

# FORSKNING OG FORSØK I LANDBRUKET

BIND 19

RESEARCH IN NORWEGIAN AGRICULTURE  
VOLUME 19

1968

Redaksjonskomité: *Editorial Board:*

BJARNE LJONES • ASBJØRN SORTEBERG • KNUT AASTVEIT

Utgitt av: *Published by:*  
KONTORET FOR LANDBRUKSFORSKNING  
*(The Office for Agricultural Research)*  
OSLO NORWAY

Det norske Skogforsøksvesen  
Vollebekk

## INNHOOLD

	Side
IVAR SELSJORD: Kjemiske analyser av beiteplanter . . . . .	1
EDVARD VALBERG: Forsøk med gjenlegg til eng i Nordland fylke . . . . .	9
ARNE LUNDSTAD: Forsøk med sorter av klaseroser 1964—1966 . . . . .	43
HENNING SVADS: Forsøk med sorter av förbeter 1962—1965 . . . . .	57
KÅRE VALSET: Observasjonar over utviklinga til bringebærfluga, og vekstreaksjonar etter åtak i bringebærplanten . . . . .	67
KNUT RØNSEN: Sortsforsøk med poteter 1964—66 . . . . .	81
HANS LEIN: Forsøk med lyng som vinterbeite til sauer . . . . .	101
LEIF ROBERT HANSEN: Forsøk med et systemisk soppmiddel mot naken sot på bygg	131
LEIF ROBERT HANSEN: Forsøk med isåing av belgvekster i korn på rotdrepersmittet jord . . . . .	135
	Festskrift for professor, dr. <i>Håkon Wexelsen</i> . . . . . 157
KNUT WØLNER: Grønngjødslings- og brakkforsøk . . . . .	449
ÅDNE HÅLAND: Forsøk med potetsortar, ugrodd og grodd utsæd og to gjødselmengder . . . . .	465
JOHANNES THORSRUD: Sorts- og jorddekkingsforsøk med solbær planta som hekk . . . .	477
STYRKAR FOSS: Vekstrytme hos timoteisorter . . . . .	487

Tollef Ruden : Anvendelse variasjoner hos gran  
(*Picea excelsa* (Lam.) Link.)

366-392

## CONTENTS

	Page
IVAR SELSJORD: Chemical Analyses of Pasture Plants .....	1
EDVARD VALBERG: Experiments in Establishing Leys in Nordland County .....	9
ARNE LUNDSTAD: Variety Testing of Floribunda and Polyantha Roses, 1964—1966	43
HENNING SVADS: Variety Trials with Fodder Beets, 1962—1965 .....	57
KÅRE VALSET: Observations on the Development of the Raspberry Cane Maggot, and Growth Symptoms in Affected Plants .....	67
KNUT RØNSEN: Variety trials with potatoes, 1964—66 .....	81
HANS LEIN: Experiments with Sheep grazing on Heather in Winter .....	101
LEIF ROBERT HANSEN: Experiments with a systemic Fungicide for Control of Loose Smut in Barley .....	131
LEIF ROBERT HANSEN: Experiments with undersown Trefoil and Red Clover in Small Grain on Take-all infested Soil .....	135
Memorial publication in honor of professor, dr. agric. <i>Håkon Wexelsen</i> .....	157
KNUT WØLNER: Green manuring and fallow experiments .....	449
ÅDNE HÅLAND: Experiments with potato varieties, unsprouted and sprouted seed potatoes, and two rates of fertilizer .....	465
JOHANNES THORSRUD: Variety and mulching trial in black currants grown in hedgerows	477
STYRKAR FOSS: Growth rhythm of Timothy varieties .....	487





I redaksjonen 5. 10. 1967

## KJEMISKE ANALYSER AV BEITEPLANTER

### *Chemical Analyses of Pasture Plants*

Av

IVAR SELSJORD

#### INNHold

	Side
Innledning .....	1
Drøfting av arbeidet med prøvetaking .....	1
Resultater av analysene .....	2
Sammendrag .....	6
Summary .....	7
Litteratur .....	7

#### Innledning

Under arbeidet med vegetasjons- og beiteundersøkelser i fjellet i åra 1955-61 ble det også tatt en del kjemiske analyser av beiteplanter. Hensikten var først og fremst å få nøyere kjennskap til innholdet i de ulike plantearter. Samtidig har en og forsøkt å belyse spørsmål vedkommende bl.a. voksestedets- og høstetidens innvirkning på det kjemiske innhold. Analysene er utført på tørt materiale ved Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Oslo.

#### Drøfting av arbeidet med prøvetaking

En sammenlikning av plantearter etter deres kjemiske innhold er noe usikkert på grunn av at innholdet av en rekke verdistoffer er sterkt korrelert med utviklingsstadiet av plantene. Det prosentiske innhold av protein, karotin, fett, aske, kalsium og fosfor går i alminnelighet ned, mens innhold av trevler og lignin stiger ved utsatt høstetid (HOMB 2). Dette gjør at arbeidet med prøvetaking blir vanskelig og særlig når prøver av ulike arter må høstes på helt forskjellige steder. Forholdet mellom stengler og blad, som jo står i forbindelse med utviklingsstadiet, ser ut til å ha stor innvirkning på det kjemiske innhold i plantene, eller variasjonene i kjemisk innhold. I sin avhandling om

kjemisk sammensetning og fordøyelighet av engvekster drøfter Homb disse spørsmål og konkluderer med at det sannsynligvis er forandringene i forholdet mellom blad og stengler som i første rekke er årsak til variasjonene i kjemisk innhold ved utsatt slåttetid. Det er mere stengler i forhold til blad på et seint enn på et tidligere utviklingsstadium av plantene, (ØDELIEN 9 o.a.). Undersøkelser viser også at trevleinnholdet i blader holder seg mer konstant enn i stengler ved utsatt høstetid. Amerikanske undersøkelser (se lit.henv. hos HOMB, 2) synte meget liten stigning i trevleinnholdet i renplukkede timotei- (*Phleum commutatum*) blad ved utsatt høstetid, og det var også liten nedgang i proteininnholdet i bladene før blomstring av plantene. Andre undersøkelser har imidlertid synt tydeligere nedgang i proteininnhold også i bladene ved utsatt høstetid. Dersom en skal sammenlikne det stofflige innhold i forskjellige plantearter, er det en forutsetning at sammenlikningen skjer på mest mulig samme utviklingstrinn. Høster en derimot bladverket, skulle en være mer uavhengig av utviklingsstadiet, noe også våre undersøkelser synes å tyde på. I undersøkelsene har en i mest mulig utstrekning høstet bladverket. Dette er lett å få gjennomført med en plante som smyle (*Deschampsia flexuosa*), som har svært mye rotblad eller vegetative skudd, men det er verre å få gjennomført for planter som opptrer sparsomt og ellers har forholdsvis mye fertile skudd.

### Resultater av analysene

Analysene omfatter i første rekke smyle og sølvbunke (*Deschampsia caespitosa*). I tabell 1 finner en øverst middeltall av samtlige prøver, videre har en og forsøkt å belyse spørsmål vedkommende voksested, høstetid o.a. Det var også utført analyser av en rekke andre plantearter, men da det er gjennomgående få prøver av hver art, har en unnlatt å ta resultatene med i tabell.

Tabellen viser som middel av samtlige prøver at sølvbunke er betydelig rikere både på protein og aske enn smyle. Kalsiuminnholdet er betydelig høyere i sølvbunke, likeså er innhold av kalium litt høyere, mens fosforinnhold er noenlunde ens i de to planteartene. Det er som en må vente en god del variasjoner i kjemisk innhold mellom enkeltprøvene av baa arter. En statistisk prøving (t-test) syner likevel sikker skilnad for henholdsvis protein- og askeinnhold,  $t = 5,165^{***}$  og  $t = 6,865^{***}$ . Resultatene er i overensstemmelse med undersøkelser av VIGERUST (8) og også med HVIDSTEN og PEDERSEN (3). I undersøkelser av Vigerust hadde sølvbunke litt større innhold enn smyle både av protein, aske og N-frie ekstraktstoffer. Tre prøver av hver av sølvbunke og smyle viste i undersøkelser av Hvidsten og Pedersen henholdsvis i middel 19,3 og 8,9 % protein bereknet på tørrstoffet. Forfatterne påpeker det låge proteininnhold i smyle og antyder at forskjell i utviklingsstrinn kan ha betydd en del for forskjellen mellom artene. Men som en ser er det også i våre undersøkelser en betydelig skilnad i proteininnhold i favør av sølvbunke.

Det var også utført en eller noen ganske få analyser av engkvein (*Agrostis tenuis*), sauesvingel (*Festuca ovina*), finnskjegg (*Nardus stricta*), blåtopp (*Molinia coerulea*), stivstorr (*Carex Bigelowii*), flaskestorr (*Carex rostrata*), rabbesiv (*Juncus trifidus*), bjønnskjegg (*Scirpus caespitosus*) og fjellmo (*Salix herbacea*). Resultatene har interesse om en ser dem i høve til vår viktigste beitegrasart i fjellet, smyle. Samtlige plantearter unntatt flaskestorr hadde i

Tabell 1.

## Kjemisk analyse av beiteplanter.

Planteart	Antall prøver	Voksted og høyde o. h. i m	Høstedato middel	Forskjellige beskrivelser	Innhold, % av tørrstoffet i middel									
					Protein	Fett	N-frie ekstr.st.	Plante-trevler	Aske	Ca	P	K	Sukker (sakarose)	SiO <sub>2</sub>
Smyle	18	Hedmark-Oppland 900-1000	15/8		10,0	2,86	55,2	27,0	4,98	0,222	0,219	1,73		
Sølvbunke	22	Hedmark-Oppland Lågland og fjell	10/7		15,0	2,45	49,3	25,7	7,67	0,442	0,209	2,16		
Smyle	5	Hedmark } 900-1000	22/7	Tidl. høsting	12,2	2,76	50,4	29,4	5,33	0,186	0,218			
Smyle	13	Oppland ca. 1000	25/8	Sein høsting	9,09	2,90	57,1	26,1	4,84	0,236	0,219	1,57		
Smyle	2	Oppland ca. 1000	13/7	Tidlig høsting	11,7	2,73	51,2	29,6	4,96	0,207	0,214			
Smyle	1	Oppland ca. 1000	21/8	Gjenv. 13/7-21/8	11,1	2,66	52,8	27,6	5,86		0,228			
Sams pr.	3	Oppland ca. 1050	19/7	Tidl. høsting	17,2	2,74	47,8	25,7	6,57	0,417	0,249	2,16		
Sams pr.	3	Oppland ca. 1050	25/8	Gjenv. 19/7-25/8	18,4	2,94	46,1	23,9	8,68	0,516	0,261	2,12		
Smyle	8	Hedmark ca. 950	26/8	Vokset i skygge	9,42	3,06	55,0	27,0	5,45	0,237	0,240	1,86	18,4	
Smyle	8	Hedmark ca. 950	27/8	Vokset solåpent	8,59	2,71	59,6	24,9	4,25	0,231	0,197	1,28	25,3	
Engsvingel	1	Apelsvoll 270	31/7	Vokset i skygge	18,2	3,18	40,3	26,9	11,5					
Engsvingel	1	Apelsvoll 270	31/7	Vokset solåpent	15,1	2,87	50,6	22,8	8,61	0,894	0,521	2,18		1,89
Sølvbunke	8	Låglandet 270	30/6		15,3	2,86	48,1	25,7	7,92	0,529	0,223	2,18		1,68
Sølvbunke	3	ca. 500	8/7					25,1						2,69
Sølvbunke	11	Fjellet 900-950	18/7		15,2	2,08	49,3	25,9	7,87	0,368	0,210	2,15		1,86
Sølvbunke	11	Lågland og fjell	26/6	Tidl. høsting	15,6	2,84	49,3	25,3	7,31	0,509	0,208	2,25		2,38
Sølvbunke	9	Lågland og fjell	27/7	Sein høsting	14,9	2,18	48,5	26,3	7,94	0,397	0,221	2,14		

middel høgere proteininnhold og unntatt fjellmo lågere innhold av N-frie ekst.stoff, enn smyle. Dette synes og å bekrefte at smyle er relativt fattig på protein.

Fjellmo er en dvergvier som er vanlig på snøleier. Den har helt forvedet stengel og små blader. En har to analyser av denne med henholdsvis 13,3 og 21,6 % protein, og trevleinnholdet er meget lågt i båe prøver i høve til alle de andre planteartene. Prøven med høgst proteininnhold var høstet en måned tidligere enn den andre. Det meget høge proteininnhold i eine prøven stemmer med tidligere undersøkelser (1, 5). I KELLGRENS undersøkelser (5) hadde prøver av bladverket på fjellmo meget høgt nitrogeninnhold, høgere enn hos kløverarter. Lågt trevleinnhold i fjellmo går også igjen i undersøkelsene til Eikeland.

I tabellen er videre stilt sammen analyser av smyle fra forskjellig høstetid. 5 prøver høstet i middel 22/7 har noe høgere protein- og askeinnhold enn i 13 prøver høstet i middel 25/8. Merkeligere er det at innhold av plantetrevler går ned og at innhold av N-frie ekstraktstoffer øker ved seinere høsting. Av smyle er det høsta bare rotbladene, og en skulle derfor ventet at trevleinnholdet ikke ville endret seg så mye. Under seint høsta prøver inngår også prøver fra spesielt skyggefull og spesielt solåpen lokalitet, men dette ser ikke ut til å kunne forklare at trevleinnholdet har gått ned ved seinere høsting. De før nemnte undersøkelsene av Vigerust viser imidlertid det samme, trevleinnholdet er lågere og innhold av N-frie ekstraktstoff høgere ved seinere høsting hos flere plantearter. Med omsyn til mineralstoffer, er Ca-innholdet litt høgere ved seinere høsting, mens P-innholdet synes uforandret.

Når det gjelder smyle, har en også gjort noen andre undersøkelser. I fast avmerka ruter vernet for beiting (Leirungsdalen) ble to prøver høsta tidlig 13/7, og så ble gjenveksten på ene ruta høsta 21/8. Denne prøven fikk altså en veksttid fra 13/7–21/8. Hensikten var å se om det var noen skilnad i kjemisk innhold på beite som var vokset opp på forsommeren i forhold til høst- eller sensommerbeite ved samme utviklingsstadium av graset. Som en ser er det liten skilnad på de to prøvene. Protein- og fettinnholdet er litt mindre i gjenveksten. Det samme gjelder også trevleinnholdet, mens N-frie ekstraktstoffer og askeinnhold er litt større. I Leirungsdalen ble også høstet 3 andre prøver fra forskjellige vernebur, tidlig høsting 19/7 og gjenvekst høstet 25/8. Prøvene var sams med omsyn til plantearter. I dette tilfelle har det blitt større protein-, fett- og askeinnhold og mindre trevleinnhold i gjenveksten i forhold til 1. høsting. Ved 1. høsting var nok plantene i dette tilfelle kommet noe lengre i utvikling enn i gjenveksten, noe som sikkert gjør sitt til at innholdet av viktige næringsemner endog har blitt større i gras som er vokset opp på ettersommeren. Det var nok også en viss endring i plantebestanden i gjenveksten i forhold til 1. høsting.

Materialet i undersøkelsene er svært begrenset, men en kan likevel si at det ikke er noe som tyder på at beiteplanter ved samme utviklingstrinn vokset opp på ettersommeren er vesentlig mindre verdifulle med omsyn til de her undersøkte stoffer enn planter som har vokset opp på forsommeren. Og når utviklingsstadiet kommer inn i bildet, vil gjenveksten oftest ha høgere innhold enn 1. høsting. Undersøkelser av ØDELIEN (9) i eng viste at det var noe nedgang i proteininnhold i % av tørrstoffet både i blad og stengler fra tidlig 1. slått til 2. slått på samme gjødslingstrinn. Når det gjelder förverdien, konkluderer forfatteren med at ved samme mengdeforhold mellom blad og stengler

og ved samme trevleinnhold har tørrstoff i høy av timotei mindre fôrverdi ved 2. slått enn ved tidlig 1. slått. Men den større relative bladmengde ved andre slåttene kan delvis, helt eller kanskje mer enn oppveie denne forskjell.

En har også undersøkt kjemisk innhold i gras som har vokset på skyggefullt sted i forhold til gras som har vokset på helt solbelyste lokaliteter. I Austfjellet på Tolga er høstet 8 prøver av smyle fra solåpne- og 8 prøver fra skyggefulle lokaliteter. Parallellprøvene er høsta til samme tid og i samme beiteområde. I 5 av prøvene fra hver lokalitet ble også sakaroseinnholdet bestemt. En ser at innholdet av N-frie ekstraktstoffer og sakarose i middel er betydelig høyere i prøvene fra solåpen lokalitet, mens derimot protein, fett, aske og også plantetrevler var høgest i smyle som har vokset i skygge. t-test med omsyn til N-frie ekstraktstoffer og aske viser sikker skilnad mellom lokalitetene, henholdsvis  $t = 3,442^{**}$  og  $t = 5,673^{***}$ . Derimot viser ikke sakaroseinnholdet sikker skilnad mellom belyst og skygget lokalitet. Variasjonen i sakaroseinnhold er meget stor også innenfor ens lokaliteter, men ser en på enkeltanalysene, er det en klar nivå-forskjell. I prøver fra skygget lokalitet varierer sakaroseinnholdet fra 10,5 til 28,3 % av tørrstoffet i en enkelt prøve, mens det i lysåpent går fra 17,1 til 35,9 %.

Undersøkelser foretatt tidligere viser liknende resultater med omsyn til beskygning av planter. Undersøkelser av O. SVANBERG og S. EKELUND (6) viste at sukkerinnholdet i gras minket med mye nedbør i vegetasjonstiden og økte i tørkeperioder. Det var også en døgnrytme i det sukkerinnholdet tiltok om dagen og minket om natten. Sukkerinnholdet var lågest om morgenen. JULÉN og NILSSON-LEISSNER (4) fant at beskygget kløvereng hadde høyere innhold av råprotein og også høyere innhold av råtrevler enn ubeskygget ved samme utviklingsstrinn. De forklarer det ved at skygging forsinket nedgangen i proteininnhold mer enn den morfologiske utvikling av plantene. Og samtidig får en også høyere trevleinnhold enn utviklingsstadiet skulle tilsi. Dette kan muligens også forklare resultatene ved våre undersøkelser. Skyet og kjølig vær på forsommeren ser ut til å virke i samme retning som kunstig skygging.

Smyle er den vanligste grasarten og antakelig den viktigste beiteplante ovenfor barskogsgrensa. Men det er stor forskjell på hvorledes denne planten blir beita. I tett einerkratt eller bjørkeskog hvor smyle ofte står særlig tett og frodig, blir den gjerne dårlig beita. På snøleier og åpnere terreng i høgfjellet blir planten oftest meget godt beita. Det ligger nær å anta at dette har noe med innholdet av nærings- eller smakstoffer i plantene å gjøre, og det er grunn til å tro at særlig variasjonen i sakaroseinnhold er av betydning.

En undersøkelse fra Apelsvoll i engsvingel (*Festuca pratensis*) som har vokset solåpent og i skygget vernebur, syner samme tendenser som smyle. Dessverre ble det her noe ufullstendig analysetaking. Graset utenom verneburet var også kommet noe lengre i utvikling enn i buret. Sammenlikningen er derfor ikke god, men også her er det betydelig større innhold av N-frie ekstraktstoffer i solbelyst enn i skygget prøve, mens protein, fett, aske og også trevler er høyere i prøven av skygget gras.

Sølvbunke er også en viktig beiteplante i fjellet, mens den derimot på kulturbeiter i låglandet må betraktes som et ugras. I høgfjellet blir sølvbunke som regel godt beita når den kan bli tatt på et tidlig stadium i utviklingen. Bladene av sølvbunke er som en vet svært ru, og planten inneholder mye kisel ( $\text{SiO}_2$ ). Det har vært pekt på at kiselinnholdet skulle være mindre i

planter som vokste i høg fjellet enn i låglandet, og at dette skulle være årsak til at plantene ble bedre beita. Vigerust refererer i sin avhandling om beitene i Sikilsdalen noen undersøkelser som syner at innholdet av kisel-syre i sølvbunke skulle avta med høgden over havet. Det er også nemnt at kisel-syre-innholdet skulle være høgere i planter som har vokset på sandjord enn i planter vokset på myrjord. Spørsmålet om innholdet av verdistoffer i sølvbunke i låglandet og på fjellet er også viet oppmerksomhet i disse undersøkelser. I tabellen har en middeltall for 8 prøver fra låglandet, 11 prøver fra fjellet godt 900 m o.h., og 3 prøver fra midlere høgde, 5-600 m o.h. hvor det er analysert bare kisel- og trevleinnhold. Som en ser er det liten skilnad i middeltallene unntatt for kalsium og kisel. Av Ca er det betydelig lågere innhold i prøvene fra fjellet, mens det er omvendt for  $\text{SiO}_2$ . I middel er prøvene i fjellet høstet vel 14 dager seinere enn i låglandet for å få mest mulig samme utviklingsstadium. Ellers var det også her lagt an på å høste bladene, men det kan ikke sies å være gjennomført på samme måte som for smyle. I disse analysene har det blitt omvendt av det en mente kunne være tilfelle, i det kisel-innholdet var høggest i fjellprøvene. Det er vel forresten lite sannsynlig at høgden over havet i seg sjøl skulle påvirke innhold av  $\text{SiO}_2$  i plantene. Det ligger da nærmere å anta at det er forhold som står i forbindelse med høgden over havet f.eks. utviklingsstadiet, plantenes morfologiske utforming eller variasjon i jordsmonn som er avgjørende. En har ingen nøyaktig beskrivelse av jordarten hvor plantene har vokset. Noen få prøver er høstet på ren sandjord, og ellers er de fleste prøvene høstet på mer eller mindre moldholdig morenejord. Prøvene høsta på sandjord har i forhold til prøvene ellers svært lågt kisel-innhold. En skulle kanskje ventet det omvendte, men ellers sier vel en helt skjønnsmessig karakteristikk av jordarten ingenting om tilgangen på  $\text{SiO}_2$  til plantene.

Som en ser av tabellen har en delt materialet etter høstetid. Prøver som er høsta tidlig, middel 26/6 hadde noe høgere innhold av protein, fett, N-frie ekstraktstoffer og av kalsium enn middel for seint høsta prøver. Trevleinnholdet har derimot auka ved utsatt høstetid. Bildet ble her noe annet enn når det galdt smyle, hvor innholdet av plantetrevler gikk ned og N-frie ekstraktstoffer økte ved seinere høstetid. Bildet en får av analysene av sølvbunke er mer i overensstemmelse med det resultat en vanligvis får etter høsting på ulikt utviklingsstrinn.

### Sammendrag

Det er utført kjemiske analyser av plantearter hovedsakelig fra fjellbeiter. Analysene tok sikte på å sammenlikne arter, men også forhold ellers som kan påvirke det kjemiske innhold i plantene ble undersøkt.

Sølvbunke er funnet å være betydelig innholdsrikere både på protein og aske enn smyle. Smyle synes forresten å være fattig på protein idet prøvene fra omtrent samtlige øvrige arter viser høgere proteininnhold enn smyle. Bladene av fjellmo ser ut til å være spesielt proteinrike.

Proteininnholdet har gått noe ned ved seinere høsting både hos smyle og sølvbunke. Ellers avviker smyle fra det en kunne vente ved at innhold av plantetrevler minker og N-frie ekstraktstoffer har økt ved seinere høsting. Innhold i smyle høstet på forsommeren og som gjenvokst viste relativt liten

skilnad. Smyle høstet på solbelyste lokaliteter hadde lågere innhold av protein, fett, aske og plantetrevler, men høgere innhold av N-frie ekstraktstoffer og sakarose enn prøver høstet på skyggefull lokalitet.

Sølvbunke høstet på høgjellet hadde høgere innhold av  $\text{SiO}_2$ , men lågere Ca-innhold enn prøver fra låglandet. Ellers viste prøvene liten skilnad.

### Summary

Chemical analyses have been carried out on various plant species largely from mountain pastures at elevations between 700 and 1000 m in southern Norway. In addition to comparing the levels in the different species, the analyses aimed at studying the effect of the time of harvesting and locality on the chemical contents. The analyses were made on the leaf parts.

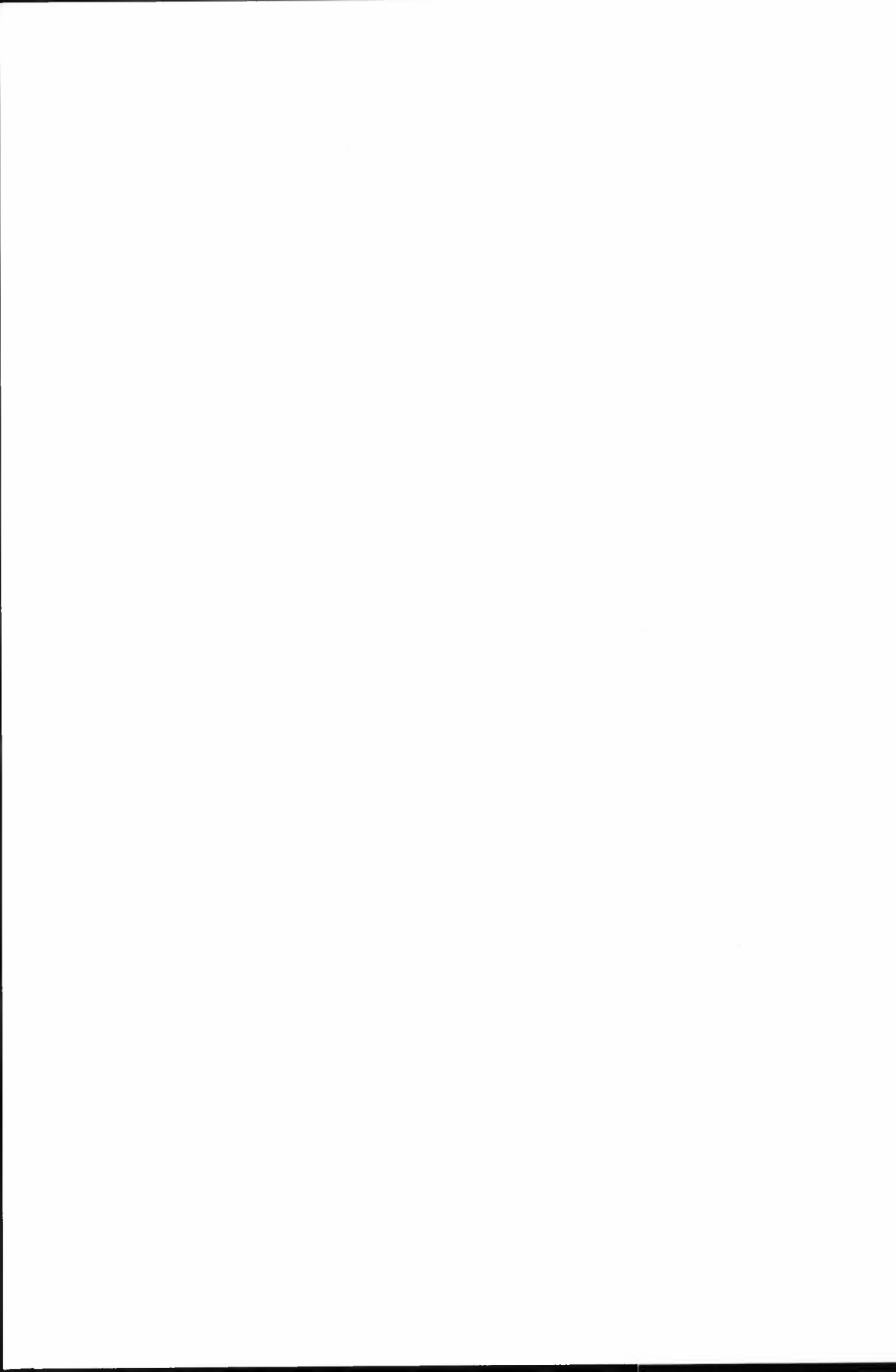
*Deschampsia caespitosa* was considerably higher in protein and ash than *Deschampsia flexuosa*. *D. flexuosa* appears to be low in protein, since the majority of the remaining species had considerably higher contents.

The protein contents decreased slightly at the later harvesting in both *D. flexuosa* and *D. caespitosa*. In the former the content of crude plant fibre also decreased, and that of nitrogen-free extractives increased, at the later harvesting. Apart from the ash content, which showed an increase in the aftergrowth, the contents in *D. flexuosa* harvested in the early summer, (13th July), and as aftergrowth showed little variation. Three samples consisting of several species showed higher protein, ash, (especially Ca), and lower crude fibre contents in the aftergrowth than at the first harvesting. In this case, the aftergrowth was harvested at an earlier stage of development. Samples of *D. flexuosa* from sunlit localities had lower protein, fat, ash and crude plant fibre contents, but higher nitrogen-free extractives and saccharose contents, than samples from shaded sites.

Higher  $\text{SiO}_2$  and lower Ca contents were found in samples of *D. caespitosa* from mountain pastures, (900-1000 m elevation), than at elevations of 250-300 m. Otherwise, however, the samples showed little variation.

### Litteratur

1. EIKELAND, H. J. 1922. Norske stråforanalyser. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole. 237-277.
2. HOMB, T. 1952. Kjemisk sammensetning og fordøyelighet av engvekster. Norges Landbrukshøgskole. Føringforsøkene 71. beretning.
3. HVIDSTEN, H. og PEDERSEN, E. 1950. Undersøkelser over tørrstoff-, råprotein- og karotininnholdet i eng- og beitevekster. Norges Landbrukshøgskole. Føringforsøkene 66. beretning.
4. JULÉN, G. och NILSSON-LEISSNER, G. 1945. Miljöns inverkan på rödklövernens morfologiska utveckling och kemiska sammansättning. Sv. Vall- och Mosskult. fören. Kvartalskrift 71. 177-194.
5. KELLGREN, A. G. 1924. *Salix herbacea* en særegen, men betydelsesfull betesvekst. Svenska Betes och Vallfören. Årskrift. 122-124.
6. SVANBERG, O. och EKELUND, S. 1943. Om höskördens sockerhalt och faktorer som inverker derpå. Kungl. Lantbruksakad. Tidskr. 82. 240-260.
7. VIGERUST, I. 1936. Starrvekstene (*Carex*) og deres betydning i fjellbeitene. Årbok for beitebruk i Norge 1934-35. XII 42-64.
8. VIGERUST, I. 1949. Fjellbeitene i Sikilsdalen. Årbok for beitebruk i Norge. 1946-47. XVIII. 18-184.
9. ØDELIEN, M. 1951. Bladprosenten hos timotei og dens betydning for høyets förverdi. Forskn. og fors. i landbr., 2. 52-62.





I redaksjonen 9. 5. 1967

## FORSØK MED GJENLEGG TIL ENG I NORDLAND FYLKE

*Experiments in Establishing Leys in Nordland County*

Av

EDVARD VALBERG

### INNHold

	Side
I. Innledning .....	10
II. Været i forsøksperioden .....	10
III. Gjenleggsproblemer og forsøksresultater .....	11
IV. Byggsorter til modning og havresorter til grønnfôr som dekkvekst .....	12
A. Forsøksmateriale .....	12
B. Forsøksresultater .....	13
1. Gjenleggsåret .....	13
2. Første engår .....	14
3. Gjenleggsåret + første og andre engår .....	17
V. Byggsorter som dekkvekst på myrjord .....	18
VI. Bygg, havre og vårraps som dekkvekst .....	19
A. Forsøksmateriale .....	19
B. Forsøksresultater .....	20
1. Gjenleggsåret .....	20
2. Første og andre engår .....	21
3. Gjenleggsåret + første og andre engår .....	22
VII. Behandling av gjenlegg med og uten dekkvekst .....	23
A. Forsøksmateriale .....	23
B. Forsøksresultater .....	24
VIII. Høst- og vårsåing av timotei .....	30
A. Forsøksmateriale .....	30
B. Forsøksresultater .....	30
1. Første høstear .....	30
2. Andre, tredje og fjerde høstear .....	32
IX. Forsøk med høstsåing av timotei til ulike tider .....	33
A. Forsøksmateriale .....	33
B. Forsøksresultater .....	34
X. Drøfting av forsøksresultatene .....	36
A. Gjenleggsmetoder med og uten dekkvekst .....	36
B. Såing av gjenlegg til ulike tider .....	36
XI. Sammendrag .....	39
XII. Summary .....	40
XIII. Litteratur .....	41

## I. Innledning

Denne meldinga omfatter i alt 40 forsøksfelter som er anlagt for å belyse enkelte problemer i forbindelse med gjenlegg av timoteieng i Nordland fylke.

Forsøksfeltene ble anlagt i årene 1955–1964, med 24 forsøksfelter på Statens forsøksgard Vågønes og 16 på forskjellige steder i Nordland. Forsøksplanene bygger i stor utstrekning på erfaringsgrunnlag fra tidligere forsøk ved Statens forsøksgard Vågønes (13). Nye spørsmål med stigende aktualitet er etter hvert kommet til, og er søkt innpasset i planene.

På denne bakgrunn er forsøksmaterialet delt inn i 6 mindre serier som her vil bli behandlet hver for seg. Foreløpige resultater av disse forsøk er tidligere publisert i landbrukstidsskriftet «Norden» (11, 12).

Den uensartede forsøksbehandling tillater ikke en forsvarlig gruppering av forsøksmaterialet i forhold til den årlige klimatiske variasjon i forsøksperioden. Men aktuelle meteorologiske data fra forsøksperioden tas likevel med.

## II. Været i forsøksperioden

Tabell 1 gir en oversikt over temperatur og nedbør i Bodø i forsøksperioden.

Tabell 1. *Temperatur og nedbør i veksttida ved Bodø 6.*

	Temperatur, C°						Nedbør, mm					
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Mai/sept.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Mai/sept.
Middel												
1955–64	6,7	9,4	12,6	12,7	9,4	10,2	51	78	92	65	131	417
Normal												
1931–60	6,2	9,9	13,6	12,7	9,4	10,4	52	72	70	87	123	404

*Temperaturen* for juni og juli ligger i middel for forsøksperioden litt under normalen, mens temperaturen for mai ligger litt over normalen. De øvrige måneder i veksttida har temperaturer som normalt.

*Nedbøren* er omtrent normal for mai og juni, mens julinedbøren i middel for forsøksperioden ligger noe høyere, og augustnedbøren noe lavere enn normalen. 1959 og 1964 var særlig regnrrike år med nedbørmengder over det normale i hele veksttida.

*Overvintringsforholdene* i forsøksperioden har variert en del fra år til år, og en må derfor regne med at en del av variasjonen i engårene kan skyldes ulike forhold ved overvintringa. Dette kan by på visse vansker når en arbeider med relativt små forsøksserier. Men i dette tilfelle har ingen av de her omtalte felt eller deler av felt hatt svært store skader som følge av overvintringsforhold, og det skulle derfor være grunn til å tro at ulike overvintringsforhold har hatt relativt liten betydning for resultatene av disse forsøk.

### III. Gjenleggsproblemer og forsøksresultater

I Nordland blir ca. 90 pst. av jordbruksarealet nytta til eng. Med et så stort engareal i forhold til åkerarealet blir ofte enga liggende i mange år før den fornyes. Kulturgrasartene går ut, og villgras og ugras overtar etter noen år. Dette fører til nedsatt produksjonsevne på de relativt store engarealene i fylket, noe som må virke sterkt hemmende på det økonomiske driftsresultat. Etter hvert som grasproduksjonen intensiveres, med sterkere gjødsling og flere gangers høsting til ensilering og beite, skjerpes kravet om en produktiv grasbestand.

Disse spørsmål er søkt belyst i en forsøksserie på spredte felter i Nordland. Serien er ikke avsluttet, men de data som foreligger til nå fra felter på Helgeland, synes å understreke at fornying av enga er en nødvendig forutsetning for å få en god utnytting av sterkere gjødsling. I middel for 12 felthøstinger har en fått følgende avlinger i kg høy pr. dekar for stigende gjødsling:

Fullgjødsel A	30 kg/dekar	60 kg/dekar	90 kg/dekar
Ny eng .....	549	692	735
Gammel eng .....	486	558	587

Alderen på gammelenga kan ikke oppgis sikkert, men den er i alle høve gått tilbake til naturtilstand, botanisk sett. Nyenga har i disse forsøkene en midlere alder på to år, og plantebestanden her var *Bodin* timotei.

Som en ser, er effekten for gjødsling klart best i nyenga, men fornying av enga vil alltid medføre økte kostnader i form av arbeid, såfrø, redusert avling i gjenleggsåret o.l. Om dette kan oppveies av den auka avlinga en vil få på nyenga, er ennå uklart, men mye tyder på at beliggenheten innen fylket kan være avgjørende for dette spørsmålet.

På kystmyrene nord i fylket er en utsatt for betydelige overvintringsskader både i gjenlegg og i vanlig eng.

Det er derfor rimelig at en i disse strøk har prøvd å holde gammelenga i produksjon lengst mulig ut fra den praktisk riktige slutning at selv en dårlig gammel eng er å foretrekke framfor et mislykket gjenlegg.

Men i dagens situasjon, med muligheter for en sterkere intensivering av grasproduksjonen er det i alle høve av økende økonomisk betydning å finne fram til gjenleggsmetoder som kan gi en best mulig etablering av varige enggrasarter. Samtidig må det også legges vekt på at avlinga i gjenleggsåret kan bli best mulig både med hensyn til kvalitet og mengde.

De forskjellige aktuelle gjenleggsmetoder bør derfor vurderes ut fra deres samla virkning på begge disse hovedformål.

I Nordland har bruken av korn som dekkvekst alltid hatt begrenset interesse, og etter hvert som den ordinære korndyrking har avtatt i omfang, er det blitt av større betydning å finne fram til brukbare gjenleggsmetoder uten å nytte korn som dekkvekst.

Den gjenleggsmetode som nyttes mest i Nordland for tiden, er å så gjenlegget om våren uten dekkvekst. Metoden kan gi et bra resultat, men da er det en forutsetning at ugraset ikke får ta overhånd. Nå er imidlertid sommerklimaet i forsøksgardens distrikt relativt kaldt og fuktig, og dette fører til en sterk aksentuering av problemet med vassarven, som her representerer en alvorlig fare for gjenlegg uten dekkvekst.

Tidligere forsøk ved Statens forsøksgard Vågønes (13) viser at gjenlegg med bygg som dekkvekst gav det beste samla avlingsresultat, målt i f.e. pr. dekar for gjenleggsåret + 1. og 2. engår. Ser en bare på 1. og 2. engår, viser det seg at gjenlegg uten dekkvekst gav det beste resultat, men denne fordel kunne ikke veie opp den meravling en fikk i gjenleggsåret ved å bruke bygg som dekkvekst.

Følgende andre forsøksmeldinger påviser også en slik positiv effekt for gjenlegg med korn som dekkvekst, i forhold til gjenlegg uten dekkvekst (1, 3, 4, 7, 22).

I andre meldinger er det hevdet at gjenlegg uten dekkvekst har gitt best resultat (8, 14, 15, 17, 18).

Flere forfattere har undersøkt forskjellige forhold ved kornartene nyttet som dekkvekst. Det er hevdet at forholdsvis moderate såmengder av dekkveksten er å foretrekke (1, 9, 13, 20, 21).

Videre er det fra flere hold påvist at av kornartene er det særlig seksradsbygg som har gitt best resultat som dekkvekst (1, 4, 6, 20, 21). Forsøksresultater ved Statens forsøksgard Vøll viser at ulike sorter av kornartene også kunne ha forskjellig virkning som dekkvekst. Av seksradssortene var det særlig de tidlige som skilte seg positivt ut, og blant disse viste *Varde* seg godt skikket som dekkvekst (6).

Ved Statens forsøksgard Forus er det også påvist ulik virkning av kornarter og sorter som dekkvekst, men her har toradsbyggsorten *Domen* gitt best resultat (10).

Høstsåing av eng har vært prøvd en del i Troms og Finmark (5), og resultatene derfra tyder på at tidlig høstsåing kan komme opp mot vårsåing med dekkvekst, når det gjelder avlingsmengde.

#### IV. Byggsorter til modning og havresorter til grønnfor som dekkvekst

##### A. Forsøksmateriale

Ved Statens forsøksgard Vågønes er det utført 4 gjenleggsforsøk til eng med følgende sorter som dekkvekst:

Byggsorter:	a	Jotun
	b	Varde
	c	Åsa
	d	Edda II
	e	Nordlys
Havresorter:	f	Nidar II
	g	Sol II
	h	Uten dekkvekst
Såmengde av dekkveksten:	I	12 kg/dekar
	II	18 kg/dekar

Det ble anlagt ett felt hvert år fra 1958 til 1961. Planen var vanlig splitplot med sorter på storruiter og såmengder på småruiter.

Størrelsen på hver høsterute var 10,0 m<sup>2</sup>. Til gjenlegget ble nytta *Bodin* timotei, og såmengden for denne var 3,0 kg/dekar. Byggsortene ble høsta ved gulmodning og havresortene når de begynte å skyte. Gjenlegget uten dekk-

vekst ble høsta i slutten av august eller tidligere, når det var så mye ugras at en fryktet for skade på gjenlegget. Innen leddgruppene bygg og havre ble alle sortene høsta til samme tid. Midlere veksttid i gjenleggsåret var for bygg 101 vekstdøgn, for havre til grønnfôr 68 vekstdøgn og for gjenlegg uten dekkvekst 71 vekstdøgn fra såing til høsting. Av disse feltene var tre anlagt på myrjord og ett på sandjord. Myrjorda som feltene lå på, var ensartet grasmyr på sjøsand, og torvlaget her var 50–90 cm tykt. Kalium- og fosfattilstanden er dårlig fra naturens side, og reaksjonsforholdene i jorda har vist en pH-verdi på ca. 5,0. Sandjorda der ett av feltene lå, er middels fin, selvdrenert sjøsand med et moldinnhold på 3–6 pst. og en pH-verdi på 6,5–6,9. Kalium- og fosfattilstanden er god. Gjødslinga i gjenleggsåret var pr. dekar: 10 kg kalkammonsalpeter 26 pst. + 30 kg kraftsuperfosfat 13 pst. + 25 kg kaliumgjødsel 33 pst. I engårene var gjødslinga på myrjorda pr. dekar: 25 kg fullgjødsel A + 10 kg kaliumgjødsel 33 pst., og på sandjorda 40 kg fullgjødsel A + 20 kg kalksalpeter 15,5 pst.

For å kunne sammenligne avlingsutbyttet for alle ledd, hvor også gjenleggsåret skal telle med, har en valgt å regne avlingstallene om til nordiske førenheter, idet en skjønsmessig har nyttet følgende førenhetsverdier:

1 kg tørt grønnfôr	= 0,45 f.e.
1 » tørt gras, gjenlegg	= 0,50 f.e.
1 » tørt gras, eng	= 0,45 f.e.
1 » bygg	= 1,00 f.e.
1 » halm	= 0,29 f.e.

Alle 4 feltene er forsøkshestet i gjenleggsåret og i 2 engår slik at det til sammen blir 12 felthøstinger.

## B. Forsøksresultater

### 1. Gjenleggsåret

Resultater for legdeprosent, korn- og halmavling i gjenleggsåret, med bygg som dekkvekst, framgår av tabell 2.

Tabell 2. *Legdeprosent, korn- og halmavling i gjenleggsåret. Middell for 4 felter på Vågones 1958–1961.*

Sort	Korn, kg/dekar		Endring for største sãm. i pst. av minste sãmengde	Halm, kg/dekar		Endring for største sãm. i pts. av minste sãmengde	Legdeprosent	
	Sãmengde			Sãmengde			Sãmengde	
	I	II		I	II		I	II
Jotun	218	248	14	421	473	19	54	60
Varde	181	199	10	431	468	9	34	30
Åsa	188	206	10	418	451	8	35	33
Edda II	239	265	11	430	443	3	45	38
Nordlys	202	236	17	377	437	16	30	31

Ved beregning av resultatene fant en følgende F-verdier innen leddgruppen bygg til modning:

Variasjonsårsak	DF	kg korn	kg halm	f.e. i alt
Byggsort .....	4	5,23**	2,37	4,83**
Såmengde .....	1	6,29*	15,87***	12,34**
Sort × såmengde .....	4	< 1,00	< 1,00	< 1,00

- \* Signifikant på 5 pst. nivå  
 \*\* Signifikant på 1 pst. nivå  
 \*\*\* Signifikant på 0,1 pst. nivå

Som det framgår av resultatene, synes kornavlinga i gjenleggsåret å være mer påvirket av sortsforskjeller enn av såmengder. For halmavlinga peker resultatene i motsatt retning, og for den samla avling i føreheter ser det ut til at både sort og såmengde er av betydning for avlingsutbyttet i gjenleggsåret. Samspilleffekter kan ikke påvises i dette materialet. Men av tabell 2 framgår det at byggsortene *Jotun* og *Nordlys* gir en noe sterkere øking både i korn- og halmavling for en øking i såmengden fra 12 til 18 kg/dekar enn de øvrige byggsortene.

For havre, omregna til føreheter, fikk en ikke påviselig forskjell mellom sorter eller såmengder, og heller ingen påviselig samspilleffekt.

Avlingsresultatene i gjenleggsåret omregna til føreheter for hovedmetodene, bygg til modning, havre til grønnfôr, og gjenlegg uten dekkvekst, ble testet under ett. Forskjellen mellom disse hovedmetodene er som det framgår av tabell 4, meget klar ( $P < 0,001$ ).

## 2. Første engår

Hovedresultatene i 1. engår framgår av tabell 3. Resultatene i 1. engår vil som oftest gi de sikrest tilgjengelige data for å bedømme en gjenleggsmetode. Men en må regne med at ukontrollerte faktorer, her særlig overvintringsforholdene, i større eller mindre grad vil virke forstyrrende inn på resultatene. I senere engår jevnes eventuelle forskjeller mellom de opprinnelige gjenleggsmetoder ut, og det vil derfor være riktig å nytte resultatene fra 1. engår som hovedmateriale for en vurdering av gjenleggsmetodene.

Tabell 3. Resultater i 1. engår. Middeler for 4 felter på Vågønes 1959–1962.

Dekkvekst Art – sort	Høy, kg pr. dekar		Dekning av timotei om våren, pst.	Timotei ved slått, pst.	Ugras ved slått, pst.
	Såmengde I	Såmengde II			
<i>Bygg til modning:</i>					
Jotun .....	602	597	67	73	8
Varde .....	641	609	70	73	7
Åsa .....	630	610	72	72	7
Edda II .....	610	596	68	73	8
Nordlys .....	601	617	70	75	7
<i>Havre til grønnfôr:</i>					
Nidar II .....	670	670	84	78	6
Sol II .....	655	643	84	78	6
Uten dekkvekst ...	702		85	77	7

Ved testing av materialet fikk en følgende F-verdier for avlinga i kg høy pr. dekar:

Variasjonsårsak	DF	Bygg	DF	Havre
Sort .....	4	1,75	1	8,48*
Såmengde .....	1	2,53	1	1,00
Sort × såmengde .....	4	1,39	1	1,00

Det kunne heller ikke påvises forskjell mellom leddgruppene bygg, havre og gjenlegg uten dekkvekst i 1. engår. Virkningen av disse gjenleggsmetoder på 1. års eng er ikke stor. Det er bare svak signifikant forskjell mellom havresorter, men materialet er så lite at dette neppe kan tillegges særlig betydning. Det er heller ikke funnet signifikante forskjeller mellom forsøksleddene i følgende karakterer: Prosent dekning av timotei om våren, prosent timotei ved slått og prosent ugras ved slått.

Sammenhengen mellom loavling i gjenleggsåret og høyavling i 1. engår ble undersøkt for begge såmengder i byggleddene. For de to såmengder av dekkveksten, 12 og 18 kg/dekar, ble korrelasjonskoeffisientene henholdsvis:  $r = +0,025$  og  $r = +0,059$ .

I havre er det foretatt korrelasjonsberegning mellom loavling i gjenleggsåret og høyavling i 1. engår, for begge såmengder under ett. Korrelasjonskoeffisienten  $r$  ble her  $+0,073$ . Beregningene viser ingen rettlinjet sammenheng mellom disse to faktorer verken i leddgruppen bygg eller havre. Dette er ikke i overensstemmelse med resultater oppnådd på Østlandet (20, 21). Resultater fra andre forsøk (4, 10) synes til dels å stemme bedre med det en er kommet fram til her. I alle fall tyder disse divergerende resultater på at en har å gjøre med samspill av flere ulike faktorer, når det gjelder virkningen av dekkveksten. Derimot kan en i dette materialet påvise negativ korrelasjon mellom legdeprosent i gjenleggsåret og høyavling i 1. engår for bygg som dekkvekst. For såmengdene I og II fikk en følgende korrelasjonskoeffisienter:  $r = \div 0,654^{**}$  og  $r = \div 0,617^{**}$ . Homogeniteten for korrelasjonskoeffisientene er testet (16), og resultatet ( $z = 0,15$ ) tyder på at virkningen av ulike såmengder i dette tilfelle er så liten at det kan være riktig å foreta en samlet korrelasjonstest for hele materialet. Resultatet av denne testen ble:  $r = \div 0,636^{***}$ .

Regresjonslinjen for hele materialet er konstruert i figur 1.

Selv om resultatene i 1. engår ikke viser store utslag som følge av gjenleggsmetoder, er det likevel visse tendenser i materialet.

For avlingsresultatet synes rangordningen mellom leddgruppene å være klar. Resultatene tyder på at 1. års engavling blir størst uten dekkvekst. Havre som dekkvekst, høstet til grønnfôr, ser ut til å forårsake en noe svakere engavling i 1. engår, men havren gir likevel et bedre resultat i førsteårsenga enn bygg høstet ved modning.

Dette er for øvrig i overensstemmelse med tidligere resultater på Statens forsøksgard Vågønes (13).

Resultatene tyder videre på at havresorten Nidar II virker mindre hemmende på utviklinga av eng enn *Sol II*.

Spørsmålet om spesifikk sortsvirkning som dekkvekst innen leddgruppen bygg til modning er av svært sammensatt natur.

I motsetning til JETNE (6) fant en ikke statistisk sikker forskjell mellom sortene. Dette kan nok for en stor del skyldes at en i våre forsøk har valgt utpreget tidlige byggsorter som skiller seg lite fra hverandre i de fleste egenskaper. Tallmessig har likevel *Varde* som dekkvekst også i vårt materiale gitt størst høyavling i 1. engår, tett fulgt av *Åsa*. Disse to sortene ligger noe over *Nordlys*, *Edda II* og *Jotun*, særlig ved minste såmengde. Årsaksforholdet til forskjellig virkning av sortene som dekkvekst er så innfløkt at det er vanskelig å påpeke enkelt effekter. Som nevnt har økende legdeprosent i gjenleggsåret ført til nedsatt høyavling i 1. engår. Det er derfor rimelig å anta at sortenes ulike stråstyrke kan spille en betydelig rolle for virkninga av byggsorter som dekkvekster.

Graden av legde kan variere sterkt fra år til år med klimaforhold o.l., og det er derfor tenkelig at denne årlige variasjon i legde kan ha ført til merkbare avlingsutslag i 1. årsenga. En slik årlig variasjon i legdeprosent virker til å redusere gyldigheten av den foretatte korrelasjonsberegning mellom legdeprosent i gjenleggsåret og høyavling i 1. engår. Likevel er resultatene så vidt klare at de nok har krav på å bli registrert i denne sammenheng.

Sortene *Varde* og *Åsa* viste svakest avlingsevne for korn i gjenleggsåret, de hadde lite legde, de var tidlige og de viste relativt liten avlingsauke for auka såmengde i gjenleggsåret.

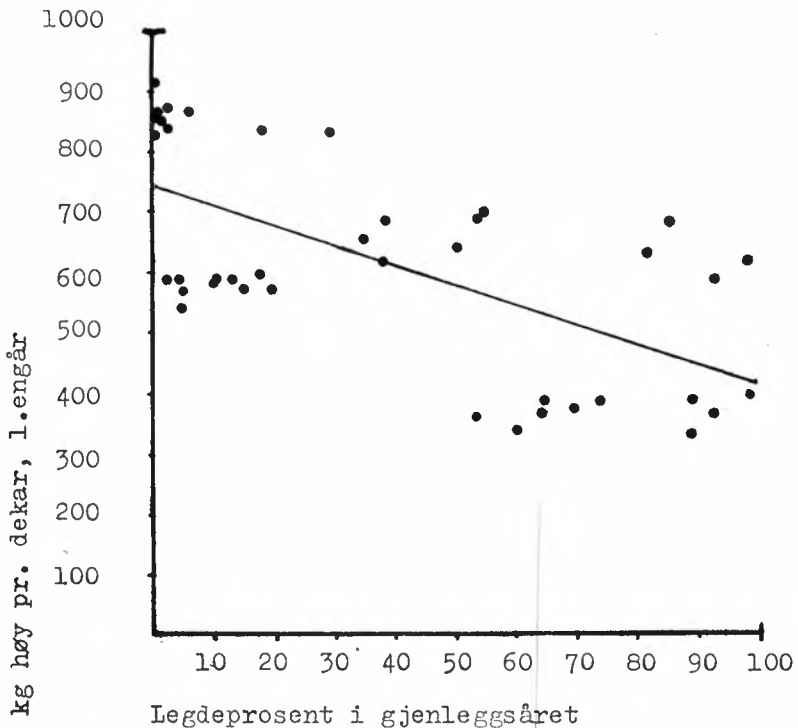


Fig. 1. Regresjon av legdeprosent i gjenleggsåret på avling i kg høy 1. engår, med bygg som dekkvekst.



Ved å dele opp variansen for høyavling i 1. engår, mellom Varde-Åsa-ledene på den ene siden og de andre byggsortene på den andre, kunne det påvises forskjell mellom disse to sortene og de andre sortene i leddgruppen bygg ( $P < 0,05$ ).

Ved å undersøke den innbyrdes forskjell mellom sortene, enkeltvis, etter DUNCAN's nye gapest (16) fikk en ikke statistisk påviselig forskjell mellom noen av sortene.

Ellers legger en merke til at sortene *Jotun* og *Nordlys* i gjenleggsåret reagerer nokså likt og betydelig sterkere for en økning i såmengden enn de andre sortene. Men det viser seg at avlinga i 1. engår blir sterkere redusert etter *Jotun* som dekkvekst enn etter *Nordlys* ved største såmengde. Denne forskjellen kan nok for en stor del skyldes disse to sortenes ulike stråstyrke, men det er også grunn til å tro at sortenes busking, vekstmåte og vekstrytme kan virke på resultatet i enga.

Edda II reagerer i gjenleggsåret på lignende måte som *Varde* og *Åsa* for en økning i såmengden. Men sorten er sein og relativt stråsvak, og på tross av stor avling synes den mindre aktuell som dekkvekst i Nordland.

### 3. Gjenleggsåret + første og andre engår

For å kunne vurdere den samla avlingsmengde i alle tre forsøksår er alle avlingstall omregnet til føreheter.

Tabell 4. Resultater i føreheter pr. dekar, for alle forsøksår.  
Middel av 4 felter på Vågønes 1958-1963.

Dekkvekst Art - sort	Gjenleggsår	1. engår	2. engår	Gjenleggsår + 1. og 2. engår, middel pr. år
<i>Bygg til modning:</i>				
Jotun .....	362	270	269	300
Varde .....	320	281	264	288
Åsa .....	323	279	264	289
Edda II .....	379	271	260	303
Nordlys .....	337	274	259	290
<i>Havre til grønnfôr:</i>				
Nidar II .....	245	301	265	270
Sol II .....	233	292	267	264
Uten dekkvekst .....	96	316	266	226

For summen av avlingstallene i gjenleggsåret og to engår, omregnet til føreheter kunne det påvises forskjell mellom leddgruppene bygg, havre og gjenlegg uten dekkvekst ( $P < 0,01$ ). Vurdert på denne måten er det hovedleddet uten dekkvekst som står svakest, slik det går fram av tabell 4.

Bygg til modning som dekkvekst har gitt best resultat. Selv om det er liten forskjell mellom leddgruppene bygg og havre, vil en sammenligning dem imellom gå i byggets favør, fordi den modne byggavlinga i gjenleggsåret er av større verdi i fôringa enn havregrønnfôr. Relasjonen mellom leddgruppene bygg og havregrønnfôr stemmer i hovedsaken med Viks resultater (19).

Forskjeller innen leddgruppene bygg og havre som dekkvekst kan ikke påvises verken for sort, såmengde eller samspill. Hovedinntrykket synes derfor å bekrefte tidligere erfaring som går ut på at selv om gjenlegg uten dekkvekst gir den beste etablering av enggrasartene, er likevel fordelene på dette område for liten til å oppveie det avlingstapet som en får i gjenleggsåret, om en sammenligner metoden med bruk av bygg eller havre som dekkvekst.

### V. Byggsorter som dekkvekst på myrjord

Ved Statens forsøksgard Vågønes er det videre utført 2 forsøk med byggsorter til modning som dekkvekst. Feltene ble anlagt i 1961 og 1962. Forsøksplanen var en vanlig blokkplan med leddene: *Jotun*, *Varde*, *Åsa* og *Nordlys* som dekkvekst, og gjenlegg uten dekkvekst.

Størrelsen på høsterutene var 9,12 m<sup>2</sup>. Gjenlegget ble lagt att med *Bodin* timotei, og såmengden var 3,0 kg pr. dekar. Såmengde av dekkveksten var 12 kg pr. dekar. Feltene ble sådd henholdsvis 30/5 og 2/6. Midlere veksttid i gjenleggsåret var 108 døgn for alle ledd med dekkvekst, og 84 døgn for gjenlegg uten dekkvekst.

Begge forsøkene ble utført på myrjord. Jordtypen var grasmyr på sjøsand, og torvlaget var 30–50 cm tykt. Kalium og fosfattilstanden var dårlig på jorda der feltene lå, og pH-verdien lå i området 5,5–5,9. Gjødslinga i gjenleggsårene og i engårene var som beskrevet for myrjord i avsnitt IV.

Resultatene framgår av tabellene 5, 6 og 7.

Tabell 5. *Legdeprosent, korn og halmavling i gjenleggsåret. Middell av 2 felter på Vågønes 1961–1962.*

Dekkvekst, byggsort	Korn, kg/dekar	Halm, kg/dekar	Legdeprosent
Jotun .....	257	547	87
Varde .....	280	627	22
Åsa .....	280	567	52
Nordlys .....	302	495	34

Tabell 6. *Resultater i 1. engår. Middell av 2 felter på Vågønes 1962–1963.*

Dekkvekst, byggsort	Høy, kg/dekar	Dekning av timotei om våren, pst.	Timotei ved slått, pst.	Ugras ved slått, pst.
Jotun .....	860	72	67	10
Varde .....	885	76	71	7
Åsa .....	880	74	71	7
Nordlys .....	866	66	72	8
Uten dekkvekst .....	1063	70	74	8

I gjenleggsåret er det for avlinga uttrykt i føreheter påviselig forskjell mellom leddene ( $P < 0,05$ ), noe som vesentlig skyldes avviket mellom byggsortene på den ene siden, og leddet uten dekkvekst på den annen.

Tabell 7. Resultater i føreheter pr. dekar for alle forsøksår  
Middel av 2 felter på Vågønes 1961–1964.

Dekkvekst, byggsort	Gjenleggsår	1. engår	2. engår	Gjenleggsår + 1. og 2. engår, middel pr. år
Jotun.....	416	387	371	391
Varde.....	462	399	398	419
Åsa.....	445	396	397	406
Nordlys.....	445	390	376	404
Uten dekkvekst.....	131	479	376	329

For 1. og 2. engår kan det ikke påvises sikre forskjeller i avlingsmengde, prosent dekning av timotei om våren, prosent timotei ved slått og prosent ugras ved slått. Det samme er tilfelle for samla avlingsmengde i føreheter for gjenleggsåret og de følgende to engår. Likevel kan en merke seg at leddet uten dekkvekst ligger noe over de andre forsøksledd med hensyn til avling i 1. engår.

Ved å nytte DUNCAN's gaptest (16) viser det seg at middeltall for avling i 1. engår, under 976 kg høy pr. dekar er signifikant forskjellig fra leddet uten dekkvekst som her viser høyeste middelavling pr. dekar ( $P < 0,01$ ).

Selv om dette forsøksmateriale er lite, synes resultatene likevel å understreke tendensen i forrige forsøksserie for så vidt angår spørsmålet vårgjenlegg med og uten dekkvekst.

Sortsrelasjonene synes også å stemme med foregående serie selv om avlingsnivået er forskjellig i de to serier.

## VI. Bygg, havre og vårraps som dekkvekst

### A. Forsøksmateriale

I årene 1959 til 1963 ble det utført i alt 13 gjenleggsforsøk hvor en sammenlignet bygg, havre og vårraps som dekkvekst med vårgjenlegg uten dekkvekst. Fire av feltene ble anlagt på Statens forsøksgard Vågønes, og resten på ymse steder i Nordland fylke. Sju av de lokale feltene ble anlagt på Helgeland og to i Salten. Til dekkvekst i disse forsøkene nyttet en sortene *Varde*, *Bambu* og *Regina II* som representanter henholdsvis for artene bygg, havre og vårraps.

Forsøksplanen var vanlig latinsk kvadrat ( $t = 4, r = 4$ ), og rutestørrelsen var 16,0 m<sup>2</sup> for feltene i distriktet og 14,0 m<sup>2</sup> for feltene på forsøksgården.

Gjennomsnittlig såtid for alle felt var 25. mai, og midlere høstetid i gjenleggsåret var 8. august, 6. august, 2. august og 7. august for henholdsvis bygg, havre og vårraps som dekkvekst, og gjenlegg uten dekkvekst. Alle felter ble tilsådd med *Bodin* timotei, 3,0 kg pr. dekar. Såmengde av dekkveksten var 15 kg pr. dekar for bygg og havre, og for vårraps var såmengden 1,0 kg pr. dekar. På forsøksgården ble feltene radsådd, mens de ble breisådd i distriktet.

Det var forutsatt at forsøksleddene med bygg som dekkvekst skulle høstes ved modning eller som grønnfôr alt etter forholdene. Men ut fra vanlig praksis i distriktet og på grunn av sein såing, er byggleddene høsta modne

bare på to av feltene på forsøkgarden. Disse to feltene lå på sandjord av samme type som beskrevet i avsnitt IV. På alle de andre feltene ble byggleddene høsta som grønnfôr i likhet med de andre forsøksledd. Disse feltene har vært utlagt vesentlig på moldjord av varierende kvalitet og sammensetning. Ved de videre analyser av resultatene er derfor disse to feltene på forsøkgarden holdt utenfor.

Feltene i distriktet er høsta noe seinere enn ønskelig, både med tanke på kvaliteten av grønnfôravlinga i gjenleggsåret og av hensyn til den blivende grasbestanden.

Ved omregning av avlinga til føreheter har en nytta tidligere angitte normer. I tillegg til disse har en regnet med følgende førehetsverdi for vårrapsen, som i disse forsøkene ofte ble høsta for seint: 1 kg tørr avling fra vårrapsleddene = 0,25 f.e.

## B. Forsøksresultater

### 1. Gjenleggsåret

Middeltall for 9 felter der avlinga i gjenleggsåret også av bygg ble registrert som grønnfôr, framgår av tabell 8. For de to feltene der byggleddene ble høsta modne, er resultatene fra gjenleggsåret gjengitt i tabell 9. For de sistnevnte to felter er det bare regnet ut middeltall uten videre bearbeiding av materialet.

Tabell 8. Resultater i gjenleggsåret. Middelt av 2 felter på Vågones og 7 lokale felter i årene 1959–1961.

Dekkvekst art	Avling i f.e. pr. dekar	Veksttid døgn	Legde pst.	Ugras pst.
Bygg .....	148	75	9	9
Havre .....	181	74	0	18
Vårraps .....	86	69	4	21
Uten dekkvekst .....	128	73	3	52

Tabell 9. Resultater i gjenleggsåret. Middelt for 2 felter på Vågones der byggleddet ble høsta modent, 1959–1961.

Dekkvekst art	Avling i f.e. pr. dekar	Veksttid døgn	Legde pst.	Ugras pst.
Bygg .....	282	106	14	0
Havre .....	180	74	0	17
Vårraps .....	55	74	0	46
Uten dekkvekst .....	121	83	0	95

Karakterene legdeprosent og ugras i prosent av avlinga ved slått er bedømt skjønsmessig. Begge karakterer er i sterk grad avhengig av de lokale jord- og dyrkingsforhold. Derfor viser disse karakterer stor variasjon fra felt til felt.

Analyser av karakteren legde er ikke utført, fordi feltene stort sett var så lite utsatt for legde at dette neppe kan ventes å ha hatt noen betydning for avling og etablering av varig eng i disse forsøkene. Det kan være vanskelig

å bedømme ugrasprosenten i forskjellige grøder, og da denne bedømming er utført av forskjellige observatører, finner en det rimelig at forsøksfeilen kan bli stor for denne karakteren.

En nærmere analyse av tallene for ugrasprosent er foretatt, og resultatene viser en klar forskjell mellom gjenleggsmetodene ( $P < 0,001$ ).

Den relative feil i forhold til gjennomsnittet er stor, men det synes likevel klart at vårgjenlegg uten dekkvekst er betydelig sterkere utsatt for ugras i gjenleggsåret enn gjenlegg med dekkvekst av ymse slag. Dette bekrefter tidligere forsøk fra Statens forsøksgard Vågønes (13). Hele materialet, inklusiv de to feltene på forsøksgården der bygget ble høsta modent, er testet under ett, og viser samme tendens for ugrasprosenten ( $P < 0,001$ ).

Avlinga i gjenleggsåret er omregna til føreheter, og analyser er foretatt for 9 sammenlignbare felter i serien. Som ventet kan det her påvises en klar forskjell mellom gjenleggsmetodene ( $P < 0,001$ ).

Forsøksfeilen er stor, som det framgår av tabell 11, og en regner med at årsaken til dette særlig kan skyldes mangelfull prøvetaking til tørrvektbestemmelsen. DUNCAN's nye gaptest (16) er utført, og resultatene er gjengitt nedenfor:

Dekkvekst:	Vårraps	Uten dekkvekst	Bygg	Havre
Middeltall i f.e.:	86	128	148	181

(Middeltall som ikke er understreket av en og samme linje er signifikant forskjellig på 1 pst. nivået.)

Middeltall som er understreket av en og samme linje er ikke signifikant forskjellig på 1 pst. nivået.)

Vårraps som dekkvekst ser ut til å ligge tydelig under de andre gjenleggsmetodene, mens havre høsta til grønnfôr ligger over vårgjenlegg uten dekkvekst med hensyn til avling i gjenleggsåret. Bygg høsta til grønnfôr står her i ei mellomstilling, idet en ikke kan påvise noen sikker forskjell mellom bygg og de to forsøksledd som ligger nærmest opp til byggleddet i avling.

## 2. Første og andre engår

Resultatene av førsteårsenga etter disse gjenleggsforsøkene framgår av tabell 10. Tabellen viser middeltall for 11 felter. De to feltene på forsøksgården der byggleddet ble høsta modent, er holdt utenfor.

Tabell 10. Resultater i 1. engår. Middeltall av 2 felter på Vågønes og 9 lokale felter i årene 1960–1962.

Dekkvekst art	Høy, kg pr. dekar	Timotei ved slått, pst.	Ugras ved slått, pst.	Legde ved slått, pst.
Bygg .....	718	77	11	45
Havre .....	711	75	12	39
Vårraps .....	709	71	10	42
Uten dekkvekst .....	752	77	12	43

Ved en nærmere analyse av materialet kunne det ikke påvises noen sikker forskjell i høyavling 1. engår mellom de fire gjenleggsmetodene. Men resultatene synes likevel å bekrefte tidligere erfaring (13) om at gjenlegg uten dekkvekst gir minst like god etablering av varig eng som gjenlegg med dekkvekst av ymse arter, når en som i disse forsøkene kan unngå direkte skadevirkninger av ugraset (Tab. 10 og 11).

Det prosentiske innhold av timotei er bedømt skjønnsmessig ved slått, og for denne karakteren kan det heller ikke påvises statistisk sikker forskjell mellom forsøksleddene. Men det er neppe helt tilfeldig at vi finner den lågeste timoteiprosenten etter vårraps som dekkvekst. Prosentinnholdet av ugras i førsteårsenga og legdeprosenten er observert, men også for disse karakterer er det svært liten variasjon mellom de ulike gjenleggsmetoder.

Hovedinntrykket er at gjenlegg uten dekkvekst gir det beste resultat i 1. engår.

Resultatene for 2. engår er registrert for 9 av feltene. Avlingsdifferensene er her betydelig mindre. Hovedtendensen går mot en utjevning mellom forsøksleddene, slik at opprinnelige forskjeller, eventuelt som følge av gjenleggsmetoder, etter to overvintringer blir betydelig utjevnet.

### 3. Gjenleggsåret + første og andre engår

Avlingsresultatene i føreheter for gjenleggsåret, 1.- og 2. engår og i middel framgår av tabell 11. Tabellen omfatter resultatene fra 2 felter på Vågønes og fra lokale felter i Nordland hvor byggleddet ble høsta som grønnfôr.

Tabell 11. Resultater i føreheter pr. dekar for alle forsøksår. Middell av 2 felter på Vågønes og av lokale felter i årene 1959–1963.

Dekkvekst art	Gjenleggsår	1. engår	2. engår	Gjenleggsår + 1. engår + 2. engår middel	Gjenleggsår + 1. engår + 2. engår middel
Antall felter . . . . .	9	11	9	9	8
Bygg . . . . .	148	323	378	241	287
Havre . . . . .	181	320	375	254	297
Vårraps . . . . .	86	319	359	204	252
Uten dekkvekst . . . . .	128	338	367	238	281
CV . . . . .	19,6	11,4	10,8	9,7	9,2
LSD (5 pst.) . . . . .	26	32	39	22	27

Samla avlingsutbytte i gjenleggsåret og 1. engår er testet, og resultatet viser en klar forskjell mellom gjenleggsmetoder ( $P < 0,001$ ).

Som det framgår av tabell 11, er det virkninga av avlinga i gjenleggsåret som særlig gjør seg gjeldende i det samla avlingsresultatet for de første to år. Gjenleggsmetodene ble nærmere sammenlignet ved å nytte før nevnte gaptest, og resultatet ble at det bare kunne påvises signifikant forskjell på 5 pst. nivået mellom havre og vårrapsleddet i gjenleggsåret + 1. engår. Ved tilsvarende testing for summen av alle tre registrerte avlingsår kunne det ikke påvises noen forskjell som følge av gjenleggsmetoder, men av middeltallene framgår det at rangordningen mellom metodene er uendret. Og det er tydelig

at virkninga fra gjenleggsåret ennå gjør seg gjeldende for det samla avlingsresultat for 3 år.

Tilsvarende resultater særskilt for de to feltene på forsøks garden der byggleddet ble høsta modent, er satt opp uten videre bearbeiding i tabell 12.

Tabell 12. Resultater i føreheter pr. dekar for alle forsøksår. Middell av 2 felter på Vågones i årene 1959–1963, der byggleddet ble høsta modent.

Dekkvekst	Gjenleggsår	1. engår	2. engår	Gjenleggsår + 1. engår middel	Gjenleggsår + 1. engår + 2. engår middel
Bygg .....	282	348	344	315	325
Havre .....	180	363	363	272	302
Vårraps .....	55	373	379	214	269
Uten dekkvekst ...	121	360	356	241	279

Som det framgår av tabell 12, ligger byggleddet best an i avling gjenleggsåret. Dette forsprang ser ikke ut til å kunne oppveies i de første to engår selv om høyavlinga etter bygg til modning ligger noe lavere i forhold til de andre metodene.

## VII. Behandling av gjenlegg med og uten dekkvekst

### A. Forsøksmateriale

Forsøkene i denne serie omfatter i alt 7 felter. Fem av disse forsøkene er utført ved Statens forsøks garden Vågones og to ved Nordland Landbruksskole Kleiva i Vesterålen. Hensikten med forsøkene var å studere virkninga av aktuelle metoder ved gjenlegg til eng. De faktorer en undersøkte, var gjenlegg med og uten dekkvekst, med og uten ugrassprøyting og med en og to høstinger i gjenleggsåret. Forsøksleddene er prøvd i alle kombinasjoner, og i tabellene 13–16 er behandlinga uttrykt etter følgende merkesystem:

To høstinger i gjenleggsåret (a) En høsting i gjenleggsåret (uten a)  
 Gjenlegg med havre som dekkvekst (b) Gjenlegg uten dekkvekst (uten b)  
 Ugrassprøyting i gjenleggsåret (c) Ikke ugrassprøyta (uten c)

Kontrollbehandlinga, en høsting, uten dekkvekst og uten sprøyting blir i tabellene angitt som (1).

Hovedeffektene for behandling er markert med de tilsvarende store bokstaver A, B og C, og samspilleffektene med AB, AC, BC og ABC. Gjenleggs metodene er kombinert faktorielt i felt med 4 gjentak av  $2 \times 2 \times 2 = 8$  behandlingkombinasjoner.

Feltene ble utlagt som blokkforsøk, med anleggsruter på 20,0 m<sup>2</sup>. Høsterutene var 15,0 m<sup>2</sup>.

Til gjenlegget ble følgende frøblanding nyttet: 3,0 kg *Bodin* timotei + 0,3 kg *Molstad* rødkløver pr. dekar. For de ledd som skulle ha dekkvekst, ble det sådd 15 kg *Voll* havre pr. dekar. Både grasfrøet og dekk sæden ble brei-sådd. Såtida for feltene lå mellom 27/5 og 14/6 med 6/6 som midlere sådato.

Til de ugrassprøyta ledd ble det nytta «Sevtox» (med 13 prosent DNBP). Sprøytemengden var 0,6 l i 100 l vatn pr. dekar. Sprøytinga ble foretatt når

ugraset hadde fått 2-4 vedvarende blad. Sprøytinga ble for alle felter utført i tida 8/6 til 6/7 med 27/6 som midlere sprøytedato.

Sprøytinga har stort sett vært effektiv mot vassarven som var den dominerende ugrasart på alle feltene. Andre ugras har hatt liten betydning. Sprøytinga har heller ikke hatt påviselig uheldig virkning på timotei eller havre.

Høstetida ble i alle ledd bestemt av utviklinga av vassarven.

På ledd uten dekkvekst ble høstinga utført når det ansåes nødvendig for å unngå skadevirkninger av vassarven på gjenlegget. Vanligvis kom første høsting her når vassarven begynte å blomstre. Ledd med havre som grønnfôr og to høstinger ble alltid slått samtidig med tilsvarende ledd uten dekkvekst.

Høstinga på ledd med bare en høsting ble også foretatt når utviklinga av vassarven så faretruende ut for gjenlegget. På felter hvor vassarven ikke tok overhånd, ble høstinga på disse ledd utført når havren på sine ledd var fullskutt. Gjenveksten var ikke særlig hemmet av ugras, og slåtten ble her for alle ledd foretatt når havreleddene var fullskutt.

Midlere høstetid for de forskjellige ledd:

1. slått for alle ledd med to høstinger:	16/7	(10/7-21/7)
2. slått for alle ledd med to høstinger:	26/8	(23/8- 3/9)
Ledd uten dekkvekst, og usprøytet:	28/7	(17/7-26/8)
Ledd uten dekkvekst, med sprøyting:	8/8	(17/7-14/8)
Ledd med havregrennfôr, uten sprøyting:	4/8	(17/7-13/8)
Ledd med havregrennfôr, med sprøyting:	5/8	(17/7-13/8)

Det er tatt prøver til tørrvektbestemmelse av hver ruteavling og høsting. Avlinga i gjenleggsåret er omregnet til kg høy pr. dekar. Seks av feltene er forsøks høstet i 3 engår. Ett av feltene på Kleiva er bare høstet i to engår.

Feltene på Vågønes ble anlagt på myrjord hvor vassarven vanligvis er en plage i all åker. Feltene på forsøks garden har vært anlagt på grasmyr over sjøsand hvor torvlaget er 30-50 cm tykt. Kalium- og fosfattilstanden i denne jorda er fra naturens side dårlig. Når det gjelder reaksjonsforholdene i jorda, har pH-verdien variert mellom 5,0 og 5,9 der feltene lå. Feltene på Kleiva ble begge anlagt på moldblanda sand og grusjord.

Gjødslinga i gjenleggsåret var for alle feltene på forsøks garden: 50 kg superfosfat 8 pst. + 25 kg kaliumgjødssel 33 pst. + 10 kg kalkammonsalpeter 26 pst. pr. dekar. I engåra var gjødslinga 25 kg fullgjødssel A + 10 kg kaliumgjødssel 33 pst. pr. dekar.

For de to feltene på Kleiva har det vært betydelig sterkere gjødsling, tilsvarende 50-75 kg fullgjødssel A pr. dekar.

### B. Forsøksresultater

Forsøkene ved Statens forsøks gard Vågønes og ved Nordland landbruks skole Kleiva er analysert hver for seg og samlet.

Avlingsresultatene i kg høy pr. dekar for gjenleggsåret, 1., 2. og 3. engår samt middellavlinga for alle engår og alle forsøksår er gjengitt i tabellene 13, 15 og 17. Tabellene 14, 16 og 18 angir den beregna effekt av ulike behandlingsmetoder, etter COCHRAN & COX (2). Effektenes grad av signifikans er angitt ved antall stjerner på vanlig måte.



Tabell 13.

*Avling i forsøksperioden.  
Middel av 5 felter på Vågones i årene 1955–1962.*

Kombinasjon av behandling				Avling i kg høy pr. dekar					
Havre	2 høstinger	Sprøyting		Gjenleggsår	1. engår	2. engår	3. engår	1.–3. engår middel	Alle forsøksår middel
			(1)	182	725	789	845	786	635
			a	304	696	732	861	763	648
+	+		b	343	662	747	843	751	649
		+	c	201	738	772	850	786	640
+	+	+	ab	333	683	730	835	749	645
		+	ac	300	702	757	826	762	646
+	+	+	bc	324	711	760	830	767	656
+	+	+	abc	354	668	731	843	747	649
CV .....				32,1	6,4	4,5	3,5	3,4	4,9
LSD (5 pst.) .....				123	58	44	38	34	41

Tabell 14. *Beregnet effekt av ulik behandling i kg høy pr. dekar.  
Middel av 5 felter på Vågones i årene 1955–1962.*

Behandling	Gjenleggsår	1. engår	2. engår	3. engår	1.–3. engår middel	Alle år middel
Feltmiddel .....	293	698	752	842	764	646
A (2 høstinger) .	+60	—22	—30*	— 1	—17*	+ 2
B (Havre) .....	+92**	—34*	—21	— 8	—21*	+ 7
C (Sprøyting) ..	+ 4	+13	+ 6	— 9	+ 3	+ 3
AB (Samspill) ...	—50	+11	+ 6	+ 3	+ 7	— 8
AC » ...	+ 4	—18	+ 8	— 4	— 5	— 3
BC » ...	— 3	+ 4	+ 2	+ 6	+ 4	+ 2
ABC » ...	+16	—14	—13	+15	— 4	+ 1

Tabell 15.

*Avling i forsøksperioden.  
Middel for 2 felter på Kleiva i årene 1956–1962.*

Kombinasjon av behandling				Avling i kg høy pr. dekar		
Havre	2 høstinger	Sprøyting		Gjenleggsår	1. engår	2. engår
			(1)	329	930	954
			a	356	959	954
+	+		b	662	844	975
		+	c	441	998	1074
+	+	+	ab	397	909	975
		+	ac	376	945	926
+	+	+	bc	600	968	984
+	+	+	abc	382	965	1005
CV .....				16,3	5,1	4,5
LSD (5 pst.) .....				171	113	105

Tabell 16. *Beregnet effekt av ulik behandling i kg høy pr. dekar  
Middel av 2 felter på Kleiva i årene 1956–1962.*

Behandling	Gjenleggsår	1. engår	2. engår
Feltmiddel .....	443	940	984
A (2 høstinger) .....	—131**	+10	—24
B (Havre) .....	+135**	—37	± 0
C (Sprøyting) .....	+ 14	+59*	+25
AB (Samspill) .....	—112*	+21	+35
AC » .....	— 11	—37	—39
BC » .....	— 52	+32	— 6
ABC » .....	— 35	— 4	+50

Tabell 17. *Avling i forsøksperioden. Middel av 7 felter med 2 engår og av 6 felter  
med 3 engår i årene 1955–1962.*

Kombinasjon av behandling				Avling i kg høy pr. dekar					
Havre	2 høstinger	Sprøyting		Gjenleggsår	1. engår	2. engår	3. engår	1.–3. * engår middel	Alle * forsøksår middel
			(1)	224	783	836	858	795	650
	+		a	319	771	804	875	783	664
+			b	434	714	812	850	760	667
		+	c	269	812	858	875	808	661
+	+		ab	351	747	800	855	769	660
		+	ac	322	771	805	849	774	659
+		+	bc	403	784	824	858	789	682
+	+	+	abc	362	753	809	872	772	667
CV .....				29,7	5,9	4,9	3,8	3,6	4,5
LSD (5 pst.) .....				108	48	44	38	33	35

Tabell 18. *Beregnet effekt av ulik behandling i kg høy pr. dekar. Middel av 7 felter  
med 2 engår og av 6 felter med 3 engår i årene 1955–1962.*

Behandling	Gjenleggsår	1. engår	2. engår	3. engår	1.–3. * engår middel	Alle * forsøksår middel
Feltmiddel .....	336	767	819	861	781	664
A (2 høstinger)	+ 6	—13	—28*	+ 2	—13	— 3
B (Havre) ....	+104***	—35**	—15	— 5	—18*	+10
C (Sprøyting) .	+ 7	+26**	+14	+ 4	+ 9	+ 7
AB (Samspill) ..	— 68*	+14	+11	+ 7	+10	— 8
AC » ..	± 0	—23	— 6	— 9	—12	— 6
BC » ..	— 17	+12	— 1	+ 8	+ 7	+ 4
ABC » ..	+ 21	— 9	+ 4	+13	— 1	+ 2

\* Middeltallene gjelder 6 felter med 3 engår.

Av tabell 18 framgår det at hovedeffekten av 2 høstinger sammenlignet med bare en høsting i gjenleggsåret er helt ubetydelig om en ser på alle felter under ett. Men ved oppdeling av materialet viser det seg at mens en på Vågønes har fått en noe usikker positiv effekt (tabell 14), har en på Kleiva fått en statistisk sikker negativ effekt av 2 høstinger i gjenleggsåret (tabell 16). Høstetid og utviklingstrinn ved høsting kan ikke forklare denne ulike effekt av 2 høstinger i gjenleggsåret. Det er derfor nærliggende å betrakte resultatet som en følge av den klimatiske variasjon mellom forsøksstedene, som særlig gir seg utslag i noe svakere gjenvekst etter 1. høsting for feltene på Kleiva. Jordvariasjonen kan også tenkes å medvirke til dette avviket mellom forsøksstedene.

Hovedeffekten i gjenleggsåret for havre som dekkvekst er som ventet klart positiv både i Salten og i Vesterålen.

Ugrasssprøyting har gitt små utslag på avlinga i gjenleggsåret. For avlinga i gjenleggsåret kan det videre påvises samspill mellom faktorene A og B.

Denne samspilleffekten er særlig klar for feltene på Kleiva, og det ser ut til at årsaksforholdet kan føres tilbake til at leddene med havre som dekkvekst og gjenlegg uten dekkvekst reagerer med ulik intensitet, i negativ retning, på 2 høstinger i gjenleggsåret. Regner en med at årsaken til sterkt nedsatt avling ved 2 høstinger i gjenleggsåret skyldes klimatiske forhold, tyder samspilleffekten AB på at havreleddet i særlig sterk grad reagerer negativt for 2 høstinger under forholdene på Kleiva. For feltene på Vågønes kan det ikke påvises samspill av noen art.

I 1. engår kan det statistisk ikke påvises noen effekt som følge av 2 høstinger i gjenleggsåret. På Vågønes er det en tendens i negativ retning, mens det på Kleiva er en svak tendens i positiv retning, og for alle feltene under ett blir det hele jevnet ut.

Når det derimot gjelder bruk av havre som dekkvekst, viser høyavlinga i 1. engår en klar negativ effekt, og tendensen er den samme på begge forsøkssteder. Resultatet bekrefter for så vidt erfaringen fra forsøkene i avsnitt IV og VI.

Hovedeffekten for ugrasssprøyting av gjenlegget med hensyn til avling i 1. engår viser en klar positiv tendens på begge forsøkssteder. Men hovedeffekten for sprøyting er likevel ikke så stor som en kunne vente. I dette tilfelle var det bare i det samla tallmateriale og i resultatene fra Kleiva at en positiv virkning av ugrasssprøyting kunne påvises statistisk.

I 2. engår ser det ut til at virkningen av gjenleggsmetoder er noe utjevnet. Men ennå i 2. engår kan det påvises negativ effekt som følge av 2 høstinger i gjenleggsåret. Dette gjelder både for feltene på Vågønes og for det samla materiale under ett.

Det er også en viss tendens til at noe av effekten for havre som dekkvekst og ugrasssprøyting har holdt seg i 2. engåret.

I 3. engår er effektene så små og utslagene så tilfeldige at en sannsynligvis har sterkere påvirkning av tilfeldige forhold ved overvintringene enn av gjenleggsmetodene.

Effekten av gjenleggsmetodene på den samla avling i alle tre engår viser et negativt utslag for 2 høstinger av gjenlegget og for havre som dekkvekst.

Sum avlingsutbytte for gjenleggsåret og alle tre engår er undersøkt. Av det foreliggende materiale kan det ikke påvises statistisk sikre forskjeller som følge av de ulike gjenleggsmetoder.

Hovedinntrykket er at det samla avlingsutbytte viser liten variasjon for de gjenleggsmetodene som her er prøvd, men at effekten av havre som dekkvekst og av ugrasssprøyting i gjenleggsåret går i positiv retning. Forskjellen i virkning mellom disse to ledd er likevel stor. Havre som dekkvekst gir stor avling i gjenleggsåret, men forårsaker så en viss negativ virkning på høyavlinga i engårene, mens ugrasssprøyting har gitt jevnere avling ut gjennom hele forsøksperioden.

Sum avling for gjenleggsåret og 1. engår er undersøkt på samme måte, men her var gjenleggsåret helt utslagsgivende for behandlingseffektene, og dette ledd av undersøkelsen er derfor utelatt i tabellene.

Botaniske observasjoner er gjort på feltene, og hovedresultatene av disse framgår av tabellene 19 og 20.

Tabell 19. *Resultater fra den skjønsmessige botaniske analysen. Middell av 5 felter på Vågones i årene 1955–1962.*

Kombinasjon av behandling				Ugras ved høsting, pst.		Timotei ved høsting, pst.				Dekning av timotei om våren, pst.	
Havre	2 høstinger	Sprøyting		Gjenleggsåret	1.-3. engår middel	1. engår	2. engår	3. engår	1.-3. engår middel	1. engår	1.-3. engår middel
			(1)	78	14	63	62	61	62	76	71
	+		a	68	14	57	61	61	59	75	71
+			b	36	13	55	62	62	60	74	72
		+	c	55	14	64	66	66	65	81	75
+	+		ab	42	14	59	61	63	61	77	71
	+	+	ac	48	10	58	63	67	63	81	75
+		+	bc	14	10	62	66	70	65	79	75
+	+	+	abc	19	10	59	64	70	65	83	76
CV	.....			30,2	12,1	13,5	8,8	5,4	7,2	8,7	5,8
LSD (5 pst.)	.....			17,5	1,8	10,4	7,2	4,5	5,9	8,0	5,0

Tabell 20. *Beregnet effekt av ulik behandling, i prosenttall fra den botaniske analysen. Middell av 5 felter på Vågones i årene 1955–1962.*

Behandling	Ugras ved høsting, pst.		Timotei ved høsting, pst.				Dekning av timotei om våren, pst.	
	Gjenleggsår	1.-3. engår middel	1. engår	2. engår	3. engår	1.-3. engår middel	1. engår	1.-3. engår middel
Feltmiddell	45	12	60	63	65	63	78	73
A (2 høstinger)	-2	-1	-3	-2	+1	-1	+2	±0
B (Havre)	-35***	±0	-2	+1	+2	+1	±0	±0
C (Sprøyting)	-22***	-4***	+2	+3	+6***	+4**	+5*	+4**
AB (Samspill)	+7	±0	+3	±0	±0	+1	+2	±0
AC »	±0	±0	-2	-1	+1	-1	+1	+1
BC »	-1	±0	+2	±0	+1	+1	±0	±0
ABC »	-1	±0	-2	±0	±0	-1	±0	±0

Tabellene omfatter bare feltene på Vågønes.

Ugraset i prosent av plantematerialet er skjønnsmessig bedømt i gjenleggsåret. Etter havre som dekkvekst og etter ugrasssprøyting av gjenlegget viser det seg at ugrassprosenten ble betydelig redusert. Av tabell 19 vil en merke seg at sprøytet gjenlegg med havre som dekkvekst ser ut til å kunne døyve ugraset best. Likevel tyder resultatene på at det ikke er tale om samspill mellom de to hovedfaktorer. Effekten av sprøyting er stort sett lik for gjenlegg med og uten havre som dekkvekst. Det er bare utgangsnivået som er forskjellig i dette tilfelle. Ugrasmengden i engårene er bedømt, og det er utført beregninger som omfatter alle tre engårene under ett. Resultatet for ugrasmengden i alle tre engårene viser også en klar negativ effekt for ugrassprøyting i gjenleggsåret. Som tidligere nevnt, er det vanskelig å bedømme ugrassprosenten riktig, og en merker seg en relativt stor forsøksfeil for denne karakteren.

For ugrassprosentene, som ofte viser stor variasjon, er regning med transformerte tall utført uten at hovedresultatene ble endret.

Timotei i prosent av plantebestanden ved slått er undersøkt i engårene, og resultatene foreligger i tabellene 19 og 20.

Timoteiprosentene viser svært liten variasjon som følge av gjenleggsmetoder. For 1. og 2. engår kan det ikke påvises forskjell i timoteiprosent mellom gjenleggsmetodene, mens det i 3. engår kan påvises en positiv effekt for sprøyting av gjenlegget. Resultatet synes unormalt idet en kunne vente synkende effekt med økende avstand i tid fra gjenleggsåret. I tillegg viser det seg at timoteiprosenten i middel for alle fem feltene viser en jevn stigning fra 1. til 3. engår.

Disse forhold kan ha sammenheng med at tre av feltene var en del utsatt for skader ved den første overvintringa. Dette medførte en viss uttynning av bestanden, og særlig på disse feltene har timoteiprosenten vist en økende tendens i løpet av de tre engårene. Denne økningen har preget middeltallene sterkere enn de to feltene som viste motsatt trend for timoteiprosenten. En holder det for sannsynlig at dette forhold har vært avgjørende for at en ikke fikk sterkere utslag for behandling av gjenlegget allerede i 1. engår. Ved oppdeling og videre analyser av tallmaterialet viste det seg at for de to felter som ikke ble skadd ved første overvintring, kunne det påvises signifikant effekt for ugrasssprøyting allerede i 1. engår, mens de tre feltene med sterkere vinter-skade hadde dekket over dette forhold når alle felter ble slått sammen.

Ut gjennom engårene har effekten for sprøyting vært jevnt økende for alle felter, upåvirket av nivået for timoteiprosent i 1. engår. Resultatene for alle engår under ett viser en klar positiv effekt for ugrasssprøyting.

Hovedinntrykket av den botaniske analysen for disse 5 feltene på Vågønes er at sprøytinga ser ut til å ha en mer varig virkning på timoteibestanden enn avlingstallene alene gir uttrykk for.

Hver vår når grasveksten så vidt er kommet i gang, er dekningen av timotei i prosent av rutearealet notert. Resultatene av 1. engår og for alle tre engår i middel er tatt med i tabellene 19 og 20. Resultatene viser en klar positiv effekt for ugrasssprøyting av gjenlegget, og dette bekrefter det inntrykk en fikk ved behandlingen av timoteiprosentene.

Innholdet av rødkløver i enga var i disse forsøkene så lite at en ikke har funnet grunn til å gå nærmere inn på spørsmålet.

## VIII. Høst- og vårsåing av timotei

### A. Forsøksmateriale

I årene 1957–1964 er det utført 10 forsøk med høst- og vårsåing av timotei til eng. Fem av feltene er utført ved Statens forsøksgard Vågønes, og fem på ymse steder i Nordland. Av disse siste lå to i Helgeland, to i Salten og ett i Vesterålen. Alle feltene er utført etter følgende plan:

- a. Tidlig høstsåing
- b. Sein høstsåing
- c. Vårsåing

Feltene er anlagt om høsten etter gammel eng. Hele feltet ble da pløyd, og det var forutsatt at såinga på ledd a skulle gjøres i første halvdel av august. Ledd b skulle såes så seint som mulig om høsten, og ledd c til vanlig såtid neste vår.

I og med at feltene er anlagt om høsten, blir gjenleggsåret for ledd a og c forskjellig i samme felt. Det kan videre bli et definisjonsspørsmål om gjenleggsåret for ledd b er det året såinga blir utført, eller det følgende år, når plantene spirer.

For å unngå formelle vansker som følge av dette forhold nytter en betegnelsen høsteår, hvor 1. høsteår betegner det året da vårsåinga på feltet ble utført.

Forsøksplanen var en vanlig blokkplan med 4 gjentak, og rutestørrelsen var 14,0 m<sup>2</sup>.

Feltene ble tilsådd med 3,0 kg *Bodin* timotei pr. dekar.

Alle feltene på Vågønes er utlagt på myrjord. Kvaliteten av den myrjorda hvor feltene lå er som beskrevet i avsnitt IV. Fire av de fem lokale feltene lå på sandjord av god kvalitet.

På Vågønes var gjødslinga ved anlegg av feltene om høsten: 50 kg superfosfat 8 pst. + 20 kg kaliumgjødsel 33 pst. Til ledd a ble det dessuten gitt 10 kg kalksalpeter 15,5 pst. om høsten. Gjødslinga om våren var: 30 kg fullgjødsel A + 10 kg kaliumgjødsel 33 pst.

Gjødslinga i 2. og følgende høsteår var på Vågønes: 25 kg fullgjødsel A + 10 kg kaliumgjødsel 33 pst. pr. dekar.

På de lokale felter ble det i middel gjødsla med 50 kg fullgjødsel A pr. dekar.

Feltene på Vågønes ble forsøkshøsta i 4 år, og de lokale forsøk ble forsøkshøsta i 3 år.

### B. Forsøksresultater

En oversikt over resultatene i denne forsøksserie er gjengitt i tabell 21.

#### 1. Første høsteår

Resultatene av 1. høsteår framgår av tabell 22. For høyavling i 1. høsteår kan det påvises en klar forskjell mellom såtidene når en betrakter alle forsøksfeltene under ett.

Det ser ut til at feltene på Vågønes og de lokale felter reagerer svært likt på forsøksbehandlinga. Hver for seg viste alle feltene signifikant utslag i høyavling for forsøksbehandlinga, og tendensen var ellers ensartet i alle felt.

Tabell 21. Resultater av forsøk med høst- og vårsåing av timotei i årene 1957–1964.

Ledd/ Midlere sådato	Antall felt- høstinger	Høsteår	Høy, kg pr. dekar	Skjønnsmessig botanisk analyse ved slått, pst.			Dekning av timotei om våren pst.
				Timotei	Andre engvekster	Ugras	
Tidlig høstsåing / 16/8	10	1.	668	80	0	20	—
	9	2.	812	80	13	7	71
	9	3.	851	69	21	10	64
	5	4.	898	64	19	17	40
Middel			792	74	13	13	61
Sein høstsåing / 20/10	10	1.	508	64	0	36	—
	9	2.	821	71	19	10	68
	9	3.	807	62	26	12	52
	5	4.	939	62	20	18	40
Middel			740	65	16	19	55
Vårsåing / 19/5	10	1.	312	32	4	64	—
	9	2.	763	64	21	15	68
	9	3.	782	61	25	14	51
	5	4.	897	71	16	13	53
Middel			652	56	17	27	58

Tabell 22. Resultater i 1. høsteår. Middel av 10 felter i årene 1957–1962.

