting of grass following spring application of cattle slurry</i>	Ådne Håland.....	25
Verknad av Fullgjødsel, kalkammonsalpeter og Kalk- salpeter TM på avling og mineral samansetjing i eng..... <i>Effects by NPK fertilizer, ammonium nitrate with lime and calcium nitrate on grass yield and mineral content</i>	Tor Lunnan.....	35
Virkningen av grovkalk i forhold til kalksteintype..... <i>Effects of coarse liming materials in relation to type of limestone</i>	Ingvar Lyngstad, Karl-Jan Erstad & John Luktvasslimo.....	49
Ernæringsmessige konsekvenser av økt kraftfôrforbruk i mjølkeproduksjonen..... <i>Nutritional effects of increased use of concentrate to dairy cows</i>	Åshild T. Randby.....	59
Effekt av ulike doseringer av soppmiddel og antall sprøytinger mot gråskimmel til jordbærsorten ' Korona' <i>Effects of different fungicide applications and spraying frequency on the control of grey mould in the strawberry cultivar ' Korona '</i>	Anita Sønsteby, Arnfinn Nes & Arne Hjeltnes	75

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