	Høy, kg pr. dekar			Timotei, pst.			Ugras, pst.		
	Felter på Vågones	Lokale felter	Alle felter	Felter på Vågones	Lokale felter	Alle felter	Felter på Vågones	Lokale felter	Alle felter
Antall felthøstinger	5	5	10	5	3	8	5	3	8
Tidlig høstsåing ...	589	747	668	72	95	80	28	7	20
Sein høstsåing ...	444	572	508	53	81	64	47	19	36
Vårsåing .....	322	301	312	36	25	32	64	63	64
P-nivå .....	**	**	***	*		***	*		**
CV .....	16,3	29,5	25,7	30,7		33,0	35,6		45,5
LSD (5 pst.) .....	107	232	120	24		21	24		18

Timotei i prosent av bestanden ved slått er bedømt skjønnsmessig. Resultatene viser også her påviselig forskjell mellom såtider. Også for ugras i prosent av bestanden kan det påvises forskjell mellom såtidene.

Forsøksfeilen er her som i gjenleggsår ellers svært stor, særlig for materialet fra den botaniske analysen, men da resultatene likevel synes å være entydige, finner en det likevel riktig å tillegge dem en viss vekt. Det kan naturligvis reises tvil om hvorvidt det er riktig å sammenligne disse tallene for 1. høsteår ettersom forsøksleddene egentlig ikke har samme gjenleggsår. Men i praksis betyr forskjellen i avling mellom gjenleggsmetodene den reelle forskjell som metodene betinger. Derfor har en funnet det riktig å vurdere datamaterialet fra 1. høsteår under ett.

## 2. Andre, tredje og fjerde høsteår

Avlingsresultatene framgår av tabell 23 som omfatter alle felthøstinger i gruppene.

Tabell 23. *Avlingsresultater i 1.-4. høsteår, kg høy pr. dekar. Middell av 9 felter i årene 1957-1964.*

	Høsteår					
	2.	3.	4.	2.-4. middel	2. og 3. middel	1.-4. middel
Antall felthøstinger	9	9	5	23	18	33
Tidlig høstsåing ...	812	851	898	846	831	792
Sein høstsåing ....	821	807	939	841	814	740
Vårsåing .....	763	782	897	800	773	652
P-nivå .....		*		**	**	***
CV .....	6,3	5,7	6,7	6,1	6,0	14,7
LSD (5 pst.) .....	50	47	89	30	33	52

For 2. høsteåret kan det ikke påvises signifikant forskjell i høyavling etter de ulike gjenleggsmetoder.

Svak signifikant forskjell lar seg derimot påvise i 3. høsteår. Dette forhold og den omvendte rangordning mellom de høstsådde ledd i 2. og 3. høsteår kan vanskelig skyldes annet enn tilfeldige årsaker særlig i forbindelse med overvintringa.

Selv om utslagene i avling synes små, kan det likevel både i 2. og 3. høsteår registreres en tydelig tendens til fordel for høstsåing. Resultatene for 4. høsteår omfatter bare de fem feltene på Vågønes, og det viser seg at avlingstallene er blitt helt utjevnet her, så langt ut i engperioden.

I et forsøk på å finne et uttrykk for virkninga av gjenleggsmetodene gjennom hele engperioden sett under ett, er middeltallene for 2.-4. høsteår gjengitt i tabell 23.

I sumvirking for alle felthøstinger er det her en påviselig forskjell i høyavling som følge av gjenleggsmetoder. Denne forskjellen skyldes alt vesentlig et markert skille mellom begge tider for høstsåing på den ene side og vårsåing på den annen.

Middeltallene for avlinga i engperioden med unntak av 1. høsteår er testet særskilt for hvert enkelt felt, og 3 av 9 felter viste signifikant forskjell mellom gjenleggsmetoder. Tendensen var ensartet i alle feltene, men oftest ikke stor nok til å danne grunnlag for bestemte slutninger om gjenleggsmetodene.

En innvending mot å nytte middeltallene for 2.-4. høsteår som et mål for engproduksjonen, er det forhold at en for 4. høsteår bare har resultater fra de fem feltene på Vågønes. En har derfor foretatt en lignende beregning bare for 2. og 3. høsteår for å få et mer sammenlignbart og likevektig materiale. Videre er det nærliggende å tro at 4. høsteår er mindre påvirket av gjenleggsmetoder enn 2. og 3. høsteår på grunn av avstanden i tid fra såinga.

Som det framgår av tabell 23 viser resultatet for 2. og 3. høsteår under ett ingen vesentlig endring fra resultatet hvor også 4. høsteår er med.

Avlingsutbyttet i middel for alle høsteår viser en tydelig forskjell etter ulike gjenleggsmetoder, men også her er det forskjellen mellom høstsåing til ulike tider på den ene side og vårsåing på den annen som er mest markant.



Timotei i prosent av bestanden er bedømt skjønnsmessig i engårene, og resultatene framgår av tabell 24.

Tabell 24. Prosent timotei ved høsting. Middell av 9 felter i årene 1958–1964.

	Høsteår				
	2.	3.	4.	2.–4. middel	2. og 3. middel
Antall felthøstinger .....	9	8	5	22	17
Tidlig høstsåing .....	80	69	64	72	75
Sein høstsåing .....	71	62	61	66	67
Vårsåing .....	64	62	71	64	62
P-nivå .....	**				**
CV .....	15,9	18,0	8,6	17,0	16,6
LSD (5 pst.) .....	11	12	8	7	8

I 2. høsteår kan det påvises signifikant forskjell mellom gjenleggsmetodene, men ikke i de seinere engår. Tendensen i 2. og 3. høsteår taler også her til fordel for høstsåing, mens det hele er utjevnet i 4. høsteår.

For hele engperioden under ett (2.–4. høsteår) kan det ikke påvises signifikant forskjell mellom gjenleggsmetodene.

Sees 2. og 3. høsteår under ett, kan det påvises svak signifikant forskjell i timoteiprosent for ulike gjenleggsmetoder i disse to engårene. Om vårene i engårene ble dekinga av timotei, i prosent av rutearealet, bedømt. Utslagene her synes å bekrefte tallene for timoteiprosenten. Middeltallene for ugras i prosent av bestanden ved slått framgår av tabell 21. Ugraset er gjerne mer usikkert bestemt i den botaniske analysen enn for eksempel timotei, og videre analyser av tallene for disse karakterer er derfor ikke utført.

Sammendraging av alle års resultater fra den botaniske analysen vil neppe være riktig fordi prosentnivå og fordeling i 1. høsteår avviker meget fra de seinere høsteår.

Slik forsøkene er lagt opp med start om høsten, vil leddet med tidlig høstsåing i de følgende høsteår ha gjennomgått en overvintring mer enn de andre forsøksleddene. Hvorvidt dette har hatt noen betydning for resultatene, kan en ikke avgjøre på grunnlag av det foreliggende materiale. Men det synes rimelig at dette forhold kan virke til å understreke de lovende resultater høstsåinga har oppnådd i disse forsøkene, til tross for at plantene i hvert fall etter tidlig høstsåing har vært utsatt for en overvintring mer enn etter vårsåing. Hvordan leddet sein høstsåing står i denne forbindelse, er det vanskelig å vurdere.

## IX. Forsøk med høstsåing av timotei til ulike tider

### A. Forsøksmateriale

Da forsøkene med høst- og vårsåing av timotei så ut til å være av praktisk interesse, ble det i årene 1962–1965 utført 4 forsøk ved Statens forsøksgard Vågønes hvor en har sådd gjenlegget til forskjellige tider om høsten. Foreløpige resultater er tidligere publisert av PESTALOZZI (12). De to første feltene i denne forsøksserien hadde følgende ni såtider: 11/7, 25/7, 8/8, 22/8, 6/9, 19/9, 3/10, 17/10 og 31/10.

Forsøk med så mange såtider var svært arbeidskrevende, og da de første forsøkene bar bud om at det særlig var såing i tidsrommet august–september som var av størst interesse, ble de siste to feltene anlagt med følgende sju såtider:

8/8, 15/8, 22/8, 6/9, 19/9, 3/10 og 17/10.

Der statistiske analyser av materialet er utført, har en bare tatt med de seks såtider som var felles for alle fire feltene. Forsøksplanen har to gjentak, og rutestørrelsen var 11,2 m<sup>2</sup>. Feltene ble breisådd med 3,0 kg *Bodin* timotei pr. dekar. Tre av feltene ble anlagt på myrjord og ett på sandjord. Kvaliteten av begge jordtyper er som beskrevet under avsnitt IV.

De to første feltene ble anlagt etter eldre eng, og gjødslinga om høsten i gjenleggsåret var: 30 kg kali-superfosfat 7,5 pst. P og 19,5 pst. K pr. dekar. Rutene med såtider før 19/9 fikk 10 kg kalksalpeter 15,5 pst. pr. dekar i tillegg. Ruter med seinere såing fikk ikke N-gjødsling om høsten i gjenleggsåret.

De to siste feltene i serien ble anlagt etter en forgrøde av oljereddik, og gjødslinga ble her i sin helhet foretatt om våren til forgrøden med: 45 kg kali-superfosfat 7,5 pst. P og 19,5 pst. K + 40 kg kalkammonsalpeter 26 pst. pr. dekar.

I engårene fra og med 1. høsteår var gjødslinga pr. dekar:

På myrjord: 35 kg fullgjødsel A + 25 kg kali-superfosfat 7,5 pst. P og 19,5 pst. K.

På sandjord: 50 kg fullgjødsel A.

To av feltene ble forsøkshesta i 1., 2. og 3. høsteår. De to siste feltene i serien ble bare forsøkshesta i 1. og 2. høsteår.

### B. Forsøksresultater

Forsøksresultatene framgår av tabell 25.

Tabell 25. Resultater for høstsåing av timotei til ulike tider. Middeltall for 4 felter på Vågnes i årene 1962–1965.

Såtid	Antall felter	1. høsteår			2.–3. høsteår middel		Alle høsteår middel	
		kg høy pr. dekar	Timotei pst.	Ugras pst.	kg høy pr. dekar	Timotei pst.	kg høy pr. dekar	Timotei pst.
11/7	2	881	86	10	794	78	829	81
25/7	2	919	85	11	846	83	875	84
8/8	4	795	77	12	773	75	782	76
15/8	2	677	70	11	677	65	677	67
22/8	4	603	81	9	778	74	708	77
6/9	4	511	64	19	772	73	667	69
19/9	4	475	54	22	804	72	672	65
3/10	4	382	29	41	782	72	622	55
17/10	4	375	28	43	758	73	605	55
31/10	2	339	34	29	845	74	643	58

En merker seg at de to såtidene i juli har gitt et meget godt avlingsresultat, men ved såing på denne årstid ble det mye ugras i gjenlegget, og veksten ble så frodig at rutene måtte slåes før vinteren satte inn. Vektkontroll ble ikke utført. Ved å så i juli måned oppnådde en ikke de fordeler som er typisk for

høstsåing, og det vil sannsynligvis av den grunn være mest riktig å betrakte såing i juli som forsinket vårsåing. Videre vil såing på denne årstid være lite rasjonell med tanke på en effektiv utnyttning av vekstsesongen.

Ved såing i første halvdel av august fikk timoteien høve til å buske seg noe om høsten, og graset ble vanligvis mellom 5 og 10 cm høgt før vinteren satte inn. Om våren kom denne bestanden fort i gang med veksten. Skytinga ble ca. en uke forsinket i forhold til hva en ville ha fått i førsteårseng etter vårsåing året før. Ugraset gjorde lite av seg når timoteien ble sådd først i august. Det har ikke bydd på noen problemer verken i gjenleggsåret eller året etter.

Ved såing i slutten av august og seinere busket ikke plantene seg før vinteren.

Såing 3/10 kunne føre til at timoteien så vidt spirte om høsten. Seinere såing gav spiring først neste vår.

Det var et vanlig inntrykk, seinhøstes, at forskjellen i utvikling av grasbestanden var stor mellom såtidene 8. august og 22. august, mens det var svært liten forskjell å iaktta mellom såtidene 22. august og utover til 19. september.

Siden det så ut til at grenseområdet for tilfredsstillende utvikling og busking av høstsådd timotei normalt synes å falle i tidsrommet 8.-22. august, ble det for de siste to feltene skutt inn en ny såtid mellom disse datoer: 15. august.

Det viste seg at en også kunne få tilfredsstillende utvikling av plantene om høsten etter denne såtid.

Av tabell 25 framgår det at tidlig høstsåing, de første dager av august, gir stor høyavling i 1. høsteår. Det viser seg videre at en utsetting av såtida fra først i august til sist i august førte til en kraftig avlingsreduksjon i 1. høsteår. En videre utsetting av såtida fra 22. august og utover høsten førte også til en viss nedsetting av avlinga, men virkninga av utsatt såtid så seint på året er betydelig mindre sammenligna med reaksjonen i august måned.

Det er utført en del analyser av data for de såtider som er felles for alle fire feltene.

For høyavling og timoteiprosent i 1. høsteår er det påviselig forskjell mellom de ulike såtider ( $P < 0,001$ ). DUNCAN's gaptest nyttet på avlingstallene viser her en signifikant forskjell ( $P < 0,01$ ) mellom såtid 8. august, og såtider fra 6. september og seinere.

Det er ikke påviselig forskjell mellom såtid 8. og 22. august, og heller ikke mellom 22. august og seinere såtider.

På grunnlag av disse resultater må en regne med at utviklinga av plantene om høsten er avgjørende for, og har nær sammenheng med høyavlinga i 1. høsteår.

For 2. høsteår kan en ikke på grunnlag av dette materiale påvise noen forskjell i høyavling og timoteibestand som følge av ulike tider for høstsåing.

For middelavling av 1. og 2. høsteår under ett, kan det påvises signifikant forskjell i avling og timoteiprosent mellom såtidene. Det er her virkninga av 1. høsteår som gjør seg gjeldende for resultatet. Da det bare er to av feltene som ble høstet i tre år, har en ikke funnet grunnlag for videre statistisk behandling av materialet, men middeltallene for 2.-3. høsteår og for alle høsteår er stilt sammen i tabell 25.

## X. Drøfting av forsøksresultatene

### A. Gjenleggsmetoder med og uten dekkvekst

Visse sider av dette emnet er søkt belyst i de 4 første forsøksserier som er lagt fram her, og resultatene viser:

- a) *Gjenleggsmetodene har ulik virkning på avlinga i engårene, men denne effekten av gjenleggsmetoder er liten.*
- b) *Avlinga i gjenleggsårene er oftest avgjørende for det samla avlingsresultat i gjenleggsåret og de nærmest følgende engår.*

Dette gjelder de framlagte forsøk der en særlig sammenligner gjenlegg med og uten korn som dekkvekst. I praksis betyr dette at selv om gjenlegg uten dekkvekst ligger best an i avling 1. engår, så er ikke dette nok til å oppveie den betydelig større avling en kan ta i gjenleggsåret ved å nytte korn som dekkvekst. Dette er i samsvar med tidligere resultater EIKELAND (3), RASMUSSEN (13) og fl.

Selv om siktepunktet ut fra situasjonen i Nordland fylke var å finne fram til en nærmere vurdering av gode gjenleggsmetoder uten å bruke korn som dekkvekst, fant en det likevel forsvarlig å gå til en nærmere undersøkelse av visse forhold i forbindelse med bruken av korn som dekkvekst på grunnlag av de nevnte resultater.

De former for gjenlegg i kornåker som kan være aktuelle i Nordland, er:

- 1) Gjenlegg med seksradsbygg til modning som dekkvekst.
- 2) Gjenlegg med havre til grønnfôr som dekkvekst.

Forsøksresultatene viser at middelavlinga i føreheter for gjenleggsåret + 1. og 2. engår er mindre for gjenlegg uten dekkvekst enn med bygg til modning som dekkvekst. Forskjellen mellom disse to ledd har i middel for alle våre forsøk utgjort 60 føreheter pr. dekar. Reduseres denne forskjellen med 15 føreheter pr. dekar for fôrverdien av såkornet, kan den reelle meravling verdsettes til kr. 36,00 pr. dekar etter en førehetspris på kr. 0,80.

To såmengder av dekkveksten, 12 og 18 kg, er prøvd, og avlingsresultatet i føreheter for gjenleggsåret og de to første engår viser ubetydelig forskjell mellom de to såmengdene. Den største såmengden ligger likevel noe bedre an i samla avling, men dette skyldes helt avlingsnivået for den største såmengden i gjenleggsåret. Resultatet er ikke i overensstemmelse med hva VIK har funnet i forsøk på Østlandet (20, 21). Tallmaterialet i denne forsøksserie er noe spinkelt. Og siden avlingsdifferensen mellom de to såmengder i gjenleggsåret er mindre for korn enn for halm, kan det fortsatt være grunn til å holde på moderate såmengder av dekkveksten, selv om resultatene her kan tyde på at spillerommet med hensyn til såmengden ikke er så snevert som en vanligvis kunne tro. Erfaringer av lignende karakter er framlagt fra Sverige AGERBERG (1) og LUNDBLAD (9). I motsetning til resultater fra Sør-Norge publisert av JETNE (6), OPPSAL og RYSSDAL (10) kan en ikke ut fra dette materialet påvise noen forskjell i engavling etter gjenlegg med ulike byggsorter. Det var heller ikke å vente at en her kunne regne med store utslag, fordi de aktuelle sortene fra disse forsøk representerer et langt snevrere utvalg sammenligna med det som er prøvd lenger sør i landet.

Det er videre påvist at økende legde i gjenleggsåkeren fører til minkende høyavling i 1. engår. Dette kan være verdt å merke seg ved valg av byggsort til dekkvekst, fordi de aktuelle sortene ellers er nokså like i verdiegenskaper og virkning.

Også havre høstet til grønnfôr har i gjenleggsåret gitt større avling enn gjenlegg uten dekkvekst. I engårene er forholdet mellom disse to ledd det motsatte, særlig er dette tilfelle i 1. engår. Resultatet for den samla avling i gjenleggsåret + 1. og 2. engår er at havreleddet på grunn av stor avling i gjenleggsåret likevel ligger noe over gjenlegg uten dekkvekst. Men dette forspranget er likevel for lite til at det kan tillegges særlig praktisk verdi.

Havresortene *Nidar II* og *Sol II*, som var med i en forsøksserie, gav ingen avlingsforskjell i gjenleggsåret. Derimot viste det seg at den tidlige *Nidar II* hadde mindre skadevirkning på gjenlegget enn *Sol II*, om en dømmer etter avlinga i 1. engår.

Den botaniske sammensetning i enga er ikke påviselig berørt av de forsøksledd som her er drøftet.

Da virkninga av grønnfôrhavre på det samla avlingsresultat i forsøksperioden synes usikker, har en oppfattet havrens vesentligste betydning for gjenlegget som en *forsikring mot de helt alvorlige skader av vassarve på gjenlegget*. Siden dette i vår landsdel utgjør en meget viktig side av gjenleggsproblemene, har en derfor undersøkt alternative muligheter for en effektiv bekjempelse av ugras i gjenlegg.

Av resultatene framgår det at 2 høstinger i gjenleggsåret har hatt negativ virkning på avlingsresultatet i forsøksperioden. Metoden har dessuten vært uten betydning for den botaniske sammensetning i enga, og den burde derfor i forbindelse med de her nevnte gjenleggsmetoder være uten aktualitet. To høstinger medfører også større risiko for kjøreskader på gjenlegget. Virkninga av havregrønnfôr og ugrassprøyting er liten for avlingsutbyttet i gjenleggs- og engårene sett under ett. Havregrønnfôr ligger best an i gjenleggsåret, men har så vist negativ effekt i engårene.

Det omvendte forhold gjør seg gjeldende for ugrassprøyting, slik at *det samla avlingsresultat blir på det nærmeste likt for begge ledd*. Ugrassprøyting var mest effektiv mot vassarven i gjenleggsåret, og det ser ut til at ugrassprøyting har ført til høyere timoteiprosent og lavere ugrassprosent ut gjennom de første tre engårene.

Dersom de direkte kostnader til såkorn og sprøytemidler settes til henholdsvis kr. 12,00 og kr. 2,80 pr. dekar, og dersom merarbeidet vurderes likt for begge metoder, er det mye som tyder på at sprøyting av gjenlegg uten dekkvekst kan være å foretrekke framfor gjenlegg i havregrønnfôr. Den relativt beskjedne fôrverdi av en stor grønnfôravling i gjenleggsåret i forhold til større høyavlinger i engårene taler også lite til fordel for havregrønnfôr. Ugrassprøyting av vårgjenlegg kan derfor også ansees som en rimelig forsikring mot store skader av vassarve i gjenleggsåker.

### B. Såing av gjenlegg til ulike tider

I en særskilt forsøksserie ble det tatt sikte på å sammenligne vanlig vårsåing med såing i første halvdel av august (*tidlig høstsåing*) og såing i siste halvdel av oktober (*sein høstsåing*).

*Forsøksresultatene viste her at tidlig høstsåing gav nesten fullgod eng i 1. høsteår. Ugrasplagen ble betydelig redusert, og av praktisk interesse er det at en ved høstsåing unngikk den kjøring på feltet som slått og ugrassprøyting måtte medføre på vårgjenlegget for jorda ble tilstrekkelig bærekraftig.*

Ved sein høstsåing spirte ikke timoteien før neste vår.

Avling- og ugrasmengde 1. høsteår etter sein høstsåing ser ut til å ligge mellom tidlig høstsåing og vårsåing.

Resultatene i middel for hele forsøksperioden (1.-4. høsteår) viser at vår-gjenlegg har gitt mindre avling i kg høy pr. dekar enn begge tider for høstsåing, mens den tilsvarende forskjell mellom de to former for høstsåing er liten. Fra den botaniske analysen viser det seg at timoteiprosenten i engårene ligger høyere etter tidlig høstsåing enn etter vårsåing.

I forbindelse med de positive resultater av høstsåing ble det utført en mindre forsøksserie på Vågønes hvor en undersøkte virkninga av flere sådatoer i det aktuelle tidsrom, og resultatene førte til den slutning at en på Vågønes trolig har det optimale tidspunkt for tidlig høstsåing i tida omkring 8.-10. august. *Tidligere såing økte ugrasplagen på feltene. Utsetting av sådatoen fra 8. august og utover til slutten av august førte til en meget sterkere avlingsreduksjon på enga i 1. høsteår enn det en videre utsetting av sådatoen utover høsten medførte.* Utsetting av sådatoen inntil 15. august gav tilfredsstillende utvikling og busking av timoteibestanden om høsten, slik at en ennå kunne oppnå fordelene ved tidlig høstsåing, men enhver utsetting av såtida fra 8. august og utover medfører økt risiko for overvintringsskader. Såing fra sist i august til først i oktober gav ujevn oppspiring om høsten og dermed stor risiko for overvintringsskader.

Det optimale tidspunkt for såing om høsten vil sikkert variere noe innen fylket. Spørsmålet er avhengig av værforholdene etter såing og av overvintringsforholdene, slik at årsvariasjonen sannsynligvis vil gjøre seg sterkt gjeldende. Likevel har ingen av såtidene i våre forsøk vært mislykket, eller vist usedvanlig store avvik fra det en må kunne regne som normalt.

Etter de framlagte resultater å dømme kan det, alt etter forholdene, være aktuelt å nytte begge former for høstsåing. Når det gjelder avlingsstørrelse og kvalitet i engårene, er det liten forskjell mellom tidlig og sein høstsåing, og det ser derfor ut til at det lokale klima og praktiske driftsforhold kan komme til å veie tyngst ved valg av såtid om høsten.

Ved å velge sein høstsåing kan en utnytte heile veksttida til en forgrøde (f. eks. fôrraps) før en legger igjen til eng. Ved tidlig høstsåing vil en få redusert veksttida til forgrøden i gjenleggsåret, i og med at denne da må høstes de første dagene av august. Som kompensasjon for denne avlingsreduksjonen i gjenleggsåret vil en etter tidlig høstsåing få en noe bedre høyavling 1. høsteåret på enga.

Siden forsøkene her startet om høsten, har en til belysning av avlingstapet i forgrøden høstet en del ruter på tilfeldige steder i fôrrapsfelter på Vågønes til følgende tider: 13/8 og 15/10.

Avlingsforskjellen mellom disse to høstedatoer ble i middel beregnet til 98 fôrenheter pr. dekar til fordel for den siste høstetid. Dette fører til at tidlig og sein høstsåing av gjenlegget på det nærmeste står likt i avkastning etter at en forgrøde av fôrraps trekkes med i vurderinga. Seinere høstetidsforsøk i fôrraps her på Vågønes tyder på at avlingsforskjellen som følge av utsatt høsting ofte er større enn det middeltall en her kom fram til ved tilfeldige rutehøstinger. *Og da er det tvilsomt om meravlinga av høy i 1. høsteår er stor nok til å oppveie det tapet som en vil få av forgrøden i og med at denne må høstes så tidlig i gjenleggsåret, ved tidlig høstsåing.*

Resultatene fra den nevnte «sampling» er nærmest å betrakte som en illustrasjon, og det vil derfor bli behov for flere forsøk hvor feltene anlegges om

våren i gjenleggsåret, og hvor det foretas avlingskontroll av forgrøden før en legger igjen til eng om høsten. Høstetidsforsøk med aktuelle grønnfôrvekster hvor høstetidene tilpasses tidene for gjenlegg, vil være av stor betydning for en sikker og rask løsning av såtidsspørsmålet for høstgjenlegg.

Ved ompløying og gjenlegg av gammel eng vil en ved tidlig høstsåing bare tape tilveksten i håavlinga etter ca. 5. august. Men dette vil erfaringsmessig ha liten betydning i de fleste strøk av fylket når enga blir slått i vanlig tid for tørking av høy.

Men avlingsspørsmålet alene er ikke avgjørende. Etter erfaringene fra våre forsøk ser det ut til at sein høstsåing er mer risikobetont, særlig i kystdistriktene, enn tidlig høstsåing. Mildværsperioder om høsten kan etter sein høstsåing fremme en viss spiring og dermed øke risikoen for overvintringsskader på gjenlegget.

Dersom snøsmeltinga om våren blir voldsom, kan dette forårsake betydelige flomskader på gjenlegget når dette mangler planterøtter til å binde jorda. Endelig kan selve såinga bli hindret eller umuliggjort så seint på året på grunn av langvarige regnværsperioder, gjerne etterfulgt av frost.

## XI. Sammendrag

Meldinga omfatter resultatene fra 40 gjenleggsforsøk utført i Nordland fylke i årene 1955–1964. Forsøkene ble anlagt for å belyse visse sider ved sentrale gjenleggsspørsmål.

Ved vårsåing har tidlig seksradsbygg til modning gitt det mest lønnsomme resultat ved gjenlegg av timoteieng.

Havre som grønnfôr har også gjort det noe bedre enn gjenlegg uten dekkvekst, men forskjellen er ikke av vesentlig størrelse.

Gjenlegg uten dekkvekst har gitt eng med bedre høyavling enn eng etter bygg som dekkvekst, men gjenlegg uten dekkvekst gir for små avlinger i gjenleggsåret.

Økende legdeprosent i gjenleggsåret har ført til minkende høyavling i 1. engår.

Ugrasssprøyting av gjenleggsåker har gitt reinere timoteieng og mindre ugras i enga, men sprøyting har likevel ikke ført til vesentlig stigning i høyavlinga.

Vel innpasset i driftsplaner uten korndyrking kan såing av timotei om høsten gi meget gode resultater både med hensyn til avling og med tanke på god etablering av timoteieng.

Aktuelle såtider for timotei på Vågønes:

Tidlig høstsåing: 8.–15. august.

Sein høstsåing: Etter 15. oktober og utover høsten så lenge såing er mulig.

Disse aktuelle såtider ventes også å gjelde i alle fall for Saltendistriktet.

Gjenlegg om høsten har gitt større avling og reinere timoteieng enn vårsåing uten dekkvekst. Ugrasplagen i gjenlegget blir betydelig redusert når en legger igjen om høsten, og en kan unngå de kjøreskader på gjenlegget som en ofte er utsatt for ved vårsåing. Sein høstsåing er mest risikobetont i typiske kystbygder, og tidlig høstsåing bør derfor foretrekkes her.

## XII. Summary

This report comprises the results of 40 trials on ley establishment carried out in Nordland County in the years 1955–1964. The trials attempted to throw light on several problems associated with the ley establishment of timothy in Nordland. The trials can be divided into six smaller series. In the first we aimed to compare the effect of the following treatments:

- a. Ley establishment, without nurse crop.
- b. Nurse crop, early barley, harvested at ripening.
- c. Nurse crop, oats, harvested as green forage.

Different varieties and amounts of crop seed were also investigated in these trials.

The influence of different methods of ley establishment were studied in a separate series of trials. The following treatments were included: Ley establishment with and without green forage (oats) as nurse crop, with and without herbicide spraying of the new ley, and with one or two harvestings in the year when the ley was established. These treatments were investigated in all combinations.

The last two series of trials were concerned with certain problems in connection with autumn sowing of timothy.

The main results of these trials are presented below.

With spring sowing, early six-row barley which is left to ripen has given the most profitable results in ley establishment.

Oats harvested as green forage have also done rather better than ley establishment without a nurse crop, but the difference is only slight.

Sowing without a nurse crop has given ley with a higher yield of hay than with oats as a nurse crop, but the yields are too small in the year when the ley is established.

Increase in the per cent of lodging in the year when the ley is established has led to reduced yields of hay in the first year ley.

Spraying the new ley with herbicide has produced purer stocks of timothy and less weeds, but has not affected any marked increase in the yield of hay.

Autumn sowing of timothy may give very good results, both as regards yield and with the aim of establishing timothy ley, on farms without corn production. Suitable sowing times at the Vågønes experimental farm are:

Early autumn sowing: 8th–15th August  
 Late » » : After 15th October and for as long as sowing is possible.

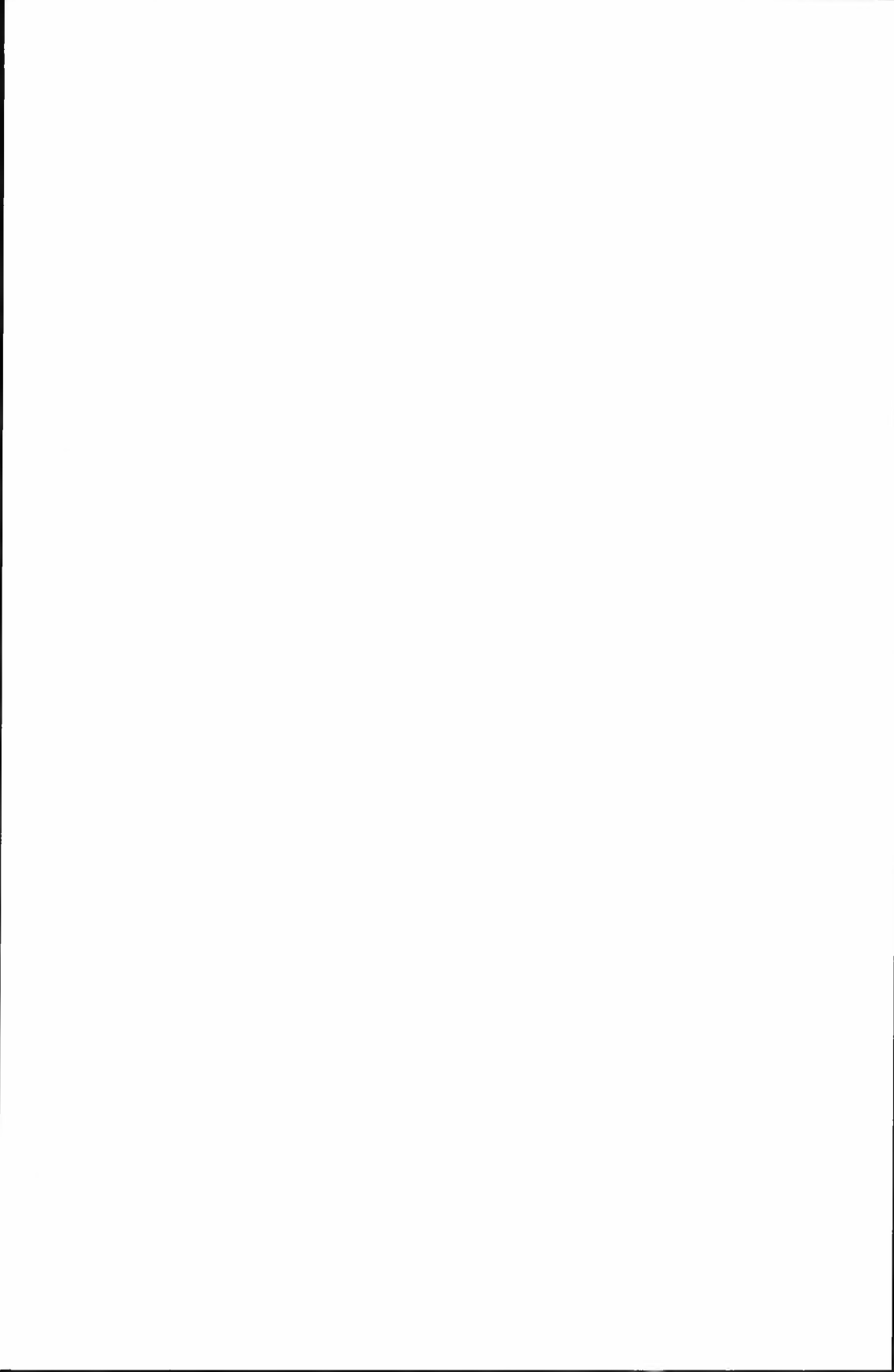
These sowing times are probably applicable to the Salten district at any rate.

Ley establishment in the autumn has given higher yields and purer stocks of timothy than spring sowing without a cover crop. Weeds are less of a problem in the new ley when this is established in the autumn, and the damage caused by tractors etc., frequent in spring sowing, is avoided. A greater risk is attached to late autumn sowing in the typical coastal districts, and early autumn sowing is thus preferable.



## XIII. Litteratur

1. AGERBERG, L. S. 1958. Vallanläggning enligt 20 års erfarenheter från försöksverksamhet och jordbruksdrift vid försöksgårdarna i Norrbotten. Statens Jordbruksförsök. Medd. nr. 90.
2. COCHRAN, W. G. & COX, G. M. 1957. *Experimental Designs*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
3. EIKELAND, H. J. 1943. Forsøk med engvokstrar og engdyrking på Forsøksgarden Voll og på spredde felt i Trøndelag og i Møre og Romsdal i åra 1923-40. Meld. Statens forsøksgård på Voll 1940-41: 12-170.
4. ERICSSON, G. & GENCHEL, M. 1951. Redogörelse för skyddssädesförsök vid anläggning av slåttervall. Statens Jordbruksförsök. Medd. nr. 34.
5. FLOVIK, K. 1955. Høstsåing eller vårsåing ved gjenlegg til eng. Landbr. tidsskr. Norden. nr. 8-9: 173-174.
6. JETNE, M. 1962. Forsøk med atlegg til eng på Statens forsøksgard Voll 1941-1961. Forsk. Fors. Landbr. 13: 329-343.
7. LENDE-NJAA, J. 1921. Nogen engdyrkningsforsøk paa Mæresmyren. Ber. om Det norske Myrselskaps forsøksstasjons 11. og 12. arbeidsaar 1918-1919: 21-25.
8. LUNDBLAD, K. 1937. Anläggning av slåttervall på torvjord. Sv. Mosskulturf. tidskr.: 387-403.
9. LUNDBLAD, K. 1953. Vallanläggningsförsök. Statens Jordbruksförsök. Medd. nr. 46.
10. OPSAHL, B. & RYSSDAL, J. 1966. Forsøk med gjenlegg til eng. Forsk. Fors. Landbr. 17: 33-46.
11. PESTALOZZI, M. 1961. Gjenlegging av eng. Landbr.tidsskr. Norden nr. 6: 188-190.
12. PESTALOZZI, M. 1963. Skal vi så timoteien om høsten? Landbr.tidsskr. Norden. nr. 13: 417-418.
13. RASMUSSEN, F. K. 1932. Gjenlegningsforsøk med og uten dekkvekst. Ber. fra Forsøksgården Vågenes 1931: 8-28.
14. SALOHEIMO, L. 1930. Om såningstiden av vallfrö och användning av skyddssäd. Finska Mosskulturf. årsbok: 84-90.
15. SJØGARD, M. & WEISERT, O. 1936-1939. Gjenlegg med og uten dekkæd. Landbr. tidsskr. Norden: nr. 10. 1936: 123-124. nr. 13. 1937: 138-139. nr. 13. 1938: 158. nr. 11-12. 1939: 114.
16. STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York.
17. STENBERG, M. 1937. Slåttervallar på myrjord i Jämtland. Sv. Mosskulturf. tidskr.: 25-44.
18. SVINHUFVUD, E. G. 1931. Försöksresultat från Finska Mosskulturföreningens försöksstationer 1930. II. Finska Mosskulturf. årsbok: 60-61.
19. VIK, K. 1936. Sammenligning av de fire værkornarter og grønnfôr som oversæd ved gjenlegg til eng. 45. Årsmeld. om Norges Landbrukshøiskoles åkervekstforsøk: 73-81.
20. VIK, K. 1953. Åtte års forsøk med representanter for de fire værkornarter som dekkvekst, sådd med ulike såmengder og gjødslet med stigende mengder salpeter. Forsk. Fors. Landbr. 4: 1-54.
21. VIK, K. 1955. Forsøk med engvekster og engdyrking II. Forsk. Fors. Landbr. 6: 173-318.
22. WITTE, H. 1925. Några försöksresultat rörande innsådd av slåttervall på torvjord med eller utan skyddssäde. Sv. Mosskulturf. tidskr.: 170-177.



I redaksjonen 3. 6. 1967

## FORSØK MED SORTER AV KLASEROSER 1964–66

*Variety Testing of Floribunda and Polyantha Roses, 1964–66*

Av

ARNE LUNDSTAD

### INNHold

	Side
1. Plan og gjennomføring .....	43
2. Værtilhøve, vekst, plantesjukdommer og planteutgang .....	44
3. Resultat .....	44
4. Omtale og vurdering av sortene .....	45
5. Sammendrag .....	52
6. Summary .....	52
7. Litteratur .....	55

### 1. Plan og gjennomføring

Gjennomprøving av klaserosesortimentet tok til i 1952. Resultat fra tidligere forsøk er trykt i 1955 (2), 1956 (3), 1961 (6), 1962 (7), 1964 (8) og 1966 (9).

Forsøket er utført etter samme plan og gjennomført på samme måte som de tidligere nevnte forsøk. Det blei planta 51 nye sorter i forsøket. Til jmføring med de nye sortene blei de fire eldre sortene 'Frau Astrid Späth' (L. SPÄTH 1930), 'Joseph Guy' (A. NONIN 1921), 'Mary' (QUALM 1947) og 'Poulsen's Pink' (S. POULSEN 1939) planta. Sortene blei kjøpt inn fra Danmark, Nederland og Tyskland og innført til landet i november–desember 1963. De var okulert på *Rosa multiflora*. Plantene blei satt ut i Planteskolen på Norges landbrukshøgskole i Ås på ei leirholdig morenejord den 19.–22. mai 1964. Forsøksfeltet hadde ei svak helling mot vest. Ei jordanalyse viste følgende tall: pH 5,4, P-AL 27, K-Al 27 og Mg-AL 12,0. Det blei brukt 100 kg fullgjødsel B pr. dekar årlig.

Fargenamna som er brukt ved omtalen av sortene finnes hos LUNDSTAD (4). Opplysninger om sortene er henta hos JÄGER (1), i MODERN ROSES 6 (10) og i planteskolekataloger. Klaserosenes utvikling er omtalt av LUNDSTAD (5). Nummereringen av sortene i dette forsøket tar til der den siste melding om klaserosesortene slutta. Sortene er stilt sammen i grupper etter blomsterfarge og blomsterstorleik under vurderinga.

## 2. Værtilhøve, vekst, plantesjukdommer og planteutgang

Middeltemperaturen i vekstmånedene mai-oktober var både i 1964 og 1965 under normalen. Nedbøren var i de samme månedene begge år større enn normalt. Utgangen etter utplanting var litt større enn vanlig. På grunn av de låge temperaturene blei veksten hos rosene først tilfredsstillende ut på ettersommeren og høsten. Skadene av plantesjukdommer var ikke så store som vanlig, spesielt ikke av stråleflekk, *Diplocarpon rosae* (Lib.) Wolf, som har gitt store skader på mange sorter i tidligere forsøk. Temperaturene var ventelig for låge for utvikling av stråleflekk. Størst skade var det av mjøldogg, *Sphaerotheca pannosa* (Waldr.) Lévl. Både av rust, *Phragmidium* spp. og purpurflekk, *Sphaceloma rosarum* (Pass.) Jenk., var det bare meget svak skade hos noen få sorter.

Vinteren 1964-65 var lufttemperaturene litt høgere enn normalt, men jordtemperaturene var lågere enn vanlig, og det var få dager med snødekke. Planteutgangen var noe større enn vanlig hos klaserosesorter denne vinteren. I oktober og fram til midten av november 1965 var det meget høge temperaturer. Temperaturene sank deretter meget sterkt i løpet av få døgn. De låge temperaturene holdt seg hele vinteren, og de lågste temperaturene som inn-til nå er målt på Ås (Vollebekk), blei registrert. Snødekket blei også meget djupt denne vinteren. Men da frostskadene på plantene ventelig var skjedd alt før snødekket kom, gav ikke dette tilstrekkelig vern for rosene. Utgangen av planter viste seg å være katastrofal. Hele 87,5 prosent av de plantene som blei talt opp sommeren 1965, gikk ut denne vinteren. Også plantene, unntatt to, av de eldre vinterherdige sorter som var med i forsøket, for jamføring av de nye sortene, gikk ut. Forsøket måtte derfor avsluttes. Det er av denne grunn vanskelig å vurdere hvor vinterherdige de nye sortene er i dette forsøket. Sortene 'Molde' og 'Ruth Leuwerik' hadde flest planter igjen sommeren 1966. Nest etter kom 'Traumland' og deretter 'Emmie Koster' og 'Europeana'.

## 3. Resultat

Blomstermengden er uttrykt ved tall blomster og ved tall dm<sup>2</sup> blomster pr. 10 planter. Tallene som er middeltall for åra 1964 og 1965, er satt opp i tabell 1. Plantehøgder, plantebreder, blomstertvermål, tall kronblad er dessuten satt opp i denne tabell. I tabellen er også registreringen av blomsterfargen etter Horticultural Colour Chart (HCC) tatt med. Tall fra vurderinga av blomsterduft finnes også her. Dessuten er middeltall for vurderinga av plantesjukdommene i de to åra med her. Evna til remontering som er uttrykt ved tall veker med blomster, finnes også i tabell 1.

## 4. Omtale og vurdering av sortene

316. 'Alain Rose' (F. DE FRANKRIJKER 1959). Mutasjon av 'Alain'.

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, livlig rødpurpur, med svak duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget lite skadd av stråleflekk og mjøldogg, og var uten rust og purpurflekk. To planter gikk ut første vinter. Sorten skiller seg ikke så mye ut fra sitt opphav, at det er grunn til å ta den opp i sortimentet.

317. 'Aria' (G. DE RUITER 1957).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada matte. Blomstene er særs store, tettfylte, lyst purpurrøde, med sterk duft.

Plantene blomstra ikke rikt og remonterte heller ikke bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, men meget lite av stråleflekk, og var uten rust og purpurflekk. Halvparten av plantene gikk ut første vinter.

318. 'Baby Sylvia' (FRYERS NURSERIES 1959).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, bleikt purpurrøde, med svak duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei litt skadd av stråleflekk, men var uten andre plantesjukdommer. Seks planter gikk ut første vinter.

319. 'Castanet' (E. S. BOERNER 1960).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt røde, med svak duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget lite skadd av stråleflekk og mjøldogg, og var uten rust og purpurflekk. Alle planter overvintra første vinter.

320. 'Charleston' (F. MEILLAND 1963).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, halvfylte, djupt purpurrøde og lyst gule, med svak duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte meget bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite av stråleflekk og rust, og var uten purpurflekk. Halvparten av plantene gikk ut første vinter.

321. 'Chinatown' (N. POULSEN 1963).

Buskene er særs høge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, tettfylte, strålende gule, med sterk duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte bra. Sorten blei meget lite skadd av stråleflekk og var uten andre plantesjukdommer. Ei plante gikk ut første vinter.

322. 'Cocorico' (A. MEILLAND 1951).

Buskene er særs høge, veksten opprett og blada mattgrøne. Blomstene er særs store, halvfylte, djupt purpurrøde, de mangler duft.

Plantene blomstra særs rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget lite skadd av stråleflekk og mjøldogg, og var uten rust og purpurflekk. Alle planter overvintra første vinter.

## 323. 'Columbine' (S. POULSEN 1956).

Buskene er høge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, meget bleikt gule og meget bleikt røde, med svak duft.

Plantene blomstra særs rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget svakt skadd av stråleflekk, og var helt fri andre plantesjukdommer. To planter gikk ut første vinter.

## 324. 'Carol' (G. M. AMBLING 1953).

Buskene er låge, veksten opprett og blada mattgrøne. Blomstene er særs store, tettfylte, lyst rødpurpur, med svak duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte meget bra. Sorten blei svakt skadd av mjøldogg, meget svakt av stråleflekk, og var uten rust og purpurflekk. Ingen planter gikk ut første vinter.

## 325. 'Coronet' (G. de RUITER 1957).

Buskene er høge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er store, fylte, djupt purpurrøde og mangler duft.

Plantene blomstra lite og remonterte ikke tilfredsstillende. Plantene blei litt skadd av mjøldogg, men var uten andre plantesjukdommer. Halvparten av plantene gikk ut første vinter.

## 326. 'Dacapo' (G. DE RUITER 1960).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada mattgrøne. Blomstene er særs store, fylte, strålende purpurrøde, med svak duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, men var uten andre plantesjukdommer. To planter gikk ut første vinter.

## 327. 'Elysium' (R. KORDES 1961).

Buskene er høge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, tettfylte, lyst røde, med sterk duft.

Plantene blomstra rikt, men remonterte ikke helt tilfredsstillende. Sorten blei meget lite skadd av mjøldogg og rust, og var uten stråleflekk og purpurflekk. To planter gikk ut første vinter.

## 328. 'Emmie Koster' (D. A. KOSTER 1956).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er store, fylte, djupt rødpurpur og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende, men remonterte meget bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite av stråleflekk og purpurflekk og var uten rust. Ei plante gikk ut første vinter.

## 329. 'Europeana' (G. DE RUITER 1963).

Buskene er høge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt purpurrøde og mangler duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte meget bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, men var uten andre plantesjukdommer. Alle planter overvintra første vinter.

## 330. 'Fee' (R. KORDES 1963).

Buskene er låge, veksten opprett og blada mattgrøne. Blomstene er særs store, fylte, strålende røde med svak duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei meget lite skadd av mjøldogg, og var uten andre plantesjukdommer. Tre planter gikk ut første vinter.

331. 'Fire King' (F. MEILLAND 1959).

Buskene er høge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er store, fylte, djupt røde og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende, men remonterte bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, men var uten skade av andre plantesjukdommer. To planter gikk ut første vinter.

332. 'Frohsinn' (M. TANTAU 1961).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, livlig røde med svak duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, men var uten skade av andre plantesjukdommer. Seks planter gikk ut første vinter.

333. 'Garden Party' (ARMSTRONG NURSERIES 1960).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada mattgrøne. Blomstene er særs store, fylte, meget bleikt røde og lyst gule med sterk duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei meget svakt skadd av stråleflekk, og var helt fri andre plantesjukdommer. Ingen planter gikk ut første vinter.

334. 'GARTENZAUBER' (W. KORDES 1961).

Buskene er låge, veksten opprett og blada mattgrøne. Blomstene er særs store, fylte, djupt purpurrøde med svak duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei litt skadd både av stråleflekk og mjøldogg, meget lite av purpurflekk, og var uten rust. Fire planter gikk ut første vinter.

335. 'Heins Erhart' (R. KORDES 1962).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt purpurrøde og mangler duft.

Plantene blomstrå rikt, men remonterte ikke helt bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite både av stråleflekk og rust, og var uten purpurflekk. Ingen planter gikk ut første vinter.

336. 'Henriette Koster' (D. A. KOSTER 1939).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er store, fylte, djupt purpur og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende, men remonterte meget bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite av stråleflekk og var uten både rust og purpurflekk. Ei plante gikk ut første vinter.

337. 'Hurra' (M. TANTAU 1962).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, livlig røde og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra.

Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite av stråleflakk og var uten både rust og purpurflakk. Ei plante gikk ut første vinter.

338. 'Isle of Man' (A. DICKSON 1963).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, halvfylte, livlig purpurøde og sterkt grønlig gule og mangler duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte bra. Sorten blei meget lite skadd av mjøldogg og var uten andre plantesjukdommer. Tre planter gikk ut første vinter.

339. 'John S. Armstrong' (ARMSTRONG NURSERIES 1961).

Buskene er låge, veksten er opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt purpurøde og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite av stråleflakk, og var uten både rust og purpurflakk. To planter gikk ut første vinter.

340. 'Lillan' (J. DE VINK 1958).

Buskene er låge, veksten utbredt, og blada mattgrøne. Blomstene er små, fylte, livlig rødpurpur og mangler duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte meget bra. Sortene blei meget lite skadd av stråleflakk og var helt uten andre plantesjukdommer. Alle planter overlevde første vinter.

341. 'Manja Mourier' (H. C. SWIM 1962).

Buskene er høge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er store, fylte, livlig purpurøde og mangler duft.

Plantene blomstra rikt, men remonterte ikke tilfredsstillende. Sorten blei meget svakt skadd av stråleflakk og mjøldogg, men var uten både rust og purpurflakk. Halvparten av plantene gikk ut første vinter.

342. 'Maurice Chevalier' (G. DELBARD 1960).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt purpurøde med svak duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sortene blei meget svakt skadd av stråleflakk og rust, men var uten både mjøldogg og purpurflakk. Fire planter gikk ut første vinter.

343. 'Maxim' (M. TANTAU 1961).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt røde og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite av stråleflakk, og var uten rust og purpurflakk. To planter gikk ut første vinter.

344. 'Meteor' (R. KORDES 1959).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt røde med svak duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte bra. Sorten blei meget svakt skadd av stråleflakk og mjøldogg, men var uten rust og purpurflakk. Halvparten av plantene gikk ut første vinter.



## 345. 'Miracle' (G. VERBECK 1956).

Buskene er høge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt røde og mangler duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget lite skadd av strålefekk og mjøldogg, men var uten rust og purpurfekk. Tre planter gikk ut første vinter.

## 346. 'Miss Ireland' (S. MCGREDY 1962).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, sterkt røde og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite av strålefekk, og var uten rust og purpurfekk. Tre planter gikk ut første vinter.

## 347. 'Molde' (M. TANTAU 1963).

Buskene er høge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er store, fylte, djupt røde og mangler duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget lite skadd av strålefekk og mjøldogg, og var uten rust og purpurfekk. Alle planter overlevde første vinter.

## 348. 'Mysterium' (R. KORDES 1963).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt rødpurpur og lyst gule og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei litt skadd av strålefekk, meget lite av mjøldogg, og var uten rust og purpurfekk. Fire planter gikk ut første vinter.

## 349. 'Nina Weibull' (S. POULSEN 1962).

Buskene er høge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er store, fylte, djupt rødpurpur og mangler duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget svakt skadd av strålefekk og mjøldogg og var uten rust og purpurfekk. Alle planter overlevde første vinter.

## 350. 'Nordlicht' (R. KORDES 1957).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt purpurrøde og mangler duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget lite skadd av strålefekk og mjøldogg, og var uten rust og purpurfekk. Tre planter gikk ut første vinter.

## 351. 'Orangeade' (S. MCGREDY 1959).

Buskene er høge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, halvfylte, livlig røde og mangler duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte meget bra. Sorten blei lite skadd av strålefekk, meget lite av mjøldogg, og var uten rust og purpurfekk. Ei plante gikk ut første vinter.

## 352. 'Orange Morsdag' (F. J. GROOTENDORST 1956).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er store, fylte, livlig røde og mangler duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget lite skadd av stråleflekk og mjøldogg, og var uten rust og purpurfleck. Alle planter overlevde første vinter.

## 353. 'Paddy McGredy' (S. MCGREDY 1962).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, livlig purpurrøde og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite av stråleflekk og var uten rust og purpurfleck. Seks planter gikk ut første vinter.

## 354. 'Prinzessin Irrlieb' (R. KORDES 1963).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt purpurrøde og mangler duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte bra. Sorten blei litt skadd av stråleflekk, men var uten andre plantesjukdommer. Alle planter overlevde første vinter.

## 355. 'Resolut' (M. TANTAU 1962).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, livlig røde og er uten duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei meget lite skadd av stråleflekk og mjøldogg og var uten andre plantesjukdommer. Alle planter overlevde første vinter.

## 356. 'Rosenelfe' (W. KORDES 1939).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, lyst rødpurpur med svak duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, men var uten andre plantesjukdommer. To planter gikk ut første vinter.

## 357. 'Ruth Leuwerik' (G. DE RUITER 1960).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er store, fylte, djupt purpurrøde og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei ganske sterkt skadd av mjøldogg, men var uten andre plantesjukdommer. To planter gikk ut første vinter.

## 358. 'Sarabande' (F. MEILLAND 1957).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er store, enkle, djupt røde og mangler duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte bra. Sorten var uten skade av noen plantesjukdommer. To planter gikk ut første vinter.

## 359. 'Tom Tom' (R. A. LINDQUIST 1957).

Buskene er høge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, sterkt purpurrøde og mangler duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte bra. Sorten blei litt skadd av mjøldogg, meget lite av rust og var uten stråleflekk og purpurflekk. Ei plante gikk ut første vinter.

360. 'Toni Lander' (S. POULSEN 1958).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, halvfylte, djupt røde og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende, men remonterte bra. Sorten blei meget lite skadd av rust og mjøldogg, og var uten stråleflekk og purpurflekk. Seks planter gikk ut første vinter.

361. 'Traumland' (M. TANTAU 1958).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, halvfylte, lyst røde med svak duft.

Plantene blomstra meget rikt og remonterte bra. Sorten blei litt skadd av stråleflekk, meget lite av rust, og var uten både mjøldogg og purpurflekk. Alle planter overlevde første vinter.

362. 'Vagabonde' (L. LENS 1962).

Buskene er låge, veksten opprett og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt rødoransje med svak duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende og remonterte heller ikke bra. Sorten blei meget svakt skadd av stråleflekk, men var uten andre plantesjukdommer. Sju planter gikk ut første vinter.

363. 'Valeta' (G. DE RUITER 1960).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er store, fylte, djupt røde med svak duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende, men remonterte bra. Sorten blei ganske sterkt skadd av mjøldogg, meget svakt av stråleflekk og purpurflekk, men var uten rust. Ei plante gikk ut første vinter.

364. 'Vaterdag' (M. TANTAU 1959).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er store, fylte, strålende røde og mangler duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte meget bra. Sorten blei ikke skadd av noen plantesjukdommer. To planter gikk ut første vinter.

365. 'Vesuvius' (VILMORIN-ANDRIEUX 1963).

Buskene er høge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, fylte, djupt røde og mangler duft.

Plantene blomstra ikke tilfredsstillende, men remonterte bra. Sorten blei ikke skadd av noen plantesjukdommer. Seks planter gikk ut første vinter.

366. 'Zambra' (F. MEILLAND 1961).

Buskene er låge, veksten utbredt og blada blanke. Blomstene er særs store, halvfylte, livlig rødoransje med svak duft.

Plantene blomstra rikt og remonterte meget bra. Sorten blei meget lite skadd av mjøldogg og var uten andre plantesjukdommer. Halvparten av plantene gikk ut første vinter.

## 5. Sammendrag

Meldinga omtaler et sortsforsøk med klaseroser lagt ut våren 1964 i Planteskolen, Norges landbrukshøgskole i Ås. Det var 51 nye sorter med i forsøket. Disse nye sortene blei jamført med de eldre sortene: 'Frau Astrid Späth', 'Joseph Guy', 'Mary' og 'Poulsen's Pink'. Forsøket lå på ei leirholdig morenejord med svak helling mot vest. Temperaturen i veksttida var både i 1964 og 1965 under normalen. Nedbøren var en femtedel mer enn normalt i veksttida begge år. Værtilhøva for vekst og blomstring var derfor ikke tilfredsstillende noen av åra. I den første overvintringsperioden var temperaturen om lag normal, men snødekket var tynt og varte bare en del av vinteren. Utgangen av planter var større enn vanlig denne vinteren. Den andre vinteren hadde vi de lågeste temperaturer som noen gang er målt på Ås. Snødekket var rett nok tjukt, men planteutgangen var likevel så stor at forsøket måtte avsluttes.

Sortene er gitt en omtale på grunnlag av målinger og observasjoner utført i forsøksåra. Resultat fra målinger av planter og blomster er satt opp i tabell 1. Her finnes også uttrykk fra registreringa av blomsterfargene etter HCC, og vurderinga av blomsterduft og plantesjukdommer. Tall blomster, dm<sup>2</sup> blomster og tall veker med blomster er middeltall for ti planter i to år. Evnen til remontering er uttrykt ved tall veker med blomster i middel for begge år.

Sortene er vurdert, og det er gitt en kritikk av dem. Etter denne vurdering blir det på grunnlag av forsøket tilrådd følgende sorter for dyrking: 'Chinatown', 'Europeana', 'Molde', 'Nina Weibull', 'Tom Tom' og 'Traumland'.

## 6. Summary

This paper describes an experiment with varieties of Floribunda and Polyantha Roses, started at the Agricultural College of Norway in the spring 1964. The experiment included 51 varieties. These new varieties were compared with the following older varieties: 'Frau Astrid Späth', 'Joseph Guy', 'Mary' and 'Poulsen's Pink'. The roses were planted in sandy loam. The temperature in the growing season was in 1964 and 1965 below the "normal" (30 years average). The rainfall was above average in the same months both years. Weather conditions therefore were not favourable for growth and blossoming in the two test years. The mean temperature in the winter 1964-65 was about the normal, but the snow-cover was rather light. The plant loss this winter was greater than usual. The winter 1965/1966 very low temperatures were measured at this station. The plant loss was about 85 per cent this winter.

Results of the experiments are summarized in table 1. Dm<sup>2</sup> flower is number of flowers multiplied by the area of each flower. The flowering period is given as number of weeks with more than one flower per plant. Of the varieties tested in this experiment the following six are recommended: 'Chinatown', 'Europeana', 'Molde', 'Nina Weibull', 'Tom Tom' and 'Traumland'.

Tabell 1. Blomstermengder, målinger av blomster og planter, og vurdering av plantesjukdommer.  
 Table 1. Flower multitude, measurements of flowers and plants and evaluations of plant diseases.

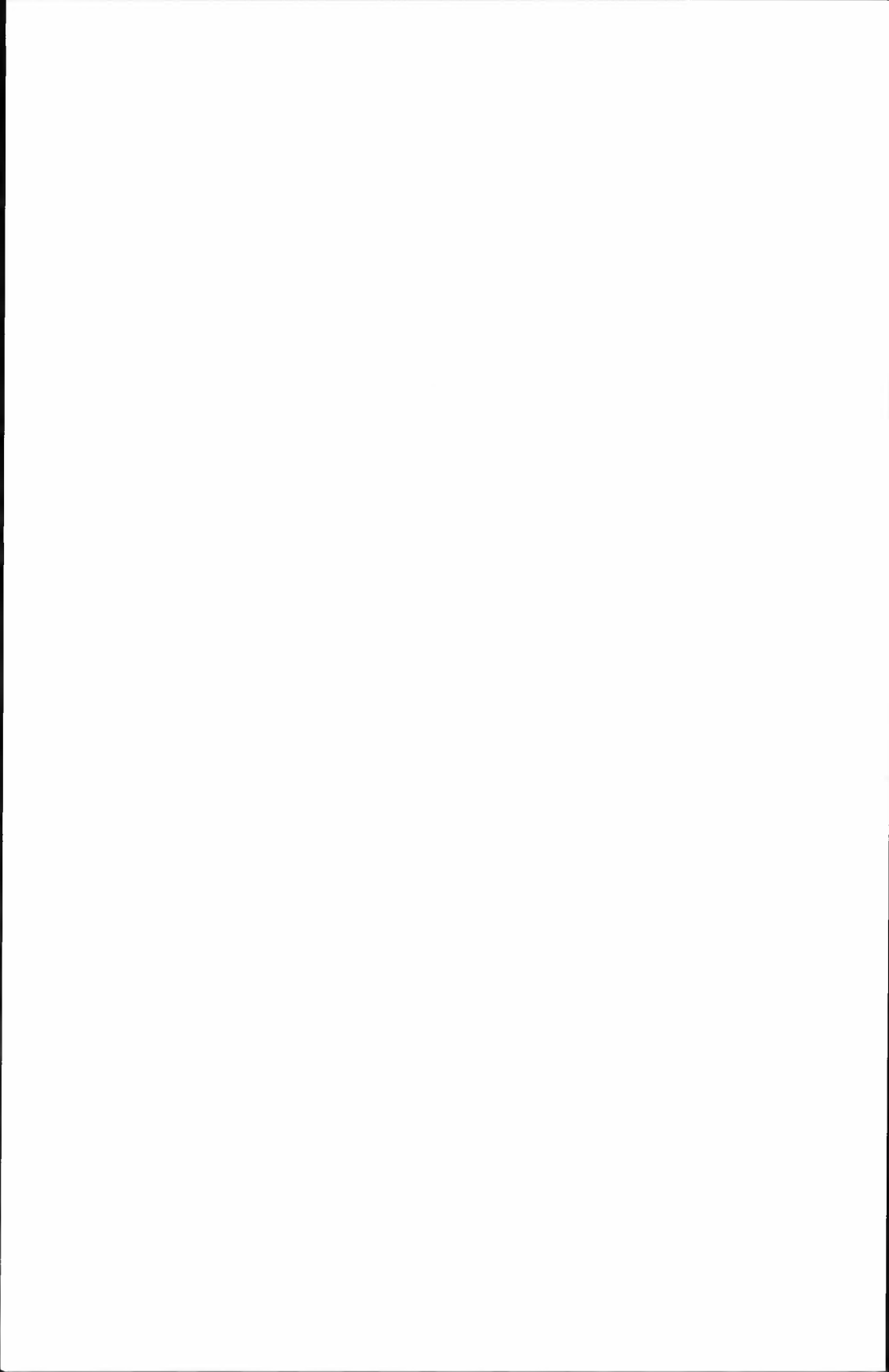
	Blomster Flowers						Planter i cm Plant size in cm			Plantesjukdommer Plant diseases			
	Tall Num- ber	dm <sup>2</sup> dm <sup>2</sup>	Blomstringstid veker Flower period weeks	Tall kronblad Number petals	cm tverrmål Diameter in cm	Farge HCC Color HCC	Duft Odor	Høide Height	Bredde Width	Stråle- fleck Black spot	Rust Rust	Mjøl- dogg Mil- dew	Purpur- fleck Anthrax- nose
316. 'Alain Rose'	1283	644	13	20	8,0	724/2	+	55	63	0,5	0	0,5	0
317. 'Aria'	282	159	10	54	8,5	621/1	+	46	35	0,5	0	1,0	0
318. 'Baby Sylvia'	297	188	11	24	9,0	621/2	+	57	50	1,0	0	0	0
319. 'Castanet'	474	301	13	37	9,0	819/3	+	49	38	0,5	0	0,5	0
320. 'Charleston'	477	338	13	13	9,5	821/1-2/2	+	51	41	0,5	0,5	1,0	0
321. 'Chinatown'	259	246	12	52	11,0	603	+	88	65	0,5	0	0	0
322. 'Cocorio'	1453	924	15	10	9,0	822/1	0	81	58	0,5	0	0,5	0
323. 'Columbine'	358	340	13	30	11,0	503/2-520/2	+	68	61	0,5	0	0	0
324. 'Carol'	431	274	13	41	9,0	25/2	+	48	34	0,5	0	1,0	0
325. 'Coronet'	372	123	11	37	6,5	822	0	64	35	0	0	1,0	0
326. 'Dacapo'	415	294	11	26	9,5	621	+	55	51	0	0	1,0	0
327. 'Elysium'	254	241	10	40	11,0	620/1	+	71	43	0	0,5	0	0
328. 'Emmie Koster'	926	182	13	33	5,0	724	0	39	34	0,5	0	1,0	0,5
329. 'Europeana'	772	438	14	20	8,5	822/1	0	62	65	0	0	1,0	0
330. 'Fee'	111	71	4	30	9,0	620	+	53	34	0	0	0,5	0
331. 'Fire King'	497	191	12	28	7,0	719	0	71	59	0	0	1,0	0
332. 'Frohinn'	210	199	6	33	11,0	18	+	54	40	0	0	1,0	0
333. 'Garden Party'	105	139	4	27	13,0	619/3-3/1	+	46	40	0,5	0	0	0
334. 'Gartenzauber'	67	47	5	23	9,5	821/3	+	37	30	1,0	0	1,0	0,5
335. 'Hem Erhart'	218	207	10	21	11,0	821	0	56	37	0,5	0,5	1,0	0
336. 'Henriette Koster'	869	171	14	25	5,0	727	0	38	35	0,5	0	1,0	0
337. 'Hurra'	256	181	9	27	9,5	719/2	0	55	38	0,5	0	1,0	0
338. 'Isle of Man'	464	364	12	16	10,0	1/1-21	0	55	43	0	0	0,5	0
339. 'John S. Armstrong'	84	48	4	33	8,5	821	0	48	38	0,5	0	1,0	0
340. 'Lillan'	2173	209	15	27	3,5	26	0	22	21	0,5	0	0	0
341. 'Manja Mourier'	325	281	7	24	11,5	22	0	70	53	0,5	0	0,5	0
342. 'Maurice Chevalier'	143	136	5	24	11,0	722	+	50	31	0,5	0,5	0	0

Tabell 1 forts. (Table 1 continued).

	Blomster Flowers				Plantar i cm Plant size in cm			Plantesjukdommer Plant diseases					
	Tall Num- ber	dm <sup>2</sup> dm <sup>2</sup>	Blomstringstid veker Flower period weeks	Tall kronblad Number petals	cm tverrmål Diameter in cm	Farge HCC Color HCC	Duft Odor	Hogde Height	Breidde Width	Siråle- flekk Black spot	Rust Rust	Mjøl- dogg Mil- dew	Purrur- flekk Anthrac- nose
343. 'Maxim'	152	86	6	28	8,5	719/1	0	43	34	0,5	0	1,0	0
344. 'Meteor'	559	355	12	39	9,0	719/1	+	44	39	0,5	0	0,5	0
345. 'Miracle'	403	229	13	28	8,5	719/1		66	53	0,5	0	0,5	0
346. 'Miss Ireland'	131	93	5	27	9,5	20/1	0	48	44	0,5	0	1,0	0
347. 'Molde'	595	263	13	23	7,5	820/1	0	65	51	0,5	0	0,5	0
348. 'Mysterium'	106	92	8	30	10,5	724-2/2	0	47	26	1,0	0	0,5	0
349. 'Nina Weibull'	1064	470	14	26	7,5	724	0	72	53	0,5	0	0,5	0
350. 'Nordlicht'	432	306	14	20	9,5	821/1	0	47	47	0,5	0	0,5	0
351. 'Orangeade'	584	371	13	10	9,0	18	0	60	54	1,0	0	0,5	0
352. 'Orange Morsdag'	1159	227	15	31	5,0	719/3	0	39	33	0,5	0	0,5	0
353. 'Paddy McGredy'	188	120	8	30	9,0	22	0	40	39	0,5	0	1,0	0
354. 'Prinzessin Irribel'	416	209	12	24	8,0	821/1	0	55	40	0	0	1,0	0
355. 'Resolut'	154	121	8	30	10,0	719/3	0	53	42	0,5	0	0,5	0
356. 'Rosenelfe'	308	218	11	27	9,5	24/2	+	55	38	0	0	1,0	0
357. 'Ruth Leuwerik'	451	173	10	20	7,0	822	0	43	40	0	0	1,5	0
358. 'Sarabande'	735	325	12	6	7,5	719	0	51	55	0	0	0	0
359. 'Tom Tom'	465	296	10	28	9,0	22/1	0	64	47	0	0	1,0	0
360. 'Toni Lander'	328	186	11	18	8,5	719/1	0	53	41	0	0	0,5	0
361. 'Traumlund'	1066	605	12	17	8,5	620/1	+	40	38	1,0	0	0,5	0
362. 'Vagabonde'	169	133	6	24	10,0	717/1	+	51	32	0,5	0	0	0
363. 'Valeta'	380	126	11	38	6,5	819	+	56	48	0,5	0	1,5	0,5
364. 'Vaterdag'	1200	236	13	39	5,0	19	0	41	40	0	0	0	0
365. 'Vesuvius'	310	197	12	33	9,0	820/1	0	61	52	0	0	0	0
366. 'Zambra'	579	291	14	11	8,0	16	+	51	52	0	0	0,5	0
21. 'Frau Astrid Späth'	942	266	14	19	6,0	25/2	+	46	39	0,5	0	0,5	0
32. 'Joseph Guy'	1312	371	13	22	6,0	25	+	51	49	0,5	0	0,5	0
41. 'Mary'	1743	219	14	26	4,0	20/1	+	62	63	0	0	1,0	0
51. 'Poulsen's Pink'	1406	466	14	22	6,5	24/3	+	62	48	1,0	0	1,0	0

## 7. Litteratur

1. JÄGER, AUGUST, 1960. Rosenlexikon. Leipzig, pp. 768.
2. LUNDSTAD, ARNE, 1955. Forsøk med sorter av klaseroser I. Forskning og forsøk i landbruket 6: 337-57.
3. — 1956. Forsøk med sorter av klaseroser II. Ibid. 7: 441-57.
4. — 1957. Et enklere blomsterfargespråk. Årsskrift for planteskole drift og dendrologi 4: 41-50.
5. — 1958. Roser. Annen utgave. Grøndahl & Søns Forlag, Oslo. pp. 243.
6. — 1961. Planteutgangen hos 118 klaserosesorter gjennom 6 år. Årsskrift for planteskole drift og dendrologi 6-7: 77-90.
7. — 1962. Forsøk med sorter av klaseroser 1954-60. Forskning og forsøk i landbruket 13: 209-21.
8. — 1964. Forsøk med sorter av klaseroser 1955-60. Ibid. 15: 89-108.
9. — 1966. Forsøk med sorter av klaseroser 1964-66. Ibid. 17: 309-23.
10. *The McFarland Company*. 1965. *Modern Roses* 6. Harrisburg, Penn. pp. XVII + 497.





I redaksjonen 21. 1. 1967

## FORSØK MED SORTER AV FÔRBETER 1962-1965

*Variety Trials with Fodder Beets 1962-1965*

AV  
HENNING SVADS

### INNHold

	Side
Oversikt over forsøksmaterialet .....	57
Været i forsøksperioden .....	60
Forsøksresultater .....	60
Gjennomsnittresultater for alle forsøk .....	60
Sortenes avling ved ulike vekstvilkår .....	63
Sorter som ikke har vært med i alle forsøk .....	63
Sortenes lagringsevne .....	64
Sammendrag og tilråding .....	64
Summary .....	65
Litteratur .....	66

### Oversikt over forsøksmaterialet

Forsøk med sorter av fôrbeter (lågprosentige fôrbeter, fôrsukkerbeter og sukkerbeter til fôr) ble satt i gang i 1962 etter felles plan vedtatt av Rådet for jordbruksforsk. Forfatteren har vært seriens ordfører, og fikk i oppdrag å bearbeide forsøksmaterialene og skrive meldinga.

Forsøka startet med 30 sorter, hvorav 27 var danske, 2 svenske og 1 nederlandsk. Noen sorter ble tatt ut i løpet av forsøksperioden, samtidig som noen få ble tatt inn til prøving de siste åra. I alt ble det lagt ut 20 felter i de fire åra, men fire ble ødelagt. Denne meldinga behandler resultater for 20 sorter som har vært med på 16 felter (tabell 3). De sortene som er prøvd på et mindre antall felter, er omtalt i et eget avsnitt i meldinga.

Alle felter er lagt ut etter lattice planer, og antall gjentak har vekslet mellom 2 og 3.

Tabell 1. *Betesorter 1962-1965. Opplysninger om de enkelte forsøk.*

År	Forsøks- sted	Jordart	Førgrode	Husdyr- gjødsel tonn pr. dekar	Gjødsel- vann, hl pr. dekar	Handelsgjødsel kg pr. dekar					Sædd	Høstet	Antall gjentak
						N	P	K	Mg	S			
1962	Forus	Sandh. moldjord	Vårkveite	3,5	—	25,7	5,6	20,5	—	—	3/5	6/11	2
	Kalnes	Sand- og moldrik leire	Poteter	4,0	—	17,6	4,3	13,5	—	—	28/5	11/10	2
	Landvik	Sandbl. myrjord	Førmargkål	—	15	39,4	11,0	30,0	2,4	3,2	4/5	3/10	2
	Vollebekk	Moldh. moreneleire	Korn	—	—	20,0	6,1	16,5	1,3	1,8	30/5	23/10	2
1963	Forus	Sandh. moldjord	Korn	3,0	15	24,4	5,9	16,4	—	—	24/5	28/10	3
	Kalnes	Midd. stiv leire	Korn	6,0	—	31,8	10,7	28,8	1,3	1,8	29/5	17/10	3
	Møystad	Leirh. morene	Havre	—	—	11,3	4,8	16,4	—	—	13/5	10/10	3
	Vollebekk	Midd. stiv leire	Korn	—	—	20,0	6,1	16,5	1,3	1,8	31/5	10/10	3
1964	Forus	Sandh. moldjord	Korn	—	13	24,5	—	16,4	—	—	24/4	2/11	2
	Kalnes	Moldrik fin sand	Korn	6,0	—	20,1	6,5	16,4	—	—	16/5	15/10	2
	Møystad	Leirh. morene	Havre	—	—	13,8	6,0	17,4	1,4	9,0	15/5	9/10	2
	Vollebekk	Midd. stiv leire	Grønnf.vekster	—	—	25,0	8,3	22,5	1,8	2,4	14/5	22/10	2
1965	Kalnes	Midd. stiv leire	3. års eng	7,0	—	15,0	5,2	12,3	—	—	12/5	8/11	3
	Møystad	Leirh. morene	Havre	—	—	12,4	4,4	10,3	—	—	7/5	12/10	2
	Særheim	Sandh. moldjord	Havre	3,0	30	34,1	17,6	15,0	1,8	2,4	28/4	5/11	3
	Vollebekk	Midd. stiv leire	3. års eng	—	—	25,0	8,3	22,5	1,8	2,4	3/5	13/10	3

Tabell 2. *Betesorter 1962-1965. Gjennomsnitt for 20 felles sorter.*

Ar	Forsøkssted	Høstehøstetare m <sup>2</sup>	Radavstand cm	Tynningsavst. cm	Rot- tørrstoff kg/dekar	Blad kg/dekar	% tørrstoff i rotter	% sprang	% stokk- løpere	% vaskesvinn	Antall rotter pr. dekar	Middelfeil i % av gjennomsnittet for alle sorter	
												Rot	Blad
1962	Forus	16,8	60	25	724	2960	20,6	1,6	3,1	5,7	6511	6,56	8,26
	Kalnes	10,8	60	25	644	4420	19,4	2,4	—	2,4	5940	6,69	6,54
	Landvik	12,0	60	25	789	5510	16,4	1,4	2,8	—	6563	4,68	6,42
	Vollebekk	13,2	60	25	632	4250	18,8	8,5	0,4	6,3	5450	8,78	9,93
1963	Forus	13,5	60	25	519	1440	21,6	1,7	0,1	7,7	6407	7,90	10,08
	Kalnes	13,2	60	25	639	3710	17,6	5,7	—	7,9	4962	9,39	8,30
	Møystad	12,0	60	25	880	3510	19,1	—	0,6	—	6317	2,68	6,67
	Vollebekk	13,2	60	25	596	3520	17,8	6,1	0,2	7,6	5636	5,94	4,96
1964	Forus	10,8	60	25	650	2790	18,9	3,7	6,6	6,4	6232	9,84	14,90
	Kalnes	12,0	60	25	763	6350	14,9	1,0	—	6,7	4513	8,52	8,08
	Møystad	12,0	60	25	782	4570	18,6	—	0,5	—	6667	4,10	4,25
	Vollebekk	12,6	60	25	740	4470	16,8	4,6	0,8	14,5	5897	9,05	8,88
1965	Kalnes	10,8	60	25	669	4470	15,8	12,3	0,4	5,2	5696	6,37	6,34
	Møystad	12,0	60	25	726	4100	18,3	2,3	1,8	—	6544	3,24	5,62
	Særheim	9,6	60	25	831	4650	16,1	—	7,6	—	6442	4,97	5,39
	Vollebekk	13,2	60	25	593	3290	17,8	6,7	1,0	3,6	6004	7,50	5,38

Denne forsøksserien har gått parallelt med en tilsvarende serie i Danmark, og det danske statsforsøksvesen har skaffet frø av de danske sortene til forsøket i Norge. Seksten felles sorter har vært med på samtlige felter i de to land i de fire åra.

Resultater for den danske forsøksserie er publisert i 786. meddelelse fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur (1n). Ti sorter ble der godkjent som dyrkingsverdige og fikk rett til å tilføye S 65 til sortsnavnet.

En fullstendig oversikt over alle felter er gitt i tabell 1 og 2. Tabellene omfatter opplysninger om forsøka og feltgjennomsnitt for alle observasjoner som er utført.

### Været i forsøksperioden

Sommeren 1962 var meget kjølig. Alle måneder i perioden mai–september hadde til dels betydelig lågere middeltemperatur enn normalt, og dette gjelder alle forsøkssteder. Veksttida var også regnrik. Juni måned var imidlertid tørr på Sør-Østlandet, mens juli hadde underskudd av regn på Sør-Vestlandet. Ved alle stasjoner kom det store nedbørmengder i august, mens det i september kom mindre regn enn normalt.

Middeltemperaturen for veksttida i 1963 er nær det normale ved alle stasjoner. Måneds–middeltemperaturen viser likevel til dels store avvik fra normalen. April var kjølig, mens temperaturen i mai måned nærmest var normal, men med store nedbørmengder. Juni måned var imidlertid varm og tørr. Den samme værtype fortsatte på Sør-Østlandet i juli, mens Sør-Vestlandet hadde noe mer nedbør. Ved alle stasjoner kom det mye regn i august måned, og også i september var nedbørmengden større enn normalt.

Sør-Østlandet hadde varmt, tørt vær i april og mai måned i 1964, mens det på Sør-Vestlandet var nærmest normale værforhold. Kjøligere og større nedbørmengder enn normalt preget været på Sør-Østlandet i juni. Den samme værtype fortsatte i juli, august og september, men nedbøren var noe mindre enn normalt. Særlig var august måned nedbørfattig. På Sør-Vestlandet kom det mye regn i juli, august og september, og temperaturen i de samme måneder var lågere enn normalt.

Sommeren 1965 var meget kjølig. Middeltemperaturen for alle måneder i perioden mai–august var atskillig lågere enn normalt ved alle stasjoner, mens september var noe varmere. Det kom også mer regn enn normalt ved alle stasjoner. Juli måned var imidlertid nedbørfattig på Sør-Vestlandet. Svært store nedbørmengder hadde Ås i september.

Klimadata er brukt ved beregninger som er omtalt seinere i denne meldinga.

### Forsøksresultater

#### *Gjennomsnittsresultater for alle forsøk*

Gjennomsnittstall for avling og andre egenskaper for de 20 sortene som har vært med i alle 16 forsøk, er gitt i tabell 3. Sortene er satt opp i rekkefølge etter den avling de har gitt av tørrstoff i alt (rottørrstoff + 60 % blad-tørrstoff). I nederste linje i tabellen er dessuten ført opp den minste forskjell som må til mellom to sorter for at denne tilnærmet skal kunne regnes som signifikant.

Tabell 3. *Avling og andre egenskaper for 20 betesorter.  
Gjennomsnitt av 16 forsøk.*

Sorter	Type <sup>1</sup>	Kg pr. dekar			Prosent				
		Tørrstoff i rot	Blad	Tørrstoff i alt <sup>2</sup>	Tørrstoff i rot	Tørrstoff i blad (6)	Vaske- svinn (11)	Stokk- løpere (13)	Sprukne (5)
Pajbjerg Rex P S 65 . .	Fs	728	4540	1016	19,8	10,6	9,1	1,5	2,7
Pajbjerg Gul Triploid .	Fs	744	4160	995	17,6	10,1	6,2	3,1	1,4
Hvid Dæhnfeldt S 65 . .	Fs	699	4260	980	19,3	11,0	6,6	1,3	0,9
Pajbjerg Korsroe P S 65	Fs	744	3980	978	17,4	9,8	7,1	1,2	1,7
Hvid Triploid . . . . .	Fs	678	4380	977	20,9	11,4	9,3	1,3	4,0
Gul Dæno . . . . .	Fs	710	4160	975	17,3	10,6	5,8	1,7	1,0
Gul Dæno P S 65 . . . . .	Fs	735	3780	971	17,4	10,4	5,8	0,2	2,1
Taca Trifolium S 65 . . .	Fs	733	3980	970	17,2	9,9	5,6	2,5	2,1
Pajbjerg Rex, ny elite .	Fs	694	4240	969	19,4	10,8	10,5	0,7	2,4
Hvid Gimsing . . . . .	Fs	715	4070	962	16,2	10,1	6,5	4,9	1,6
Hvid Øtofte S 65 . . . . .	Fs	701	3870	959	20,2	11,1	7,5	1,1	2,7
Hunsballe Alba S 65 . . .	Fs	699	3940	946	17,9	10,4	7,1	2,2	2,1
Pajbjerg Ideal P S 65 . .	F	704	3740	935	16,1	10,3	5,6	3,3	2,3
Hunsballe Vega . . . . .	Fs	679	3990	925	17,0	10,3	5,6	2,1	2,0
Rød Triploid . . . . .	Fs	677	3890	920	18,5	10,4	6,9	0,3	1,1
Gul Øtofte . . . . .	Fs	653	4040	919	19,2	11,0	6,4	3,0	1,5
Gul Trifolium, elite 2 . .	Fs	674	3850	915	17,0	10,4	6,4	2,6	1,1
Rød Øtofte S 65 . . . . .	Fs	662	3920	913	19,7	10,7	7,3	1,7	1,3
Hunsballe Mira . . . . .	F	673	3800	897	15,5	9,8	4,6	2,0	1,2
Øtofte Nova . . . . .	F	668	3440	883	16,9	10,4	4,4	2,3	0,9
Gjennomsnitt . . . . .		699	4002	950	18,0	10,5	6,7	2,0	1,8
Minste signifikante forskjell (5 %) . . . . .		36	222	47	0,3	0,6	1,7	1,4	1,7

<sup>1</sup> Fs = førsukkerbeter, F = førbeter.

<sup>2</sup> Tørrstoff i rot + tørrstoff i 60 % av blad.

Tall i klammer i de fire siste kolonner viser felttall.

I tabellen har 9 sorter fått tilføyet S 65 til sortsnavnet. Disse er godkjent og anbefalt til dyrking i Danmark. Enkelte sorter som ikke anbefales i Danmark, har imidlertid gitt store avlinger i de norske forsøka. Men da det blir vanskelig å skaffe frø av disse, er den videre omtale av forsøksmaterialene begrenset til sorter som er godkjent i Danmark.

Pajbjerg Korsroe P gir størst tørrstoffavling i rot. Store avlinger har også Gul Dæno P, Taca Trifolium og Pajbjerg Rex P. Forskjellene mellom disse fire sortene er ikke statistisk sikre. Nærmest disse følger Pajbjerg Ideal P, Hvid Øtofte, Hvid Dæhnfeldt og Hunsballe Alba som alle har signifikant mindre avling enn Pajbjerg Korsroe P. Minst avling av de godkjente sortene har Rød Øtofte.

Rekkefølgen mellom sortene i avling av rottørrstoff er ikke den samme som i de danske forsøk. Korrelasjonen mellom sortenes avling i de danske og norske forsøk er svak, ( $r = +0,40$ ,  $P > 0,05$ ).

I bladavling er det store forskjeller mellom sortene. Pajbjerg Rex P er den bladrikeste sorten. Også Hvid Dæhnfeldt har gitt større bladavling enn

de andre sortene. Minst bladavling har Pajbjerg Ideal P. Korrelasjonen mellom bladavling for de enkelte sortene i de to lands forsøk, er positiv og signifikant, ( $r = 0,66$ ,  $P < 0,01$ ).

I betær utgjør bladavlingen en ganske stor del av totalavlingen, og er derfor av vesentlig interesse. Det er her regnet med 60 prosent av tørrstoffet i bladene, fordi en ikke får full utnytting av disse i fôringen og fordi fôrverdien er mindre enn for tørrstoff i rot. Da sortene har meget ulike bladavlinger, medfører det en forrykning i rekkefølgen når det gjelder *samlet* tørrstoffavling. Endringen i rekkefølge er imidlertid ikke større enn at de samme fire sortene har gitt størst avling enten en regner med tørrstoff i rot eller samlet tørrstoffavling.

Størst *samlet tørrstoffavling* har Pajbjerg Rex P, men det er ikke statistisk sikker forskjell mellom denne og Hvid Dæhnfeldt, Pajbjerg Korsroe P, Gul Dæno P og Taca Trifolium. Nærmest disse følger Hvid Øtofte, Hunsballe Alba og Pajbjerg Ideal P som alle har gitt signifikant mindre avling enn Pajbjerg Rex P. Avgjort minst avling har Rød Øtofte.

For tørrstoffavling i alt er det langt bedre sammenheng mellom 16 felles sorter i de danske og norske forsøk enn for rottørrstoffavling, idet  $r = + 0,77$  ( $P < 0,01$ ).

*Tørrstoffprosent i rot* er bestemt med stor nøyaktighet, og en forskjell på 0,3 prosent mellom to sorter kan regnes som reell. Av de 9 anbefalte sortene i Danmark har Hvid Øtofte høyest tørrstoffprosent. Deretter følger Pajbjerg Rex P, Rød Øtofte og Hvid Dæhnfeldt, alle med over 19,0 prosent tørrstoff. Pajbjerg Korsroe P, Gul Dæno P, Taca Trifolium og Hunsballe Alba danner en gruppe sorter med tørrstoffinnhold mellom 17,0 og 18,0 prosent. Minst tørrstoffinnhold har Pajbjerg Ideal P med ca. 16,0 prosent.

*Tørrstoffprosent i blad* viser ikke på langt nær så store variasjoner som i rot. Likevel er det reelle forskjeller mellom flere sorter. Det er en ganske sterk sammenheng mellom tørrstoffprosent i rot og blad ( $r = + 0,81$ ,  $P < 0,01$ ).

Tørrstoffprosentene for både rot og blad viser god overensstemmelse i de danske og norske forsøk for 16 felles sorter ( $r = + 0,95$  og  $r = + 0,86$  for henholdsvis rot og blad). Tørrstoffprosenten i rot ligger høyere i de norske enn i de danske forsøka. Dette har også vært tilfelle i tidligere serier (2).

*Vaskesvinn* brukes som uttrykk for hvor mye jord som følger med røttene ved høsting. Dessuten forteller det hvor fast røttene sitter i jorda. Gjennomsnittstallene for 11 forsøk i tabell 3 viser forholdsvis store skilnader mellom sortene i denne egenskap. Som i tidligere forsøk med betesorter (2) er det en viss sammenheng mellom tørrstoffprosent i rot og vaskesvinn, slik at sorter med stort tørrstoffinnhold har høgt vaskesvinn og omvendt ( $r = + 0,76$ ). Pajbjerg Korsroe P danner for så vidt et unntak ved at den, trass i middels tørrstoffprosent, har stort vaskesvinn.

I de danske forsøk er røttenes glatthet bedømt etter en skala fra 0–10, hvor 10 er uttrykk for de glatteste røtter (1). Korrelasjonen mellom vaskesvinn i norske forsøk og de danske tall for røttenes glatthet, viser en ganske god overensstemmelse, ( $r = + 0,80$ ,  $P < 0,01$ ). Også i forrige serie med betær var dette tilfelle (2).

*Prosent stokkløpere* er i gjennomsnitt for alle forsøk liten. Likevel kan disse forskjeller mellom sortene i motstandsevne mot stokkløping bety noe under ugunstige vilkår. Pajbjerg Ideal P ser ut til å være svakere mot stokkløping enn de andre sortene, mens Gul Dæno P er meget sterk.

Tallene for stokkløping viser ganske god overensstemmelse i de danske og norske forsøk for de sortene som er felles ( $r = +0,75$ ,  $P < 0,01$ ).

*Prosent sprukne røtter* som er oppført i tabellen, gjelder også stygge og kantete røtter. Det er reelle forskjeller mellom sortene, og Pajbjerg Rex P og Hvid Øtofte har de høyeste prosenttall for denne egenskap.

### *Sortenes avling ved ulike vekstvilkår*

#### Sortenes avling på ulike steder

Beregninger antyder at enkelte sorter reagerer forskjellig på vekstforholdene på ulike steder. En nærmere analyse viser at dette beror på en forskjell mellom Kalnes og de øvrige forsøksstedene. Det er imidlertid grunn til å tro at samspillet skyldes andre forhold enn det som vanlig regnes til vekstfaktorene. I dette tilfellet har en særlig festet seg ved den store sprangprosent som feltene på Kalnes har hatt i 1964 og 1965. Det er derfor ikke lagt noen vekt på det samspill sort  $\times$  sted som er antydning, da det kan skyldes spesielle forhold eller feil. Dette bekreftes også av at det ikke finnes antydning til samspill sort  $\times$  sted ved sammenligning mellom steder med atskillig større klimatiske ulikheter. Da sortene således ikke viser forskjellig reaksjon på de andre stedene, vil derfor gjennomsnittstallene for alle forsøk i tabell 3 gi det beste uttrykk for sortenes verdi.

#### Sortenes avling ved varierende nedbør og temperatur

Korrelasjonsberegninger viser at betene reagerer negativt på store nedbørmengder. Det er i dette materialet funnet en nedgang i tørrstoffavling på ca. 0,7 kg tørrstoff for hver mm nedbøren øker. Den gjennomsnittlige nedbør for alle steder var ca. 260 mm i august–september. Dette er i samsvar med VIK (3), som fant at nedbørmengder over ca. 230 mm i de samme måneder ga mindre tørrstoffavlinger for beten.

Det er i dette materialet liten eller ingen sammenheng mellom beten avlingene og klimafaktorene veksttid, temperatur i veksttiden og varmesum. Dette skyldes nok for store nedbørmengder og den negative virkning av disse, særlig i slutten av vekstperioden.

### *Sorter som ikke har vært med i alle forsøk*

I denne serien har det vært prøvd 36 sorter i alt. Av disse har 20 vært med i alle forsøk, mens de øvrige sortene har vært prøvd på færre felter.

Enkelte sorter som var med i forsøka fra seriens start, ble tatt ut etter ett eller to år fordi de ikke kunne konkurrere. Etter første året ble således Weibulls Åring, Svalöfs Solid og Capax fra Cebeco kassert. Etter to års forsøk ble ytterligere tre sorter tatt ut av forsøka fordi de også ble tatt ut av den danske serien. Det var Trifolium E 5, Hvid Trifolium E 2 og Gul Triploid.

Da disse ble tatt ut av forsøka, ble nye satt inn. I seriens to siste år ble følgende sorter prøvd: Hvid Elite I C/56, Hvid Elite II A/60, Hvid Dæhnfeldt P, Gul Trifolium P 12 og Højrup. Alle er danske sorter av førsukerbeter. I gjennomsnitt for 6 forsøk hadde disse sortene mindre avling av tørrstoff i rot enn Pajbjerg Korsroe P. Gul Fodersukkerroe P har vært prøvd i 14 forsøk

i alt, og har også gitt statistisk sikker mindre avling av rottørstoff enn Pajbjerg Korsroe P.

I denne serien har også sukkerbeter til fôr vært prøvd. Hunsballe Kora har vært med i 12 forsøk, Øtofte og Hinderupgaard S 65 i 8 forsøk og Hunsballe i 4 forsøk. Alle sortene har gitt signifikant mindre tørrstoffavling enn Pajbjerg Korsroe P.

#### Sortenes lagringsevne

Tabell 4 gir en oversikt over lagringsforsøka med sortene i beteserien. Tabellen omfatter forsøkssted og -år, antall gjentak og når forsøka er avsluttet, prosenttall for tørrstoffsvinn og råteskade samt endringer i tørrstoffprosenten under lagring. Tallene er gjennomsnitt for de 20 sortene som har vært med.

Tabell 4. Oversikt over lagringsforsøka med betesorter.

Forsøkssted	Antall gjentak	Lagret til	Prosent		Endring i tørrstoffprosent
			Tørrstoffsvinn	Råteskade	
1964-65					
Forus .....	2	18/3	21,3	4,0	- 2,07
Vollebekk .....	2	31/3	17,1	—	+ 1,42
1965-66					
Vollebekk .....	2	25/3	26,3	12,1	+ 1,14

Det kan ikke påvises signifikante forskjeller mellom sortene verken for svinn av tørrstoff eller råteskader. For de sortene som er aktuelle å dyrke her i landet, ser det ut til at Gul Dæno P og Taca Trifolium har minst tap ved lagring.

Det totale svinn av tørrstoff er betinget av lagringsforholdene. Den måte lagringen har foregått på (i kasser i kjeller) gir neppe det helt riktige uttrykk for tap under lagring i kule eller i kjeller i store mengder. Det er ellers tydelig at røttenes tørrstoffinnhold har forandret seg i motsatt retning i lagringstiden på de to stedene. Dette henger nok for det meste sammen med lagringsvilkåra, spesielt luftfuktigheten i kjelleren. Ellers betyr også analysemetoden noe i denne sammenheng. Prøvene fra Forus ble om høsten (før innlegging til lagring) analysert for tørrstoffinnhold på Vollebekk, mens det om våren ble utført tørrstoffbestemmelser på lagringsstedet.

Det er en viss positiv sammenheng mellom sortenes gjennomsnittlige tørrstoffprosent, og deres endring i tørrstoffinnhold under lagring ( $r = 0,45$   $P < 0,05$ ). Tørrstoffrike sorter får altså en sterkere økning av tørrstoffprosenten enn tørrstofffattige.

#### Sammendrag og tilråding

Forsøk etter felles plan med sorter av beter er gjennomført i åra 1962-1965 på 16 felter i Sør-Norge (tabell 1 og 2). Av 30 sorter som serien startet med, har 20 vært med på alle felter, og resultatet for disse er vist i tabell 3.

I tabellen har 9 sorter fått tilføyet S 65 til sortsnavnet. Disse er godkjent og anbefales dyrket i Danmark. Enkelte sorter som ikke anbefales der, har



imidlertid gitt store avlinger i den norske forsøksserie. Men da det blir vanskelig å skaffe frø av disse, er de utelatt også her i landet.

Følgende sorter blir tilrådd dyrket her i landet:

Pajbjerg Korsroe P S65	eier	Pajbjergfonden, Børkop, Danmark.
Gul Dæno P S65	eier	A/L Dæhnfeldt, Odense, Danmark.
Taca Trifolium S65	eier	A/S Trifolium Frø, København, Danmark.
Hvid Dæhnfeldt S65	eier	A/S L. Dæhnfeldt, Odense, Danmark.
Pajbjerg Rex P S65	eier	Pajbjergfonden, Børkop, Danmark.
Pajbjerg Ideal P S65	eier	Pajbjergfonden, Børkop, Danmark.

Gjennomsnittstall for avling og andre egenskaper er gitt i tabell 3.

Sortene anbefales i den rekkefølge de er satt opp, og det er da tatt hensyn til både avling og andre egenskaper. Det nevnes særlig at Pajbjerg Rex P vokser dypt i jorda, og at Taca Trifolium har relativt mye stokkløpere. Pajbjerg Ideal P er ført opp fordi det er den eneste mer lågprosentige av förbetene. Den har gitt mindre avling enn de øvrige, og har også mest stokkløpere av de anbefalte sorter.

### Summary

During the period 1962–1965 a number of varieties of fodder beets (mangels, half-sugar and sugar beets) have been compared in field trials conducted in 6 different localities in the Southern and Western part of South-Norway.

Of 30 Danish, Swedish and Dutch varieties compared in 1962, three were put out of trial during the first year, mainly because of low dry matter yields. This report deals with the results of the remaining 20 varieties compared in 16 experiments.

In all trials, lattice designs with varying number of replications have been used. Besides yield of dry matter in roots and leaves, resistance to bolting, smoothness of roots and dry matter losses during storing are considered.

In table 5 the average results of six recommended varieties are given. The varieties are ranked according to yield of total dry matter, after dry matter in leaves has been reduced to 60 percent because of different losses before feeding. The table also contains the percentage of dry matter in roots and leaves, percentages of bolters and soil following the roots by harvesting.

Table 5. *Average results of 16 trials for six recommended varieties of beets 1962–1965.*

Varieties	Type <sup>1</sup>	Percent dry matter		Yield of dry matter in metric tons/hectare	Percent of	
		in roots	in leaves		bolters	soil
Pajbjerg Rex P S65 . . . . .	Hs	19.8	10.6	10.16	1.5	9.1
Hvid Dæhnfeldt S65 . . . . .	Hs	19.3	11.0	9.80	1.3	6.6
Pajbjerg Korsroe P S65 . . . . .	Hs	17.4	9.8	9.78	1.2	7.1
Gul Dæno P S65 . . . . .	Hs	17.4	10.4	9.71	0.2	5.8
Taca Trifolium S65 . . . . .	Hs	17.2	9.9	9.70	2.5	5.6
Pajbjerg Ideal P S65 . . . . .	M	16.1	10.3	9.35	3.3	5.6
Least significant difference (5 %) . . . . .		0.3	0.6	0.47	1.4	1.7

<sup>1</sup> Hs = Half - sugarbeet, M = Mangel.

In average of all trials the variety *Pajbjerg Rex P S65* (owner Pajbjergfonden, Børkop, Denmark) has given the highest yield of dry matter. Closely behind follows the variety *Hvid Dæhnfeldt S65* (owner A/S L. Dæhnfeldt, Odense, Denmark). Both of them have a high dry matter percentage in roots and a low percentage of bolters. Pajbjerg Rex P has the highest percentage of soil following the roots by harvesting. *Pajbjerg Korsroe P S65* (owner Pajbjergfonden, Børkop, Denmark), *Gul Dæno P S65* (owner A/S L. Dæhnfeldt, Odense, Denmark), and *Taca Trifolium S65* (owner A/S Trifolium Frø, Copenhagen, Denmark) have about the same dry matter percentage in roots. These varieties have a low percentage of bolters, especially Gul Dæno P, and the roots are quite smooth. *Pajbjerg Ideal P S65* (owner Pajbjergfonden, Børkop, Denmark) is a mangel with a rather high dry matter percentage in roots. This variety has a relatively high percentage of bolters. The roots, however, are very smooth.

The Norwegian series of trials is conducted parallel with the official Danish series. There is no correlation between the dry matter yields in root of 16 common varieties in Norwegian and Danish trials. There is, however, a high correlation with regard to yield of leaves and of total dry matter in the two series. There is also a high correlation in dry matter content in roots and leaves and of bolters in the parallel trials. The percentage of soil following the roots by harvesting in the Norwegian trials is highly correlated with the Danish scores for smoothness of roots.

In average dry matter yield for all varieties is negative correlated with the precipitation, a fact which is due to the relatively high precipitation in the growing season in all years of trials.

### Litteratur

1. Forsøg med stammer af foderbeder 1962–1965. 1966. Statens Forsøgsvirksomhed i Plante-kultur. Medd. 786.
2. OPSAHL, BIRGER. 1960. Forsøg med stammer av förbeter 1956–1959. Forskn. fors. landbr. *11*, 587–605.
3. VIK, K. 1914. Sukkerbeter eller andre rotvekster? Norges Landbrukshøgskole, beretning 1912–13, 41–74.

OBSERVASJONAR OVER UTVIKLINGA TIL  
BRINGEBÆRFLUGA,  
*PEGOMYIA RUBIVORA* (COQ.)  
OG VEKSTREAKSJONAR ETTER ÅTAK  
I BRINGEBÆRPLANTEN

*Observations on the development of the raspberry cane maggot, Pegomyia rubivora (Coq.) and growth symptoms in affected plants*

Av  
KÅRE VALSET

INNHALD

	Side
Innleiing .....	67
Historikk og namn .....	68
Vertplanter .....	69
Utviklinga til bringebærfluga .....	70
Larvegnaget .....	70
Skadesymptom på bringebærplanten .....	74
Samandrag .....	79
Summary .....	79
Litteratur .....	80

Innleiing

I 1953 fann forfattaren ei uvanleg gall-danning på bringebærskot, på Sem i Asker. Nærare studie av desse gallane gav som resultat at dei skreiv seg frå åtak av bringebærfluga, *Pegomyia rubivora* (Coq.). Etter at dette var klarlagt, er det årleg gjort observasjonar over utviklingsgangen til denne fluga, og serleg over skadesymptom på bringebærskot.

Gjennom åra er skade av bringebærfluga observert i bringebærfelt fleire stader i landet. Det har synt seg at i visse høve kan åtak av fluga føre til omfattande skade ved at skota anten blir øydelagt eller så svekte at dei ikkje blir tilstrekkeleg lange og kraftige og avlinga blir redusert.

Dei som arbeider med bringebærdyrking, bør vere merksame på skaden bringebærfluga gjer. Det blir derfor her gitt eit oversyn over litteraturen og over dei observasjonane som er gjort. Det er ikkje utført forsøk med rådgjerder, og denne sida av spørsmålet er ikkje omtala her.

## Historikk og namn

Det første funnet som i det heile er gjort av bringebærfluga, må etter alt å dømme vere gjort av A. J. COOK i Michigan i 1886 (3). Om lag samstundes vart det rapportert liknande funn frå Ottawa i Canada av J. FLETCHER, som nytta slektsnamnet *Anthomyia* på fluga (9). Etter kvart kom det meldingar om slike funn frå fleire statar i USA og Canada, serleg i åra like før og etter første verdskrigen (2, 5 og 11).

Den første meir grundige skildringa ein kjenner til av bringebærfluga og skaden ho gjer, er gitt av M. V. SLINGERLAND (25). Den gongen var ikkje arten bestemt, og Slingerland førde fluga opp som *Phorbia* sp. etter råd frå entomologen R. H. Meade i England, som i 1886 hadde fått tilsendt materiale frå Slingerland. På grunn av at preparata var skadde, hadde Meade berre kunne konstatere at det var ein art av *Phorbia* som han ikkje kunne identifisere med nokon europeisk kjend art. Han foreslo derfor for Slingerland å kalle arten for *P. rubi* eller *P. ruborum* (26).

I april same året sende Slingerland nokre nyklekte fluger til entomologen D. W. Coquillet i Washington DC som klassifiserte fluga som ny art i 1897 og gav henne namnet *Phorbia rubivora* Coquillet, n. sp. Denne første grundige skildringa av arten tok Slingerland med in extenso i eit seinare arbeid same året (26).

PANDELLÉ (19) nytta namnet *Chortophila dentiens* fordi han meinte arten skilte seg i visse detaljar frå *Phorbia rubivora* Coq. og hadde mjødurt (*Filipendula ulmaria*) som vertplante.

Den svenske entomologen O. Ringdahl bestemte arten i 1924 etter materiale sendt inn av TULLGREN (29), og kom til at det var *Chortophila dentiens* Pand., men fekk ikkje avgjort om den var identisk med *Phorbia rubivora* Coq. I eit seinare arbeid nemner RINGDAHL (21) at dersom arten er identisk med *Ph. rubivora* Coq., skal fluga ha det namnet.

ENDERLEIN (6) bestemte arten til *Chortophila rubicola* n. sp. og hevda at den var svært nær i slekt med, men ulike *Ch. dentiens* Pand. og *Phorbia rubivora* Coq.

HENNIG (12) og DREES og WIRTZ (4) nyttar namnet *Pegomyia rubivora* (Coq.) og fører *Chortophila dentiens* Pand. og *Ch. rubicola* End. som synonym, og denne namnebruken har ein så vidt ein har kunne finne ut, følgt seinare.

I USA kallast bringebærfluga for raspberry cane maggot, i England for loganberry cane fly (18 og 27), alt etter kva vertplante fluga vanlegast går på. I Canada nyttas raspberry cane maggot eller mouche du framboisier. Himbeer-rutenfliege, hindbærflue og hallonfluga er namn på tysk og nordiske språk.

I dag reknar dei i USA med at bringebærfluga er spreidd til alle statane, frå kyst til kyst. Frå England er første funnet på bringebær meldt i 1912–13 (28). Det blir hevda at bringebærfluga ikkje kan seiast å vere vanleg i Storbritannia. I det sørlege av England reknar dei såleis ikkje med at bringebærfluga spelar nokor økonomisk rolle (R. S. Pitcher, 1960 og E. Dunn, 1961 i brev til forfattaren). I Skottland er dei få funn som er gjort i det siste, observerte på loganbær, *Rubus loganobaccus*.

I Finnland er dei første funn av bringebærfluga frå perioden 1917–23 (17) og i Sverige frå 1913 (16).

I Danmark blei bringebærfluga først påvist så seint som i 1962 (13).

I Tyskland påviste dei bringebærfluga første gangen ved Kiel i 1933 (6).

Når det gjeld vårt land, ser det etter alt å dømme ut til at den første observasjonen av bringebærfluga i Europa er det funnet H. KOBRO (14) melder om frå 1900 og det ein finn nemnt i W. M. Schøyens «Beretning» frå same året (22). I «Beretningen» frå 1903 viser SCHØYEN (23) elles til funn av bringebærfluga i USA og Canada, og skreiv at det truleg måtte vere arten *Anthomyia (Phorbia)* ein hadde funni tidlegare (1900) her i landet òg.

Frå alle desse funna og i oppslagsbøker (24) er skadesymptoma skildra som ringnag og hengande, visne, døde eller rotne skottoppar og at vertplanta oftast er bringebær, men at fluga også kan gå på mjødurt.

Seinare er det gjennom åra meldt om mange funn og dels om stor skade av bringebærfluga i vårt land. Etter desse rapportane er bringebærfluga i dag å finne over det meste av landet, i alle fall så langt nord som til Mo i Rana (1961) syner registreringa ved Statens plantevern (FJELDDALEN (8)).

### Vertplanter

Her i landet er bringebærfluga funnen på villbringebær, men mest på dyrka bringebær. I USA, Canada og England er bringebærfluga også funnen på loganbær (*Rubus loganobaccus*), svartbringebær (*Rubus occidentalis*), blåbringebær («dewberry») og roser (7, 27, 30). Fleire nemner mjødurt som vertplante.

Det er fleire gonger leita over store område, serleg i Asker, etter ringnagne skottoppar på villbringebær og mjødurt, både langt frå og nær dyrka bringebær som har vori sterkt skadde av bringebærfluga. Det einaste funnet ein har gjort, er to årsskot på villbringebær på Sem i Asker i 1964, om lag 100 m frå skadd Preussenfelt. På mjødurt har ein aldri funne slik skade.

I 1962 blei det på Sem i Asker derimot funni eit skot på solbær som var skadd av bringebærfluga. Seinare fann ein eit liknande tilfelle på Rosa F. J. Grootendorst. I båe tilfelle var skaden den same som på bringebær.

Opptelling av skadde skot (tab. 1) og observasjonar gjennom fleire år har synt at bringebærfluga i langt høgare grad går på Preussen enn på Lloyd George og Asker. Det har også vist seg at sortane Marlboro, Malling Promise og Malling Exploit har hatt langt mindre åtak enn Preussen. Kva som gjer at fluga helst oppsøker Preussen, er ikkje granska her, men det ligg nær å tenke at lukt frå blad og skot, håring o.l. kan ha noe spesielt ved seg hos Preussen som tiltalar den eggleggande fluga når ho søker etter plass for egga i dei unge skottoppene.

Tabell 1. Skade av bringebærfluga på ulike sortar i Asker, 1963 og 1965.

År	Sortar	Skot i alt	Skadde skot				
			i alt prosent	Heilt nedvisna prosent	Med død topp prosent	Med frisk topp prosent	
						ugreina	greina
1963	Lloyd George	105	6,6	0	0	6,6	0
1965	Lloyd George	86	4,5	0	0	4,5	0
1963	Preussen	76	59,2	26,3	0	19,7	13,2
1965	Preussen	418	59,3	25,6	7,2	24,1	2,4
1963	Asker	160	6,6	0	2,5	3,8	0
1965	Asker	431	6,0	1,2	2,3	2,5	0

Tabell 2. Skade av bringebærfluga på sorten *Preussen* i hage ved Grimstad.

År	Skot i alt	Skadde skot					
		Skadde i alt prosent	Heilt nedvisna prosent	Prosent av skota med			Annan skade* prosent
				1	2	3	
				gallar			
1961	138	50,7	—	37,0	10,8	2,9	0
1962	230	41,3	—	20,0	4,0	0,8	16,5
1963	a) 117	75,2	23,1	29,0	7,7	0	15,4
	b) 86	55,8	17,4	11,6	4,6	0	22,2
	c) 82	41,4	14,6	18,3	0	0	8,5

\* greining og døde toppar utan greining

- a) rad ca. 1 m }  
 b) rad ca. 4 m } frå garasjevegg mot sør. Mot vest ein 4 m høg mur.  
 c) rad ca. 7 m }

### Utviklinga til bringebærfluga

Den fullvaksne fluga er 5–6 mm lang, oksegrå til svart. Egga er 1–1,5 mm lange, kvite og litt krumbøygde. Larvene er gråkvite og 6–8 mm lange. Pup-pene er om lag 5 mm lange, lyst raudbrune til mørkebrune, alt etter alderen.

Egga blir i regelen lagt lett synleg og oppe til på sjølve stengelen nede ved bladfestet til dei yngste blada, heilt oppe mot toppen på årsskota. Egga kan òg bli lagt på sjølve bladstilken og dei samanfolda blada, men observasjonane her tyder på at det er meir sjeldan. I 1966 blei det for første gong funni to *sideskot på toårige, berande greiner* som var ringgnagne av bringebærfluga. I begge tilfelle var det dei to nedste sideskota som var skadde. I litteraturen har ein ikkje funni nemnt tilfelle der bringebærfluga har tatt desse sideskota, og ein hadde her slått seg til ro med at den ytre vevsbyggnaden i sideskota måtte vere såpass seig og mektig at ei nyklekt larve ikkje greidde å gnage seg inn i skotet og vidare nedover som i vanlege årsskot.

Det er vanleg oppgitt at bringebærfluga legg 1–2 egg på kvart skot. Observasjonane her tyder på at fluga legg berre eitt egg på kvar plass, men at det kan bli lagt fleire egg med intervall oppover same skotet.

Etter TULLGREN (30) og SLINGERLAND (25) skal klekkinga av egget ta frå nokre dagar til om lag ei veke.

Larva lagar ein gang nedover gjennom marginen i skotet og endar med eit ringnag som er heilt avgjerande for den vidare utvikling av både skotet og fluga. Flugelarva går ut av skotet og forpuppar seg i jorda om hausten, og puppa klekkest tidleg om våren, men desse to utviklingsstadiane kan også fullførast inni skotet.

### Larvegnaget

Da observasjonane over bringebærfluga som er utført her dei siste åra ser- leg har samla seg om larvestadiet og skaden (vekstreaksjonane) larvegnaget har ført til på bringebærskota, skal det bli gått litt nærare inn på korleis larva utfører gnetet.

*Larveinngangen.* Merket der larva er gått inn i skotet, er frå første stund lett synleg som ein liten mørk flekk. Etter som skotet blir eldre, blir merket ovalt, eller avlangt som eit omvendt komma, og på utvaksne skot kan det bli opp til 12 mm langt, forkorka og litt oppheva som eit arr. Lengda og forma på merket etter inngangsstaden til larva kan tyde på at larva oftast berre greier å gnage seg inn litt etter litt, men det er mest truleg at lengda på arret like mye kan kome av lengdeveksten hos skotet som etter målingar i 1966 synte seg å vere om lag 2 cm i døgnet på Preussenskot som om hausten blei om lag 2 m lange. Det er aldri funni roteutvikling frå slike larveinngangar eller at vevet ikring blir svart slik SLINGERLAND hevdar (25). Det er heller aldri funni tilfelle der skotet bøyer seg og visnar ovafor desse larveinngangane slik det er framstilt av JØRGENSEN (13).

I dei aller fleste tilfelle vil ein finne at larva er gått inn i sjølve skotet mellom to blad (internodium). I få tilfelle har larva gått inn heilt nede ved bladfestet. Det er funni berre eitt tilfelle der larva har gått inn på sjølve bladstilken, og der ein lett kunne følgje larvegangen over i skotet ved bladfestet.

Det er ikkje funni larveinngangar nærare kvarandre enn 5 cm oppover på skota og larvegangane nedover i skotet har alltid gått parallelt, aldri gått saman. Det er funni skot med opptil 5 larveinngangar spreidde oppover til 95 cm høgde over bakken på utvaksne skot, og der kvar larve har laga sin gang og sitt ringgnag. Dette skulle som tidlegare nemnt tyde på at fluga legg berre eitt egg på kvar stad og at eggleggings- og klekkeperioden må vere lang.

*Larvegangen* nedover frå der larva er gått inn, er lett å følgje i tverrsnitt av skotet. Sjølv der larvegangen er ny, syner han seg som ein mørk prikk. Ein eldre gang er brun og blir litt grøvre etter kvart nedover på grunn av skotvekst og cellevevsutviding i margen og ved at larva blir større.

Så lenge larva gneg seg nedover i skotet, går ho berre i margen, som regel i ein nokså rett gang, men av og til i slyng, men alltid minst 2-3 cellelag innafor karstrengbuntane syner mikroskopsnitt av skadde skot. Dette forklarar også at så lenge larva gneg seg nedover, reagerar ikkje skotet på gnaget, men held seg like saftspent. Av PEAIRS (20) er det framstilt slik at larva gneg seg nedover i veddelen og utafor margen. Dette har ein aldri funne døme på her.

Lengda på larvegangen like etter at ringgnaget er fullført, har vori frå berre om lag 3 cm på korte skot først i mai, og seinare vanlegast til kring 15 cm lengde. Snitt gjennom utvaksne skot har derimot vist at ein kan kome over larvegangar som er lengre og kan jamvel bli opp til 40 cm lange. Forklaringa kan kanskje ligge dels i lengdeveksten på skota, dels i at det kan vere tilfelle der larva har fullført det meste av si utvikling under gnaginga nedover i skotet i staden for etter at ringgnaget er laga.

*Ringgnaget.* Når larva har gnage seg eit visst stykke nedover i skotet, bøyer ho av og gneg seg utover og inn i karstrengvevet og vidare horisontalt i ein ring, svært sjeldan i spiral, rundt skotet. Korleis dette ringgnaget går i høve til karstrengvevet, blir avgjerande for den vidare utvikling av skotet, og jamvel for larvas utvikling til imago. Til lenger ut mot epidermis ringgnaget går, til tydelegare ser ein det utanfrå som ein mørk ring, og til lettare knekkest skotet i dette merket. Ringgnaget kjem då svært tydeleg fram i brotflata. Det første teiknet på at skotet er skadd, er lett synleg ved at toppen syner tendens til å henge. Den tidlegaste notering her for heilt nylaga ringgnag er 26. mai (Ås 1964).

Det er funni alle overgangar av ringgnag frå slike som er gnagne tvers

gjennom heile karstrengvevet og heilt rundt, til ringgnag som berre så vidt har skadd den indre delen av karstrengvevet og berre eit kort stykke rundt skotet.

Observasjonane her har synt at larvene kan vere noe ulike store og som regel på langt nær fullvaksne når dei lagar ringgnaget. Oftast er dei knapt 2 til 3-4 mm lange. Storleiken på larva på den tida ser elles ut til å avhenge av tida larva har brukt på vegen nedover i skotet, dvs. av lengda på larvegangen. Larvene må i alle tilfelle ha ei viss tid på seg *etter* at ringgnaget er laga for å bli fullvaksne larver, og denne utviklinga kan etter alt å dømme berre gå for seg i margvevet i skotet.

Mot denne bakgrunnen er det lettare å tenke seg kvifor larva «ringar» skotet. Lykkast ringinga så godt at toppen visnar eller rotnar eller skotet knekker i ringgnaget, har larva gode sjansar til å kome seg ut når tida er inne til forpupping i jorda. Sjølv om larva forpuppar seg inni skotet, skulle sjansane til å kome seg ut vere tolleg gode i slike tilfelle jamvel for fluga etter klekking om våren.

Når ringgnaget er fullført, lagar larva samtidig og som regel alltid eit hol ut frå ringgnaget. SLINGERLAND (25) gir uttrykk for at han ikkje har funni ut kva denne opningen ut frå ringgnaget er tenkt til («the use of the opening, we have not determined»). Det er nærliggande å sjå det slik at larva forlet skotet gjennom dette holet straks det er fullført, for å forpuppe seg i jorda. Men observasjonane her syner at larva som regel er gått innatt og er i gang med å gnage holrom og gangar i margvevet og utvikle seg vidare til fullvaksne larve. Det kan derfor ligge nær å sjå på holet i ringgnaget som ei sikring for larva til å kome seg ut dersom ringgnaget skulle mislykkast og toppen rette seg opp og vekse vidare og med fare for larva til å bli stengd inne. Seinare kan vedsylander- og barkvevet bli for seigt å gnage seg gjennom for larva. Når det ein sjeldan gang kan finnast ringgnag med to utgangshol,



Fig. 1. Til vanleg gneg larva berre eitt hol ut frå ringgnaget, svært sjeldan to. (Foto Rygg)

*As a rule the maggot burrows only one hole out from the girdle, very seldom two.*



og som regel ulike store (fig. 1), kan forklaringa vere den at larva etter relativt kort tid, før veddelen i skotet er blitt for seig, ved eit tilfelle har laga eit nytt utgangshol. Det er nemleg aldri funni to larver i same ringgnaget.

BOLLOW (1) har med foto av ringgnag med to utgangshol, og hevdar at larva, etter å vere klekt i toppen på skotet, har gått eit langt stykke nedover *utpå* skotet og omsider gnage seg inn og laga ringgnaget og ei tid etter gnage seg nytt hol ut frå ringgnaget. Det går fram av dette at Bollow ikkje kan ha vori merksam på larvegangen i margin nedover i skotet frå toppen til ringgnaget.

Gnaget som larva lagar inni skotet etter at skotet er ringa, går berre i margvevet og har såleis heller ingen innverknad på skotveksten. Det vanlegaste er at larva først gneg ut eit lite holrom innafor ringgnaget, men det hender òg at ho straks gneg seg nedover, inntil ca. 12 cm under ringgnaget som er den lengste gangen av det slaget ein har funne. Til vanleg er gangen kortare (fig. 2). Larva gneg ofte fleire gangar nedover og tilbake til ringgnaget (fig. 3) og lagar også gangar eit kortare stykke, inntil 5–6 cm, oppover i skotet ovafor ringgnaget. Gangane er fylte med mørke og slimete margrestar og eksrement. Ofte kan gangane gå i slyng, men larva bøyer alltid innover att når ho nærmar seg den harde, ytre vedsylindren. Det har vori hevda at larva til slutt gneg seg ut gjennom skotet nedanfor ringgnaget. Dette er det aldri funne døme på her. SLINGERLAND (25) og andre etter han (2, 5 og 11) hevdar at larva, etter å ha laga ringgnaget, gneg seg heilt ned til basis av skotet, ved jordoverflata, og forpuppar seg der. Etter observasjonane her vil dette berre kunne skje i dei tilfelle ringgnaget er laga 10–12 cm eller nærare basis av skotet.

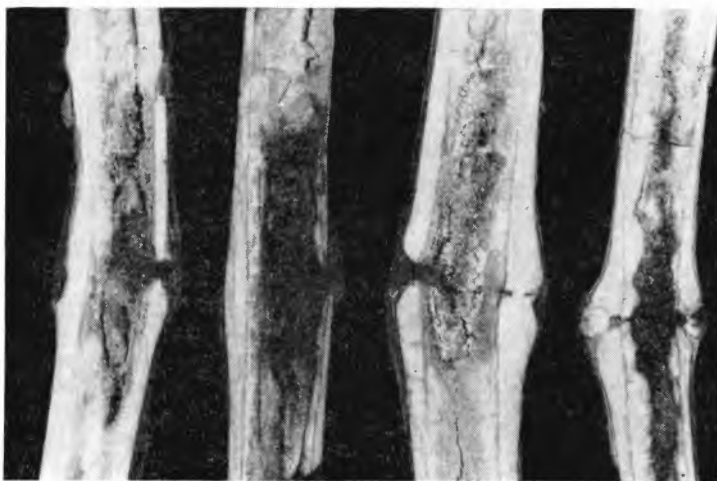


Fig. 2. Lengdesnitt gjennom skot med gallar som har tydelege opningar ut. (Foto Reisæter)

*Longitudinal section through shoots with galls and with obvious burrows.*

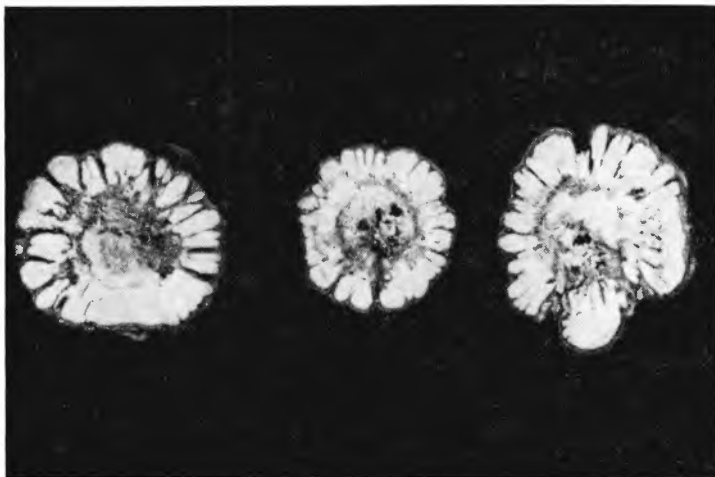


Fig. 3. Gjennomskorne gallar etter ringgnag av larva til bringebærfluga.  
(Foto Reisæter)  
*Sections through galls developed after girdling by the raspberry cane  
maggot.*

### Skadesymptom på bringebærplanten

Skaden bringebærfluga gjer, avheng heilt av korleis ringgnaget er utført av larva. Observasjonane her har synt at skaden av ringgnaget kan svinge frå heil nedvisning og til berre utvikling av ein galle og da ofte utan påviseleg hemming av skotveksten. Sol og vind med sterk transpirasjon fører etter alt å dømme til at reaksjonen på ringgnaget blir langt raskare og verknaden sterkare på skottoppen enn i overskya ver med høg relativ lufråme og rikeleg vasstilgang frå jorda.

*Heile skotet visnar ned.* Unge skot syner seg i mange tilfelle å ha visna heilt ned etter at dei er ringgnagne. Det syner seg som regel å vere veike skot som må ha stått ulagleg til når det gjeld næringstilgang og lys inni rada og har mangla tilstrekkeleg med assimilasjonsorgan under ringgnaget til å kunne leve over skaden og utvikle sideskot og nye blad (fig. 4). Opptellingar (tab. 1 og 2) har synt at somme år kan slike heilt inntørka skot utgjere ein stor prosent av dei skota bringebærfluga har skadd.

*Toppen døyr.* Kraftige skot med tilstrekkeleg bladmasse kan derimot utvikle sideskot og vekse vidare sjølv om skotet er *heilt ringgnage og toppen døyr*. Under ringgnaget vil skotet da greine seg, men sideskota vil svært sjeldan bli så kraftige at dei kan nyttast som berande skot året etter (fig. 5).

Greininga er eit resultat av at vekstemne som produserast i skottoppen og hindrar sideknoppene lenger nede i å bryte, blir borte for godt når han døyr eller tilførest i for lita mengde når toppen svekkest for ei tid. Knoppene vil derfor gje vegetative skot første året i staden for som normalt generative (berande) sideskot året etter.

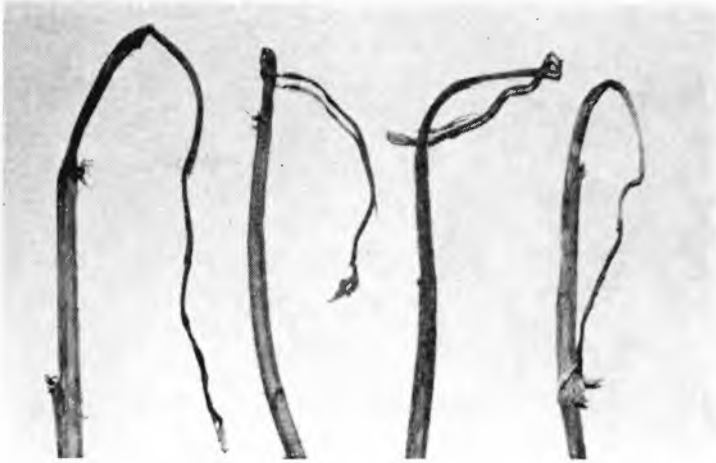


Fig. 4. Ûnge, veike skot med få og små blad som har visna heilt ned etter ringgnag av bringebærfluga. (Foto Reisæter)  
 Young, poorly-developed shoots with few and small leaves, completely wilted due to girdling by the raspberry cane maggot.

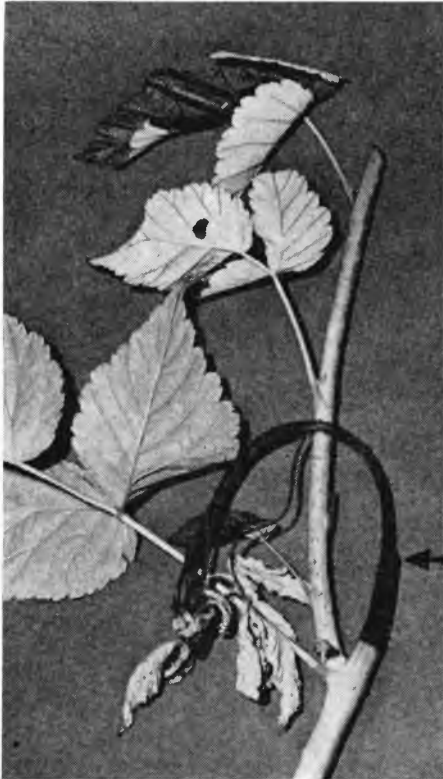


Fig. 5. Skot av Preussen, ringgnage ved pila. Det har utvikla seg ein mørk rote, truleg av *Erwinia amylovora rubi*, ut frå ringgnaget. Eit sideskot har vakse ut like under.  
 Shoot (var. Preussen), girdled at the arrow. A dark rot, probably caused by *Erwinia amylovora rubi*, has emerged from the girdle. A lateral has grown out from below.

I 1963 fann ein for første gang eit tilfelle der desse sideskota på ringgnagne årsskot i sin tur også var blitt ringgnagne (fig. 6).



Fig. 6. Årsskotet er først ringgnagne (ved pila). To sideskot har av den grunn vakse ut lenger ned, og desse er så blitt ringgnagne seinare. (Foto Rygg)  
The main shoot was first girdled (opposite the arrow). Two laterals have grown out from below, and girdled at a later stage.

FOLSOM (10) har påvist at det frå ringgnaga ofte kan utvikle seg «bacterial fire blight» (*Erwinia amylovora rubi*), ein blåsvart bakterierote som etter alt å dømme er den same som ein også har funni her på skot som er ringgnagne av bringebærfluga (fig. 5).

Larver og pupper som er blitt att inni heilt nedvisna eller berre toppvisna skot, skulle som tidlegare nemnt ha visse sjansar til å kome seg ut om hausten eller etter overvintring og klekking som fluge om våren når skotet knekkest i ringgnaget eller det rotnar opp.

*Toppen overlever ringgnaget.* I dei tilfelle larva ringgneg skotet berre litt inn i sildelen, eller øydelegg karstrengvevet totalt berre eit lite stykke, vil toppen som regel berre henge litt ei kort tid for så å rette seg opp og vekse vidare. Men veksthemminga er ofte likevel så sterk og langvarig at *skotet får ein S-forma krok* ovafor ringgnaget og det veks som regel ut sideskot under ringgnaget (fig. 7).

Kring ringgnaget vil det alltid utvikle seg *ein galle* når toppen har overlevd gnaget. Sideskota kan i slike tilfelle bli kraftigere enn sjølve hovedskotet, men som regel for korte til at dei kan nyttast som berande skot året etter.

I kraftige skot, der ringgnaget berre har ført til svært liten skade på karstrengvevet, kan saftstraumen bli så lite hemma at skottoppen syner berre svak og *kortvarig reaksjon på gnaget* og veks vidare praktisk tala *utan påviseleg hemming av veksten*. Skotet blir rett utan greining og som regel like kraftig som uskadde skot. Den einaste ytre reaksjon ein finn i slike tilfelle, er ein galle.

Fig. 7. Skot med berre ufullstendig ringgnag ved pila. Skotet har hange med toppen ei tid og så litt etter litt retta seg opp att og derfor fått form som ein S. Sideskot har vakse ut like under.

*Shoot with incompletely girdling (at the arrow). The top has drooped for a while, and then gradually straightened, producing a S-shape. A lateral has grown out from below the girdle.*

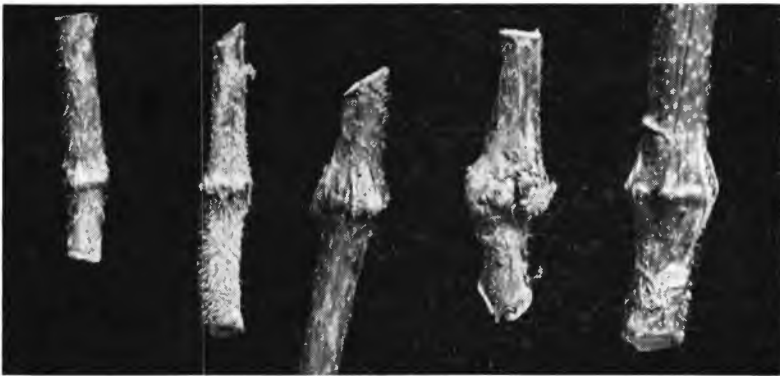
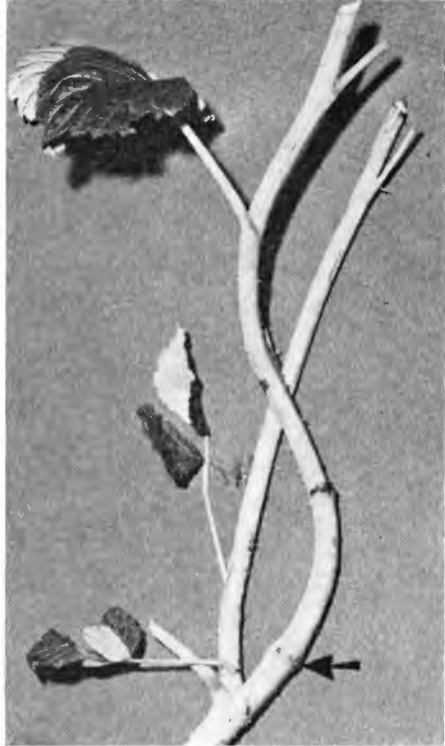


Fig. 8. Gallar som har swolle opp kring ringgnag laga av larva til bringebærfluga. (Foto Jo Lunde)  
*Galls swelling out round the girdles made by the raspberry cane maggot.*

Forma på gallen vil avhenge av korleis ringgnaget er laga. Har larva berre skadd ein del av karstrengvevet i berre ein del av omkrinsen, vil oppsvellinga berre skje utafor den skadde delen. Ein kan derfor få heile gallar som går heilt rundt skotet eller slike som t.d. går berre halvt rundt skotet (fig. 8, 3 og 2). Da ein første gangen fann desse gallane i 1953, meinte ein det var noe heilt nytt når det galt bringebærfluga. Seinare litteraturstudiar synte at ameri-

kanaren PEAIRS (20) har referert til slike gallar etter åtak av bringebærfluga både på bringebær og bjørnebær.

Ein kort notis i W. M. Schøyens «Beretning» (22) frå 1900 om eit tilfelle av oppsvelling kring ringgnag på bringebærskot frå hage i «Østre Aker» er, om observasjonen er rett, truleg det første funnet som i det heile er gjort av slik galle etter det tilgjengeleg litteratur har kunne gje opplysningar om.

Ser vi på tverrsnittet av ein slik galle (fig. 3), finn vi ringgnetet med holrom og larvegangar innafor i margen og ei radiær stråling utafor i veddelen, med innsokne parti eller spalter som går heilt ut og er godt synlege på gamle gallar der barkvevet er sprukki opp. Opninga i ringgnetet og seinare i gallen kan kanskje vere stor nok i lengre tid for larva til å kome ut gjennom, så lenge gallen er ung. Men i dei fleste tilfelle vil etter alt å dømme larva bli stengd inne etter kvart som utgangsholet gror til og vevet i gallen blir eldre og forveda. Utgangsholet i gallen vil som regel etter kvart gro nesten att, eller ein finn det att som ei spalte eller opning som truleg aldri eller berre i svært sjeldne tilfelle kan vere store nok for fluga å kome ut gjennom etter klekking om våren (fig. 2). Gransking av gallar og larvegangar om hausten har synt at i 20–25 % av tilfella kan ein finne larver som er blitt att inne i skotet, eller om våren pupper som har overvintra. I to tilfelle har ein funni døde fluger like innafor den gamle, neste lukka utgangen i gallen. Døde larver er òg funni i nokre tilfelle. I denne samanhengen kan det vere grunn til å nemne at SLINGERLAND (25) har funni parasitten *Idiasta incompleta* Prov. i pupper av bringebærfluga, og serleg mange i 1895 og 1896. Ein har ikkje her komi over parasittar i larver eller pupper, men dette har heller ikkje vori granska så nøye. Men det kan tenkast at når ein her ikkje har greidd å klekke imago frå pupper ein har funni i skota, så kan det bl.a. kanskje kome av at dei har vori parasitterte.

Entomologane R. S. Pitcher og E. Dunn opplyser at dei ikkje har kjennskap til gall-laging på bringebær og bjørnebær i England og Skottland.

LABRUYERE og NIJVELDT (15) har i Holland funni at skade av sein vår-frost på bringebærskot kan føre til ei oppsvelling i overgangen mellom friskt og frostskaidd vev, og som NIJVELDT (i brev til forfattaren) hevdar kan likne svært på gallar etter bringebærfluga. Denne opplysinga tyder på at dei i Holland har hatt kjennskap til samanhengen mellom denne galltypen og bringebærfluga.

*Omfanget av skaden.* Frå andre land er skaden av bringebærfluga mange stader karakterisert som svært omfattande. Frå USA er det såleis meldt om at 60 % av årsskota var totalskade i somme felt (25). Omfanget av skaden har ofte synt seg å vere til dels svært stor også hos oss og kan variere til dels mye frå år til år, sjølv der ein ikkje har gjort noe for å utrydde fluga (tab. 1). Ei oppstilling i 1963 av «ringa» skot i ein serleg sterkt skadd del av ei Preussenrad i Asker, synte at heile 90 % av skota var skade. Tal skot med ulik skade etter bringebærfluga er tatt med frå eit par stader her i landet i tabellane 1 og 2. Skot med 2 og 3 gallar (ringgnag) er ikkje sjeldan å finne. Skot med 5 gallar er funni tre gonger. Tala ein er kome fram til, er i alle fall ikkje for høge. Sjølv om ein hadde avtale om at det ikkje måtte fjernast skade skot frå feltet, kan det likevel ha hendt at ein del er fjerna under arbeidet med hakking og luking. Desse optellingane syner at godt og vel 50 % av dei skade skota på Preussen i beste fall kan leve over ringgnetet. Det er derfor verdt å nemne i denne samanhengen at når det for bringebærfluga er rådd til å fjerne

og brenne skot som heng med toppen, meda larva er inni skotet, så bør ein etter desse granskingane vere litt varsam med det for Preussens vedkomande som oftast har for få skot frå før.

I tabell 2 tyder tala for 1963 på at åtakinget av fluga har vori sterkast nærast vegg og mur og avtatt utover mot opnare og lysare del av feltet. Dette kan stemme med andre observasjonar ein har gjort i Asker, og som har synt at åtakinget var tydeleg nok sterkare inni eit felt enn i ytterrader og sterkare på nordsida enn på sørsida av aust-vestgåande ytterråd. I 1967 (NLH) synte det seg at i eit 3-raders Preussen-felt hadde ytterråd med fri side mot vest 20 skot med galle, midtrada 40 og ytterråd mot vest, med bærbusker ved sida av, 27 skot med galle.

### Samandrag

I dette arbeidet er det gitt eit kort oversyn over tidlegare granskingar av bringebærfluga, *Pegomyia rubivora* (Coq.) Det er gjort greie for eigne observasjonar over visse sider ved utviklingsgangen til bringebærfluga og ulike vekstreaksjonar og skader etter at larva har ringgnage årsskotet. Reaksjonen hos skotet på ringgnaget avheng av kor sterkt karstrengvevet er skadd. Unge, veike skot kan visne heilt ned, på andre kan berre toppen visne (rotne) og skotet vil som regel greine seg. I 1953 fann forfattaren at det kan utvikle seg ein galle kring ringgnaget og at skottoppen i slike tilfelle greier å rette seg oppatt og vekse vidare. Ringgnaget fører da som regel til at skotet blir sterkt hemma i veksten, blir krokete og greinar seg. I andre tilfelle kan skotet vekse vidare tilsynelatande utan stagnasjon og utan annan ytre reaksjon enn utvikling av galle. Det er funni opp til 5 gallar på same skotet, frå heilt nede ved bakken og til 95 cm oppe på skotet.

Det er påvist at fluga også kan legge egg på sideskot på dei berande skota (2dre året), og larva har greidd å ringe desse. Det er også funni årsskot på solbær og Rosa F. J. Grootendorst som var ringgnagne av larva til bringebærfluga. Observasjonane her har synt at bringebærfluga i langt høgare grad går på Preussen enn på Asker, Lloyd George, Marlboro, Malling Promise og Malling Exploit.

### Summary

A short outline is given of the results of previous studies and observations on the raspberry cane maggot, *Pegomyia rubivora* (Coq.).

This publication deals with observations on some aspects relating to the development of the raspberry cane maggot and various symptoms of injured plants after the maggot has girdled the new shoots. The reaction of the shoot to girdling depends on to what extent the vascular tissue is attached. Young, poorly-developed shoots can wilt completely, on others the top wilts above the girdle and laterals as a rule grow out from below. In 1953 the author discovered that a type of gall frequently developed round the girdless, and that the top of the shoot straightened up and gave new growth. In these cases, the girdling causes a marked setback in shoot growth, which becomes crooked and branched. In other cases the shoot will continue to grow apparently without stagnation and other external reaction than a gall development. Up to five galls have been found, from ground level up to a height of 95 cm, on the same shoot.

The fly may also lay eggs on (and the maggot to girdle) lateral shoots

extending from the bearing shoot (second year). Girdling by the raspberry cane maggot has also been found on the shoots of black currant and Rosa F. J. Grootendorst. It appears that the raspberry variety, Preussen, is more frequently attacked by the raspberry cane fly than the varieties Asker, Lloyd George, Marlboro, Malling Promise and Malling Exploit growing in close proximity.

### Litteratur

1. BOLLOW, H. 1960. Die Himbeerfliege (*Pegomyia rubivora* Coq.) als Himbeerschädling. Pflanzenschutz 12: 30-32.
2. CHAMBERLAIN, G. C. m.fl. 1964. Diseases and insect pests of raspberries. Canada Dept. Agr. Publ. No. 880: 20.
3. COOK, A. J. 1888. Notes on noxious insects. An. Rept. Mich. Bd. of Agric. 26 (1887): 450. 449-455.
4. DREES, H. og WIRTZ, W. 1955. Eine Fliege (*Pegomyia rubivora* Coq.) als Himbeerschädling. Anz. f. Schädlingskunde 28: 152-153.
5. DUDLEY, F. H. 1918. A few insects and diseases common to small fruits. Maine Dept. Agr. Bull. No. 3: 22-27.
6. ENDERLEIN, G. 1933. Chortophila rubicola, n.sp., ein Schädling der Himbeertriebe. Zeitschr. angew. Entomologie 20: 327-328.
7. ESSIG, E. O. 1926. Insects of Western North America. N. York.
8. FJELDDALEN, JAC. 1963. Insect species recorded as new pests on cultivated plants in Norway 1946-1962. Norsk ent. Tidsskr. 12: 158-160.
9. FLETCHER, J. 1888. Rapport de l'entomologiste et botaniste. Annexe au rapport du Ministre de l'agriculture. Rapports pour 1887: 38. Ottawa.
10. FOLSOM, D. 1954. Bacterial fire blight of raspberry associated with raspberry cane maggot. Plant. Dis. Rep. No. 38: 338.
11. FRANK, A. 1920. Diseases and insect troubles of raspberries and their control. Monthly Bull. Wash. Agr. Exp. Sta. 7: 188-192.
12. HENNIG, W. 1953. Diptera, Zweiflügler. I Sorauer, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten B. V, 2. Teil, 1. Liefg: 165-166.
13. JØRGENSEN, J. 1962. Angreb af hindbærfluen (*Pegomyia rubivora* Coquillett). St. Plante-pat. Forsøg. Månedsovers. 398: 91-92.
14. KOBRO, H. 1903. En ny Fiende paa Bringebærbusken? N. Havetidende 19: 165.
15. LABRUYERE, R. E. og NIJVELDT, W. C. 1959. Stengelziekte en stengelsterfte bij de framboos. Med. Dir. Tuinb. 22: 168-176.
16. LINDBLOM, A. 1935. Skadedjur i Sverige. St. Växtskyddsanstalt Meddel. 16: 48.
17. LINNANIEMI, W. M. 1935. Kertomus Tuoheläinten Esiintymisestä Suomessa. Valt. Maatalousk. Julk. 68: 157.
18. MASSEE, A. M. 1954. The pests of fruits and hops. London.
19. PANDELLÉ, L. 1900. Chortophila (*Egeria*) dentiens Pandellé. Die Tierwelt Deutchl. 13: 157.
20. PEAIRS, L. M. 1948. Insect pests of farm, garden and orchards. N. York.
21. RINGDAHL, O. 1956. Tvåvingar (*Diptera*). Svensk Insektfauna 2: 247.
22. SCHØYEN, W. M. 1900. Beretning om Skadeinsekter og Plantesygdomme. Aarsberetn. Landbr. dir. Kra. 1901.
23. SCHØYEN, W. M. 1903. Beretning om Skadeinsekter og Plantesygdomme. Årsberetn. Landbr.dir. Kra. 1903.
24. SCHØYEN, T. H. og JØRSTAD, I. 1956. Skadedyr og sykdommer i frukt- og bærhagen. Oslo.
25. SLINGERLAND, M. V. 1897. The raspberry-cane maggot. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 126: 54-60.
26. SLINGERLAND, M. V. 1897. The raspberry-cane maggot. The Canadian Entomologist 29: 162-163.
27. STANILAND, L. N. 1934. The loganberry cane maggot. J. Min. Agr. 41: 151-153.
28. THEOBALD, F. V. 1913. Report on economic zoology. J. of the South Eastern Coll. of Agric. Wye: 232-233.
29. TULLGREN, A. 1924. Hallonflugan (? *Chortophila rubivora* Coq.). Centralanst. för Jordbr.-försök. Flygblad 95.
30. TULLGREN, A. 1929. Chortophila dentiens Pand. (? *rubivora* Coq.). Kulturväxterna och djurvärlden. Stockholm.



I redaksjonen 3. 8. 1967

## SORTSFORSØK MED POTETER 1964—1966

*Variety trials with potatoes  
1964—1966*

AV  
KNUT RØNSEN

### INNHold

	Side
Innledning .....	81
Vær- og vekstforhold i forsøksperioden .....	82
Forsøksplaner, materiale og metoder .....	82
Opplysning om feltene .....	84
Fordeling av feltene .....	84
Jordart .....	84
Gjødsling .....	84
Forgrøde .....	85
Settetid .....	85
Sortsmaterialet .....	85
Fôr- og fabrikkpoteter .....	85
Kombinasjonssorter .....	86
Matpoteter .....	87
Distriktssamspill .....	88
Distriktforskjeller .....	89
Resultater for nye krysninger 1964—66 .....	90
Undersøkelser av sortenes matkvalitet .....	90
Skurv .....	93
Sortenes reaksjon på sprøyting med TCA .....	94
Vurdering av en del aktuelle potetsorter .....	96
Sammendrag .....	97
Summary .....	98
Litteratur .....	100

### Innledning

Siden forrige forsøksmelding fra Møystad om sortsforsøk med poteter, (3), har vi hatt en serie med potetforsøk gående i tidsrommet 1964—66. Året 1963 var en mellomsesong med få felter, og dette års resultater er delvis behandlet i nevnte melding. Fra 1964 er potetmaterialet erstattet med virusfrie settepoteter. Det er samtidig lagt vekt på en noe større ortogonalitet i forsøkene.

De observerte data er beregnet ved «Sentral for forsøksmetodikk og data-behandling».

Ved siden av serier med sortsforsøk har vi hatt ett felt hvert år med nytt foredlingsmateriale fra Institutt for plantekultur. Resultater fra disse forsøk vil bli presentert i egen tabell. I tillegg kommer en del resultater fra orienterende forsøk med sortenes reaksjon på T.C.A.-behandling.

### Vær og vekstforhold i forsøksperioden

Det har vært noe kaldere og fuktigere enn normalt i forsøksperioden. 1966 var et tørkeår med stort nedbørunderskudd i månedene juni og juli. For potetene fikk det imidlertid ikke så alvorlige følger, og avlingene ble relativt gode. Avlingsnivået ligger noe lågere enn foregående år, men høyere enn i 1964. Som en skjønner tåler potetene en forsommertørke relativt godt. FROGNER (2) fant således at store regnmengder i juni virket avlingsnedsettende, mens derimot rikelig vanntilgang i juli spiller en vesentlig rolle for produksjon av kg knoller. I dette tilfelle har nedbørmengda i Mjøstraktene (Kise) 1966 vært liten i juli måned også, men potetene ble satt seint og nedbøren på ettersommeten er likevel kommet tidlig nok til å redde potetavlinga.

### Forsøksplaner, materiale og metoder

For den store potetserien er det nyttet en lattice-plan med 16 sorter og 2 gjentak ( $t = 16$ ,  $k = 4$  og  $r = 2$ ). Av disse sortene er 12 prøvd på alle forsøksfelter og danner således en ortogonal gruppe. Til disse kommer på hvert forsøksfelt i tillegg 4 andre sorter som har vært av spesiell interesse på vedkommende sted. I denne serien har det hovedsakelig vært med seine og halvseine sorter, men for noen aktuelle steder har det også vært med tidlige sorter. For beregning av den uortogonale delen av materialet er Steven's iterasjonsmetode nyttet.

Materiale med nummersorter fra Institutt for plantekultur er hvert år prøvd etter en lattice-plan med 3 gjentak.

Settepotetene er i det vesentlige oppformert på Møystad både i 1964 og 1965, der det i løpet av sommeren er foretatt utluking av synlig sjuke planter og avvikende typer flere ganger i vekstsosongen. Potetene er ellers lagret i samme kjeller vinteren over. – Virkningen av ulik lagring på avlingsresultatene er også undersøkt, og resultatene vil bli publisert i egen melding.

Når det gjelder sortenes opprinnelse, viser en til melding av FROGNER (3). Her skal bare opplyses at sorten *Mira* har byttet navn og går nå under navnet *Ora*. Videre er nummersorten C × 737-579 nå godkjent og har fått navnet *Beate*. For nyere sorter viser en til tabell 1.

Tabell 1. *Opplysninger om nyere sorter og nummersorter.*

Sort	Avstamning	Foredler	Utsendingsår
Amaryl . . . . .	Saskia × (1673-20 × Furore)	H. Hettema, Beetgum	Nederland 1963
Amelio . . . . .	Saskia × (1673-20 × Furore)	Th. Haaima, Anjum	Nederland 1965
Erkraft . . . . .	Ostbote × Hochprozentige (Frøplante × Frøplante)	Dr. H. Börger, Behl	Vest-Tyskland 1958
Pierwiosnek . . . . .	43 141/6 (Sol.dem.tub.) × 441 016/24 (Sol.ac.tub.)	Institutut Hodowli i Aklimatyzacji Roslin, Warszawa	Polen
Saphir . . . . .	Rode Ersteling × Herald	I. Krafft, Buir, Köln	Vest-Tyskland 1960
Saskia . . . . .	(Tinwalds Perfection × Beenlikumer Geltje) × Früh- mølle	Dr. J. C. Dorst, Friese Mij. van Landbow, Leeuwarden	Nederland 1946
Sirtema . . . . .	Pimpernel × (Pentland Ace (R <sub>3</sub> ) × (U.SDA 41956 × 1006))	Dr. J. C. Dorst, Friese Mij. van Landbow, Leeuwarden	Nederland 1951
Woudster . . . . .	Pimpernel × (835a (4) (R <sub>1</sub> ) × (USDA 41956 × 1006))	I. Minke, Drachren	Nederland 1960
P × 42-260 . . . . .	Pimpernel × (Doon Star × Ås)	Institutt for plantekultur, Vollebekk	
P × 148-54 . . . . .	Pimpernel × (Doon Star × Ås)	→→→	
P × 737-45 . . . . .	Pimpernel × (Doon Star × Ås)	→→→	
P × 1006-71 . . . . .	Pimpernel × Oberarnbacher Frühe	→→→	
P × O.F.-99 . . . . .	Pimpernel × Jubel	→→→	
S × J-336 . . . . .	Sagerud × Jubel	Status forsøksgard Løken, Volbu	

(R<sub>1</sub>) og (R<sub>3</sub>) betegner bare at sortene fører disse resistensgener for hypersensitiv reaksjon mot bestemte rasr av tørråtesoppen.

## Opplysning om feltene

### Fordeling av feltene

Potetserien omfatter i alt 59 felter. Det har vært ca. 20 felter hvert år, og materialet er gruppert i 2 distrikter – nemlig Glåmdalen og Mjøstraktene. De fleste feltene har ligget i Mjøstraktene. For øvrig går fordelingen fram av oppstillingen nedenfor:

År	Mjøstraktene	Glåmdalen	Alle felter
1964	11	9	20
1965	14	7	21
1966	13	5	18
Sum	38	21	59

### Jordart

Av de notater som er gjort i feltbøkene, framgår det at hovedtyngden av feltene i Glåmdalen har ligget på sandjord. Hele 19 felter har vært på en eller annen type av sand, 1 felt har ligget på mojord og resten på morenejord.

I Mjøstraktene derimot har 25 ligget på morenejord, 6 på sandjord, 2 på en type skjelljord og 1 på moldjord av de felter vi har opplysning om jordart. Det er for mange felters vedkommende tatt ut jordprøver. Disse er analysert for 1964 og 1965, og her er det betydelige forskjeller mellom de 2 distriktene, særlig når det gjelder frasihtsprosent og glødetap. Glødetapet gir et tilnærmet uttrykk for moldinnholdet, mens frasihtsprosenten angir partikler som holdes tilbake av et 2 mm såld. Mens glødetapet i Mjøstraktene har vært rundt 8 %, så har det i Glåmdalen vært bare 5 %. For frasihtsprosenten er forskjellene enda større, i det prøvene fra Mjøstraktene inneholder rundt 25 % og prøvene fra Glåmdalen bare 2–3 %. – Interessant er det også å se at magnesiuminnholdet i jorda i Mjøstraktene er om lag det dobbelte av hva tilfellet er i Glåmdalen.

### Gjødsling

Gjødslinga går fram av følgende oppstilling:

Distrikt	Noteringer fra antall felter	Kg pr. dekar		
		N	P	K
Mjøstraktene .....	28	7,9	4,1	11,9
Glåmdalen .....	22	9,1	5,1	10,9
Begge distrikter .....	50	8,5	4,6	11,4

Den midlere gjødsling ligger noe i overkant av det som anbefales til poteter fra Forsøkgarden – særlig for kalium. Som det går fram av tallene, er det brukt mest nitrogen og fosfor i Glåmdalen. For kaliumets vedkommende ligger tallene for Mjøstraktene høgest.

### Forgrøde

Opplysninger om forgrøden har vi bare for 1966. Det viser seg her i likhet med tidligere perioder (1, 3) at det er korn som overveiende har vært forgrøde for potetene. Dette gjelder ganske særlig i Mjøstraktene, noe som ikke er uventet. Med den ensidige korn dyrkingen vi har i distriktet, er det nødvendig med vekstskifte i en viss utstrekning for å holde kornavlingen oppe.

### Settetid

Midlere settetid i forsøksperioden har vært 25. mai i Mjøstraktene og 29. mai i Glåmdalen. Forskjellen i settetid mellom distriktene er kommentert under avsnittet «distriktsforskjeller».

### Sortsmaterialet

Hovedmaterialet består av en ortogonal gruppe på 12 sorter. Denne står øverst i tabell 2 med de tilhørende LSD-verdier under.

Videre i tabellen følger så de andre sortene som er prøvd i perioden, utjevnet i forhold til den ortogonale gruppen slik at alle sorter kan sammenliknes direkte. Resultatene for sorter med få felter bør imidlertid tolkes med forsiktighet. Den ortogonale gruppen omfatter våre mest aktuelle sorter i øyeblikket. Disse sortene har vært prøvd på i alt 59 felter.

Det er vanlig å dele sortsmaterialet inn etter anvendelsesmåten i fôr- og fabrikkpoteter, kombinasjonssorter og rene matpoteter. Det er imidlertid svært vanskelig å trekke skarpe grenser her. Av omtalen vil det likevel gå fram hvor de har størst berettigelse.

### Fôr- og fabrikkpoteter

Til denne gruppen settes det i første rekke strenge krav til avkastning og høgt tørrstoff- og stivelsesinnhold.

Når det gjelder fôr- og fabrikkpoteter, finner vi i tabell 2 at *Parnassia* som lenge har vært den dominerende fabrikksorten til framstilling av potetmjøl og til spritproduksjon, fremdeles står på topp i tørrstoffprosent av eldre og velprøvde sorter. Forskjellen i tørrstoffprosent mellom *Parnassia* på den ene side og *Urtica* og *Ora* på den andre, som det er naturlig å sammenlikne den med, er meget sikker. På den annen side har de to sistnevnte hatt statistisk sikkert større knollavling enn *Parnassia*. For *Urtica* er imidlertid forskjellen i knollavling så vidt liten at forskjellen i tørrstoffavling er langt fra sikker.

*Ora* har imidlertid hatt så stor knollavling at den har gitt 108 kg tørrstoff mer pr. dekar enn *Parnassia*, noe som tilsvarer 57 kg stivelse. Dette er en betydelig avlingsforskjell. På minussiden kommer så en lågere tørrstoffprosent på 2,5 og en noe høyere prosent råte. Av de andre sortene har *Ultimus* gitt stor tørrstoffavling, men dette er særlig i Glåmdalen som jo ikke er noe utpreget distrikt for fabrikkpoteter. Dette vil gå fram av en seinere sammenstilling over gruppering for de 2 distrikter. Ellers kan nevnes at våre foreløpige undersøkelser av den meget tørrstoffrike sorten *Erdkraft* ikke har vært særlig oppmuntrende, da knollavlinga er liten. Dessuten er stivelsesinnholdet så eksep-sjonelt høgt at det skaper tekniske vanskeligheter for fabrikkene.

Tabell 2.

## Resultater av sortsforsøk 1964-66.

Sorter	Ant. felt	Ant. år	Kg pr. da		Relativ avling		Tørrstoffprosent	Prosent råtne		Skurv 0-4	Midl. knollvekt i g
			Knoller	Tørrstoff	Knoller	Tørrstoff		I alt	Tørrrâte		
Parnassia .....	59	3	3167	746	93	100	23,5	0,5	0,3	1,1	97
Kerrs Pink .....	59	3	3420	723	100	97	21,1	3,6	3,1	1,7	102
Urtica .....	59	3	3378	758	99	102	22,4	0,9	0,6	1,1	96
Ora (Mira) .....	59	3	4063	854	119	114	21,0	1,7	1,2	1,3	109
Prestkvern .....	59	3	3382	748	99	100	22,1	1,7	1,4	1,2	87
Saga .....	59	3	3558	760	104	102	21,5	1,5	0,8	1,4	114
Maritta .....	59	3	3372	749	99	100	22,2	1,0	0,4	1,8	89
Åspotet .....	59	3	3457	688	101	92	19,9	1,3	0,5	0,9	100
Pimperl .....	59	3	2748	630	80	84	22,8	0,0	0,0	1,4	78
Beate .....	59	3	3316	699	97	94	21,0	0,8	0,4	1,0	85
King George V .....	59	3	3959	797	116	107	20,1	1,5	0,9	1,1	107
Eva .....	59	3	3273	643	96	86	19,7	1,2	0,9	1,1	94
LSD 5 % .....			133	30			1,0	2,9	2,4	0,6	6
Gineke .....	19	3	3571	755	104	101	21,2	0,2	0,1	1,1	97
Alpha .....	13	3	3532	727	103	97	20,4	1,6	1,2	1,1	117
Bintje .....	12	3	3634	747	106	100	20,9	1,3	1,3	1,4	95
Aquila .....	11	3	3165	672	93	90	21,3	0,5	0,0	1,1	79
Star .....	11	3	3163	660	92	88	21,0	0,8	0,6	1,5	86
Kaptah .....	9	3	3241	736	95	99	22,8	0,9	0,5	1,9	114
Spatz .....	22	2	3773	758	110	102	20,2	6,8	0,9	2,0	86
Pierwiosnek .....	18	2	3734	688	109	92	18,5	11,9	11,5	1,0	101
Ultimus .....	11	2	3692	825	108	111	22,3	1,8	0,9	1,2	98
Saskia .....	6	2	3048	593	89	79	19,3	12,4	11,5	1,5	111
Erdkraft .....	6	1	2395	689	70	92	28,7	2,0	1,9	2,8	82
Sirtema .....	4	1	3492	627	102	84	18,2	12,7	6,4	1,2	111
S × J 336 .....	14	3	3552	789	104	106	22,1	4,1	3,3	1,3	89
S × 737-33 .....	13	3	3605	742	105	99	20,5	1,0	0,8	1,3	90
W × Ås Rod .....	16	2	3355	750	98	101	22,3	1,0	0,5	0,9	83
P × Ås 26 .....	13	2	3256	715	95	96	21,6	0,9	0,5	2,0	87
P × 42-260 .....	11	2	2678	633	78	85	23,4	0,1	0,1	2,1	86
P × 737-271 .....	8	1	3960	792	116	106	20,0	1,7	1,5	1,2	107
P × 737-45 .....	6	1	4033	819	118	110	20,3	0,5	0,5	1,3	93
P × 737-478 .....	2	1	3736	762	109	102	20,1	1,2	0,9	1,4	102

## Kombinasjonssorter

Når en ser på kombinasjonssortene i den ortogonale gruppen, nemlig *Prestkvern*, *Saga*, *Maritta* og *Åspotet*, så ligger de 3 første på høyde med *Parnassia* i tørrstoffavling, mens *Åspotet* ligger noe etter. Dette skyldes særlig tørkesommeren 1966 da avlingene av *Åspotet* var svært små. Sorten er nemlig meget følsom overfor tørke. *Åspotet* har låg tørrstoffprosent, men har god resistens når det gjelder tørrrâte og skurv. Tørrstoffprosenten hos *Maritta* og *Prestkvern* har imidlertid vært høyere enn hos *Saga* og *Åspotet*. *Prestkvern* har i de seinere år fått en stor anvendelse som råprodukt i chips-industrien, da den kombinerer høgt tørrstoffinnhold, pen knollform og lite innhold av reduserende sukkerarter på en gunstig måte. Av de andre sortene er *Ultimus*

nevnt under foregående gruppe, men hører like fullt hjemme blant kombinasjonssortene der den har hevdet seg bra, men knollene har ikke pen form.  $S \times J$  336 som er en søstersort av Saga, har hevdet seg meget bra avlingsmessig, men har dessverre vist seg å være nokså lett mottakelig for tørr-råte.

$S \times 737-33$  har en noe lågere tørrstoffprosent enn Prestkvern. Den gir stor knollavling, men synes ikke å ha noen dyrkningsmessige fordeler framfor Prestkvern. Således har den meget lett for å gro under lagring.  $W \times As$  Rød, som er rødknollet, har hevdet seg bra avlingsmessig og har en brukbar tørrstoffprosent, men sorten er imidlertid småknollet og vil neppe få noen betydning.  $P \times 42-260$  utmerker seg ved høg tørrstoffprosent og brukbar kokkvalitet, men den har gitt litt for liten avling til å være fullt konkurransedyktig. Den er dessuten relativt lett angripelig for skurv. Ora som er nevnt under før- og fabrikkpotetene, har et noe lågere tørrstoff- og stivelsesinnhold enn ønskelig som fabrikkpotet, noe som kan være betenkelig for å anbefale den som fabrikkpotet. Den passer imidlertid godt som førpotet, da den med sin store knollmasse er så suveren i tørrstoffavling. De undersøkelser som er foretatt av matkvaliteten, tyder på at Ora dessuten er brukbar som matpotet (3, 5, 6). Den har imidlertid i enkelte tilfelle hatt sterke angrep av vorteskurv som har resultert i råtedannelse. På steder hvor en erfaringsmessig er plaget av vorteskurv, vil dette kunne redusere kvaliteten av Ora i de årene soppen har gode utviklingsmuligheter.

#### Matpoteter

I denne gruppen er særlig sortene *Kerrs Pink*, *Beate* og *Pimpernel* av interesse. Av tabell 2 finner vi at *Kerrs Pink* har gitt noe større avling enn *Beate*, men forskjellen er ikke statistisk sikker. På den annen side har *Beate* hatt betydelig mindre råte på knollene, og den er mindre utsatt for skurv samtidig som den har penere knollform.

*Pimpernel* som er seinere enn de to foregående, har falt igjennom avlingsmessig og måtte ha en ganske betydelig overpris for å kunne konkurrere med de to andre. På den annen side er den meget råtesterk og har en usedvanlig god lagringsevne. Ellers er det grunn til å nevne *Gineke* som har hevdet seg meget godt.

Av de halvtidlige sortene *King George V* og *Eva* har særlig førstnevnte gitt meget stor avling, men begge disse sortene står betydelig svakere enn de øvrige i denne gruppen når det gjelder matkvalitet.

Av de nye sortene synes  $P \times 737-271$  å fremheve seg fordelaktig. Den er en forholdsvis tidlig sort som har gjort det meget godt i våre forsøk. Det samme gjelder sorten  $P \times 737-45$ .

I de strøk der det kan være aktuelt med tidlige sorter, har vi i noen utstrekning tatt med slike.

Av de 3 tidlige sortene *Saskia*, *Sirtema* og *Pierwiosnek* har de 2 sistnevnte gitt størst avling. *Pierwiosnek* har gitt meget gode avlinger i Østerdalen. Som en ser, har alle disse sortene høge tall for råte, men en er klar over at potetene er høstet for seint til å være tidligpoteter. *Sirtema* er betydelig bedre enn de andre når det gjelder tørr-råte, men antall felter er så vidt lite at en bør være forsiktig med å trekke altfor vidtrekkende slutninger.

## Distriktssamspill

Materialet er gruppert i to distrikter, Mjøstraktene og Glåmdalen. Det er funnet samspill i hovedmaterialet for karakterene tørrstoffavling, tørrstoffprosent, råte og skurv. I tabell 3 er resultatene for de to distrikter stilt sammen for hver karakter. Når det gjelder tørrstoffavlinga, så er denne omregnet til relative tall i forhold til den ortogonale gruppen.

Det er også foretatt samspillberegning for den ortogonale gruppen for seg, og det er her funnet sikre samspill for råte og skurv, men ikke for tørrstoffavling og tørrstoffprosent. Resultatene for de to sistnevnte karakterer bør derfor tolkes med noe større forsiktighet.

En ser imidlertid at når det gjelder tørrstoffavling, har Bintje, Ultimus, Gineke, Spatz og nummersorten P  $\times$  Ås -26 hevdet seg bedre i Glåmdalen enn i Mjøstraktene, mens en for sortene Aquila, S  $\times$  737-33 og Saskia har det motsatte forholdet.

Tabell 3. Sortenes reaksjon på ulike dyrkningssteder. M = Mjøstraktene, G = Glåmdalen. Tørrstoffavlingen i relasjon til den ortogonale gruppen.

Sorter	Tørrstoffavling		Tørrstoffprosent		% Tørråte		Skurv 0-4	
	M	G	M	G	M	G	M	G
Parnassia .....	102	101	24,2	22,4	0,5	0,8	1,0	1,1
Kerrs Pink .....	98	101	21,8	20,1	4,6	1,1	1,7	1,5
Urtica .....	105	100	23,2	21,1	0,9	0,8	1,2	0,8
Ora (Mira) .....	118	114	21,6	19,9	1,7	0,9	1,3	1,1
Prestkvern .....	103	101	22,8	21,0	2,0	1,1	1,2	1,2
Saga .....	103	106	22,2	20,4	1,2	0,8	1,3	1,6
Maritta .....	101	104	22,9	21,1	0,6	0,6	2,0	1,2
Åspotet .....	93	96	20,6	18,8	0,5	1,2	0,9	0,9
Pimpernel .....	85	88	23,6	21,5	0,1	0,2	1,4	1,2
Beate .....	96	93	21,8	19,9	0,8	0,3	1,1	0,7
King George V .....	108	110	20,7	19,4	1,4	0,6	0,9	1,3
Eva .....	88	87	20,1	19,0	1,2	0,9	0,9	1,3
Gineke .....	100	111	21,9	20,0	0,3	0,4	1,0	1,2
Alpha .....	100	96	21,1	19,2	1,4	1,5	1,0	1,4
Bintje .....	90	113	21,4	19,9	2,5	0,7	1,1	1,5
Aquila .....	94	77	22,1	19,9	0,3	0,8	1,0	1,8
Star .....	90	91	21,5	20,3	0,9	0,8	1,4	1,8
Kaptah .....	100	99	23,3	22,5	0,7	1,1	2,0	1,4
Spatz .....	98	111	20,1	20,0	1,2	1,0	2,4	1,5
Pierwiosnek .....	93	96	19,1	17,5	16,4	2,5	1,1	0,7
Ultimus .....	104	120	22,6	21,5	1,4	0,8	1,0	1,2
Saskia .....	84	69	19,8	19,2	14,2	1,9	1,5	1,2
Erdkraft .....	95	93	29,4	27,6	1,3	3,5	2,8	2,6
Sirtema .....	86	84	18,8	17,2	8,8	2,0	1,1	1,2
S $\times$ J 336 .....	107	109	22,6	21,4	5,5	1,4	1,3	1,1
S $\times$ 737-33 .....	102	92	21,1	19,5	1,1	1,2	1,2	1,5
W $\times$ Ås Rød .....	100	106	23,4	21,1	0,7	0,6	0,9	0,9
P $\times$ Ås 26 .....	92	109	21,9	21,2	0,7	0,5	1,8	2,1
P $\times$ 42-260 .....	89	82	24,4	21,9	0,1	0,3	2,1	1,8
P $\times$ 737-271 .....	105	113	20,2	19,8	2,5	0,4	1,0	1,3
P $\times$ 737-45 .....	110	115	21,4	18,6	1,3	0,7	1,3	1,1



Når det gjelder tørrstoffprosenten, ligger denne jamt over høyere i Mjøstraktene enn i Glåmdalen. For sortene *Urtica*, *Pimpernel*, *Aquila*, P × 42-260, W × Ås Rød og P × 737-45 er forskjellen særlig stor.

For tørråten er det sikre samspill, og en finner stort sett det forholdet at sorter som angripes sterkt av tørråte, har en relativt høyere tørråteprosent i Mjøstraktene, så som *Kerrs Pink*, *Bintje*, P × 737-271 og S × J 336 og tidligpotetene *Saskia*, *Sirtema* og *Pierwiosnek*. Dette står i forbindelse med de klimatiske forhold som vil bli berørt nærmere under en seinere sammenlikning av de 2 distrikter.

Når det gjelder skurv, så vil bare matpoteter bli berørt her. Vi ser da at det ikke er stor forskjell i reaksjonen hos *Kerrs Pink* og *Pimpernel* i de to distrikter, mens *Beate* og *Pierwiosnek* har vært noe mer utsatt i Mjøstraktene enn i Glåmdalen. På den annen side er det motsatte tilfelle for sortene *Eva*, *King George V* og nummersorten P × 737-271.

### Distriktsforskjeller

På grunnlag av den ortogonale gruppen på 12 sorter er det foretatt en del beregninger av avlingsmengde og andre karakterer i de 2 distriktene som materialet er gruppert etter. Resultatene går fram av tabell 4.

Tabell 4. Avlingsnivå og andre karakterer i Mjøstraktene og Glåmdalen.

Steder	Knoll- avling	Tørrst.- avling	Tørrst.- prosent	% Råte i alt	% Tørr- råte	Skurv	Midl. knollv. i g	Antall felt
Mjøstraktene 1964	3434	733	21,5	1,2	0,6	1,3		11
—>— 1965	3557	793	22,2	2,6	2,0	1,3	86	14
—>— 1966	3562	792	22,4	1,6	1,3	1,2	111	13
Mjøstraktene 1964-66	3518	773	22,0	1,8	1,3	1,3	99	38
Glåmdalen 1964	2881	599	19,6	1,4	0,2	0,9		9
—>— 1965	3606	735	20,5	0,9	0,5	1,3	82	7
—>— 1966	2991	645	21,5	1,9	1,7	1,5	106	5
Glåmdalen 1964-66	3159	660	20,5	1,4	0,8	1,2	94	21

Avlingsnivået i Glåmdalen er gjennomgående lågere enn i Mjøstraktene. Dette gjelder i særlig grad tørrstoffavlinga, da tørrstoffprosenten er betydelig lågere i førstnevnte distrikt. En har i alle år betydelig høyere tørrstoffinnhold i Mjøstraktene, og i middel for 3 år utgjør forskjellen hele 1,5 %-del. Årsakene til dette er sikkert flere - blant annet de klimatiske forhold, jamfør tabell 4. Våronna er i alminnelighet noe seinere i Glåmdalen. For dette materialet er forskjellen i settetid 4-5 dager. Men ellers atskiller de to distriktene seg nokså markert i jordforholdene, idet Glåmdalen har mye mer sandjord enn hva tilfellet er for Mjøstraktene. Tidligere undersøkelse av HESSEN (4) viser at tørrstoffprosenten ligger noe lågere på sandjord enn på leirjord. Det er derfor mye sannsynlig at den store forskjellen vi har her mellom Glåmdalen og Mjøstraktene når det gjelder tørrstoffprosent, har sin årsak i jordforholdene.

Av de andre karakterene har det vært litt mindre tørråte i Glåmdalen i middel for alle år, men dette resultatet må en ta med forbehold, da en ikke har full oversikt vedrørende hvilke felter som er sprøytet, tidspunktet for sprøyting etc. Et forhold som imidlertid sikkert er av betydning, er den lågere temperatur i Glåmdalen i månedene august og september. Forholdet er jo at for å få angrep av tørråte, må det være en viss konstellasjon mellom temperatur og fuktighet. I de tilfelle vi har hatt distriktsforskjeller, kan de lokal-klimatiske forhold her spille en viss rolle.

### Resultater av forsøk med nye kryssninger 1964-66

Det er i 3-årsperioden 1964-66 prøvd en del foredlingsmateriale fra Institutt for plantekultur. Felles for nesten alle disse nummersortene er at Pimpernel inngår som en av foreldresortene, og de fleste har røde og til dels meget velformede knoller. Av disse har flere hevdet seg meget godt avlingsmessig.

Av nummersorter som har pekt seg ut som meget riktytende, skal nevnes  $P \times 737-271$  som også er prøvd i lokale forsøk. Dette er en relativt tidlig sort med pen knollform. En svakhet ved sorten er at den er forholdsvis mottakelig for tørråte. Som en vil se av tallene i tabell 5, har den vært utsatt for vel så sterke angrep som Kerrs Pink. Av de andre har  $P \times O. F. 99$  og  $P \times O. F. 298$  gitt store avlinger av knoller, men har en noe låg tørrstoffprosent. Begge er sterke mot tørråte, og de har hatt ganske svake skurvangrep, men de er forholdsvis seine sorter.  $P \times O. F. 298$  har kvite knoller. En annen av disse nummersortene overgår Parnassia i tørrstoffprosent, men den har gitt for lite knoller til å kunne hevde seg helt i toppen når det gjelder tørrstoff- og stivelsesavling.

Av de andre nummersortene synes  $P \times 737-45$ , som også er prøvd ute i lokale forsøk, å være en lovende sort. Den har gitt betydelig større avling enn Kerrs Pink, er litt mer småfallen og minst like sein.  $P \times 737-45$  har hatt relativt svake skurvangrep og er forholdsvis sterk mot råte sammenliknet med Kerrs Pink.

### Undersøkelser av sortenes matkvalitet

Det er i alle år av forsøksperioden foretatt en del kokeprøver for å bedømme sortenes matkvalitet. Disse prøvene er delvis gjort av familier på Forsøks-garden og delvis ute i distriktet. Vurderingen av disse egenskapene som f.eks. smak, varierer nok svært mye fra person til person, men det er likevel i de fleste tilfelle funnet signifikante forskjeller i materialet.

Resultatene går fram av tabell 6. Av de mest aktuelle matpotetsortene Kerrs Pink, Pimpernel og Beate har Pimpernel fått de beste tall for smak og Beate de dårligste, men forskjellen er ikke signifikant. De står likt m.h.t. mørkfarging, men Beate er noe fuktigere enn de to andre. Når det gjelder knollform, så er denne bedre hos Pimpernel og Beate enn hos Kerrs Pink.

Tabell 5. Resultater av forsøk med nye kryssninger 1964-1966.

Sorter og nummersorter	Kg pr. da		Rel. avling		Prosent tørrstoff	Sortering, prosent			Prosent råtne			Ris- lengde cm	Prosent friskt ris før hesting
	Knoller	Tørr- stoff	Knoller	Tørr- stoff		Store	Midd.	Små	I alt	Tørr- râte	Skurv 0-4		
Parnassia .....	3087	758	90	100	25,1	34	6	1,3	0,0	0,8	42	83	
Kerrs Pink .....	3413	731	100	96	21,9	28	4	1,8	1,6	0,9	47	85	
S × Ås -137 .....	3526	753	103	99	21,5	35	6	1,4	0,3	1,1	40	82	
P × Ås -26 .....	3448	792	101	104	23,3	38	6	1,5	0,3	1,6	43	82	
P × 42-260 .....	2782	689	82	91	24,8	44	9	0,4	0,0	1,9	40	73	
P × 148-54 .....	3230	791	95	104	24,6	45	6	0,0	0,0	0,8	47	92	
P × 737-45 .....	3757	820	110	108	22,0	36	8	0,8	0,0	0,9	42	88	
P × 737-271 .....	4053	859	119	113	21,4	25	3	2,9	2,7	0,9	37	78	
P × 737-478 .....	3675	788	108	104	21,6	30	5	0,0	0,0	1,1	42	77	
P × 1006-71 .....	3372	745	99	98	22,4	29	4	0,6	0,1	0,9	40	72	
P × 1006-212 .....	3466	782	102	103	22,8	41	10	0,1	0,0	0,9	45	97	
P × 1006-277 .....	2729	701	80	92	26,1	58	14	0,3	0,3	0,8	42	87	
P × 1006-291 .....	3471	781	102	103	22,8	44	7	0,1	0,0	0,8	43	87	
P × 1006-330 .....	3186	720	93	95	22,9	48	7	0,3	0,3	1,3	37	90	
P × 1006-460 .....	2946	721	86	95	24,8	34	7	1,0	0,4	1,9	50	78	
P × O.F. 99 .....	3851	781	113	103	20,6	41	4	0,0	0,0	0,8	33	88	
P × O.F. 298 .....	3857	777	113	103	20,3	26	4	0,0	0,0	0,8	37	90	
LSD 5 % .....	329	77			0,9	7,9	4,0	2,3		0,4			

Tabell 6. Poeng for kvalitetsegenskaper 1964–1966. 15 forsøkssteder.

Sorter	Sundkoking 1-4	Utseende etter koking 1-3	Melen- het 1-4	Smak 1-5	Fuktig- het 1-3	Mørk- farging 1-4	Knoll- form 1-3
Kerrs Pink .....	1,4	2,3	2,7	2,2	1,9	1,5	1,7
Pimpernel .....	1,6	1,5	2,7	2,0	1,9	1,5	1,1
Beate .....	1,2	2,3	2,6	2,4	2,4	1,5	1,2
King George V .....	1,3	2,2	2,6	2,9	2,3	2,4	1,3
Eva .....	1,3	2,5	2,6	2,9	2,6	2,2	1,9
Prestkvern .....	1,5	2,7	2,5	2,7	2,2	2,2	1,5
Ora (Mira) .....	1,3	1,1	2,3	2,6	2,2	1,5	2,0
Åspotet .....	1,3	2,7	2,7	2,6	2,2	1,9	1,3
Saga .....	1,5	1,7	2,4	3,0	2,2	2,0	2,1
Maritta .....	1,5	1,7	2,7	2,5	2,1	1,5	2,0
LSD 5 % .....	—	0,5	—	0,6	0,4	0,5	0,5
Kokeprøver 1964–1965. 7 forsøkssteder							
Kerrs Pink .....	1,0	2,6	2,3	1,6	1,7	1,4	
S × J 336 .....	1,0	2,6	2,1	2,4	1,7	1,6	
Aquila .....	1,0	1,7	2,7	2,3	1,9	2,1	
W × Ås Rød .....	1,1	1,6	2,9	1,9	1,9	1,7	
Alpha .....	1,0	1,3	3,6	2,7	2,1	1,6	
Gineke .....	1,0	1,1	2,1	1,1	1,3	1,4	
S × 737–33 .....	1,0	1,9	3,1	2,7	2,0	1,3	
Bintje .....	1,1	2,1	2,9	2,4	2,1	2,1	
Ultimus .....	1,0	1,7	2,6	2,0	1,6	1,9	
Pierwiosnek .....	1,0	2,1	3,7	3,0	2,6	1,4	
Saskia .....	1,0	2,3	2,7	2,3	2,1	1,9	
Sirtema .....	1,0	2,4	3,6	3,6	2,4	1,7	
LSD 5 % .....	—	0,5	0,7	0,8	0,5	0,6	
Kokeprøver av 1966-års avl. 4 forsøkssteder							
Kerrs Pink .....	1,8	2,5	3,3	1,8	2,0	2,3	1,8
Woudster .....	1,5	2,0	3,5	1,8	1,8	1,8	1,3
Amelio .....	1,0	1,5	3,3	2,5	2,3	3,0	1,0
Saphir .....	1,3	2,0	2,5	3,0	2,0	3,5	1,5
P × Ås–26 .....	1,0	1,8	2,8	1,5	2,0	2,3	1,0
P × 737–45 .....	1,0	2,3	2,5	1,8	2,0	2,0	1,3
P × 148–54 .....	1,0	1,5	3,5	1,8	1,8	1,5	1,0
P × Ob.fr. 99 .....	1,0	2,0	2,5	2,5	2,0	1,8	1,3
P × 737–271 .....	1,0	1,8	3,0	1,8	2,0	1,3	1,0
P × Ob.fr. 298 .....	1,0	1,3	2,3	3,0	2,3	2,8	1,3
LSD 5 % .....	—	0,7	0,8	—	—	0,9	—

## Sundkoking:

1. Hele knoller
2. Sprukne i det ytre lag
3. Mer djuptgående sprekker
4. Delvis eller helt sammenfalne

## Smak:

1. Meget god
2. God
3. Tilfredsstillende
4. Mindre tilfredsstillende
5. Dårlig

## Melenhet:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Tett struktur, ingen melenhet           | Mørkfarging:                                     |
| 2. Svakt melne, vanlig bare i barklaget    | 1. Ingen mørkfarging                             |
| 3. Middels melne, også strenger i marginen | 2. Ubetydelig, vanlig omkring øyer og navlefeste |
| 4. Sterkt melne, kornet eller fnokket      | 3. Lysegrå til grå                               |
|  | 4. Sterkere mørkfarging                          |

## Fuktighet:

- |           |                |
|-----------|----------------|
| 1. Tørr   | Knollform:     |
| 2. Normal | 1. God         |
| 3. Blaut  | 2. Middels god |
|           | 3. Dårlig      |

## Utseende etter koking:

1. Gul
2. Lysgul
3. Kvit

De halvtidlige sortene King George V og Eva har ikke vært på høyde med de andre matpotetene i smaksegenskaper. Dette gjelder i enda høyere grad de tidlige sortene Pierwiosnek, Saskia og Sirtema som ikke egner seg for lagring og bruk utover vinteren.

Av kombinasjonssortene Prestkvern, Ora, Åspotet, Saga og Maritta har Saga absolutt dårligst tall for smak, og knollformen er mindre bra. Resten av kombinasjonssortene står svært likt når det gjelder smaksegenskaper.

Ellers er det verdt å merke seg Gineke som har meget lovende tall for smak- og kokeegenskaper. Dette er i samsvar med forsøk på Løken (6).

Blant kokeprøvene fra 1966-års avl er det 3 sorter som er prøvd bare ett år og som ikke er tatt med når det gjelder avlingstall, nemlig *Woudster*, *Amelio* og *Saphir*. Disse er imidlertid så vidt lovende at de vil bli prøvd videre. *Amelio* er nematoderesistent og vil av den grunn passe i distrikter hvor det er fare for angrep av potetål. *Saphir* er en relativt tidlig sort som imidlertid ikke synes å være noen matpotet, mens *Woudster* mer synes å være en kombinasjonstype. Framtida får vise om disse sortene vil få noen berettigelse. Av Pimpernelkryssningene er flere på høyde med Kerrs Pink i kokeegenskaper, men materialet er for lite til noen sikker vurdering av matkvaliteten.

## Skurv

Skurv på potetene er en kvalitetsfeil som i alvorlige tilfelle kan forringe potetenes matkvalitet betydelig. Visse skurvarter som blæreskurv og svartskurv kan også gjøre stor skade på settepotetene og forårsake sprang i åkæren.

Det har tidligere vært alminnelig å gi en samlet vurdering av skurv på analyseprøvene om høsten. Dette gir stort sett et bilde av flatskurv og vorteskurv samlet, men gir ingen opplysninger om hvilke skurvarter det gjelder og om sortenes resistens overfor ulike typer av skurv.

For å få mer opplysninger om dette har vi for 1966-års avl tatt prøver fra 6 spredte potetfelter for bedømmelse av hver enkelt knoll for seg. Analyseprøvene er vasket forsiktig for lettere å kunne bedømme vorteskurv. Bedømmelsene er foretatt på grunnlag av skala utarbeidet ved Statens plantevern som bygger på en gradering fra 1-5 der 1 er lite og 5 er sterkt angrep. Antall knoller i hver prøve har variert noe, men ligger i middel på om lag 50. Midlet for prøven av de observasjoner som er gjort på enkeltknoller, danner så utgangspunkt for variansanalysen der det er brukt felt som gjentakelse. For flat-

skurv og vorteskurvs vedkommende er observasjonene foretatt om høsten, mens observasjonene for blæreskurv som opptrer først seinere på vinteren, er foretatt i begynnelsen av mars.

Tabell 7. Skurvundersøkelser fra 6 felter av 1966 års avl.

Sorter	Flatskurv 1-5	Vorteskurv 1-5	Blæreskurv 1-5
Kerrs Pink .....	0,7	0,2	0,7
Pimpernel .....	0,6	0,1	0,1
Beate .....	0,6	0,1	0,0
King George V .....	0,6	0,1	0,4
Eva .....	0,5	0,1	0,1
Ora .....	0,5	0,0	0,1
Prestkvern .....	0,6	0,1	0,1
Saga .....	1,0	0,1	0,1
Maritta .....	0,5	0,5	0,1
Åspotet .....	0,7	0,0	0,0
Parnassia .....	0,7	0,1	0,1
Urtica .....	0,6	0,1	0,1
LSD 5 % .....	0,3	0,2	0,2
3 felter 1966			
Kerrs Pink .....	0,8	0,1	0,4
Erdkraft .....	2,0	0,1	0,0
Pierwiosnek .....	0,7	0,0	0,0
P × Ås-26 .....	1,7	0,2	0,0
P × 737-45 .....	1,0	0,1	0,1
LSD 5 % .....	0,8	—	0,2

Resultatene for undersøkelsen som omfatter flatskurv, vorteskurv og blæreskurv, er ført opp i tabell 7. Øverst finner vi den ortogonale gruppen på 12 sorter, og nederst et noe mindre antall felter med ytterligere 4 sorter sett i forhold til Kerrs Pink. Som en vil se, er alle de tre skurvartene representert for de fleste sorters vedkommende. Den skurvarten som har vært mest dominerende, er flatskurv. Kerrs Pink ligger i denne undersøkelsen forholdsvis godt an, og forskjellen mellom denne på den ene side og Beate og Pimpernel på den annen er ikke sikker. Når det gjelder vorteskurv, har Maritta vært tydelig mer utsatt enn de andre sortene, og for blæreskurv er det tydelig at Kerrs Pink er svak. Det samme kan sies om King George, men den er tross alt bedre enn Kerrs Pink.

Ett års resultater er for lite til å kunne få noe sikkert bilde av forholdet mellom sortene når det gjelder skurv, da vi veit at værforholdene er av stor betydning for de enkelte skurvarters opptreden. Resultatene må derfor tolkes med forsiktighet.

### Sortenes reaksjon på sprøyting med T.C.A.

Sprøyting med T.C.A. (trikloreddiksyre) er i seinere tid blitt nokså alminnelig som et middel i kampen mot kveka. Det anvendes i relativt stor utstrekning i potetåker. T.C.A. er ei systemisk gift, men poteter er en av de mer mot-

standsdyktige vekstene. Det er likevel store sortsforskjeller med hensyn til resistens.

En veit fra tidligere forsøk at Kerrs Pink, Alpha, King George V, Prestkvern og Jøssing har gitt tilfredsstillende avling etter T.C.A.-behandling, mens Saga og Åspotet har vist seg svake og har gitt variable avlinger (7).

I tabell 8 finner vi en del observasjoner som ble foretatt når det gjelder skade på riset for en del sorter i 1965. Observasjonene er gjort henholdsvis 1. og 9. juli. Det er brukt skala fra 0 til 3, der 0 er ikke synlig misdannelse av bladverket og 3 meget sterk misdannelse. En ser her at ved observasjon 1/7, har Saga vært sterkest angrepet, mens Urtica har hatt minst skade. Ellers merker vi oss at Pimpernel, Pierwiosnek, Prestkvern, King George V og Kerrs Pink står relativt bra. Ved observasjon på nytt den 9. juli finner vi at Kerrs Pink og Pimpernel er kommet nesten over skaden, mens det er liten framgang hos Saga og S × J 336. Hos noen sorter har symptomene faktisk tiltatt.

Tabell 8. Sortenes reaksjon på T.C.A.-behandling.

Sorter	Observasjonene gjort i 1966						Observasjonen av skade på bladverket 1965	
	Avling i % av usprøyta		Ubehandlet - T.C.A.-sprøyta				1/7 0-3	9/7 0-3
	Knoller	Tørrstoff	Tørrst. %	% store	% midd.	% små		
Kerrs Pink . . . . .	86	86	-0,1	1	0	- 1	1,4	0,3
King George V . . . . .	90	96	-1,7	4	- 4	0	1,2	1,4
Eva . . . . .	88	92	-0,8	7	- 7	0	1,7	1,4
Parnassia . . . . .	96	99	-0,8	4	- 3	- 1	1,3	1,5
Urtica . . . . .	87	87	-0,2	5	- 4	- 1	0,4	0,6
Pierwiosnek . . . . .	86	88	-0,4	4	- 4	0	1,0	0,5
Maritta . . . . .	78	82	-1,2	11	- 8	- 3	1,8	2,0
Beate . . . . .	84	87	-0,9	- 2	3	- 1	2,2	1,2
Åspotet . . . . .	78	83	-1,6	8	- 8	0	2,0	2,0
Pimpernel . . . . .	92	96	-0,9	6	- 5	- 1	0,9	0,2
Prestkvern . . . . .	84	87	-1,0	12	-11	- 1	1,2	0,7
Saga . . . . .	63	67	-1,7	20	-18	- 2	3,0	2,8
Ora . . . . .	86	90	-1,3	7	- 6	- 1	1,7	0,9
S × J 336 . . . . .	77	80	-0,9	8	- 7	- 1	2,4	2,1
Gineke . . . . .	86	91	-1,5	3	- 4	1	—	—
P × 737-271 . . . . .	77	76	-0,1	7	- 7	0	—	—

For nærmere å bedømme skadene på avlinga ble det i 1966 på samme skifte anlagt et felt med sorter på ubehandlet og ett på T.C.A.-sprøytet jord. Resultatet viser som en ser i tabell 8 at rent generelt har en fått betydelig avlingsreduksjon både av knoller og tørrstoff, mens tørrstoffprosenten har gått opp, og en har fått forskyvning i retning av småknollet avling. Når det gjelder de enkelte sortene, har T.C.A.-behandlingen også i dette tilfelle gått hardest ut over Saga, Maritta, Åspotet og S × J 336, mens Parnassia, Pimpernel, King George, Eva og Urtica er lite påvirket. I en mellomstilling kommer så Kerrs Pink, Prestkvern, Beate, Pierwiosnek og Ora.

## Vurdering av en del aktuelle potetsorter

*Parnassia*, *Ora* og *Urtica* er de *fabrikpotetsortene* som i seinere tid har vært ofret mest interesse. I siste forsøksperiode har ikke *Urtica* gitt vesentlig større tørrstoffavling enn *Parnassia*. Den har lågere tørrstoffprosent og dårligere lagringsevne enn *Parnassia*, og den er dessuten gjennomsmittet av S-virus. Det er derfor ingen skade skjedd når den nå er tatt ut av listen over sorter som anbefales prøvd. De to sortene som så står tilbake som aktuelle i denne gruppen av gjennomprøvede sorter, er da *Parnassia* og *Ora*. Her bør det nevnes at *Ora* hører like meget hjemme i gruppen kombinerte sorter, da kokeprøver utført på forskjellige steder, viser at den er brukbar som matpotet ved moderat gjødsling. Sorten utmerker seg ved sin store knollavkastning – en av de mest yterike sorter vi har. Tørrstoffprosenten er i gjennomsnitt for forsøksperioden mellom 2 og 3 % lågere enn hos *Parnassia*. I tørrstoffavling er den likevel i særklasse på grunn av sin store knollavling. En ulempe ved sorten er at det utover høsten ofte opptrer sterk nervenekrose på bladene. Det er ikke full klarhet ennå om dette er en sortsegenskap eller ikke. Ellers er ikke lagringsevnen tilstrekkelig godt utforsket. I enkelte tilfelle er det observert sterke angrep av vorteskurv, og det opptrer da ofte sekundært mye råte i lageret. Når det gjelder våre erfaringer med hensyn til T.C.A., synes *Parnassia* å tåle denne vel så godt som *Ora*.

Den nye tyske sorten *Erdkraft* har et eksepsjonelt høgt prosentisk innhold av tørrstoff og stivelse. Sorten er prøvd bare ett år på Forsøksgården og i distriktet uten at den har overbevist. Dessuten kommer det momentet inn i bildet at stivelsesprosenten er så høy at det skaper problemer for fabrikkene.

Når det gjelder de *kombinerte sorter*, er *Prestkvern* den som i forsøksperioden har vist seg mest lovende av eldre sorter. Den hevder seg godt både hva knoller og tørrstoffavling angår og har en fordelaktig tørrstoffprosent. Sorten har dessuten meget jevne og pene knoller, og da den også har et relativt lågt innhold av reduserende sukker, egner den seg godt som råprodukt ved framstilling av chips.

Avlingsmessig står *Maritta* likt med *Prestkvern*, og denne har også et gunstig innhold av reduserende sukker, men knollformen gjør at den er betydelig mindre egnet for denne produksjonen. Begge disse er seine sorter. Med hensyn til T.C.A.-resistens er *Prestkvern* sterkere både mot angrep på riset og reduksjon i avlinga enn *Maritta*. *Saga* er betydelig tidligere og har samtidig vært meget riktytende i denne forsøksperioden, sammenliknet med de andre sortene. *Saga* er imidlertid lettangripelig av tørråte på riset, men relativt resistent på knollene. Sorten er meget svak overfor T.C.A., (stor skade på riset og sterk nedsettelse av knollavlinga).

I gruppen *spesielle matpoteter* er *Kerrs Pink* fremdeles den mest ettertraktete. Ved siden av denne dyrkes en del *Pimpernel* for salg, og i seinere tid er *Beate* godkjent for dyrking. *Kerrs Pink* har jo sine svakheter ved at den er meget lettangripelig av tørråte, både på ris og knoller. Dessuten angripes den også lett av skurv – særlig blæreskurv. Her har den nye sorten *Beate* sitt fortrinn, ved siden av at den også har en mye bedre knollform. *Pimpernel* er dyrket i en viss utstrekning, men til tross for sortens utmerkede mategenskaper og lagringsstyrke og videre at den er meget T.C.A.-resistent har den ikke slått igjennom. Dette må tilskrives at sorten er meget sein, noe som virker sterkt inn både på avlingsmengde og kvalitet, hvilket kommer til uttrykk



ved varierende priser i forhold til Kerrs Pink. I de siste år er faktisk prisforholdet gått i Kerrs Pinks favør. – Når en så i vårt distrikt for siste treårsperiode bare har fått 80 % avlingsmengde av Pimpernel i forhold til Kerrs Pink, skulle det være ganske tydelig at Pimpernel ikke er den rette sorten under våre forhold. Med hensyn til T.C.A.-resistens så angripes Beate sterkere på riset enn Kerrs Pink, mens avlingsreduksjonen er om lag den samme for Kerrs Pink og Beate.

De halvtidlige sortene *King George V* og *Eva* har ikke den matkvalitet som de forannevnte sorter, men spesielt *King George V* har gitt meget store knollavlinger. Begge greier seg godt overfor T.C.A.-sprøyting. Av nye nummersorter merker en seg den halvtidlige *P × 737-271*, som synes å være et meget godt alternativ til *King George V*. Den er rødknollet, har bra matkvalitet og en utmerket knollform. Sorten er imidlertid svak mot tørråte, slik at sprøyting er nødvendig. Den er ellers noe følsom overfor T.C.A.-sprøyting.

### Sammendrag

Meldinga omfatter forsøk med potetsorter i lågere strøk av Hedmark og Oppland i tidsrommet 1964–66. Det har vært 38 forsøksfelter i Mjøstraktene og 21 felter i Glåmdalen. I tillegg kommer en del spesielle felter med nytt krysningsmateriale.

#### *Fôr- og fabrikkpoteter*

Her er det i første rekke *Parnassia* og *Ora* som er aktuelle. *Parnassia* har hatt 2,5 % høyere tørrstoffprosent enn *Ora*. På den annen side har *Ora* hatt så stor knollavling at den har gitt 108 kg tørrstoff mer pr. dekar enn *Parnassia*. Dette tilsvarer 57 kg stivelse. På minussiden har *Ora* en noe større prosent råte og en mer usikker lagringsevne. Lagrets kvalitet med kunstig gjennomlufting vil derfor bety mye for hvorvidt en bør satse på *Ora*.

#### *Kombinerte sorter*

Etter de kokeprøver som er gjort, er *Ora* en brukbar matpotet ved moderat gjødsling, og den er derfor aktuell i denne gruppen med de reservasjoner som er nevnt vedrørende lagringen. Av andre sorter har vi *Prestkvern* som faller godt og har pene, velformede knoller. Sorten har også vist seg velegnet som råprodukt i chips-industrien, da den har relativt lågt innhold av reduserende sukker. *Prestkvern* er imidlertid sein, og for de distrikter som trenger en tidligere sort, vil *Saga* være aktuell.

#### *Matpoteter*

Idet *Beate*, som tidligere gikk under betegnelsen *C × 737-579*, nå er godkjent, har vi i tillegg til *Kerrs Pink* og *Pimpernel* fått enda en rødknollet sort på markedet. *Pimpernel* har gitt bare 80 % så stor knollavling som *Kerrs Pink* og faller derfor igjennom avlingsmessig sjøl om den har meget god matkvalitet. For *Beates* vedkommende har knollavlinga vært 97 % i forhold til *Kerrs Pink*. *Beate* ligger også litt svakere an enn *Kerrs Pink* når det gjelder

smaksegenskaper, men den har på den annen side penere knollform og er mer resistent mot skurv.

Når det gjelder halvtidlige sorter, så har *King George V* gitt atskillig større avlinger enn *Eva* i denne perioden. En ny nummersort,  $P \times 737-271$ , har vist seg meget lovende. Den gir stor avling og har røde knoller med pen form.

Avlingsnivået i Glåmdalen er lågere enn i Mjøstraktene. Videre er det en markert forskjell når det gjelder tørrstoffprosenten, og dermed blir det enda større forskjell i tørrstoffavlinga. Ellers har det vært mindre tørråte i Glåmdalen enn i Mjøstraktene. Tørråtesvake sorter har reagert sterkere på angrep av tørråte i Mjøstraktene enn i Glåmdalen. Når det gjelder skurv, er det liten forskjell i reaksjon hos *Kerrs Pink* og *Pimpernel* i de to distrikter, mens *Beate* har vært mer utsatt i Mjøstraktene enn i Glåmdalen. Det motsatte forhold gjør seg gjeldende for *Eva*, *King George V* og nummersorten  $P \times 737-271$ .

Bedømmelse av de forskjellige skurvarter fra 6 potetfelter i 1966 viser at *flatskurv* har vært mest utbredt, og *Saga* sterkest angrepet. Når det gjelder *vorteskurv*, har det gått hardest ut over *Maritta*, mens *Kerrs Pink* har vært svakest for *blæreskurv* av de sortene vi har hatt med i undersøkelsen.

En orienterende undersøkelse når det gjelder sprøyting med T.C.A., viser at avlinga er redusert for samtlige sorter, mens tørrstoffprosenten har økt slik at forskjellen i tørrstoffavling er relativt mindre. Videre er det en tendens å spore når det gjelder knollstørrelsen i retning av mindre knoller på T.C.A.-sprøyta. Det er tydelig forskjell på sortene. *Pimpernel* og *Kerrs Pink* er blant de som viser minst symptomer på bladverket, mens *Saga* og *Åspotet* er sterkest skadet.

Når det gjelder avlingsnedsettelsen etter T.C.A.-sprøyting, har *Pimpernel*, *Parnassia*, *King George V* og *Eva* greid seg godt. I en mellomstilling kommer *Kerrs Pink*, *Prestkvern*, *Beate* og *Ora*, mens *Maritta*, *Åspotet* og *Saga* har hatt stor avlingsreduksjon.

## Summary

This report deals with research on potato varieties in the lower parts of Hedmark and Oppland counties in south-east Norway. The latitude is about  $61^{\circ}$  N and the general elevation roughly 150 m.

The material comprises 59 experimental fields distributed over the period 1964–1966. 38 of the fields lie in the district around Lake Mjøsa and 21 in the Glåmdal district. There are certain differences in the climate of the two districts, likewise in soil conditions. The soil around Lake Mjøsa is a morainic type with fairly high contents of humus and clay. The soil in Glåmdal, however, is typically sandy, and soil samples indicate low levels of organic matter and clay. The manganese content is about half that in the Mjøsa district.

The yield level in Glåmdal is lower, the dry matter content being much lower than in the Mjøsa district. Thus the variation in dry matter yield will be still more pronounced. The two districts also differ as regards attack by blight, the Mjøsa district generally showing a higher occurrence. The results show interaction between varieties and the two districts (Table 4). Information from the trial fields indicates a greater use of potassium fertiliser than is recommended.

Preliminary trials concerning various types of scab in 1966 showed that *Streptomyces scabies* was the most abundant type. The Saga variety was the most severely attacked. The variety Maritta was the most susceptible of the group tested to *Spongospora subterranea* and Kerrs Pink to *Oospora pustulans*.

Preliminary tests with the chemical T.C.A. have indicated a reduced yield for all varieties. On the other hand, the dry matter per cent has increased, resulting in a relatively smaller difference in the dry matter yield. Furthermore, the tuber size tends to be smaller after spraying with T.C.A. There is a marked variation between the different varieties. Pimpernel and Kerrs Pink showed least symptoms on the foliage, while Saga and Åspotet have been the most severely damaged.

Pimpernel, Parnassia, King George V and Eva have shown the least decrease in yield after T.C.A. spraying. Kerrs Pink, Prestkvern, Beate and Ora showed a slightly greater reduction, while the varieties Maritta, Åspotet and Saga have all shown markedly lower yields.

Of the 32 varieties tested, the following seem to be the most interesting. The varieties have been grouped into three classes according to their use.

1. Potatoes used by the factories producing alcohol and potato flour.
2. Potatoes suitable as a combined type.
3. Potatoes particularly suitable for household consumption.

The best varieties in Group 1 appear to be *Parnassia* and *Ora*, the former having the highest starch content (2.5 % higher than *Ora*). On the other hand, *Ora* gives a much higher yield, its dry matter production being 1080 kg/hectare more than *Parnassia*. Disadvantages with the *Ora* variety are a high per cent of rotten tubers and a more doubtful storage capacity.

In Group 2, it has been shown that *Ora* is also suitable for household purposes, taking into account the above reservations concerning storage.

Another variety of interest is *Prestkvern*, which gives a large yield and has well-shaped tubers. This variety has also been used in the potato crisp factories because of its relatively low content of reducing sugar. On the other hand, *Prestkvern* is a rather late variety, and for districts having a short growing season *Saga* is better. This, however, is not so suitable for cooking.

In Group 3, *Kerrs Pink* is favoured in this country because of its excellent taste, but the variety is susceptible to blight (*Phytophora infestans*). Another new variety, *Beate*, released from the Institutt for plantekultur, Vollebakk, has about the same yielding capacity, a rather less pronounced taste, but on the other hand it has a better shape and much higher resistance to common scab (*Streptomyces scabies*). *Pimpernel* is used in some districts. The growing period is too long for our climate, however, and the yielding capacity is only 80 % of that of *Kerrs Pink*. The cooking quality is good, and the variety keeps very well in storage.

We have also tested a number of new breeds, and especially one of them, a cross with *Pimpernel* ( $P \times 737-271$ ), has become quite successful. This is a rather early variety.

## Litteratur

1. ELLE, TH. 1944. Forsøk med potetsorter 1938-44. Meld. Stat. forsøksgard Møystad, 39: 20-59.
2. FROGNER, S. 1964. Værlagets innflytelse på potetenes avkastning. Forskn. fors. Landbr. 15: 227-237.
3. FROGNER, S. 1964. Potetforsøk på Opplandene 1945-62. Forskn. fors. Landbr. 15: 311-339.
4. HESSEN, J. C. 1963. De invloed van aardappelras, grondsoort en bewaring op de kwaliteit van en de obrenst aan chips. Jaarboek IBVL Wageningen s. 88-102.
5. JETNE, M. 1964. Sortsforsøk med potet 1957-1963. Forskn. fors. Landbr. 15: 445-472.
6. OLSEN, E. 1965. Forsøk med poteter i fjellbygdene 1959-1964. Forskn. fors. Landbr. 16: 197-213.
7. VIDME, T. 1961. Ugrasboka. A/S Bøndenes forlag. 156 s.

I redaksjonen 20. 10. 1967

## FORSØK MED LYNG SOM VINTERBEITE TIL SAUER

*Experiments with Sheep grazing on Heather in Winter*

AV  
HANS LEIN

### INNHold

	Side
Innledning .....	101
Betefeltet .....	102
Forsøksplanen .....	104
Forsøksstid og veginger av dyra .....	104
Inneføringa .....	104
Vekt ved starten av forsøket .....	107
Korreksjon for drektighet .....	108
Vektendringer i inneføringstida .....	110
Sammenhengen mellom høstvekt og vektendring .....	111
Lammetall og vektendring .....	112
Utslag for føringa .....	113
Værforhold i inneføringstida .....	113
Forholdet mellom gruppene .....	114
Vektendringer før fjellsending og på fjellet .....	115
Førbehov og føropptak .....	116
Førbehov .....	116
Innefôr og lyngbeite .....	118
Lammeavdrått .....	120
Antall lam .....	120
Tap av dyr .....	120
Vekta av lamma .....	122
Fødselstid og lamnevekt .....	123
Betydningen av søyenes alder og vekt .....	123
Ullmengden .....	124
Sammendrag .....	126
Summary .....	128
Litteratur .....	129

### Innledning

Tanken om forsøk for å undersøke verdien av lyng som vinterbeite til sauer ble satt fram for mange år siden. Allerede i 1920–21 fikk Saueavls- og beiteutvalget i Rogaland utarbeidd planer for et lyngkultiveringsfelt i Skjold. Men av økonomiske årsaker kom det ikke lengre.

I 1936 vedtok Seter- og beiteutvalget i Selskapet for Norges Vel å gå inn for forsøk med vinterbeiting med sau på lyngmark og fikk utarbeidd planer. Disse strandet imidlertid i mangelen på midler til gjennomføringen inntil Landbruksdepartementet i 1943 stilte et beløp til disposisjon for formålet.

Fra 1. mars 1943 ble 270 dekar lyngmark i Førdesfjorden i Avaldsnes leid til forsøket. Feltet ble kartlagt i 1943 og inngjerda i 1944. Før forsøket kunne komme i gang, måtte det bygges sauehus på feltet. Og på grunn av forholdene kom det ikke opp før i 1950. Da ble det også opprettet kontrakt med Erik Våge om leie av dyr og om arbeidet med forsøket, slik at det kom i gang fra høsten dette året. Det ble gjennomført i 10 år, fram til 1960. Landbruksdepartementet bevilget midler til bygging av huset og til de årlige utgifter.

Saueavls- og beiteutvalget i Rogaland tok på seg å være bestyrer for forsøket. Bjarne Frøystad representerte utvalget mens han var fylkesagronom i Rogaland fra 1949 og fortsatte som tilsynsmann også etter at han ble statskonsulent. Herredsagronom Mons Dale hadde mye arbeid med forsøket når det gjaldt leiekontrakter, gjerding og bygging. Erik Våge holdt forsøksdyra og var røkter alle år. Alle fortjener takk for stort og samvittighetsfullt arbeid.

### Beitefeltet

Feltet lå på garden Førre i Førdesfjorden ca. 6 km øst for Haugesund. Det lå ca. 50–100 m over havet med helling mot øst. Den midterste delen var nokså bratt, men ellers var fallet moderat. Fjellgrunnen i området består av gneisbergarter. På feltet var det vesentlig morenejord med en god del stein.

Storparten av feltet var røsllyngmark uten trevegetasjon, som i store områder av distriktet ellers. Ved kartleggingen av feltet i 1943 ble ulike vegetasjonstyper og alderen av røsllyngen markert. Betegnelser og areal er ført opp i tabell 1. Der er det skilt mellom en nordre og en søndre del. Det ble seinere satt opp gjerde mellom disse delene, men det gikk slik at litt av arealet med røsllyng brent 1943 kom på sørsida. De to delene ble da mer jamstore.

Tabell 1. Inndeling av beitefeltet etter kartet fra 1943, og vurdering av dekningsgrad for røsllyng og beiteverdi 1958 og 1960.

Ifølge kart 1943		Vurdert 1958		Vurdert 1960	
Vegetasjon	Areal dekar	Dekningsgrad Middel	Beiteverdi Middel	Dekningsgrad Middel	Beiteverdi Middel
<i>Nordre del</i>					
Røsllyng brent 1943 . . . . .	93,4	3,4	2,3	3,9	1,8
» » 1928 . . . . .	34,8	3,4	1,6	3,6	1,8
Myrsig, lite lyng . . . . .	7,2	1,7	4,1	2,0	4,3
Gammel røsllyng . . . . .	4,9	1,9	4,2	2,5	4,2
<i>Søndre del</i>					
Gammel røsllyng . . . . .	76,2	2,3	4,1	2,4	4,4
Grasmark uten røsllyng . . . .	20,5	2,1	4,5	2,3	4,4
	237,0				

Brenninga våren 1943 skjedde ved et uhell. Det var med i planen at en del av arealet skulle brennes for å få en sammenlikning mellom ny og gammel lyng, og den er da delvis fulgt på denne måten. Det er opplyst at mesteparten av lyngen frøs ned vinteren 1946-47, og etter inspeksjon høsten 1947 ble det tilrådd at feltet fikk gro til noen år før beitinga begynte.

Noen grundig vurdering av plantedekket ble ikke foretatt før i 1958 og 1960. Nåværende beitekonsulent Graffer takserte da hele feltet etter parallelle linjer med 50 m avstand. Dekningsgraden for røsl yng er notert i skalaen 1-5, med 5 for største dekning. Beiteverdien ble vurdert etter grasmengden som fantes, i skalaen 1-10. Verdien av lyngen ble det da ikke tatt hensyn til. For det aller meste av feltet er det notert røsl yngdekke. På søndre del er det ellers notert 30 m linje med grasmyr i 1958, og på nordre del 10 m med mosemyr og 85-80 m med grasvoll ved de to vurderingene.

En har berekna dekningsgrad for røsl yng og beiteverdi i middel for de forskjellige delene av feltet som er tegnet inn på kartet fra 1943. Disse middel-talla er ført opp i tabell 1. Den viser at det var noe mer lyng og mindre gras på de delene av feltet som var brent enn på resten. Mellom de to brente delene var forskjellen nokså liten. Det var den også mellom de ulike delene som ikke var brent. Det er overraskende at det som er kalt grasmark uten røsl yng i 1943 hadde omtrent samme beiteverdi og dekningsgrad for røsl yng som delene med gammel røsl yng ved vurderingene i 1958 og 1960. Også myrsigene hadde mer lyng enn en skulle ventet etter kartet. Mellom de to vurderingene er det jamt over nokså liten forskjell. Størst er den for røsl yng brent 1943 som har større dekningsgrad og mindre beiteverdi i 1960 enn i 1958. Ellers er dekningsgraden størst i 1960 over hele feltet, mens beiteverdien er nokså lik de to åra.

I beskrivelsen til vurderingen i 1958 sies det at røsl yngen var gått sterkt tilbake i løpet av de siste åra særlig på søndre del. Mye av lyngen virket tørr, bare i øvre del av feltet var lyngen jamt over frisk. Den søndre delen var jamt over bedre som beite enn den nordre ved at det var kommet inn mer gras, særlig blåtopp etter at lyngen begynte å gå tilbake. I de bratte bakkehellingene var det til dels meget godt beite med ganske sterkt innslag av gode grasarter på begge delene av feltet. Av grasplanter var det mest bjønnskjegg og blåtopp. På mindre områder fantes også smyle, kvein, rau- og engsvingel, gulaks og finnskjegg, og på fuktige steder atskillig rome, gulstarr, stivstarr, knoppsiv o. fl. Av urter var det litt tepperot, mure, viol og antydning til småbregner. Særlig i øvre delen, men ellers over hele arealet, var det ganske mye poselyng.

Ved revisjonen i 1960 var det lite å føye til beskrivelsen i 1958. Inntrykket var at grasmengden hadde økt ytterligere på søndre del. På enkelte partier var det rein slåtteng av blåtopp. På nordre del var det ikke så mye gras. Dette er i overensstemmelse med talla i tabell 1.

I forsøket er nordre og søndre del av feltet sammenliknet. Ifølge vurderingene av plantedekket i 1958 og 1960 blir det like mye en sammenlikning mellom større og mindre grasmengder som mellom eldre og yngre lyng som planen forutsatte. Resultatet skal en komme inn på seinere.

## Forsøksplanen

Hensikten med forsøket var å undersøke hvilken verdi lyngmark har som vinterbeite til sauer og hvordan slik beiting og utegang virker på vekta, avlsresultatet og avdråtten. Disse spørsmål har en prøvd å få svar på ved å sammenlikne grupper som fikk fullt innefôr om vinteren med grupper som var henvist til å dekke en større eller mindre del av fôrbehovet på lyngbeite.

Både rygja og spelsau var med i forsøket, og gruppeinndelingen var slik:

- I. Rygja inne.
- II. » på lyngbeite med tilskott.
- III. Spelsau inne.
- IV. » på lyngbeite med tilskott.
- V. Rygja/spelsau på lyngbeite, delvis uten tilskott.

I gruppene I–IV var det 12 dyr. Gruppe V var med fra i 1952. I den var det 6 rygja og 6 spelsauer i 1952–53 og i 1957–60, 12 speisauer i 1953–56 og 6 spelsauer i 1956–57. I 1952–53 var de to rasene i gruppe V atskilt.

Gruppene ble satt sammen slik at de var så like som mulig med hensyn til vekt og alder innen hver rase. Når det var bare 6 dyr av en rase i gruppe V, kan de sammenliknes med 6 av dyra i de andre gruppene. Da forsøksverten hadde så få dyr å gjøre med at de fleste måtte plasseres i forsøket, var det en del forskjeller mellom gruppene, særlig når det gjelder alder de enkelte år.

## Forsøkstid og veginger av dyra

Forsøket startet alle år med veging av dyra og oppsetting av gruppene i første halvdel av november, tidligst den 2. nov., seinest den 15. og i middel den 8. Seinere ble de vegd med om lag 1 mnd. mellomrom, i middel 6/12, 6/1, 4/2 og 3/3 til forsøket ble avslutta i første halvdel av april. Tidligste avslutning var den 1., den seineste den 14. og i middel den 9. april.

Lamma ble vegd like etter fødsel alle år, og i 1955 og 1956 ble også mora vegd samtidig. Alle søyer, gimrer og lam ble vegd før fjellsending og etter heimkomst i åra 1952–1960. I 1951 ble disse veginene gjort bare for søyer og gimrer i rygja-gruppene.

## Innefôringa

Gruppene I og III som hadde fullt innefôr, fikk 10 kg høy pr. dag alle åra. Det ble rekna med at høyet inneholdt ca. 0,45 f.e. pr. kg. De fleste åra ble det i løpet av fôrperioden tatt ut en prøve av høyet som ble sendt til vanlig fôranalyse. Analysene gav bl. a. følgende resultat:

I 1952:	2,1	kg/f.e.	–	45	g	ford. råprot./kg.
» 1953:	2,2	»	–	48	»	»
» 1954:	2,4	»	–	35	»	»
» 1955:	2,2	»	–	61	»	»
» 1956:	1,9	»	–	78	»	»
» 1958:	2,2	»	–	40	»	»
» 1959:	2,1	»	–	48	»	»
» 1960:	2,5	»	–	40	»	»



I middel for åra med analyse blir det 2,2 kg høy pr. f.e. og 49 g fordøyelig råprotein pr. kg.

Til gruppene som gikk på lyngbeite, ble det ordinært ikke gitt høy. Men på enkelte dager eller i perioder med snødekke og enkelte uværsdager fikk disse gruppene også høy. Når de stod inne, fikk de like mye som innegruppene, og halv mengde når de var ute med lite lyng tilgjengelig. Hvor mange dager dette gjelder de enkelte år og måneder går fram av tabell 2. I tabellen har en også tatt med 22 dager i februar 1956 da det p.g.a. mangel på høy ble gitt ekstra kraftfôr i stedet, nemlig 1 kg kraftfôr til gruppene II og IV og 2 kg til gruppe V.

Tabell 2. *Antall dager med halv eller hel høyrasjon til utegruppene.*

Måned	November		Desember		Januar		Februar		Mars		April		I alt	
År	Halv	Hel	Halv	Hel	Halv	Hel	Halv	Hel	Halv	Hel	Halv	Hel	Halv	Hel
1950-51	-	-	3	5	2	5	-	-	3	-	-	-	8	10
1951-52	1	-	3	1	9	3	8	7	4	3	1	-	26	14
1952-53	7	-	5	1	5	-	6	-	-	1	-	-	23	2
1953-54	-	-	2	-	2	-	3	3	3	1	-	-	10	4
1954-55	-	-	2	4	3	13	-	-	-	-	-	-	5	17
1955-56	-	-	3	6	3	10	29*	-	-	-	-	-	35	16
1956-57	-	-	-	-	4	-	-	12	3	1	-	-	7	13
1957-58	-	-	2	4	4	13	6	1	7	-	-	-	19	18
1958-59	-	-	-	-	26	1	4	-	-	-	-	-	30	1
1959-60	-	-	-	-	10	-	-	20	-	-	-	-	10	20
Middel	0,8	0	2,1	2,1	6,8	4,5	5,6	4,3	2,0	0,6	0,1	0	17,3	11,5

\* 22 dager med ekstra kraftfôr.

Antallet dager med ekstra innføring varierte svært mye fra vinter til vinter. Januar og februar hadde jamt over flest slike dager, men det var svært stor variasjon fra år til år også for de enkelte månedene. I november og april var det sjelden nødvendig med høy til utegruppene.

Både innegruppene og utegruppene II og IV fikk kraftfôr hele forsøksstida, mens gruppe V bare fikk det til ut i desember i åra 1953-59 og fra i mars alle år. Kraftfôrblandinga som ble brukt hadde denne sammensetning alle år:

- 60 kg byggropp.
- 30 » kveitekli.
- 15 » saltfattig sildemel.
- 3 » mineralblanding.

Denne blandinga gir 1,0 f.e. og 160 g fordøyelig protein pr. kg.

Hvor mye kraftfôr sauene i de enkelte gruppene ordinært fikk går fram av tabell 3. Den viser at mengdene var nokså like fra år til år bortsett fra i den første delen av forsøksstida. For å få et bedre avlsresultat ble det i paringsstida til ut i desember gitt ekstra kraftfôr alle år fra i 1951. Den siste delen av forsøksstida fra i mars ble kraftfôrrasjonene auka p.g.a. fostertillegget. Kraftfôrmengden til innegruppene ble ellers satt slik at den sammen med høyet omtrent skulle dekke vedlikeholdsbehovet. Utegruppene med tilskott hele vinteren fikk noe mer kraftfôr enn de tilsvarende innegruppene, men når

en rekner 10 kg høy = 4,5 f.e., fikk utegruppene 0,19–0,25 f.e. pr. dyr pr. dag mindre det meste av vinteren. I paringstida var forskjellen fra i 1952 bare 0,13–0,17 f.e. Dette er altså de førmengdene en har rekna med at sauene i utegruppene med tilskott kunne ta opp på lyngbeitet. For gruppe V blir forskjellen i forhold til innegruppene betydelig større, 0,46–0,50 f.e. i tida uten tilskott de fleste åra.

Tabell 3. *F.e. kraftfôr pr. dyr pr. dag ordinært.*

År	Fra den	I Rygja inne	II Rygja ute	III Spelsau inne	IV Spelsau ute	V Utegruppe
1950–51	7/11	0,14	0,31–0,29	0,09	0,28–0,25	
	1/3	0,23	0,38	0,18	0,33	
1951–52	15/11	0,23	0,38	0,18	0,33	
	1/12	0,14–0,21	0,31	0,09–0,13	0,28	
	15/3	0,29	0,35	0,21	0,32	
1952–53	8/11	0,23	0,38	0,18	0,33	0
	16/11	0,29	0,54	0,25	0,46	0
	7/12	0,17	0,31	0,09	0,28	0
	1/3	0,23	0,35	0,17	0,33	0,25+0,20
1953–60	3–11/11	0,29	0,50–0,54	0,25–0,29	0,46–0,50	0,21–0,42
	10–17/12	0,17–0,18	0,29–0,32	0,08–0,10	0,21–0,28	0
	1–17/3	0,27–0,29	0,41–0,42	0,17–0,19	0,33–0,38	0,21–0,33
Middel 1950–60	9/11	0,27	0,49	0,23	0,44	0,24
	12/12	0,17	0,30	0,09	0,23	0
	10/3	0,28	0,40	0,18	0,33	0,22

Kraftførmengden til utegruppene ble ikke endret om de fikk halv høy-  
rasjon. Slike dager fikk derfor utegruppene II og IV som regel nesten like  
mye innefôr som innegruppene. På dager med hel høyrasjon fikk gruppene II  
og IV som regel samme kraftførmengde som innegruppene. Gruppe V fikk  
svært sjelden høy og kraftfôr samtidig.

Når en ser bort fra sterkere fôring i paringstida og fra i mars p.g.a. foster-  
tillegget, ble det som regel ikke gjort endringer i førmengdene i løpet av vin-  
teren. Ved starten av forsøket ble det fastsatt regler for korreksjoner av  
fôringa etter vekttau eller -mink for gruppene fra veging til veging, men  
disse reglene er delvis brukt bare de to første åra. Forskjellen i fôring fra år  
til år har bare delvis sammenheng med forskjellene i middelvekt for gruppene.  
Fôrplanene er vesentlig bestemt etter vurdering av erfaringene fra tidligere år.

Hvor mye innefôr det er gitt i alt pr. dyr pr. år i middel, går fram av  
oppstillingen nedenfor. Her er også medreknet i alt 4 dager med hel og 3  
dager med halv høyrasjon til utegruppene de første åra på grunn av veginger,  
som ikke er tatt med i tabell 2.

Gruppe	I	II	III	IV	V
Kg høy . . . . .	126,6	16,3	126,5	16,3	15,9
F.e. i høy . . . . .	57,5	7,4	57,5	7,4	7,2
Kg – f.e. kraftfôr . . . . .	32,2	53,8	21,3	44,5	15,7

## Vekt ved starten av forsøket

Vekta av sauene vil variere med alderen. Sammenstillingen nedenfor viser forholdet mellom alder og vekt ved starten av forsøket når en tar med alle sauene unntatt 3 som en ikke kjenner alderen for. En har ført opp både middelvektene og avviket i forhold til vekta ved  $3\frac{1}{2}$  års alder.

Alder i år	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$\leq 7\frac{1}{2}$
Rygja Antall	32	49	41	39	33	29	21	20
Vekt kg	33,6	46,3	51,3	53,1	56,0	57,1	57,3	53,0
Avvik kg	-19,5	-6,8	-1,8	0	+2,9	+4,0	+4,2	-0,1
Spel- Antall	44	60	45	34	39	34	22	25
sau Vekt kg	27,9	35,5	37,3	38,2	39,1	40,0	42,6	41,1
Avvik kg	-10,3	-2,7	-0,9	0	+0,9	+1,8	+4,4	+2,9

Vektauken var størst fra halvt til  $1\frac{1}{2}$  års alder, men den var også nokså stor fra  $1\frac{1}{2}$  til  $2\frac{1}{2}$  år for rygja, og fortsatte til i 6 års alderen for begge rasene. Forskjellen mellom halvt år gamle og voksne sauer var mye større hos rygja enn hos spelsau. En har også tatt ut sauer som var med i forsøket minst 3 år sammenhengende og berekna middels vektendring fra et alderstrinn til det neste for disse. Omrekna til avvik i forhold til vekta ved  $3\frac{1}{2}$  års alder viste disse berekningene følgende:

Alder i år	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$\leq 7\frac{1}{2}$
Avvik for:								
rygja .....	-19,0	-7,3	-2,9	0	+2,1	+4,4	+4,9	+5,4
spelsau .....	-11,6	-4,1	-0,6	0	+1,3	+2,6	+5,5	+5,0

Her skulle variasjonene mellom sauene i vekt uansett alderen være eliminert, men forskjeller mellom åra kan bety en del. Talla samsvarer nokså godt med oppstillingen foran enda antallet sauer er betydelig mindre, særlig for de to første alderstrinn. De eldste sauene har holdt seg bedre etter den siste berekningen.

I tabell 4 har en ført opp middelvekta av sauene i de forskjellige gruppene ved innsettinga i forsøket om høsten de enkelte år. Vektene er korrigerert til  $3\frac{1}{2}$  års alder på grunnlag av middelvektene for de enkelte alderstrinn som er ført opp foran. I tabellen har en også tatt med standardavviket for de korrigerte vektene. Rygjagruppene var relativt lette de første åra og særlig tunge i 1956 og 1959. Spelsaugruppene var relativt lette i 1950 og 1952-1954, og tunge i 1958 og 1959.

Resultatet av en nærmere granskning av materialet tyder på at forskjeller mellom sauene er en viktig årsak til at rygjagruppene var lettere de 3-4 første åra enn seinere, og til at spelsaugruppene var tyngre fra i 1955. Variasjonene i vekta av de enkelte sauene fra år til år, indikerer at tilhøva de enkelte år har hatt betydning for høstvektene. Det ser ut til at relativt tunge rygjagruupper i 1956 og 1959, og en vesentlig del av variasjonen fra år til år i spelsaugruppene i tabell 4, skyldes forhold som har tilknytning til åra.

Tabell 4. *Middelvekt og standardavvik i kg for sauene ved starten av forsøket om høsten, etter korreksjon til 3½ års alder.*

År	I Rygja inne	II Rygja ute	III Spelsau inne	IV Spelsau ute	V Utegruppe			
					Rygja	Spelsau		
1950	49,0 ± 8,6	49,7 ± 8,0	36,6 ± 4,4	37,1 ± 4,7	49,6 ± 3,5	37,8 ± 6,5		
1951	51,0 ± 8,8	51,1 ± 7,4	39,0 ± 4,3	39,4 ± 3,1				
1952	51,2 ± 6,9	52,2 ± 6,8	36,3 ± 5,8	36,0 ± 2,5				
1953	52,7 ± 5,6	52,5 ± 4,5	36,1 ± 4,5	36,3 ± 5,0				
1954	53,7 ± 6,5	52,7 ± 6,3	35,6 ± 5,0	35,6 ± 3,4				
1955	53,3 ± 4,4	53,2 ± 6,5	37,4 ± 3,2	38,7 ± 4,5				
1956	58,0 ± 4,8	57,7 ± 4,4	37,9 ± 5,3	38,5 ± 5,6				
1957	53,5 ± 4,5	54,7 ± 4,7	38,3 ± 3,7	38,3 ± 2,6			52,8 ± 5,6	
1958	52,9 ± 4,7	53,5 ± 5,5	41,3 ± 4,1	41,2 ± 5,0			55,6 ± 2,8	42,4 ± 2,8
1959	55,4 ± 6,8	54,0 ± 5,5	42,5 ± 2,9	42,6 ± 3,7			54,3 ± 5,3	42,1 ± 2,3
Middel	53,1	53,1	38,1	38,4	53,1	38,6		

Sauene som var med i dette forsøket var jamt over lette når en sammenlikner med tall fra andra undersøkelser. Særlig gjelder dette spelsauen. SELSJORD (4) fant av et meget stort materiale med vektkontroll på fjellbeiter at middelvekta om våren var for ryggjasøyer 54,0 kg på Østlandet og 62,0 kg på Sør- og Vestlandet, og for spelsausøyer henholdsvis 43,7 kg og 50,1 kg. Disse søyene var nok over 3½ år i middel, men til gjengjeld tok søyene i Førdesfjorden av seg 3–4 kg fra høstveging til fjellsending, som vi seinere skal se.

### Korreksjon for drektighet

De fleste søyene som var med i forsøket fikk lam om våren, og det hadde sjølsagt stor innvirkning på vekta av gruppene. For å eliminere dette har en korrigert for drektighet. Uten korreksjon ville en fått for stort berekna fôrbehov, og det ville også ha virket inn på forholdet mellom gruppene, særlig når lamminga begynte før forsøket var avslutta om våren. Ellers er det av interesse å se vektendringen for gruppene og forskjellige fraksjoner av disse når drektigheten er eliminert.

Grunnlaget for den korreksjonen som her er foretatt er noe tynt. NEDKVITNE (2) har funnet at vekta av fostra er omtrent  $\frac{2}{3}$  av vekttapet hos søyene ved sjølve lamminga, mens Wallace og Thomson og Thomson iflg. NEDKVITNE (2) fant noe lågere vekt for fostra i forhold til samla vekttape ved fødselen. Her er korreksjonen satt til 150 % av fostervekta ved fødselen, med et fradrag på 2,5 % pr. dag mellom veging og lamming. En får altså korreksjon de siste 60 dager før lamming. Iflg. NEDKVITNE (2) har flere granskinger vist at omtrent 70 % av vekta av fullbårne foster blir produsert de siste 40–50 dagene av fostertida. Med korreksjon over 60 dager får en 70 % av berekna vekttauk på 42 dager. I normene er det ført opp fostertillegg de siste 2 mnd. før lamming.

Tabell 5. *Vekttapet fra siste veging før lamming til like etter lamming sammenliknet med korreksjonen for drektighet 1955 og 1956, kg i middel.*

Rase	År	Søyer med opp til 1 veke mellom vegingene				Søyer med 1-3 veker mellom vegingene				Alle søyer	
		Middel lammetid	Antall søyer	Vekttap	Korreksjon	Middel lammetid	Antall søyer	Vekttap	Korreksjon	Vekttap	Korreksjon
Rygja	1955	18/4	11	9,0	7,9	23/4	5	8,6	7,9	8,9	7,9
»	1956	14/4	11	7,9	9,0	25/4	8	7,6	6,5	7,8	8,0
Spelsau	1955	18/4	10	6,7	5,7	26/4	10	4,8	4,6	5,8	5,1
»	1956	15/4	11	7,1	5,4	26/4	13	5,7	3,8	6,4	4,6
			43	7,7	7,0		36	6,3	5,2	7,1	6,2

Riktigheten av korreksjonene gir vegningene i 1955 og 1956 et inntrykk av. Da ble søyene også vegd like etter lamming, og korreksjonen på vektene ved avslutningen av forsøket kan sammenliknes med vekttapet til etter lamming. Dette er gjort i tabell 5. Sauer som lamma før avslutningen av forsøket eller svært seint er ikke med. Tabellen viser at jamt over er korreksjonen litt mindre enn vekttapet. Overensstemmelsen er i middel litt bedre for søyene med høgst 1 veke mellom vegningene, men det kommer vesentlig av talla for rygja i 1956. Og for rygja har lammeantallet betydd mye for forholdet mellom vekttap og korreksjon. Når en skiller mellom søyer med enkeltlam og med tvillinger får en følgende tall:

		Med enkelt lam			Med tvillinger		
		Antall søyer	Vekttap kg	Korreksjon kg	Antall søyer	Vekttap kg	Korreksjon kg
Rygja	1955	6	8,0	5,4	10	9,5	9,4
	1956	8	7,0	5,4	11	8,3	9,8
Spelsau	1955	14	5,0	4,7	6	7,4	6,1
	1956	22	6,1	4,3	2	8,5	7,2

For rygja er altså korreksjonen i forhold til vekttapet betydelig større for søyer med tvillinger enn for de med ett lam, mens en ikke har noen regelmessig skilnad for spelsau. I tabell 5 er det av rygjasøyene relativt mange med tvillinger av de som lamma tidlig i 1956 og av de som lamma seint i 1955.

Talla for rygja tyder på at en burde rekne med relativt større korreksjon for søyer med ett lam. Men en har for tynt grunnlag til å gjøre det. For noen forskjell mellom rasene kan det neppe være i dette forholdet. Vektene tyder også på at 150 % av lammevekt er for liten korreksjon stort sett. 200 % ville derimot blitt altfor mye, 1,2 kg større enn vekttapet i middel. 150 % er derfor det beste når en skal bruke et «rundt tall». Og finere graderinger har en ikke grunnlag for.

Hvor stor korreksjonen er blitt i middel for alle år går fram av følgende oppstilling:

Grupper	I Rygja inne	II Rygja ute	III Spelsau inne	IV Spelsau ute	V Ute uten tilskott	
					Rygja	Spelsau
Korreksjon i kg ved 5. veving ... ved siste veving .	1,7 4,7	1,8 5,5	1,1 3,6	1,1 3,9	1,9 5,2	0,8 3,1

Her er alle sauene tatt med uansett lammetid og om de har hatt lam, og særlig derfor er talla mye mindre enn de fra 1955 og 1956 som er referert foran. Men likevel betyr korreksjonen for drektighet svært mye både for vektendringen i forsøkstida og for berekna förbehov. Ved 4. veving er det ikke blitt noen korreksjon de fleste åra og ellers så ubetydelig at den er strøket.

### Vektendringer i inneføringstida

I tabell 6 har en stilt opp vektendringen i middel pr. dyr i de forskjellige gruppene, i alt for hvert år, og i enkeltperiodene og i alt i middel for alle år. Det er rekna med vektene etter korreksjon for drektighet. Periodene er tida fra veving til veving.

Tabell 6. *Kg vektendring i inneføringstida og middelfeil, etter korreksjon for drektighet.*

	Periode År	I Rygja inne	II Rygja ute	III Spelsau inne	IV Spelsau ute	V Utegruppe	
						Rygja	Spelsau
Middel for alle år	1. per.	-0,5	+1,4	+0,8	+1,0	+1,0	+0,1
	2. »	+0,3	-0,4	+0,4	-0,3	-3,6	-1,5
	3. »	+0,6	-0,4	+0,1	-0,2	-2,1	-1,8
	4. »	-1,3	-1,0	-0,4	-0,2	-3,7	-1,9
	5. »	-0,8	-2,9	-0,6	-0,7	-2,3	-1,0
	I alt	-1,7 ± 0,3	-3,3 ± 0,4	+0,3 ± 0,3	-0,4 ± 0,3	-10,7 ± 0,9	-6,1 ± 0,4
I alt de enkelte år	1950-51	+1,1 ± 1,2	+1,0 ± 0,8	+2,1 ± 0,7	+1,8 ± 0,6	- 6,4 ± 1,6	-6,5 ± 1,1
	1951-52	-1,9 ± 0,5	-2,8 ± 1,2	+0,8 ± 0,6	-0,2 ± 0,7		
	1952-53	+0,6 ± 0,9	-0,1 ± 0,7	+1,9 ± 0,4	+2,2 ± 1,0		
	1953-54	+0,1 ± 0,9	-2,1 ± 1,0	+2,4 ± 0,7	+1,6 ± 1,2		
	1954-55	-3,6 ± 1,5	-4,0 ± 1,0	-0,3 ± 0,9	+0,7 ± 0,5		
	1955-56	-3,4 ± 0,9	-5,5 ± 1,2	+0,2 ± 0,6	-0,8 ± 0,7		
	1956-57	-2,2 ± 0,7	-7,5 ± 1,2	+1,6 ± 0,6	-2,3 ± 0,8		
	1957-58	-4,2 ± 0,6	-3,5 ± 0,8	-0,4 ± 0,4	-0,2 ± 0,7		
	1958-59	-0,6 ± 0,8	-2,9 ± 1,7	-2,3 ± 1,5	-3,8 ± 1,2		
	1959-60	-3,2 ± 1,1	-5,6 ± 1,2	-2,7 ± 0,9	-3,0 ± 0,7		
					-12,1 ± 1,2	-7,6 ± 0,3	
					-13,9 ± 1,6	-9,0 ± 1,1	
					-10,3 ± 1,8	-9,8 ± 0,9	

I middel hadde spelsaugruppene omtrent samme vekt om våren som om høsten, mens de tilsvarende ryggjagruppene tok av en del. For begge rasene holdt innegrappa vekta bedre enn utegrappa, men forskjellen er noe større

for rygja. I utegruppe V var vekttapet svært stort for begge rasene, men spel-sauen klarte seg litt bedre her også.

Tabellen viser svært store variasjoner fra år til år når det gjelder vekt- endringer i de enkelte gruppene, og årsakene til dette er undersøkt nærmere.

### Sammenhengen mellom høstvekt og vektendring

For gruppene I-IV har en berekna korrelasjonen mellom middelvektene i tabell 4 og middels vektendring i de enkelte periodene og i alt de enkelte år. Korrelasjonskoeffisientene er ført opp nedenfor.

Gruppe	1. periode	2. periode	3. periode	4. periode	5. periode	I alt
I	-0,550	-0,204	0,0	-0,305	0,503	-0,589
II	-0,375	0,0	-0,144	-0,426	-0,371	-0,822**
III	-0,580	-0,126	-0,176	-0,422	0,465	-0,814**
IV	-0,831**	-0,431	0,151	-0,580	0,202	-0,872**

Større høstvekt har altså gitt mindre vektøk eller større vekttap i alt i alle gruppene, og korrelasjonen er signifikant i 3 av dem. Koeffisienten er negativ også i de fleste enkeltperiodene innom gruppene, og som en kunne vente er den stort sett størst i 1. periode. Dernest kommer merkelig nok 4. periode.

En har også berekna korrelasjonen mellom vektendringen i alt og høst- vekten i middel uten korreksjon for alder. Den ble signifikant negativ i alle gruppene ( $r = -0,744$  —  $r = -0,901$ ). Dette tyder på at vektendringen også har sammenheng med alderen av dyra. For å undersøke dette har en berekna vektendringen for sauene i forskjellig alder i forhold til middel for hele gruppa de enkelte år. Middeltalla er ført opp nedenfor.

Alder i år	1	2	3	4	5	6	7	8-11
Gruppe I	+0,4	-0,1	+1,3	+0,3	+0,5	-1,3	-1,1	-0,8
» II	-0,4	+0,4	+0,1	+1,4	-0,8	-0,4	+0,1	-0,5
» III	+0,8	+0,2	+0,4	-0,6	+0,1	+0,4	-1,3	-1,9
» IV	+2,1	-0,1	-0,3	-0,4	-0,6	-0,6	-1,4	-0,8

I spelsaugruppene holdt de yngste sauene seg relativt godt, og sauer over 5-6 år holdt seg jamt over dårligere enn middelet, men ellers var det ingen tydelig sammenheng mellom alderen og vektendringen. En har også under- søkt om det er noen sammenheng mellom høstvekta av de enkelte sauene og vektendringen innom åra. Middeltall for en del vektclasser er ført opp neden- for.

Vektklasse	20-29,5	30-39,5	40-49,5	50-59,5	60-72
Gruppe I og II. Antall dyr ...	4	33	69	96	34
Rel. vektendr. ....	+0,2	0	+0,7	0	-1,5
Gruppe III og IV. Ant. dyr ...	36	122	75	6	—
Rel. vektendr. ....	+1,4	-0,1	-0,5	-1,4	—

I rygagruppene var det lite sammenheng mellom vekt og vektendring innom åra ( $r = -0,145$ ), men i spelsaugruppene holdt tyngre sauer seg litt dårligere ( $r = -0,213^*$ ). Da det som påvist før er mye sammenheng mellom alder og vekt, er det rimelig at de to grupperingene ovenfor viser nokså likt resultat, og materialet er for lite til å skille mellom disse to faktorene.

Det er altså mindre sammenheng mellom høstvekt og vektendring når en ser på enkelt dyr innom åra enn for gruppe midlene fra år til år. Det tyder på at forskjellen i høstvekt mellom åra har årsaker som betyr mindre for forskjellen mellom dyr innom åra, og som er sterkere korrelert med vektendringen. En slik årsak kan være holdet om høsten. Vektendringene for enkelt søyer fra år til år, som er nevnt foran (side 108), tyder på at en stor del av forskjellene mellom åra i høstvekt for spelsaugruppene kan skyldes forskjellig hold. Men for rygja er det bare for 1956 og 1959 en på dette grunnlaget kan si noe om holdet.

#### Lammetall og vektendring

For å se om antallet lam kan ha hatt noen vesentlig betydning for forholdet mellom gruppene og åra, har en berekna vektendringen i middel for søyer uten lam, med ett lam, med 2 eller 3 lam og for gimrer ( $\frac{1}{2}$ -1 år). Disse middeltalla er ført opp i tabell 7. For sauene med lam har en tatt med både ukorrigert vektendring og vektendringen etter korreksjon for drektighet. Etter korreksjon har søyene med ett lam omtrent samme vektendring som søyene uten lam og gimrer, mens søyer med 2-3 lam holdt seg betydelig dårligere. Dette vil virke inn på forholdet mellom gruppene hvis antall søyer med tvillinglam er svært ulikt. Og det ser ut til å ha betydd noe for forholdet mellom rygja og spelsau. Middeltalla for rygja ligger omtrent midt mellom søyer med 1 lam og søyer med 2-3 lam, mens middel for spelsau er omtrent som for søyer med 1 lam. Antall lam varierte sjølsagt en del fra år til år, som vi seinere skal se, men ikke så mye at forskjellen mellom enklings- og tvillingmødre kan forklare noe særlig av variasjonen i vektendring for de ulike gruppene fra år til år. Det er ellers verdt å merke seg at de ulike kategoriene i tabell 7 stort sett viser samme forhold mellom gruppene. Tabellen viser ellers hvor mye korreksjonen utgjør for søyene med lam.

Tabell 7. *Vektendring i inneføringstida i middel for alle år, med oppdeling av gruppene, uten og med korreksjon for drektighet.*

Gruppe	Søyer uten lam	Søyer med 1 lam		Søyer med 2-3 lam		Gimrer	
		Ikke korr.	Korrigert	Ikke korr.	Korrigert	Ikke korr.	Korrigert
I. Rygja inne . . . . .	-1,1	+4,0	-1,1	+5,8	-2,5	0	-0,1
II. » ute . . . . .	-2,1	+3,1	-2,0	+4,1	-4,7	-2,1	—
III. Spelsau inne . . . . .	+0,3	+4,5	+0,4	+6,3	-0,5	+1,0	—
IV. » ute . . . . .	+1,4	+4,0	-0,5	+4,5	-2,1	+1,7	+1,4
V. Utegr. Rygja . . . . .	—	-4,8	-9,2	-5,8	-14,3	—	—
Spelsau . . . . .	-4,8	-2,0	-5,5	-1,1	-7,6	-4,5	—



### Utslag for fôringa

Fôringa er behandlet i tekst og tabeller på sidene 104–106 foran. Her skal en se på hvilket utslag den gav i vekta av gruppene i forskjellige år og perioder. Når det gjelder auken i kraftfôrmengden i første del av innefôringstida fra de første to åra til seinere år, kan en ikke se noen virkning hverken for enkeltperioder eller hele år. Heller tvert imot da dyra hadde over middels vektauke i 1. periode i 1950. Men den sterke fôringa i 1. periode er vel en av årsakene til at utegruppene hadde vekttauke da i motsetning til i seinere perioder i middel for alle år. Innegruppene, særlig rygja, fikk mindre ekstra kraftfôr denne tida, og vektendringen i middel i 1. periode for disse gruppene sammenliknet med utegruppene samsvarer godt med dette forholdet. Det ekstra kraftfôrtilskottet på slutten av vinteren var for lite til å holde vektene oppe, men for gruppe V resulterte det i mindre vekttap enn i periodene uten tilskott.

Ifølge analysene varierte kvaliteten av høyet en del fra år til år. Det var særlig godt i 1955–56 og dårligere enn ellers i 1953–54 og 1959–60. Men en kan ikke påvise at dette gav utslag i forholdet mellom åra når det gjelder vektendring.

Sammenhengen mellom høstvekt og vektendring er påvist foran. En av årsakene til dette kan være at fôringa var temmelig lik alle år bortsett fra de to første. Derved er det stort sett gitt mindre fôr i forhold til vedlikeholdsbehovet når gruppene har vært tyngre.

### Værforhold i innefôringstida

Opplysningene om været må tas fra nærmeste meteorologiske stasjon som er Skudenes på Karmøy. Den ligger ca. 30 km fra forsøksstedet og mer ut mot havet, men skulle gi et tilstrekkelig riktig inntrykk av forskjellene mellom åra. I tabell 8 har en stilt sammen opplysninger om temperatur, nedbør og snødekke i tida november–mars i åra 1950–1960 og normaler.

En må kunne gå ut fra at været i tida november–mars ikke hadde noen innvirkning på vektendringene hos innegruppene. Virkningene på utegruppene kan en da undersøke ved å se på om forskjellene mellom innegrupper og utegrupper i vektendring har noen sammenheng med været i samme tidsrom. En har berekna virkningen av middeltemperaturen november–mars (y) på vektendringen i hele innefôringstida (x) og fant for rygja-gruppene II ÷ I regresjonsligningen  $x = -1,78 y + 4,12$  og  $r = -0,771^{**}$ , og for spelsau-gruppene IV ÷ III regresjonsligningen  $x = -1,29 y + 3,31$  og  $r = -0,705^*$ . Utegruppene holdt altså vekta bedre i forhold til innegruppene når temperaturen var lågere.

En har også berekna virkningen på vektendringen i hele innefôringstida av temperaturen i de enkelte månedene. Også her ble regresjonskoeffisientene negative, men nokså små. Størst var den for februar med  $-0,735$ . Videre har en utført berekninger for sammenhengen mellom vektendring i de enkelte periodene og temperaturen den tilsvarende måned. Unntatt for 1. periode – november ble koeffisientene negative, men alle hadde tallverdi under 0,5. Av berekningene for de enkelte månedene ble det ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom temperatur og vektendring.

Det var nokså uventet at forskjellene i temperatur kan virke som berekningene her viser, og en har undersøkt om årsaken kan ligge i andre forhold som har sammenheng med temperaturen. Nedbøren var jamt over større i

Tabell 8. *Vær og snøforhold på Skudenes 1950–1960.*

	Måned	1950 —51	1951 —52	1952 —53	1953 —54	1954 —55	1955 —56	1956 —57	1957 —58	1958 —59	1959 —60	Norm.
Middel- temperatur i C°	Nov.	5,4	7,8	2,4	8,6	6,1	7,2	6,1	5,5	7,4	7,7	5,2
	Des.	1,5	5,7	3,6	5,6	5,0	1,9	4,7	4,2	3,1	4,4	3,3
	Jan.	1,8	2,0	2,6	1,7	1,1	1,5	3,9	1,7	—0,4	0,4	2,3
	Febr.	2,0	2,2	1,0	0,3	—1,2	1,5	2,3	—0,7	1,9	1,2	1,8
	Mars	0,9	2,2	4,6	2,4	1,5	2,1	3,8	—0,2	4,7	3,8	2,7
	Middel	2,3	4,0	2,9	3,8	2,5	2,8	4,2	2,1	3,3	3,5	3,1
Sum nedbør i mm	Nov.	99	151	102	176	130	87	135	147	130	162	130
	Des.	130	175	79	136	197	138	131	123	84	107	127
	Jan.	96	96	108	115	112	141	120	84	135	127	125
	Febr.	41	111	98	46	36	35	119	71	53	99	81
	Mars	62	66	52	75	35	36	78	41	39	26	76
	Sum	428	599	439	548	510	437	583	466	441	521	539
Antall dager med snødekke	Nov.	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0,2
	Des.	13	2	1	0	4	16	0	8	1	0	4,5
	Jan.	11	7	3	0	13	13	1	14	27	8	9,7
	Febr.	1	14	6	9	6	22	10	13	2	16	9,9
	Mars	9	6	0	7	3	4	2	6	0	0	3,7
	Sum	34	29	12	16	26	55	13	41	30	24	28,0

vintrer med høyere temperatur. Det er derfor også negativ korrelasjon mellom den relative vektendringen og nedbørmengden, men koeffisienten er nokså liten ( $r = \div 0,455$ ) og usikker. Og mellom vektendring og antall dager med regn er det enda mindre sammenheng. Det ser altså ikke ut til at større nedbør er eneste årsak til at utegruppene holdt seg relativt dårligere i mildere vintrer.

I kaldere vintrer var det flere dager med snøfall og med snødekke enn i de mildere jamt over, men sammenhengen er nokså uregelmessig. Antall dager med snødekke og antall dager med halv eller hel inneføring av utegruppene viser svært god overensstemmelse stort sett. Det kunne da tenkes at utegruppene stod bedre i kaldere år på grunn av flere dager med inneføring. Men det kan ikke påvises noen sammenheng mellom antall dager med inneføring og den relative vektendringen.

#### *Forholdet mellom gruppene*

Når en studerer tabellen over vektendringene fra periode til periode og i de enkelte år, ser en straks at det ofte er nokså godt samsvar mellom de ulike gruppene. For å undersøke dette nærmere har en berekna en del korrelasjonskoeffisienter som er ført opp nedenfor.

Grupper	r mellom år						r innom år
	1. per.	2. per.	3. per.	4. per.	5. per.	I alt	
Rygja inne – rygja ute . . . .	0,737*	0,223	0,759**	0,636*	0,127	0,758*	0,425**
Spelsau inne – spelsau ute . .	0,718*	0,291	0,564	0,827**	0,516	0,766**	0,612***
Rygja inne – spelsau inne . .	0,835**	0,780**	0,814**	0,823**	0,484	0,562	0,728***
Rygja ute – spelsau ute . . .	0,809**	0,893***	0,842**	0,731*	$\div 0,024$	0,660*	0,726***

Talla viser at for vektendringene i de enkelte periodene fra år til år og innom åra er det sterkest korrelasjon mellom grupper under samme forhold, inne eller ute. Men unntatt i 2. og 5. periode, er det også sterk korrelasjon mellom inne- og utegruppe av samme rase. Og når det gjelder vektendringen i alt er disse gruppene mest korrelert. Disse resultatene tyder på at vektendringene for utegruppene bare delvis kan ha sin årsak i beiteforholda. De ofte store variasjonene i vektendring fra periode til periode og fra år til år må vesentlig være bestemt av forhold som har virket likt for gruppene uansett rase og om de har vært ute eller inne. Av slike forhold kan en særlig tenke seg virkningene av sommerbeitet på bl. a. holdet.

### Vektendringer før fjellsending og på fjellet

Her skal en behandle vektendringene fra forsøket på lyngbeitet er avslutta om våren til sauene er kommet fra fjellet om høsten. Ved berekningene har en skilt mellom søyer uten lam, søyer med ett og med flere lam, og gimrer. Sauer som er tapt eller som har mista lam før fjellsending er ikke tatt med. I tabell 9 er ført opp vektendring i forsøkestida, vektendring i tida fram til fjellsending, vekttauk på fjellet og vektendring i alt. Og hele tida har en altså med de samme sauene. Vektendringa i forsøkestida er tatt med foran (tabell 7, side 112), men der for et noe større antall dyr. Derfor og for å se det hele under ett er disse talla tatt med her. Det er ellers god overensstemmelse mellom tabellene når en ser på den korrigerte vektendringen.

Tabell 9. *Vektendringer for søyer og gimrer.*

	I	II	III	IV	V	
	Rygja inne	Rygja ute	Spelsau inne	Spelsau ute	Utegruppe	
					Rygja	Spelsau
<i>Vektendring i forsøkestida</i>						
Søyer uten lam . . . . .	-2,2	-1,6	+1,0	—	—	-4,9
» med ett lam . . . . .	-1,0	-2,3	+0,1	-0,7	-9,2	-5,4
» » 2-3 » . . . . .	-2,8	-4,8	-0,6	-2,2	-12,3	-9,0
Gimrer . . . . .	-0,8	-1,5	+0,4	+1,5	—	-3,3
<i>Vektendring til fjellsending</i>						
Søyer uten lam . . . . .	+0,1	+3,3	-3,0	—	—	+1,2
» med ett lam . . . . .	-1,9	+0,2	-3,7	-3,3	+4,6	+0,9
» » 2-3 » . . . . .	+0,3	+1,0	-3,5	-2,2	+4,3	+0,3
Gimrer . . . . .	+2,5	+3,0	+0,3	0	—	+4,6
<i>Vekttauk på fjellet</i>						
Søyer uten lam . . . . .	+9,0	+8,1	+4,3	—	—	+9,1
» med ett lam . . . . .	+3,9	+4,1	+3,5	+3,6	+4,3	+3,1
» » 2-3 » . . . . .	+2,3	+2,1	+2,7	+3,1	+5,5	+5,9
Gimrer . . . . .	+7,3	+9,7	+6,0	+5,4	—	+8,2
<i>Vektendring i alt</i>						
Søyer uten lam . . . . .	+6,9	+9,8	+2,3	—	—	+5,4
» med ett lam . . . . .	+1,0	+2,0	-0,1	-0,4	-0,3	-1,4
» » 2-3 » . . . . .	-0,2	-1,7	-1,4	-1,3	-2,5	-2,8
Gimrer . . . . .	+9,0	+11,2	+6,7	+6,9	—	+9,5

Ved vektendringen fram til fjellsending legger en særlig merke til forskjellen mellom rygja og spelsau. Rygja holdt vekta eller la på seg stort sett, mens spelsau i gruppene III og IV og hadde stort vekttap. I de fleste gruppene tok søyene med flere lam av seg mindre eller la på seg mer enn søyene med ett lam. Vektendringen til fjellsending har tydelig sammenheng med den i forsøktida, slik at når en legger disse sammen, blir det nokså liten forskjell mellom gruppene og rasene. Gimrene la på seg 1–2 kg i middel, mens de ulike kategorier søyer tapte vekt i middel fra høsten til fjellsending, unntatt de lamlause i gruppe II.

Tabell 9 gir ikke et helt riktig inntrykk av vektendringene om våren fordi sauene er klipt i denne perioden. Forskjellen mellom rygja og spelsau blir større når en rekner med ulla.

Vektauken på fjellet var nokså lik for de forskjellige gruppene. Lamlause søyer og gimrer hadde mye større auke enn søyene med lam. At de lamlause la på seg så mye henger vel delvis sammen med at de fleste var unge og i vekst. Forskjellen i alderen i middel er vel også en av årsakene til at søyene med ett lam la på seg mer enn de med flere i gruppene I–IV, særlig da for rygja som viser størst forskjell. At den er omvendt for gruppe V henger antakelig sammen med at vekttapet i forsøktida var så mye større for tvillingmødrene.

Av talla for vektendring i alt ser en at vektauken søyene hadde på fjellet mer eller mindre oppvegde vekttapet tidligere, og de lamlause har en betydelig vektauk. Gimrene har størst vektauk i alt. De fikk den største delen på fjellet, men når en rekner med ulla, ser en at en god del også kom om våren særlig for rygja og i gruppe V.

## Fôrbehov og fôropptak

### *Fôrbehov*

Til vedlikehold og ullproduksjon har en rekna med normen som ble vedtatt av N.J.F. i 1951 (PRESTHEGGE, 3). Den har følgende mengder for ulike levendevekter: 30 kg – 0,40 f.e., 40 kg – 0,50 f.e., 50 kg – 0,55 f.e., 60 kg – 0,60 f.e. osv. For drektighet skal det etter normen reknes med 0,1 f.e. i 4. måned og 0,2 f.e. i siste måned. Men her har en berekna et fostertillegg i forhold til vekta av lamma. Det er satt til 2,5 f.e. pr. kg lam. Når lamma ikke er født ved slutten av fôrperioden, er det rekna med 1,67 f.e. pr. kg korreksjon for drektighet. Det er en følge av at korreksjonen ved lamminga er 150 % av lammevekta ( $2,5 : 1,5 = 1,67$ ). 2,5 f.e. pr. kg lam gir større fostertillegg enn N.J.F.-normen når lamma pr. søye er over 3,6 kg. For rygja blir tillegget ca. 75 % større i middel og for spelsau 20–25 % større. Men det er likevel ikke stort relativt når en sammenlikner med normen for kyr. Den gir i alt ca. 3 f.e. pr. kg fødselsvekt for kalven. 2,5 f.e. er delvis valgt fordi det gir bra overensstemmelse mellom fôring og berekna behov for innegruppene. For vektauk og vekttap ellers er det rekna 3,5 f.e. pr. kg i samsvar med N.J.F.-normen.

Behovet i f.e. pr. dyr pr. dag er ført opp i tabellene 10 og 11 sammen med innefôr og berekna beite. Tabell 10 viser middeltall for de enkelte år, mens middel for alle år for de enkelte perioder og hele forsøktida finnes i tabell 11. Her er også f.e. i alt pr. dyr i middel tatt med.

Tabell 10. *Fôrbehov, innefôr og berekna opptatt lyngbeite pr. dyr pr. dag de enkelte år.*

Gruppe		F.e. pr. dyr pr. dag									
		1950 —51	1951 —52	1952 —53	1953 —54	1954 —55	1955 —56	1956 —57	1957 —58	1958 —59	1959 —60
I. Rygja inne	Fôrbehov	0,62	0,55	0,58	0,60	0,55	0,56	0,60	0,51	0,60	0,54
	Innefôr	0,54	0,60	0,58	0,58	0,60	0,67	0,60	0,59	0,61	0,55
II. » ute ..	Fôrbehov	0,61	0,53	0,56	0,56	0,55	0,52	0,50	0,54	0,54	0,50
	Innefôr	0,35	0,39	0,39	0,41	0,41	0,43	0,42	0,41	0,40	0,40
	Lyngbeite	0,26	0,14	0,17	0,15	0,14	0,09	0,08	0,13	0,14	0,10
III. Spelsau inne	Fôrbehov	0,58	0,54	0,56	0,57	0,48	0,52	0,58	0,47	0,49	0,47
	Innefôr	0,50	0,52	0,52	0,51	0,52	0,60	0,53	0,51	0,53	0,47
IV. » ute.	Fôrbehov	0,56	0,53	0,55	0,55	0,52	0,49	0,47	0,50	0,45	0,47
	Innefôr	0,31	0,35	0,35	0,36	0,33	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32
	Lyngbeite	0,25	0,18	0,20	0,19	0,19	0,13	0,12	0,16	0,12	0,15
V. Utegruppe . Rygja .....	Fôrbehov			0,44					0,32	0,34	0,39
	Innefôr			0,11					0,16	0,13	0,14
	Lyngbeite			0,33					0,16	0,21	0,25
Spelsau ....	Fôrbehov			0,34	0,35	0,40	0,42	0,41	0,30	0,35	0,33
	Innefôr			0,09	0,17	0,15	0,17	0,18	0,16	0,13	0,14
	Lyngbeite			0,25	0,18	0,25	0,25	0,23	0,14	0,22	0,19

Tabell 11. *Fôrbehov, innefôr og berekna opptatt lyngbeite pr. dyr pr. dag de enkelte periodene og i hele forsøksstida. Middell for alle år.*

Gruppe		F.e. pr. dyr pr. dag					Hele forsøksstida	
		1. per.	2. per.	3. per.	4. per.	5. per.	F.e. pr. dyr pr. dag	F.e. pr. dyr i alt
I. Rygja inne	Fôrbehov	0,49	0,58	0,62	0,49	0,65	0,57	87
	Innefôr	0,65	0,57	0,55	0,55	0,64	0,59	90
II. » ute	Fôrbehov	0,74	0,51	0,50	0,52	0,47	0,54	82
	Innefôr	0,49	0,38	0,39	0,36	0,40	0,40	61
	Lyngbeite	0,25	0,13	0,11	0,16	0,07	0,14	21
III. Spelsau inne	Fôrbehov	0,57	0,52	0,49	0,49	0,56	0,53	80
	Innefôr	0,61	0,50	0,47	0,47	0,55	0,52	79
IV. » ute	Fôrbehov	0,61	0,44	0,45	0,51	0,55	0,51	77
	Innefôr	0,44	0,32	0,32	0,29	0,33	0,34	52
	Lyngbeite	0,17	0,12	0,13	0,22	0,22	0,17	25
V. Utegruppe Rygja	Fôrbehov	0,70	0,16	0,31	0,19	0,49	0,37	56
	Innefôr	0,19	0,10	0,09	0,09	0,19	0,13	20
	Lyngbeite	0,51	0,06	0,22	0,10	0,30	0,24	36
Spelsau	Fôrbehov	0,50	0,31	0,25	0,25	0,48	0,37	57
	Innefôr	0,26	0,10	0,11	0,09	0,19	0,15	23
	Lyngbeite	0,24	0,21	0,14	0,16	0,29	0,22	34

Fôrbehovet varierte noe fra år til år. Mellom året med størst og året med minst behov er forskjellen vel  $\frac{1}{10}$  f.e. i alle gruppene. Noe av variasjonen skyldes forskjellen i vekta av gruppene fra år til år. Den betyr opp til 0,06 f.e.

i ryggjagruppene og opp til 0,04 f.e. i spelsaugruppene. Forskjell i fostertillegget betyr også en del, men stort sett relativt lite. Den viktigste årsaken til forskjellen i fôrbehovet er vektendringene. Disse kan bety en forskjell på ca. 0,1–0,2 f.e. i de enkelte gruppene. Den blir delvis utliknet av forskjeller i vedlikehold og fostertillegg, men når en ser på vektendringen de enkle år og fôrbehovet i alt finner en meget sterk sammenheng i alle gruppene.

Tabell 11 viser at berekna fôrbehov varierer relativt mye fra periode til periode. Fostertillegget i 4. og 5. periode utgjør opp til 0,2 f.e., men det er vektendringene som er ansvarlig for det meste av variasjonen. I middel for hele forsøksstida hadde innegruppene litt større behov enn utegruppene, og rygja større behov enn spelsau, men forskjellene er små når en ser bort fra gruppe V som ligger omkring  $\frac{1}{3}$ -del lågere p.g.a. det store vekttapet.

Hvordan fôrbehovet fordelte seg på vedlikehold, vektendring og foster i middel går fram av følgende oppstilling:

	Gr. I Rygja inne	Gr. II Rygja ute	Gr. III Spelsau inne	Gr. IV Spelsau ute	Gr. V	
					Rygja	Spelsau
Vedlikehold . . . . .	0,55	0,55	0,47	0,47	0,55	0,45
Vektendring . . . . .	÷ 0,04	÷ 0,08	0,01	÷ 0,01	÷ 0,25	÷ 0,12
Fostertillegg . . . . .	0,06	0,07	0,05	0,05	0,07	0,04

Rygja hadde altså 0,08–0,10 f.e. større vedlikeholdsbehov og litt mer i fostertillegg enn spelsauen, men dette er delvis oppvegd av vektendringene.

#### *Innefôr og lyngbeite*

Innefôringa er omtalt foran, men her skal vi se hvordan den forholder seg til fôrbehovet og på opptaket fra beitet. Tabell 10 viser at mengden av innefôr var temmelig lik fra år til år. For innegruppene var den minst det første og det siste året, og særlig stor i 1955–56. Det første året var kraftfôrrasjonen relativt liten, og disse andre to åra er det særlig høykvaliteten som gjør utslaget. Også for utegruppene skiller det første året seg ut med minst fôr. For disse gruppene har antallet dager med ekstra innefôr betydd en del.

Av tabell 11 går det fram at innefôringa var nokså lik i middel i 2.–4. periode. Den var sterkast i 1. periode i alle gruppene. I 5. periode fikk innegruppene og gruppe V noe mer enn før, mens det var liten forskjell for utegruppene II og IV. For utegruppene betyr ekstra innefôr, som vesentlig ble gitt i 2.–4. periode, nokså mye for forholdet mellom periodene. Auken i kraftfôrmengden fra i mars utgjorde i alt 35–40 f.e. for gruppene I–IV og 54 f.e. for gruppe V i middel. Dette svarer omtrent til berekna behov for fosterproduksjon for gruppe V, mens det utgjør bare om lag en tredjedel av dette behovet for gruppene I og II og knapt halvdelen for gruppene III og IV. Dette samsvarer godt med at innegruppene fikk vekttap i 4. og 5. periode i motsetning til tidligere og at gruppene II og IV fikk det meste av vekttapet i disse periodene. Vel fjerdeparten av behovet for fosterproduksjon kom i 4. periode og resten i 5. periode

Av tabell 10 går det fram at det de fleste åra er forskjell mellom det berekna fôrbehovet og fôrmengden som er gitt til de to innegruppene. Den er opp til 0,11 f.e. for rygja og 0,08 f.e. for spelsau. Forskjellene må skyldes

feil, enten i berekninga av fôrbehovet eller i fôrmengden. Når det gjelder fôrbehovet, kan det være feil i normene eller i vegingene. En må gå ut fra at normene ikke kan være årsak til de store forskjellene i alle fall og at en eventuell feil ville virke systematisk. I veginger av dyr kan det lett bli feil, så en må rekne med at det har forekommet i dette forsøket også. Men en kan håpe at de stort sett har oppvegd hverandre. Når det gjelder fôrmengden må en gå ut fra at sauene har tatt opp det som er ført opp på listene. Men for høyet kan det tenkes at fôrverdien ikke er riktig ansatt. Det er tatt analyser av det de fleste åra, men ikke det første da forskjellen mellom fôring og fôrbehov var særlig stor. En kan også tvile på om høyet var så godt som analysen viser i 1955–56 med størst forskjell i middel for de to innegruppene.

Tabell 11 viser nokså godt samsvar mellom fôring og behov i de enkelte periodene for spelsau inne mens det er nokså stor forskjell i 1., 3. og 4. periode for rygja inne. I middel for hele forsøkestida fikk rygja 0,02 f.e. mer enn berekna behov, mens spelsau fikk 0,01 f.e. under behovet. I de enkelte periodene i de enkelte år er det ofte stor forskjell mellom berekna behov og fôring. Bortsett fra i 1. periode med relativt sterk fôring de fleste åra, svarte fôrmengden stort sett til behovet for vedlikehold og foster. Når det så likevel ble store vektendringer, blir det dårlig samsvar mellom fôrmengde og behov. Når forholdet varierer fra periode til periode innen åra, kan det ikke skyldes ansettelsen av fôrverdien. Enten må det være feil ved vegingene av dyra, eller det kan forekomme vektendringer som ikke har sammenheng med større eller mindre fôr-opptak.

For innegruppene er fôrbehovet berekna for å få en sammenlikning med fôringa. For utegruppene derimot må en gå ut fra at fôrbehovet viser fôr-opptaket, og at lyngbeitet har skaffet differansene mellom behov og innefôr. Berekna opptak fra lyngbeitet er ført opp i tabellene 10 og 11. Etter det som er funnet for innegruppene, må en gå ut fra at disse talla er temmelig usikre, men i middel skulle de vise et nokså riktig bilde. Opptaket fra beitet varierte svært mye fra år til år, fra ca.  $\frac{1}{4}$  f.e. til ca.  $\frac{1}{10}$  f.e. pr. dyr pr. dag for utegruppene II og IV.

I likhet med fôrbehovet viser også opptaket fra beitet svært sterkt sammenheng med vektendringene. I år med større vektauk eller mindre vekttap var det altså større berekna opptak fra beitet. Det er tendens til større opptak fra beitet når utegruppene stod bedre i forhold til innegruppene i vektendring, men sammenhengen er svært uregelmessig ( $r = 0,596$ ).

Når det gjelder opptaket fra lyngbeitet i de enkelte perioder, er det nokså stor forskjell mellom gruppe II og IV. Resultatene er stort sett nokså rimelige unntatt i siste periode for gruppe II. I siste periode, mars–april, skulle en vente relativt stort opptak.

I middel for hele forsøkestida hadde gruppe II et berekna opptak på 0,14 f.e. beite pr. dyr pr. dag, og gruppe IV 0,17 f.e. Hvis en korrigerer med forskjellen mellom fôrbehov og innefôr for innegruppa av samme rase, får en 0,16 f.e. beite pr. dyr pr. dag for begge gruppene. Det utgjør omkring 30 % av fôrbehovet, litt mindre for rygja og litt mer for spelsau. Forskjellen mellom behovet til vedlikehold + foster og f.e. i innefôret var litt større for gruppe II enn for gruppe IV. Rygjagruppa måtte derfor tatt opp noe mer fra beitet enn spelsaugruppa for å holde vekta like godt, men det greidde den altså ikke. I gruppe V tok begge rasene opp litt mer fra beitet, men forskjellen er ikke stor når en sammenlikner med forskjellen i innefôr. Gruppa V har altså ikke

klart å dekke særlig mer av fôrbehovet på beitet enn gruppene med tilskott og har dermed fått et betydelig underskott og vekttap.

Hvis en går ut fra at utegruppene ikke tok noe fôr fra beitet de dagene de fikk ekstra innefôr, blir berekna opptak fra beitet de andre dagene selvsagt noe høgere enn tabell 11 viser. I middel for alle år får en henholdsvis 0,17, 0,21 og 0,30–0,27 f.e. pr. dyr pr. dag for gruppene II, IV og V. Korrigert blir det 0,20 f.e. for gruppene II og IV.

Opptaket fra beitet pr. dyr i alt pr. år går også fram av tabell 11. Det er 21 og 25 f.e. henholdsvis for gruppene II og IV, mens gruppe V har tatt ca. 35 f.e. Hele besetningen har i middel tatt 865 f.e. pr. år på beitet. Delt på hele arealet blir det 3,65 f.e. pr. dekar. Fra halvdelene som er beita er det altså tatt 7,3 f.e. pr. dekar. Berekna pr. dekar gav altså dette lyngbeitet svært små førmengder i vinterhalvåret.

De to halvdelene av feltet ble beita vekselvis annenhver vinter, nordre del i 1950–51, søndre i 1951–52 osv. Opptaket pr. dyr pr. dag blir i middel for alle år litt større på nordre del, med den yngste lyngen. Men det skriver seg vesentlig fra stort opptak det første året. I middel for de andre åra blir opptaket likt på de to delene både for gruppe II og for gruppe IV. Gruppe V tok litt mer på nordre del i middel. Disse resultatene gir ikke grunnlag for å avgjøre om den ene halvdelene av feltet var bedre som vinterbeite enn den andre.

## Lammeavdrått

### *Antall lam*

Tabell 12 viser antall lam i de ulike gruppene de enkelte år og i middel. Gimrelam er holdt utenfor. Det var ett i gruppene I og III og 11 i gruppe IV i alt. Tabellen viser at antall lam varierte svært mye fra år til år. Viktigste årsaken til dette er relativt flere eller færre tvillingfødsler. Få søyer var lam-lause. Det er ikke særlig godt samsvar mellom gruppene når det gjelder lammetaillet de enkelte år, så det kan ikke påvises at det har sammenheng med ulike forhold fra år til år.

Spelsauene hadde færre lam enn rygja. Mellom innegruppa og den ordinære utegruppa var det liten forskjell hos rygja, mens utegruppa hadde noe flere lam hos spelsau særlig p.g.a. relativt flere tvillinger. Også rygja hadde flere tvillinger i utegruppa, men det oppveges delvis av at i 3 av åra hadde en søye i gruppe I trillinger. I gruppe V hadde både rygja og spelsau betydelig færre lam enn ellers.

Forholdet i dette materialet mellom rygja og spelsau i antall lam samsvarer ikke med det vanlige ellers. Av et meget stort materiale fant SELSJORD (4) ved høstveging 1,43 og 1,73 lam pr. søye for henholdsvis rygja og spelsau når gjeldsøyer og de som mista lam var tatt ut. Om alle søyene var tatt med, ville talla blitt lågere, men forholdet mellom rasene omtrent det samme. Spelsauen i forsøket var altså mindre fruktbar enn rasen som regel er, mens rygja hadde et normalt lammetaill.

### *Tap av dyr*

I tabell 12 er også ført opp hvor mange lam som gikk tapt innen høsten og hvor mange det da ble igjen pr. søye. For 1951 mangler disse oppgavene. Tapet av lam varierte også svært mye fra år til år uten noen systematisk for-



Tabell 12.

*Antall lam de enkelte år og i middel.*

Gruppe		1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	Middel
I Rygja inne	Fødte lam i alt . . . . .	13	13	11	9	16	17	19	17	15	15	14,5
	Fødte lam i alt pr. søye	1,44	1,18	1,57	1,00	1,33	1,42	1,58	1,70	1,67	1,36	1,43
	Lam tapt . . . . .	-	1	1	2	2	1	3	0	0	0	1,1
	Gagnslam pr. søye . . .	-	1,09	1,43	0,78	1,17	1,33	1,33	1,70	1,67	1,36	1,31
II Rygja ute	Fødte lam i alt . . . . .	12	14	9	13	18	20	20	15	13	17	15,1
	Fødte lam i alt pr. søye	1,33	1,27	1,29	1,30	1,50	1,67	1,67	1,88	1,44	1,55	1,49
	Lam tapt . . . . .	-	3	2	5	0	3	0	5	0	0	2,0
	Gagnslam pr. søye . . .	-	1,00	1,00	0,80	1,50	1,42	1,67	1,25	1,44	1,55	1,32
III Spelsau inne	Fødte lam i alt . . . . .	9	10	12	12	11	10	15	10	13	15	11,7
	Fødte lam i alt pr. søye	1,00	0,91	1,33	1,20	1,10	1,00	1,36	1,11	1,30	1,50	1,18
	Lam tapt . . . . .	-	2	3	3	0	3	0	0	2	0	1,4
	Gagnslam pr. søye . . .	-	0,73	1,00	0,90	1,10	0,70	1,36	1,11	1,10	1,50	1,06
IV Spelsau ute	Fødte lam i alt . . . . .	9	14	12	13	16	9	14	11	15	13	12,6
	Fødte lam i alt pr. søye	1,00	1,27	1,33	1,44	1,60	1,13	1,40	1,22	1,50	1,44	1,33
	Lam tapt . . . . .	-	1	1	5	7	2	1	1	2	2	2,4
	Gagnslam pr. søye . . .	-	1,18	1,22	0,89	0,90	0,88	1,30	1,11	1,30	1,22	1,12
V Utegr. Rygja	Fødte lam i alt . . . . .			6					9	9	7	7,8
	Fødte lam i alt pr. søye			1,00					1,50	1,50	1,17	1,29
	Lam tapt . . . . .			1					3	1	1	1,5
	Gagnslam pr. søye . . .			0,83					1,00	1,33	1,00	1,04
V Utegr. Spelsau	Fødte lam i alt . . . . .			5	9	8	10	8	4	8	10	7,8
	Fødte lam i alt pr. søye			1,00	1,00	0,80	0,91	1,33	0,67	1,33	1,67	1,09
	Lam tapt . . . . .			0	1	0	3	2	0	0	1	0,9
	Gagnslam pr. søye . . .			1,00	0,89	0,80	0,64	1,00	0,67	1,33	1,50	0,93

skjell mellom åra når en sammenlikner gruppene. I middel var tapet noe større i utegruppene enn i innegruppene. Det gjorde at om høsten var det svært liten forskjell mellom inne- og utegruppe i antall lam pr. søye. Spelsauen hadde litt større lammetap enn rygja, særlig når en ser det i forhold til antall fødte lam, i gruppene I-IV, men i gruppe V hadde rygja størst tap. Når forholdet mellom gruppene varierer så mye fra år til år, kan forskjellene i middel skyldes ting som ikke har noe med føring eller rase å gjøre så en bør vel ikke legge for mye vekt på dem.

Tabell 13 viser tapet av søyer, gimrer, enklinglam og tvillinglam i forskjellige tidsrom i alt for åra 1952-60. Det var svært få søyer og gimrer som gikk ut om vinteren. Men av søyene døde relativt mange om våren, fra april til slipping på fjellet. I alt 3 døde i lamminga. Taper av søyer var mye større i utegruppene enn i innegruppene. I disse 9 åra gikk 5 % av alle søyene og 13 % av gimrene ut. Det er ingen tydelig forskjell mellom enklinglam og tvillinglam når det gjelder tapet i alt, men en større del av tvillingene gikk ut før fjellsending. I siste kolonne er tapet av lam i prosent ført opp og viser forholdet mellom gruppene som er nevnt foran. 13 % av alle lam gikk tapt innen høsten og akkurat halvparten av disse ble mista på fjellet.

Noen nærmere behandling av årsakene til tapet av dyr gir ikke dette materialet grunnlag for. For enkelte lam er alveld oppgitt som dødsårsak, men som oftest er den ikke nærmere angitt.

Tabell 13. Tap av søyer, gimrer og lam i alt 1952-60.

Gruppe	Søyer			Gimrer			Enkeltlam				Tvillinglam				% av alle lam
	Død om vinteren	Død om våren	Tapt på fjellet	Død om vinteren	Død om våren	Tapt på fjellet	Død før eller ved fødselen	Død om våren	Tapt på fjellet	% i alt	Død før eller ved fødselen	Død om våren	Tapt på fjellet	% i alt	
I. Rygja inne	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	4	6	0	11,1	7,6
II. Rygja ute	1	3	3	0	0	1	0	1	4	15,2	2	6	5	12,3	12,9
III. Spelsau inne	0	0	1	0	1	1	0	3	6	13,6	0	1	3	9,5	12,0
IV. Spelsau ute	1	1	6	0	1	2	2	1	7	18,9	0	5	7	18,8	18,8
V. Utegruppe. Rygja	0	0	1	-	-	-	0	1	2	17,6	1	2	0	21,4	19,4
Spelsau	0	4	1	1	0	0	0	1	2	7,5	0	2	2	18,2	11,3
Alle grupper	2	10	12	1	2	6	2	7	21	12,0	7	22	17	13,6	12,9

#### Vekta av lamma

I tabell 14 har en tatt med middeltall for de enkelte gruppene. Når det gjelder forholdet mellom innegruppa og den ordinære utegruppa ser en at både for rygja og spelsau var enklinglamma litt tyngre i utegruppa både ved fødselen og om høsten. For tvillinglamma var det derimot ubetydelig forskjell mellom ute- og innegrupper bortsett fra at fødselsvekta var noe høgre i utegruppa av rygja. I gruppe V var tvillinglamma av rygja svært lette om høsten, men ellers var vektene omtrent som i innegruppa av samme rase.

Tabell 14. Fødselsvekt, høstvekt og daglig vektauke for lam etter voksne sauer.

		I Rygja inne	II Rygja ute	III Spelsau inne	IV Spelsau ute	V Utegruppe	
						Rygja	Spelsau
Fødselsvekt, kg.	Enkl. . . .	4,4	4,5	3,5	3,7	4,3	3,4
	Tvill. . . .	3,5	3,7	2,7	2,7	3,4	2,8
Høstvekt, kg.	Enkl. . . .	32,6 ± 0,7	33,7 ± 0,7	27,6 ± 0,6	28,5 ± 0,7	32,5 ± 1,2	27,2 ± 0,7
	Tvill. . . .	32,0 ± 0,6	31,7 ± 0,5	24,9 ± 0,7	25,1 ± 0,7	24,9 ± 1,7	25,4 ± 1,2
Daglig vektauke i gram:							
Til fjellsending.	Enk. . . .	201	213	157	165	205	161
	Tvill. . . .	216	197	155	147	157	169
På fjellet.	Enkl. . . .	195	199	177	183	197	174
	Tvill. . . .	186	189	151	165	143	156
Vekt i alt om høsten:							
Pr. gruppe, kg . . . . .		434	434	278	283	180	182
Pr. vinterføra søye, kg . . .		41,1	41,1	27,8	29,6	30,0	23,1

Rygja hadde betydelig større lam enn spelsau. Ved fødselen vegde enklinglamma av spelsau ca.  $\frac{4}{5}$  og tvillinglamma ca.  $\frac{3}{4}$  i forhold til rygjalamma, men forskjellen var relativt litt mindre om høsten. Den var da ca. 5 kg for

enklinglam og ca. 7 kg for tvillinger. Tvillinglamma var lettere i forhold til enklinglamma hos spelsau enn hos rygja både ved fødselen og om høsten. Forskjellen mellom tvillinger og enklinglam var relativt mindre om høsten enn ved fødselen hos begge rasene, men særlig hos rygja når en ser bort fra gruppe V.

Av talla for den daglige vektauken legger en særlig merke til at rygjalamma vokste fortere før fjellsending enn på fjellet, mens det var motsatt for spelsaulamma.

De to siste linjene i tabell 14 viser vekta av lamma om høsten i alt pr. gruppe og pr. vinterföra søye i middel for 9 år. Ryggjagruppene I og II står altså helt likt. Mellom spelsaugruppene III og IV er det svært liten forskjell i sum, men pr. søye er den noe større fordi det var noen færre søyer i gruppe IV. I gruppe V hadde begge rasene betydelig mindre lammevekt pr. søye enn i andre grupper, men forskjellen er særlig stor for rygja. Tabellen viser at rygja hadde mye større lammevekt enn spelsauen pr. gruppe. Pr. søye blir ikke forskjellen forholdsvis så stor, men 12–13 kg er også svært betydelig.

#### *Fødselstid og lammevekt*

Det var ingen særlig forskjell mellom gruppene i lammetid. Middeldatoen var 17/4 i gruppe I, 20/4 i gruppe V og 18–19/4 i de andre. Men lammetida varierte nokså mye fra år til år. Likevel er ca. 80 % av lamma født i tida 10–25/4. I middel ble tvillingene født 1–2 dager tidligere enn enklinglamma.

For å se om det er noen sammenheng mellom fødselsdato (x) og høstvekt (y) for lamma har en berekna regresjonsligningene og korrelasjonskoeffisientene som er ført opp nedenfor.

Rygja	enklinglam	$y = 0,009x + 33,3$	$r = 0,013$
»	tvillinger	$y = -0,040x + 32,6$	$r = -0,104$
Spelsau	enklinglam	$y = -0,139x + 30,6$	$r = -0,224^*$
»	tvillinger	$y = -0,176x + 28,3$	$r = -0,384^*$

For spelsaulamma er det altså signifikant negativ korrelasjon mellom fødselsdato og høstvekt, mens det er liten sammenheng for rygjalamma.

#### *Betydningen av søyenes alder og vekt for lammeresultatet*

For å se hvilken betydning alderen av søyene har for antallet lam har en talt opp antall søyer uten lam, med ett lam eller med 2–3 lam for hver enkelt aldersklasse fra 2 år og oppover, men med 8 år og eldre samlet. For disse søyene har en så berekna middelvekt foregående høst og middels fødselsvekt og høstvekt for lamma. Disse talla er ført opp i tabell 15 med rygja og spelsau hver for seg. Bakerst i tabellen er ført opp antall lam i middel pr. søye i forskjellig alder.

Tabellen viser at de yngste søyene hadde færrest lam. De fleste lamlause søyene var 2 år og i den alderen var det også relativt færrest tvillingfødsler. Til 3-års alderen var det en stor økning i lammeantallet, særlig hos rygja, og det steg videre fram til i 5–6 års alderen. For de eldste søyene var det en liten nedgang i lammeantallet. Disse forskjellene etter alderen har ikke betydd noe nevneverdig for forholdet mellom gruppene i lammeantall i middel fordi aldersfordelingen var nokså lik når en unntar rygja i gruppe V med relativt få yngre søyer.

Tabell 15. *Forholdet mellom søyenes alder, antall lam, søyevekt og lammevekt. Middeltall for rasene.*

Rase Alder i år	Søyer uten lam		Søyer med 1 lam				Søyer med 2-3 lam				Antall lam pr. søye i middel
	An- tall	Vekt kg	An- tal	Søye- vekt	Lammevekt kg		An- tall	Søye- vekt	Lammevekt kg		
					Ved fødsel	Om høsten			Ved fødsel	Om høsten	
Rygja											
2	6	46,3	34	45,0	3,98	30,8	6	52,6	3,30	29,9	1,00
3	2	55,8	18	48,3	4,42	33,0	19	53,7	3,43	30,6	1,44
4	2	58,5	18	49,5	4,65	34,9	18	56,4	3,72	30,7	1,42
5	0	—	9	54,9	4,53	34,1	24	56,7	3,66	32,7	1,76
6	0	—	8	57,7	4,53	31,7	21	56,8	3,59	32,9	1,76
7	1	54,5	5	59,5	4,50	34,5	13	59,2	3,70	32,2	1,68
8-11	0	—	7	48,7	4,64	35,0	9	56,7	3,65	30,9	1,56
Spelsau											
2	7	37,2	43	34,4	3,38	26,3	10	38,2	2,40	24,0	1,05
3	2	41,0	33	37,0	3,56	26,6	10	38,9	2,65	25,2	1,18
4	0	—	23	37,6	3,66	28,8	9	39,0	2,72	24,1	1,28
5	0	—	23	37,6	3,76	28,4	11	40,5	2,65	23,3	1,36
6	0	—	18	36,7	3,66	28,2	12	43,4	2,88	25,4	1,40
7	0	—	11	41,1	3,56	31,4	6	43,1	2,85	28,3	1,35
8-11	0	—	18	40,2	3,65	27,7	5	42,7	2,90	25,0	1,22

Søyene med tvillinglam var tyngre i middel enn søyene med enklinglam i de fleste aldersklassene. Forskjellen var størst for 2-års søyene når en ser de to rasene under ett. Hos rygja var søyene med tvillinger mye tyngre også 3 og 4 år gamle. Seinere var forskjellen liten og delvis i motsatt retning. I eldste klasse var det igjen svært stor forskjell, men det må vel helst være en tilfældighet. Hos spelsau var tvillingmødrene tyngre i alle årsklasser, men fra 3-års alderen var forskjellen jamt over liten. At den er blitt så stor for 5- og særlig 6-års søyene har vel tilfeldige årsaker.

Fødselsvekta av lamma viser svært sterk sammenheng med vekta av mødrene. Særlig gjelder dette tvillinglamma. Når en rekner lammevekt i prosent av søyevekt i middel for hver alder får en 6,3-6,6 % for rygja tvillinger og 6,3-7,0 % for spelsau tvillinger. For enklinglamma får en 7,6-9,5 % for rygja og 8,7-10,0 % for spelsau. Det ser ikke ut til at søyenes alder betyr noe for dette forholdet. Spelsauen hadde relativt litt tyngre enklinglam enn rygja, men for tvillinglamma var det svært liten forskjell.

Høstvekta for rygjalam og enklinglam av spelsau viser en liten stigning til søyene er 4 eller 5 år gamle, men forskjellen er relativt mindre enn for fødselsvekta.

### Ullmengden

Ulla av de sauene som var med i forsøket om vinteren er vegd alle år unntatt det første. Mengden i middel pr. dyr for disse åra går fram av følgende oppstilling:

Gruppe	Rygja		Gruppe	Spelsau	
	Søyer kg	Gimrer kg		Søyer kg	Gimrer kg
I	2,42	2,26	III	1,80	2,08
II	2,40	2,39	IV	1,77	1,93
V	2,13		V	1,66	

Mellom utegruppene II og IV og tilsvarende innegruppe er det jamt over ubetydelig forskjell. Søyene i gruppe V gav derimot noe mindre enn søyene ellers, og forskjellen er størst for rygja. En legger ellers merke til at hos rygja hadde gimrene litt mindre ull enn søyene, mens gimrene hadde noe mer enn søyene hos spelsauen. Ullmengden varierte en god del fra år til år i alle gruppene, opp til 0,3–0,5 kg i middel pr. dyr. Noen spesielle årsaker til dette kan en ikke påvise. Forholdet mellom inne- og utegrupper har også variert en del, men det ser ikke ut til å ha noen sammenheng med værforholda.

#### *Drofting av resultatene*

Ett av formålene med forsøket var å få en sammenlikning mellom rasene rygja og spelsau ved vinterbeiting av lyng. Etter normene som er brukt, tok spelsauen opp litt mer lyng enn rygja, men når en korrigerer etter forskjellen mellom berekna fôrbehov og fôrmengden for innegruppene, hadde begge rasene samme opptak fra lyngbeitet. Spelsauen tok imidlertid litt mer lyng i forhold til fôrbehovet, og holdt likevel vekta bedre enn rygja. Når en sammenlikner kg lam om høsten pr. vinterfôra søye med mengden av innefôr, står rygja bedre enn spelsauen både i inne- og i utegruppene. Spelsauen står imidlertid litt bedre i forhold til rygja når en sammenlikner de ordinære utegruppene enn for innegruppene, fordi spelsauen hadde både større avdrått og mindre innefôr også relativt sett i utegruppa.

Spelsauen hevdet seg altså bedre ved lyngbeiting enn på innefôring om vinteren, men gav i begge tilfeller dårligere utbytte enn rygja. Men det er foran i meldinga påvist at spelsauen hadde betydelig færre lam i dette forsøket enn det som er vanlig for rasen, mens lammetallet for rygja var normalt. Med et normalt forhold mellom rasene i lammetall ville derfor spelsauen stått relativt bedre og kanskje gitt bedre utbytte enn rygja først og fremst i utegruppene.

I Rogaland er det også tidligere utført forsøk med sau på lyngbeite om vinteren. Det var Saueavls- og beiteutvalget der som i åra 1917–1924 fikk utført en rekke forsøk med forskjellige forslag som tilskott til lyngbeite. Av forsøka i åra 1920–1924 (BELL, 1) har en berekna fôrbehovet og opptaket fra lyngbeitet etter normene som er brukt for forsøket i Førdesfjorden. I middel for 9 forsøksår var fôrbehovet pr. dyr pr. dag 0,68 f.e. i gruppene med kraftfôr som tilskott og 0,64 f.e. i gruppene med tilskott av høy + kraftfôr. Tilskottet utgjorde henholdsvis 0,44 f.e. og 0,37 f.e. og berekna opptak fra lyngbeitet blir da henholdsvis 0,24 f.e. og 0,27 f.e. pr. dyr pr. dag. Opptaket varierte svært mye fra sted til sted og fra år til år, fra 0,15 f.e. og opp til 0,38 f.e. I middel var opptaket fra lyngbeitet i disse forsøka litt større enn i Førdesfjorden, men i flere av dem lå det på omtrent samme nivå. Kvaliteten av

beitet og værforholda er vel de viktigste årsakene til variasjonene. Under gunstige forhold kan en nok i Rogaland få større opptak fra lyngbeite om vinteren enn det en fikk i forsøket i Førdesfjorden, men noe vesentlig mer kan en ikke rekne med i middel.

Med forsøket i Førdesfjorden tok en ikke sikte på noen nærmere undersøkelse av hvor mye og hva slags tilskottsfôr det bør gis ved beiting av lyng. Men med gruppa uten tilskott det meste av vinteren fikk en vist at slik føring gir så stort vekttap og så dårlig avlsresultat at den avgjort ikke lønner seg, og en kan si at de to andre utegruppene omtrent viser hvor mye tilskott det måtte gis for at sauene skulle holde seg i vekt bortsett fra vektauken på grunn av drektighet. Men en kan diskutere om mengden av tilskott til disse gruppene var den mest økonomiske når en tar hensyn til fôrkostnad og produksjon. De holdt vekta litt dårligere enn innegruppene, men fikk likevel litt flere og større lam. Det tyder på at føringa til utegruppene var fullt tilstrekkelig, og innen høsten hadde de også tatt igjen vektforskjellen i forhold til innegruppene. Det kan derfor tenkes at en litt svakere føring, i hvert fall i den første halvdel av forsøkestida, hadde gitt like godt resultat. Særlig den store kraftfôrmengden i parringstida har sikkert satt ned opptaket fra beitet en del.

I disse forsøka har en ikke undersøkt hva slags fôr det lønner seg best å gi som tilskott til lyngbeite om vinteren. I forsøka som Saueavls- og beiteutvalget i Rogaland fikk utført i åra 1917–1924 ble det bl.a. prøvd med bare høy, høy + litt kraftfôr, og vesentlig kraftfôr. BELL (1) trakk som konklusjon av forsøka at det var svært lite økonomisk å bruke bare høy som tilskott til godt lyngbeite. Rikelig og godt lyngbeite ble best nyttet ved å bruke mest kraftfôr som tilskott, men med dårlig lyngbeite var ei blandingsfôring mest lønnsom. Hvis en skal dømme etter opptaket fra beitet pr. dyr pr. dag, kan lyngbeitet i Førdesfjorden neppe betegnes som særlig godt. Etter Bell's resultater kan det derfor tenkes at det hadde lønt seg å gi noe høy som ordinært tilskott.

### Sammendrag

Meldinga behandlar et forsøk med vinterbeiting med sau på lyngbeite. Det ble gjennomført i 10 år, fra 1950–1960, i Førdesfjorden i Avaldsnes. Beitefeltet var 237 dekar og lå ca. 6 km øst for Haugesund, 50–100 m over havet. Storparten av feltet var dekt av røslyng, men i alle fall de siste åra var det også en god del gras. Lyngen var brent på 35 dekar i 1928 og på 93 dekar i 1943 og på disse delene var det mer lyng og mindre gras enn på resten av arealet ved avslutninga av forsøket.

Forsøket hadde 4–5 grupper. I: Rygja inne, II: Rygja ute med tilskott, III: Spelsau inne, IV: Spelsau ute med tilskott, V: Rygja og/eller spelsau ute delvis uten tilskott. I gruppene I–IV var det 12 dyr. I gruppe V, som var med fra 1952, var det 6 eller 12 dyr.

De to innegruppene fikk 10 kg høy pr. dag og kraftfôr. Også utegruppene II og IV fikk kraftfôr hele forsøkestida. I parringstida til ut i desember, unntatt det første året, og fra i mars på grunn av drektigheten ble det gitt kraftfôr også til gruppe V og noe mer enn ellers til de andre. Utegruppene fikk høy når de måtte stå inne eller var ute med lite lyng tilgjengelig, tilsammen 29 dager pr. vinter i middel.

Vekta av søyene om våren er korrigert for drektighet. Korreksjonen er satt til 150 % av lammevekta ved fødselen, med et fradrag på 2,5 % pr. dag mellom veging og lamming. I forsøktida tok ryggjagruppene I og II av en del, mens spelsaugruppene III og IV hadde svært liten vektendring. Innegruppa holdt vekta bedre enn utegruppa hos begge rasene, men forskjellen var noe større hos rygja. I gruppe V var vekttapet svært stort, men spelsau holdt seg litt bedre her også.

Det var svært store variasjoner fra år til år når det gjelder vektendringen. En fant signifikant negativ korrelasjon mellom høstvekt og vektendring for alle gruppene, men sammenhengen var mindre for enkeltdyr innom år. Søyer med tvillinger holdt seg dårligere enn andre. Noen tydelige utslag av forskjeller i føringa fra år til år er ikke påvist. Derimot fant en sterk sammenheng mellom temperaturen og forholdet mellom inne- og utegrupper i vektendring, slik at utegruppene holdt vekta relativt bedre når temperaturen var lågere.

Fra avslutninga av forsøket om våren til fjellscnding gikk søyene i spelsaugruppene III og IV litt ned i vekt, mens søyene i de andre gruppene hadde en del vektauk. På fjellet la søyene på seg i alle gruppene. Denne vektauken oppvegde vekttapet i de tidligere periodene mer eller mindre og de lam-lause fikk en betydelig vektauk. Gimrene tok den største delen av tilveksten på fjellet, men en god del ble også tatt om våren.

Fôrbehovet for vedlikehold og vektauk er berekna etter N.J.F.'s norm. For drektighet har en rekna med 2,5 f.e. pr. kg lam eller berekna fostervekt, og det blir noe mer enn normen. For variasjonen i fôrbehovet fra periode til periode og fra år til år hadde vektendringene størst betydning.

I middel for alle år fikk rygja inne 0,02 f.e. mer og spelsau inne 0,01 f.e. mindre pr. dyr pr. dag enn berekna behov. De enkelte åra var forskjellen mellom fôrmengde og behov ofte mye større. Gruppene ute fikk mindre fôr inne enn behovet, og differansen rekner en da med er tatt opp på beitet. Det blir i middel pr. dyr pr. dag 0,14 f.e. for gruppe II og 0,17 f.e. for gruppe IV. Om en korrigerer med forskjellen mellom fôrmengde og behov for innegruppa av samme rase, får en 0,16 f.e. beite pr. dyr pr. dag for begge disse utegruppene. Det utgjør omkring 30 % av behovet. I gruppe V ble opptaket fra beitet i middel 0,23 f.e. pr. dyr pr. dag, eller vel 60 % av berekna behov. Men det førte altså til stort vekttap. Pr. år ble det fra beitet tatt opp 21 f.e., 25 f.e. og 35 f.e. i middel pr. dyr henholdsvis i gruppene II, IV og V. Det utgjør i alt 865 f.e. pr. år eller 3,65 f.e. pr. dekar for hele feltet og 7,3 f.e. pr. dekar for halvdelene som er beita de enkelte år.

Antall lam varierte svært mye fra år til år. I middel hadde rygja litt flere lam enn spelsau. Mellom ryggjagruppene I og II var det liten forskjell, mens spelsauen hadde litt flere lam i utegruppe IV enn i innegruppa. I gruppe V hadde begge rasene betydelig færre lam enn i de andre gruppene. Tapet av lam var litt større i utegruppene enn i innegruppene. Utegruppene hadde også større tap av søyer.

Utegruppene II og IV hadde litt tyngre enklinglam enn innegruppene, men ellers var det små forskjeller mellom gruppene av samme rase i lammevekt. I kg lam i middel pr. søye om høsten stod gruppene I og II likt med 41,1 kg, gruppe III hadde 27,8 kg, gruppe IV hadde 29,6 kg og gruppe V hadde 30,0 kg og 23,1 kg henholdsvis for rygja og spelsau. Antall lam pr. søye økte med alderen fra 2 opp til 5 års alder. I de fleste aldersklassene var

søyer som fikk tvillinger tyngre ved starten av forsøket enn de som fikk ett lam.

I ullmengden var det ubetydelig forskjell mellom utegruppene II og IV og tilsvarende innegrupper, men i utegruppe V ble det mindre ull særlig av rygja.

### Summary

This report deals with a 10-year trial on winter-grazing of sheep on heather, carried out over the period 1950–1960 near Haugesund, south-west Norway. A large part of the 23.7 hectare grazing area was covered by heather, but a good deal of grass was also present, at any rate in the later years. The heather was burned over an area of 3.5 hectares in 1928 and over 9.3 hectares in 1943. These areas had more heather and less grass than elsewhere at the end of the trial.

The following groups were investigated: I: Rygja sheep, kept in, II: Rygja sheep, outdoors, with additional feed, III: Spelsau sheep, kept in, IV: Spelsau sheep, outdoors, with additional feed, V: Rygja and/or Spelsau sheep, outdoors, partly with additional feed. There were 12 animals in Groups I–IV and 6–12 in Group V, which was included from 1952. The sheep were weighed at intervals of approximately one month from the beginning of the trials, in the first half of November, to the end, in the first half of april. Lambs were always weighed at birth and two years the ewes were weighed contemporaneously. In the years 1952–1960 all the animals were weighed before being sent to the hills in June and when they came down, in September.

Groups I and III were given 10 kg hay per day and feed concentrate. Groups II and IV received feed concentrate over the whole trial. Feed concentrate was also given to Group V up to December and from March onwards. In these periods the other groups get a larger amount than ordinarily. The groups which were kept outdoors received hay when they had to be taken in due to weather conditions, or when little heather was available. This amounted to an average 29 days each winter.

The weight of the ewes was corrected for pregnancy in the spring—150 % of the weight of the lamb at birth, and with a deduction of 2.5 % per day between weighing and lambing. During the trials the Rygja sheep in Groups I and II lost some weight, while the Spelsau sheep in Groups III and IV showed little overall weight change. The sheep which were kept in showed less weight-loss than those kept outdoors in both breeds, but the variation was somewhat larger with the Rygja sheep. The weight-loss in Group V was very marked, particularly with the Rygja sheep.

The change in weight varied strongly from year to year. A significant negative correlation was found between the autumnweight and the weight change for all groups, but there was little correlation for the individual animals within the years. Ewes which gave birth to twins lost more weight than the others. The “outdoors” groups retained their weight better in proportion to the “indoors” groups in cold winters.

The Spelsau ewes in Groups III and IV lost some weight from April to June, when they were sent to the hills, while the ewes in the other groups gained a little weight. In all groups the ewes showed a weight-gain on the hills. This more or less made up for the loss in weight in the foregoing period,



while those without lambs gained considerably. The gimmers gained most of their weight on the hills, but an increase was also noticeable in the spring. Only a slight variation in the amount of wool was evident between the "outdoors" Groups II and IV and the "indoors" Groups I and III. Group V had less wool, particularly the Rygja sheep.

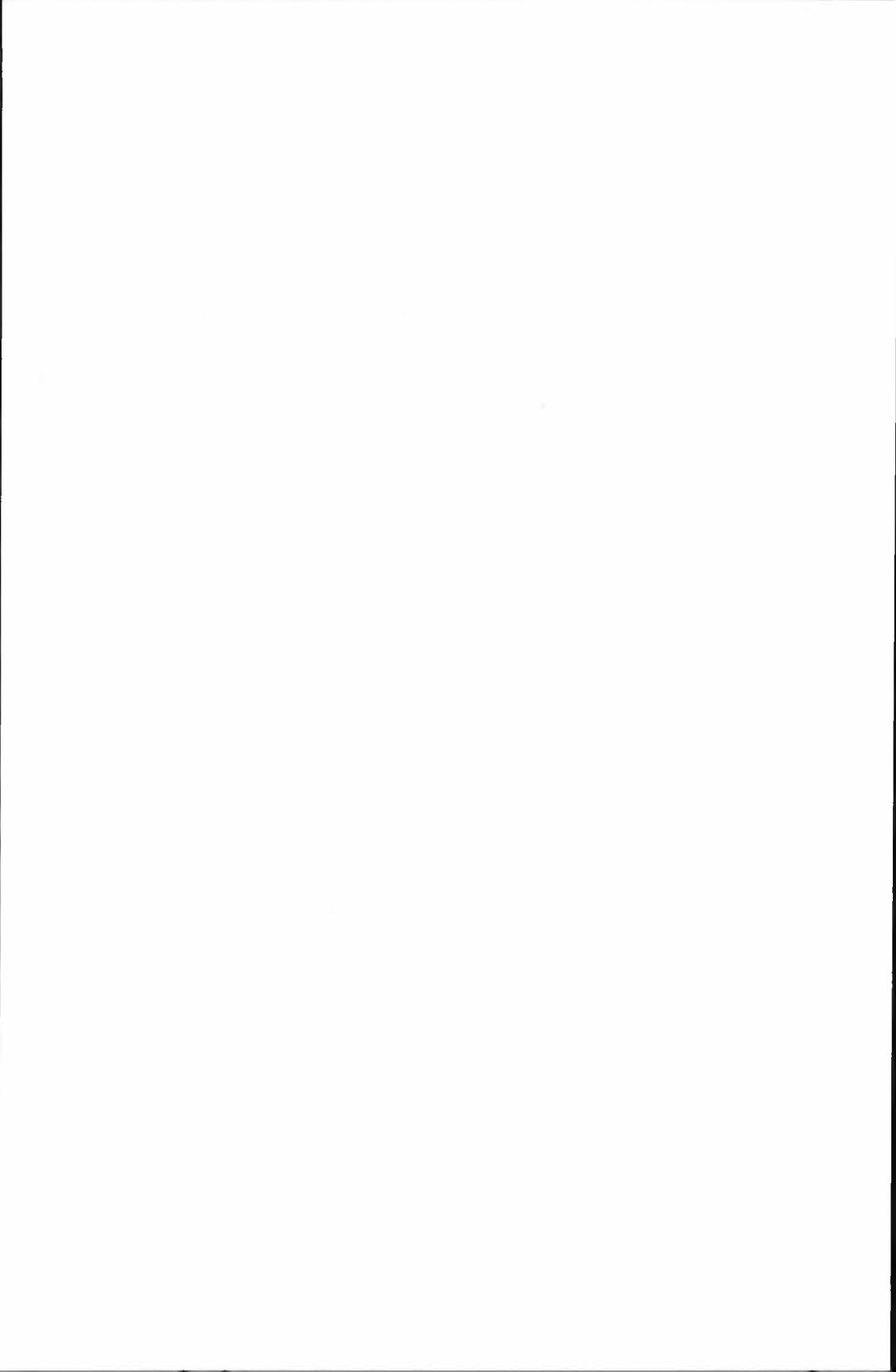
The feed-requirement for maintenance and weight change was calculated after the N.J.F. norm, while 2.5 feed-units per kg lamb or calculated foster weight was allowed for pregnancy. The variations in weight had the greatest influence on the differences in feed-requirement from period to period and year to year.

The "indoors" Rygja sheep received an average 0.02 feed-units per animal/day more than the calculated requirement and the "indoors" Spelsau sheep 0.01 feed-units less. The differences between the amount of feed given and the calculated requirement was, however, much greater in some years. The average calculated intake during grazing was 0.14 feed-units per animal/day in Group II, 0.17 feed-units in Group IV and 0.23 feed-units in Group V. This comprises 26, 33 and 62 % of the calculated requirement respectively. On average, 865 feed-units per year or 36.5 feed-units per hectare were taken in under grazing.

The number of lambs showed a large variation from year to year. On the whole, there was little difference between the Rygja sheep in Groups I and II, but the Spelsau sheep which were kept outdoors (Group IV) had more lambs than those kept in. Both the breeds in Group V had fewer lambs than the remaining groups. The "outdoors" groups had a higher loss of ewes and lambs than those kept in. Groups II and IV had slightly heavier individual lambs than the "indoors" groups, but otherwise little variation in lamb-weight was apparent within the same breed. Groups I and II had the same average lamb-weight per ewe in the autumn, 41.1 kg. Group II had 27.8 kg, Group IV, 29.6 kg, while the Rygja and Spelsau sheep in Group V had 30.0 and 23.1 kg respectively.

### Litteratur

1. BELL, S. 1925. Årsmelding frå Saueals- og Beiteutvalet. Forsøk. Årsmelding frå Rogalands Landbruksselskap 1924.
2. NEDKVITNE, J. J. 1965. Ulik vinterfôring av søyer. Norges Landbrukshøgsk. Fôringsforsøkene 126. beretn.
3. PRESTHEGGE, K. 1951. Normer for beregning av fôropptaking på beite. Nordisk Jordbrugsforskning 33: 659-663.
4. SELSJORD, I. 1964. Vektkontroll av sau på fjellbeiter i Sør-Norge. Forskn. fors. Landbr. 15: 371-404.



I redaksjonen 20. 10. 1967

## FORSØK MED ET SYSTEMISK SOPPMIDDEL MOT NAKEN SOT PÅ BYGG

*Experiments with a systemic Fungicide for Control of  
Loose Smut in Barley*

Av

LEIF ROBERT HANSEN

### INNHold

	Side
Innledning .....	131
Metodikk og forsøksresultater .....	132
Diskusjon og konklusjon .....	133
Summary .....	134
Litteratur .....	134

### Innledning

Naken sot på bygg (*Ustilago tritici* (Pers.) Rostr.) er vanlig utbredt overalt hvor det dyrkes bygg i Norge, men den opptrer som regel med en meget lav frekvens. Det er således meget sjelden at mer enn to prosent av plantene i en åker er angrepet, og det vanligste er at angrepsprosenten ligger betydelig under én. Avlingstapene i prosent er stort sett av samme størrelsesorden som angrepsprosentene. LIER og JØRSTAD (3) nevner imidlertid at angrep på over 10 prosent forekom i bygg før 1947. Så sterke angrep er det ikke meldt om etter den tid. Dekket byggsot (*Ustilago segetum* (Pers.) var. *segetum*) derimot har opptrådt med så høye angrepsfrekvenser i denne periode.

Sotaksene av naken sot på bygg er ved aksskyting dekket av en meget tynn, nesten hvit hinne. Normalt revner denne, og sotsporene spres med vind i løpet av byggets blomstringstid. Ut over ettersommeren og høsten vil derfor bare den nakne, nesten «renvaskede» aksspindelen stå igjen på de angrepne plantene.

Sotaksene av dekket byggsot er dekket av en noe tykkere, gråhvit hinne, og denne holder sotkornene sammen inntil de blir slått i stykker, og sotsporene blir spredt under treskingen. Når en ser sotaks i åkrene på ettersommeren og høsten, er det derfor dekket byggsot.

Spredningen og infeksjonen av naken sot foregår altså i byggets blomstringstid, det vil si omkring aksskyting. Sotsporer som kommer til rette i byggblomstene, spirer, og soppens hyfer trenger inn i fruktknuten. Disse hyfene blir liggende godt beskyttet inne i kornet og kan derfor ikke ødelegges av de vanlige, hittil kjente beisemidler. Det samme sykdomsforløp gjelder også for naken sot på hvete.

Mot naken sot er det her i landet hittil benyttet varmtvannsbehandling. Hvis denne ikke utføres med den aller største nøyaktighet, vil det lett kunne resultere i betydelig nedsatt spireevne hos såkornet. Det har da også forekommet at varmtvannsbehandlede såkornpartier har måttet kasseres som såkorn.

De strenge reglene som gjelder for såkorn med hensyn til forekomst av naken sot, har svært ofte ført til store vanskeligheter for såkornprodusenter og såkornforhandlere. Det har derfor lenge vært et savn at det ikke har vært en enklere bekjempelsesmetode mot naken sot.

I 1966 ble det imidlertid meldt om et nytt systemisk soppmiddel – D 735 (2,3-dihydro-5-carbox-anilido-6-methyl-1,4-oxathiin) som skulle være et effektivt beisemiddel mot naken sot (EDGINGTON & REINSBERG (1), EDGINGTON et al. (2), VON SCHMELING & KULKA (4)). Dette soppmiddel som er det aktive stoff i handelspreparatet Vitavax, er prøvet i veksthus- og feltforsøk ved Statens plantevern, Botanisk avdeling. D 735 – Vitavax – til disse forsøkene ble skaffet til veie av professor E. Strand, som fikk det tilsendt fra United States Rubber Co., Chemical Division, Naugatuck, Connecticut.

### Metodikk og forsøksresultater

Et orienterende forsøk ble gjennomført i veksthus i tiden 6/12 1966 til 3/3 1967. Til forsøket ble nyttet 'Herta' som var kunstig smittet i 1962. 400 korn ble tørrbeiset med Vitavax. Doseringen var tilsvarende ca. 10 g beisemiddel pr. kg såkorn, og beisingen ble utført ved omhyggelig rysting av såkornet sammen med midlet i tett Norgesglass.

Resultatene går fram av følgende oppstilling:

	Antall korn sådd	Prosent planter spirt	Prosent planter med naken sot
Beiset . . . . .	400	68	0
Ubeiset . . . . .	400	57	29

Den dårlige spireevnen må en gå ut fra skyldes såkornets alder. Det beiseide kornet spirte imidlertid noe bedre enn ubeiset, og beisingen ga i dette forsøket en fullstendig bekjempelse av naken sot.

I vekstsesongen 1966 ble det utført et feltforsøk med naturlig smittet korn av sorten 'Vigdis'. I tillegg til ubehandlet ble Vitavax prøvet som tørrbeisemiddel i følgende doseringer: 1,0 g, 2,0 g og 4,0 g pr. kg såkorn. Forsøket som ble sådd den 30/5 og høstet med skurtresker den 3/9, ble lagt ut som blokkforsøk med 4 gjentakelser. Anleggstrutene var 12,75 m<sup>2</sup> og høsterutene 10,5 m<sup>2</sup>. Sykdomsbestemmelsen ble foretatt ved opptelling av antall sotplanter 20/7. Resultatene går fram av tabell 1.

Tabell 1. *Antall planter spirt, angrep av naken sot og kg korn pr. dekar etter beising med Vitavax.*

Behandling	Antall planter spirt pr. m <sup>2</sup>	Antall sotplanter pr. forsøksrute	Naken sot prosent	Korn kg/dekar
Ubehandlet . . . . .	362	28	0,61	309
1,0 g Vitavax pr. kg såkorn . . . .	382	0	0	320
2,0 g » » » » . . . .	363	0	0	312
4,0 g » » » » . . . .	368	0	0	328

Med samtlige doseringer av Vitavax ble det oppnådd en fullstendig bekjempelse av naken sot. Det var i forsøket ingen sikre forskjeller i antall spirte planter og i kornavling. Angrepet på ubeiset var i dette forsøket 0,61 prosent, og dette er en angrepsprosent som relativt ofte forekommer i praksis.

I 1966 ble det også gjennomført et beiseforsøk som feltforsøk med såkorn av 'Herta' naturlig smittet med dekket byggsot. Selv om denne sotart bekjempes effektivt med vanlige beisemidler, var det av interesse å få undersøkt virkningen av Vitavax idet dette midlet er oppgitt å være et spesialmiddel mot sotsopper.

Forsøket ble gjennomført etter samme fremgangsmåte som angitt for forsøket med naken sot. Resultatene går frem av tabell 2.

Tabell 2. *Antall planter spirt, angrep av dekket byggsot og kg korn pr. dekar, etter beising med Vitavax.*

Behandling	Antall planter spirt pr. m <sup>2</sup>	Antall sotplanter pr. forsøksrute	Dekket byggsot prosent	Korn kg/dekar
Ubehandlet . . . . .	385	7,50	0,15	312
1,0 g Vitavax pr. kg såkorn . . . .	338	0,25	0,006	331
2,0 g » » » » . . . .	350	0	0	337
4,0 g » » » » . . . .	332	0	0	309

Angrepsprosenten i ubehandlet var meget lav, — 0,15 % eller 7,5 planter pr. forsøksrute. Med doseringen 1,0 gram pr. kg såkorn var det på en av de fire samrutene en angrepet plante, mens de øvrige tre var uten angrepne planter. De to største doseringene av Vitavax ga fullstendig bekjempelse.

I antall spirte planter og kornavling var det ingen sikre forskjeller mellom forsøksleddene.

### Diskusjon og konklusjon

De forsøkene med Vitavax mot naken sot som hittil er gjennomført ved Statens plantevern, er svært begrenset, men resultatene som ble oppnådd, er meget lovende. I veksthusforsøket hvor det ble brukt kunstig smittet såkorn og i feltforsøket med naturlig smittet korn, ble det oppnådd fullstendig bekjempelse ved alle doseringer. EDGINGTON & REINBERGS (1) som forsøkte de tre doseringene 2,5 – 5,0 og 10,0 g pr. kg såkorn oppnådde også en fullstendig

bekjempelse av naken sot ved alle doseringer, mens ubehandlet hadde 32 % angrepne planter. Også VON SCHMELING & KULKA (4) fant at beising med Vitavax hindret utvikling av naken sot.

EDGINGTON & REINBERGS (1) undersøkte også virkningen av Vitavax mot naken sot når dette (spesialmiddel mot sotsopper) var brukt sammen med beisemidlene Panogen 42 (0,25 g/kg) thiram SF 75 (0,83 g/kg) eller captan 75 W.P (0,31 g/kg). I forsøket hadde ubehandlet 28 % planter med naken sot, mens det ikke forekom angrep i forsøksleddene hvor Vitavax (2,5 g/kg såkorn) var brukt alene eller sammen med et av de andre beisemidlene.

I et forsøk ved Statens plantevern ble beising av såkorn med Vitavax prøvet i et feltforsøk mot dekket byggsot. Selv om angrepet på ubehandlet var svakt, var det likevel en tydelig og sikker virkning av beisemidlet ved alle doseringer. Dette bekrefter midlets effekt mot sotsopper.

Med de erfaringer vi har fra egne forsøk og med støtte i de resultater (om de hittil også er få) som er oppnådd i de refererte amerikanske forsøk, mener vi Vitavax alt fra vekstsosongen 1968 bør kunne brukes i hvert fall ved dyrking av enkelte såkornpartier.

### Summary

During the winter 1966/67 and the summer 1967 the systemic fungicide Vitavax or D 735 (2,3 - dihydro - 5 carbox - anilido - 6 - methyl - 1,4 - oxathiin) was tried as dry seed treatment against loose and covered smut in barley.

In a greenhouse test with artificially inoculated seed 10 g of Vitavax pr. kg seed gave complete control of loose smut in barley. In this experiment the untreated check produced 29 % smutted plants.

In a field experiment with naturally infected seed 1.0 g, 2.0 g and 4.0 g Vitavax pr. kg seed also gave complete control of loose smut in barley (table 1). Of the untreated plants 0.61 % were smutted.

In a second field experiment with naturally infected seed 2.0 and 4.0 g Vitavax pr. kg seed gave complete control of covered smut on barley. Untreated plants produced 0.15 % smutted and 1.0 g Vitavax pr. kg seed produced 0.006 % smutted plants (table 2).

Vitavax seems to be a promising fungicide for control of smuts in barley and is of great interest in connection with control of loose smut in seed production.

### Litteratur

1. EDGINGTON, L. V. and REINBERGS, E. 1966. Control of loose smut in barley with systemic fungicides. *Can. J. Plant Sci.*, 46: 336.
2. EDGINGTON, L. V., WALTON, G. S., and MILLER, P. M. 1966. Fungicide selective for basidiomycetes. *Science*, 153: 307-308.
3. LIER, O. & JØRSTAD, J. 1947. Forsøk med varmtvannsbehandling mot naken sot på bygg og hvete. *Tidsskr. for Det norske Landbruk*, 54: 255-276.
4. VON SCHMELING, O. and KULKA, M. 1966. Systemic fungicidal activity of 1,4 - oxathiin derivatives. *Science*, 152: 359-360.

I redaksjonen 10. 1. 1968

## FORSØK MED ISÅING AV BELGVEKSTER I KORN PÅ ROTDREPERSMITTET JORD

*Experiments with undersown Trefoil and Red Clover in Small Grain  
on Take-all infested Soil*

AV

LEIF ROBERT HANSEN

### INNHold

	Side
Innledning .....	135
Opplysninger om forsøksfeltene og værforholdene .....	136
Forsøksresultater .....	140
Første forsøksår – isåingsåret .....	140
Annet forsøksår – ettervirkningsåret .....	141
Gruppering av forsøksmaterialet .....	142
Sammenligning av tidlig rødkløver og sneglebelg som isåingsvekster i bygg ..	144
Diskusjon .....	145
Sammendrag .....	147
Summary .....	148
Litteratur .....	148

### Innledning

Rotdreper (*Ophiobolus graminis* Sacc.) er på grunn av den utbredte, ensidige dyrkingen av korn økonomisk sett blitt en av de viktigste parasittene på korn i Norge. Selv om hvete blir mest skadet av rotdreper, er det angrepene og skadene på bygg som har størst interesse fordi det er denne kornarten som dominerer.

På havre er en spesiell varietet av rotdreper (*O. graminis* Sacc. var. *avenae* E. M. Turner) påvist bare i noen få tilfeller her i landet. Den spiller derfor ennå liten rolle under våre forhold.

Det er alltid meget vanskelig å få sikre tall for hvor stor skade parasittsopper kan være årsak til. Et grovt mål på hvor meget angrep av rotdreper i bygg kan bety, fremgår av et materiale fra 42 markforsøk på Østlandet med toradssorten 'Herta'. I dette materialet var det en signifikant negativ korrelasjon mellom angrepsgrad og kornavling ( $r = -0,549^{***}$ ). Ved en økning i angrepsgraden på 10 avtok kornavlingen med 18 kg pr. dekar. Ved en angreps-

grad på 50 var således avlingsreduksjonen i dette materialet 90 kg korn pr. dekar, og en angrepsgrad på 50 er for tiden ikke uvanlig på lett jord hvor det drives relativt ensidig byggdyrking.

Veksling med oljevekster og poteter, eller meget resistente grasarter som havre og timotei er meget effektivt i kampen mot rottreper. Da en her i landet har et meget begrenset antall vekselvekster til rådighet, er det vanskelig for mange dyrkere å oppnå den planteveksling som er ønskelig.

Meldinger fra England viste imidlertid at det ved isåing av sneglebelg (*Medicago lupulina*) i bygg om våren med nedpløying av grønnmassen av belgveksten senhøstes, kunne drives temmelig ensidig byggdyrking uten større skader av rottreper (8, 9). Denne tilførsel av grønnmasse reduserte angrepet av rottreper og øket kornavlingen det følgende år sammenlignet med vanlig ensidig byggdyrking. Vanskelighetene med å oppnå en tilstrekkelig planteveksling på mange korngårder, gjorde det aktuelt å prøve dette såkalte Chamberlain-systemet her i landet.

Følgende spørsmål ble stilt:

1. Kan nedpløying av en grønnmasse av belgvekster sådd i bygg om våren, redusere angrepet av rottreper og øke kornavlingen av bygg det følgende år?
2. Kan den samme virkning eventuelt oppnås ved øket gjødsling med nitrogen?

## Opplysninger om forsøksfeltene og værforholdene

### Forsøksplaner

I løpet av forsøksperioden 1958-1964 ble det nyttet tre forskjellige forsøksplaner. En blokk av hver av forsøksplanene er skissert i fig. 1.

Forsøksplan A. *Experimental design A.*  
1. forsøksår. 1. year.

med kløver with clover	uten kløver without clover	'Herta'
med kløver with clover	uten kløver without clover	

2. forsøksår. 2. year.

N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	'Herta'
N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	

Forsøksplan B. *Experimental design B.*  
1. forsøksår. 1. year.

med kløver with clover	uten kløver without clover
---------------------------	-------------------------------

2. forsøksår. 2. year.

N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

Forsøksplan C. *Experimental design C.*  
1. forsøksår. 1. year.

med kløver with clover	med sneglebelg with trefoil	uten belgvekst without legume
---------------------------	--------------------------------	----------------------------------

2. forsøksår. 2. year.

N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Fig. 1. En blokk av hver av de tre forsøksplanene.  
Fig. 1. One replication of each of the three experimental designs.



På forsøksfeltene som ble lagt ut etter plan A, var det med en tidlig seksrads byggsort ('Varde') og en sen torads byggsort ('Herta'). Isåingsvekst var tidlig rødkløver (*Trifolium pratense*). I 1. forsøksåret var forsøksplanen en splitplot plan med sorter på store ruter og med kløver – uten kløver på små ruter. I 2. forsøksåret ble hver av smårutene delt i to nitrogenruter.

Med forsøksplan B ble det gjennomført en forenkling idet forsøkene ble lagt ut med bare en kornsort, og plan C ble utvidet med sneglebelg (*Medicago lupulina*) som nedpløyingsvekt i tillegg til tidlig rødkløver. Sneglebelg ble tatt med fordi den i tre spesielle markforsøk var bedre enn tidlig rødkløver som isåingsvekst (se tabell 8).

Kalksalpetermengdene som ble brukt i de forskjellige forsøksplaner, går frem av oppstillingen nedenfor.

Kalksalpeter (15,5 % N) kg pr. dekar.

	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
Forsøksplan A	0	20	40
» B	0	20	40
» C	20	40	60

Mengdene ble øket ved overgangen til plan C fordi det hadde vist seg at de tidligere nyttede mengdene var i laveste laget. Kalksalpeter og kalisper (70 kg pr. dekar) ble strødd ut med hånd og enten harvet ned eller bare muldet ned under såingen av kornet.

Såmengdene av tidlig rødkløver var i plan A 1,0 kg pr. dekar. Ved godt såbed og nøyaktig arbeide var denne såmengde tilstrekkelig, men for å sikre en tilfredsstillende plantebestand av tidlig rødkløver og sneglebelg på spredte felter, ble det i planene B og C brukt 2,0 kg såfrø pr. dekar. Belgvekstene ble sådd med hånd og muldet ned ved såingen av kornet. Dette ble sådd med feltvertenes såmaskiner.

Kornet ble høstet på gulmodningsstadiet. Sneglebelgen og kløveren fikk vokse så lenge som mulig ut over høsten inntil den ble pløyd ned i jorden.

Det ble gjennomført 11 forsøk etter plan A, 3 forsøk etter plan B og 11 forsøk etter plan C. Opplysninger om forsøkssteder, forgrøder, nedpløyd grønnmasse, gjennomsnittlig kornavling og angrepsgrad av rottreper m. m. er gitt i tabell 1. Forsøksåret som er oppgitt i tabell 1, er 2. forsøksåret, dvs. året hvor virkningen av den nedpløyde grønnmasse ble undersøkt.

Før feltene ble pløyd om høsten, ble mengden av grønnmasse bedømt skjønnsmessig. De oppgitte mengdene av grønnmasse i tabell 2 er:

Liten	< 500 kg rå grønnmasse pr. dekar.
Middels	500—1000 » » » » »
Stor	> 1000 » » » » »

I vekstsesongen 1959 var det ekstremt tørt og varmt. I de øvrige forsøksårene var nedbøren over eller omkring det normale, mens temperaturen var lavere eller omkring normalen.

Tabell 1. Opplysninger om forsøksfeltene (annet forsøksår).  
 Table 1. Informations about the experimental fields (2. year of experiment).

Felt nr.	1	2	3	4	5	6
Forsøksår	1959	1959	1959	1960	1960	1960
Forsøksvert	E. Sjøvik	N. Bjerke	O. Boberg	E. Sjøvik	N. Bjerke	Kr. Hoff
Herred	Åsnes	Ø. Toten	Berg	Åsnes	Ø. Toten	Hobel
Fylke	Hedmark	Oppland	Østfold	Hedmark	Oppland	Østfold
Jordart	Finsand		Leire	Finsand		Leire
Førgrøde	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg
»	»	Hvete	Havre	»	»	»
»	»	Poteter	Bygg	»	Hvete	»
»	»	Bygg	Havre	»	Poteter	Havre
»	»	Bygg	16/5	19/5	10/5	12/5
Sådato	20/5	20/5	16/5	19/5	10/5	12/5
Kornavling, Gj.sn. Kg pr. dekar	109	206	295	139	321	328
Rotdreper, Gj.sn. angrepsgr.	27	4	25	88	60	32
Nedpløyd grønmasse	Stor	Stor	Stor	Liten-ingen	Liten-ingen	Liten-ingen
Sort	Herta + Varde	Herta + Varde	Herta + Varde	Herta + Varde	Herta + Varde	Herta + Varde
Forsøksplan	A	A	A	A	A	A
Felt nr.	7	8	9	10	11	12
Forsøksår	1960	1960	1961	1961	1961	1961
Forsøksvert	Hagan	H. T. Haugen	E. Sjøvik	N. Bjerke	Kr. Hoff	G. Rinde
Herred	Bærum	Norderhov	Åsnes	Ø. Toten	Hobel	Sande
Fylke	Akershus	Buskerud	Hedmark	Oppland	Østfold	Vestfold
Jordart	Sand	Leire	Finsand		Leire	Leire
Førgrøde	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg
»	Havre	»	»	»	»	Havre
»	Poteter	»	»	»	»	»
»	Bygg	»	»	Hvete	»	»
»	11/5	16/5	16/5	3/5	2/5	28/4
Sådato	228	400	179	306	398	335
Kornavling, Gj.sn. Kg pr. da	41	25	50	64	52	19
Rotdreper, Gj.sn. angrepsgr.	Middels	Middels	Stor	Stor	Stor	Stor
Grønmasse	Herta + Varde	Herta + Varde	Herta + Varde	Herta + Varde	Herta + Varde	Herta + Varde
Sort	A	A	A	A	A	B
Forsøksplan	A	A	A	A	A	B

Tabell 1. (forts.)  
Table 1. (Continued).

Felt nr.	13	14	15	16	17	18	19
Forsøksår .....	1961	1961	1961	1961	1962	1962	1962
Forsøksvert .....	H. Kr. Hveem	K. Bakke	Hagan	G. Sundeid	Hagan	Hagan	L. Flatla
Herred .....	Ø. Toten	Berg	Bærum	Norderhov	Bærum	Bærum	Lunner
Fylke .....	Oppland	Østfold	Akershus	Baskerud	Akershus	Akershus	Oppland
Jordart .....		Leire	Sand	Leire	Sand	Sand	Sand
Forgrøde .....	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg
» .....	»	»	Brakk	»	»	»	Potet
» .....	»	»	Havre	»	Brakk	Brakk	Bygg
» .....	»	»	Bygg	»	Hvete	Hvete	Bygg
» .....	»	»	10/5	12/5	30/5	30/5	28/5
Sådato .....	28/4	29/4					
Kornavling, Gj.sn. Kg pr. dekar .....	321	433	328	264	199	286	259
Rotdreper, Gj.sn. angrepsgrad .....	46	21	47	29	35	23	93
Nedpløyd grønmasse .....	Middels	Middels	Stor	Liten	Stor	Stor	Middels
Sort .....	Herta	Herta	Norrøna	Herta	Norrøna	Varde	Herta
Forsøksplan .....	B	B	C	C	C	C	C
Felt nr.	20	21	22	23	24	25	
Forsøksår .....	1962	1962	1962	1962	1962	1964	
Forsøksvert .....	K. Vik	J. Mustorp	Freland	H. Bjerknes	O. Dybvik	Horgen	
Herred .....	Berg	Berg	Våler	Eidsvoll	Nes	Rolvseøy	
Fylke .....	Østfold	Østfold	Østfold	Akershus	Akrshus	Østfold	
Jordart .....	Leire	Sand	Leire	Sand	Leire	Leire	
Forgrøde .....	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	Bygg	
» .....	»	»	»	Havre	Hvete	»	
» .....	»	»	»	Bygg	»	»	
» .....	»	»	»	Poteter	Havre	»	
» .....	»	»	2/6	26/5	28/5	4. års eng	
Sådato .....	21/5	21/5				20/5	
Kornavling Gj.sn. Kg pr. dekar .....	329	396	316	352	259	376	
Rotdreper, Gj.sn. angrepsgrad .....	56	3	23	4	66	-	
Nedpløyd grønmasse .....	Middels	Middels	Middels	Middels	Stor	Middels	
Sort .....	Herta	Herta	Ingrid	Herta	Ingrid	Herta?	
Forsøksplan .....	C	C	C	C	C	C	

## Forsøksresultater

### Første forsøksår – isåingsåret

Det ble høstet 17 førsteårsfelter for å få bestemt om isåingsveksten kunne føre til noen reduksjon av kornavlingen sammenlignet med ubehandlet. Av de 17 feltene var 7 anlagt etter plan A, 2 etter plan B og 8 etter plan C. På 7 felter var det stor grønnmasse, på 9 felter var det middels stor grønnmasse og på et felt var det liten grønnmasse ved nedpløying.

Byggsortene 'Herta' og 'Varde' reagerte likt på isåing. Det var heller ikke noen sikker forskjell på tidlig rødkløver og sneglebelg med hensyn til virkningen på kornavlingen i isåingsåret. I tabell 2 er derfor resultatene for de to byggsortene og de to isåingsvekstene slått sammen.

Tabell 2. Kornavling, halmavling, korn%, 1000 k.v. og hl.v.  
1. forsøksår. (Middel for 17 felter).

Table 2. Grain yield, straw yield, grain percent, 1000 grain weight and test weight (kg pr. 100 l.).

1. experimental year (Average of 17 experiments).

	Kg pr. dekar Kg per decare		Korn % Grain percent	1000 k.v. 1000 grain weight	Hl.v. Test weight
	Korn Grain	Halm Straw			
Bygg med isåingsvekst <i>Barley with undersown legume</i>	293	319	47.8	42.4	68.1
Bygg uten isåingsvekst <i>Barley without undersown legume</i>	310	322	49.1	42.8	68.2



Fig. 2. I forgrunnen t.v. tidlig rødkløver.  
I bakgrunnen sneglebelg.

Fig. 2. In the foreground (left) early red clover.  
In the background trefoil.

Bygg med isåingsvekst ga i gjennomsnitt 17 kg korn pr. dekar mindre enn bygg uten isåingsvekst. Denne differansen i kornavling er meget signifikant ( $t = 4,63^{**}$ ). Forsøksleddet med isåingsvekst hadde noe lavere kornprosent enn forsøksleddet uten isåingsvekst. Selv om det stort sett ikke var sjenerende høyde på isåingsvekstene ved høstingen av kornet, var det likevel på svært mange av feltene så frodig at en del av belgvekstene kom med i loa. Dette er sikkert forklaringen på forskjellen i kornprosent. Differansene i 1000 k.v. og hl.v. var ubetydelige.

Tiden fra høstingen av kornet til nedpløyingen av belgvekstene varierte på disse feltene fra 5 til 9 uker. Ved høsting av kornet, senest midt i september, vil en under normale værforhold de fleste steder på Østlandet kunne regne med en grønnmasse til nedpløyning på 500–1200 kg pr. dekar. Bortsett fra tørkesommeren 1959 da det ble liten eller ingen grønnmasse til nedpløyning, var det tilfredsstillende vekst av isåingsvekstene. Fig. 2 viser deler av et felt med stor grønnmasse ved nedpløyning.

#### *Annet forsøksår – ettervirkningsåret*

Virkingen av de nedpløyde belgvekstene og virkingen av de forskjellige nitrogenmengdene på angrep av rotdreper, kornavling, halmavling, kornprosent, legde, 1000 k.v. og hl.v. går frem av tabell 3.

Utslaget i kornavling (23 felter med bygg og 2 felter med hvete) for nedpløyde belgvekster ved lik nitrogengjødsling ( $N_1$ ) var i gjennomsnitt for alle felter 43 kg pr. dekar. Ved sammenligning av de samme forsøksleddene var det også signifikante utslag for nedpløyde belgvekster i halmavling, strå lengde og kornprosent. I angrepsgrad av rotdreper, 1000 k.v., hl.v. og legdeprosent var det ikke signifikante forskjeller mellom forsøksleddene.

Forsøksleddene uten nedpløyde belgvekster fikk 20 kg kalksalpeter mer pr. dekar enn forsøksleddene med nedpløyde belgvekster (se oppstillingen side 137). Ved sammenligning av  $N_0$  med nedpløyde belgvekster og  $N_1$  uten nedpløyde belgvekster samt  $N_1$  med og  $N_2$  uten går det frem at virkingen av de nedpløyde belgvekstene på kornavlingen ble oppveid av et tilskudd av kalksalpeter på 20 kg pr. dekar. Halmavlingen var noe høyere, og kornprosenten var noe lavere på leddene uten nedpløyde belgvekster enn på leddene med nedpløyde belgvekster. Ellers har tilskuddet på 20 kg kalksalpeter pr. dekar oppveid virkingen av de nedpløyde grønnmassene.

Angrepsgraden av rotdreper var praktisk talt den samme på de fire forsøksleddene. Gjennomsnittstallene for alle felter viser ikke noe utslag i angrepsgrad for hverken nedpløyde belgvekster eller økede nitrogenmengder. Virkingen av de nedpløyde belgvekstene så derfor ut til å være nærmest ren nitrogeneffekt, eller i hvert fall en effekt som ble oppnådd ved å øke nitrogenmengden. På et felt ble det om våren annet forsøksår tatt ut jordprøver til  $NO_3$ -analyser. Det ble tatt to jordprøver fra hver forsøksrute. Tabell 4 viser at nedpløyingen av belgvekster førte til en tydelig heving av  $NO_3$ -innholdet i jorden ( $F = 68,17^{***}$ ).

Tabell 3. Virkningen av nedpløyde belgvekster og virkningen av forskjellige nitrogenmengder på angrep av rottreper, korn- og halmavling m.v.

Table 3. The effect of plown-in legumes and the effect of different amounts of nitrogen on yield of grain, attack of take-all, yield of straw, grain percent, lodging, length of straw, 1000 grain weight and test weight (kg per 100 l).

	Antall felt No of experiments	Med nedpløyd belgvekst With plown-in legume		Uten nedpløyd belgvekst Without plown-in legume	
		N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
Korn kg pr. dekar Grain kg per decare .....	25	271	318	275	311
Angrepsgrad 0-100 Degree of attack (0-100) ..	24	41	38	40	39
Halm kg pr. dekar Straw kg per decare .....	25	409	471	440	493
Korn % Grain per cent .....	25	39.9	40.3	38.5	38.7
Lengde % Lodging per cent .....	25	18	22	20	22
Strå lengde cm Length of straw cm .....	24	64	69	65	69
1000 k.v. g 1000 grain weight g .....	18	34.5	34.8	34.5	34.7
Hl.vekt kg Test weight .....	18	64.9	65	64.6	64.5
Humusinnhold Humus content .....	5		3.9	4.1	
pH					
pH .....	11		6.1	6.1	
P Al .....	11		6.9	7.2	

Tabell 4. Nitrat i jordprøver tatt ut før gjødsling 2. forsøksår på felt nr. 15.  
Table 4. Nitrate in soil sampled before fertilizing the 2. experimental year in experiment no. 15.

	Nedpløyd tidlig rødkløver Plown-in early red clover	Nedpløyd sneglebelg Plown-in trefoil	Uten nedpløyd belgvekst Without plown-in legumes
Mg NO <sub>3</sub> /100 g jord Mg NO <sub>3</sub> /100 g soil .....	0.68	0.80	0.42

#### Gruppering av forsøksmaterialet

På 23 av de 25 feltene som inngår i denne forsøksserien, ble angrepsgrad av rottreper, og mengden av nedpløyd grønnmasse bedømt og avkastningen bestemt. Differansene i kornavling mellom forsøksleddene på de 23 feltene ble beregnet for forskjellige mengder av nedpløyd grønnmasse og ved forskjellige

angrepsgrader av rot dreper. Som oppgitt tidligere ble mengden av grønnmasse til nedpløyning gruppert i tre klasser, liten < 500 kg pr. dekar, middels 500–1000 kg pr. dekar og stor > 1000 kg pr. dekar. Angrepsgraden av rot dreper ble ved denne beregningen inndelt i tre klasser, liten (0–29), middels (30–59) og stor (60–100).

Av tabell 5 går det frem at differansen i kornavling mellom  $N_1$  med nedpløyde belgvekster og  $N_1$  uten nedpløyde belgvekster var avhengig av mengden av nedpløyd grønnmasse.

Tabell 5. Utslag i kornavling for forskjellige mengder av nedpløyde belgvekster. (Kg pr. dekar).

Table 5. Increase in grain yield of different amounts of plown-in legumes. (Kg per decare).

	Mengde av grønnmasse – Amount of legumes		
	Liten Small	Middels Medium	Stor Large
Antall felter – No. of experiments . . . . .	4	9	10
Kg korn pr. dekar – Kg grain per decare .	2	35	60

På de fire feltene med nesten ingen grønnmasse nedpløyd var det naturlig nok ikke utslag i kornavling. For middels stor og for stor mengde grønnmasse var utslagene i kg korn pr. dekar henholdsvis 35 og 60 ( $F = 7,78^{**}$ ).

Differansen i kornavling mellom de samme forsøksledd gruppert etter angrepsgrad går frem av tabell 6.

Tabell 6. Utslag i kornavling for nedpløyde belgvekster ved forskjellige angrepsgrader av rot dreper (Kg. pr. dekar).

Table 6. Increase in grain yield of plown-in legumes at different attacks of take-all. (Kg per decare).

	Angrepsgrad – Degree of attack		
	Liten Small	Middels Medium	Stor Large
Antall felter – No. of experiments . . . . .	10	8	5
Korn kg pr. dekar – Grain kg per decare .	31	49	60

Selv om differansene i kornavling mellom  $N_1$  med nedpløyde belgvekster og  $N_1$  uten nedpløyde belgvekster ved forskjellige angrepsgrader ikke var signifikante, var det likevel en meget tydelig tendens til at utslaget i kornavling for nedpløyde belgvekster var avhengig av angrepsgraden av rot dreper. Jo sterkere angrepene av rot dreper var, desto større var utslagene for nedpløyde belgvekster.

Utslagene i kornavling for 20 kg kalksalpeter pr. dekar på forsøksleddene med og uten belgvekster ved forskjellige angrepsgrader av rot dreper går frem av tabell 7.

Tabell 7. Utslag i kornavling for 20 kg kalksalpeter pr. dekar ved forskjellige angrepsgrader av rotdreper (Kg pr. dekar).  
 Table 7. Increase in grain yield of 20 kg nitrate of lime (15.5 % N) per decare at different levels of take-all attacks. (Kg per decare).

	Angrepsgrad – Degree of attack		
	Liten Small	Middels Medium	Stor Large
Med nedpløyde belgvekster <i>With plown-in legumes</i> .....	33	58	77
Uten nedpløyde belgvekster <i>Without plown-in legumes</i> .....	25	35	67

Så vel utslaget i kornavling for 20 kg kalksalpeter som utslaget for nedpløyde belgvekster tiltok med stigende angrepsgrad av rotdreper. Som påpekt tidligere var virkningen på kornavlingen av de nedpløyde belgvekster og 20 kg kalksalpeter pr. dekar praktisk talt den samme i disse forsøkene. Utslagene var omtrent av samme størrelsesorden også ved de forskjellige angrepsgrader av rotdreper.

Differansene i angrepsgrad mellom forsøksleddene ble også bestemt ved de forskjellige mengder av nedpløyd grønnmasse og ved de forskjellige angrepsnivåer av rotdreper. Det var imidlertid ingen sammenheng mellom differansen i angrepsgrad og mengder av nedpløyd grønnmasse, og det ble heller ikke påvist forskjeller mellom forsøksleddene i angrepsgrad ved forskjellige angrepsnivå.

### Sammenligning av tidlig rødkløver og sneglebelg som isåingsvekster i bygg

Tidlig rødkløver, bakteriesmittet sneglebelg og usmittet sneglebelg ble sammenlignet som isåingsvekster i bygg i tre spesielle feltforsøk i 1960. Et felt lå på sandjord i Bærum, et felt på sandjord i Tune og et felt på leirjord i Ås. Feltene ble lagt ut i byggsorten 'Herta', og såmengden var 20 kg pr. dekar. Av isåingsvekstene ble det sådd 1,5 kg frø pr. dekar. Feltene ble anlagt i tiden 5. til 11. mai, kornet ble høstet i tiden 17. til 31. august, og grønnmasse og rotmasse av belgvekstene ble høstet i dagene 17. til 21. oktober. Det var ingen samspill mellom isåingsvekster og forsøkssteder. Gjennomsnittresultatene av de tre feltene er gitt i tabell 8.

Belgvekstene ble høstet med forsøksslåmaskin og grønnmassen veid på feltet. For bestemmelse av belgvekstenes rotmasse ble det på hver forsøksrute gravd opp røtter og stubb på to ruter à 0,5 m<sup>2</sup>. Røttene ble vasket og deretter tørket i tørkeskap. Det som i tabellen er kalt rotmasse, er således røttene samt stubben av belgvekstene.

Forsøksleddene med isådd sneglebelg ga i gjennomsnitt noe større kornavling enn forsøksleddet med tidlig rødkløver. Differansen i kornavling var imidlertid ikke signifikant.



Tabell 8. Kornavling av bygg, grønnmasse og rotmasse av isåingsvekster  
Kg pr. dekar. (Middel for tre felter).

Table 8. Grain yield of barley, and fresh top weight and dry root weight of under-  
sown legumes. Kg per decare. (Average of 3 experiments).

Isåingsvekster <i>Legumes</i>	Korn <i>Grain</i>	Rå grønnmasse <i>Fresh top weight</i>	Tørket rotmasse <i>Dry root weight</i>	Tørket rot og grønnmasse <i>Dry root and top weight</i>
Tidlig rødkløver - <i>Early red clover</i> ..	330	706	156	375
Sneglebelg - bakteriesmittet <i>Trefoil - preinoculated with nodule bac-</i> <i>teria</i> .....	344	1042	129	399
Sneglebelg - ikke bakteriesmittet <i>Trefoil - not preinoculated</i> .....	343	0	90	90

Den usmittede sneglebelgen ga ikke høstbar grønnmasse på noen av feltene. De usmittede sneglebelgfrøene spirte normalt, men plantene var lyse, spede og bare noen cm høye ved høsting. Bare en ubetydelig del av plantene nådde over stubbehøyde. Rotmassen for dette ledds vedkommende er derfor røtter pluss overjordiske plantedeler.

Bakteriesmittet sneglebelg ga signifikant større grønnmasse enn tidlig rødkløver, mens det var omvendt for rotmasse. I samlet avling var bakteriesmittet sneglebelg best. Sneglebelgen som har veke stengler, dannet også en lavere matte i åkeren enn tidlig rødkløver, og i forsøksperioden var prisen på sneglebelgfrø bare ca.  $\frac{1}{3}$  av prisen på frø av tidlig rødkløver.

I disse tre forsøkene viste sneglebelg seg avgjort fordelaktigere som isåingsvekst enn tidlig rødkløver. I den tidligere omtalte forsøksserien var de imidlertid likeverdige. Til dette er imidlertid å bemerke at sneglebelgen i de forsøkene ikke slo til, noe som høyst sannsynlig skyldtes at bakteriesmittet ikke var tilfredsstillende.

## Diskusjon

Den spesielle formen for grønn gjødsling som ble prøvd i disse forsøkene, skulle ifølge engelske undersøkelser ha en meget gunstig virkning på korn som ble dyrket på rotdrepermittet jord (8, 9). I et forsøk i Norderhov i 1956-57 ble det på sterkt smittet jord oppnådd meget stor avlingsøkning i bygg etter nedpløying av tidlig rødkløver (13).

Ifølge GARRETT (9) var virkningen mot rotdreper den at belgvekstene om høsten før nedpløying forbruker nitrogen i konkurranse med rotdreperen. Dette skulle føre til en raskere reduksjon av smittemengden i jorden enn om en slik vekst ikke var til stede. Den nedpløyde grønnmassen skulle så styrke kornplantene det følgende år blant annet ved en bedret nitrogentilgang. Flere forskere har også pekt på at en nedpløyd grønnmasse fremmer aktiviteten av organismer som virker antagonistisk overfor rotdreper (5, 11). Det er videre vist i tyske forsøk at tilsetning av plantemateriale av gullkløver (*Trifolium agrarium*) direkte har hindret veksten av rotdreper i kultur (10). At angrep av rotdreper er redusert ved tilførsel av nitrogen, er også påvist av flere forskere (4, 6, 7, 16).

Under normale vekstforhold på Østlandet ble det ved isåing av tidlig rød-kløver eller sneglebelg oppnådd en grønnmasse til nedpløying på mellom 500 og 1200 kg pr. dekar. Isåingen førte imidlertid til en liten, men signifikant reduksjon i kornavlingen i isåingsåret. Da kornet stort sett ble høstet på gulmodningsstadiet, ble veksttiden etter kornhøstingen lengre enn om det hadde vært høstet med skurtresker. I de fleste forsøkene ble det imidlertid brukt toradsbygg. Ved bruk av en tidlig seksradssort og skurtresking ville veksttiden etter høstingen av kornet blitt omtrent som i disse forsøkene.

I annet forsøksår – ettervirkningsåret – ble også angrepet på røttene bedømt. Det var rotdreperen som dominerte, men under feltforhold opptrer som regel flere parasittsopper. Tallene for angrep gjelder således det samlede angrep på røttene slik det stort sett opptrer i marken hos oss.

Den nedpløyde massen av belgvekster reduserte ikke angrepet på røttene sammenlignet med ubehandlet. Om grønn gjødslingen virket inn på rotdreperens aktivitet, var den i hvert fall ikke så stor at den var målbar i angrepsgrad. Selv ikke de største nedpløyde belgvekstmengdene ga sikre utslag på angrepsgraden. I det orienterende forsøket 1956-57 var det heller ikke signifikante forskjeller i angrepsgrad mellom forsøksleddene med og uten nedpløyde belgvekster (13). I smitteforsøk i Tyskland fikk BOCKMANN (2) en betydelig avlingsøkning i hvete ved tilførsel av grønnmasse av kløver, erter eller raps, mens det ikke var forskjeller i angrepsgrad mellom behandlede og ubehandlede forsøksledd. Resultatene fra de tyske og norske forsøkene tyder på at de antagonistiske virkninger, som ved en liknende behandling er påvist av andre forskere, ikke alltid gir seg utslag i angrepsgrad i markforsøk. I de engelske forsøkene hvor det var sikre reduksjoner i angrepsgrad for grønn gjødsling og også for nitrogen-tilførsel, var avlingsnivået usedvanlig lavt (7).

Økningen i kalksalpetermengden på 20 kg pr. dekar førte i de norske forsøkene heller ikke til noen reduksjon i angrepsgrad. GARRETT (7), CLARK (3), CUNNINGHAM (4) og SALT (16) fikk i enkelte av sine forsøk redusert angrepet av rotdreper ved tilførsel av nitrogen. Virkningen skal bero på at nitrogenet fremmer dannelsen av nye kronrøtter hos vertplantene til erstatning for dem som ødelegges av rotdreperen. De fleste forfatterne som har hatt sikre utslag i angrepsgrad for nitrogen, har fått dette bare i enkelte forsøk, og det ser ut til at denne virkningen særlig viste seg når plantenes vekst i kontrollleddet var sterkt hemmet av mangel på nitrogen. En jevnt god næringstilstand på forsøksleddene med de minste nitrogenmengdene kan være forklaringen på at en økning av nitrogenmengden ikke ga signifikante utslag i angrepsgrad på et eneste felt i de norske forsøkene. Også i ANGEL's forsøk var plantene like sterkt angrepet på gjødslede som på ugjødslede forsøksledd (1).

I gjennomsnitt for alle felter var det et betydelig utslag i kornavling – 43 kg pr. dekar – for nedpløyde belgvekster. Den samme avlingsøkningen ble imidlertid også oppnådd ved å øke kalksalpetermengden med 20 kg pr. dekar. Utslagene i kornavling for nedpløyde belgvekster og øket kalksalpetermengde steg med stigende angrepsgrad av rotdreper. Avlingsøkningen steg også med stigende mengder nedpløyd grønnmasse. Den helt dominerende del av virkningen av grønnmassen må i de norske forsøkene ha vært en nitrogeneffekt. Nitrat-analysene som ble foretatt på jord tatt ut om våren etter nedpløyingen, viste også at det var store og signifikante forskjeller i nitrat-innhold mellom leddene med og uten isåingsvekster.

Nedpløying av belgvekster og øket nitrogenmengde ga i de meget omfat-

tende norske forsøkene således ingen påviselig virkning på angrepet av røttene av bygg og hvete. Den betydelige virkningen på kornavlingen må derfor stort sett bero på disse faktorenes virkninger på vertplantene, og denne virkningen var sterkere desto sterkere plantene var angrepet.

Resultatene i disse forsøkene kan temmelig sikkert sees i sammenheng med resultatene fra senere års nitrogengjødslingsforsøk i korn hvor det har vist seg at en får lønnsomme utslag for større mengder nitrogen under ensidige enn under allsidige driftsforhold (14, 15).

Med de priser det nå er på frø og nitrogengjødsel, kan isåing av belgvekster ikke anbefales under norske forhold idet de samme fordelene kan oppnås ved øket nitrogengjødsling. Hvordan kontinuerlig bruk av isåingsvekster ville virket, ga disse forsøkene ikke svar på.

### Sammendrag

Resultatene av 25 to-årige feltforsøk med tidlig rødkløver eller tidlig rød-kløver og bakteriesmittet sneglebelg som isåingsvekster i bygg er behandlet i meldingen. Forsøkene ble gjennomført på Østlandet i årene 1958-64.

Det var ikke påviselig forskjell på tidlig rødkløver og bakteriesmittet sneglebelg som isåingsvekster i bygg. Begge artene reduserte i gjennomsnitt kornavlingen i isåingsåret med 17,0 kg pr. dekar (tabell 2). Under normale vekstforhold ble det av isåingsvekstene oppnådd en grønnmasse til nedpløyning senhøstes på mellom 500 og 1200 kg pr. dekar. I tillegg til dette kom rotmassen av isåingsvekstene.

Annet forsøksår økte de nedpløyde belgvekstene i gjennomsnitt for alle felter kornavlingen med 43,0 kg pr. dekar (tabell 3). Utslaget i kornavling steg med stigende mengder av belgvekstene og med tiltagende angrep på bygg- og hveteplantenes røtter (tabellene 5 og 6).

Den samme økningen av kornavlingen som ble oppnådd av nedpløyde belgvekster, ble også oppnådd ved en økning av kalksalpetermengden på 20 kg pr. dekar (tabell 3). Også utslaget for 20 kg kalksalpeter øket med tiltagende angrep på kornplantenes røtter (tabell 7).

Angrepet på røttene skyldtes hovedsakelig rottreper. I åkeren opptrer imidlertid som regel flere parasittsopper, og tallene for angrep gjelder derfor det samlede angrep på røttene. Det var ikke utslag i angrepsgrad for nedpløyde belgvekster eller øket nitrogenmengde (tabell 3). Selv ikke på feltene med de største mengder av nedpløyde belgvekster eller med de sterkeste angrepene, var det sikre forskjeller i angrepsgrad mellom forsøksleddene.

Nedpløyde belgvekster og økning av nitrogenmengden hadde i denne forsøksserien ingen målbar virkning på angrepsgraden av rotparasitter (vesentlig rottreper). Den betydelige økningen i kornavling må derfor skyldes virkningen på vertplantene, og denne virkningen var sterkere desto sterkere plantene var angrepet.

I tre spesielle forsøk ble tidlig rødkløver, bakteriesmittet sneglebelg og usmittet sneglebelg sammenlignet som isåingsvekster i bygg. Usmittet sneglebelg ga i disse forsøkene ikke høstbar grønnmasse. Bakteriesmittet sneglebelg ga signifikant større grønnmasse enn tidlig rødkløver, mens det var omvendt for rotmasse. I samlet avling og ved vurdering av de to isåingsvekstene for øvrig, var bakteriesmittet sneglebelg best (tabell 8).

## Summary

The take-all disease caused by *Ophiobolus graminis* is one of the most important diseases of wheat and barley in Norway. Though wheat is the most susceptible of these crops, the disease on barley is of greatest importance because barley occupies about 80 % of the small grain acreage while wheat occupies less than 2 %. As the possibilities for sufficient crop rotations are limited the so-called Chamberlain-system was tried. During the years 1958-64 25 field experiments on take-all infested soil were carried out. Each experiment lasted two years.

The following questions were asked:

1. Will plowing-in of legumes sown with the barley reduce the take-all attack and increase the grain yield the following year?
2. Can the possible effects of plown-in legumes be obtained with increased nitrogen fertilization?

The experimental design used is shown in fig. 1.

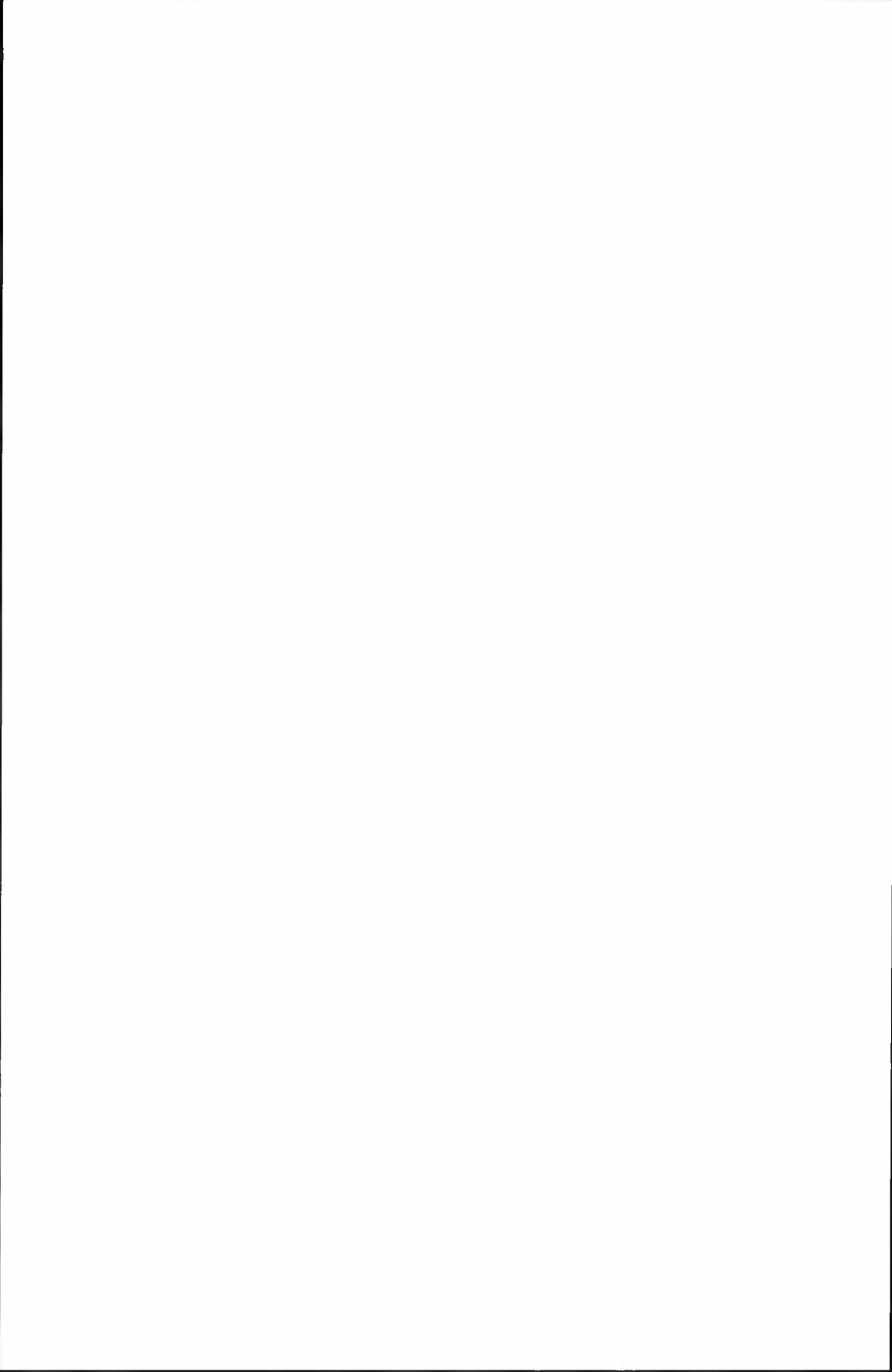
Results:

1. No significant differences between under sown early redclover and trefoil in influence on the grain yield were detected. Both reduced the grain yield of barley with 170 kg per hectare in the first year (table 2).
2. Under normal growing conditions the legumes yielded between 5000 and 12000 kg per hectare fresh weight.
3. The plown-in legumes increased the grain yield 430 kg per hectare (table 3). The effect increased with increasing amounts of plown-in matter and with increased take-all severity (table 5 and 6).
4. An increase in nitrate of lime fertilizer of 200 kg per hectare (15.5 % N) had the same effect in grain yield as plown-in legumes (table 3). The nitrogen effect increased with increasing take-all severity (table 7).
5. Plown-in legumes did not reduce the take-all attacks (table 3). Neither in experiments with the greatest amount of plown-in legumes nor in the experiments with the most severe attacks did the degree of attacks differ in the treatments with and without plown-in legumes.
6. Increased nitrogen fertilization did not reduce the take-all attacks (table 3).
7. The significant increase in grain yield from plown-in legumes and from increased nitrogen fertilization is probably a result of effects on the host plants.
8. Analyses of nitrate content of the soil in the spring showed significant differences between treatments with and without plown-in legumes (table 4).

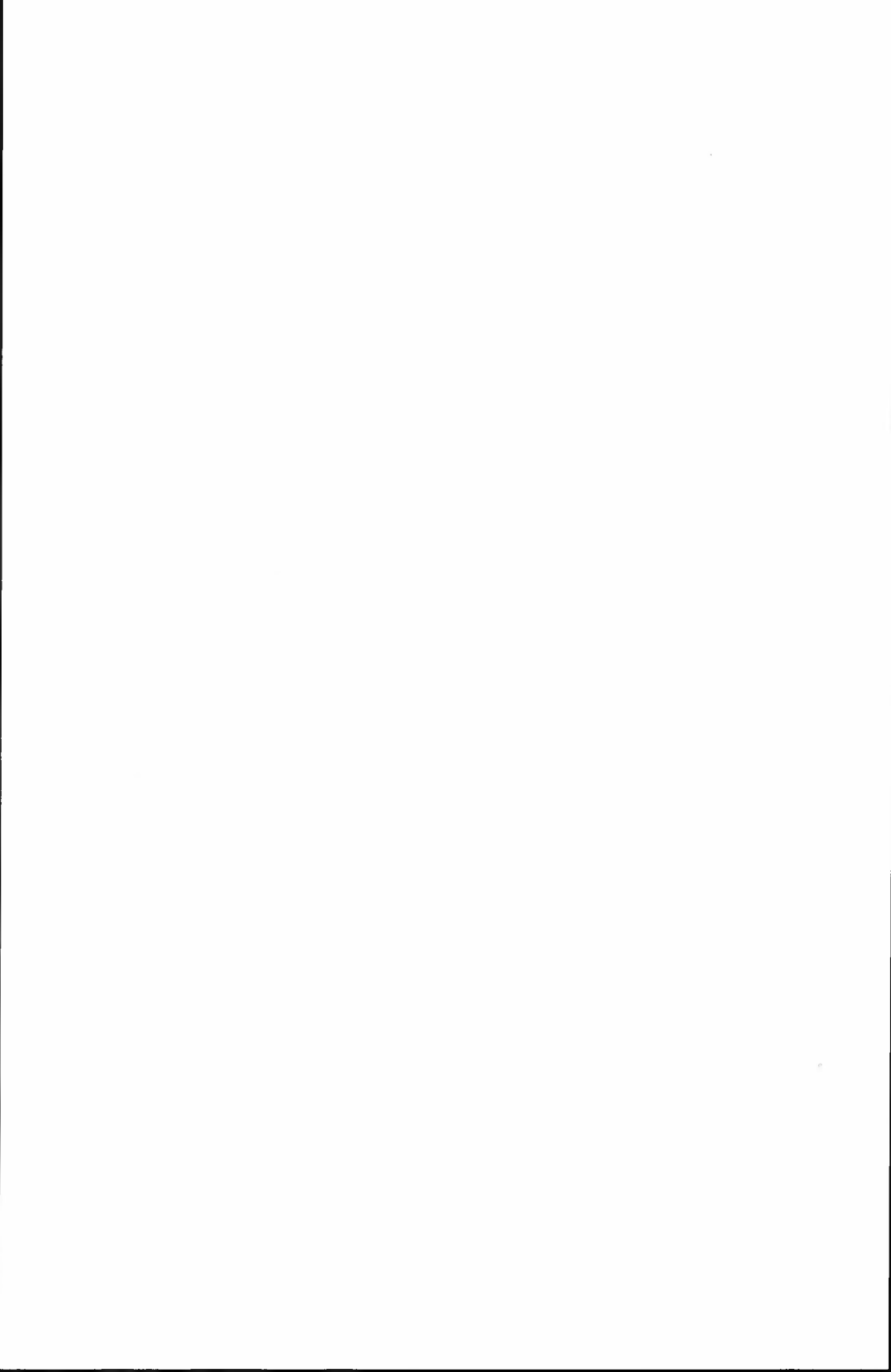
## Litteratur

1. ANGEL, H. R. 1947. The influence of fertilizer on take-all of wheat. J. Coun. for Scient. ind. Res. Aust. 20, 372-378.
2. BOCKMANN, H. 1959. Über die Infektionswirkung von *Ophiobolus graminis* Sacc. an Weizen bei partieller Bodensterilisation und organischer Düngung. Z. PflKrankh. PflPath. PflSchutz 66: 582-588.
3. CLARK, F. E. 1942. Experiments towards the control of take-all disease of wheat and the *Phymatotrichum* root rot of cotton. Tech. Bull. U.S. Dep. Agric. 835.
4. CUNNINGHAM, P. C. 1966. Influence of nitrogen on the incidence of foot and root rots of spring sown cereals. Ir. J. agric. Res. 5.1: 63-77.

5. EHLE, H. 1966. Einfluss der Gründüngung auf die Actinomycetenpopulation des Bodens unter besonderer Berücksichtigung der gegen *Ophiobolus graminis* Sacc. wirksamen Antagonisten. Z. PflKrankh. PflPath. PflSchutz 73: 326-334.
6. GARRETT, S. D. 1941. Soil conditions and the take-all disease of wheat. IV. The effect of plant nutrition upon disease resistance. Ann. appl. Biol. 28: 14-18.
7. GARRETT, S. D. 1948. Soil conditions and the take-all disease of wheat. IX. Interaction between host plant nutrition, disease escape, and disease resistance. Ann. appl. Biol. 35: 14-17.
8. GARRETT, S. D. & BUDDIN, M. A. 1947. Control of take-all under the Chamberlain system of intensive barley growing. Agriculture, Lond. 54: 425-426.
9. GARRETT, S. D. & MANN, H. H. 1948. Soil conditions and the take-all disease of wheat. X. Control of the disease under continuous cultivation of a spring-sown cereal. Ann. appl. Biol., 35: 435-442.
10. GROSSMANN, F. 1953. Über die Einwirkung von Gründüngung und Vorfrucht auf *Ophiobolus graminis*. Mitt. biol. ZentAnst. Berlin 75: 168-172.
11. GROSSMANN, F. 1954. Das saprophytische und parasitische Wachstum von *Ophiobolus graminis* Sacc. unter dem Einfluss verschiedener Fruchtfolgepflanzen und -massnahmen. Phytopath. Z. 22: 35-70.
12. HANSEN, L. R. 1964. En sammenlikning av *Ophiobolus graminis* Sacc. var. *graminis* og *Ophiobolus graminis* Sacc. var. *avenae* E. M. Turner. Meld. Norg. Landbr.høgsk. 43. Nr. 8: 1-12.
13. HANSEN, L. R. og AASTVEIT, K. 1959. Forgrødeforsøk på fotsykesmittet jord. Forsk. Fors. Landbr. 10: 89-126.
14. HERNES, O. 1965. Gjødslingsbehov til vårkorn i Hedmark og Oppland. Forsk. Fors. Landbr. 16: 1-32.
15. LYNSTAD, J. 1965. Forsøk med nitrogen gjødsling til korn. Forsk. Fors. Landbr. 16: 77-98.
16. SALT, G. A. 1959. Effect of nitrogenous fertilizer applied at different dates on take-all, eyespot and yield of winter wheat grown on light sandy loam. Ann. appl. Biol. 47: 200-210.









Festskrift

til

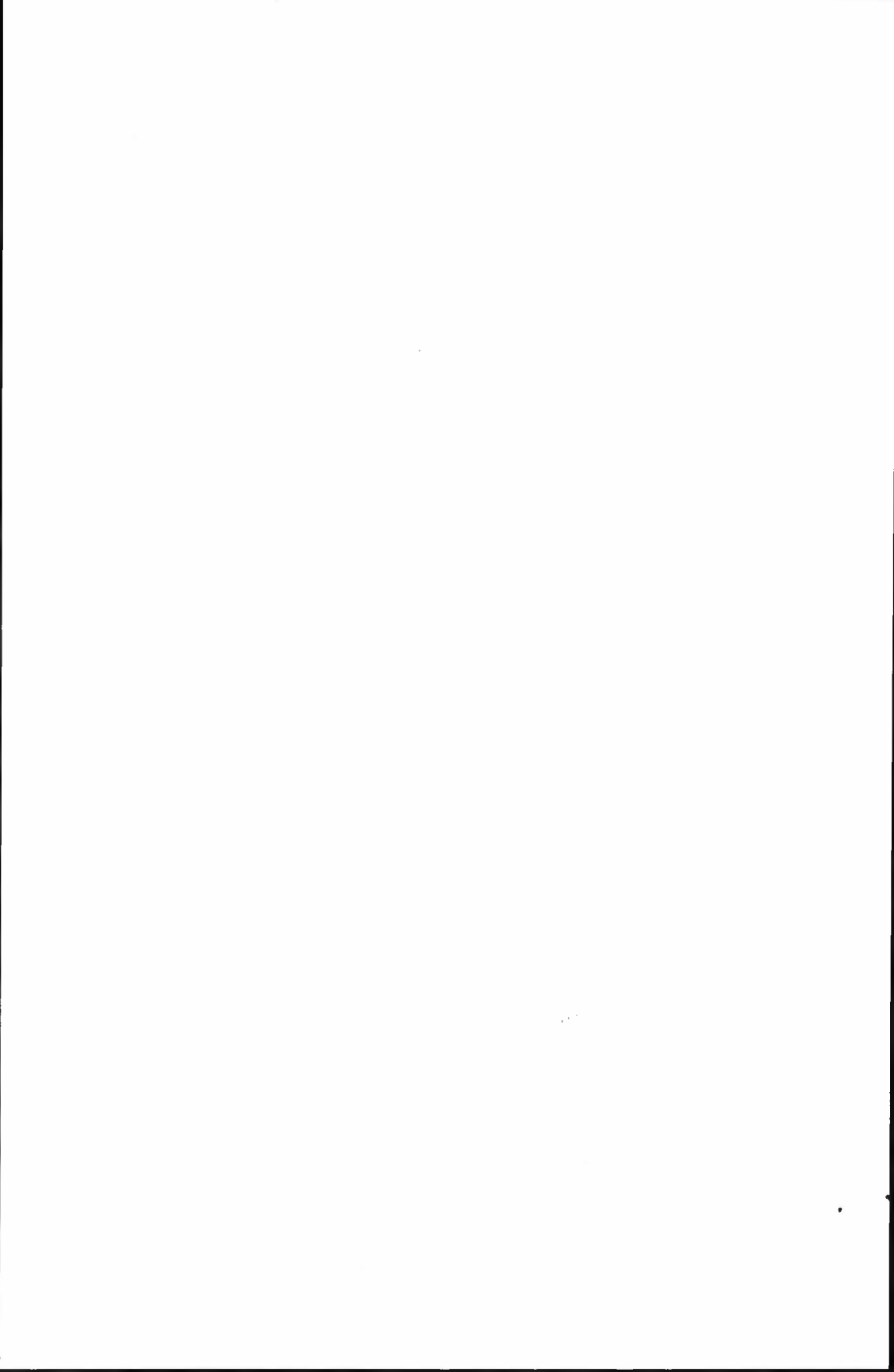
*professor, dr. Håkon Wexelsen*



*Hakon Wexelsen*

## INNHOLD

	Side
Professor, dr. Håkon Wexelsen. Av Knut Vik .....	161
De senaste årens utveckling inom den teoretiska genetiken. Av Arne Müntzing.....	167
Observations on variations and inheritance of tryptophan content in Meadow Fescue clones. Av K. J. Frandsen .....	187
Experiences with seed production of Finnish Tammisto orchard grass in the USA. Av Otto Valle .....	205
Kvantitativ genetik i praktisk planteforedling. Av Birger Opsahl .....	213
Hva har vi lært av langvarige seleksjonsforsøk? Av Knut Aastveit .....	237
Enkelte trekk ved kvalitetsforedling i korn. Av Erling Strand .....	253
Några erfarenheter av de senaste årens polyploidiförädling vid Sveriges Utsädesförening. Av E. Åkerberg, S. Ellerström och G. Julén .....	273
A genetic model of quantitative inheritance. Av Arne Hagberg og Gösta Persson .....	287
Cytology and Genetics of Grasses. Av Dc. Smith og Etlar Nielsen.....	295
Autotetraploidenes fertilitet. Av Marie Bragdø .....	313
Utvikling av klumprotresistente kålsorter ved kombinasjonsforedling og gjentatt seleksjon på <i>plasmodiophora</i> -infrisert jord. Av Gunnar Weisæth .....	333
Plantenes kromosomtall og økologiske tilpassing. Av Arnulf R. Persson .....	355
Arvelige variasjoner hos gran ( <i>Picea excelsa</i> (Lam) Link). Av Tollef Ruden.....	365
Betydningen av kromosomaberasjoner hos dyr. Av Norodd Nes .....	393
Statskontrollert avl av såvare og settepotet. Av Ole Dilling Larsen og Sevald Skaare ..	411
Aktuelle oppgaver i norsk planteforedling. Av Magnus Jetne .....	427
Håkon Wexelsen — skriftlige arbeider, vitenskapelig og populære. Av Borghild Bjørlykke	445



## *Professor, dr. Håkon Wexelsen*

Professor Håkon Wexelsen når kommende høst den vanlige aldersgrense for embetsmenn etter over 40 års virksomhet i vitenskapens og landbrukets tjeneste, derav 21 år som professor ved Norges landbrukshøgskole.

Av de viktigste data fra hans liv og virksomhet kan nevnes: Han er født 29. august 1898 i Bærum, foreldre lektor Wexel H. Wexelsen og frue Bertha Margrethe f. Kvenild (i Trondheim).

Han tok eksamen artium ved Drammen latinskolc 1917, eksamen ved Storhove landbruksskole i 1921 og ved Norges landbrukshøgskole i 1924.

Med Rockefeller-stipendium studerte han genetikk ved California University 1926-28 og fikk der graden "Master of Science" bl.a. på avhandlingen: *Chromosome Numbers and Morphology in Trifolium*.

Før dette Amerikaopphold hadde han i to år vært assistent hos dr. W. Christie på Hedemarken og deltatt i hans arbeid med arvelighetsundersøkelser, planteforedling og stamsædavl. (De to møttes rimeligvis første gang ved eksamensbordet på Ås. Christie var den gang sensor i plantekultur. Wexelsen fortalte siden at han var nokså spent foran dette møte, stillingen hos Christie hadde vært avertert og Wexelsen hadde søkt, men ingenting var avgjort enda. Det er mulig at avgjørelsen ble tatt ved eksamensbordet der Wexelsen gjorde det usedvanlig godt.)

Etter oppholdet i Amerika vendte han tilbake til stamsædgarden Vidars-hov, og nå som leder av virksomheten der, etter at Christie var død i 1927.

I 1946 tok han doktorgraden på avhandlingen: «*Studies on Fertility, Inbreeding and Heterosis in Red Clover.*»

Fra 1947 har han vært professor i arvelære og planteforedling ved Norges landbrukshøgskole, i årene 1957-60 dessuten rektor for Høgskolen.

Wexelsen har - mer enn de fleste andre lærere ved Høgskolen - studert sine fag også i utlandet, dels med stipendier til studieopphold eller reiser og dels som deltaker i kongresser eller kommisjoner. I U.S.A. har han således vært tre ganger foruten det før nevnte to års studium ved University of California (Berkeley). På noen av disse reisene har han også besøkt Canada og New Zealand. Han har vært i Russland og Polen og i de fleste vesteuro-peiske land, bl.a. Hellas. På disse mange reiser har han selvsagt truffet mange fagfeller og drøftet felles problemer med dem.

Wexelsens arbeidsområde har vært vidt, noe fortegnelsen over hans skriftlige arbeider viser. Men som rimelig kan være er det - foruten stamsædavl - særlig arvelighets- og foredlingspørsmål han har vært opptatt av.

Hans spesialiteter kan kanskje sies å være belgplantene kløver og luserne, det var visstnok særlig for å få hjelp til arbeidet med disse at W. Christie ansatte ham. En stor del av hans vitenskapelige arbeider gjelder da også disse slekter og arter. Som før nevnt gjaldt både hans hovedoppgave ved University of California og hans doktoravhandling kløver. Den første, som omfattet mange kløverarter, gjaldt bl.a. telling og måling av kromosomer og forsøk på å krysse

de ulike arter med hverandre. Innholdet i doktoravhandlingen gjelder for en stor del genetiske problemer. En sammenlikning med den avhandling dr. W. Christie fikk doktorgraden på ved universitetet i Oslo kunne tjene som illustrasjon til den overordentlig rike utvikling de genetiske vitenskaper hadde gjennomgått i den mellomliggende mannsalder. Christies arbeid var på en måte en gjentagelse av Gregor Mendels eksperiment med kryssing av gule og grå erter. (Som en kuriositet kan nevnes at en av de oppnevnte opponenter mente – eller håpet – å finne et angrepspunkt mot den nye lære om genenes upåvirkelighet av ytre faktorer ved å trekke ut fargestoffet i grårtene med lunkent vann – som ikke ødela spireevnen. Han rakk visst ikke å fullføre eksperimentet før disputasen.)

Foruten genetiske undersøkelser har Wexelsen utført en rekke andre undersøkelser og forsøk med kløver. Han har f.eks. samlet inn lokale stammer fra ulike kanter av landet og sammenlignet deres botaniske egenskaper, deres ulike overvintringsevne, avkastning osv. Han har også gjort mange undersøkelser over faktorer som har betydning for overvintringen, slike som frostresistens hos de ulike stammer, utsatthet for oppfrysing under ulike forhold, virkningen av islag som kan kvele plantene, av snølag som kan verne plantene mot kuldedød, men som også kan ødelegge plantene bl.a. ved sopp-sjukdommer, hvis snølaget blir for tykt eller blir liggende for lenge. Noen av disse undersøkelser kunne utføres i laboratoriet, mens andre bare kunne utføres ute under naturlige forhold. Når undersøkelsene kunne utføres parallelt både inne og ute, stemte resultatene oftest godt overens. Der flere stammer var med i undersøkelsen, viste det seg gjerne større eller mindre skilnader i deres evne til å greie vanskene.

Det er også utført mange undersøkelser over bestøving og frøsetting hos kløver, bl.a. med telling og artsbestemmelse av de humler og bier som deltar i bestøvningen på et visst areal.

Wexelsen var visstnok den første her i landet som laget kromosomfordoblede stammer av rødkløver (og endel andre planteslag). Det viste seg – som vanlig når det gjelder planteslag med få kromosomer – at fordoblingen førte til større, mer grov-voksne planter, og i en rekke forsøk, særlig på Østlandet, men også endel på Vestlandet og i Trøndelag, i middel gav større høyavling enn vanlig kløver, til tross for at den i fryseforsøk viste seg mindre tålsom for frost. En større vanske for brukbarheten i praksis er at frøsettingen er usikker. Men det er stor variasjon mellom ulike stammer i denne egenskap (så vel som i hardførhet), så det er mulig at en ved fortsatt foredlingsarbeid kan få fram verdifulle stammer av kromosomfordoblet kløver. I det hele er det ingen i dette land – og trolig ikke andre steder heller – som har så stort og allsidig kjennskap til kløver som Wexelsen.

Luserne er en annen belgplante han har arbeidet med. Han har bl.a. gjort inngående undersøkelser over blomstring og frøsetting hos denne plante med sikte på å få i stand innenlandsk frøavl. En av de største vansker for å få en utvidet lusernedyrking i vårt land er at frøavl på grunn av værlaget er så usikker at vi ikke så lett som for kløver kan få utviklet hardføre stammer ved naturlig utvalg. Wexelsen fant ved prøving av enkeltplanter at noen av dem satte mer frø enn andre, og han har på grunnlag av slike relativt frørike enkeltplanter laget lusernestammer med noenlunde brukbar frøavkastning.

Han har også i markforsøk sammenlignet en rekke utenlandske stammer av luserne og påvist store skilnader i hardførhet og avkastning. Likeså har

han – og andre – gjort forsøk med å ta med endel lusernefrø i den ellers vanlige frøblanding av timotei og kløver, og i mange tilfelle med godt resultat, fordi luserne er varigere enn kløver, når den først klarer overvintringen. Også for luserne er det gjort lignende undersøkelser som nevnt under kløver over faktorer som har innvirkning på overvintringsevnen og dermed på varigheten.

Foruten i de her nevnte planteslag har Wexelsen også utført kryssinger i mange andre kulturplanter. Han har særlig interessert seg for nedarving av kvantitative egenskaper (som jo kan uttrykkes i tall), bl.a. fordi mange av disse er av praktisk betydning for en sorts dyrkingsverdi. Av slike egenskaper kan nevnes akslengde, akstetthet, strå lengde, stråstyrke, avlingsmengde, tidlighet (som jo kan måles i antall vekstdøgn) osv.

Det er i regelen vanskeligere å analysere resultatene av en kryssning som gir spaltning i kvantitative karakterer enn når det gjelder kvalitative. For det første fordi det ofte ligger flere gener til grunn for en bestemt kvantitativ egenskap, og dessuten fordi storleiksegenskaper er sterkt utsatt for påvirkning av vekslinger i de ytre livsvilkår. Grensene mellom de genetisk ulike klasser i avkommet blir derfor for en stor del utvisket.

Men hovedformålet i foredlingsarbeidet er jo å skaffe økonomisk verdifulle planteslag, og det kan gjøres uten at de genetiske forhold er klarlagt i alle detaljer. Wexelsen har klarlagt endel av dem i bygg. Men før han kom så langt, hadde han allerede laget en verdifull byggsort, *Varde* etter en kryssning mellom Asplund og Christies Maskinbygg. Disse to sorter var krysset sammen ved fire av våre forsøksstasjoner, det var ikke rent tilfeldig, for disse to var de verdifulleste byggsorter vi den gang hadde med hver sine bestemte verdiegenskaper, som det kunne være grunn til å prøve ved kryssning å få kombinert i en enkelt sort. Dette lyktes også i større og mindre grad for alle forsøksstasjonene, men Wexelsens *Vardebygg*, som ble sendt ut i 1940, er vel den eneste av dem som ennå er noe videre i bruk – særlig på Opplandene og i endel dalbygder – fordi den for dette område hadde en heldigere kombinasjon av verdiegenskaper enn de andre. (De nye, enda follikrere og stråstivere og vær-resistente, glattsnerpede byggsorter fra Åkervekstforsøkene, *Ås*, har *Varde* som en av sine forfedre.)

I 1940 sendte Wexelsen også ut en ny kryssningssort av havre, tidlig-havren *Hein*, som bl.a. er stråstivere og mer storkornet enn de tidlighavresorter vi hadde før.

Foruten sine mange avhandlinger om arvelighet hos planter kom Wexelsen også til å skrive en om nedarving av visse karakterer hos duer. Det gjaldt en undersøkelse som seinere statskonsulent Chr. Wriedt og dr. W. Christie hadde planlagt. Christie begynte undersøkelsene mens han var professor på *Ås* og fortsatte etter at han var flyttet tilbake til stamsædgarden Vidarshov. Da både Christie og Wriedt døde før de rakk å skrive om disse undersøkelser, måtte Wexelsen påta seg å gjøre det på grunnlag av det materiale som var samlet. Han hadde forresten kjennskap til undersøkelsene fra sitt samarbeid med dr. Christie de to årene før sitt første opphold i Amerika.

Etter at Wexelsen i 1947 kom til *Ås* som professor i arvelære og plante-foredling har han fortsatt forskerarbeidet og etter hvert i utvidet målestokk. Han har fått utbygd sitt institutt med nye og bedre hjelpemidler og med flere medarbeidere. Instituttet har laboratorier, jord til forsøksfelter og er i det hele godt utstyrt med instrumenter og andre hjelpemidler for forsknings- og

foredlingsarbeidet, bl.a. klimaregulert veksthus, mer fullkomment utstyr til undersøkelserne over frostresistens osv. Etter overenskomst i Rådet for jordbruksforskning kan instituttet nå påta seg slike undersøkelser også for andre forsøksstasjoner, likeså cytologiske undersøkelser.

Med sitt bedre utstyr har instituttet kunnet ta fatt på vanskeligere oppgaver. Kromosomfordobling i kløver er nevnt foran, lignende øking er utført bl.a. i bygg, rug og spinat. Kunstige mutasjoner er framkalt ved hjelp av neutroner, røntgen- og gammastråler osv. – Dette er jo først og fremst grunnforskning, men samtidig er det på denne måten skaffet et rikholdig plantemateriale for mer praktisk planteforedling ved krysning, utvalg og prøving i markforsøk. Enkelte mutanter i bygg framkommet etter røntgenbestråling er kommet så langt at de har vært med i markforsøk og har vist lovende resultater. Ellers har det vært lagt mest arbeid på foredling av overvintrende engvekster.

Wexelsen har en rikholdig skriftlig produksjon bak seg. De fleste av de rent vitenskapelige avhandlinger er skrevet på engelsk og oftest offentliggjort i utenlandske tidsskrifter for genetik og nærstående disipliner, f.eks. det svenske (internordiske) «Hereditas», «Journal of Heredity» o.a., endel også i kongressberetninger som referater av foredrag som Wexelsen har holdt på vedkommende kongress. Enkelte av hans engelskspråklige avhandlinger er trykt i norske tidsskrifter, således hans doktoravhandling, som er trykt blant Det norske Videnskapsakademis publikasjoner og noen i «Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole».

Ellers har han skrevet en rekke – kanskje bortimot hundre – mer praktisk betonte artikler i norske tidsskrifter som «Tidsskrift for det norske landbruk», «Norsk landbruk», «Norsk landmannsblad» og særlig i «Samvirke» utgitt av Felleskjøpet, som var hans arbeidsgiver, når det gjaldt stamsæd-avien.

Wexelsens skriftlige arbeider er mønstergyldige i form, og i regelen lett tilgjengelige for det publikum den enkelte avhandling eller artikkel er beregnet på.

Et av hans siste skriftlige arbeider var boka «Genetik» fra 1964 (245 s., Universitetsforlaget, Oslo). Det er den første fullstendige og allsidige behandling av emnet på norsk. Den er ført à jour med nye oppdagelser til 1961/62.

Ellers måtte han vel i fireårsperioden som rektor nødvendigvis innskrenke sin vitenskapelige produksjon. Men hans medarbeidere var nå kommet så godt inn i sakene at de kunne skrive om undersøkelser som var avsluttet eller kommet så langt på vei at de fortjente en foreløbig omtale.

Den administrative siden ved rektorstillingen var vel ikke av de arbeidsoppgaver Wexelsen satte mest pris på. Det var også en vanskelig periode med mange omskifte og nydannelser. Men han gjorde godt arbeid i denne stilling også, og kunne sikkert ha fått fortsette om han hadde ønsket det. De saker han la mest arbeid på var nok samordningen med Småbrukslærerskolen og utarbeidelsen av den nye høgskoleloven. Landbrukshøgskolens hundreårsjubileum falt jo også i hans rektorperiode, og det voldte selvsagt også atskillig merarbeid.

Ellers har Wexelsen vært utnyttet på mange måter som medlem av komitéer, medlem av professorutvalget, formann i jordbruksavdelingen, o.a.

Også utenfor høgskolen har han vært utnyttet. Han har f.eks. vært formann i Åkervekstforsøkernes Fellesråd (Rådet for jordbruksforskning).



I utlandet er han medlem av en rekke organisasjoner:

Korresponderende medlem av: Gesellschaft für Pflanzenbau Wissenschaften.

Medlem av «Devisary Committee FAO» 1947–1961.

Medlem av «The Permanent International Committee for genetics Congresses», 1957–1960.

Medlem av «The Board of European Association for Research on Plant Breeding», «Eucarpia».

Æresmedlem av «Sveriges Utsädesförening». Svalöf.

Her hjemme har han bl.a. ridderkorset av 1. klasse av St. Olav og visstnok andre utmerkelser. – Han er innvalgt medlem av Det norske Videnskaps-Akademi i Oslo, formann i Statens Såraréråd og styremedlem i Rådet for jordbruksforsök.

Wexelsen er en utmerket foredragsholder. Og i diskusjoner kunne en alltid føle seg trygg på at både innhold og form ville bli førsteklases, når han fikk ordet.

Som lærer blir han også rost av de fleste, selv om kanskje enkelte, som ikke var spesielt interessert i faget vel kunne synes det var vanskelig å holde greie på de innviklede – men i og for seg overordentlig interessante – oppdagelser og teorier i de siste tiårenes arvelighetsforskning. Men nesten alle nevner at han synes bedre forberedt til timene enn mange andre lærere, enten det kommer av at han behersker sine fag så suverent, eller han gjennomgår pensum foran hver time, bl.a. for å føye til nyoppdagelser, som kan være kommet til siden sist – i hans fag må en alltid være forberedt på slikt.

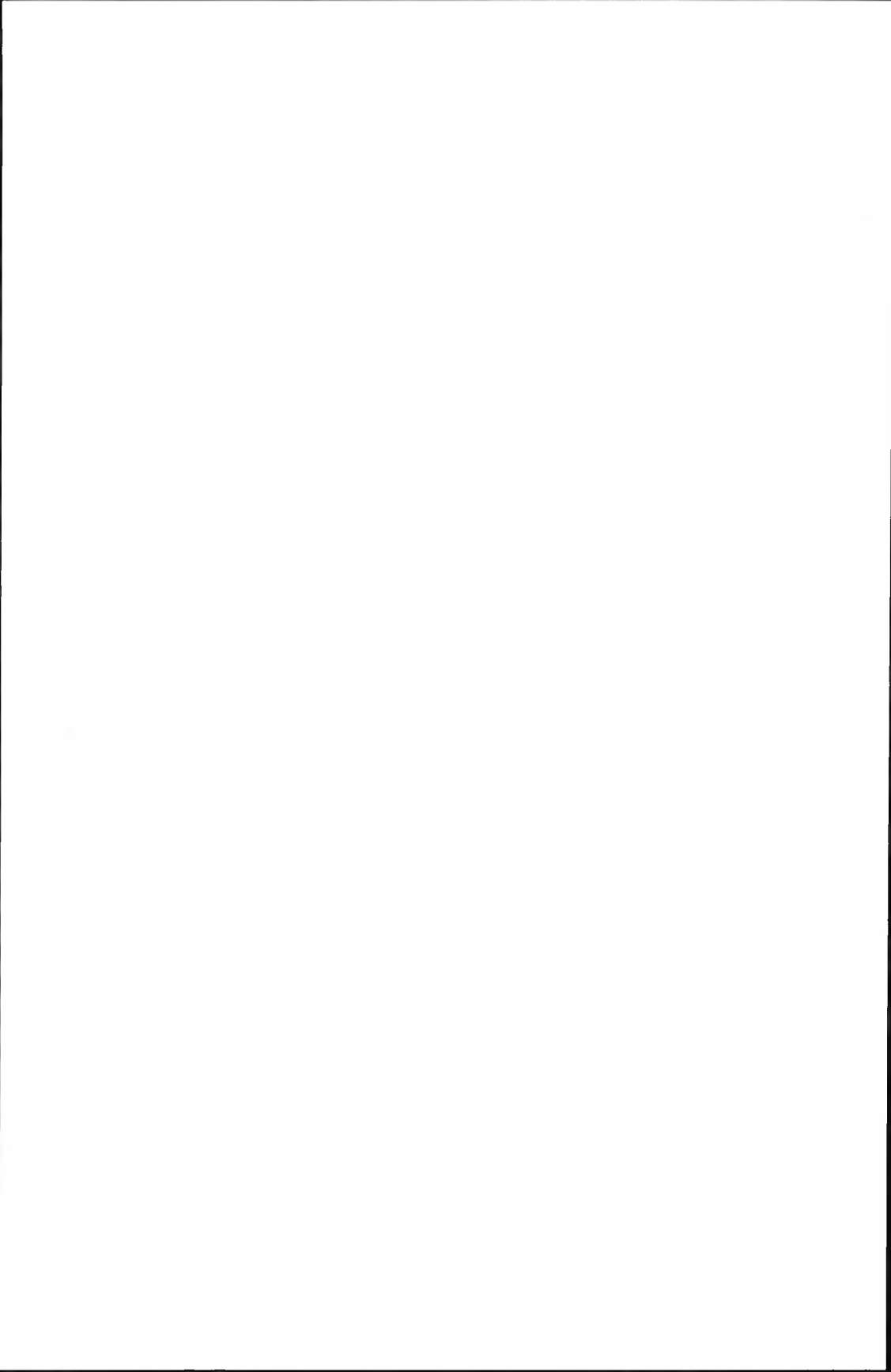
I sammenheng med hans lærervirksomhet kan det nevnes at han også har interessert seg for videregående studier ved Høgskolen. Han har f.eks. fått i stand kurser for lisensiatstuderende, det tredje kursus av dette slag er i gang i vinter.

Spesialister har lett for å bli så oppslukt av sine spesialiteter, at de mister interessen for alt annet. Det kan en ikke si er tilfellet med Wexelsen. Han har innsikt og interesser på mange områder, er vidsynt og klok og i det hele en kulturpersonlighet.

En hører iblant sagt om personer, som «har gjort det godt i livet», og har oppnådd høge stillinger, at de har «albuert» seg fram. Wexelsen har ikke behovd å gjøre det (og det ville heller ikke stemme med hans karakter å gjøre det), hans kvalifikasjoner og arbeidsresultater har vært så overbevisende at han har vært så å si selvskreven til de stillinger og tillitsverv han har fått.

Som et bidrag til en karakteristikk av mannen kan også nevnes at han visstnok aldri har skaffet seg en uvenn.

*Knut Vik*



# DE SENASTE ÅRENS UTVECKLING INOM DEN TEORETISKA GENETIKEN

*Recent results in five fields of genetic research*

Av

ARNE MÜNTZING

Den teoretiska genetiken befinner sig f.n. i en intensiv utvecklingsperiod, och det är därför en vansklig uppgift att skriva en helt kort översikt över de framsteg, som uppnåtts under de senaste åren. Många nya forskningsriktningar har vuxit fram, och nya viktiga resultat har också uppnåtts inom olika områden av den klassiska genetiken. Jag skall emellertid i det följande begränsa mig till några uppgifter om fem olika forskningsområden, som förefaller mig vara särskilt aktuella och väsentliga.

## I. Genetiska undersökningar hos bakterier och bakteriofager

Den genetiska forskningen hos bakterier, virus och andra mikroorganismer har utvecklats sig med lavinartad hastighet och har bl.a. lett till viktiga resultat som i väsentlig grad vidgat vår kännedom om genernas natur.

Hos de bäst undersökta bakteriearterna, *Escherichia coli* och *Salmonella typhimurium* har man tillvaratagit en serie spontana mutationer och framställt ännu fler genom behandling med olika mutagen. Flertalet av de erhållna mutanterna har förlorat förmågan att syntetisera bestämda ämnen som normalt kan framställas. De representerar därför biokemiska mutationer av alldeles liknande slag som hos *Neurospora* och andra svamparter.

Om man t.ex. hos *Escherichia coli* sammanför två biokemiska mutanter (*Ab* resp. *aB*), som var och en förlorat förmågan att syntetisera det ena av två ämnen så kan man genom omkombination av ifrågasvarande gener få fram typerna *AB* och *ab*, av vilka *AB* är självförsörjande medan *ab* är ofullkomlig i två avseenden.

Sådana resultat visar med säkerhet att något slags könlig process måste förekomma. Till en början kände man endast förekomsten av rekombination hos en enda stam av *E. coli* och hos denna var frekvensen omkombinationer så låg som ungefär en per en miljon. Senare uppkom emellertid genom mutation s.k. H fr-stammar (H fr = high frequency) som möjliggjorde oerhört mycket högre omkombinationsfrekvens. Ungefär samtidigt upptäckte man förekomsten av parningstyper hos *E. coli*, vilka betecknas med  $F^+$ , resp.  $F^-$ . Dessa parningstyper skiljer sig från varandra genom förekomsten av en könsfaktor,

F, en kropp som i begränsat antal finns i cytoplasmat hos F<sup>+</sup>-individer men saknas hos F<sup>-</sup>. Ett genutbyte kommer till stånd om en individ av typen F<sup>-</sup> parar sig med en individ tillhörande en H fr-stam. 1957 kunde *Anderson*, *Wollman* och *Jacob* med hjälp av elektronmikroskop påvisa, att vid kopulation mellan celler av typen F<sup>-</sup> och H fr kromosomsustans övergår från H fr till F<sup>-</sup>. Egendomligt nog överförs härvid ej bakteriekromosomen i sin helhet utan endast ett större eller mindre segment.

Den genomsnittliga storleken av det överförda segmentet är olika hos olika H fr-stammar. Ännu märkligare är att det ej alltid är samma kromosomända som går i spetsen vid överföringen. Bakteriekromosomen är hos F<sup>+</sup> och F<sup>-</sup> *en slutet ring*, vilken hos H fr har öppnats, så att ringen där blivit omvandlad till en lineär kropp med fram- och bakända. Denna förändring har kommit till stånd på så sätt att könsfaktorn F har satt sig fast på den ringformiga kromosomen hos en F<sup>+</sup>. Formellt innebär detta en »mutation» från F<sup>+</sup> till H fr. Samtidigt har ringen brutit på det ställe, där F satt sig fast, och F kommer därvid att bli placerad på kromosomlinjens bakända. Intressant nog kan F sätta sig fast och åstadkomma kromosombrott på många olika ställen av den ursprungliga ringkromosomen, och detta är anledningen till att olika H fr-stammar har genkartor av olika utseende.

Även om rekombinationsfrekvensen är låg, kan ett mycket stort material erhållas, som möjliggör en ytterst ingående och exakt analys av generna och deras kopplingsförhållanden. På förbluffande kort tid har *Escherichia coli* därigenom blivit en av de bäst analyserade organismerna i fråga om genbeståndet och genernas koppling.

Bakterierna har ej blott människor och hennes antibiotika som fiender utan har också andra speciella plågoandar, nämligen bakteriofagerna, som kan angripa och upplösa bakterierna. Bakteriofagerna hör till gruppen bakterievirus, av vilka det finns många olika typer. Bakteriofagerna, som kan fotograferas med hjälp av elektronmikroskop, har ofta ett grodyngelsliknande utseende med ett rundat »huvud» och en »svans». Svansen representerar emellertid snarare fagens framända, med vilken den attackerar bakterien. Fagen kan därför bättre karakteriseras som en injektionsspruta, vilken sticks in i bakterien på alldeles bestämda ställen, och som efter inträngandet uttömmar sitt innehåll i bakterien. Detta innehåll består till nästan 100 % av nukleinsyra i form av en lång tråd, medan proteinet huvudsakligen finns i den skrumpna proteinblåsa, som blir kvar utanför bakteriekroppen. När nukleinsyran kommit in, har den förmåga att växla om bakteriens ämnesomsättning på ett sådant sätt, att denna börjar producera nya fager av exakt samma typ som den infekterande fagen. Man måste härav dra den slutsatsen, att fagens nukleinsyra med avseende på sin dirigerande förmåga får övertaget över bakteriens nukleinsyra samt är i stånd att meddela detaljerade »informationer» om hur bakteriens ämnesomsättning nu skall gå till för att producera fager av en alldeles speciell typ. Det finns nämligen många slags ärftligt skilda fagtyper, och mellan dem och bakterierna råder ett sällsamt samspel.

I vissa fall kan fagerna under långa tider finnas hos bakterierna utan att göra dem någon skada. Sällsamt nog uppträder fagerna därvid ej i sin vanliga gestalt, med huvud och svans, utan är endast representerade av en del av fagnukleinsyran. Denna är associerad med bakteriekromosomen på ett alldeles bestämt ställe, och följaktligen innehåller varje bakterie endast *en* sådan fagpartikel, en s.k. *profag*. Denna partikel är som sagt ej komplett utan repre-

senterar endast fagens genotyp, som anslutit sig till bakteriekromosomen och som delar sig samtidigt med denna. Då profagens nukleinsyretråd är kort i förhållande till bakteriens, förhåller sig profagen ungefär som en ny gen på bakteriekromosomen och kan anges med en bokstav på ett bestämt ställe på bakteriens kromosomkarta. Profagen är emellertid ej belägen inne i kromosomtråden såsom verkliga gener utan är fäst utanpå kromosomen på ett särskilt ställe. Denna anhäftning kommer till stånd under medverkan av ett speciellt segment på profagen.

Under vissa konstanta yttre betingelser är den skenbara gen, som profagen utgör, alldeles ofarlig, och allt går väl fastän bakterien egentligen simmar omkring med en helvetesmaskin i kroppen. Om miljöförhållandena ändras, exploderar nämligen maskinen, dvs. den hittills passiva profagen övertar befälet och tvingar bakterien att producera kompletta fagpartiklar, varigenom bakteriecellen undergår lysis. Dessa fagpartiklar kan sedan etablera sig som profager i nya bakterier. Bakterier som är profagbärande sägs vara *lysogena*, dvs. i stånd att undergå lysis under vissa förhållanden.

Liksom bakterierna kan även virustyperna mutera, både spontant och efter bestrålning eller behandling med kemiska mutagen. Hos lysogena bakterier har man kunnat framkalla mutationer hos profagerna genom ultraviolett ljus. Dessa mutanter har på olika sätt nedsatt eller upphävd förmåga att utbilda fager, som kan genomföra lysis av värdcellen. Läget av sådana loci kan anges, och det gäller sålunda här en »detalj-karta» över olika loci hos profagen, som i sin tur sitter infogad eller vidfäst på ett bestämt ställe av bakteriekromosomen.

Av största intresse är vidare att *faggenerna kan omkombineras*. Om man samtidigt infekterar en bakteriecell med två olika fagtyper, får man efter lysis ej blott tillbaka föräldratyperna utan även en viss genomsnittlig mängd omkombinationer.

Rekombinationen hos bakteriofager förlöper ej alltid strikt efter samma mönster som hos högre organismer. De båda reciproka överkorsningarna bildas nämligen blott i genomsnitt i lika frekvens. I en viss cell kan antingen den ena eller andra typen bildas i stort överskott. Detta tyder på att rekombinationsmekanismen på något sätt avviker från den vanliga överkorsning, som vi känner från högre organismer. Emellertid sker rekombinationen dock så pass regelbundet att det är möjligt att även för bakteriofager göra upp genkartor, där generna är lineärt anordnade och belägna på olika avstånd från varandra. Fagera förhåller sig i genetiskt avseende som haploida organismer med en enda kopplingsgrupp.

Denna kopplingsgrupp har med största framgång analyserats av den amerikanske forskaren S. BENZER, och i själva verket känner man ej hos någon annan organism något motstycke till den finanalys som BENZER lyckats åstadkomma i fråga om den s.k. r II-regionen hos bakteriofagen T4. Om olika r II-mutanter ej är identiska, kan de efter korsning och rekombination ge reversioner till vildtyp i mer eller mindre låg frekvens. Då man här kan röra sig med oerhört stora individantal, och vildtypsrekombinanter lätt kan påvisas, kan man med säkerhet påvisa även mycket sällsynta rekombinationsprodukter. Följden har blivit genkartor med en förut okänd finhetsgrad och upplösningsförmåga.

## 2. Genernas natur

Enligt den klassiska genetiken kan ett genlocus på mer än ett sätt förändras genom mutation och därvid ge upphov till en serie multipla alleler. Dessa skulle ej ha uppkommit genom förändringar av kromosomernas struktur utan genom finare förändringar av kemisk natur, s.k. punktmutationer. Som kriterium på att olika alleler tillhör en multipel allelserie kan man använda det faktum att ett sammanförande av två olika recessiva alleler hos en individ i ett sådant fall leder till en yttre egenskap, som är intermediär mellan föräldrarnas motsvarande egenskaper. Ligger de båda recessiva allelerna däremot på olika loci får man »vildtyp» i  $F_1$ .

Nyare forskningsresultat har visat att denna »klassiska» föreställning om genernas natur är grov och ofullständig, och att genen åtminstone i många fall har en vida mer komplex byggnad än man förut kunnat drömma om. De säkraste forskningsresultaten på detta område kommer från mikroorganismerna, men även hos *Drosophila* och högre växter och djur har man fått resultat som pekar i samma riktning.

Först må nämnas att det klassiska fallet av multipel alleli, ögonfärgs-serien röd-vit hos *Drosophila*, visat sig vara mera komplicerad än man förut trott. Dessa alleler kan nämligen fördelas på två grupper, eosin-serien och apricot-serien. I den förra serien har hanarna ljusare ögonfärg än honorna, i den senare är det tvärtom hanarna som har mörkare ögon än honorna. Genom att dra upp ett tillräckligt stort individantal har man lyckats påvisa, att överkorsning kan ske hos heterozygoter för alleler tillhörande de båda serierna. Överkorsningsfrekvensen uppgår till ca 0,01 %. Nyligen har andra resultat framkommit, som visar att detta locus, med läget 1,5 på X-kromosomen, måste uppdelas ännu mer. Åtskilliga andra alleler har studerats och har visat sig vara belägna på olika ställen i det kollektiva white-locuset. Detta locus har numera i spottkörtelkromosomerna ett omfång av 15 band och på genkartan en längd motsvarande 0,6 % överkorsning.

Ett annat liknande fall förekommer hos möss, där L. C. DUNN och medarbetare studerat ett 50-tal olika alleler i det s.k. T-locuset. Allelen *T* är dominant och orsakar i heterozygot tillstånd (hos  $T/+$  individer) förkortad svans. Homozygoti för *T* medför letalitet. Till samma locus hör också en serie recessiva *t*-alleler, av vilka flertalet likaledes är letala i dubbel dos. *Tt*-heterozygoter är livsdugliga men helt svanslösa. Alla dessa alleler bildar åtminstone tre olika grupper. Alleler tillhörande olika grupper kan komplettera varandra så att livsduglig avkomma bildas, olika alleler inom samma grupp saknar däremot förmåga att »hjälpa» varandra.

På grundval av den klassiska genetiken kunde man vara benägen anse, att det här vore fråga om tre helt skilda, om än närbelägna loci. Eftersom dessa loci dock har mycket likartad funktion, är det emellertid mera motiverat att anse, att de tillsammans bildar ett stort sammansatt locus, som kan förändras på många olika sätt på flera olika ställen. Denna uppfattning stöds i hög grad av de mycket djupgående resultat, som har erhållits hos bakterier, bakteriofager, jästsvampar och hos mögelsvamparna *Neurospora* och *Aspergillus*. Dessa resultat, som kunnat uppnås bl.a. tack vare de stora individantal som är möjliga hos mikroorganismer, visar övertygande att överkorsning ej blott sker mellan gener utan också inom gener, och att generna således ofta, kanske alltid är av komplex natur.

För att kunna föra vårt resonemang vidare är det nu nödvändigt att införa en ny term, *cistron*, och förklara dess innebörd. När två recessiva gener, som är belägna på klart skilda loci, sammanförs i en heterozygot, blir denna, såsom förut påpekats, av vildtyp, dvs. den visar ej någon av de recessiva egenskaperna. Korsningen är i ett sådant fall av typen  $aaBB \times AAbb$ , och  $F_1$  har alltså konstitutionen  $\frac{aB}{Ab}$  eller om man så vill  $\frac{a^+}{+b}$ . Om båda de recessiva generna kommer från den ena av föräldrarna, och korsningen således är av typen  $AABB \times aabb$ , blir  $F_1$  givetvis också av vildtyp.

Det har nu visat sig att om generna  $a$  och  $b$  ligger mycket nära varandra, men ändå ej på identiska ställen, så kan den komplementära verkan upphöra, dvs. heterozygoten  $\frac{a^+}{+b}$  är ej av vildtyp utan visar den eller de egenskaper som orsakas av de recessiva generna. Om heterozygoten i ett sådant fall, då generna ligger mycket nära varandra, däremot är av typen  $\frac{++}{ab}$  blir den av

vildtyp. Detta beror på att den ena kromosomen (med  $++$ ) här är intakt och kan fullgöra en viss funktion, som leder till bildningen av vildtypegenskaper. Hos kromosomerna  $a^+$  resp.  $+b$  har denna funktion förstörts genom den avvikelse från det normala, som mutationerna till  $a$  resp.  $b$  har åstadkommit. Om  $a$  och  $b$  representerar klart olika loci, vilket är fallet när de ligger tillräckligt långt från varandra, kan resp. plusalleler komplettera varandra och vildtypen utbildas. Detta är däremot ej möjligt när  $a$  och  $b$  ligger så nära varandra, att de båda representerar ett avsnitt av kromosomen med en mera enhetlig biokemisk funktion. En sådan enhet är det som nu kallas *cistron*, och som i viss mån motsvarar den klassiska genen. Innan vi går vidare och förklarar varför det är motiverat att införa en ny term, måste det påpekas att heterozygoterna för  $a$  och  $b$  kan vara antingen av *trans*- eller *cis*-typ, dvs. i förra fallet av typen  $\frac{a^+}{+b}$ , i senare fallet av typen  $\frac{++}{ab}$ . En *cistron* är alltså det

avsnitt av en kromosom inom vilket en transheterozygot ej är i stånd att utbilda vild- eller normaltyp utan visar mutantegenskaper. Motsvarande *cis*-heterozygot är däremot av normaltyp.

Nu har det visat sig att *cistronen* omfattar mindre enheter. För det första kan överkorsning äga rum inom en *cistron*, och en transheterozygot kan därigenom ge upphov till kromosomer, där båda plusallelerna eller de båda recessiva allelerna finns på samma kromosom. En  $++$  kromosom ger då upphov till avkomma av normaltyp. Att överkorsning kan ske inom en *cistron* beror på att denna innehåller flera, och ofta ett mycket stort antal »mutational sites», dvs. olika ställen som kan förändras genom mutation. I de bäst undersökta fallen har antalet sådana mutationsställen visat sig vara så stort, att det är tveklöst om två olika mutationer inom samma gen (*cistron*) någonsin är absolut identiska. G. PONTECORVO har uppskattat antalet »mutational sites» hos mögelsvampen *Aspergillus* till något av storleksordningen tio miljoner och hos en bakteriofag till tiotusen. Antalet sådana mutationslägen inom en *cistron* kan antagligen räknas i hundratal eller tusental.

För den minsta del av en gen, som med påvisbart resultat kan förändras genom mutation, har BENZER infört termen *muton*. *Cistron* är också BENZERS

term liksom *recon*, den minsta enhet inom en cistron, mellan vilken överkorsning och därmed rekombination kan ske. Överkorsningsfrekvensen kan i sådana fall vara synnerligen låg, men hos *Aspergillus* har man likväl påvisat frekvenser ned till en på en miljon och hos *Drosophila* en på 100000.

Det är sålunda tydligt, att den gamla, klassiska genen, som betraktats som en odelbar enhet såväl i fråga om funktion som mutation och rekombination, visat sig vara vida mer komplicerad än man förut trott. Detta har bl.a. till följd, att allelbegreppet blivit svårare att definiera än förut. Olika alleler representerar sällan eller aldrig exakt samma »punkt» på en kromosom utan olika, vanligen skarpt avgränsade mutationsställen, som dock påverkar samma biokemiska reaktion, och som vanligen ligger inom samma cistron. Man skulle alltså kunna säga att *två mutanter är allela om mutationerna har skett inom ett mycket begränsat kromosområde, och mutanterna påverkar samma biokemiska reaktion.*

Den nya terminologi som blivit nödvändig genom dessa upptäckter har ännu ej stabiliserat sig. Mest användbar är kanske termen *heteroalleli*. Alleler är heteroallela, när man genom rekombination eller på annat sätt kunnat visa att de är belägna på olika ställen inom ett genkomplex. Framtiden får utvisa huruvida det över huvud taget finns några alleler, som ej är heteroallela.

De uppseendeväckande transformationsförsök, som utförts hos vissa bakterier, har visat att ärftliga förändringar kan framkallas genom att låta en bakteriestam suga till sig olika molekyler av ren desoxiribosnukleinsyra (DNA) från en annan stam. Andra bevis för att DNA representerar den egentliga arvs substansen har erhållits från undersökningarna över bakteriofagernas ärftliga konstitution. När en bakteriofag angriper en bakterie, består den insprutade substansen, som förmår bakterien att producera nya viruspartiklar av exakt samma slag, till 97 % av DNA, och endast till 3 % av äggviteämnen. Hos lysogena bakterier representeras profagerna, som sitter som gener på bestämda ställen av bakteriekromosomen, så vitt man vet, endast av DNA, och detta DNA måste därför vara i stånd att bära den »genetiska information» som behövs för att producera en alldeles specifik fagtyp, när profagen aktiveras och bakterien därefter upplöses efter produktion av fagpartiklar.

Slutligen må erinras om att man hos tobaksmosaikvirus har funnit att dess nukleinsyra, även när den är ensam och befriad från sin äggvitekomponent, är i stånd att infektera och ge typisk infektionsbild. Det har också påpekats att hos viruschimärer, med nukleinsyra från en stam och äggviteämnen från en annan, så är det alltid nukleinsyrekomponenten som är bestämmande för avkommans beskaffenhet.

Med anledning av dessa resultat hos bakterier och bakteriofager har man mer och mer kommit till den uppfattningen att det även hos högre organismer är nukleinsyror, särskilt DNA, snarare än äggviteämnen, som representerar den egentliga arvs substansen. Denna hypotes stöds av det förhållandet att mängden DNA per kromosom har befunnits vara stor konstans inom en art, medan däremot RNA (ribosnukleinsyra) och flertalet äggviteämnen är mycket mer variabla i detta avseende. Ett annat viktigt stöd har denna hypotes fått genom de grundläggande upptäckter över nukleinsyrornas konstitution, som gjorts av engelsmännen F. H. C. CRICK och M. H. F. WILKINS samt amerikanaren J. D. WATSON. Dessa forskare tilldelades 1962 nobelpriset i fysiologi eller medicin för sina resultat på detta område. De resultat som erhållits fram



till 1953 sammanfattades detta år av WATSON och CRICK i form av en modell över DNA-molekylens sannolika byggnad.

Nukleinsyremolekylen är långt trådformig och sammansatt av kedjeformigt sammanhängande *nukleotider*, vilkas antal vanligen varierar mellan ca 60 och 100 000. Varje nukleotid är uppbyggd av tre från varandra skiljbara delar, nämligen en *bas*, en *sockerart* och ett *fosfat*. Sockerkomponenten och fosforkomponenten är för varje nukleinsyra överallt densamma, men beträffande baserna finns hos DNA *fyra olika alternativ* med namnen *adenin*, *cytosin*, *guanin* och *tymin*. Endast i ett fåtal fall kan någon av dessa baser utbytas mot ett närbesläktat ämne. För enkelhets skull kan dessa normalt förekommande baser betecknas med sina begynnelsebokstäver, A, C, G och T. Av största betydelse är nu att *ordningsföljden mellan de fyra nukleotidbaserna är olika hos olika nukleinsyror*, och eftersom antalet baser i varje molekyl är mycket stort *kan ett oändligt antal olika nukleinsyror bildas*.

En synnerligen viktig omständighet är att DNA-molekylen vanligen ej är en enkel tråd utan består av *två trådar*, av vilka var och en har den beskaffenhet som ovan angivits. Dessa trådar är sammanfogade därigenom att varje nukleotidbas i den ena tråden är fast förbunden med en motsvarande bas i den andra tråden. Dessa passar samman lika fint som en nyckel i ett lås och bildar så att säga stegpinnar i den dubbla tråden, som f.ö. består av socker- och fosforsyrekomponenter. Hela denna dubbeltråd är vidare spiralvriden.

Det är nu av största intresse att »stegpinnarna» bildas av alldeles *bestämda par av nukleotidbaser*. Av dessa baser är adenin och guanin s.k. *puriner*, tymin och cytosin s.k. *pyrimidiner*. Basparningen innebär sammanslutning mellan ett purin och ett pyrimidin, varvid det har kunnat visas att *adenin alltid går samman med tymin och guanin med cytosin*.

Den Watson-Crickska modellen, som delvis bygger på säkra fakta, delvis är hypotetisk, har väckt utomordentligt livligt intresse bl.a. därför att den erbjuder en *sannolik förklaring till gens och kromosomers förmåga att exakt reproducera sig själva*, så att mitosen hos alla slags organismer leder till dotterceller med precis samma genetiska konstitution som modercellen. Watson-Crick-modellen har också varit av största värde för de upptäckter rörande den genetiska koden som diskuteras i nästa avsnitt.

### 3. Den genetiska koden

Under de senaste åren har oerhört viktiga framsteg uppnåtts på det biokemisk-genetiska forskningsområde, som strävar att klarlägga hur det genetiska alfabetet i kromosomerna leder till produktion av de äggviteämnen, som behövs för individens utveckling och fortbestånd. De huvudresultat som uppnåtts på detta område torde vara följande:

Hos organismer med DNA som arvs substans bildas kopior av olika avsnitt av den lineärt anordnade serien av de fyra nukleotidbaserna. Dessa kopior representeras av ett särskilt slags RNA, som kallas *messenger-RNA*. Dessa budbärare sätter sig fast på *ribosomer*, kroppar i cytoplasmat, vilka är för små för att kunna observeras med vanliga ljusmikroskop, men som kan iakttagas och fotograferas med hjälp av elektronmikroskop. Ribosomerna är säte för äggvitesyntesen. Messenger-RNA bildar på ribosomerna »gjutformar», i vilka äggviteämnena successivt uppbyggs genom att aminosyror från det

omgivande cytoplasmat infogas på bestämda ställen i dessa formar. Denna infogning sköts av ett annat slag av RNA, s.k. *transfer-RNA*, av vilka det finns minst en specifik typ för vardera av de 20 aminosyrorna. Varje särskilt transfer-RNA »känner igen» sin speciella aminosyra, »hakar» fast den och för den till något av de ställen på messenger-RNA, som är avsett för detta slags aminosyra. När »gjutformen» är fullbelagd med aminosyror, har detta möjliggjort bildningen av en *polypeptidkedja*. Äggviteämnena består ofta av flera olika sådana kedjor. Att transfer-RNA kan överföra molekyler av en viss aminosyra till bestämda ställen på messenger-RNA, beror på förekomsten av särskilda *kodtecken*. Messenger-RNA innehåller en mer eller mindre lång följd av sådana tecken. Varje transfer-RNA har *ett* sådant tecken, som måste ha sin motsvarighet på olika ställen av messenger-RNA-kedjan, för att en transfer-RNA med vidhängande aminosyra skall kunna infogas på något av dessa ställen.

Den genetiska kodens natur börjar nu klarna, och det finns starka belägg för att varje kodtecken representeras av *tre* nukleotidbaser, en s.k. *triplett*. Vi har förut lärt oss att »bokstäverna» i det genetiska alfabetet hos DNA heter A, T, C och G. Om vi har en godtycklig följd av sådana bokstävar, t.ex. ATGCATTCCGATTCA. . ., skulle detta kunna betyda, att ATG kodar för en aminosyra, CAT för en annan, TCC för en tredje osv. Man har belägg för att koden måste »läsas» från ett visst håll (i vårt konstruerade exempel från vänster till höger), och att den inte är »overlapping». I vårt exempel hade vi längst till vänster ordningsföljden ATGCAT. . ., och vi antog att ATG resp. CAT kodar för var sin aminosyra. Att koden ej är »overlapping» skulle då innebära, att t.ex. TGC och GCA är utan kodningsverkan.

Slutligen bör det påpekas, att man nu visserligen vet, vilka konstellationer av nukleotidbaser, som kodar för en serie olika aminosyror, men att man däremot ej vet någonting om ordningsföljden *inom* varje triplett. I vårt exempel antog vi att ATG kodar för en viss aminosyra. Ehuru det är riktigt att en A-, en T- och en G-nukleotidbas skall vara med i tripletten, för att ge upphov till denna syra, vet man alltså inte om ordningsföljden är ATG, eller kanske i stället TAG eller AGT.

#### *Syntesen av äggviteämnen. Mutanter med ändrad aminosyresammansättning*

Typiska äggviteämnen består av en kedja, som innehåller ungefär 200 aminosyror. Bland dessa är vanligen alla eller åtminstone flertalet av de 20 olika slagen aminosyror representerade. Aminosyrorna knyts till varandra genom s.k. peptidbindningar, varvid en molekyler vatten avskils. För att denna uppbyggnad skall komma till stånd måste emellertid enzymet *polypeptidpolymeras* ingripa. Detta enzym ställer om att aminosyrorna »lyfts av» från sina transfer-RNA och inkorporeras i den växande polypeptidkedjan. En sådan kedja har två olika, kemiskt urskiljbara ändar, och man har kunnat konstatera att kedjan uppbyggs i följd från den ena ändan till den andra genom successiv inmatning av aminosyror. Man har t.o.m. kunnat uppskatta hastigheten i denna process. Vid bildningen av blodfärgämnet hemoglobin inkorporeras 2 aminosyror per sekund (vid 37°), hos bakterier har man däremot kunnat konstatera hastigheter på cirka 100 aminosyror per sekund:

Äggviteämnena, och bland dem de i livsprocesserna ständigt ingripande enzymerna, består av en eller flera polypeptidkedjor. Man trodde förr att bild-

ningen av ett enzym kontrollerades av en enda gen, vilken uppfattning kom till uttryck i slagordet »en gen – ett enzym». Numera lutar man starkt åt uppfattningen att det i stället bör heta »en gen – en polypeptidkedja». Man har t.o.m. belägg för att serien av nukleotidbaser i DNA »från vänster till höger» motsvaras av en serie aminosyror i polypeptidkedjan med motsvarande orientering och ordningsföljd. Vår kunskap om dessa förhållanden har starkt befordrats genom undersökningar rörande sambandet mellan mutation och aminosyresammansättning.

Den nu redan klassiska undersökningen på detta område publicerades 1957 av V. M. INGRAM och gällde hemoglobinets kemiska sammansättning hos normaltyp och mutanter. Hemoglobinmolekylen hos människan är stor och består av 600 aminosyror fördelade på två identiska halvmolekyler. Inom varje halvmolekyl är de 300 aminosyrorna vidare fördelade på två polypeptidkedjor, en  $\alpha$ - och en  $\beta$ -kedja. I populationer från alla delar av jordklotet har man funnit från normaltypen avvikande hemoglobintyper, vilkas antal nu uppgår till bortåt 30. INGRAM studerade några av dessa mutanttyper och lyckades visa, att dessa kemiskt motsvaras av en förändring av aminosyrekonstitutionen på en viss punkt av  $\beta$ -kedjan. De av INGRAM undersökta hemoglobintyperna kan betecknas med A, S och C. A är normalt hemoglobin, S är sicklecell-hemoglobin och C en annan variant funnen hos negrer. Situationen kan belysas genom följande diagram, som baserar sig både INGRAMS ursprungliga arbeten och vissa senare undersökningar.

*Hemoglobin A:* His – Val – Leu – Leu – Thr – Pro – GLU – Glu – Lys

*Hemoglobin S:* His – Val – Leu – Leu – Thr – Pro – VAL – Glu – Lys

*Hemoglobin C:* His – Val – Leu – Leu – Thr – Pro – LYS – Glu – Lys

För varje hemoglobin anges en följd av nio aminosyror, betecknade med sina begynnelsebokstäver. Ordningsföljden i de tre hemoglobintyperna är tydligen exakt densamma med undantag för nr 3 från höger. Här representeras hemoglobin A av »GLU», dvs. glutamin, hemoglobin S av »VAL», dvs. valin, och hemoglobin C av »LYS», dvs. lysin.

Genetiska undersökningar har visat att generna för A, S och C är alleler, och det är därför av största intresse att *allelskillnaderna här ger upphov till minimala men klart preciserbara skillnader i aminosyreföljden hos äggviteämnet hemoglobin.*

Liknande och i vissa avseenden ännu mer ingående undersökningar har kunnat göras hos tobaksmosaikvirus (TMV). Mutationer hos detta material kan induceras genom behandling med salpetersyrighet, och man har härvid kunnat klarlägga, vilka nukleotidbaser, som har förändrats, samt också precis vad som skett (t.ex. transformation av C till U eller övergång från A till G). Det bör nu tilläggas, att detta i åtskilliga fall framkallat en förändring av aminosyresammansättningen, som kan klart anges. Sålunda har i vissa fall t.ex. enstaka molekyler av prolin, asparaginsyra eller threonin bytts ut mot leucin, alanin eller serin, och många andra liknande förändringar har identifierats.

#### *Experimentell framställning av DNA, RNA och polypeptider*

För klarläggandet av sammanhanget mellan nukleinsyror och aminosyror har det varit av utomordentlig vikt, att man lyckats framställa nya typer av DNA och RNA genom experimentella laboratoriearbeten. Dessa upptäckter, som belönades med Nobelpris år 1959, inleddes 1955 med att S. OCHOA och

medarbetare visade att RNA kunde syntetiseras från s.k. ribonukleosid-difosfat, om ett visst enzym, *polynukleotid-fosforylas*, som utvunnits från en viss bakterieart, fanns närvarande. Följande år, 1956, lyckades A. KORNBERG syntetisera DNA med hjälp av ett annat enzym, *DNA-polymeras*, som kan erhållas från *E. coli*. Råmaterialet för detta syntetiska DNA var kemiska föreningar innehållande alla fyra nukleotidbaserna (A, T, C, G). Det visade sig härvid, i överensstämmelse med Watson-Crick-modellen, att syntesen snabbt avstannade så snart en av dessa byggnadsstenar fattades. Vidare fann KORNBERG att det var nödvändigt att ha med ett s.k. primer-DNA (modell-DNA) från någon organism. Resultatet av syntesen blev stora polydesoxinukleotidkedjor med *samma konstitution som i det använda modell-DNA:et*.

Möjligheten att syntetisera RNA har på ett synnerligen fruktbart sätt utnyttjats av M. W. NIRENBERG och medarbetare för att med hjälp av syntetiska messenger-RNA med känd sammansättning framställa enkla äggviteämnen. Som redan nämnts kan syntetiska RNA-molekyler framställas med hjälp av enzymet polynukleotid-fosforylas. Detta enzym sammankopplar de tillgängliga nukleotidbaserna slumpvis. Vid arbeten av detta slag lyckades NIRENBERG och J. H. MATTHAEI producera ett syntetiskt RNA, som endast innehöll uracil och som därför kallades polyuridylsyra eller *poly-U*. När detta poly-U fick tillfälle att samverka med en blandning av alla 20 aminosyrorna, visade det sig att endast en av dem, fenylalanin, reagerade för poly-U, vilket resulterade i en polypeptidkedja uteslutande bestående av denna aminosyra. Det var också möjligt att framställa ett syntetiskt *poly-C*, och när detta ämne fick reagera med de 20 aminosyrorna svarade endast aminosyran prolin på signalen. Slutresultatet blev i detta fall en polypeptidkedja uteslutande uppbyggd av prolin. Man kunde senare framställa ett stort antal olika syntetiska RNA-typer, som innehöll mer än en av RNA-baserna samtidigt. Genom samfärdla ansträngningar har arbetsgrupperna kring NIRENBERG och OCHOA lyckats syntetisera och pröva polymerer innehållande alla tänkbara kombinationer av A, G, C och U. Detta har varit av utomordentlig betydelse för utforskandet av den genetiska koden. Genom sådana arbeten har NIRENBERG m.fl. lyckats utarbeta ett genetiskt »kodlexikon», som anger vilka RNA-tripletter som kodar för de 20 olika aminosyrorna.

Den genetiska koden är troligen i huvudsak den samma hos olika organismer, och hittills har t.ex. ingen säker skillnad i detta avseende kunnat konstateras mellan TMV, *E. coli* och däggdjur. Det är möjligt att koden är alldeles likartad hos allt levande, men detta är ännu ej tillräckligt undersökt. I varje fall har denna forskning redan hunnit häpnadsväckande långt tack vare glänsande insatser av genetiker, biokemiker, biofysiker och mikrobiologer.

#### 4. Mutationsforskning

Den teoretiska mutationsforskningen under de senaste åren karakteriseras bl.a. av en ökad användning av kemiska mutagen. Kännedomen om sådana mutagen har kraftigt befordrats genom forskandet efter kemiska medel som motverkar kräfta. Hundratals ämnen har prövats med avseende på sin förmåga att hindra tumörväxt, och många av dessa ämnen har därmed också gjorts tillgängliga för prövning av deras eventuella mutagena förmåga. Å andra sidan har också en del *carcinogena ämnen*, som framkallar kräfta om de

stryks på huden av ett försöksdjur, också visat sig ha mutagena verkningar. Huruvida något speciellt sammanhang finns mellan de mutagena och de carcinogena verkningarna är ännu oklart. I varje fall känner man nu hundratals ämnen med mutagen verkan, vilka varierar från ren syrgas, applicerad under högt tryck, och så okomplicerade föreningar som vätesuperoxid och mangan-klorid till mycket komplexa organiska ämnen. En del av dessa, de s.k. *alkylerande ämnena*, har stark kemisk reaktionsförmåga och kan därför lätt leda till förändringar av arvs substansen i kromosomerna. Hit hör t. ex. *etylmetansulfonat* och *etylenimin*, som har utomordentligt stark mutagen verkan och ger upphov till mycket höga mutationsfrekvenser. Det har också klargjorts, att vissa *ämnesomsättningsprodukter* kan ha mutagen eller kromosombrytande verkan. Detta kan vara orsaken till det förhållandet att kromosomerna i *gamla frön* visar en mer eller mindre hög frekvens av strukturella förändringar i motsats till kromosomerna i mera nyskördade frön, hos vilka skadliga ämnesomsättningsprodukter ej hunnit ansamlas.

De kemiska mutagenen kan antingen ha en direkt inverkan på arvs substansen eller också ha en *indirekt verkan*. Det finns belägg för att organismerna innehåller s.k. *antimutagen* som förhindrar eller åtminstone motverkar mutagen verkan av vissa ämnen, som normalt förekommer vid ämnesomsättningen. Ett sådant naturligt antimutagen är enzymet katalas. Den mutagena verkan av vätesuperoxid hejdas omedelbart om katalas tillsätts, och hos många organismer, där det varit omöjligt att framkalla mutationer genom vätesuperoxid, beror detta sannolikt på att katalashalten i cellerna är för hög. Detta resonemang stöds kraftigt av att kaliumcyanid, som inaktiverar katalas, i vissa fall befunnits ha mutagen verkan. Detta beror inte på att kaliumcyaniden i och för sig är mutagen, utan på att vätesuperoxidkoncentrationen i cellerna ökas, så att vätesuperoxiden får tillfälle att framkalla mutationer. Det är således tydligt att vissa kemiska mutagen verkar indirekt genom att förstöra eller hejda naturliga antimutagen i cellerna. B. KIHLMAN har emellertid visat, att de biokemiska förhållanden som leder till mutationer eller kromosombrott efter behandling med kemiska mutagen ofta är mycket komplicerade och betydligt mer invecklade än i det nyss givna exemplet.

Vid arbeten med inducerade mutationer har man kunnat konstatera, att olika mutagen kan ge upphov till olika *mutationsspektra*. Hos korn framkallar t.ex. etylenoxid klorofyllmutationer av *viridis*-typ i högre frekvens än *albina*-mutationer, medan det omvända är förhållandet vid användning av nebularin. Däremot har det ej hittills varit möjligt att dirigera mutationsprocessen så noga, att man har kunnat få fram specifika mutationer på beställning.

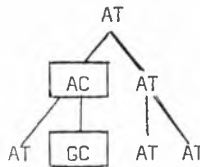
Det bör emellertid påpekas att man numera känner många fall, särskilt hos bakterier och svampar, då *vissa kemiska ämnen mycket kraftigare än andra inverkar på särskilda gener*. Så är t.ex. förhållandet hos *Neurospora*, där man konstaterat, att återmutationer från vissa typer av »inositolless» och »adenineless» (dvs. oförmåga att syntetisera inositol och adenin) sker med mycket olika frekvens beroende på vilka av fem prövade ämnen man använder. I en viss försöksserie erhöles med diepoxybutan 445 gånger så många återmutationer från adenineless som från inositolless. När ett annat ämne användes (»CB 1528») var motsvarande kvot endast 1,5, vilket betyder att återmutationerna från de båda recessiva allelerna nu var ungefär lika frekventa. Det är sålunda tydligt att specifika reaktioner inträffar mellan bestämda alleler och bestämda kemiska mutagen. Detta beror emellertid i lika

hög grad på allelerna som på de använda ämnena. Andra alleler på samma loci kan ge helt annan reaktion.

Det finns också exempel på att särskilda genloci (hos korn) reagerar olika mot olika slag av bestrålning. Några av dessa loci muterar vid behandling med både röntgen och neutroner, medan andra ej alls påverkas av neutroner. Vidare är mutationerna i vissa loci, men ej i andra, associerade med kromosombrott. Liknande resultat har erhållits hos bakterier. Hos detta material har man också funnit att många gener är *mutationsstabila*. Detta innebär att de visserligen kan mutera spontant, men att de ej alls påverkas av en serie mutagen, som visat sig vara effektiva i fråga om andra loci hos samma organism.

### Mutationsprocessen på molekylär nivå

WATSON-CRICK-modellen erbjuder ej blott en rimlig förklaring till genernas särprägel och exakta reproduktion utan har också fördjupat vår kunskap om mutationerna. Som redan påpekats vet man att mutationer kan uppkomma genom ändringar av nukleotidbasernas ordningsföljd i nukleinsyremolekylerna. Dessa ändringar, som i sin tur leder till bildning av ändrade äggviteämnen, kan variera från grova strukturella förändringar, som berör ett stort antal nukleotidbaser till den minsta förändring, som överhuvudtaget kan tänkas, nämligen utbyte av en enda nukleotidbas mot en annan. Detta kan ske spontant, och hos DNA, som har dubbelstruktur, kan härvid t.ex. adenin under vissa omständigheter para sig med cytosin i stället för med tymin. Denna förändring,  $AT \rightarrow AC$ , får i nästa delning sekundära följder. A i paret AC kommer därvid att som vanligt para sig med T, och C med G. Hela förloppet blir därför:



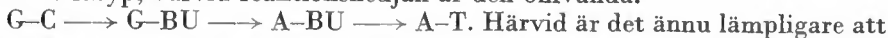
I detta schema har de avvikande basparen inramats. Kombinationen AC innebär en tillfällig avvikelse, men GC en stabil förändring. Det är av största intresse, att man verkligen i vissa fall har kunnat konstatera, att sådana förändringar i enstaka nukleotidbaser har givit upphov till distinkta mutationer. Detta har kunnat göras hos bakteriofagen T4 och hos tobaksmosaikvirus. I båda fallen rör det sig om inducerade mutationer.

I fråga om bakteriofagen T4 har man med framgång använt sig av s.k. *basanaloger* som mutagen. Detta är ämnen, som i kemiskt avseende står mycket nära de reguljära nukleotidbaserna men skiljer sig från dem i smärre avseenden, dock ej i högre grad än att de kan smugglas in i den genetiska konstitutionen och där orsaka förändringar. Detta gäller t.ex. basanalogen 5-bromuracil (BU), som hos *Escherichia coli* kan införas i stället för tymin, om man odlar bakterien utan tillgång till tymin i närvaro av BU. Om sådana bakterier sedan infekteras med T4-fager, är en avsevärd del av de nya T4-fager, som produceras i bakterien, ej av vildtyp utan s.k. r-mutanter med avvikande kolonityp. Man har kunnat visa, att sådana mutationer som indu-

ceras av BU beror på »kopieringsfel» vid DNA-molekylernas duplicering. På liknande sätt som nyss angivits för spontanmutationer från AT till GC, kan AT experimentellt ersättas med GC under medverkan av BU. Detta kräver tre dupliceringssteg, varvid förloppet, koncentrerat uttryckt, är följande:



Man kan emellertid också åstadkomma tillbakamutationer från *r*-mutanter till vildtyp, varvid reaktionskedjan är den omvända:



använda en annan basanalog, 2-aminopurin, som mutagen.

Ännu klarare belägg för att förändringar av enstaka nukleotidbaser kan leda till påvisbara mutationer har erhållits vid mutationsförsök med tobaks-mosaikvirus (TMV). Nukleinsyran är här RNA och består av en enkel tråd. Vidare bör påpekas att i RNA är tyminet ersatt av basen uracil (U). Bokstäverna i det genetiska alfabetet hos TMV är alltså A, G, C och U.

Hos detta material har salpetersyrighet,  $HNO_2$ , visat sig vara ett verkamt och så fint avstämt mutagen, att man härmed kan förändra enstaka nukleotidbaser. Detta kan t.o.m. ske *in vitro*, dvs. när viruset i fråga är skilt från värdväxten och i kristallform befinner sig i ett provrör. Den vanligaste förändring, som härvid erhålls, är att C transformeras till U, men man har också kunnat påvisa övergångar från A till G och från A till U.

Dessa glänsande försök är i hög grad ägnade att klargöra det gamla begreppet »punktmutation» och står också i utmärkt överensstämmelse med den nya kunskap om komplexa loci och heteroalleler, som har vunnits särskilt hos mikroorganismerna. Det oerhört stora antalet nukleotider hos DNA och RNA erbjuder möjlighet till ett nästan obegränsat antal mutationsställen inom ett genlocus och förklarar varför olika mutationsfall sällan eller aldrig representerar identiska förändringar av den genetiska konstitutionen. En konsekvens av detta är f.ö. att s.k. återmutationer från recessiv till dominant allel inom ett locus sannolikt aldrig återställer det ursprungliga tillståndet. *A* kan mutera till *a*, men om *a* återmuterar till en dominant allel bör nog denna snarare betecknas med *A*<sub>1</sub> än med *A*. Detta står i överensstämmelse med att återmutationer sällan eller aldrig ger upphov till så effektivt arbetande alleler som den ursprungliga vildtypsallelen.

Den bevisade förekomsten av fina punktmutationer innebär emellertid ej att alla mutationer är av detta slag. Deletioner har påvisats hos både bakterier och bakteriofager, och hos högre organismer finns det många belägg för att mutationerna, ej minst de inducerade, vanligen representerar mer eller mindre grova omvälvningar inom kromosomstrukturen.

## 5. Medicinsk cytogenetik

Människans kromosomtal hade länge ansetts vara  $2n = 48$ , men 1956 visade J. H. TJIO och A. LEVAN, att det korrekta talet är  $2n = 46$ , vilket sedan snart bekräftades av flera andra forskare. Därmed var den exakta grunden lagd för en cytogenetisk forskning hos människan, ett arbetsområde som sedan utvecklade sig med lavinartad hastighet. Först var det ju nödvändigt att så exakt som möjligt analysera kromosombeståndet och försöka urskilja och säkert identifiera så många enskilda kromosomer som möjligt. Detta har också lyckats ganska väl. Sålunda har man konstaterat före-

komsten av ett könskromosompar (XX hos kvinnor och XY hos män) samt 22 autosompar av mycket växlande storlek. Dessa 22 kromosomtyper plus X och Y kan indelas i 7 grupper. Varje kromosom kan med säkerhet inplaceras i någon av dessa grupper, och några individuella kromosomer inom olika grupper kan också med säkerhet igenkännas. Man har härvid hjälp av både den absoluta kromosomstorleken och centromerernas läge. Några kromosomer har ett annat igenkänningstecken, nämligen satelliter. Y-kromosomen är ganska lätt att känna igen, medan däremot X-kromosomen är svår. Den tillhör nämligen samma besvärliga grupp som kromosomerna 6–12, vilka ej med säkerhet kan skiljas från varandra.

När det gällde att erhålla material för kromosomundersökningar hos människan, var man till en början hänvisad till odling av vävnader från olika organ. Enklast att anskaffa var då material av hud eller benmärg, den senare erhållen genom punktering av bröstbenet. Ett mycket viktigt framsteg gjordes emellertid 1960, då P. C. NOWELL och medarbetare upptäckte, att kromosomundersökningar hos människan med stor fördel kunde baseras på vävnadsodling av leukocyter erhållna från ett vanligt blodprov. För att detta skall gå bra måste emellertid till kulturen sättas ett s.k. fytohemagglutinin, som kan erhållas från vanliga trädgårdsbönor. Man kan då erhålla utmärkta kromosompreparat redan tre dagar efter att kulturen påbörjats. I realiteten innebär detta, att man nu kan undersöka kromosomerna hos varje människa utan svårighet, och att sådana undersökningar därför kan utföras i stor skala. Detta har också skett och har givit högst intressanta resultat.

Den första sensationen kom 1959 genom J. LEJEUNE och medarbetares upptäckt att personer med det s.k. *Downs syndrom*, även benämnt *mongoloid idioti*, är trisomiska för ett av de minsta kromosomparen (troligen nr 21), och att sådana människor således har 47 kromosomer i stället för 46. Denna upptäckt har senare bekräftats av flera andra forskare, och hundratals »mongoler» med vissa karakteristiska yttre egenskaper och vanligen nedsatt intelligens har sedan kontrollundersökts och befunnits ha samma avvikande kromosomkonstitution. Sedermera har man funnit fall av trisomi även för andra autosomer, av vilka de bäst kända och säkrast verifierade gäller kromosomgrupperna 13–15 och 17–18. Dessa trisomfall, som gäller större kromosomer än »mongolkromosomen», är subletala och medför svåra fysiska och mentala defekter. Trisomi 13–15 medför t.ex. att ögon saknas eller är rudimentära, kluven gom, harläpp, övertaliga fingrar och kärlmissbildningar. Trisomi 17–18 (sannolikt 18) leder till öronmissbildningar, skelettmissbildningar i ansiktet och hjärnskålen samt till mental utvecklingsstörning. Trisomer för de största autosomerna 1–12 har ännu ej iakttagits och är ev. helt letala. Denna uppfattning stöds av att man konstaterat fall av trisomi för kromosom 2 i aborterade embryoner. Monosomi för autosomer leder troligen också till letalitet, eftersom hittills inte ett enda sådant fall har påträffats.

I fråga om könskromosomerna råder emellertid en starkare variation, som omfattar både fall av monosomi och förekomst av mer än en övertalig kromosom. Kort efter upptäckten att *Downs syndrom* är korrelerat med trisomi för kromosomgruppen 21–22, fann man att individer med vissa yttre karaktärer och med störningar i fråga om normal könsdifferentiering och fertilitet har avvikande kromosomuppsättning. Sålunda är bärare av *Turners syndrom* sterila och fenotypiskt avvikande kvinnor med kromosomkonstitutionen X0, dvs. det finns endast en i stället för normalt två X-kromosomer. Det s.k.



*Klinefelter-syndromet* förekommer hos sterila män med vissa feminina drag och kännetecknas av kromosomkonstitutionen XXY. Även andra avvikelser av liknande typ och med samma verkningar har anträffats, nämligen XYY, XYY, XXXY och XXXXY.

Individer med konstitutionen XYY är med avseende på könet normala män men företer i andra avseenden klart patologiska drag. Utom genom en abnormt stark längdtillväxt utmärker sig XYY individerna vanligen genom psykopati och aggressivitet. Denna aggressivitet gör sig gällande redan under den tidiga barndomen och utvecklar sig senare till kriminalitet. Kvinnor med en X-kromosom för mycket, således XXX-individer, är ingalunda »superfemales» utan partiellt sterila människor med nedsatt mental förmåga.

Utom dessa olika primärtyper känner man diverse mera komplicerade fall av numeriska kromosomtalsavvikelser, som beror på kombinationer av olika syndrom. Man har t.ex. funnit individer som varit både av Klinefelter-typ, XXY, och samtidigt trisomiska för 21 el. 22 (Downs syndrom). Tolkningen av sådana mer invecklade fall är ibland osäker, och svårigheterna ökas än mer, när det är fråga om strukturella kromosomförändringar, i första hand *translokationer*. Genom translokation kan man bl.a. få individer med mongoloid-egenskapen, ehuru kromosomtalet är normalt ( $2n = 46$ ) och någon övertalig kromosom ej är för handen. Huvudparten av en tredje kromosom nr 21 finns emellertid translokerad till den ena av kromosomerna 15, medan den andra kromosomen nr 15 är ensam och normal. I ett fall som detta kommer mongoloidegenskapen att *nedärvas* till i genomsnitt halva avkomman och kan då följas i flera generationer. I vanliga fall är däremot uppkomsten av mongoloider ej ärftlig, såtillvida som den orsakande kromosomavvikelsen är en följd av en tillfällig non-disjunction i meiosen hos en av föräldrarna.

Utom genom svårtydda, eller t.o.m. för ögat osynliga, translokationsfall belastas analysen ej sällan av *mosaikstrukturer*. Detta innebär att en individ i olika delar av kroppen kan ha olika kromosomstruktur, så att man kan finna olika kromosomkonstitution i t.ex. hud, benmärg och blod eller t.o.m. varierande kromosomtal i celler från samma organ. Dessa olika fall av mosaikism (som med vanlig genetisk terminologi borde kallas för *chimärstruktur*) är bäst kända i fråga om mongoloider, Klinefelter- och Turner-patienter.

Ännu ett exempel må emellertid nämnas, som är intressant även ur en annan synpunkt. Det gällde här en av J. A. Böök och medarbetare undersökt 2-årig pojke, som i vävnadskulturer från huden visade sig vara alldeles övervägande *triploid* med 69 kromosomer, medan benmärg och blod hade normal diploid konstitution. I åter andra vävnader förekom en blandning av diploida och triploida celler samt enstaka celler med aneuploida kromosomtal. Denna kromosomala mosaikism var korrelerad med svåra organiska missbildningar samt troligen också med mentala störningar.

Hos människan har även heterozygoti för deficiencies visat sig förekomma. Ett frappant sådant fall gäller det s.k. *cri du chat-syndromet*, som olika forskare nyligen har konstaterat hos ett flertal, obesläktade individer. Dessa barn, som är svårt utvecklingsstörda både i fysiskt och mentalt avseende, känns särskilt igen på sitt kattliknande skrik. En kromosomundersökning av dessa individer har visat, att de alla är heterozygota för en relativt stor deletion i kromosom 4 eller 5.

Den ovanstående korta redogörelsen för den medicinska cytogenetikens genombrott visar, att man nu hos människan finner sådana verkningar av

aneuploida kromosomtäl och strukturell heterozygoti på morfologi, fysiologi, vitalitet och fertilitet, som man långt tidigare lärt känna hos växter och djur. På grund av företeelsernas stora medicinska betydelse har emellertid detta forskningsområde, sedan det väl blivit öppnat, utvecklats sig med största intensitet och har på kort tid lett till betydelsefulla resultat. Med brutal tydlighet visar denna forskning, att människan i genetiskt avseende är underkastad samma lagar som andra organismer.

## Summary

The paper is limited to a consideration of recent results in five fields of genetic research that appear to be of particular importance.

### (1) *Genetic investigations in bacteria and bacteriophages*

The occurrence of linkage, recombination and sexual reproduction in bacteria is reviewed, and the relationships between bacteria and bacteriophages are described. Mutation, recombination, and linkage maps in bacteriophages are discussed. In genetical respects phages as well as bacteria behave as haploid organisms with a single linkage group.

### (2) *The nature of genes*

Studies of multiple alleles and complex loci have revealed that two mutants are allelic if the mutations have occurred within a very limited segment of a chromosome and the mutants affect the same biochemical reactions. Concepts such as cistron, mutational site, and heteroallele are considered. The chemical structure of genes and the mutation process are discussed in the light of the Watson-Crick model of DNA molecules.

### (3) *The genetic code*

The major features of the relationship between nucleic acids and proteins are described, including discussions of messenger RNA, transfer RNA, ribosomes, triplets and polypeptide chains. Mutants with changed amino acid composition affecting hemoglobins, and similar investigations in tobacco mosaic virus are reviewed. This paragraph also includes a discussion of the experimental synthesis of DNA, RNA and polypeptides.

### (4) *Mutation research*

During the last decade, a large field of research has blossomed, spurred by the discovery that many chemical substances are able to induce mutations. The chemical mutagens may have either a direct or indirect effect on the hereditary substance and may be counteracted by antimutagens. In work with induced mutations different mutagens may give rise to different mutation spectre. The mutation process at the molecular level may be elucidated with the help of base analogues.

(5) *Medical cytogenetics*

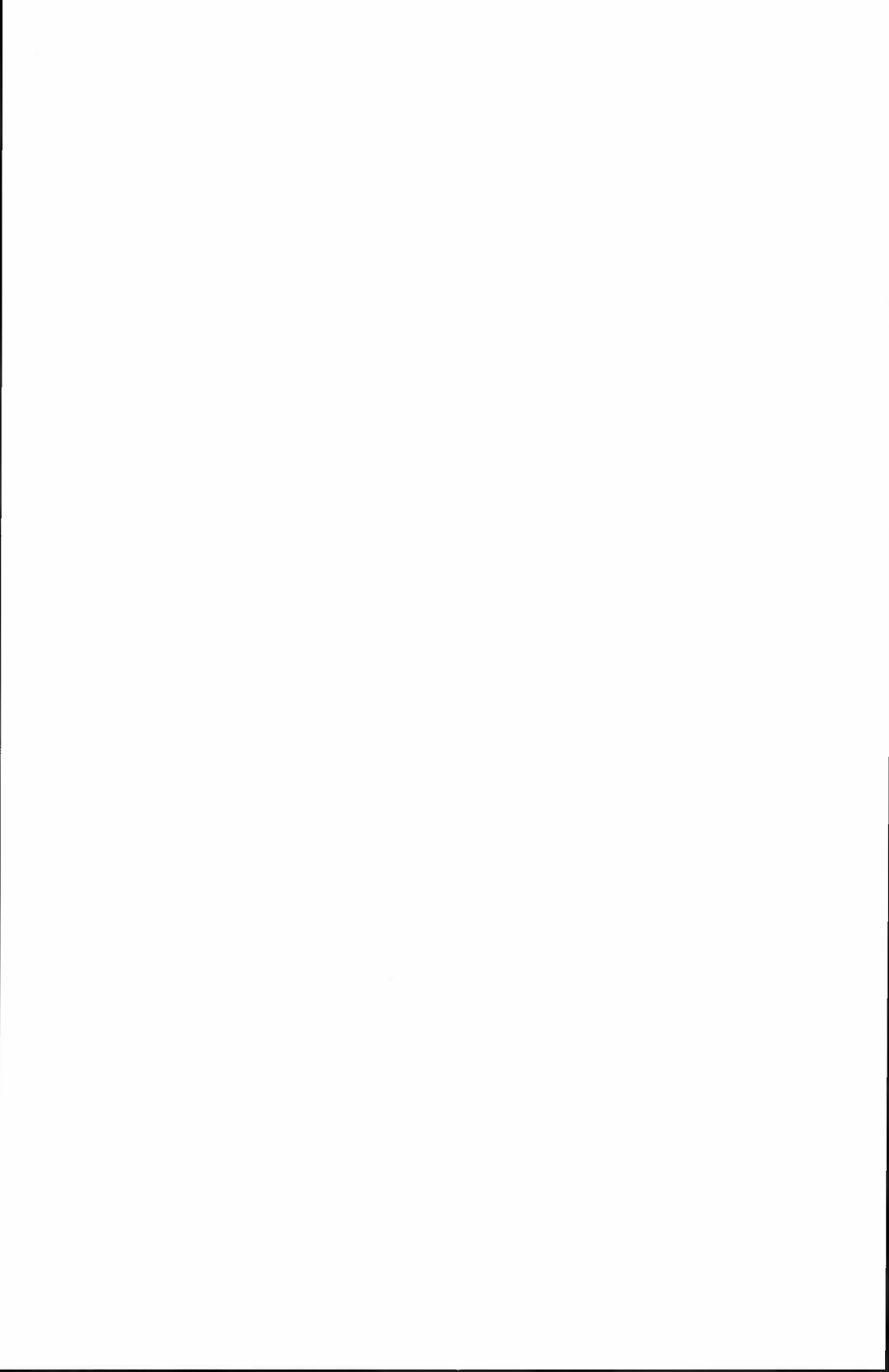
In the field of medical cytogenetics rapid progress has been achieved after the correct determination of the chromosome number of man (in 1956) and thanks to the development of improved cytological methods. A review is given of numerical aberrations of autosomes and sex chromosomes, structural chromosome changes (translocations and deficiencies), and of cases representing a mosaic constitution.

## Referenser

1. ADAMS, M. H. 1959. Bacteriophages. — New York. 592 pp.
2. ADELBERG, E. A. (editor) 1960. Papers on bacterial genetics. — Boston and Toronto. 400 pp.
3. ÅKESSON, H. O. 1961. Epidemiology and genetics of mental deficiency in a southern Swedish population. — Uppsala. 107 pp.
4. ALLFREY, V. G. and MIRSKY, A. E. 1961. How cells make molecules. — *Scient. Amer.* 205 (Sept.): 74—82, 300.
5. ASIMOV, I. 1963. The genetic code. — Signet Science Library, New York, pp. 1—187.
6. AUERBACH, C. 1962. Mutation. An introduction to research on mutagenesis. — Part. I: Methods. — Edinburgh and London. 176 pp.
7. AUERBACH, C. and WESTERGAARD, M. 1960. A discussion of mutagenic specificity. — *Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Med. Kl. Erwin-Baur-Gedächtnisvorlesungen I*, 1959. Pp. 116—123.
8. BENZER, S. 1957. The elementary units of heredity. — Pp. 70—94 in A symp. on the chemical basis of heredity, edited by *W. D. McElroy* and *B. Glass*. Baltimore. 848 pp.
9. ——— 1961. On the topography of the genetic fine structure. — *Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.*, 47: 403—415.
10. ——— 1962. The fine structure of the gene. — *Scient. Amer.* 206 (No. 1): 70—84.
11. BÖÖK, J. A. 1961. Clinical cytogenetics. — *Luigi Gedda: "De Genetica Medica"* — Pars III. Pp. 21—47.
12. BRAUN, W. 1965. Bacterial genetics. — 2nd ed. Philadelphia and London. 249 pp.
13. *Brookhaven Nat. Laboratory.* 1961. Fundamental aspects of radiosensitivity. — Brookhaven Symp. in Biol., No. 14, pp. 1—308. Upton, N. Y., USA.
14. BURNET, F. M. and STANLEY, W. M. (editors) 1959. The viruses. Biochemical, biological, and biophysical properties. — In three volumes. New York and London. 1445 pp.
15. CAMPBELL, A. M. 1962. Episomes. — *Adv. in Gen.* 11: 101—146.
16. CATCHESIDE, D. G. 1960. Complementation among histidine mutants of *Neurospora crassa*. — *Proc. Royal Soc., B*, Vol. 153, pp. 179—194.
17. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology.* Vol. 28. 1963. Synthesis and structure of macromolecules.
18. CRICK, F. H. C. 1962. The genetic code. — *Scient. Amer.* 207 (Oct.): 66—74, 176.
19. ——— 1963. On the genetic code. — *Science* 139: 461—464.
20. DAVIDSON, J. N. and COHN, W. E. (editors). 1963. Progress in nucleic acid research. — Vol. 1. New York. 424 pp.
21. DEMEREC, M. 1960. Frequency of deletions among spontaneous and induced mutations in *Salmonella*. — *Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.*, 46: 1075—1079.
22. DOBZHANSKY, TH. 1962. Mankind evolving. The evolution of the human species. — New Haven and London. 381 pp.
23. DUBININ, N. P. 1964. Problems of radiation genetics. — Edinburgh and London. 445 pp.
24. DUNN, L. C., BENNET, D. and BEASLEY, A. B. 1961. Mutation and recombination in the vicinity of a complex gene. — *Genetics* 47: 285—303.
25. EHRENBERG, L. 1960. Chemical mutagenesis: Biochemical and chemical points of view on mechanisms of action. — *Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Med. Kl. Erwin-Baur-Gedächtnisvorlesungen I*, 1959. Pp. 124—136.
26. EHRENBERG, L., GUSTAFSSON, Å. and LUNDQVIST, U. 1961. Viable mutants induced in barley by ionizing radiations and chemical mutagens. — *Hereditas* 47: 243—282.
27. EK, J. L., FALK, V., BERGMAN, S. and REITALU, J. 1961. A male mongoloid with 46 chromosomes. — *The Lancet*, Sept. 2, pp. 526—527.

28. FRAENKEL-CONRAT, H. 1964. The genetic code of a virus. — *Scient. Amer.* 211 (Oct.): 47—54, 142.
29. FREESE, E. 1963. Molecular mechanisms of mutation. — Chap. 5, pp. 207—269, in *Molecular Genetics, Part I* (ed. J. H. Taylor). Academic Press, New York.
30. GERMAN, J., LEJEUNE, J., MACINTYRE, M. N. and DE GROUCHY, J. 1964. Chromosomal autoradiography in the Cri du chat syndrome. — *Cytogenetics* 3: 347—352.
31. GUNSALUS, I. C. and STANIER, Y. 1960—1962. The bacteria. A treatise on structure and function. — In four volumes. New York and London. 2262 pp.
32. GUSTAFSSON, Å. 1960. Chemical mutagenesis in higher plants. — *Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Med. Kl. Erwin-Baur-Gedächtnisvorlesungen I*, 1959. Pp. 14—29.
33. HALL, B. and KÄLLÉN, B. 1964. Chromosome studies in abortuses and stillborn infants. — *The Lancet*, Jan. 11, pp. 110—111.
34. HARTMAN, P. E. and SUSKIND, S. R. 1961. Gene action. — *Foundations of modern genetics series*. Englewood Cliffs, New Jersey. 158 pp.
35. HAYES, W. 1964. The genetics of bacteria and their viruses. — Oxford. 740 pp.
36. HORNE, R. W. 1963. The structure of viruses. — *Scient. Amer.* 208 (Jan.): 48—56, 170—171.
37. INGRAM, V. M. 1963. The hemoglobins in genetics and evolution. — New York. 165 pp.
38. JACOB, E. and MONOD, J. 1961. Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins. — *Journ. Mol. Biol.* 3: 318—356.
39. JACOB, F. and WOLLMAN, E. L. 1961. Sexuality and the genetics of bacteria. — New York and London. 374 pp.
40. KEMP, T. 1957. Genetic-hygienic experiences in Denmark in recent years. — *The Eugenics Review* 49, 1, pp. 11—18.
41. KIHLMAN, B. A. 1961. Biochemical aspects of chromosome breakage. — *Advances in Genet.* 10: 1—59.
42. — 1966. Actions of chemicals on dividing cells. — Englewood Cliffs, New Jersey. 260 pp.
43. KORNBERG, A. 1962. Enzymatic synthesis of DNA. — New York.
44. LANNI, F. 1964. The biological coding problem. — *Advances in Genetics* 12: 2—141.
45. LEJEUNE, J., GAUTIER, M., LAFOURCADE, J., BERGER, R. and TURPIN, R. 1964. Délétion partielle du bras court du chromosome 5. Cinquième cas de syndrome du cri du chat. — *Ann. Génét.* 7: 7—10.
46. LEVAN, A. and HSU, T. C. 1959. The human ideogram. — *Hereditas* 45: 665—674.
47. LINDSTEN, J. 1963. The nature and origin of X chromosome aberrations in Turner's syndrome. A cytogenetical and clinical study of 57 patients. — Uppsala. 167 pp.
48. MELCHERS, G. 1961. Die Bedeutung der Virusforschung für die allgemeine Biologie. — *Berichte d. deutsch. bot. Ges.* 73: 6—15.
49. MUNDURY, K. W. 1960. Mutationsuntersuchungen am Tabakmosaikvirus *in vitro*. I. Die Abhängigkeit des Erfolgs der Mutagenese mit HNO<sub>2</sub> von der Mutationsrichtung. — *Zeitschr. f. Vererb.lehre* 91: 81—86.
50. NACHTSHEIM, H. 1962. Chromosomenaberrationen beim Menschen und ihre Bedeutung für die Entstehung von Missbildungen. — *Die Naturwissenschaften* 49: 265—276.
51. NIRENBERG, M. W. 1963. The genetic code. II. — *Scient. Amer.* 208 (March): 80—94.
52. NOWELL, P. C. 1960. Phytohemagglutinin: an initiator of mitosis in cultures of normal human leucocytes. — *Cancer Res.* 20: 462—466.
53. PERUTZ, M. F. 1962. Proteins and nucleic acids. — Amsterdam. 211 pp.
54. PONTECORVO, G. 1958. Trends in genetic analysis. — New York. 145 pp.
55. PRAKKEK, R. 1959. Induced mutation. — *Euphytica* 8: 270—322.
56. RASMUSON, B. 1962. Evidence for a compound nature of the mutant alleles  $w^a$  and  $w^i$  in *Drosophila melanogaster*. — *Hereditas* 48: 612—618.
57. RUDNER, R. and BALBINDER, E. 1960. Reversions induced by base analogues in *Salmonella typhimurium*. — *Nature* 186: 180.
58. SANDERSON, K. E. and DEMEREC, M. 1965. The linkage map of *Salmonella typhimurium*. — *Genetics* 51: 897—913.
59. SILAGI, S. 1962. A genetical and embryological study of partial complementation between lethal alleles at the T locus of the house mouse. — *Developmental Biology* 5: 35—67.
60. SMITH, D., PATAU, K., THERMAN, E., INHORN, S. L. and DE MARS, R. I. 1963. The D<sub>1</sub> trisomy syndrome. — *Journ. of Pediatrics* 62: 326—341.
61. STAHL, F. W., EDGAR, R. S. and STEINBERG, J. 1964. The linkage map of bacteriophage T4. — *Genetics* 50: 539—552.

62. STENT, G. 1963. *Molecular biology of bacterial viruses*. — San Francisco.
63. TAYLOR, J. H. (editor). 1965. *Selected papers on molecular genetics. A collection of reprints with introductory material*. — New York and London. 649 pp.
64. TJIO, J. H. and LEVAN, A. 1956. The chromosome number of man. — *Hereditas* 42: 1—6.
65. WATSON, J. D. 1965. *Molecular biology of the gene*. — New York and Amsterdam. 494 pp.
66. WATSON, J. D. and CRICK, F. H. C. 1960. The structure of DNA. — Pp. 193—208 in *Stent, G. S. (editor). Papers on bacterial viruses*. Boston and Toronto. 521 pp.
67. WEIDEL, W. 1964. *Virus und Molekularbiologie*. — Berlin. 159 pp.
68. WESTERGAARD, M. 1960. Chemical mutagenesis as a tool in macromolecular genetics. — *Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Med. Kl. Erwin-Baur-Gedächtnisvorlesungen I, 1959*. Pp. 30—44.
69. WHITTINGHILL, M. 1965. *Human genetics and its foundations*. — New York and London. 431 pp.
70. WITTMAN, H. C. 1963. Übertragung der genetischen Information. — *Naturwissenschaften*, H. 3, pp. 76—88. (Comprehensive bibliography.)
71. WOLFF, S. 1963. *Radiation-induced chromosome aberrations*. — New York and London. 304 pp.
72. YANOFSKY, C., CARLTON, B. C., GUEST, J. O., HELINSKI, D. R. and HENNING, U. 1964. On the colinearity of gene structure and protein structure. — *Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.*, 51: 266—272.
73. YUNIS, J. J. 1965. *Human chromosome methodology*. — New York. 258 pp.



STUDIES ON THE VARIATION IN CONTENT  
AND PRODUCTION OF NITROGEN AND  
SOME ESSENTIAL AMINO ACIDS  
IN FORAGE PLANTS

IV. Observations on variation and inheritance of tryptophan  
content in meadow fescue clones

IV. *Observasjoner over variasjon og nedarving av tryptophan-  
innholdet i kloner av engsvingel.*

BY

K. J. FRANDSEN

D.L.F. & F.D.B. Plant Breeding Station, Øtoftegaard, Taastrup, Denmark.

CONTENTS

	Page
Introduction .....	187
Materials and Methods .....	188
Results .....	190
Discussion and Conclusion .....	200
Summary .....	203
Sammendrag .....	203
Acknowledgment .....	203
Literature .....	203

Introduction

The growing interest in the quality of forage raises several problems in connection with the breeding of forage plants.

These problems concern the definition of the term *quality*, which varies with the specific use of the plants, and also the variation, especially the genotypic variation, in the characters of the plants that causes increased quality.

The main problem is often to combine improved quality, e.g. an increased content of a valuable substance, with high productivity of the plants in order to insure that the production of the valuable substance becomes optimal from an economical point of view.

Although the variation and inheritance of yield characters and other quantitative features of crop plants has been the subject of numerous investigations during the last decades, our knowledge is still rather meagre, the reason being, no doubt, that the genotypic background of these characters is complicated and the methods of investigation at best still unsatisfactory. Moreover, the necessity of large plant materials and exact methods of measurement make such investigations very expensive. The fact that most of these characters are strongly influenced by environment complicates the research even more.

In studies of the variation and inheritance of yield characters it has often been considered desirable to divide the main character, e.g. yield, into components, which may be more or less well-defined, and then to study the variation and inheritance of these components separately (e.g. FRANKEL, 2).

The content of protein and soluble carbohydrates as well as the digestibility of these substances are considered as important factors. However, a well-defined index of the quality of forage plants, has not been formulated. A proper balance between protein and carbohydrate is generally stressed.

In investigations on the variation of protein content and protein production of a number of pasture plant species carried out at our station during the last decade the components considered were crude protein and the amino acids tryptophan, methionine, lysine, histidine and arginine. This paper presents results from these investigations concerning the variation and inheritance of tryptophan in one of our important forage grasses: meadow fescue, *Festuca pratensis*.

### Materials and methods

Seven clones of meadow fescue, *Festuca pratensis*, which were combined in a complete diallel cross in 1956 with the aim of studying the variation and inheritance of certain quantitative characters, such as plant weight, time of ear emergence, time of flowering, number of stems, plant height, leaf width, growth type, dry matter percentage and dry matter yield, were also used for analysis of protein and the amino acid tryptophan. A preliminary report was written by AA. MUNK and used as a thesis for the licentiate of agronomy (11).

Five of these clones were offspring plants derived from a diallel cross between 18 clones, which formed the basis of the strain Øtofte. The 18 clones were offspring plants from crosses between plants of earlier elites of Øtofte-origin and one clone, marked g, that was found in an old pasture in the northern part of Jutland. Two clones came from the strains of Hinderupgaard and Mimer respectively.

A complete diallel cross between the seven clones was made three times during the years 1956 to 1962 and the offspring was tested. The first set of diallel offspring was produced in 1956 by isolating pairs of potted plants in pergamyn bags and placed in green houses. Similarly, parts of the clones were isolated for self-pollination. Offspring from crosses and selfings were sown in boxes. From each reciprocal progeny 60 plants were divided into four tillers, two of which were planted in the field in separate progeny plots at two localities (Øtoftegaard, Zealand, and St. Lundgaard, Jutland). At both localities the offspring plants were placed as spaced plants with distances between plants and rows of 40 and 60 cm respectively.



During the spring and early summer of 1957 the plants developed stems and went through the stages of ear emergence and early flowering. Observations concerning several characters were made on single-plant basis in this first crop.

The second cut was taken on plot basis (of 60 plants each). In this trial the seven parent clones served as clonal plots with  $6 \times 2$  plants. The experimental design and the treatment of the plant material is described in detail by MUNK (11).

In the second cut, 1957, green-weight, dry matter percentage, dry matter yield as well as content of crude protein and tryptophan were determined.

The second replicate of the diallel cross was made on a somewhat larger scale in isolation green house (ventilated with filtered air) in 1958. The clones were planted for pair crosses and selfings in cabins, using one cabin ( $3 \times 3$  meters) for each pair cross and two cabins for selfpollination of each clone. The number of plants per cabin was 70 (35 per clone in pair cross cabins). Sufficient seed was harvested from the selfed clones to sow two 10 sq.m-plots, one of which was placed in field trial at Øtoftegaard and one at St. Lundgaard. Similarly, one plot of each of the combined reciprocal progenies from the pair crosses was sown at both localities. One plot of 10 sq.m was added containing each parent clone divided vegetatively into tillers and planted in dense stand. For comparison, to each four plots one standard plot of the strain Øtofte II was sown. The trial was laid out without a cover crop and harvested during 1960 and 1961, taking three and four cuts respectively.

From each of these seven cuts, in which the green weight was determined, samples were taken for dry matter, and, at Øtoftegaard only, for crude protein and tryptophan analysis.

A third replicate of the diallel cross between the seven clones was made in 1959, this time on a larger scale by planting the clones pairwise in the field, in plots containing 120 plants of each clone. Around the plots belts of 1 meter's width were sown with winter wheat. Each parent clone was planted in a similar plot left for open pollination. It was realized that the isolation was far from satisfactory, however the crossing plots were expected to yield a comparatively high percentage of pair cross seed. From these plantings enough seed was harvested to sow progeny testing trials with five replicates of 10 sq.m plots at two localities, Øtoftegaard and St. Lundgaard. In these progeny tests the offsprings by open pollination were also included. The offsprings were sown under a cover crop of barley in the spring of 1960 and harvested during 1961 and 1962. In each year four and three cuts respectively were taken and green-weight, dry matter percentage and protein content were determined. Samples from the trial at Øtoftegaard were analysed for tryptophan content. The experimental design was Lindhard's "række metode" (LINDHARD 7).

The plant material in all three progeny tests was fertilized according to normal standard: c. 1000 kilogrammes of nitrate of lime (15 % N), c. 300 kgs superphosphate (7.8 %  $P_2O_5$ ) and c. 300 kgs of potassium (40 %  $K_2O$ ) per ha per year.

Samples for dry matter and protein determination were taken from the plots, cut and oven-dried at  $80^\circ C$  for 16 to 18 hours. The determination of crude protein was done by Kjeldahl analysis, and tryptophan was determined according to the method described by LORENZO-ANDREU & FRANSEN (9).

## Results

The analyses of samples from the second cut of the seven clones grown at two localities in 1957 showed some variation as to the content of crude protein and considerable variation as to tryptophan content in terms of percentage of dry matter as well as percentage of tryptophan-nitrogen in total nitrogen. Table 1 lists both percentages as well as the percentage of crude protein and dry matter.

Table 1. *Diallel cross with 7 clones of meadow fescue, Østoftegaard 1957. Average values for percentage of dry matter, nitrogen percentage of dry matter, tryptophan percentage of dry matter and tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen. Second cut.*

Clone no:	Dry matter percentage:			Nitrogen percentage of dry matter:		
	Clone:	S.O.:	P.C.:	Clone:	S.O.:	P.C.:
1	28.15	28.44	27.88	2.53	2.45	2.58
2	27.78	28.62	27.66	2.42	2.50	2.52
3	26.59	28.99	27.49	2.62	2.60	2.59
4	27.58	28.76	27.40	2.51	2.45	2.57
5	25.69	27.63	27.14	2.49	2.63	2.56
6	30.18	29.42	27.98	2.41	2.41	2.49
7	31.52	29.65	28.66	2.54	2.56	2.62
	Tryptophan percentage of dry matter:			Tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen:		
1	0.844	0.970	1.011	4.59	5.44	5.36
2	0.751	0.953	0.965	4.28	5.24	5.31
3	0.604	1.149	0.961	3.19	6.07	4.93
4	0.739	1.083	0.963	4.07	6.10	5.02
5	0.675	0.826	0.946	3.73	4.32	5.20
6	1.115	1.391	1.175	6.36	7.93	6.24
7	0.868	1.060	1.014	4.70	5.70	5.27

S.O. = Offspring by selfing,

P.C. = Average of offspring by diallel pair crosses.

The tryptophan content of dry matter varies between c. 0.6 and c. 1.3 per cent, the tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen ranges between c. 3.2 and 7.9\*. The three clones, nos. 6, 1 and 7, show relatively high values for tryptophan content, whereas the clones nos. 3, 4 and 5 are low in tryptophan. The table shows average values for clones, offspring by selfing and offspring from the diallel pair crosses, and the agreement between clones and their offspring is evident. Some variation in both dry matter and nitrogen (or crude protein = nitrogen percentage  $\times$  6.25) is seen; the clones 6, 1 and 7

\* These values for tryptophan content were among the first to be obtained by the Roth and Schuster-method of analysis, as described by Lorenzo-Andreu and Frandsen. The values were considered rather high, giving however a correct picture of the relations between plants. After a more recent adjustment of the extinction curve, the results correspond with the values generally obtained by other methods, and a recent comparison with values obtained in identical samples by a method developed by B. Eggum (in press. Act. Agr. Scand.), Dept. of Animal Phys. Res. Inst. for Animal Husbandry, Copenhagen, based upon a basic hydrolysis and separation on an ion resin column gave very satisfactory results.

are relatively high in dry matter, whereas the variation in nitrogen content is very small, though statistically significant.

Tables 2, 3 and 4 contain the values for nitrogen content, tryptophan percentage of dry matter and tryptophan nitrogen of total nitrogen for the clones, their selfed offsprings and average values of all diallel reciprocal crosses, each represented by four replicate samples, two from Øtoftegaard (Ø. 1 and 2) and two from St. Lundgaard (L. 1 and 2), as well as the array means.

Table 2. *Diallel cross with 7 clones of meadow fescue, progeny test 1957.*  
*Nitrogen percentage of dry matter.*

Ø. 1 P 1	2.29	2.08	2.54	2.36	2.13	2.18	2.40	
. 2	2.25	2.17	2.41	2.36	2.27	2.20	2.17	
L. 1	2.77	2.70	2.74	2.56	2.81	2.70	2.62	
. 2	2.80	2.72	2.77	2.74	2.74	2.55	3.07	
Clone no:	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{r}$
P 2	2.42	2.45	2.53	2.70	2.58	2.53	2.81	1 2.57
	2.44	2.40	2.29	2.38	2.58	2.40	2.60	2.44
	2.44	2.65	2.72	2.73	2.68	2.67	2.70	2.66
	2.49	2.70	2.56	2.75	2.54	2.74	2.73	2.65
		2.39	2.46	2.57	2.53	2.40	2.48	2 2.47
		2.42	2.42	2.50	2.42	2.32	2.40	2.41
		2.53	2.58	2.58	2.52	2.59	2.70	2.59
		2.65	2.46	2.43	2.55	2.60	2.83	2.60
			2.57	2.64	2.66	2.42	2.78	3 2.58
			2.61	2.55	2.50	2.58	2.67	2.52
			2.60	2.68	2.65	2.67	2.71	2.66
			2.61	2.71	2.62	2.50	2.88	2.62
				2.35	2.75	2.51	2.63	4 2.59
				2.30	2.43	2.43	2.38	2.42
				2.71	2.70	2.48	2.62	2.64
				2.44	2.62	2.60	2.64	2.60
					(2.42)	2.32	2.67	5 2.56
					(2.59)	2.23	2.38	2.45
					(2.50)	2.45	2.57	2.58
					(3.01)	2.59	2.69	2.66
						2.45	2.55	6 2.45
						2.41	2.28	2.38
						2.35	2.67	2.55
						2.43	2.65	2.59
							2.45	7 2.62
							2.44	2.45
							2.62	2.66
							2.72	2.74

Ø. = Øtoftegaard repl. 1 and 2, L. = Lundgaard repl. 1 and 2

P 1 = clones, P 2 = diallel cross offsprings.

Diagonal row = offsprings by selfing. Array means ( $\bar{r}$ ) in column to the right.

Table 3. *Diallel cross with 7 clones of meadow fescue, progeny test 1957.*  
*Tryptophan percentage of dry matter.*

Ø. 1 P 1	0.783	0.647	0.633	0.693	0.573	1.073	0.788	
. 2	0.779	0.714	0.635	0.788	0.646	0.966	0.724	
L. 1	0.908	0.835	0.591	0.716	0.719	1.252	0.990	
. 2	0.904	0.809	0.556	0.760	0.763	1.169	0.970	
Clone no:	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{r}$
P 2	0.950	1.072	0.837	1.044	0.969	1.303	1.094	1 1.038
	0.978	1.016	0.822	0.881	1.016	1.300	0.991	1.000
	0.966	1.041	0.878	0.919	0.912	1.272	0.978	0.995
	0.987	1.091	0.866	0.947	0.866	1.356	0.966	1.011
		0.916	0.900	0.978	0.919	1.087	1.037	2 0.987
		0.944	0.897	1.003	0.906	1.062	1.006	0.976
		0.922	0.825	0.834	0.862	1.062	1.028	0.939
		1.031	0.806	0.922	0.844	1.181	1.037	0.957
			1.166	0.841	0.969	1.122	1.006	3 0.977
			1.309	0.841	0.962	1.231	1.006	1.010
			1.116	0.875	0.894	1.084	0.925	0.942
			1.003	0.844	0.922	0.984	0.981	0.915
				1.113	1.009	1.016	0.888	4 0.984
				1.137	0.966	1.053	0.900	0.969
				1.069	0.925	0.975	0.947	0.935
				1.013	1.000	1.134	0.872	0.962
					(0.831)	1.097	0.969	5 0.966
					(0.766)	1.103	0.972	0.956
					(0.766)	1.137	0.869	0.909
					(0.941)	1.106	0.987	0.952
						1.453	1.234	6 1.187
						1.414	1.128	1.184
						1.372	1.203	1.158
						1.328	1.113	1.172
							1.059	7 1.041
							1.109	1.016
							0.950	0.986
							1.122	1.011

Ø. = Øtoftegaard repl. 1 and 2, L. = Lundgaard repl. 1 and 2.

P 1 = Clones, P 2 = diallel cross offsprings.

Diagonal row = offsprings by selfing. Array means ( $\bar{r}$ ) in column to the right.

Table 4. *Diallel cross with 7 clones of meadow fescue, progeny test 1957.*  
*Tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen.*

Ø. 1 P 1	4.69	4.26	3.42	4.03	3.69	6.74	4.50	
. 2	4.75	4.51	3.61	3.22	3.90	6.02	4.58	
L. 1	4.49	4.24	2.96	3.84	3.51	6.33	5.18	
. 2	4.43	4.08	2.75	3.80	3.82	6.27	4.33	
Clone no:	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{F}$
P 2	5.38	6.00	4.54	5.29	5.15	7.03	5.33	1 5.52
	5.50	5.79	4.92	5.07	5.38	7.41	5.23	5.61
	5.43	5.35	4.43	4.62	4.67	6.51	4.97	5.13
	5.44	5.51	4.64	4.72	4.68	6.78	4.85	5.20
		5.26	5.02	5.22	4.98	6.20	5.72	2 5.48
		5.35	5.08	5.48	5.14	6.25	5.75	5.56
		5.00	4.38	4.43	4.69	5.59	5.22	4.97
		5.32	4.49	5.20	4.54	6.23	5.01	5.05
			6.18	4.37	5.00	6.32	4.98	3 5.19
			6.85	4.52	5.28	6.51	5.16	5.47
			5.88	4.48	4.63	5.54	4.68	4.86
			5.24	4.27	4.82	5.40	4.67	4.79
				6.46	5.01	5.53	4.63	4 5.21
				6.73	5.45	5.92	5.18	5.49
				5.38	4.70	5.39	4.96	4.86
				5.65	5.22	5.96	4.53	5.07
					4.71	6.46	4.98	5 5.18
					4.05	6.77	5.60	5.35
					4.20	6.32	4.64	4.83
					4.29	5.83	5.03	4.91
						8.12	6.62	6 6.61
						8.04	6.75	6.80
						8.00	6.17	6.19
						7.48	5.73	6.17
							5.91	7 5.41
							5.80	5.67
							4.97	5.06
							5.62	5.03

Ø. = Øtoftegaard repl. 1 and 2, L. = Lundgaard repl. 1 and 2.

P 1 = Clones, P 2 = diallel cross offsprings.

Diagonal row = offsprings by selfing. Array means ( $\bar{F}$ ) in column to the right.

The four sets of figures demonstrate the remarkable agreement between replicates and between the two localities.

The results of analysis of samples from the second and third replicates of the diallel cross are found in the tables 5, 6 and 7.

Table 5. *Second and third diallel cross with 7 meadow fescue clones. Progeny test 1960-61 and 1961-62, Østoftegaard. Nitrogen and tryptophan percentage of dry matter. Average values from seven cuts.*

Clone no:	Nitrogen percentage of dry matter				
	1960-61			1961-62	
	Cl.	S.O.	C.O.	O.P.	C.O.
1	3.06	2.96	3.07	2.53	2.32
2	3.09	3.20	3.02	2.46	2.33
3	3.03	3.21	3.01	2.38	2.31
4	3.03	3.13	2.99	2.34	2.33
5	3.01	3.17	2.97	2.25	2.34
6	2.92	2.96	2.98	2.30	2.31
7	3.40	2.95	3.03	2.47	2.34
	Tryptophan percentage of dry matter				
1	1.068	1.049	0.943	0.855	0.791
2	0.964	1.001	0.899	0.831	0.778
3	0.869	0.904	0.851	0.784	0.749
4	0.880	1.017	0.881	0.747	0.764
5	0.898	0.967	0.868	0.723	0.784
6	1.010	1.058	0.897	0.806	0.803
7	0.994	0.959	0.893	0.668	0.873

Table 6. *Second diallel cross with 7 clones of meadow fescue. Progeny test, Østoftegaard 1960-61. Tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen.*

Clone no:	Year cuts	1960			1961				Mean		
		1	2	3	1	2	3	4	Cl.	S.O.	C.O.
1	Cl. ....	5.14	4.73	4.25	2.76	5.60	5.80	5.03	4.76	4.81	4.21
	S.O. ..	4.81	4.74	5.33	2.96	5.46	5.39	4.97			
	C.O. ..	4.33	4.35	4.73	2.81	4.37	4.49	4.40			
2	Cl. ....	4.76	4.21	5.05	3.08	4.41	3.91	4.51	4.28	4.30	4.10
	S.O. ..	4.80	4.11	4.54	2.82	4.52	4.17	5.16			
	C.O. ..	4.61	4.19	4.41	2.81	3.82	4.44	4.39			
3	Cl. ....	4.95	3.64	4.16	2.54	3.45	3.98	4.83	3.94	3.86	3.88
	S.O. ..	4.42	3.81	4.36	2.69	4.00	3.24	4.52			
	C.O. ..	4.09	4.00	3.99	2.95	3.80	4.12	4.17			
4	Cl. ....	4.95	3.79	4.45	2.65	3.89	4.17	4.44	4.05	4.47	4.09
	S.O. ..	4.95	4.51	4.92	2.61	4.42	5.06	4.78			
	C.O. ..	4.72	4.08	4.44	2.91	3.93	4.30	4.25			
5	Cl. ....	4.60	3.66	5.32	3.07	4.02	3.87	4.27	4.12	4.15	4.03
	S.O. ..	4.00	4.24	4.85	2.66	4.19	4.74	4.38			
	C.O. ..	4.54	4.06	4.30	2.87	3.75	4.31	4.35			
6	Cl. ....	5.13	4.05	4.85	3.04	5.09	5.67	4.84	4.68	4.85	4.17
	S.O. ..	4.39	4.54	5.26	3.04	5.44	6.33	4.99			
	C.O. ..	4.62	4.25	4.45	2.73	4.12	4.67	4.36			
7	Cl. ....	—	3.93	4.45	2.51	3.99	4.58	4.43	3.98	4.41	4.08
	S.O. ..	4.06	4.39	4.98	2.67	5.00	5.06	4.70			
	C.O. ..	4.33	4.21	4.50	2.77	3.88	4.47	4.36			

Cl. = Clone.

S.O. = Offspring by selfing.

C.O. = Average of offspring by diallel pair crosses.

Table 7. *Third diallel cross with 7 clones of meadow fescue. Progeny test, Østfegaard 1961-62. Tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen.*

Clone no:	Year cuts	1961				1962			Mean	
		1	2	3	4	1	2	3	O.P.	C.O.
1	O.P. ....	4.67	5.71	4.65	5.01	4.39	5.15	4.31	4.84	4.61
	C.O. ....	4.53	4.79	4.41	3.57	4.36	5.70	4.88		
2	O.P. ....	4.86	5.23	4.40	4.62	4.17	5.46	4.12	4.69	4.60
	C.O. ....	4.56	5.04	4.45	4.13	4.21	5.35	4.46		
3	O.P. ....	4.67	4.62	3.92	6.47	4.27	4.69	3.74	4.63	4.47
	C.O. ....	4.47	5.02	4.09	4.15	4.26	5.11	4.20		
4	O.P. ....	4.40	4.70	3.80	4.92	4.26	4.77	4.12	4.44	4.50
	C.O. ....	4.35	5.06	4.33	4.04	4.27	5.06	4.38		
5	O.P. ....	4.07	5.02	3.77	4.44	4.30	5.24	4.14	4.43	4.54
	C.O. ....	4.35	5.04	4.41	4.65	4.22	4.80	4.32		
6	O.P. ....	4.39	5.31	4.63	5.06	4.57	5.45	4.46	4.84	4.77
	C.O. ....	4.41	5.69	4.75	4.51	4.37	5.42	4.26		
7	O.P. ....	4.31	4.80	4.42	4.63	4.44	5.56	5.33	4.78	4.58
	C.O. ....	4.40	5.00	4.51	4.51	4.25	5.15	4.27		

O.P. = Offspring by open pollination.

C.O. = Average of offspring by diallel pair crosses.

Here the nitrogen and tryptophan percentages are averaged over cuts (3 + 4 in 1960 and 1961, and 4 + 3 cuts in 1961 and 1962 respectively). The tryptophan-nitrogen percentages of total nitrogen are shown in tables 6 and 7 for the progeny tests in 1960-61 and 1961-62 respectively. Tables 6 and 7, showing the values for each cut, demonstrate the variation between cuts. As the variation in nitrogen content is rather small, and not being considered in detail here, and that of the tryptophan percentage of dry matter by and large parallels that of the tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen, only average values for these two characters are shown. A statistical analysis revealed highly significant differences between clones.

The results of the repeated progeny tests (tables 5, 6 and 7) clearly show that the tryptophan content of clones 6 and 1 is high, that of clone 7 rather high, whereas that of clones 3, 4 and 5 in most cases show low values. Thus, the results of the first progeny test in 1957, based upon individual spaced plants, were fairly well reproduced on the basis of more extensive field trials sampling plots with plants in dense stand.

The last two progeny tests, like the first one, show agreement between analyses of the clones and their offspring by selfing and crosses indicating that differences in tryptophan content, whether measured as percentage of dry matter or tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen, are inherited from parents to offspring.

The tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen is used here as an index of the protein quality in regard to tryptophan. This value multiplied by the factor 1.166 corresponds to grammes of tryptophan per 100 grammes of protein or per 16 grammes of nitrogen.

An investigation of the general and specific combining ability of the seven clones revealed significant differences between the plants. Calculation of the combining ability values was made according to the formulas applied by GRIFFING (3) and OPSAHL (12).

Tables 8 and 9 present estimates of general combining ability of tryptophan content associated with each clone, calculated on the basis of dry matter and protein respectively.

Table 8. *Estimates of general combining ability ( $\times 100$ ) for tryptophan percentage of dry matter. Diallel cross with 7 clones of meadow fescue, progeny test, Østfegaard 1957, 1960-61 and 1961-62.*

Clone no:	Year and replicate: 1957 (2. cut):							mean:
	1	2	3	4				
1	13.1	0.1	2.6	2.3				4.5
2	-5.8	-2.1	-3.2	-1.2				-3.1
3	-11.1	-4.3	-6.0	-9.1				-7.6
4	-9.4	-6.2	-6.1	-3.9				-6.4
5	-6.8	-1.5	-4.1	-3.8				-4.1
6	8.6	14.3	14.8	15.4				13.3
7	11.6	-0.2	1.8	0.1				3.3
	Year and cut: 1960-61:							
	1	2	3	1	2	3	4	mean:
1	-3.2	10.7	11.2	0.0	8.4	3.6	6.7	6.0
2	2.9	0.5	1.9	1.2	-0.2	2.5	-2.2	0.9
3	-6.4	1.2	-6.8	2.4	-8.4	-9.2	-0.4	-3.9
4	2.5	-1.8	0.2	0.9	-2.9	-4.5	-0.9	-0.9
5	3.0	-5.7	-4.6	0.4	-4.4	-2.0	-1.8	-0.7
6	2.9	-1.7	-4.6	-2.4	5.9	4.8	0.0	0.7
7	-1.3	-1.9	3.1	-2.8	1.6	4.6	-1.4	0.3
	1961-62:							
	1	2	3	4	1	2	3	mean:
1	1.4	-3.4	2.0	-4.6	1.2	2.6	9.6	1.3
2	4.4	-3.6	3.7	-3.6	-0.4	-1.5	0.3	-0.1
3	-1.3	-0.4	-5.3	-4.6	-3.6	-1.4	-4.4	-3.0
4	-2.1	0.9	-3.3	-5.7	1.0	-0.4	-0.9	-1.5
5	-0.4	-2.1	-2.3	13.6	1.6	-6.0	-0.8	0.5
6	-0.8	7.4	4.5	4.1	-0.8	4.9	-2.3	2.4
7	-1.3	0.9	0.4	0.4	1.2	1.8	-1.7	0.2

The two sets of values in tables 8 and 9 agree, demonstrating that in this material the variation in tryptophan content greatly exceeds the variation in nitrogen content. The clones nos. 6 and 1 have a relatively high positive general combining ability, whereas the clones 3, 4 and 5 have a negative general combining ability value.

The analyses of variance for general combining ability estimates clearly show the significance of differences caused by clones (1957,  $P < 0.0005$ , 1960-61,  $P < 0.005$ , 1961-62,  $0.10 < P < 0.30$ ). The progeny tests of 1957 and 1960-61 demonstrated the clonal differences more clearly than the test of 1961-62, as might be expected.



Table 9. *Estimates of general combining ability ( $\times 100$ ) for tryptophan nitrogen percentage of total nitrogen. Diallel cross with 7 clones of meadow fescue, progeny test Østfegaard 1957, 1960-61 and 1961-62.*

Clone no:	Year and replicate: 1957 (2. cut):							mean:
	1	2	3	4				
1	11.0	-1.0	-2.0	4.0				3.0
2	7.0	-6.0	-10.0	1.0				-2.0
3	-42.0	-40.0	-36.0	-43.0				-40.3
4	-44.0	-38.0	-29.0	-16.0				-31.8
5	-19.0	-5.0	-17.0	-12.0				-13.3
6	93.0	97.0	89.0	85.0				91.0
7	-8.0	-4.0	5.0	-17.0				-6.0
	Year and cut: 1960-61:							
	1	2	3	1	2	3	4	mean:
1	-20.6	19.7	30.6	-2.5	41.6	9.0	7.8	12.2
2	12.1	6.9	6.4	-2.3	-13.7	3.8	6.0	2.7
3	-42.6	-10.1	-38.9	11.7	-15.2	-27.8	-15.2	-19.7
4	21.9	-13.3	4.1	7.2	-2.7	-10.5	-7.7	-0.1
5	17.4	-10.8	-11.8	3.8	-19.7	-8.8	2.7	-3.9
6	19.9	3.7	-0.3	-11.0	16.9	27.0	3.2	8.5
7	-8.1	3.9	9.9	-7.0	-7.2	7.0	3.3	0.3
	1961-62:							
	1	2	3	4	1	2	3	mean:
1	9.6	29.8	-0.8	-65.4	8.4	4.7	4.8	2.4
2	12.0	-5.5	3.2	-9.2	-6.4	12.0	6.9	1.9
3	3.4	-7.2	-33.3	-7.2	-1.6	-11.4	-19.2	-10.9
4	-9.2	-2.8	-9.4	-18.2	-1.0	-16.3	-1.9	-8.4
5	-9.0	-5.6	-0.8	-42.7	-5.5	-42.8	-7.7	-4.1
6	-2.7	59.7	32.4	29.0	9.0	19.1	-13.5	19.0
7	-4.2	-8.9	8.6	28.4	-3.1	-7.2	-13.0	0.1

Estimates for specific combining ability were calculated similarly for the three progeny tests. Table 10 shows the figures for specific combining ability of the 1957-test.

The analysis of the variance for all three progeny tests indicates a significant variance of clone combinations in all three cases (1957,  $P < 0.0005$ , 1960-61,  $P < 0.0005$ , 1961-62,  $0.05 < P < 0.10$ ). The individual estimates for specific combining ability, however, do not correspond in all cases when comparing the three progeny tests; agreement is found, however, in 9 out of 21 cases. The disagreement may be ascribed to experimental error and possibly also to interaction between pair cross offsprings and cuts/years.

MUNK (11) treated his data on the different quantitative characters by the method for analysing diallel crosses developed by JINKS (5), HAYMANN (4) and DICKINSON and JINKS (1). He included the first data on tryptophan analyses (tryptophan percentage of dry matter) from samples of the second cut taken in 1957. Fig. 1 shows the  $\bar{W}_r$ ,  $V_r$  diagram made on the basis of mean values from the four replicates.

Table 10. Estimates of specific combining ability ( $\times 100$ ) for tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen calculated for each replicate from progeny test after diallel cross with 7 meadow fescue clones 1957.

Clone no:	2	3	4	5	6	7
1	36	-61	18	-23	57	-15
	22	-33	-19	-20	81	-38
	45	-25	-13	-57	61	-12
	24	-12	-31	-39	74	-17
2		-9	13	-36	-25	29
		-11	28	-41	-29	19
		-21	-23	-10	-22	21
		-20	21	-50	22	4
3			-23	15	39	0
			-36	7	32	-5
			7	10	-22	-7
			-30	23	-17	12
4				20	-40	-31
				20	-30	-5
				10	-27	14
				37	14	-29
5					29	-21
					21	3
					59	-20
					-2	17
6						33
						20
						18
						-7

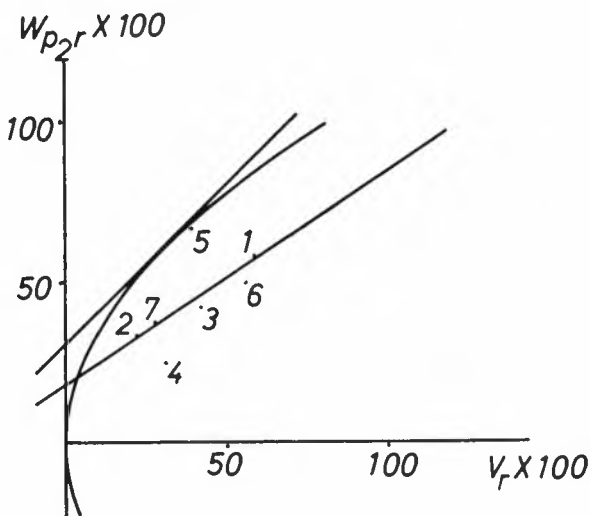


Fig. 1. ( $W_r$ ,  $V_r$ ) diagram for tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen. Diallel cross 1957.

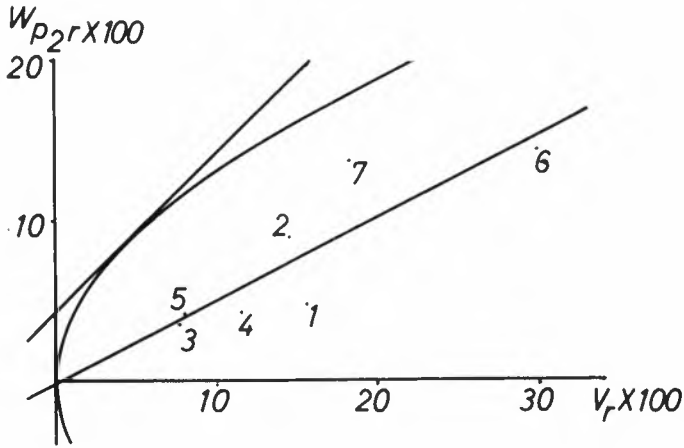


Fig. 2. ( $W_r$ ,  $V_r$ ) diagram for tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen. Diallel cross 1960-61.

In regard to various characters, such as early growth, growth type, date of ear emergence, and leaf width, Munk concluded that the  $W_r$ ,  $V_r$  diagrams indicated complete dominance. Yield characters such as plant height, weight of individual plants, green weight, dry matter percentage, dry matter yield, as well as crude protein yield and tryptophan yield, all showed complete dominance or, in some cases, suggested over-dominance, which, however, might be explained by interaction between non-allelic genes.

The tryptophan percentage of dry matter, according to Munk, showed complete dominance, but no evidence of interaction between non-allelic genes.

The position of the clones on the regression line, which according to the hypothesis of Jinks and Haymann, indicates the relative proportion of dominant and recessive genes in the parents, varied, and Munk found that his data were not conclusive as to the relative proportion of dominant and recessive genes in the seven clones.

The data, however, show that the clones 6 and 1 in all four cases are found in the upper part of the regression line, indicating that they carry a higher proportion of recessive genes than the other clones. This seemed to be supported by the data from the following two replicates of the diallel cross 1960-61 and 1962).

$W_r$ ,  $V_r$  diagrams were made for all seven cuts of the 2 tests. (By the diallel cross made in the field in 1959 the parent clones were not selfed, and for calculation of the co-variance between parents and offsprings the parents were represented by offsprings from open pollination.)

Fig. 2 is a diagram of the mean values from 1960-61. As it was impossible to include all diagrams (a total of 18 for each character) in the present paper, the constants from the  $W_r$ ,  $V_r$  functions for tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen are shown in table 11.

Table 11. *Constants from  $W_r$ ,  $V_r$  functions for tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen.*

a = point of cut between regression line and ordinate,  
 p = parameter for parabola,  
 b = slope of regression lines,  
 $s_b$  = standard deviation of slope.

Trial:	Repl. or Cut:	a	p	b	$s_b$
1957	Ø. 1 . . . .	27.13	122.38	0.33	0.34
	Ø. 2 . . . .	6.30	165.29	0.75	0.41
	L. 1 . . . .	19.67	143.60	0.81	0.24
	L. 2 . . . .	9.74	91.39	0.86	0.25
1960—61	1—60	— 1.14	14.17	0.20	0.16
	2—60	1.60	9.58	0.16	0.21
	3—60	— 6.57	12.41	0.78	0.22
	1—61	0.78	2.75	—0.25	0.15
	2—61	— 3.22	34.56	0.92	0.14
	3—61	14.99	93.94	0.34	0.31
	4—61	— 5.97	7.67	1.09	0.39
1961—62	1—61	— 1.10	7.14	0.61	0.14
	2—61	0.76	14.89	0.11	0.27
	3—61	1.46	14.90	0.57	0.19
	4—61	—46.10	46.05	0.79	0.45
	1—62	— 0.92	1.79	0.45	0.09
	2—62	— 4.71	11.80	0.40	0.29
	3—62	—18.66	24.81	1.53	0.37

As might be expected, the diagrams vary considerably, as demonstrated by the variation between regression coefficients. The general trend is that dominance is present and, possibly, as concluded by Munk, complete dominance. The data, however, do not allow an exact estimate of the degree of dominance.

As to the position of the clones on the regression line, the diagrams again show variation. It is, however, worthy of note that in a majority of cases (13 of 18) clones 6 and 1 are found in the upper part, whereas the clones 3, 4 and 5 are generally found in the lower part of the line.

### Discussion and conclusion

Analyses of samples from seven clones of meadow fescue and their offspring from a complete diallel cross indicate that there is a slight variation in crude protein content, and considerable differences in the content of tryptophan.

Similar differences have been found on strain level. Two strains, Fero Øtofte and Øtofte II, were sown as standards in a field trial with progenies from top-crosses and diallel crosses at Øtoftegaard 1961 to 1962. In this case no difference in crude protein content was observed (table 12).

Table 12. *Nitrogen and tryptophan content of two varieties of meadow fescue. Trial 1961-62, Øtoftegaard.*

Year and cut:	Variety:	Øtofte II:	Fero Øtofte:
	Nitrogen percentage of dry matter:		
1961,	1. cut.....	1.78	1.80
	2. " .....	2.28	2.32
	3. " .....	2.84	2.87
1962,	1. cut.....	2.65	2.46
	2. " .....	2.23	2.28
	3. " .....	2.81	2.64
Tryptophan percentage of dry matter:			
1961,	1. cut.....	0.589	0.647
	2. " .....	0.812	1.233
	3. " .....	0.911	1.211
1962,	1. cut.....	0.850	0.853
	2. " .....	0.837	1.191
	3. " .....	0.913	1.098
Tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen:			
1961,	1. cut.....	4.53	4.93
	2. " .....	4.91	7.29
	3. " .....	4.41	5.71
1962,	1. cut.....	4.42	4.77
	2. " .....	5.16	7.19
	3. " .....	4.46	5.71

The strain Fero Øtofte, however, showed a significantly higher content of tryptophan in the second and third cuts of both trial years, corresponding to an extra total yield of 30 kilograms of tryptophan per ha as compared with Øtofte II.

Several investigations have revealed a decrease in crude protein content with advancing development of the plants (e.g. KIVIMÄ 1959, LOPER, SMITH and STAHMANN 1963). Similar results were obtained by the author (unpubl. data) analysing different grass and pasture legume species.

REBER and MACVICAR (1953), (LORENZO-ANDREU and FRANSEN 1964 and the author unpubl. data) have observed that the composition of crude protein also changes with the growth of the plants. Reber and MacVicar demonstrated a general decrease in the content of lysine, valine, leucine, phenylalanine and threonine with increasing development of plants of rye, barley, wheat and oats in the period between early spring growth and early dough stage. The tryptophan curve showed an increase at the beginning of plant development, then a slight drop followed again by an increase and a fall. In contrast to the aforesaid amino acids, glutamic acid increased in the same period.

Similar relationships were found by the author in his investigations of perennial rye grass, cock's foot and red clover. These plants too showed a general tendency of decrease in the content of lysine, histidine, arginine and methionine in dry matter and protein with advancing maturity of the plants,

whereas tryptophan described a curve reminding of the one found by Reber and MacVicar.

Hence, differences in amino acid content may be explained by differences in the developmental stage of the plants sampled. Generally, it is not feasible to disregard such differences, as it is not possible with any exactitude to determine comparable stages of development in different plants.

The investigations of perennial rye grass, cock's foot and red clover also showed that leaves and stems of the plants had different contents of amino acids (10 and unpubl.data) measured on dry matter basis as well as on protein basis, indicating that differences in leafiness may explain part of the differences in the quality of crude protein as measured on samples of whole plants.

The differences in tryptophan content which were demonstrated in the clone material of meadow fescue can be ascribed to differences in developmental stage or, perhaps, in the leaf/stem ratio; however, such differences are probably without significance in this case. Most samples, of individual plants as well as those from cuttings of plots sown with plants in dense stand, were taken from crops consisting, in most cases, solely of leaves. It is true that the first cuts of the trials in 1960 and 1961 were taken at the time of ear emergence and thus contained stems, however the rest of the cuts were from aftermath consisting solely or mainly of leaves.

Scores for early growth, number of stems, and time of ear emergence of the first crop grown as spaced plants in the progeny test in 1957 show significant clonal differences in these characters, which cannot, however, explain the differences in tryptophan content. Thus clone no. 6 was intermediate between clones 3 and 5 as to early growth. Clone 6 came very close to clone 5 in time of ear emergence and obtained scores between clones 4 and 2. In regard to number of stems, clone 6 reached scores between clones 2 and 4 and approximately the same score as clone 3. Hence, the differences found in tryptophan content of the crude protein appear to be caused by other factors, and the leaf protein of these clones apparently had a different composition.

All three replicates of the diallel cross show that clones nos. 1 and 6 carry genes for a comparatively high tryptophan content, that the clones 3, 4 and 5 carry genes for a comparatively low tryptophan content, further, that the general combining ability is high in the former group of clones, low in the latter. The evident variation between cuts is probably due to both error and to actual differences. A more exact determination of these differences might have been made, but only by applying detailed and far more expensive methods of sampling and analysis. In the present case the error variation is a composite of error and variation between cuts.

The analysis of variance for general combining ability in the trial of 1961-62 showed a low significance of differences between clones; it must be kept in mind, however, that pair crosses were carried out in the field without satisfactory isolation between crossing plots, and some pollination from neighbouring plots may have occurred.

The position of the clones along the regression line imply, in spite of the variation, that clones 1 and 6 carry a higher proportion of recessive genes and, correspondingly, clones 3, 4 and 5 a comparatively high proportion of dominant genes for tryptophan content.

The marked differences in general combining ability, however, indicate that a considerable part of the total genic effect is additive.

## Summary

Investigation of the content of nitrogen and tryptophan in seven clones of meadow fescue, *Festuca pratensis*, and their offspring from a diallel cross demonstrated limited differences in nitrogen percentage and considerable heritable variation in the content of tryptophan, whether expressed as percentage of dry matter or as tryptophan-nitrogen percentage of total nitrogen.

The clones showed marked differences in general combining ability for tryptophan content indicating that a considerable part of the total gene-effect was additive. Significant differences in specific combining ability and the  $W_r$ ,  $V_r$  diagrams suggested that dominance was present, the data, however, did not allow an exact estimate of the degree of dominance. The results imply that clones with a high tryptophan content carry a higher proportion of recessive genes for tryptophan content than clones with low tryptophan percentage.

## Sammendrag

Undersøgelse af Kvælstof- og Tryptophanindhold hos syv Kloner af Eng Svingel, *Festuca pratensis*, og deres Afkom efter en diallel Krydsning viste, at der var begrænsede Forskelle i Kvælstofindhold og en betydelig arvelig Variation i Tryptophanindhold baade udtrykt som Procent af Tørstof og som Tryptophan-kvælstof Procent af Totalkvælstof.

Med Hensyn til Tryptophanindhold viste Klonerne store Forskelle i generel Kombinationsværdi, hvilket tyder paa, at en væsentlig Del af den totale Geneffekt er additiv. Signifikante Forskelle i specifik Kombinationsværdi sammenholdt med  $W_r$ ,  $V_r$  diagrammerne antyder Tilstedeværelsen af Dominans, men Materialet tillader ikke en sikker Bedømmelse af Dominansgraden. Resultaterne antyder tillige, at Kloner med høj Tryptophanprocent besad relativt flere recessive Arveanlæg for Tryptofanindhold end Kloner med lavt Tryptophanindhold.

### Acknowledgements:

“The writer is indebted to “Statens Almindelige Videnskabsfond” for financial support and to “DLF & FDBs Fællesudvalg” sponsoring the investigation. Sincere thanks are due to Mrs. B. Uhre for her efficient analytical work, to Mr. H. Fritsen, B. Sc. for valuable help on the statistical treatment of the material, and Mrs. B. Damsgaard-Sørensen for correction of the English translation.”

## Literature

1. DICKINSON, A. G. and J. L. JINKS, 1956. A generalised analysis of diallel crosses. *Genetics* 41: 65—78.
2. FRANKEL, O., 1947. The Theory of Plant Breeding for Yield. *Heredity* 1: 109—120.
3. GRIFFING, B., 1956. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing Systems. *Austr. Journ. Biol. Sci.* 9: 463—493.
4. HAYMAN, B. I., 1954. The Theory and Analysis of Diallel Crosses. *Genetics* 39: 789—809.
5. JINKS, J. L., 1954. The Analysis of Continuous Variation in a Diallel Cross of *Nicotiana rustica* Varieties. *Genetics* 39: 767—788.

6. KIVIMÄ, A., 1959. Chemical Composition and Digestibility of some Grassland Crops with particular Reference to Changes caused by Growth, Season and Diurnal Variation. *Acta Agr. Scand. Suppl.* 5: 1—142.
7. LINDHARD, E., 1921—22. Opgørelse af Markforsøg. *Nord. Jordbr.forskn.* 3—4. Aarg.: 228—232.
8. LOPER, G. M., DALE SMITH and M. A. STAHMANN, 1963. Amino Acid Content of Legumes as Influenced by Species and Maturation. *Crop Sci.* 3: 522—525.
9. LORENZO-ANDREU, A. and K. J. FRANDBSEN, 1960. Studies on the Variation in Content and Production of Nitrogen and some Essential Amino Acids in Forage Plants. I. Method for Determination of Tryptophan in Plant Material for Breeding Purposes. *Acta Agr. Scand.* X: 135—152.
10. LORENZO-ANDREU, A. and K. J. FRANDBSEN, 1964. Studies on the Variation in Content and Production of Nitrogen and some Essential Amino Acids in Forage Plants. III. Determination of Lysine, Histidine, and Arginine in Plant Material.
11. MUNK, Aa., 1961. Biometrisk (polygen) Analyse af diallele Krydsninger og Metodens Anvendelse på et Planteforædlingsmateriale af Eng Svingel-kloner. *Skriftl. Opg. v. Specialkurs.* p 94. Kgl. Vetr. og Landhøjboskoles Bibliotek, København.
12. OPSAHL, B., 1964. Contribution to the Breeding Methods of Timothy. *Meld. fra Norges Landbr.høgskole* 43 (12): 1—86.
13. REBER, E. and R. MACVICAR, 1953. The Nitrogen Composition of Cereal Grasses. III. Amino Acid Distribution in Field Clippings and Growing Plants. *Agr. Journ.* 45: 17—21.



# EXPERIENCES WITH SEED PRODUCTION OF FINNISH TAMMISTO ORCHARDGRASS

*Erfaringer med frøavl av finsk Tammisto hundegrass i USA*

OTTO VALLE

Department of Plant Husbandry  
University of Helsinki

Experiments on seed production of grass varieties outside their country of origin are fewer than those carried out with legumes, particularly alfalfa and the various clover species. Even more rarely has the effect of such foreign cultivation upon the variety been systematically investigated.

The following is a report on the results of the seed production experiments carried out in the United States with the Finnish orchardgrass variety Tammisto. These investigations are part of an extensive research project, financed by the U.S. Department of Agriculture. The seed production trials in the USA are under the supervision of Mr. C. S. Garrison, Research Leader, Seed Production Investigations, Beltsville, Maryland. The seed lots produced in the USA have been evaluated in trueness-to-variety trials in Finland at the Department of Plant Husbandry, Agricultural Research Centre, Tikkurila, and at the Department of Plant Husbandry of the University of Helsinki, Viik Experimental Farm, Helsinki.

The Finnish Tammisto orchardgrass is a relatively old variety, released in 1928. It originates from a genetically homogenous native strain from Eastern Finland and is thus not a synthetic variety. The growth habit of Tammisto orchardgrass prior to heading is remarkably prostrate, thus differing from most of the foreign commercial varieties. It is a very winterhardy variety, well adapted to the conditions prevailing in Finland. Yet its seed production in Finland has met with considerable difficulties due to poor formation of stalks and panicles, especially in older stands.

The seed production trials with Tammisto orchardgrass are presently centred in the West Coast states. The northernmost trial location is Prosser in the state of Washington. In California there are two trial locations at the same latitude, Shafter, situated at a low elevation with high temperatures, and Tehachapi, high in the mountains with conditions very favourable for seed production. The fourth and southernmost trial location is Tucson, Arizona, also situated at a high elevation. Geographical and meteorological data on these locations are given in Table 1 and Fig. 1. In Finland, the production of basic

seed as well as the evaluation of the American-grown seed lots have been carried out at the latitude of 60°N. The basic seed for all the plantings in the USA was the same lot Finland/56, produced at the Dept. of Plant Husbandry, Tikkurila in 1956. This lot has also been included as a standard in all the Finnish evaluation trials.

Table 1. *Geographical and meteorological data for the locations producing Tam-misto orchardgrass.*

Location	Latitude, North	Eleva- tion, m	Length longest day in June Hr.Min.	Long-term			
				Precipitation mm		Temperature °C	
				Annual	May-Sept.	January	July
Tikkurila, Finland.	60°18'	20	18.57	708	333	-6.2	16.7
Prosser, Wash. . . .	46°15'	253	15.35	197	52	-1.2	21.6
Shafter, Calif. . . . .	35°23'	107	14.32	162	10	8.6	29.1
Tehachapi, Calif. . .	35°8'	1212	14.30	262	28	4.0	23.8
Tucson, Arizona . .	32°30'	780	14.10	272	147	10.3	30.4



Fig. 1. Map of western United States and Canada showing the most important locations where Finnish forage crop varieties have been grown for seed. In the U.S. the most important experimental seed fields have been located in Prosser, Wash., Shafter, Calif. and Tehachapi, Calif. and Tucson, Arizona. Finland's northerly location as compared to the U.S. and Canada is clearly seen from the map.

In the 1960's, one to three successive generations of Tammisto orchard-grass have been produced at the different locations in the USA. Mainly the first and second generation progeny have been tested in Finland; yet the third generation from Tehachapi has also been included in the evaluation trials. Only two 1st-generation lots were produced in Shafter until 1966. In Tucson, one 2d-generation seed field has given seed in two successive years.

Irrigation has been employed at all the American trial locations. In the following, the experiences and results obtained at each location are briefly discussed.

*Prosser, Wash.* Plantings have been made in spring, either in late April or early May. The Finnish basic seed was sown on May 2, 1960. The area of the seed plots has ranged from 300 to 650 m<sup>2</sup>. Seed crops have not been harvested until the year after planting year. Seed of each generation has been harvested in two subsequent years, with the harvest occurring during the period between June 28 and July 5. Tammisto orchardgrass has been very successful at Prosser with the seed yields ranging from 499 to 1723 kg/ha (Fig. 2).



Fig. 2. Very heavy stand of Tammisto orchard-grass, 1st generation, grown for seed at Prosser, Wash. Seed yield in the first harvest year 762 kg/ha (1961), in the second 1723 kg/ha.

Photo June 1, 1961.

*Tehachapi, Calif.* Situated at a high elevation and with temperatures lower than in Shafter at the same latitude, this location has proved very favourable for the seed production of Tammisto orchardgrass. The first planting with the Finnish basic seed was made on May 2, 1960. All the other plantings have been made in September. The plots have ranged from 200 to 300 m<sup>2</sup>. In most years the seed crop has been harvested in mid-July. Almost equally good seed yields as in Prosser have been obtained, 373 to 1273 kg/ha (Fig. 3).

*Shafter, Calif.* The climate here is too hot for Tammisto orchardgrass. The variety has produced relatively poor, low-growing stands and only a small number of stalks with panicles. The Finnish basic seed was first sown on February 14, 1961; another seeding was made on April 4, 1963. Plot size 200–500 m<sup>2</sup>. The first seed crop from the 1961 planting was harvested as early as planting year, and another one was obtained in 1962 (included in the Finnish evaluation trial planted in 1966). From the 1963 planting, seed was harvested in 1964 and 1965. The Shafter seed yields in the years 1961–65 ranged from 10 to 64 kg/ha (harvest late July or early August). These figures give an indication of the poor growth of Tammisto orchardgrass in Shafter.



Fig. 3. A vigorous first-generation stand of Tammisto orchardgrass in Tehachapi, Calif. Seed yield in the second harvest year 922 kg/ha. Photo June 22, 1962.

*Tucson, Ariz.* Seedings performed in October; the Finnish basic seed was sown on Oct. 21, 1959. In Tucson the temperatures during the growing season are even higher than in Shafter; this results in poor growth of the orchardgrass despite the irrigation (Fig. 4). Seed crops have been harvested in late June or early July and the yields have been poor, not more than 40 kg/ha. Due to the dry climate, the threshed seed lots contain quite large amounts of hulled seeds.



Fig. 4. Second generation of Tammisto orchardgrass in Tucson, Ariz., sown in the autumn of 1962. Low-growing stand with a small number of panicles. Photo June 1, 1963.

Numerous evaluation trials have been carried out in Finland with the seed lots produced in the USA. In this paper the trial planted at the University Farm Viik in the spring of 1966 will be discussed. The experimental material was sown in flats in greenhouse on May 6. The seedlings were transplanted into plastic "Multipot" growing trays (pot diameter 3.5 cm) about one month later and to the field at the end of June. The trial was set up according to a randomized block design with 4 replications,  $50 \times 60$  cm plant distance, and a total number of 132 plants per entry. The results have been statistically analyzed.

The earlier the plants are transplanted to the field, the more vigorously they develop during the planting year. Temperatures drop and night frosts appear in Southern Finland in mid-September; from that time on, only very few new stalks and panicles are formed. Since the trial of 1966 was planted to the field as late as the end of June, it did not produce many stalks during the first summer.

In the planting year, observations were made by single plants on their growth habit (prostrate, intermediate, erect), date of heading, and the number of headed stalks. Permanent snow cover lay on the field from the end of November to the first half of April, and the average snow depth for the whole period was 47 cm. After the winter the individual plants were evaluated in terms of their winter survival, and later on, the beginning of heading was noted for each plant separately. After beginning of flowering, the height, the number of stalks and the fresh weight (forage yield) were determined by single plants. The results are given in Table 2 and will be discussed more in detail in the following.

A fairly large proportion of prostrate-growing plants is characteristic of Tammisto orchardgrass before heading. No changes in this respect were observed, even though in Tehachapi, for example, as many as three successive generations had been produced. In the entire material observed there were no statistically significant differences in growth type between any of the seed lots.

By mid-September 1966, 30 % of the plants of the Finnish standard lot had started heading. The Prosser and Shafter lots did not differ significantly from the standard, whereas all the lots from Tehachapi showed a significantly lower number of headed plants. On the other hand, Tucson/63, the second-generation lot from Arizona (first-year harvest) had a greater number of headed plants than both the standard and the lot Tucson/64, the second-year harvest from the same field. No explanation has been found for this unexpected observation. In general, the plants did not produce many headed stalks; on September 21 their number ranged from 3 to 6 per plant.

Seed production abroad, even at very southern latitudes, seems not to have affected the overwintering of the Tammisto variety. There were no significant differences in this respect, with the only exception of Tucson/63, the lot with the greatest amount of stalks in the previous autumn. The average winter survival for this lot was 89 %, whereas the corresponding figure for the Finnish standard was 95 %. It has been found on similar occasions in the previous years that the overwintering of plants with abundant stalks and heads in autumn tends to be considerably poorer than that of the plants without stalks.

In terms of earliness, as shown by the average dates of beginning of

Table 2. Results of evaluation trial with Tammisto orchardgrass, Viik Experimental Farm, Finland, 1966 and 1967. Seed lots sown in greenhouse May 6, 1966, transplanted to the field June 28, 1966.

Seed lot	Generation	1966				1967			
		Growth type % Prostrate Intermediate Erect	Percentage of plants headed by Sept. 14	Number of headed stalks per headed plant Sept. 21	Winter survival % May 9	Average date of heading	Number of headed stalks per plant July 1	Plant height cm July 5	Forage yield per plant grams July 13
1. Finland/56 . . . . .	0	34 60 6	30	5	95	June 3.8	118	126	583
2. Prosser, Wash./61 .	1	31 60 9	32	5	96	" 2.8	116	127	589
3. " " /63 .	2	40 53 7	31	4	94	" 3.7	119	126	602
4. Tehachapi, Calif./62	1	25 58 17	14*	6	96	" 4.5	110	129	598
5. " " /63	2	33 57 10	10**	6	94	" 5.4*	107	129	597
6. " " /65	3	34 57 9	17*	4	92	" 5.3*	110	129	593
7. Shafter, Calif./62 . .	1	35 55 10	31	6	93	" 3.7	113	124	511
8. " " /65 . .	1	36 54 10	22	3	95	" 3.8	113	125	553
9. Tucson, Arizona/63	2	38 55 7	46*	6	89*	" 2.4	113	122	520
10. " " /64	2	48 48 4	28	3	93	" 3.6	111	127	552

\* P = 5 %

\*\* P = 1 %

heading, there were only slight differences between the American-grown lots and the Finnish standard. Tucson/63 was the earliest lot, but even here the difference from the standard was not statistically significant. On the other hand, the Tehachapi lots showed a slight shift towards later development, a change which can be considered a positive one.

Seed production in several generations under exceptional climatic conditions does not seem to have affected the luxuriousness of the growth of the progeny. The determinations of stalk number, plant height and fresh yield did not reveal any significant changes in the variety. The average figures for the Finnish standard lot were the following: number of stalks 110, plant height 126 cm, fresh forage yield 589 g/plant. The American-grown lots proved quite similar to the standard.

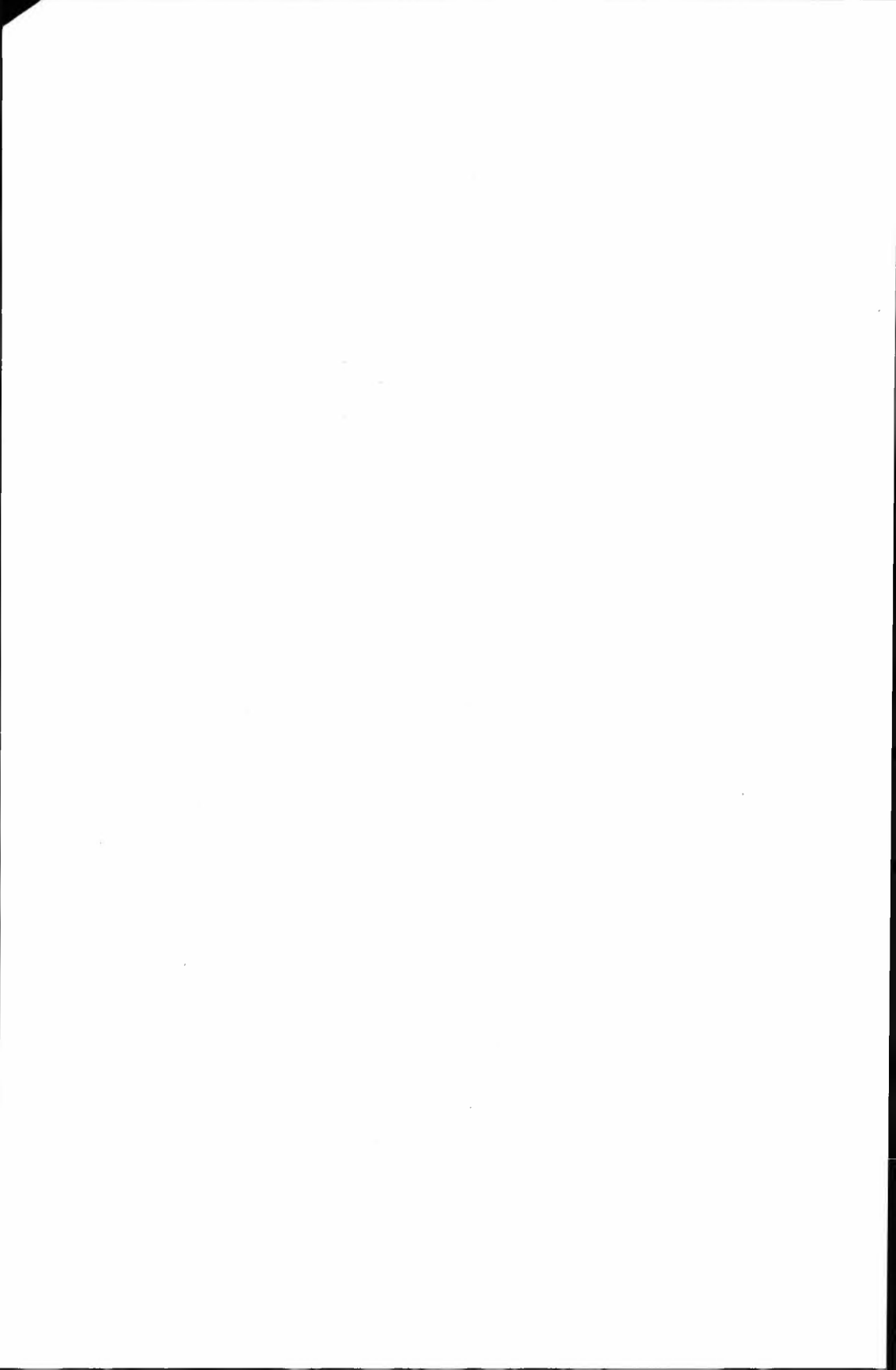
*The evaluation trials carried out in Finland with the seed lots of Tammisto orchardgrass produced in the USA show that the changes which have occurred in the variety are small.* Concerning overwintering, however, additional experimental results are needed. Winter seasons that are disastrous to orchardgrass do not frequently occur in Finnish conditions. The production in the USA is being continued. In 1967 the third generation was harvested in Shafter and the fourth in Tehachapi. These lots will be tested in the evaluation trials in Finland in 1968.

It has also become apparent that at least in Prosser and Tehachapi, Tammisto orchardgrass can be grown very successfully and gives abundant seed yields. The slight shift towards lateness that has been found in the Tehachapi material must be considered a positive one, as it improves the agronomic value of the variety.

### Norsk sammendrag

Den finske stammen Tammisto av hundegras ble sendt ut i 1928, og er således en relativt gammel stamme. Tammisto har sin opprinnelse i en lokalstamme fra Øst-Finnland. Den har god overvintringsevne og er også ellers vel tilpasset dyrkingsforholdene i Finnland. Frøavl byr imidlertid på visse vanskeligheter. Siden 1960 har det vært gjort forsøk med frøavl av stammen på forskjellige steder i USA. For å undersøke virkningen av denne frøavl på stammens genetiske sammensetning har avkom etter en, to og tre generasjoners avl i USA blitt sammenlignet med avkom etter frøavl i Finnland. Denne artikkelen gir resultatene av et slikt forsøk utført ved forsøksgarden Viik, som tilhører universitetet i Helsingfors.

Forsøket viser at en til tre generasjoners avl i USA medførte bare ubetydelige forandringer av stammen i egenskaper som overvintringsevne, tidlighet, plantehøgde, plantevekt og veksttype.





## KVANTITATIV GENETIKK I PRAKTISK PLANTEFØREDLING

*Quantitative genetics in practical plant breeding*

Av

BIRGER OPSAHL

### INN­HOLD

	Side
Innledning .....	213
Teoretiske forventninger av statistiske parametere i den kvantitative genetiske analyse .....	215
Generelt .....	215
Forventninger av middeltall, varianser og kovarianser i de enkelte generasjoner hos selv­befruktende vekster .....	218
Teoretiske forventninger i diallele kryssninger .....	223
Anvendelse i foredlingsarbeidet .....	227
Sammendrag .....	233
Summary .....	234
Litteratur .....	234

### Innledning

Fenotypisk variasjon mellom individer innenfor en homozygot linje er betinget av miljøet, og den er vanligvis kontinuerlig. Denne miljømessige variasjon finnes også i populasjoner som er sammensatt av genetisk ulike individer, men her kommer i tillegg den variasjon som skyldes arvelige forskjeller. Totalvariasjonen mellom individene i en slik populasjon er da sammensatt av en miljømessig og en genetisk komponent, og den fenotypiske fordeling vil bli diskontinuerlig eller kontinuerlig, avhengig av det genetiske grunnlag for den egenskap som er gjenstand for undersøkelse.

Da MENDEL demonstrerte arvelovene, var hans klare resultater betinget av et hensiktsmessig valg av planter og karakterer. Han arbeidet med over-

veiende selvbestøvende homozygote utgangsplanter, og de skarpe forskjeller i fenotype gjenspeilet en tilsvarende forskjell i genotype. Den miljømessige variasjon var liten sammenlignet med den variasjon som skyldtes genetiske forskjeller. Det var her tale om *kvalitative* egenskaper, og det er karakteristisk for slike at avkommet etter krysning mellom to genetisk ulike foreldretyper, viser mer eller mindre distinkte forskjeller i spaltende generasjoner. Bare ett eller meget få genpar ligger til grunn for kvalitative karakterer, og forskjeller i fenotype er som regel også uttrykk for en tilsvarende forskjell i genotype.

Det var NILSSON-EHLE's fortjeneste at MENDEL's lover kunne gjøres gjeldende også når en egenskap var betinget av et større antall gener, og hans arbeider med kornfarge i havre og hvete viste at geneene kunne ha en kumulativ virkning. I disse undersøkelser fikk en også demonstrert den kamuflerende virkning av miljøet på karakterene, og for å få en fullstendig analyse av foreldrenes genotype, måtte han bruke avkomsundersøkelser.

Den gradvise overgang mellom fenotypene som ble observert i NILSSON-EHLE's materialer, blir mer utpreget jo flere gener som ligger til grunn for vedkommende egenskap. For det første vil virkningen av det enkelte gen bli meget liten, og dessuten vil en økning i antall gener medføre en meget sterk stigning i antall mulige genotyper i spaltende generasjoner. Denne overgang til en kontinuerlig foredling av avkommet blir forsterket av miljøets virkning. Dette er da også tydelig i EAST's undersøkelser over nedarvingen av den *kvantitative* karakter, lengde på kronblad, hos *Nicotiana*. På grunnlag av målinger og analyse av variasjon hos avkommet i de enkelte generasjoner, kunne det likevel påvises at den hypotese som var oppsatt på forhånd, basert på MENDEL's lover, stemte med resultatene.

Samtidig med NILSSON-EHLE fikk vi JOHANNESSEN's grunnleggende arbeider som slo fast at arvelige faktorer og miljøfaktorer sammen skapte fenotypen. Virkningen av disse to variasjonsårsaker var av samme størrelsesorden, og bare avkomsprøving kunne klarlegge den spesifikke effekt av hver av dem. JOHANNESSEN's renlinjeteori klarla ellers de muligheter som finnes ved utvalg i selvbefruktende vekster. Seleksjon vil bare ha noen effekt for den del av variasjonen som er arvelig betinget, og innenfor en ren linje vil det normalt ikke være mulig å få noen utslag for seleksjon.

*Kvalitative* og *kvantitative* karakterer følger de samme lover for nedarving. Men siden variasjonen i kvantitative karakterer er kontinuerlig, er det ikke mulig å studere deres genetiske basis på samme måte som for kvalitative egenskaper med diskontinuerlig variasjon. For disse siste kan en sammenligne observerte spaltingsforhold etter krysning med teoretiske spaltingsforhold som er utledet på grunnlag av en hypotese, og dette kan gjøres fordi den diskontinuerlige variasjon i avkommet etter krysning gjør det mulig å klasifisere individene i mer eller mindre distinkte grupper som samtidig er et uttrykk for individenes genotype. Også i den kvantitative genetik må en sammenligne eksperimentelle data med teoretiske forventninger av disse, og vi skal i neste avsnitt se nærmere på hvilke statistiske parametere som er aktuelle, og på de teoretiske forventninger for disse. Selv om arvelovene er like for de to kategorier av egenskaper, vil likevel metoden for genetisk analyse og for behandling i et foredlingsprogram bli forskjellig. Det er for øvrig klart at det ikke er noen skarp grense mellom kvantitative og kvalitative egenskaper.

## Teoretiske forventninger av statistiske parametere i den kvantitative genetiske analyse

### Generelt

Siden kvantitative karakterer viser kontinuerlig variasjon, må en ved analyse av eksperimentelle data bruke estimater av statistiske parametere (midteltall, varianser og kovarianser). En vurdering av disse estimater må skje på basis av deres teoretiske forventninger, uttrykt ved genetiske komponenter. Skal disse forventninger kunne utledes, må en kjenne de enkelte genotypers *frekvens* i populasjonen, og en må dessuten ha en *modell* for spesifisering av de mulige *genetiske effekter*.

Genotypiske frekvenser i populasjoner kan utledes på samme måte for kvantitative og kvalitative karakterer. Begge følger MENDEL's lover ved nedarving, og på denne basis kan frekvensene bestemmes i forskjellige generasjoner etter krysning, og ved ulike befruktningssystemer. Det enkleste tilfelle har en ved krysning av to homozygote linjer som er ulike i ett genpar. Vi vet her at ved selvbe-fruktning av  $F_1$  (som er 100 % heterozygot), og i seinere generasjoner, vil andelen av heterozygoter halveres ved hver generasjon, mens andelen av homozygoter vil øke tilsvarende. Dette vil være tilfelle for alle genpar som de to foreldrelinjer er ulike i, og dette gjelder også når disse gener påvirker en og samme egenskap, dvs. når det er tale om en kvantitativ karakter.

Tilsvarende utledninger av genotypiske frekvenser finnes for en rekke befruktningssystemer som panmiks, søskenbefruktning, etc. I praksis må en likevel regne med avvik fra de teoretiske frekvenser fordi forutsetningene ikke holder. Dette er f.eks. tilfelle ved panmiks der ulikheter i blomstringstid, krysningssterilitet, avstand og miljøforhold for øvrig kan virke forstyrrende.

En modell for spesifisering av genetiske effekter hos en diploid ble foreslått av FISHER (7) og er vist i figur 1.

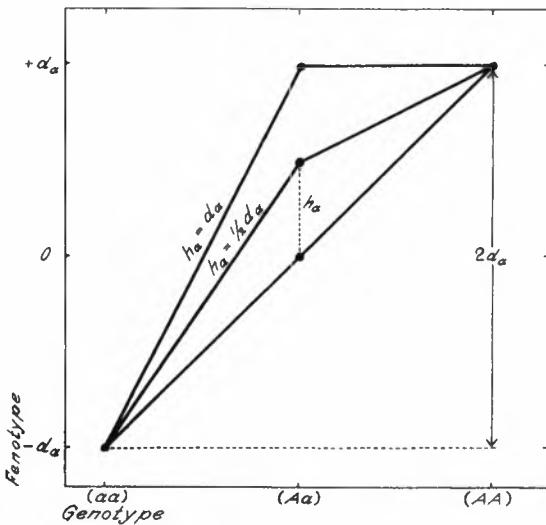


Fig. 1. Diploid ett-gen modell. Fenotypen til de tre mulige genotyper ved ulike grader av dominans ( $h = 0$ ,  $h = \frac{1}{2}d$ ,  $h = d$ ).

Spesifikasjonen gjelder et enkelt locus, og følgelig er det bare additive effekter og dominans som kommer på tale. Figuren viser de tre mulige genotyper, og deres fenotyper ved ulike grader av dominans. Modellen har som utgangspunkt gjennomsnittet av de to foreldregenotyper som settes lik 0. Genotypene AA og aa bevirker avvik fra dette gjennomsnitt med henholdsvis  $+d$  og  $-d$  som er den additive effekt av det locus som disse to homozygote foreldretyper er ulike i. Heterozygoten etter kryssning mellom disse genotyper kan falle hvor som helst mellom foreldrene, og også utenfor disse, avhengig av grad og retning av dominans. Eksemplet i figur 1 antyder at uten dominans faller  $F_1$  på foreldregjennomsnittet, mens dominans, som i figuren går i positiv retning, skyver heterozygotens fenotype i retning av den ene foreldregenotype. Ved full dominans har heterozygoten samme fenotype som den ene av foreldrene. Heterozygotens avvik fra foreldregjennomsnittet er et mål for dominanseffekten og er betegnet med  $h_a$ . Uten dominans er fenotypen proporsjonal med antall A-alleler. Effekter av andre loci kan spesifiseres på tilsvarende måte, og den totale genotype fås ved summering av effekter over loci.

HAYMAN & MATHER (9) har utvidet FISHER's modell til å omfatte mer enn ett spaltende locus. Dette innebærer at kobling og samspill mellom gener i ulike loci må tas i betraktning. Kobling vil øke frekvensen av foreldregenotypene på bekostning av rekombinasjoner, og vil derfor påvirke populasjonens genotypiske sammensetning. Dette forhold er dekket ved innføring av rekombinasjonsverdien ( $p$ ) som gjør det mulig å fastsette de enkelte genotypers frekvens ved ulike grader av rekombinasjon ( $p + q = 1$ ).

Ikke additive effekter over loci blir gjerne samlet under betegnelsen epistasi. Det er likevel av betydning å ha en mer omfattende spesifisering av slike effekter, fordi samspill mellom gener i ulike loci er av forskjellig natur alt etter om det forekommer mellom homozygote eller heterozygote loci. Dette punkt har for øvrig betydelig interesse i sammenheng med planteforedling, idet en utnyttning av samspill effekter bare er mulig under bestemte forutsetninger.

I tabell 1 er vist de mulige genetiske effekter i det enkleste tilfelle med to spaltende loci i  $F_2$  etter kryssning mellom genotypene AABB og aabb, med selvbe-fruktning av  $F_1$ . Det er her brukt en redefinert modell for samspills-effektene (VAN DER VEEN, 21).

Tabell 1. Spesifisering av genetiske effekter i en diploid med to spaltende genpar.

Frekvens	Genotype	Genetiske effekter
$\frac{1}{4} q^2$	AABB	$d_a + d_b + i_{ab}$
$\frac{1}{4} p^2$	AAbb	$d_a - d_b - i_{ab}$
$\frac{1}{4} p^2$	aaBB	$-d_a + d_b - i_{ab}$
$\frac{1}{4} q^2$	aabb	$-d_a - d_b + i_{ab}$
$\frac{1}{2} pq$	AABb	$d_a + h_b + j_{ab}$
$\frac{1}{2} pq$	AaBB	$h_a + d_b + j_{ba}$
$\frac{1}{2} pq$	aaBb	$-d_a + h_b - j_{ab}$
$\frac{1}{2} pq$	Aabb	$h_a - d_b - j_{ba}$
$\frac{1}{2} (p^2 + q^2)$	AaBb	$h_a + h_b + l_{ab}$

Tabellen omfatter de enkelte genotyper i  $F_2$  og de genotypiske frekvenser. Genotypene er spesifisert med hensyn på additive effekter i de to loci ( $d_a$  og  $d_b$ ), dominanseffekter ( $h_a$  og  $h_b$ ), og på de mulige samspillseffekter. Disse er hom-hom samspill ( $i_{ab}$ ) som gjelder de fire homozygote genotyper, hom-het samspill ( $j_{ab}$  og  $j_{ba}$ ) for de fire genotyper med ett homozygot og ett heterozygot locus, samt het-het samspill ( $l_{ab}$ ) for dobbeltheterozygoten.

To spaltende genpar, og de muligheter for samspill som forekommer her, dekker selvsagt ikke det virkelige forhold når det gjelder kvantitative karakterer. Det er imidlertid klart at samspill av høgere orden har mindre betydning enn de som kan utledes av den enkle to-gen modell. Dette henger sammen med den reduksjon i koeffisientenes størrelse som fås i f.eks. en tre-genmodell. (VAN DER VEEN, 21). Det er derfor realistisk å bruke de forventninger som fås på basis av en modell med to spaltende genpar.

Modellen i figur 1 er det generelle uttrykk for MENDEL'S lover. I definisjonen inngår at de genetiske effekter (additive effekter, dominans, ulike typer av samspillseffekter) er konstante over generasjoner. De forskjellige effekters andel i variasjonen i hver generasjon bestemmes av frekvensen av de enkelte genotyper. Det er på denne basis at analyse av tidlige generasjoner kan gi grunnlag for å forutsi muligheter for seleksjonseffekt på lengre sikt.

Mange kulturplanter er autopolyploide, og FISHER'S modell, med seinere utvidelse, er ikke brukbar for analyse av kvantitative karakterer der en må regne med f.eks. tetrasomisk nedarving. Til dette formål er foreslått en modell som er vist i figur 2 (OPSAHL, 17).

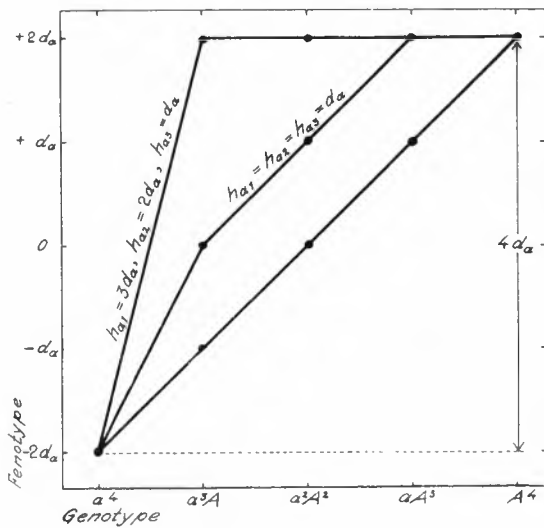


Fig. 2. Autotetraploid modell. De fem mulige genotyper med hensyn på ett locus spesifisert for additive og dominanseffekter ved ulike dominansgrader.

Modellen omfatter de fem mulige genotyper hos en autotetraploid med hensyn på ett locus, og de tilsvarende fenotyper ved ulike grader av dominans. For en spesifisering av genetiske effekter er det i dette tilfelle nødvendig med tre dominansparametere ( $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$ ), fordi det er tre mulige heterozygoter (simplex, duplex, triplex).

Som for den diploide modell tas utgangspunkt i gjennomsnittet av de to foreldregenotyper med avvik i positiv (+ 2d) og negativ (— 2d) retning for de to homozygote foreldre. Når det bare er additive effekter, ( $h_1 = h_2 = h_3 = 0$ ), vil fenotypen være proporsjonal med antall A-alleler, mens dominans vil føre til avvik fra dette linjære forhold. Ved full dominans ( $h_1 = 3d, h_2 = 2d$  og  $h_3 = d$ ) får samtlige heterozygote genotyper samme fenotype som den homozygote quadruplex foreldretype.

Denne autotetraploide modell er seinere utvidet til å gjelde to spaltende loci (AASTEIT, 3). En fullstendig spesifisering av genetiske effekter vil da kreve 25 parametere, og av disse gjelder 16 de mulige typer av samspill mellom gener i ulike loci. Disse fordeler seg med en parameter for hom-hom samspill ( $i_{ab}$ ), seks for hom-het samspill (tre heterozygote typer innenfor hvert locus), og ni for het-het samspill. Den detaljerte beskrivelse av de 25 genotyper er vist i originalavhandlingen.

De modeller som er omtalt foran, er anvendt på forskjellige typer av forsøk som er aktuelle i den kvantitative genetiske analyse og i foredlingsarbeidet. Det er utarbeidet teoretiske forventninger for middeltall, varianser og kovarianser i forsøk der flere generasjoner etter selvbefruktning av avkom etter krysning mellom to homozygote linjer blir dyrket samtidig. Her inngår også forskjellige tilbakekryssninger. Tilsvarende forventninger foreligger også for diallele krysninger mellom homozygote linjer, og til dels også for heterozygoter. Modellene er videre brukt til en vurdering av polycross og top-cross som brukes i foredlingsarbeidet med fremmedbefruktende vekster. I de fleste tilfelle er det tale om diploid nedarving, men i enkelte tilfelle kommer også vekster med autopolyloid nedarving inn i bildet.

*Forventninger av middeltall, varianser og kovarianser i de enkelte generasjoner hos selvbefruktende vekster*

I det følgende brukes MATHER's (12) biometriske nomenklatur, og oversikten begrenses til metoder som er utledet på denne basis. Variasjon mellom planter hos homozygote foreldre og hos  $F_1$  etter krysning mellom slike, er miljøbetinget, og den kan brukes som grunnlag for beregning av en feilvarians. I generasjoner der det forekommer spaltning, vil totalvariasjonen også omfatte en genetisk del. Denne genetiske varians kan da bestemmes som en differens mellom totalvarians og feilvarians. I det følgende ser en bort fra miljøbetinget variasjon.

Som det går fram av figur 1, har  $F_1$  etter krysning mellom to homozygote linjer den fenotypiske verdi  $C + h_a$ , der C står for en konstant som uttrykker virkningen av ikke spaltende loci. Ved normal selvbefruktning av en  $F_1$  vil en med hensyn på ett spaltende locus få genotypene AA, Aa og aa i  $F_2$ . Disse genotyper forekommer i frekvenser henholdsvis  $1/4$ ,  $1/2$  og  $1/4$ . Gjennomsnittsverdien av en  $F_2$  vil da bli  $C + 1/4 d_a + 1/2 h_a + (-1/4 d_a) = C + 1/2 h_a$ .

Tilsvarende vil en med hensyn på to loci få  $F_2$ -gjennomsnittet  $C + \frac{1}{2}(h_a + h_b)$ . Dette oppnås ved at en i tabell 1 setter  $p = q = \frac{1}{2}$  (fri rekombinasjon) og  $i_{ab} = j_{ab} = j_{ba} = l_{ab} = 0$  (ikke samspill).

Ved summering over alle spaltende loci får en

$$F_2 = C + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k h_i, \text{ der } k \text{ er antall spaltende loci.}$$

$$d^2 = D = \text{additiv} = \frac{1}{2}$$

$$h^2 = H = \text{dominans} = \frac{1}{4}$$

Virkningen av ett spaltende locus på variansen i  $F_2$  blir:

$$\frac{1}{4}d_a^2 + \frac{1}{2}h_a^2 + \frac{1}{4}(-d_a)^2 - (\frac{1}{2}h_a)^2 = \frac{1}{2}d_a^2 + \frac{1}{4}h_a^2$$

Siden frekvensene av de tre genotyper summerer opp til 1, gir uttrykket den del av den genetiske varians som er knyttet til locus A-a. Forutsatt at gener ikke er koblet, og at genvirkningen over loci er additiv, dvs. at det ikke er samspill mellom gener i ulike loci, vil den totale genetiske varians over alle spaltende loci i  $F_2$  bli  $\frac{1}{2} \Sigma (d^2) + \frac{1}{4} \Sigma (h^2)$ , som kan skrives  $V_{F_2} = \frac{1}{2} D + \frac{1}{4} H$ , der  $D = d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_k^2$  og  $H = h_1^2 + h_2^2 + \dots + h_k^2$ .

Den genetiske variasjon i  $F_2$  er på denne måte delt opp i en additiv komponent D som kan fikseres i en homozygot, og en dominanskomponent H som ikke kan fikseres.

Forventninger for gjennomsnitt og varians i  $F_2$  med hensyn på to loci, på basis av den spesifisering av genetiske effekter som er vist i tabell 1, kan utledes på tilsvarende måte som antydnet ovenfor for ett enkelt locus.  $F_1$  etter krysning mellom to homozygote linjer vil i dette tilfelle ha fenotypen  $C + h_a + h_b + I_{ab}$ , dvs. at den er bestemt av bare dominanseffekter og en effekt av samspill mellom gener i de to heterozygote loci ( $I_{ab}$ ). Det tilsvarende gjennomsnitt av  $F_2$  etter selvbefruktning av  $F_1$  finnes ved å veie de genetiske effekter med genotypenes frekvenser. Gjennomsnittet av de ni genotypene i tabell 1 blir på denne måten uttrykt ved

$$\bar{F}_2 = C + \frac{1}{2}(h_a + h_b) \pm \frac{1}{2}(1 - 2p)I_{ab} + \frac{1}{2}(q^2 + p^2)I_{ab}$$

Dette betyr at uten kobling ( $p = 0,5$ ) vil populasjonens gjennomsnitt med hensyn til spaltende loci være bestemt av bare dominanseffekter og samspill mellom heterozygote loci. Hvis det er kobling, kan gjennomsnittet inneholde virkning av hom-hom samspill. På den andre siden kan en si at hvis det ikke er samspill til stede ( $I_{ab} = I_{ab} = 0$ ), vil kobling ikke påvirke en  $F_2$ -populasjons gjennomsnitt. Disse forhold er i høy grad årsak til den usikkerhet som ligger i seleksjon på basis av  $F_2$ -populasjonens gjennomsnitt. Når det ikke er kobling, vil gjennomsnittet gi uttrykk for variasjon som ikke kan fikseres, og slik variasjon er uten interesse ved foredling av en selvbefrukter. Hom-hom samspillet som kan være aktivt i en  $F_2$ -populasjon, kan på den andre siden gi positiv seleksjonseffekt selv om denne populasjon har et lågt middel på grunn av kobling i repulsjonsfasen. Virkningen av  $I_{ab}$ -samspill er da negativ.

Gjennomsnittsverdi for foreldre og avkom ved krysning av to homozygote linjer, og med hensyn på to loci, er satt opp i tabell 2. De forskjellige genetiske effekter er spesifisert som omtalt foran, og i  $F_2$  og  $F_3$  er kobling inkludert ved rekombinasjonsverdien  $p$ .

Tabell 2. Genotypisk verdi av foreldre,  $F_1$ ,  $F_2$  og  $F_3$  ved krysning mellom to homozygote linjer.

	Genetiske effekter						
	$d_a$	$d_b$	$h_a$	$h_b$	$i_{ab}$	$l_{ab}$	C
$P_1$ AABB . . . . .	1	1	0	0	1	0	1
$P_2$ aabb . . . . .	-1	-1	0	0	1	0	1
$F_1$ AaBb . . . . .	0	0	1	1	0	1	1
$F_2$ . . . . .	0	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}r$	$\frac{1}{2}s$	1
$F_3$ . . . . .	0	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}r + \frac{1}{4}r^2$	$\frac{1}{4}s^2$	1

$$r = 1 - 2p$$

$$s = p^2 + q^2$$

C = virkning av loci som ikke spalter.

I tillegg til disse er det utledet tilsvarende gjennomsnitt for forskjellige tilbakekryssninger, og en sammenstilling av slike er gjort av VAN DER VEEN (21). I flere av disse tilbakekryssninger forekommer også hom-het samspill ( $j_{ab}$  og  $j_{ba}$ ) i gjennomsnittet.

Generasjonsgjennomsnittene kan brukes til å undersøke om genvirkningen er additiv over loci. Ved spesielle kombinasjoner av slike gjennomsnitt vil det være mulig å påvise samspill, og i enkelte tilfelle også hvilken type av samspill som er aktiv. Endel eksempler på linjær test er vist i tabell 3.

Tabell 3. *Linjær test for samspillseffekter.*

Kombinasjon av generasjonsgjennomsnitt	Samspillseffekt			
	$i_{ab}$	$j_{ab}$	$j_{ba}$	$l_{ab}$
1. $P_1 + F_1 - 2B_1$ .....	$p$	$-p$	$-p$	$p$
2. $P_2 + F_1 - 2B_2$ .....	$p$	$p$	$p$	$p$
3. $P_1 + P_2 + 2F_1 - 4F_2$ .....	$4p$	$0$	$0$	$4pq$
4. $F_2P_1 + F_2P_2 - 2F_2F_1$ .....	$p$	$0$	$0$	$pqr$
5. $B_1P_1 + B_1P_2 - 2B_1F_1$ .....	$p$	$-\frac{1}{2}p$	$-\frac{1}{2}p$	$pq^2$
6. $B_2P_1 + B_2P_2 - 2B_2F_1$ .....	$p$	$\frac{1}{2}p$	$\frac{1}{2}p$	$pq^2$

$p$  = rekombinasjonsverdi ( $p + q = 1$ ),  $r = 1 - 2p$ .

I tabellen står som tidligere  $P_1$  og  $P_2$  for de to homozygote foreldrelinjer,  $F_1$  for gjennomsnittet av 1. generasjon etter kryssning mellom disse, og  $F_2$  for gjennomsnittet av avkom etter selvbe-fruktning av  $F_1$ .  $B_1$  og  $B_2$  er gjennomsnitt for tilbakekryssning av  $F_1$  til henholdsvis  $P_1$  og  $P_2$ , mens  $F_2P_1$ ,  $F_2P_2$  og  $F_2F_1$  står for gjennomsnitt av tilbakekryssning av  $F_2$ -planter til henholdsvis  $P_1$ ,  $P_2$  og  $F_1$ . De to siste kombinasjoner i tabellen omfatter tilsvarende tilbakekryssninger av  $B_1$  og  $B_2$  til foreldre og  $F_1$ .

I tillegg til de oppførte kombinasjoner av generasjonsgjennomsnitt, kan sum og differens mellom enkelte av disse gi ytterligere opplysninger. Dette gjelder f.eks. summen av test 1 og 2 og av 5 og 6 i tabellen, og like ens differensen mellom disse. I siste tilfelle vil en få en test for hom/het samspill.

Oppstillingen viser for øvrig at når det ikke er kobling ( $p = q = \frac{1}{2}$ ), vil test nr. 4 utelukkende gi uttrykk for hom-hom samspill (fordi  $pqr = 0$ ). Effektiviteten av de ulike kombinasjoner når det gjelder påvise avvik fra additive geneffekter, avhenger ellers av om de forskjellige typer av samspill virker i samme eller motsatt retning der de forekommer sammen, og av koeffisientenes størrelse.

Gjennomsnittene i tabell 2 er spesifisert med hensyn på kobling og samspill samtidig. En tilsvarende fullstendig spesifisering av genetiske effekter og kobling kan også gjennomføres ved utledning av varianser og kovarianser for de forskjellige generasjoner. Denne løsning er imidlertid ikke brukbar hvis det er tale om å skaffe likninger som skal anvendes til å estimere de enkelte komponenter, fordi antall ukjente blir altfor stort, og mange uttrykk vil omfatte en blanding av effekter. Derimot kan differenser mellom endel varianser fra forskjellige tilbakekryssninger brukes til å teste for både samspill og kobling (VAN DER VEEN, 21).

Komponentene for en rekke 2. grads uttrykk som kan beregnes i ulike generasjoner av selvbestøving etter kryssning mellom to homozygote geno-



typer, er gitt av MATHER (12), og han har også tatt i betraktning mulig kobling mellom gener som påvirker samme karakter. MATHER (l.c.) utviklet også en test for kobling, basert på at additive effekter (D), og dominans (H) er konstante over generasjoner når det ikke er kobling. Seinere er de genetiske komponenter i variasjoner og kovarianser for ytterligere generasjoner utarbeidet, med spesifisering dels for samspill og dels for kobling (NELDER, 14; HAYMAN & MATHER, 9; OPSAHL, 16; VAN DER VEEN, 21). Endel av disse er satt opp i tabell 4 og 5.

Tabell 4. *Additive og dominanskomponenter i variasjoner og kovarianser med hensyn på to loci under forutsetning av kobling.*

Varians og kovarians	D			H		
	$d_a^2$	$d_b^2$	$d_a d_b$	$h_a^2$	$h_b^2$	$h_a h_b$
$V_1 F_2$ .....	$1/2$	$1/2$	$\pm r$	$1/4$	$1/4$	$1/2 r^2$
$W_1 F_2 F_3$ .....	$1/2$	$1/2$	$\pm r$	$1/8$	$1/8$	$1/4 r^2$
$V_1 F_3$ .....	$1/2$	$1/2$	$\pm r$	$1/16$	$1/16$	$1/8 r^2$
$V_1 F_2 F_1$ .....	$1/8$	$1/8$	$\pm 1/4 r$	0	0	0
$W_1 F_2 F_1$ .....	$1/4$	$1/4$	$\pm 1/2 r$	0	0	0
$V_2 F_3$ .....	$1/4$	$1/4$	$\pm 1/2 r^2$	$1/8$	$1/8$	$1/4 r^2 k$
$V_2 F_2 F_1$ .....	$3/8$	$3/8$	$\pm 3/4 r(1-2p)$	$1/4$	$1/4$	$1/2 r^2(1-p)$

$$r = 1 - 2p, k = 1 - 2p + 2p^2$$

Uttrykkene representerer bare en del av de generasjoner som det er utarbeidet forventninger for, og for en mer fullstendig oversikt vises til referert litteratur. I tabellen er brukt HAYMAN & MATHER's (9) symboler.  $V_1$  refererer seg til varians omkring familiegjennomsnitt, mens  $V_2$  står for gjennomsnittlig varians innen familier i de respektive generasjoner. I alle uttrykk forekommer  $r = 1 - 2p$  som koeffisient for produktene  $d_a d_b$  og  $h_a h_b$ . Ved fri rekombinasjon ( $p = q = 1/2$ ), vil disse produkter falle bort, fordi  $1 - 2p = 0$ . Ved fullstendig kobling ( $p = 0$ ), virker de to loci som ett. I et slikt tilfelle vil en f.eks. for  $V_1 F_2$  få  $\frac{1}{2}(d_a + d_b)^2 + \frac{1}{4}(h_a + h_b)^2$ , og siden det her ikke vil forekomme rekombinasjon, kan en ikke skille dette fra pleiotropi.

Uttrykkene i tabell 4 viser ellers den virkning kobling kan ha på estimatet av den additive komponent (D). Koeffisienten for produktet  $d_a d_b$  har alternative fortegn, og negativt fortegn forekommer ved kobling i repulsjonsfasen. I slike tilfelle vil D bli underestimert, og dette kan resultere i tilsynelatende

overdominans ( $\sqrt{\frac{H}{D}} > 1$ ). En tilsvarende tilsynelatende overdominans kan

en få ved total kobling i repulsjonsfasen, og når de gener som er koblet har motsatt additiv virkning. Dominanskomponenten H vil også kunne bli påvirket av kobling. Produktet  $h_a h_b$  i tabell 4 har riktignok alltid positiv koeffisient, men i de tilfeller der gener som påvirker samme karakter er koblet, og de samtidig viser dominans i motsatt retning, vil produktet bli negativt og redusere estimatet av H.

Tabell 4 viser hvordan de genetiske komponenter D og H går inn i variasjoner og kovarianser i en rekke generasjoner når det er tatt hensyn til mulig kobling mellom gener som virker på samme karakter. Sammensetningen av de samme variasjoner og kovarianser, når det spesifiseres for samspill mellom gener i ulike loci i tillegg til additive effekter og dominans, er satt opp i tabell 5.

Tabell 5. *Additive, dominans og samspillskomponenter i varianser og kovarianser.*

Varians og kovarians	Genetiske komponenter						
	D	D <sub>1</sub>	H	H <sub>1</sub>	I	J	L
V <sub>1</sub> F <sub>2</sub> .....	1/2	0	1/4	0	1/4	1/8	1/16
W <sub>1</sub> F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> .....	1/2	-1/8	1/8	-1/32	1/4	1/16	1/64
V <sub>1</sub> F <sub>3</sub> .....	1/2	-1/4	1/16	-1/32	1/4	1/16	3/256
V <sub>1</sub> F <sub>2</sub> F <sub>1</sub> .....	1/2	0	0	0	1/64	0	0
W <sub>1</sub> F <sub>2</sub> F <sub>1</sub> .....	1/4	0	0	0	1/16	0	0
V <sub>2</sub> F <sub>3</sub> .....	1/4	-1/8	1/8	-1/16	5/16	1/8	3/64
V <sub>2</sub> F <sub>2</sub> F <sub>1</sub> .....	3/8	0	1/4	0	15/64	1/8	1/16

Definisjonen av de genetiske komponenter er følgende:

$$D = \sum d^2$$

$$D_1 = \sum (d_{ajba} + d_{bjab})$$

$$H = \sum h^2$$

$$H_1 = \sum (h_a^1 a_b + h_b^1 a_b)$$

$$I = \sum i_{ab}^2$$

$$J = \sum (j_{ab}^2 + j_{ba}^2)$$

$$L = \sum l_{ab}^2$$

Betydningen av de enkelte symboler er behandlet tidligere. Særlig interesse har varians og kovarians fra tilbakekryssning av F<sub>2</sub> til F<sub>1</sub> (V<sub>1</sub> og W<sub>1</sub>F<sub>2</sub>F<sub>1</sub>). Begge disse inneholder bare virkning av variasjon som kan fikseres hos en selvbefrukter. Et estimat av den fikserbare samspillseffekt ( $\sum i_{ab}^2$ ) fås f.eks. ved differensen  $2W_1F_2F_1 - V_1F_2F_1 = 3/64 I$ . Andre av de oppførte varianser og kovarianser har en atskillig mer komplisert sammensetning. Dette gjelder spesielt W<sub>1</sub>F<sub>2</sub>F<sub>3</sub>, V<sub>1</sub>F<sub>3</sub> og V<sub>2</sub>F<sub>3</sub> som alle omfatter komponentene D<sub>1</sub> og H<sub>1</sub>. Disse komponenter representerer ikke rene genetiske effekter, men derimot en blandet virkning av hovedeffekter og samspill. I D<sub>1</sub> inngår således både en additiv effekt og dessuten en virkning av hom-het samspill, mens H<sub>1</sub> omfatter en dominanseffekt og het-het samspill. En utvidelse av eksemplene i tabellen til å omfatte f.eks. tilbakekryssninger av F<sub>2</sub> til P<sub>1</sub> og P<sub>2</sub> ville vise ytterligere sammenkobling av ulike genetiske effekter i enkelte komponenter. Samspillseffekter vil medføre misvisende estimater av hovedeffektene (D og H) på tilsvarende måte som ved kobling, og hvis det ikke tas hensyn til slike effekter i modellen, har verdiene for hovedkomponentene bare interesse når samspill ikke forekommer, eller når det er så svakt at det kan ses bort fra. Som det er vist foran, finnes det en rekke linjære testmetoder til å undersøke om genvirkningen er additiv over loci.

Estimering av alle genetiske komponenter, inklusive samspill, ved varianser og kovarianser krever et stort antall ligninger, som det går fram av tabell 5. Dette betinger at et stort antall generasjoner må dyrkes samtidig i forsøk for å få de nødvendige data, og dette setter visse grenser for metodens anvendelse. I mange tilfeller vil det være aktuelt å redusere antall parametere ved å forutsette bestemte typer av gensamspill, og da fortrinnsvis slike som en vet er vanlige i kvalitativ genetik. Komplementært samspill som for kvalitative karakterer gir spaltningsforholdet 9 : 7 i F<sub>2</sub>, vil i den kvantitative modell fås ved å sette  $d_a = d_b = h_a = h_b = i_{ab} = j_{ba} = l_{ab}$ . Det duplikate samspill (15 : 1) fås på samme måte, men samspilleffektene er her negative.

Analysen av kobling og samspill byr også på andre problemer, fordi virkningen av disse faktorer kan være mer eller mindre korrelert. Spørsmålet er behandlet av OPSAHL (16) som skisserte en metode til å skille mellom slike korrelerte effekter. Fortsatte arbeid på dette felt har imidlertid ført til en analysemetode som er mer effektiv, og som gir ukorrelerte estimater av både koblings- og samspillsparametere. Framgangsmåten er gitt av VAN DER VEEN (21), og den er basert på differenser mellom varianser som kan beregnes på en rekke forskjellige tilbakekryssninger.

### *Teoretiske forventninger i diallele krysninger*

I en diallel krysning blir  $n$  genotyper krysset innbyrdes i alle mulige kombinasjoner, og antall avkomfamilier ( $F_1$ ) blir  $n(n-1)$  når resiproke regnes med. JINKS & HAYMAN (10) viste hvordan en slik diallel krysning mellom homozygote genotyper kunne anvendes til en analyse av foreldrepopulasjonens genetiske forhold. Metoden har interesse i praktisk planteforedling, fordi den under bestemte forutsetninger gjør det mulig å beregne estimater av genetiske komponenter i foreldrepopulasjonen allerede i  $F_1$ . Som det er nevnt tidligere, vil de genetiske effekter være konstante over generasjoner, og det vil derfor være mulig ut fra en slik analyse på  $F_1$  å forutsi seleksjonseffekt i seinere generasjoner. Varianser og kovarianser som kan beregnes på  $F_1$ -avkom i en diallel krysning, er sammensatt av genetiske komponenter (og miljøkomponenter som vi ser bort fra her). Disse komponenter går inn med ulike koeffisienter, og på denne basis kan komponentene estimeres.

Med utgangspunkt i MATHER's (12) spesifisering av genetiske effekter vil rekkevarians ( $V_R$ ) og kovarians mellom foreldre og avkom i de enkelte rekker ( $W_R$ ) i en diallel krysning ha en sammensetning som vist i tabell 6.

Tabell 6. *Varians innen rekker ( $V_R$ ) og kovarians mellom foreldre og avkom ( $W_R$ ) i en homozygot diploid diallel. Ett spaltende locus.*

Foreldregenotyper Fenotype Frekvens	$V_R$	$W_R$
AA d v	$uv(d-h)^2$	$2uvd(d-h)$
aa —d v	$uv(d+h)^2$	$2uvd(d+h)$

Differensen  $W_R - V_R$  for de to rekker i denne ett-gen modell er  $uv(d^2 - h^2)$ , dvs. konstant over rekker. Regresjonen av kovarians på varians over rekker vil derfor bli rettlinjet med  $b = 1$ . Regresjonslinjens nivå bestemmes av dominansgraden. Ved full dominans ( $h = d$ ) vil den passere gjennom origo, og ved overdominans ( $h > d$ ) vil den skjære y-aksen nedenfor origo. Avtagende dominansgrad ( $h < d$ ) vil føre til at linjen skjærer y-aksen stadig høyere oppe, med grense ved  $h = 0$  (ingen dominans) da  $W_R/V_R = 2$ . I dette tilfelle er alle varianser identiske, og det samme gjelder kovariansene (fig. 3). Miljøbetinget variasjon er da ikke tatt i betraktning.

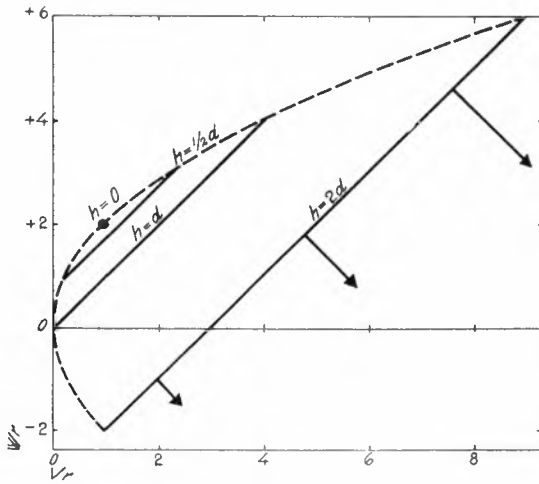


Fig. 3. Teoretisk forventning for regresjonen av kovarians ( $W_r$ ) på varians ( $V_r$ ) i en homozygot diallel ved ulike grader av dominans.

Relasjonen mellom  $V_r$  og  $W_r$  i en ett-gen-modell vil holde selv om modellen utvides til å gjelde flere spaltende genpar. Dette er imidlertid bare tilfelle dersom genene er uavhengige i virkning. Hvis det forekommer samspill mellom gener i ulike loci, vil differensen  $W_r - V_r$  ikke være konstant, og dette kan brukes som en test på om slike samspill er aktive i  $F_1$ -familie. De spesifikke virkninger av ulike typer av samspill på regresjonen av kovarians på varians, kan undersøkes ved å utlede forventninger i en diallel kryssning med hensyn på to spaltende loci, og der de fire mulige foreldregenotyper er spesifisert for genetiske effekter som vist i tabell 1. En analyse av slike virkninger på regresjonslinjen er utført av MATHER (13), og da spesielt med henblikk på en komplementær og en duplikat type av samspill.

I hovedsaken vil samspill av komplementær type forskyve regresjonslinjen mot høyre, fordi varians fra de rekker som er påvirket av samspilleffekter vil øke, mens kovarians vil minke. Dette vil gi en tilsynelatende økning i dominansgraden og ofte simulere overdominans (JINKS, 11). Økningen i varians forårsaket av samspill, vil samtidig ha størst virkning lengst fra origo på regresjonslinjen, og dette vil redusere regresjonskoeffisienten ( $b < 1$ ).

En duplikat type av samspill vil stort sett ha motsatt effekt av den komplementære, men virkningene på regresjonslinjen er svakere og vanskeligere å oppdage.

AASTVEIT og FROGNER (4) har brukt en modifisert teknikk ved den eksperimentelle avprøving av avkom etter diallele kryssninger, og på denne basis utledet forventninger som er betydelig forenklet. Metoden krever en split-plot teknikk, og beregningene som utføres på differensene ( $\bar{F}_1 - \bar{P}$ ), gir en mer presis estimering av varianskomponentene. Samtidig gir den høve til en enkel test for samspill mellom gener i ulike loci, som tilsvarer den grafiske test som er omtalt foran. Forutsetningen for denne test går fram av tabell 7.

Varians for de enkelte rekker i denne to-gen modell er uttrykt ved dominanseffekt ( $h$ ) og en komplementær type av samspill som er betegnet med  $i$ . Hvis  $i = 0$ , vil variansene være identiske (bortsett fra miljøbetingsvariasjon). Hvis  $i > 0$ , dvs. når det forekommer samspill mellom gener i ulike loci, vil rekkevariensene være heterogene, og dette kan undersøkes ved f.eks. Bartlett's

Tabell 7. Forventninger for rekkevarianser i en diallel krysning, utledet på basis av ( $F_1 - P$ ).

Genotype	$V_r (u = v = \frac{1}{2})$
AABB .....	$\frac{1}{2} h^2 + \frac{1}{4} i^2$
aaBB .....	$\frac{1}{2} h^2 + \frac{5}{4} i^2 + hi$
AAbb .....	$\frac{1}{2} h^2 + \frac{5}{4} i^2 + hi$
aabb .....	$\frac{1}{2} h^2 + \frac{1}{4} i^2$

test. Metoden er ikke innvendingsfri, fordi samspillseffekter av forskjellig art kan motvirke hverandre. Selv om det av denne grunn ikke kan påvises signifikant heterogenitet, kan samspill likevel ikke utelukkes.

En analyse av diallele krysninger mellom et antall homozygote linjer gir basis for estimering av forskjellige komponenter når det ikke er samspill, og denne foregår på grunnlag av de varianser og kovarianser som kan beregnes på materialet.

Komponent	=	Definisjon
D	=	$4 \sum uvd^2$
$H_1$	=	$4 \sum uvh^2$
$H_2$	=	$15 \sum u^2v^2h^2$
$\pm F_r$	=	$8 \sum uvdh$
$\pm F$	=	$8 \sum uv(u - v)dh$

Av de definisjoner som gjelder for de enkelte komponenter, er det helt klart at genfrekvensene i foreldrepopulasjonen spiller en betydelig rolle for riktigheten av estimatene. Med utgangspunkt i en populasjon av rene linjer, oppstått etter krysning mellom to homozygote linjer og med selvbe-fruktning fra  $F_1$  og i en rekke følgende generasjoner, vil alle genfrekvenser være like, forutsatt fri rekombinasjon. Definisjonene for D,  $H_1$  og  $H_2$  i den diallele analyse vil da reduseres til MATHER's (13) definisjoner, idet  $u = v = \frac{1}{2}$ . I alle tilfelle der  $u \neq v$  vil komponentene bli redusert, men likevel kan graden av dominans fastsettes, fordi denne beregnes som  $\sqrt{\frac{H_1}{D}}$ , og i dette uttrykk faller

virkingen av ulike genfrekvenser bort. En fullstendig tilfeldig fordeling av gener mellom foreldregenotypene kan en ikke regne med i praksis, både på grunn av seleksjon og kobling. Betydningen av dette vil bli drøftet seinere.

Også samspill mellom gener i ulike loci vil påvirke estimatene av komponentene. Som det ble nevnt under omtalen av den grafiske test for samspill, vil i alle fall enkelte samspillseffekter føre til en overestimering av dominansgraden, og i mange tilfeller simulere overdominans. Dette går også fram av tabell 7 som viser at rekkevariensene omfatter virkning av dominans og komplementært samspill. I en diallel analyse som er basert på differensene ( $\bar{F}_1 - \bar{P}$ ), uttrykker rekkevariens direkte  $\frac{1}{4}H_1$ , og denne vil bli for stor når visse samspillseffekter er aktive.

Den homozygote diallel og analysen av denne er et spesialtilfelle av den generelle modell som omfatter alle grader av heterozygoti i foreldrepopulasjonen. DICKENSON & JINKS (6) har utfra en slik generell modell behandlet

en  $F_1$ -diallel og utledet forventninger for middeltall, varianser og kovarianser som kan beregnes på observasjoner fra forsøk med foreldre genotyper, avkom etter selvbe-frukting av disse, og etter krysning mellom dem. I hovedsaken kan en si at en diallel krysning som også omfatter heterozygote genotyper i foreldrepopulasjonen, gir samme mulighet som en homozygot diallel når det gjelder genetiske informasjoner om foreldrene. Problemer kan likevel oppstå på grunn av en sammenblanding av virkninger av heterozygoti og samspill mellom gener i ulike loci, når slik samspill forekommer. Som i den homozygote diallel vil samspill simulere dominans, og da slik at en komplementær type gir en tilsynelatende økning i dominansgraden, mens duplikat samspill gir den motsatte virkning.

Som omtalt foran, vil  $W_r - V_r$  være konstant og regresjonen av  $W_r$  på  $V_r$  derfor være en rett linje med  $b = 1$  i den homozygote diallel, forutsatt uavhengig genvirkning. OAKES (15) har vist at dette også holder for enkelte typer av diallele krysninger når heterozygoter forekommer i foreldrepopulasjonen. Dette vil være tilfelle når det forekommer kombinasjoner av loci som ikke gir den fullstendige fordeling av mulige genotyper i foreldrepopulasjonen. Med hensyn på to loci vil dette f.eks. være tilfelle når en som foreldre bruker de genotyper som fås ved alle mulige kombinasjoner av AA, Aa og BB, Bb (eller bb). Det er således uten betydning *hvilke* genotyper som er med blant foreldrene.

Den fullstendige heterozygote diallel vil med hensyn på en to-gen modell omfatte de ni genotyper i tabell 1. Det kan i dette tilfelle vises av  $W_r - V_r$  ikke er konstant, og at regresjonen ikke blir rettlinjet, men vil forme en kurve med krumning mot y-aksen. Punktene for den dobbeltheterozygote genotype vil falle nærmest y-aksen, mens punktene for de dobbelthomozygote genotyper vil falle på regresjonslinjen med  $b = 1$ . Mellom disse grenser faller punktene for enkeltheterozygotene. Virkningen av heterozygoti vil i slike tilfeller tilsvare duplikat samspill som simulerer lågere dominansgrad enn den aktuelle, og som fører til at regresjonskoeffisienten blir mindre enn 1. Komplementært samspill har som nevnt den motsatte virkning, og den vil kunne oppdages hvis effektene er tilstrekkelig sterke.

OAKES (l.c.) har utarbeidet metoder for analyse av delvis og fullstendig heterozygote diallele krysninger, og drøftet de konsekvenser det vil ha om analysemetoden ikke tilsvare den heterozygotigrad en har i foreldrepopulasjonen. Han har anvendt analysemetoden på en diallel krysning i en populasjon av 7 stammer av høns, og den observerte karakter var eggproduksjon. Det ble funnet meget godt samsvar mellom eksperimentelle data og teoretiske forventninger.

Med utgangspunkt i den spesifisering for genetiske effekter for de ni genotyper i  $F_2$  som er vist i tabell 1, og en diallel krysning mellom disse, er de teoretiske forventninger for polycross og topocross utarbeidet for diploider ved forskjellige grader av dominans, og ved bestemte typer av samspill mellom gener i ulike loci. Resultater av disse beregninger er omtalt i neste avsnitt. Det samme gjelder resultater av tilsvarende beregninger for de samme testmetoder hos autotetraploider. Utledningene er i dette tilfelle basert på den ett-genmodell som er vist i figur 2, og de aktuelle forventninger er gitt av OPSAHL (17).

## Anvendelse i foredlingsarbeidet

Seleksjon i foredlingsmateriale fra krysning mellom to eller flere genotyper har bare til formål å trekke ut de ønskede kombinasjoner av materialet. Seleksjonen skaper således ikke noe nytt i og for seg, og den kan bare være effektiv når det er *arvelig* variasjon til stede. Hvis utgangslinjene ikke kan gi de ønskede kombinasjoner, vil derfor det følgende utvalgs- og testingsarbeid være mer eller mindre forgjeves. Det avgjørende for resultatet av et foredlingsprosjekt er derfor valget av foreldregenotyper. For kvalitative karakterer med en enkel og kjent nedarving byr foredlingsarbeidet ikke på prinsipielle vansker. Dreier det seg f.eks. om innføring av resistens betinget av 1-2 gener i en ellers verdifull sort, vil sannsynligvis et tilbakekrysningsprogram kunne gi det ønskede resultat i løpet av rimelig tid. Er det sterk kobling mellom disse gener og gener for uønskede egenskaper, vil dette gjøre det vanskeligere å finne den genotype en ønsker. Men hvis koblingen ikke er fullstendig, er det mulig å få fram den søkte rekombinasjon. Ellers vil også miljøfaktorer kunne virke i uheldig retning fordi disse har en tendens til å kamufflere distinkte forskjeller.

For kvantitative egenskaper har det teoretiske grunnlag for foredlingsarbeidet vært langt usikrere, og det er først i de seinere år at den kvantitative genetiske forskning har lagt et grunnlag for mer rasjonelle framgangsmåter. En forutsetning for at dette grunnlag skal kunne nyttiggjøres, er da at plante-foredleren selv bidrar med å skaffe de nødvendige informasjonen om sine foredlingsmaterialer. Betydningen av å kjenne det genetiske grunnlag for de karakterer en arbeider med, er udiskutabel. Problemet er da heller å finne rasjonelle metoder for å få bestemt dette grunnlag, og de framgangsmåter som er omtalt foran, er et aktuelt alternativ i denne sammenheng. Dette vil særlig være tilfelle ved start av foredlingsprosjekter innenfor nye og ukjente områder. For planlegging av arbeidet på lengre sikt, må en være interessert i hvilke genetiske effekter som er virksomme for vedkommende karakter, og i hvilken grad det foreldremateriale en har planlagt å starte med, har noen mulighet for å gi framgang.

Det kan her skytes inn at generasjons- og diallel-analyser ikke er de eneste metoder som kommer på tale i et foredlingsprogram som gjelder kvantitative egenskaper. Det viktigste ved disse metoder er de informasjonen de kan gi om karakterenes nedarving, og i et tidsmessig foredlingsarbeid kan en ikke se bort fra slike opplysninger, uansett hvilke framgangsmåter en ellers nytter i seleksjonsarbeidet.

I praksis kan en, som nevnt, bare i sjeldne tilfeller regne med en fullstendig tilfeldig genfordeling mellom foreldrelinjene når en bruker aktuelle sortsmaterialer som utgangspunkt for en diallel krysning. Det er for så vidt klart nok hvordan slike avvik fra den teoretisk riktige fordeling virker på estimatene av de genetiske komponenter. Det en kjenner mindre til, og som ikke er tilstrekkelig belyst, er hvor store avvik en må regne med, når en bruker slike materialer. En rekke resultater av analyser av diallele krysninger tyder imidlertid på relativt pålitelige estimater, og endel eksempler på slike er nevnt nedenfor.

Ved en fullstendig tilfeldig genfordeling mellom foreldrelinjene må en forutsette at ekstremene vil finnes i foreldrepopulasjonen. Dersom bare additiv genvirkning er påvist ved analysen ville en i dette tilfelle ikke kunne regne med noen framgang ved fortsatt arbeid med vedkommende egenskap. Når

en likevel i praktiske materialer kan gå ut fra en positiv seleksjonseffekt også ved ren additiv genvirkning, henger dette sammen med at slike materialer vil være påvirket av tidligere seleksjon. Dette er kanskje tydeligst for mer eller mindre fremmedbefruktende vekster, der stabiliserende seleksjon til fordel for intermediære typer har bevirket en overvekt av dispersert genfordeling ved kobling i repulsjonsfasen. Ved konvergent krysning mellom  $F_1$  innenfor den rekke som har det høyeste gjennomsnitt for vedkommende egenskap, vil en ved rekombinasjon kunne regne med en positiv seleksjonseffekt. Slik konvergent krysning er også aktuell mellom foreldrelinjer som viser de høyeste rekkegjennomsnitt for *ulike* egenskaper. En diallel krysning vil på denne måte legge forholdene til rette for en sterk innsnevring av de aktuelle foreldrematerialer.

Påvisning av dominans vil hos selvbefruktende vekster ikke gi grunnlag for avvik fra den framgangsmåte som er skissert ovenfor. Slike effekter vil i en  $(\bar{F}_1 - \bar{P})$ -diallel ha til følge at differensene mellom gjennomsnittet av foreldrene og deres avkom blir forskjellig fra 0 både i positiv og negativ retning, og differensene vil variere i størrelse fordi de enkelte  $F_1$ -avkom er forskjellig påvirket av dominans. Disse forskjeller kan en ikke bruke som noe mål for verdien i det videre foredlingsarbeid, fordi dominanseffekter ikke kan fikseres hos en selvbefruktet.

Vi har foran vært inne på de muligheter som en diallel analyse byr på, når det gjelder test for samspill mellom gener i ulike loci. Slikt samspill kan være av forskjellig natur, og utnyttelse av slike effekter avhenger av befruktnings-systemet hos den vekst en arbeider med. Hos en selvbefruktet, der det endelige seleksjonsprodukt er en homozygot linje, er det bare additive effekter og effekter av samspill mellom homozygote loci som er av interesse. Hos fremmedbefruktende vekster har derimot også dominanseffekter og virkning av andre typer av samspill betydning. I de tilfeller der  $F_1$ -hybrider er aktuelle i praktisk dyrking, vil det vesentlig være dominans hom-het og het-het samspill som gir fenotypen. I panmiktiske populasjoner vil fenotypen bestemmes av alle slags genetiske effekter, men betydningen av de enkelte komponenter varierer med populasjonens sammensetning.

Når en ved analyse av data fra en diallel krysning har påvist at samspill forekommer, vil det derfor være av interesse å undersøke nærmere hvilken type som er aktiv. Den diallele analyse er lite effektiv i så måte, og for en selvbefruktet vil det naturlige være å forfølge krysninger som viser samspill, ved en generasjonsanalyse som omtalt foran. Påvisning av hom-hom samspill ved de testmetoder som er skissert, vil være av interesse fordi dette kan fikseres i en homozygot.

De transgresjoner en ofte finner for forskjellige kvantitative egenskaper i foredlingsarbeid, henger nok ofte sammen med fiksering av hom-hom samspill og med akkumulering av additiv virkende alleler der disse er dispersert hos foreldrelinjene. Seleksjonseffekter kan i slike tilfelle demonstreres ved følgende enkle to-gen modell:

	$P_1$		$P_2$
Genotype	AAbb	×	aaBB
Fenotype	$+d_a - d_b - i_{ab}$		$-d_a + d_b - i_{ab}$

I  $F_2$  forekommer den dobbelthomozygote genotype AABB i frekvensen  $\frac{1}{4}q^2$  ( $p$  = rekombinasjonsverdi). Denne har fenotypen  $+d_a + d_b + i_{ab}$ , og differensen mellom denne og foreldrelinjene blir  $2(d_b + i_{ab})$ . I tillegg til den



additive effekt som henger sammen med dispersert genfordeling hos foreldrelinjene, har en fått fiksert et positivt virkende hom-hom samspill. I modellen for komplementært samspill vil dette ha samme verdi som den additive effekt.

Den diallele teknikk har vært nyttet i betydelig utstrekning i foredlingsarbeid de seinere år, og i mange tilfeller har foredleren nyttet materiale fra slike kryssninger til å belyse de kvantitative egenskapers genetiske grunnlag. Noen få eksempler fra slike undersøkelser er vist nedenfor. Fig. 4 gjelder analyse av den kvantitative karakter stråstyrke hos bygg (AASTVEIT, 1). Kryssningen omfattet seks sorter av til dels meget varierende opprinnelse, og stråstyrken ble bedømt ved en skala fra 0 til 10 straks før høsting (0 = 100 % legde). I det fullstendige materiale var regresjonen av  $W_r$  på  $V_r$ ,  $b = 0,81$ , og analysen antydet samspill mellom gener i ulike loci. Etter fjerning av den linje som var årsak til samspill (en linje av *Hordeum violaceum*), fikk en den regresjonslinje som er vist i fig. 4 med  $b = 1,02$ . Denne antyder i dette materiale partiell dominans for stråstyrke, og foreldrelinje nr. 4 ( $H_02-18$ ) har flest dominante gener, og også det største antall positive additive alleler. Det ble i dette tilfelle ikke foretatt noen videre analyse av typen av det samspill som ble påvist.

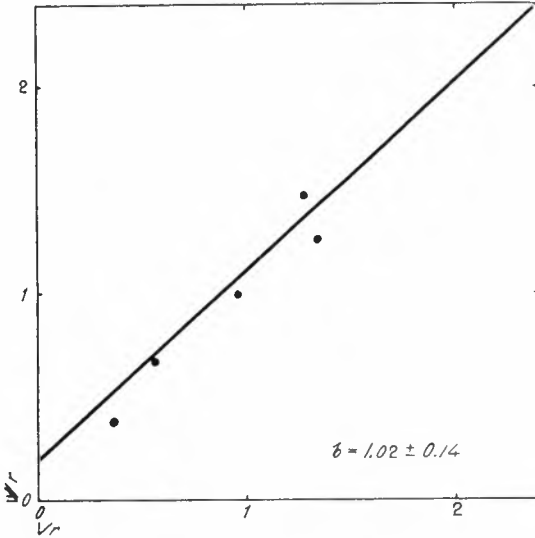


Fig. 4. Regresjon av kovarians ( $W_r$ ) på varians ( $V_r$ ) i en  $5 \times 5$  diallel mellom byggsorter. Karakteren er stråstyrke, og foreldrelinjenes punkter ligger i rekkefølgen 4, 2, 1, 6, 3, fra origo.

Av andre tilsvarende analyser for vekster med diploid nedarving nevnes undersøkelser av ALLARD (5) over frøstørrelse hos bønne (*Phaseolus lumenis*), av THOMPSON & WHITEHOUSE (20) over kvalitet hos vårhvete, og av FROGNER (8) over kvalitetsmålet falltall hos vårhvete.

Egne data for strå lengde hos timotei gir basis for en tilsvarende analyse hos en autopolyploid vekst. Som nevnt tidligere kjenner en lite til forventninger ved diallele kryssninger hos autopolyploider, og knapt noe når det gjelder en hexaploid som timotei. For en autotetraploid skal en vente at  $W_r - V_r$  er konstant som for diploider, men at regresjonskoeffisienten kan bli større enn 1 i en heterozygot tetraploid diallel. Resultatet i figur 5 for timotei viser nøye tilpassing til en regresjonslinje med  $b = 1$ , med nær full dominans for denne egenskap.

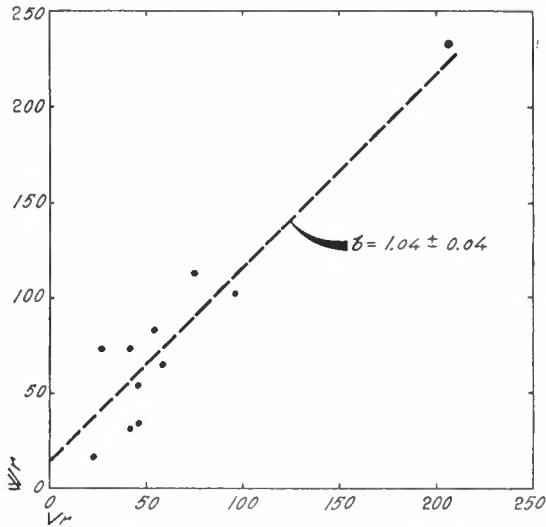


Fig. 5. Regresjon av kovarians ( $W_r$ ) på varians ( $V_r$ ) i en  $11 \times 11$  diallel kryssning mellom kloner av timotei. Karakteren er strå lengde, og regresjonslinjens nivå antyder nær fullstendig dominans.

Generasjonsanalyse etter MATHER's (12) prinsipper, med hensyn på økonomisk viktige kvantitative karakterer, finnes i bare liten utstrekning. AASTVEIT (2) har utført en slik analyse i bygg, og hovedresultatet går fram av figur 6.

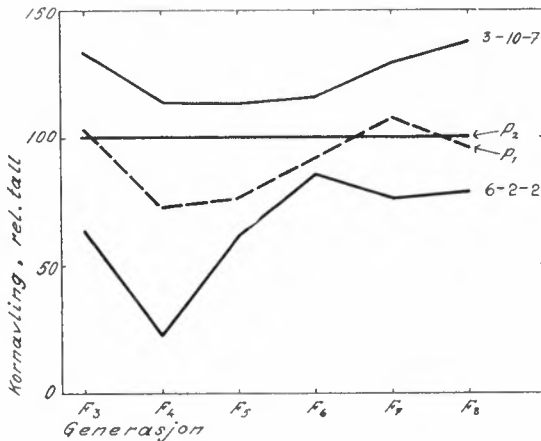


Fig. 6. Kornavling for to bygg-linjer i seks generasjoner etter seleksjon i  $F_3$ . Til sammenligning er avlingen for de to foreldrelinjer tatt med.

Ved lineære kombinasjoner av generasjonsgjennomsnitt, ble det i materiale etter kryssning mellom to homozygote linjer påvist hom-hom samspill for karakteren kornvekt pr. plante. Seleksjon av ekstreme linjer ble foretatt i  $F_3$ , og differensen for de to linjer i figur 6 holdt seg nær konstant til  $F_8$ . Dette antyder at samspill mellom homozygote loci er fiksert i  $F_2$  eller  $F_3$ , og bekrefter den test som ble utført på generasjonsgjennomsnitt opp til  $F_3$ .

I foredlingsarbeidet med fremmedbefruktende vekster brukes i stor utstrekning polycross og top-cross som et ledd i avkomsbedømmelsen av mer eller mindre selekterte genotyper. Hensikten med disse metoder er å få en

genetisk sett ensartet befruktning av alle de genotyper som blir testet, slik at avkommet etter disse ved den følgende avprøving i forsøk, gir uttrykk for mødrenes genotypiske verdi. I polycross vil de hanlige gameter teoretisk være et gjennomsnitt fra samtlige genotyper som er med, mens en i top-cross bruker en bestemt testsort som pollengiver. Bortsett fra en rekke forhold, genetiske og miljømessige, som kan forårsake avvik fra en helt ensartet befruktning, er det enkelte andre forhold ved disse testmetoder som fortjener oppmerksomhet.

Det avgjørende for effektiviteten av metodene må være at de skaffer grunnlag for å vurdere de mødregenotyper som blir testet. I denne sammenheng er det av interesse å undersøke hvordan genetiske effekter og genfrekvenser i populasjonen virker inn. Som basis for denne undersøkelse er brukt forventninger i diallele kryssninger med utgangspunkt i panmiktiske populasjoner. Modell for polycross og top-cross har en her i henholdsvis rekkjegjennomsnitt og rekker i den diallele tabell. Hver rekke vil representere en top-cross, men med genetiske ulike pollengivere. For diploider er beregningene basert på en to-gen modell med spesifisering av dominans, additive og samspills-effekter. I det autotetraploide tilfelle bygger utlendingene på modellen i figur 2, med spesifisering av dominans og additive effekter innenfor ett locus.

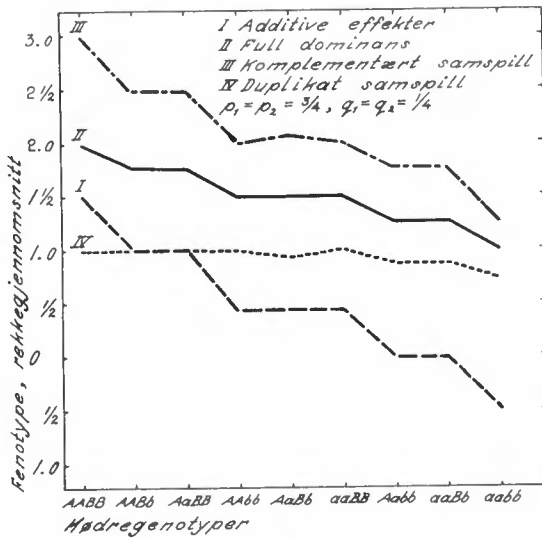


Fig. 7. Polycross-avkom etter de ni mulige genotyper med hensyn på to loci. Spesifisering for additive, dominans- og samspillseffekter.

Figur 7 viser polycross-avkom hos diploider etter de mulige genotyper med hensyn på to loci. De enkelte kurver viser avkommets fenotype under forutsetning av en bestemt type av genvirkning. Ved beregningene har en satt  $p_A = p_B = \frac{1}{2} (p + q = 1)$ . Det går fram av figuren at ved ren additiv genvirkning er fenotypen proporsjonal med mødrenes genotype. Dominans og særlig duplikat samspill har derimot en sterkt utjevneende virkning på avkommets fenotype. Det kan vises ved å variere p-verdien, at denne utjevneende virkning av dominans og samspill øker med økende frekvens av de positive alleler. Dette betyr at polycross vil være stadig mindre effektiv jo sterkere selektert de genotyper er, som blir testet.

Denne virkning av en økende frekvens av positive alleler når det gjelder polycrossmetodens effektivitet, er illustrert i figur 8 for en *autotetraploid* ved full dominans. Forskjellen mellom avkom etter de tre ulike genotyper (quadru-plex, duplex, multiplex) minker når  $pA$  øker, og ved  $pA = \frac{1}{4}$  vil forskjellen være så liten at den lett kan kamoufleres av miljøvariasjon.

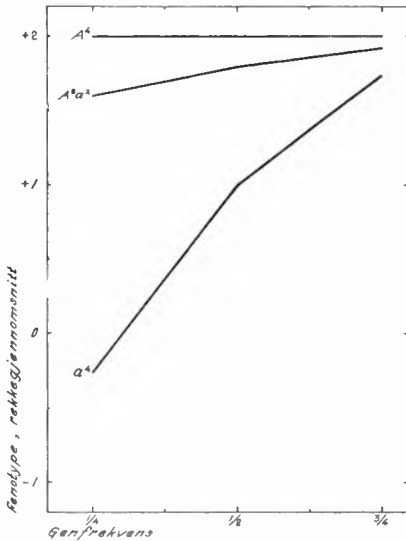


Fig. 8. Polycross-avkom etter quadru-plex, duplex og nulliplex mødregenotyper ved tre forskjellige frekvenser av A-allelet. Fullstendig dominans.

I *top-cross* må også test-sortenes genotype tas i betraktning. Forutsatt bare additive effekter vil avkommets fenotyper være proporsjonal med mødrenes genotype uansett hvilken testsort som brukes, og dette gjelder både for diploider og autotetraploider. Dominans kan i høg grad endre dette bilde, men dette vil være avhengig av testsortens genotype. Hos en diploid er dette forhold illustrert i figur 9 ved full dominans og bruk av tre ulike genotyper som testsort.

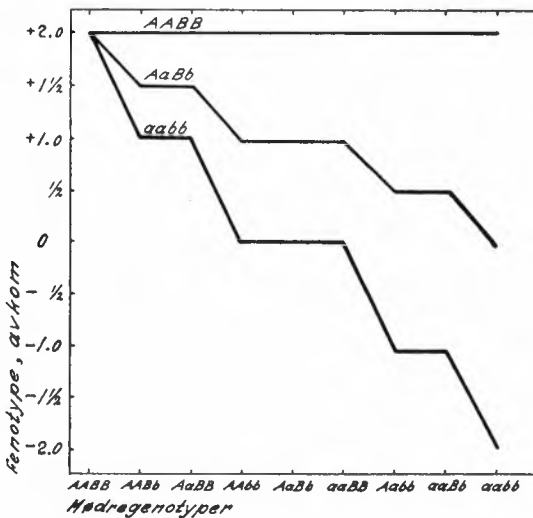


Fig. 9. Topcross-avkom etter de ni mulige genotyper med hensyn på to loci ved bruk av tre forskjellige pollengivere. Fullstendig dominans og diploid nedarving.

I det foreliggende tilfelle forutsettes at dominans går i positiv retning i begge loci, og bruk av den dobbeltdominante testsort AABB vil her gi til resultat at alt avkom blir likt, uansett mødrenes genotype. På den andre siden vil den dobbeltrecessive testsort aabb gi avkom som i høyeste grad skiller mødregenotypene og derved tillater skarp seleksjon.

Det tilsvarende forhold hos en autotetraploid er vist i figur 10.

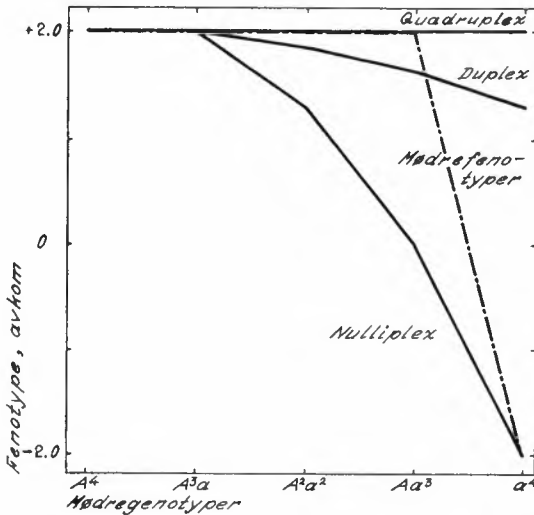


Fig. 10. Topcross-avkom etter de fem mulige genotyper med hensyn på ett locus hos en autotetraploid. Quadruplex, duplex og nulliplex pollengiver, og full dominans.

Det er også her forutsatt full dominans med den definisjon som er gitt tidligere for autotetraploider. En quadruplex testsort vil i dette tilfelle være fullstendig ubrukbar, mens en nulliplex vil være effektiv for de fleste mødregenotyper. Ved full dominans vil imidlertid heller ikke denne skaffe noen basis for å skjelne mellom en quadruplex og triplex ved hjelp av avkomsbedømmelse.

Etter de eksempler som er gitt foran, vil valg av pollengivere være avgjørende for den nytte en kan ha av en top-cross når det er dominans for vedkommende egenskap. Dominanseffekter må antas å være virksomme for mange økonomisk viktige kvantitative karakterer, og det riktige vil da være å bruke recessive test-sorter. I foredlingsarbeidet med fremmedbefruktende vekster har oftest det motsatte vært tilfelle, idet en gjerne har brukt høgt selekterte sorter for dette formål. Recessive pollengivere i top-cross vil også være formålstjenlige når det forekommer samspill mellom gener i ulike loci. Dette gjelder i alle fall de typer av samspill som en må anta er mest vanlige (komplementært og duplikat). En mer detaljert framstilling av disse spørsmål der også kromatidespalting hos en autotetraploid er tatt i betraktning, er gitt av OPSAHL (17, 18, 19).

### Sammendrag

Genetisk analyse av kvantitative egenskaper er et nødvendig ledd i et tidsmessig foredlingsarbeid, og artikkelen omhandler enkelte metoder som er aktuelle i denne sammenheng. Omtalen er begrenset til framgangsmåter som

bygger på MATHER's (12) prinsipper, og omfatter generasjonsanalyse og diallele krysninger. Polyploider er trukket inn i bildet i den utstrekning metoder er utviklet for slike vekster.

Analyse av kvantitative egenskaper er basert på modeller der de mulige genetiske effekter er spesifisert. I en ett-gen modell er bare additive effekter og dominans aktuelle, men ved utvidelse til en to-gen modell må en også ta hensyn til om gener i ulike loci virker uavhengig av hverandre eller ikke. Det blir her tale om to slags uavhengighet, nemlig i virkning og i fordeling. I det første tilfelle må en i modellen spesifisere for mulige samspillseffekter mellom gener i ulike loci, og i det andre tilfelle må kobling tas i betraktning. På denne basis er det skissert hvordan teoretiske forventninger utledes for statistiske uttrykk som kan beregnes i generasjonsforsøk og forsøk med diallele krysninger. Dette gjelder middeltall, varianser og kovarianser, og det er vist hvordan disse er bygget opp av de forskjellige genetiske komponenter.

Det er drøftet hvordan estimater av de genetiske parametere kan påvirkes av forskjellige forhold, og testmetoder for samspill mellom gener i ulike loci er satt opp. Det er også gitt endel eksempler på anvendelse av metodene for analyse av det genetiske grunnlag for økonomisk viktige egenskaper hos jordbruksvekster. Modellene er dessuten brukt til en analyse av testmetoder som er vanlige i foredlingsarbeid med fremmedbefruktende planter.

### Summary

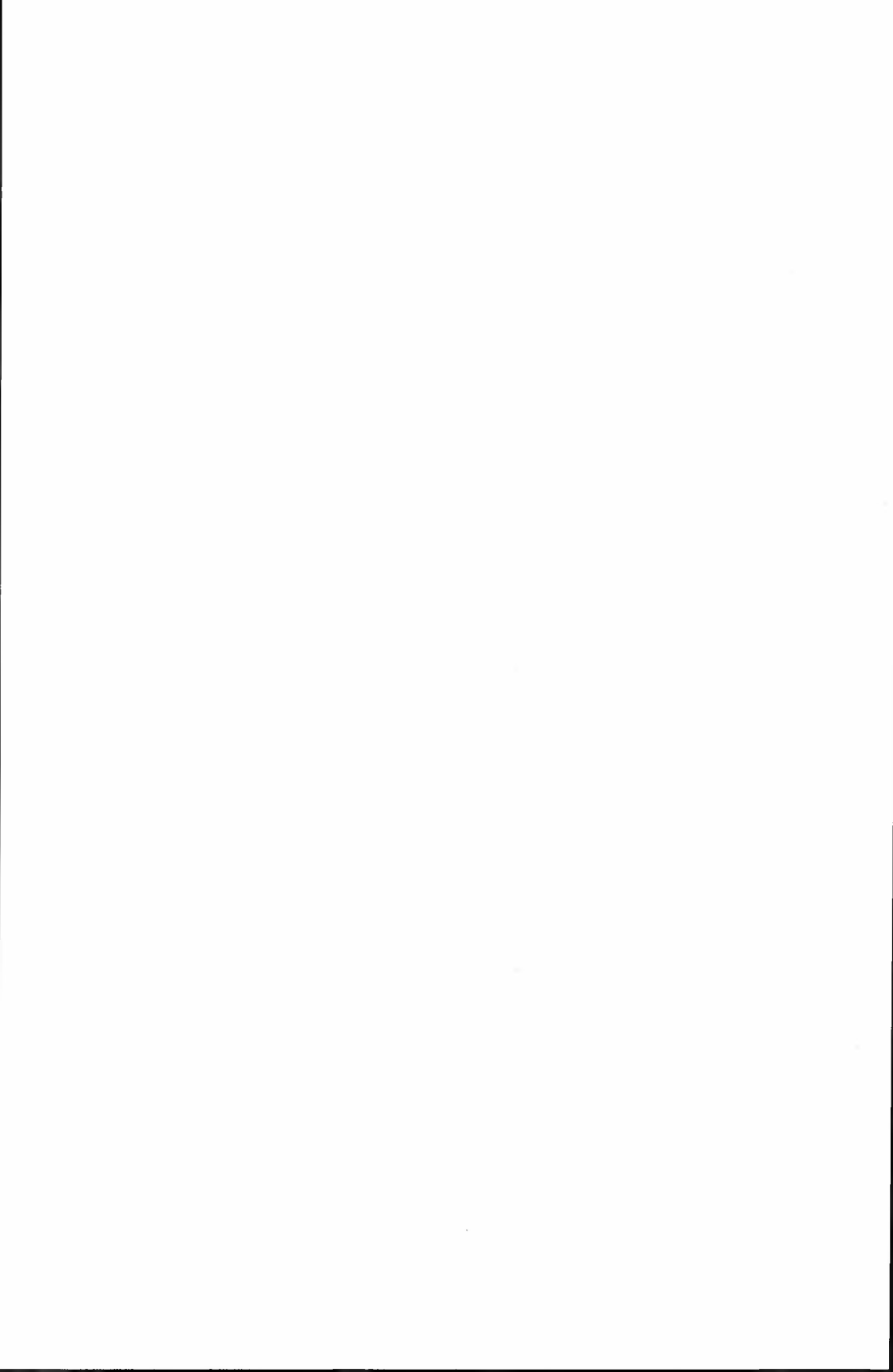
Methods of genetical analysis of quantitative traits, based upon MATHER's principles, have been outlined, and their possible application in breeding work has been discussed. The basic models with extensions specifying additive, dominance and non-allelic interaction effects have been dealt with, and the use of these models in developing expectations in terms of genetic components, demonstrated. The influence of linkage, non-allelic interaction and other factors biasing the estimates of the additive and dominance components has been considered.

Examples from analyses of different economic important traits in agricultural plants are shown. Finally the models are applied in an examination of the efficiency of the polycross and the top-cross tests.

### Litteratur

1. AASTVEIT, K. 1962. Inheritance of lodging resistance in barley. *Acta Agric. Scand.* 12, 309—314.
2. AASTVEIT, K. 1963. Heterosis and selection in barley. *Genetics* 49, 1958—164.
3. AASTVEIT, K. 1965. The value of biometrical models in plant breeding. I. *Acta Agric. Scand.* 16, 71—80.
4. AASTVEIT, K. & FROGNER, S. 1963. Analysis of experiments with diallel crosses. *Hereditas* 50, 306—316.
5. ALLARD, R. W. 1956. Biometrical approach to plant breeding. "Genetics in Plant Breeding". *Brookhaven Symp. Biol.* 9, 69—88.
6. DICKINSON, A. G. & JINKS, J. L. 1956. A generalised analysis of diallel crosses. *Genetics* 41, 65—78.
7. FISHER, R. A. 1918. The correlation between relatives on the supposition of mendelian inheritance. *Trans. Roy. Soc. Edin.* 52, 399—433.
8. FROGNER, Stein, 1968. Inheritance of starch quality in spring wheat. *Acta Agric. Scand.* 1968 (under trykning).

9. HAYMAN, B. I. & MATHER, K. 1955. The description of genic interactions in continuous variation. *Biometrics* 11, 69—82.
10. JINKS, J. L. & HAYMAN, B. I. 1953. Analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Coop. News Letter* 27, 48—54.
11. JINKS, J. L. 1955. A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses. *Heredity* 9, 223—238.
12. MATHER, K. 1949. *Biometrical genetics*. Methuen & Co., London. 162 pp.
13. MATHER, K. 1967. Complementary and duplicate gene interactions in biometrical genetics. *Heredity* 22, 97—103.
14. NELDER, J. A. 1952. Some genotypic frequencies and variance components occurring in biometrical genetics. *Heredity* 6, 387—394.
15. OAKES, M. W. 1967. The analysis of a diallel cross of heterozygous or multiple allelic lines. *Heredity* 22, 83—95.
16. OPSAHL, B. 1956. The discrimination of interactions and linkage in continuous variation. *Biometrics* 12, 415—432.
17. OPSAHL, B. 1964. Contributions to the breeding methods of timothy. *Meld. Norg. Landbr. Høysk.* 43, (12), 1—86.
18. OPSAHL, B. 1965. Kvantitative genetiske virkninger av kromatidespalting hos en auto-tetraploid, Vollebekk 1965, Stensiltrykk. 22 pp.
19. OPSAHL, B. 1966. The value of biometrical models in plant breeding. II. *Acta Agric. Scand. suppl.* 16, 81—90.
20. THOMPSON, J. B. and WHITEHOUSE, R. N. H. 1962. Studies in the breeding of self-pollinating cereals. *Euphytica* 11, 181—196.
21. VAN DER VEEN, J. H. 1959. Tests of non-allelic interactions and linkage for quantitative characters in generations derived from two diploid pure lines. *Genetica* 30, 201—232.





## HVA HAR VI LÆRT AV LANGVARIGE SELEKSJONSFORSØK?

*Some experiences of long time selection experiments*

AV

KNUT AASTVEIT

I en samling av planter eller dyr kan de enkelte individer være genetisk like eller ulike. Hvis de er forskjellige genetisk sett, altså viser genetisk variasjon, betegner vi samlingen som en populasjon. Med seleksjon i genetisk forstand mener vi at de forskjellige genotypene i en slik populasjon får forskjellig anledning til å formere seg. Dette fører til en forskyvning av genfrekvensene. Slik seleksjon kan være forårsaket av naturlige krefter, eller den kan skyldes inngrep fra menneskets side. Etter sin årsak skiller vi derfor mellom naturlig og kunstig seleksjon. Enhver organisme har selvsagt vært utsatt for naturlig seleksjonspress. Kunstig seleksjon er heller ikke av ny dato. Fra forskjellige historiske kilder vet vi at menneskene gjennom årtusener har forsøkt å forandre sine kulturplanter, sine husdyr og kanskje også seg selv ved forskjellige former av seleksjon. Det teoretiske grunnlag for å kunne forstå det som skjer ved seleksjon, ble derimot skapt ved de mendelske lover og ved den videre utvikling av genetikken som senere har funnet sted.

Seleksjon er nær knyttet til dyre- og planteforedling. I denne forbindelse har som regel seleksjonen til formål å skaffe fram et materiale som gir et større økonomisk utbytte. Seleksjonens betydning på dette område har vært meget stor. De praktiske forsøk er likevel ikke alltid tilstrekkelige til å gi informasjon om seleksjonens mangfoldige virkninger på lang sikt. Derfor har det og blir det stadig utført forsøk med det siktemål å gi teoretisk informasjon. Slike forsøk blir ofte utført med dyr og planter som har et kort generasjonsintervall, og som derfor kan gi informasjon om langtidsvirkningen av seleksjon på kort tid. Bananfluen, *Drosophila melanogaster*, er her det klassiske eksempel. I seleksjonsforsøk som tar sikte på å gi generell informasjon, må det stilles større krav til kontrollmateriale, standardisering av miljøbetingelsene osv. enn det som er nødvendig i seleksjonsforsøk av mer praktisk art.

De typisk kvalitative karakterer byr i dag ikke på særlig store problemer av generell art. Kjenner en nedarvingen, vil en også kunne forutsi med nokså stor presisjon hva som vil skje ved seleksjon for bestemte genotyper. Med de typisk kvantitative karakterer er det annerledes. Selv om den genetiske nedarvingsmekanisme bak disse i sin natur utvilsomt er mendelsk, så blir likevel det hele mer komplisert. I spaltende generasjoner er det ikke mulig å følge de enkelte gener eller genotyper individuelt. Fenotypen foreligger i form av en måling, og variasjonen av denne innenfor populasjonen er helt kontinuer-

lig. Den kontinuerlige variasjon kommer fram som et resultat av at hver karakter blir styrt av mange gener, dessuten ved miljøets innflytelse. Ved hjelp av bestemte kryssningssystemer innenfor populasjonen og i forbindelse med mer raffinerte statistiske metoder, kan en på forholdsvis kort tid skaffe seg endel verdifulle opplysninger. Det gjelder i første rekke slike ting som miljøets relative andel av variasjonen, om genene innen og mellom loci virker additivt eller ikke, indikasjoner på kopling og pleiotropi. Det blir likevel mange ting igjen som en kortsiktig kvantitativ genetisk analyse ikke kan gi svar på. Det gjelder f.eks. antallet av loci som regulerer en karakter, genfordeling i populasjonene, skille mellom kopling og pleiotropi o.l. Langvarige seleksjonsforsøk kan ikke ventes å løse alle disse spørsmål, men de kan kaste lys over dem. Helt siden århundreskiftet har det vært i gang slike forsøk på forskjellige steder i verden. I det følgende er resultatene fra noen av de viktigste referert, og det er diskutert hvilken lærdom de egentlig har gitt oss.

### Ulike typer av seleksjon

For å kunne diskutere de ulike typer av seleksjon er det nødvendig å ha klart for seg de forskjellige formeringsmåter en finner hos ulike organismer. Vegetativ formering fører til at populasjonene kommer til å bestå av kloner som er ulike genetisk. De enkelte individer innenfor klonene vil derimot være genetisk like. Ved kjønnnet formering skiller vi mellom selvbefruktere og fremmedbefruktere. Selvbefruktning fører til at populasjonene kommer til å bestå av en samling homozygoter linjer, mens fremmedbefruktning medfører populasjoner der en stor del av individene er heterozygotiske. Ved fremmedbefruktning vil det skje en stadig rekombinasjon av gener. Rekombinasjon av gener hos selvbefrukterne kan derimot bare skje ved kryssing mellom forskjellige linjer. Selvbefruktning er som regel ikke komplett. Under naturlige forhold vil det derfor i regelen skje en rekombinasjon av gener også hos selvbefrukterne. Uansett hvilken befruktningstype som foreligger, så vil individene i en populasjon som har vært overlatt til seg selv, som oftest fordele seg tilnærmet normalt med hensyn til typisk kvantitative karakterer.

Seleksjon i en slik populasjon kan være av tre forskjellige slag. For det første kan den være rettet mot de ekstreme individer, hvilket vil si at gjennomsnittsindividene favoriseres. Denne type blir ofte betegnet som stabiliserende seleksjon (1 i fig. 1). Under forutsetning av at den seleksjon som skjer

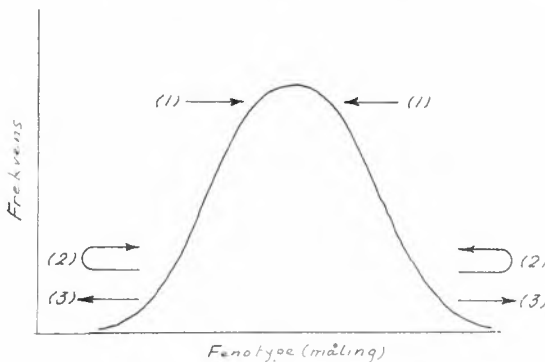


Fig. 1. Tre ulike typer av seleksjon.  
 1. Seleksjon av gjennomsnittsindivider.  
 2. Seleksjon av ekstremene i begge retninger.  
 3. Seleksjon av ekstremene i en retning.

på grunnlag av fenotypene også til en viss grad er genotypisk, skulle konsekvensen bli en innsnevring av variasjonsbredden i neste generasjon. Populasjonsgjennomsnittet kan ventes uforandret eller forskjøvet, alt etter som eliminasjonen i de to retninger er lik eller ikke. Hvis ekstremene i begge retninger skulle bli favorisert (2 i fig. 1), men uten at det skjer isolasjon i noen retning, ville en vente en økning av variasjonen. Slik seleksjon kan tenkes å føre til en totoppet fordelingskurve. Seleksjon av ekstremene i én retning (3 i fig. 1) er den type som er mest vanlig i dyre- og planteforedling. I mange forsøk er det nok vanlig å selektere i begge retninger også når denne typen praktiseres. Til forskjell fra type 2 blir da de selekterte individer i hver retning isolert, slik at en får sub-populasjoner. Langtidseleksjon i retning av ekstreme typer i én retning må ventes å føre til forskyvning i det opprinnelige populasjonsgjennomsnitt. I det lange løp vil en også vente en nedgang i variasjonen. Hvor raskt dette vil skje, vil imidlertid avhenge av flere ting, ikke minst av geneses fordeling og koplning i den opprinnelige populasjon.

Som allerede nevnt er det seleksjon for ekstremene i en retning som har størst interesse fra et nyttesynspunkt. De to andre typene har størst interesse i forbindelse med naturlig seleksjon. Selv fra et nyttesynspunkt kan en imidlertid ikke se bort fra naturlig seleksjon. For det første vil den alltid være virksom, selv under de mest standardiserte forsøksbetingelser. Dernest må enhver foredling begynne med populasjoner som i det vesentlige er et resultat av naturlig seleksjon. Mulighetene for hva en skal oppnå med enveis seleksjon vil da avhenge av i hvilken retning den naturlige seleksjonen har virket. Hvis den hadde virket i samme retning som den en er interessert i, må en gå ut fra at ekstremene ville ha vært selektert ut for lenge siden. De langvarige seleksjonsforsøk har kastet atskillig lys over disse spørsmål, som vi senere skal se.

### Resultater av langvarige seleksjonsforsøk

Det kan selvsagt ikke settes opp noen bestemt definisjon på hva som er langvarige seleksjonsforsøk i motsetning til kortvarige. For at forsøkene skal få betegnelsen langvarige må de etter forfatterens mening ha gått over 8–10 generasjoner minst. Siden århundreskiftet har det vært utført mange seleksjonsforsøk som med hensyn til varighet overskrider denne grense. I tabell I er satt opp en liste som omfatter 29 referanser. Denne listen er ikke fullstendig. For det første har det vært utført flere forsøk, og dessuten foreligger det i mange tilfelle flere rapporter om de samme materialer. Det er gjort forsøk på å få med arbeider som dekker de forskjellige sider ved langvarig seleksjon. I kolonnen for seleksjonstype er brukt betegnelsen + og — for seleksjon av ekstremer i henholdsvis positiv og negativ retning. For seleksjon av ekstremene i begge retninger uten isolasjon (type 2 i fig. 1) er brukt betegnelsen disruptiv. I mange tilfeller har det vært flere seleksjonslinjer med forskjellig varighet av seleksjonen. Det antall generasjoner som er ført opp er maksimaltall. Det går fram av tabellen at *D. melanogaster* har dominert sterkt som forsøksobjekt. I planter er det utført bare få langvarige seleksjonsforsøk.

Om en sammenligner resultatene fra de forskjellige forsøk med énveis seleksjon (i positiv eller negativ retning), finner en at de grovt regnet kan inndeles i noen få grupper med hensyn til langtidsvirkning. I noen tilfeller har det vært stor virkning i de første generasjonene, deretter følger en periode

Tabell 1. Oversikt over endel langvarige seleksjonsforsøk.

Art	Seleksjonskarakter	Seleksjonstype	Varighet (generasjoner)	Litteraturhenvi- sing
Mais	Protein og oljeinnhold i frøene	+ og —	61	LENG (23)
Forbete	Tørrestoffinnhold	+ og —	11	JOSEFSSON (21)
	Rotlengde	+ og —		
	Antall rygghår	+ og —	14	STURTEVANT (38)
<i>D. melanogaster</i>	Scut. chaeta	+ og —	23	SISMANIDIS (37)
—>	Abdominale chaeta	+ og —	138	MATHER & HARRISON (30)
—>	Vingelengd	+ og —	76	REEVE & ROBERTSON (35, 36)
—>	Thorax lengd	+ og —		
—>	Sternopl. chaeta	+ og —	105	RASMUSSEN (33)
—>	Abdominale chaeta	+ og —		
—>	Eggproduksjon	+ +		
—>	Klekning	+ +	20	RASMUSSEN (34)
—>	Kroppsvekt	+ +		
—>	Abdominale chaeta	Stabiliserende	18	FALCONER (15)
—>	Fruktbarhet	+ og —	39	BELL, MOORE & WARREN (3)
—>	Eggstørrelse	+ og —		
—>	Sternopl. chaeta	Disruptiv	39	THODAY (41, 42)
—>	Abdominale chaeta	+ og —	35	CLAYTON m.f. (9, 10, 11)
—>	Sternopl. chaeta	+ og —	25	DINSLEY & THODAY (13)
—>	Reproduksjonsevne	+ og —		
—>	Sternopl. chaeta	+ og —	27	MILLICENT & THODAY (31)
—>	Sternopl. chaeta	+ og —	56	LAWRENCE (22)
—>	Sternopl. chaeta	+ og —	22	BUZZATI-TRAVERSE & SCOSSIEROLI (4)
—>	Sternopl. chaeta	+ og —	20	AASTVEIT (1)
—>	Abdominale chaeta	+ og —	30	JONES (20)
Rotter	Hårfarge	+ og —	16	CASTLE (7)
Mus	Kroppsvekt	+ og —	16	GOODALE (19)
»	Vekt ved 6 ukers alder	+ og —	9	FALCONER & KING (16)
»	Kroppsvekt	+ og —	38	FALCONER (14)
»	Laktasjon	+ og —		
»	Kullstørrelse	+ og —	20	BATEMAN (2)
»	Laktasjon	+ og —	19	LERNER (25); TEBB (40)
Høns	Eggproduksjon og flere andre karakterer	+ +		

med ganske svak virkning. Denne type volder ikke særlig vanskeligheter med hensyn til forklaring. Det er nettopp hva en skulle vente under forutsetning av at vedkommende karakter er styrt av få gener, og at den miljømessige innflytelse er forholdsvis liten.

En annen type er karakterisert ved en vedvarende virkning over et stort antall generasjoner. Det mest typiske eksempel på det finner en i resultatene fra det berømte maisforsøket ved Illinois Agric. Exp. Sta., U.S.A. Forsøket ble startet i 1896 og har siden vært fortsatt uavbrutt. Det blir selektert i begge retninger for innhold av olje og protein i frøene. Fig. 2 viser virkningen for olje.

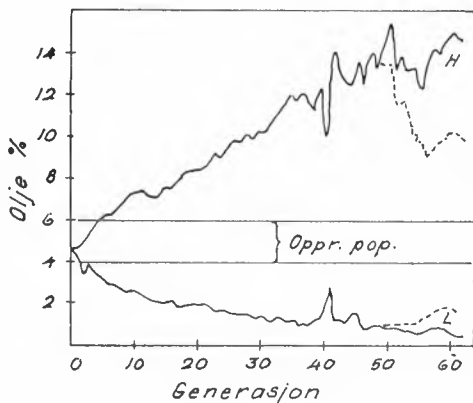


Fig. 2. Virkningen av 61 generasjoners seleksjon for høgt (H) og lågt (L) oljeinnhold i mais. Prikket linje viser virkningen av seleksjon tilbake. Etter data gitt av LENG (23).

Av figuren ser en at 61 generasjoner ikke har ført til avtakende virkning. Virkningskurvene for protein viser lignende forløp. Det er bemerkelsesverdig at heller ikke variasjonen har avtatt. At det fortsatt må være stor genetisk variasjon, går også klart fram av seleksjon tilbake, i retning av det opprinnelige populasjonsgjennomsnitt (kfr. fig. 2). Selv om det ikke fins andre forsøk i planter som kan måle seg med maisforsøket i varighet, så viser JOSEFSSON's forsøk for høgt og lågt tørrstoffinnhold over 11 generasjoner en lignende tendens (fig. 3).

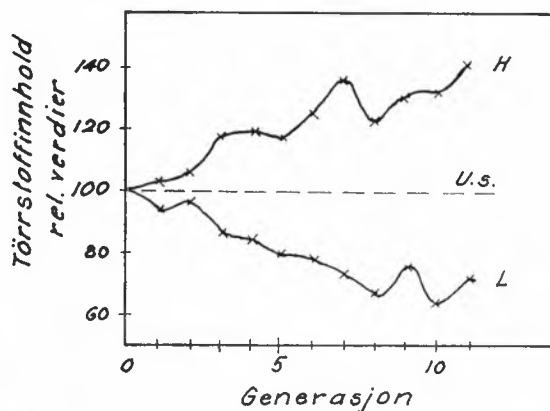


Fig. 3. Resultater av seleksjon for høgt (H) og lågt (L) tørrstoffinnhold i forbete. U.s. = uselektert. Etter JOSEFSSON's data (21).

Mange av dyreforsøkene har vært meget langvarige. For flere karakterer er det funnet lignende, jevne kurver som i maisforsøket. Det gjelder f.eks. FALCONER's seleksjon for høy og låg kroppsvekt hos mus, REEVE og ROBERTSON's seleksjon for stor og liten vingelengde og lengde av mellomkroppen (thorax) hos bananfluen. Et eksempel er gitt i figur 4. Det ser likevel ut til at virkningen i de fleste tilfeller har stoppet opp eller i det minste slaknet av etter 20–30 generasjoner.

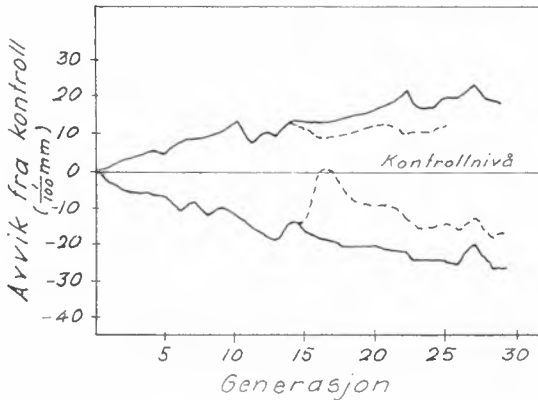


Fig. 4. Virkningen av seleksjon for stor og liten vingelengde i *D. melanogaster*. Prikkede kurver viser effekten av å oppgi seleksjonen. Etter data gitt av REEVE og ROBERTSON (35).

I enkelte tilfeller er det funnet at seleksjonsvirkningen skjer trinnvis. Som eksempel kan nevnes et forsøk utført av SISMANIDIS (37). I en populasjon av *D. melanogaster* som viste ubetydelig variasjon for antall hår på forreste ryggsegment, selekterte han over 24 generasjoner for høgt antall. Resultatene er gjengitt i fig. 5. Særlig den ene seleksjonslinjen (2 i fig. 5) viste en tydelig trinnvis økning ettersom generasjonene skred framover. Ved hjelp av merkegener ble det i generasjonene 0, 13 og 21 foretatt tester som tok sikte på å lokalisere seleksjonseffekten til bestemte kromosomer. Resultatet ble at den første store forandring kunne tilskrives forandring i kromosom II, mens den andre store forandringen måtte skyldes forandringer i både kromosom II og III.

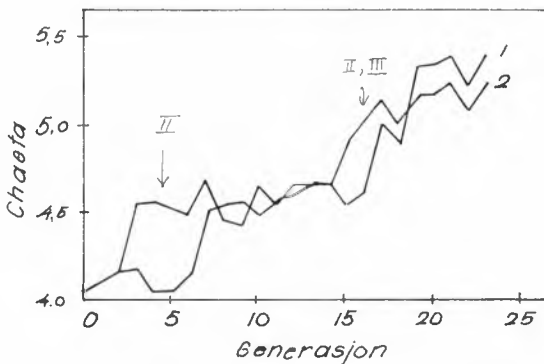


Fig. 5. Effekten av seleksjon for stort antall hår på forreste ryggsegment hos *D. melanogaster*. 1 og 2 står for forskjellige seleksjonslinjer. Etter SISMANIDIS' data (37).

Det mest langvarige seleksjonsforsøk som vel noen gang har vært utført, var MATHER og HARRISON's forsøk i *D. melanogaster* (30). Forsøket, som strakk seg over 138 generasjoner, tok til med seleksjon for stort og lite antall abdominale chaeta, dvs. antall hår på undersiden av de 4. og 5. bakre segmenter. Linjen som ble selektert for lite antall (D i fig. 6), fikk etter om lag 30 generasjoner så liten fertilitet at seleksjonen måtte oppgis. En linje (1 i fig. 6) isolert fra linje D og opprettholdt ved massekultur, ga i de neste om lag 100 generasjoner små forandringer med hensyn til nivå. I løpet av denne tiden ble det gjort flere forsøk med seleksjon i retning av lite antall chaeta fra linje 1. Seleksjonen måtte i alle tilfelle oppgis på grunn av liten fertilitet. Seleksjon for stort antall chaeta førte til en jevn stigning de første 20 generasjonene. Da var fertiliteten blitt så låg at seleksjonen måtte oppgis. Massekultur uten seleksjon (linje 3 i fig. 6) viste at antall chaeta stabiliserte seg på et nivå som lå over det opprinnelige populasjons gjennomsnitt. Seleksjon for høgt antall chaeta i linje 3 ble gjenopptatt etter noen få generasjoner. Den førte til en rask stigning opp til det tidligere nivå. Deretter var det bare en ganske moderat effekt, (kfr. linje 7 og 8 i fig. 6). At linje 7 kunne holde seg, skyldtes at den negative korrelasjon mellom antall chaeta og fertilitet nå var blitt positiv, noe som forfatterne forklarer ved crossing-over mellom gener som styrer forskjellige karakterer. Seleksjon for høgt antall chaeta i avkommet fra en kryssning mellom de massekultiverte linjene 3 og 7 ga som resultat en trinvis økning, lik den som ble funnet i SISMANIDIS' forsøk.

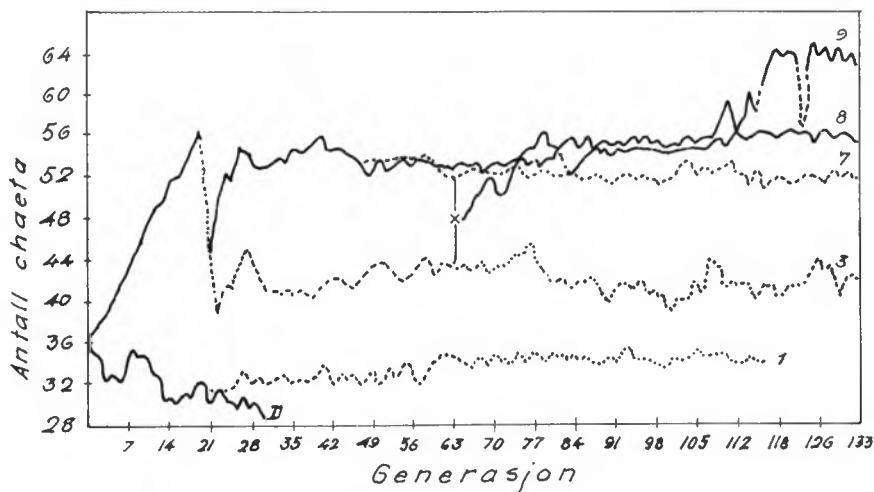


Fig. 6. Virkningen av langvarig seleksjon for høgt og lågt antall abdominale chaeta i *D. melanogaster*. (—) = selektert, (- - - -) = ikke selektert.

Etter data fra MATHER og HARRISON (30).

Flere av de trekk som er pekt på for seleksjonsvirkningen i sistnevnte forsøk, er felles for mange andre. Det synes for eksempel å være vanlig at seleksjon av ekstremene i så vel høg som låg retning fører til en nedsettelse i fruktbarhet og andre karakterer som bestemmer en organismes evne til å gi levedyktig avkom. Videre kan nevnes at når seleksjonen blir oppgitt, synes

det som oftest å føre til at gjennomsnittene går endel tilbake mot populasjonens opprinnelige gjennomsnitt, før linjene stabiliserer seg. Seleksjonsvirkningen har i mange tilfeller vært omtrent symmetrisk med hensyn til negativ og positiv retning. Det fins likevel eksempler på nokså usymmetriske seleksjonskurver (se f.eks. FALCONER, 14; RASMUSSEN, 33). Et annet felles trekk er at langtidssleksjon for én karakter som regel fører til forandringer i en eller helst flere andre karakterer. I det omtalte maisforsøket, f.eks., viste det seg allerede på et tidlig tidspunkt at seleksjon for kjemisk innhold førte til forandringer i flere morfologiske karakterer og i avling.

Av de refererte forsøk går det tydelig fram at populasjoner som bare har vært utsatt for naturlig seleksjon, har i seg en stor genetisk variasjon, og at langtidssleksjon kan forandre populasjonsgjennomsnittene mye. Selv om det kan ta lang tid, er det likevel klart at før eller senere vil en grense være nådd. Denne grensen kunne tenkes flyttet ved at det skjer mutasjoner. I denne forbindelse har det i senere år vært utført endel langvarige seleksjonsforsøk i forbindelse med mutagene behandlinger. BUZZATI-TRAVERSO og SCOSSIROLI (4) bestrålte med røntgenstråler og selekterte i linjer av *D. melanogaster* som på forhånd representerte et høgt seleksjonsnivå for hår på brystsegmentene (*sternoplurale chaeta*). I dette forsøkt førte strålingen til en meget sterk økning i seleksjonsnivået. Senere forsøk av CLAYTON og ROBERTSON (8, 12), AASTVEIT (1) og JONES (20) har også vist at mutagen behandling kan indusere genetisk variasjon, som kan utnyttes ved seleksjon. Effektene har imidlertid vært betydelig mindre enn i BUZZATI-TRAVERSO og SCOSSIROLI's forsøk. Fig. 7 viser et eksempel på seleksjonsvirkning etter  $\gamma$ -stråling av en bananfluulinje som var sterkt innavlet, og som uten bestråling ikke ga noen seleksjonsvirkning.

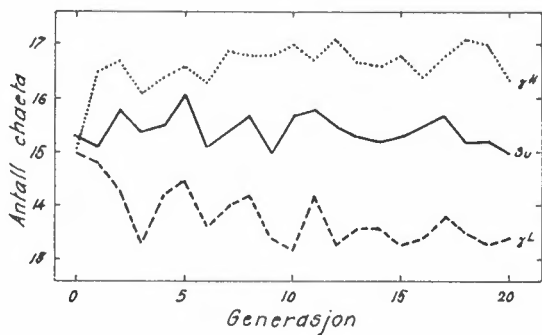


Fig. 7. Virkningen av  $\gamma$ -stråling på seleksjonseffekten i en linje av *D. melanogaster*.

H = selektert for høgt antall chaeta.

L = selektert for lågt antall chaeta.

Su = kontroll.

Etter AASTVEIT (1).

I det foregående har bare vært behandlet seleksjon i kryssbefruktende organismer. De selvbestøvende plantearter kommer i en noe annen stilling. Selvbestøvning fører til homozygoti forholdsvis raskt, slik at populasjonene vil komme til å bestå av genotyper som i høg grad er homozygote. Seleksjon for ekstremer i en slik populasjon må derfor ventes å gi maksimal effekt på kort tid. Skulle en få resultater som kunne sammenlignes med en kryssbefruktet, måtte en ta en samling av linjer, krysse disse på en slik måte at all genetisk variabilitet ble tilgjengelig og deretter foreta seleksjon. I virkeligheten er det noe lignende som har vært gjort i foredlingsarbeidet med selvbestøvere.



Sammenligner en de mest foredlede linjer i dag med den populasjon av linjer som fantes dengang foredlingsarbeidet tok til, er det heller ingen tvil om at rekombinasjon av gener ved krysning og seleksjon har gitt meget store effekter også i denne gruppe av vekster.

### Seleksjon og genetisk struktur av naturlige populasjoner

Når en skal diskutere hva vi har lært av de langvarige seleksjonsforsøk, er det naturlig å begynne med populasjonenes genetiske sammensetning. De ville populasjoner har i det vesentlige vært utsatt for naturlig seleksjon. Det samme var nok i høg grad tilfelle med de populasjoner av våre kulturplanter som eksisterte før planteforedlingen tok til. Enda er det store grupper av kulturplantene som bare i liten grad har vært utsatt for kunstig seleksjonspress. Det gjelder f.eks. våre viktigste eng- og beitevekster.

De langvarige seleksjonsforsøk har med all tydelighet vist at naturlige populasjoner inneholder en meget stor genetisk variasjon. Spørsmålet blir hvilken natur denne variasjonen har, og i hvilken form den kan lagres i populasjonene. Den genetiske variasjons natur kan være av flere slag. Om vi ser bort fra cytoplasmatiske forskjeller, kan den skyldes variasjon i kromosomtallet, kromosomenes struktur og effekten av gener innenfor kromosomene. De langvarige seleksjonsforsøk har hovedsaklig vært utført i diploide organismer og med materialer der en kan se bort fra variasjon i kromosomtallet. Det som da blir igjen er strukturelle kromosomforskjeller og de rene genetiske effekter. Hva de strukturelle kromosomforskjeller kan ha betydd for seleksjonseffektene, må sies å være lite kjent. Interessen har vært konsentrert mest omkring genenes virkning, og de fleste effekter kan forklares ved genvirkning, som vi skal se.

Som før nevnt går vår teori ut på at de kvantitative karakterer blir styrt av mange gener, og at effekten av hvert enkelt gen i de fleste tilfeller er liten. Allelene i hvert enkelt locus kan virke additivt på fenotypen, eller det kan foreligge delvis eller full dominans. Overdominans, som innebærer at heterozygoten i ett locus skulle gi en større virkning på fenotypen enn noen av homozygotene, har vært mye diskutert. Men det foreligger neppe eksperimentelt materiale som innvendingsfritt demonstrerer at slik overdominans eksisterer. Derimot er det vel kjent at allelene i forskjellige loci kan virke sammen på fenotypen. Det siste betegnes gjerne som samspill. I og med at en karakter kan være styrt av et stort antall loci, blir det en mangfoldighet av mulige genotyper. I en diploid organisme med to alleler i hvert locus er antall mulige genotyper  $3^n$ , der  $n$  er antall loci. Bare med 6 loci blir det 729 mulige genotyper. Fra det arbeidet som er gjort med å studere virkningen av merket kromosomsegmenter i bananfluen vet vi med sikkerhet at antallet kan komme opp i 18 (MATHER (29); kfr. også BREESE og MATHER, 5). Det er grunn til å anta at antallet kan bli atskillig større. Et stort antall må i hvert fall hos organismer med få kromosomer nødvendigvis føre til at enkelte loci blir koplet. Kopling vil ikke påvirke hvilke genotyper som kan dannes. Derimot kan kopling i høg grad påvirke frekvensene av de forskjellige genotyper i en populasjon. Hvis hver enkelt av flere kvantitative karakterer er styrt av et stort antall loci, må en også regne med at loci som styrer forskjellige karakterer kan være koplet.

Slik kopling er en forklaring på at seleksjon for en karakter automatisk kan føre til forandring i andre karakterer.

Det første spørsmål som melder seg for populasjoner som bare eller i det vesentlige har vært utsatt for naturlig seleksjon, er: i hvilken retning har denne seleksjonen virket? Det er nokså klart at under naturlige forhold må evnen til å sette levedyktig avkom under de gitte miljømessige forhold være den viktigste egenskap. For denne egenskap, som for øvrig er sammensatt av mange deleggenskaper, må en gå ut fra at naturen selekterer ut ekstremene. Fra et seleksjonssynspunkt blir det i neste omgang spørsmål om hvordan evnen til å sette levedyktig avkom henger sammen med andre egenskaper. At det må finnes en sammenheng, viser ikke minst de undersøkelser som har vært utført på populasjoner fra forskjellige lokaliteter.

Det har lenge vært antatt at naturlig seleksjon favoriserer gjennomsnittsgenotypene, at den med andre ord er stabiliserende. Resultatene fra de langvarige seleksjonsforsøk støtter denne oppfatning. Hadde naturlig seleksjon favorisert ekstremene, ville disse ha vært selektert ut for lenge siden, og effekten av kunstig seleksjon ville ha uteblitt, i hvert fall i en av retningene. Det fins dessuten noen få undersøkelser som direkte viser at naturlig seleksjon virker mot ekstremene. BUMPUS (6) undersøkte således flere kvantitative karakterer hos spurver før og etter en hvirvelstorm, og kom til at de overlevende representerte en innsnevring av variasjonsbredden. Et annet eksempel, framstilt i fig. 8, gjelder klekningsprosenten hos høns.

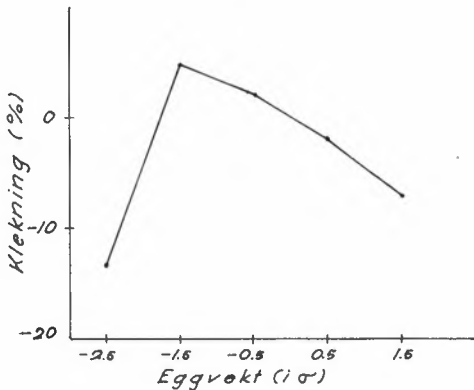


Fig. 8. Sammenhengen mellom eggvekt og klekningsprosent i en populasjon av Leghorn høns. Etter data gitt av LERNER og GUNNS (24).

LERNER og GUNNS (24) fant at denne egenskap, som jo må være en komponent av evnen til å gi levedyktig avkom, var størst for de midlere eggstørrelser. At fertiliteten i mange seleksjonsforsøk har gått ned i linjer selektert for andre karakterer, tyder også på at den naturlige seleksjon må ha virket stabiliserende.

Selv om det i mange tilfeller utvilsomt er slik at den naturlige seleksjon favoriserer gjennomsnittsgenotypen, er det grunn til å påpeke at dette trolig ikke gjelder enhver karakter. For karakterer som direkte går inn som endel av evnen til å sette levedyktig avkom, er det tvertimot grunn til å anta at naturen under bestemte miljøforhold kan selektere ut ekstremene. En slik karakter er f.eks. tidlighet hos planter. For ville populasjoner av rødkløver, samlet inn i Sør-Norge, fant WEXELSEN (43) at tidligheten er en funksjon av

høgden over havet, noe som nettopp viser at naturlig seleksjon kan favorisere ekstremene når miljøbetingelsene gjør det nødvendig. Laktasjon hos dyr er kanskje en tilsvarende karakter. I sine langvarige seleksjonsforsøk i mus fant FALCONER (14) og BATEMAN (2) liten virkning i positiv retning for denne karakter. I negativ retning var derimot virkningen sterk.

Når den naturlige seleksjon virker stabiliserende, må dette som påpekt av MATHER (27, 28) føre til at såkalte balanserte genotyper favoriseres. Betegner en allelene i et locus med + og —, vil dette for homozygoter si genotyper av typen  $A^+A^+b^-b^-C^+C^+d^-d^-$  — — — —. I et slikt system vil virkningen av de forskjellige loci balansere hverandre. For heterozygotene er en slik balanse verre å forklare i de tilfellene der det foreligger full dominans. En må da anta at dominansen for noen loci går i positiv retning, mens den for andre går i negativ:  $A^+a^-b^+B^-C^+c^-D^-d^+$  — — — — —. Det fins mange indikasjoner på at slike systemer eksisterer, bl.a. fra vårt eget rødkløvermateriale (WEXELSEN og AASTVEIT (44)). Hvis nå en karakter er styrt av mange loci som delvis er koplet, vil en favorisering av de balanserte genotyper føre til et overskudd av repulsjonskopling. Slik kopling vil virke til å innsnevre variasjonen i en populasjon, men vil samtidig gi muligheter for dannelse av ekstreme genotyper ved crossingover. Kunstig seleksjon for ekstremene kunne derfor tenkes å gi en trinnvis økning i det fenotypiske gjennomsnitt, slik som funnet av SISMANIDIS i det foran refererte forsøket. En annen konsekvens av repulsjonskopling er virkningen på den såkalte heritabilitet. Det er lett å vise at overvekt av repulsjonskopling vil føre til en underestimert av den additive del av variasjonen. Som middel til å forutsi hva som vil skje ved seleksjon, må heritabilitetsestimater under slike forhold bare ha verdi på kort sikt, dvs. over et lite antall generasjoner. Dette stemmer godt med foreliggende erfaring. I det omtalte maisforsøket, f.eks., har alle heritabilitetsestimater som middel til å forutsi langtidsvirkning av seleksjon slått feil (LENG (23)). I denne forbindelse må nevnes at mens stabiliserende seleksjon må ventes å føre til overvekt av repulsjonskopling, skulle resultatet av disruptiv seleksjon bli motsatt. En ville med andre ord vente en overvekt av kopling i koplingsfasen. THODAY'S (42) resultater av disruptiv seleksjon tyder på at dette er riktig.

I den senere tid, etter at vi fikk de elektroniske regnemaskinene, er det blitt mulig å foreta simulering av seleksjon på en måte som før nok lot seg gjennomføre, men som på grunn av stort arbeide ikke ble realisert. Ved slik simulering lages modeller av populasjoner, og deretter beregnes hvilke resultater som kan ventes etter forskjellig slags seleksjon over en periode på f.eks. 20–30 generasjoner. Med hensyn til modeller kan en f.eks. undersøke hvordan antall spaltende loci vil virke, videre virkningen av ulik grad av dominans og samspill mellom loci, kopling, forskjellige virkninger av miljøet, populasjonsstørrelse osv. Slike simulasjonsanalyser har bl.a. vært utført av FRASER (17, 18) og av MARTIN og COCHERAM (26). Disse analysene har, som ventet, vist at både miljøeffekter, populasjonsstørrelse, dominans, gensamspill, kopling og antall spaltende loci vil virke inn på seleksjonskurvene. I fig. 9 er vist virkningen av forskjellig koplingsstyrke for to ulike sett av populasjonsstørrelse og seleksjonsintensitet. Fig. 9 a viser at kopling under bestemte betingelser kan føre til trinnvise seleksjonseffekter av samme type som funnet av SISMANIDIS. Selv om dette nok er et spesialtilfelle, må en si at alle simulasjonsanalyser entydig viser at kopling vil gi langvarig, men forholdsvis liten seleksjonsvirkning i hver generasjon.

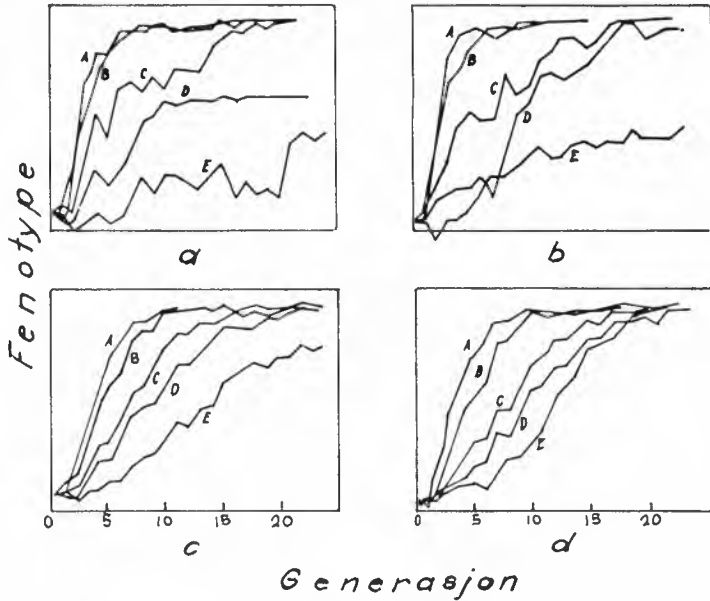


Fig. 9. Simulert virkning av enveis seleksjon. Det er forutsatt 6 spaltende loci i to koplingsgrupper. Rekombinasjonsverdiene er: 0,5 (A), dvs. ingen koplning, 0,25 (B), 0,05 (C), 0,025 (D) og 0,005 (E). I a og b er det forutsatt at 4 individer av en populasjon på 40 blir selektert, mens det i c og d er forutsatt selektert 50 av 100 individer. b og d representerer gjentak av henholdsvis a og c med forskjellig tilfeldig utvalg som startgrunnlag. Etter FRASER (18).

Tar en alle faktorer i betraktning, synes det ikke å være annet enn spontane mutasjoner som foruten koplning kan forklare de mest langvarige seleksjonsvirkninger. I de forklaringer av effektene som hittil er gitt, synes det å ha vært en tendens til å se bort fra mutasjoner. Den vanlige oppfatning har vært at disse er for sjeldne til å kunne ha spilt noen vesentlig rolle. Det er mulig at dette er riktig. Likevel er det grunn til å understreke at forholdsvis lite er kjent med hensyn til spontane mutasjoner i genetiske systemer som styrer kvantitative karakterer. Den mulighet eksisterer at spontane mutasjoner bak slike karakterer er hyppigere enn tidligere antatt.

### Praktiske konklusjoner

Resultatene fra de langvarige seleksjonsforsøk har kastet lys over mange generelle spørsmål innenfor den kvantitative genetik og naturlige populasjoners genetiske sammensetning. Dette har ført til verdifull innsikt med tanke på å oppnå framskritt i praktisk dyre- og plante-foredling. Det er likevel grunn til å vise forsiktighet med en direkte overføring av de resultater som er oppnådd i de teoretiske forsøk til praktisk foredlingsarbeid. Mange av de teoretiske seleksjonsforsøk har vært utført med bananfluer. Denne orga-

nisme har selvsagt sine store fordeler med hensyn til omkostninger og tid. Den har derimot ikke særlig velegnede karakterer for kvantitative genetiske studier. Som det går fram av oversikten foran, har mange valgt antall hår på forskjellige kroppsdeler. Dertil kommer at bananfluen har få kromosomer, og at det ikke skjer nevneverdig overkrysning hos hannene. Det må imidlertid konstateres at resultatene fra de forsøk som foreligger med mus, og de få med planter, viser stor likhet med resultatene fra bananfluen.

Både av husdyr og mange fremmedbefruktende planter brukes det enda i dag populasjoner som må antas å ha vært utsatt for bare moderat kunstig seleksjonspress. I endel tilfeller er det naturligvis vanskelig å avgjøre hvor sterkt seleksjonspresset har vært. I tillegg til målbevisst seleksjon må en ta i betraktning at disse populasjonene er blitt tatt i kultur. Dette innebærer bl.a. at skort på næring reduseres eller forsvinner, konkurransen med andre arter opphører osv. Balansen mellom de forskjellige naturlige seleksjonskrefter blir derved forrykket, noe som igjen kan føre til forandringer i populasjonenes genetiske sammensetning. I de fleste tilfeller kjenner vi imidlertid lite til i hvilken retning slike forandringer går.

Selv kritisk vurdert er det grunn til å anta at det både hos husdyr og i flere av våre fremmedbefruktende vekster foreligger gjemt en stor genetisk variasjon. Langtidsseleksjon i slike populasjoner skulle derfor kunne ventes å føre til stor framgang i økonomisk viktige karakterer. At en slik framgang er mulig, i hvert fall på kort sikt, viser ikke minst SYRSTADS (39) undersøkelser over avdråtten hos storfe. For de av våre kulturplanter som det i denne forbindelse ligger nær å tenke på, slik som f.eks. eng- og beitevekster, foreligger det lite seleksjonsforsøk fra. Om vi i slike vekster skal kunne få en langtidsvirkning på linje med det som er beskrevet foran, kan bare forsøk vise.

Fra de teoretiske forsøkene har vi lært mye om hvordan langvarige seleksjonsforsøk bør legges an. Det er f.eks. nokså klart at det første trinn bør være en undersøkelse over den genetiske variasjons relative størrelse. Hvis det er mulig, vil også eksperimentelle opplysninger om dominans, samspill, kopling og andre sider av den genetiske variasjons natur være nyttig for valg av seleksjonsmetode og -styrke. For praktiske formål er det ofte aktuelt å selektere for flere karakterer, enten samtidig eller etappevis. Derfor trenger vi også eksperimentell informasjon om mulige korrelasjoner mellom karakterer, og hvorvidt slike er genetiske. Til forskjell fra dyr kommer det for planter til at mange av våre dyrkede arter er polyploide. Dette vil for det første føre til forskjellig genetisk sammensetning av populasjonene, og kan også føre til en annen relativ sammensetning av den genetiske variasjon (kfr. OPSAHL (32)). I tillegg kommer at forskjellige typer av kromosomale aberasjoner har lettere for å holde seg i polyploider, og at slike aberasjoner kan tenkes å virke inn på populasjonenes fenotypiske gjennomsnitt samt på virkningen av seleksjon. Uansett hvor mye av det som her er nevnt er kjent eller ikke, så bør i hvert fall et seleksjonsforsøk legges an på en slik måte at virkningen kan måles. For at det skal være mulig, kreves det kontrollmateriale, gjerne også seleksjon i begge retninger. Seleksjon for flere karakterer er, som nevnt, ofte nødvendig. På den andre siden bør det ikke tas med flere karakterer enn de som har betydning. Et unødvendig stort antall karakterer vil som oftest føre til en nedgang i virkningen på hovedkarakterene.

## Sammendrag

I denne artikkelen er det gitt en oversikt over resultatene fra noen av de viktigste forsøk med langtidsseleksjon i *D. melanogaster*, mus, rotter, mais og førbete. Det er diskutert hva disse forsøk har vist med hensyn til naturlig seleksjon, den genetiske struktur av naturlige populasjoner, samt muligheten for induksjon av ny genetisk variabilitet ved hjelp av mutagen behandling. Til sist er diskutert hva de teoretiske forsøk har lært oss med sikte på plante- og dyreforedling. I denne forbindelse er pekt på at vi enda bruker populasjoner som trolig bare har vært utsatt for moderat kunstig seleksjonspress, og at langtidsseleksjon i slike populasjoner må ventes å kunne føre til stor framgang i økonomisk viktige karakterer.

## Summary

This article reviews the results from some of the most important long time selection experiments in *Drosophila melanogaster*, mice, rats, maize and fodder beats. It is discussed what sort of information this type of experiments have provided with regard to the understanding of natural selection and genetic structure of populations. The problem of inducing new genetic variability by means of mutagenic treatments in outbreeding populations has also been considered.

Finally it is discussed how the information from theoretical selection experiments can be applied in practical plant- and animal breeding. In this connection it has been pointed out that we are still to a large extent cultivating populations that may be supposed to have been subjected to mainly natural selection. Directional long time selection in such populations may be expected to give high selection response. Especially in plants we do, however, need more experiments with characters of real economic interests. From the theoretical experiments we have learned how such experiments should be planned and carried out.

## Litteratur

1. AASTVEIT, K., 1966. Induced mutations in polygenic systems. *Hereditas*, 56, 20—26.
2. BATEMANN, N., 1958. Response of mice to selection for lactation. *Proc. X. Internat. Congr. Genet.* 2, 14.
3. BELL, A. E., MOORE, C. H. and WARREN, D. C., 1955. The evaluation of new methods for the improvement of quantitative characters. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 20, 197—212.
4. BUZZATI-TRAVERSO, A. A. and SCOSSIOLO, R. E., 1959. X-ray induced mutations in polygenic systems. *Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari, II. Conferenza di Ginevra*, pp. 1—13.
5. BREESE, E. L. and MATHER, K., 1957. The organisation of polygenic activity within a chromosome in *Drosophila*. I. *Heredity*, 11, 373—395.
6. BUMPUS, H. C., 1899. The elimination of the unfit as illustrated by the introduced sparrow. *Biol. Lect. Woods Hole*, 1898: 209.
7. CASTLE, W. E., 1919. Picbald rats and selections, a correction. *Americ. Naturalist*, 53, 370—376.
8. CLAYTON, G. A. and ROBERTSON, A., 1955. Mutation in quantitative variation. — *Amer. Nat.* 89, 151—158.
9. CLAYTON, G. A., MORRIS, J. A. and ROBERTSON, A., 1957. An experimental check on quantitative genetical theory I. Short term responses to selection. *J. Genet.*, 65, 131—151.

10. CLAYTON, G. A. and ROBERTSON, A., 1957. An experimental check on quantitative genetical theory II. The long term effects of selection. *J. Genet.*, 65, 152—180.
11. CLAYTON, G. A., KNIGHT, G. R., MORRIS, J. A. and ROBERTSON, A., 1957. An experimental check on quantitative genetical theory III. *J. Genet.* 65, 171—180.
12. CLAYTON, G. A. and ROBERTSON, A., 1964. The effects of x-rays on quantitative characters. — *Genet. Res.*, 5, 410—422.
13. DINSLEY, M. and THODAY, J. M., 1961. Fitness and artificial selection. *Heredity*, 16, 113—121.
14. FALCONER, D. S., 1955. Patterns of response in selection experiments with mice. *Cold Spring Harbor Symp. on Quant. Biol.*, 20, 178—196.
15. FALCONER, D. S., 1957. Selection for phenotypic intermediates in *Drosophila*. *J. Genet.*, 55, 551—561.
16. FALCONER, D. S. and KING, J. W. B., 1952. A study of selection limits in the mouse. *J. Genet.*, 51, 561—581.
17. FRASER, A. S., 1957. Simulation of genetic systems by automatic digital computers. *Austr. J. Biol. Sci.*, 10, 492—499.
18. FRASER, A. S., 1960. Simulation of genetic systems by automatic computers. S-linkage, dominance and epistasis. *Int. Smp. Biometrical Genetics, Ottawa, 1958*, Pergamon Press, pp. 70—83.
19. GOODALE, H. D., 1938. A study of the inheritance of body weight in the albino mouse by selection. *J. Heredity*, 29, 101—112.
20. JONES, L. R., 1967. Effects of X-rays on response to selection for a quantitative character of *Drosophila melanogaster*. *Genetical Res.*, 9, 221—231.
21. JOSEFSSON, A., 1963. Effects of selection in fodder beets. *Recent Plant Breeding Research. Almquist og Wiksell*, pp. 48—63.
22. LAWRENCE, M., 1964. Environment and selection in *Drosophila melanogaster*. *Heredity*, 19, 105—124.
23. LENG, E. R., 1963. Results of long-term selection for chemical composition in maize and their significance in evaluating breeding systems. *Z. Pflanzenzgt.*, 47, 67—91.
24. LERNER, I. M. and GUNNS, C. A., 1952. Egg size and reproductive fitness. *Poultry Sci.*, 31, 537—544.
25. LERNER, M., 1958. *The genetic basis of selection*. New York. John Wiley and Sons, Inc., pp. 298.
26. MARTIN, F. G. and COCKERHAM, C. C., 1960. High speed selection studies. *Int. Sym. Biometrical Genetics, Ottawa, 1958*. Pergamon Press, pp. 35—45.
27. MATHER, K., 1942. The balance of polygenic combinations. *J. Genet.*, 43, 309—336.
28. MATHER, K., 1943. Polygenic inheritance and natural selection. *Biol. Rev.*, 18, 32—64.
29. MATHER, K., 1964. *Human diversity*. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, pp. 126.
30. MATHER, K. and HARRISON, B. I., 1949. The manifold effects of selection. *Heredity*, 3, 1—52 og 131—162.
31. MILLICENT, E. and THODAY, J. M., 1961. Effects of disruptive selection. *Heredity*, 16, 199—217.
32. OPSAHL, B., 1964. Contribution to the breeding methods of timothy. *Meld. Norg. Landbr. Høgsk.* 43, (12), 1—86.
33. RASMUSSEN, M., 1955. Selection for bristle number in some unrelated strains of *Drosophila melanogaster*. *Acta Zool. Stockholm*, 36, 1—49.
34. RASMUSSEN, M., 1956. Recurrent reciprocal selection. *Hereditas*, 42, 397—414.
35. REEVE, E. C. R. and ROBERTSON, F. W., 1952. Studies on quantitative inheritance I. The effect of selection of wing and thorax length in *Drosophila melanogaster*. *J. Genet.*, 50, 414—448.
36. REEVE, E. C. R. and ROBERTSON, F. W., 1952. Studies in quantitative inheritance II. Analysis of a strain of *Drosophila melanogaster* selected for long wings. *J. Genet.*, 51, 276—316.
37. SISMANIDIS, A., 1942. Selection for an almost invariable character in *Drosophila*. *J. Genet.*, 44, 204—215.
38. STURTEVANT, A. A., 1918. *An analysis of the effects of selection*. Carnegie Institution, publ. No. 264.
39. SYRSTAD, O., 1967. *Studies on dairy herd records*. Doktoravhandl., Norg. LandbrHøgsk. 1967.
40. TEBB, G., 1958. Intra generation inbreeding effects in a poultry flock selected for egg production. *Heredity*, 12, 285—299.
41. THODAY, J. M., 1959. Effects of disruptive selections I. *Heredity*, 13, 187—204.

42. THODAY, J. M., 1963. Effects of selection for genetic diversity. Proc. XI Int. Congr. Genet., Vol. 3, 533—540.
43. WEXELSEN, H., 1966. Studies on wildgrowing populations of red clover (*Trifolium pratense*). Acta Agraria Fennica, 107, 30—43.
44. WEXELSEN, H. and AASTVEIT, K., 1967. Variation in progenies derived from crosses between wildgrowing and cultivated Norwegian red clover. Meld. Norg. LandbrHøgsk., 46, (3), 1—20.



# ENKELTE TREKK VED KVALITETSFØREDLING AV KORN

*Some aspects of cereal breeding for quality*

AV  
ERLING STRAND

## INNHold

	Side
1. Innledning .....	253
2. Foredling for egenskaper som indirekte gir bedre kvalitet .....	256
3. Foredling for spesifikk kvalitet .....	261
4. Sammendrag .....	269
5. Summary .....	269
6. Litteratur .....	269

## 1. Innledning

Begrepet kvalitet er et uttrykk eller en betegnelse for i hvilken grad en vare egner seg til det formål den skal nyttes til. Dette er en vid og generell definisjon som gjelder under alle forhold. En mer presis eller detaljert definisjon kan følgelig først gis når varesalg og anvendelse er kjent.

Når kvalitet, som her, er definert ut fra ønsker eller krav til varens egenskaper, blir det disse som spesifiserer kvalitetskravene i det enkelte tilfelle.

Kravene til kvalitet kan for oversiktens skyld deles i 4 grupper.

1. Spesifikk eller potensiell kvalitet som er den kvalitet som oppnås under optimale forhold.
2. Aktuell kvalitet, som refererer til den kvalitet varen har.
3. Egenskaper som indirekte gjør at den aktuelle kvalitet blir bedre eller at en bestemt kvalitet oppnås til lågere kostnad.
4. Egenskaper som gjør varen bedre egnet for teknologisk bearbeidelse.

Egenskaper under punkt 1 og 2 er kvalitet i snever betydning. Egenskaper under punkt 3 er slik som gjør at det f.eks. med en sort ved mindre god dyrkings- og høsteteknikk oppnåes en bedre aktuell kvalitet enn ellers i forhold til sortens potensielle kvalitet.

Under nordiske forhold er f.eks. resistens mot aksgroing hos korn en viktig egenskap av denne kategori.

Den teknologiske utvikling kan kreve spesielle egenskaper hos kornvaren for at en bestemt, den eneste tilgjengelige eller den billigste framstillingsmåten eller teknologiske prosess kan bli nyttet eller være mer fordelaktig. Kvalitetskrav fra et teknologisk synspunkt vil også måtte omfatte vurdering av kostnad i forhold til den kvalitet som oppnåes. Både de indirekte kvalitetsegenskaper og de egenskaper som byr på teknologiske fordeler, har i de siste årtier tiltatt sterkt i betydning og det må regnes med at denne utvikling vil fortsette i auka tempo.

For flere vareslag har kvalitetsbegrepet i vid betydning lenge vært nyttet, f.eks. at hvete skal gi mjøl og deig som tåler den nødvendige mekaniske bearbeidelse i sterkt automatiserte bakerier uten at disse egenskaper ved en enklere baketeknikk har noen betydning for kvaliteten av brødvaren.

Det innhold som kvalitetsbegrepet er gitt i det foranstående, kan gjøre det hensiktsmessig å nytte ordet kvalitet både i snever og i vid betydning. I snever betydning som definert i punkt 1 og 2 foran og i vid betydning også omfattende punkt 3 og 4. Kvalitet kan likevel nyttes generelt i forbindelse med den eller de egenskaper som måtte være under diskusjon.

En skal i denne forbindelse ikke bruke mye tid på å diskutere berettigelsen av alle de krav eller ønsker som kan framsettes med omsyn til kvalitet. For å klargjøre problemstillingen kan nevnes et par eksempler. Er det berettiget å kreve et hvitt brød med stort volum når dette medfører at brødet ernæringsmessig blir av mindre verdi? Eller er det hensiktsmessig å lage eller dyrke byggsorter med et så høgt proteininnhold og med protein av så høy biologisk verdi at det kan nyttes som eneste kraftfôr til husdyr? Det kan jo tenkes at mer og bedre protein kan produseres i andre planteslag.

Foredlingspolitiske retningslinjer av denne art har vært lite diskutert og har vært tillagt liten vekt. Generelt har det derfor liten hensikt å lage mer idelle sorter når disse i egenskaper avviker fra markedets krav, fordi det bare er de resultater som virkelig blir tatt i bruk, som er av verdi.

Den aktuelle kvalitet av et planteprodukt, f.eks. korn, bestemmes av eller påvirkes av følgende forhold:

1. Sortsmaterialet
2. Vekstvilkårene
3. Dyrkingsteknikken
4. Varebehandlingen
5. Teknologiske prosesser

Fra en planteforedlers synspunkt er kvalitetsforedling et spørsmål om å endre plantematerialet i en eller annen retning, avkastningsevne og en del dyrkingstekniske egenskaper alene unntatt. Det kan dels være kvalitet i snever betydning som etterstrebes, men ofte er en også som nevnt, ute etter egenskaper som gir bedre kvalitet i samspill med vekstvilkår, dyrkingsteknikk, varebehandling eller teknologiske prosesser.

Kornforedling er et arbeid på langt sikt. Det tar vanlig 15–20 år fra en kryssning er utført til en eventuell ny sort er ferdig prøvd og klar for markedsføring. Kravene til kvalitet så vel som kravene til andre egenskaper hos sortsmaterialet kan endres betydelig i løpet av et slikt tidsrom. Det kan gjelde spesifikk kvalitet, men i den seinere tid har det særlig vært kvalitetskrav som har sammenheng med dyrkingsteknikk, teknologiske framskritt, vareutvikling m.v. som har undergått de største endringer. Et framgangsrikt foredlings-

arbeid er derfor betinget bl.a. av at de framtidige krav til kvalitet vurderes riktig, eventuelt at det som en forsikring mot feilvurderinger arbeides med et så variert materiale, at de ønskede typer kan plukkes fram på forholdsvis kort varsel.

Kvalitetsforedling av korn er også faglig et særst omfattende emne. Kornartene er meget viktige jordbruksvekster, idet om lag halvparten av næringsbehovet hos jordens befolkning dekkes ved produkter av korn av et eller annet slag. I overensstemmelse med dette har og er forskningsarbeidet vedrørende kvalitet og kvalitetsforedling til en del viktigere anvendelser meget omfattende. En fullstendig behandling av emnet kvalitetsforedling av korn har det derfor ved denne anledning ikke vært mulig å foreta. Bare enkelte trekk ved emnet av interesse for norske forhold er det i oversikts form blitt plass til. Den litteratur som det er vist til, er også bare et lite utplukk av det overveldende antall publikasjoner som behandler eller berører emnet kvalitetsforedling av korn.

Da foredlingsarbeidet med korn tok til straks etter århundreskiftet, var en i den første tid vesentlig opptatt med å bedre avkastningsevne og agronomiske egenskaper som stråstyrke, overvintringsevne m.v. Kvalitetsegenskapene kom imidlertid etter hvert med under vurderingen av sortsmaterialet. Det er verd å legge merke til at kvalitetskravene er strenge ved høg levestandard og ved overflod av en vare og mindre eller knapt noen ved låg levestandard eller når det er mangel på varen.

I verdensmålestokk er det særlig to anvendelser av korn som det foredlingsmessig er arbeidet mye med. Det er hvete og rug til brød og bygg til bryggeribruk. Foredlingen på disse områder har videre særlig vært rettet mot egenskaper av teknologisk verdi eller egenskaper som gir produktet salgspjell, f.eks. stort brødvolum. I den seinere tid har også forskningen for å bedre den ernæringsmessige verdi av korn og kornprodukter ad foredlingsmessig veg kommet godt i gang.

Når en ser bort fra bygg til bryggeribruk, nyttes den alt overveiende del av kornet til mat eller fôr. Korn til disse anvendelser vil derfor ha flere trekk felles når det gjelder kvalitet. Det gjelder i første rekke den ernæringsmessige side, som i det vesentlige er betinget av mengde og biologisk verdi av protein samt mengder og mengdeforhold av mineraler, vitaminer m.v. Kvalitetsegenskaper av denne art har, på tross av sin åpenbare betydning, vært viet relativt liten oppmerksomhet. Årsaken til dette er utvilsomt at i de land som har vært ledende med omsyn til ressurser og kunnskap til å drive planteforedling, betraktes korn mest som en energikilde, eventuelt at kornproduktene, særlig brød, blir tilsatt de stoffer som det er størst mangel på. Rik tilgang på andre nærings- eller fôrmidler gir i alle høve et kosthold eller en fôrsammensetning hvor kornets ernæringsmessige svakheter ikke gjør seg merkbart gjeldende.

En annen viktig årsak til at lite er oppnådd i retning av å bedre kornsortenes ernæringsmessige kvalitet, er at bestemmelse av disse egenskaper krever kostbare analyser og at det største antall foredlingsinstitusjoner ikke har ressurser til å få utført slike analyser i det omfang som et framgangsrikt foredlingsarbeid krever.

Kvalitetskravene til korn kan som nevnt være svært ulike alt etter kornslag og det som kornet skal nyttes til. De veksler videre fra land til land etter spisevaner og ernæringsforhold. Kvalitetsbegrepet veksler dessuten med økonomiske og andre interesser som er knyttet til framstilling og bruk og til

næringsverdien av de produkter som lages. Med hvete til gjæret brød som eksempel kan følgende synspunkter på kvalitet og kvalitetsegenskaper gjøres gjeldende.

*Kornprodusenten* er i første rekke interessert i en kvalitet som etter gjeldende kvalitetsgradering gir høy pris pr. enhet. I de fleste land er prisansettelsen basert på visuell bedømmelse av varen, som bare i begrenset utstrekning gir muligheter for å ta omsyn til de kvalitetsegenskaper som betyr mest for den videre anvendelse av kornet, f.eks. mølleegenskaper, mjølutbytte, deigegenskaper, brødvekt m.v. og til næringsverdien. Flere land har imidlertid et system for prisklassifisering hvor det dessuten tas omsyn til flere viktige egenskaper f.eks. proteininnhold, ensymatisk tilstand m.v.

*Mølleren* er mest interessert i gode mølleegenskaper, høgt mjølutbytte, og mjølfarge m.v. som kvalitetsegenskaper hos kornet.

*Bakeren* har også egne krav til kvaliteten. I bakeriet er det i første rekke god vannopptagelseevne, god gjærtoleranse, gode mekaniske egenskaper hos deigen, stort brødvolum, høy brødvekt og god brødkvalitet m.v. som er viktigst.

*Forbrukeren* på sin side ønsker et tiltalende, velsmakende brød med god holdbarhet.

Endelig kan det fra samfunnets side gjøres gjeldende at næringsverdien av brødet skal være høy og at det stofflige innhold skal være mest mulig fullverdig.

Disse eksempler på kvalitetskrav viser at de er mangfoldige og av svært varierende art. Fra et foredlingssynspunkt kan heller ikke kvalitet behandles som en enhet, men må deles opp i komponenter som best mulig svarer til det genetiske grunnlaget i det plantemateriale som det arbeides med.

En forutsetning for kvalitetsforedling er at en har metoder til å måle kvalitetsegenskapene på et tilstrekkelig stort materiale. En viktig del av foredlingsarbeidet er derfor å finne fram til billige og effektive testmetoder for de egenskaper en er ute etter. Til dels kan en i utvalgsarbeidet også benytte seg av sammenheng mellom karakterer som kan bedømmes visuelt og de egenskaper en direkte er interessert i. I andre tilfelle analyseres en rekke enkeltegenskaper som til sammen bestemmer en hovedegenskap. Dette er tilfelle f.eks. ved bakeevne hos hvete hvor proteinmengde, proteinkvalitet, deigens fysiske egenskaper m.v. påvirker sluttresultatet. En slik framgangsmåte er for øvrig hensiktsmessig i foredlingsarbeidet, fordi en da kan spalte opp hovedegenskapen i enkeltkarakterer som hver har sin atskilte genetiske bakgrunn og nedarvingsmåte.

## 2. Foredling for egenskaper som indirekte gir bedre kvalitet

De kvalitetsegenskaper som behandles i dette avsnitt, omfatter punktene 3 og 4 i innledningen, nemlig egenskaper som indirekte gjør at den aktuelle kvalitet blir bedre, at en bestemt kvalitet kan oppnåes til lågere kostnad, eller at varen blir bedre egnet for teknologisk bearbeidelse.

For korn er maksimal vektmengde tørrstoff oppnådd allerede ved gulmodning dvs. mens kornet ennå inneholder 38–40 % vann. Etter den tid foregår det en uttørking og en kjemisk og fysiologisk ettermodning av kornet. Den kjemiske ettermodning synes i det vesentlige å bestå i polymerisering av

kompliserte organiske forbindelser, i første rekke protein og stivelse. Hvis denne ettermodning foregår under optimale forhold, får en utviklet den spesifikke kvalitet som er karakteristisk for sorten. Ved kommersiell dyrking er det imidlertid sjelden at vilkårene er optimale. Den kvalitet som til slutt oppnåes, den aktuelle kvalitet, er et resultat av sortens spesifikke kvalitet og dens reaksjon på mindre gunstige miljøforhold under og etter modning. I ekstreme tilfelle kan også miljøforholdene før modning virke på kvaliteten. Særs høy temperatur i modningstiden kan gi «heat damage» som ytrer seg som kort og skjør gluten, som gir nedsatt brødkvalitet. Under nordiske forhold er det imidlertid evnen til å modne og bygge opp gluten av god kvalitet ved særs låg temperatur som er viktig. Evnen til å utvikle god kvalitet under ekstreme temperaturforhold er sortsbeatinget og hører med til de primære økologiske egenskaper som må inkorporeres i en sort for at god og jevn kvalitet skal kunne oppnåes.

Av de sortsegenskaper som indirekte gir bedre kvalitet er resistens mot aksgroing uten sammenligning den viktigste. I maritimt klima, og særlig på steder med store nedbørmengder og høy luftfuktighet i bergingstiden, er bevaring av oppnådd kvalitet det store problem. Kommersiell dyrking av korn i dag forutsetter bruk av arbeidssparende maskiner til høsting og berging og at kostnadene ved den etterfølgende varebehandling holdes på et lågest mulig nivå. For å tilfredsstille disse krav er det nødvendig at åkeren blir stående på rot til den når en tørrhetsgrad som gjør det mulig å høste den maskinelt uten sjenerende skader og at utgiftene til tørking og annen varebehandling blir rimelige. Groskader er derfor et problem som er felles for alle kornarter og felles også for de fleste anvendelser av korn.

De kvalitetsskader som oppstår i fuktig bergingsvær, har sammenheng med at kornet forbereder seg til å spire, eller at spiringsprosessen er kommet i gang. Den sterkt auka respirasjon som følger med disse endringer i kornet, fører til stofftap og til avbygging av bl.a. protein og stivelse som gjør at kornet får redusert kvalitet eller blir uegnet til anvendelser hvor glutenkvalitet og stivelsens forklistringsevne er viktig. Det gjelder i første rekke korn til brød, men kvaliteten av korn til alle anvendelser til mat påvirkes mer eller mindre av disse endringer i kornet.

Ved svakere grader av groskade er ikke de kvantitative tap så store, men ved langt fremskredet aksgroing kan tapene være betydelige. Undersøkelser av HAGER & IHLE (17) viste at tapene i organiske materiale ved 1,5 cm lange groer var 5,5 % p.g.a. ånding og 11,3 p.g.a. overgang av næring til spirene, til sammen 16,8 %. Verdien av det igjenværende tørrstoff ble også redusert. Fordøyelig protein gikk ned fra 8,0 til 5,2 %, trevleinnholdet steg fra 5,1 til 6,3 %. Dette bevirket at antall føreheter beregnet pr. 100 kg korn gikk ned fra 80,6 til 79,0.

ALTROGGE & SCHAFFER (1) fant også betydelige tap i vekt og kvalitet på grunn av aksgroing under tyske forhold.

For korn til fôr har svak groskade alene neppe noen skadelig innflytelse på kvaliteten. SUNDSTØL (67) fant at kort tids spiring av korn under gunstige forhold ikke hadde merkbar virkning på fôrverdien av bygg til svin. VIK-MO (70) fant at spiring av bygg under kontrollerte forhold virket positivt på fordøyeligheten, mens spiring i 8 dager ga klart nedsatt fôrverdi. Årsaken til at fôrverdien ikke reduseres ved svak spiring må antas å være at de kvantitative tap kompenseres ved at tilgjengeligheten av kullhydrater og protein blir bedre

når kornets egne enzymer starter nedbrytingen slik at de fremmede enzymer lettere kan komme til. De kvantitative tap ved en svakere grad av spiring kan derved helt eller delvis kompenseres. Ved langt fremskredet spiring vil dog tapene bli overveiende. Avgjørende for vurderingen av groskadd korn til fôr er midlertid at de andre værskader som i praksis oppstår sammen med gro-skade, alltid vil bevirke større eller mindre netto tap i kvalitet og kvantitet.

De samla kvantitative og kvalitative tap som aksgroing hos korn er årsak til innen det mest utsatte område, Europa nord for Alpene, og verre jo lenger nord en kommer, er meget store. Knapt noen enkeltkarakter hos korn har derfor innen dette område krav på større oppmerksomhet fra foredlernes side.

Siden WALDÉN (71) og NILSSON-EHLE (42) for over 50 år siden henledet oppmerksomheten på spiretreghet som det virksomme element ved resistens mot aksgroing, har en rekke forskere utført undersøkelser over denne egenskap hos korn og hvordan den kan forbedres. Til tross for den store betydning det synes å være enighet om at egenskapen har, og det lange tidsrom som har stått til rådighet for foredlingsarbeidet, må resultatene sies å være sparsomme. I flere land hvor groskade på korn er av meget stor betydning, har det helt til det siste vært markedsført sorter som med omsyn til resistens mot aksgroing til dels er svakere enn de gamle landsorter. Årsaken til dette er ikke at egenskapen er vanskelig å forbedre. I alle kornarter unntatt rug, har mange undersøkelser vist at en har egnet utgangsmateriale. Egenskapen er foredlingsmessig heller ikke vanskelig å ha med å gjøre. Årsaken til den manglende framgang synes imidlertid å være at andre egenskaper har domi-nert under vurderingen av sortenes dyrkingsverdi, i første rekke avkastnings-evne, stråstyrke, sjukdomsresistens m.v. og at spesifikk kvalitet er lagt til grunn i stedet for aktuell kvalitet.

Bortsett fra bruk av korn til såvare, har ulik grad av spiretreghet ingen virkning på varekvaliteten av hvete, rug og havre. For bygg er situasjonen noe annerledes. For bygg til alle anvendelser unntatt til bryggeribruk, er forholdet det samme som for de øvrige kornarter. For bygg til bryggeribruk derimot, er spiretreghet en ulempe, jo større jo sterkere spiretregheten er. Dette har det følgelig vært tatt omsyn til i foredlingsarbeidet. Da det av godt maltbygg også kreves lågt innhold av protein, har foredlingsarbeidet med bygg resultert i en rekke sorter med låg spiretreghet og lågt innhold av protein. For begge egenskaper er dette det motsatte av det som er ønskelig hos en byggsort til fôr eller til andre anvendelser. Selv om det i de fleste land ikke går så stor andel, maksimalt 30–35 %, av byggavlingene til bryggeribruk, er det langt flere dyrkere som p.g.a. den forventede høgere pris tar sikte på denne produksjon og velger sorter for dette formål.

Spiretreghet er en egenskap med god reproduserkarhet. Likevel er graden av spiretreghet sterkt påvirket særlig av temperaturforholdene fra et tids-punkt 3–4 uker før gulmodning og så lenge spiretregheten varer.

De fleste forskere som har arbeidet med resistens mot aksgroing eller spire-treghet, har angitt graden av resistens i tidsenheter dvs. hvor lang tid det går før en bestemt del, f.eks. 50 %, av korna eller aksa viser synlig spiring. For det enkelte korn kan egenskapen se ut til å være en kvalitativ karakter, spiring eller ikke spiring.

Spiretregheten hos det enkelte korn må imidlertid også betraktes som en kvantitativ egenskap, fordi ethvert korn som viser spiretreghet, kan bringes til å spire bare ved å senke spiretemperatur eller på annen måte gjøre vil-

kårene tilstrekkelig gunstige for spiring av spiretrege korn. Et korn som ikke spirer ved f.eks. 30°C kan spire villig ved 20°C, og et korn som ikke spirer ved 20°C kan spire ved 10°C. Graden av spiretreghet hos det enkelte korn kan derfor på ethvert tidspunkt måles ved den motstand mot spiring som det yter f.eks. ved den temperatur som er nødvendig for å få det til å spire. Undersøkelser (STRAND, 64) har videre vist at graden av spiretreghet avtar proporsjonalt med lagringstiden. Dette viser også at spiretreghet er en typisk kvantitativ egenskap.

Det er a priori enkelt å slutte seg til at spiretreghet må være det virk-somme element til å hindre at groskade oppstår. De kvalitetsskader en vanlig forbinder med aksgroing, kan imidlertid til en viss grad også oppstå uten at morfologisk spiring forekommer. Slike kvalitetsskader skyldes lønngroing som antakelig er identisk med den biokjemiske del av den ordinære spiringsprosess som resulterer i morfologisk synlig spiring.

Lønngroing og de kvalitetsskader som følger av denne har vel alltid forekommet hos korn som berges under nordiske klimaforhold, men det er først i forbindelse med høsting av korn med skurtresker at en er blitt merksom på forholdet og hvor alvorlige og omfattende kvalitetsskader av denne årsak kan bli.

Det biokjemiske grunnlaget og årsakene til at lønngroing forekommer regner en med er følgende. Det lågeste vanninnhold for  $\alpha$ -amylasens virkning i korn er 25–26 % av friskvekt (OLERED, 44), mens morfologisk spiring først kommer i gang når vanninnholdet er minst 35 %. Korn som oppbevares ved vanninnhold mellom disse grenser, er disponert for lønngroing. Korn som står på rot i påvente av skurtresking, har regelmessig hver natt p.g.a. duggfall et vanninnhold over terskelverdien for  $\alpha$ -amylasens virkning. I råvær og korte regnværsperioder vil vanninnholdet i noe lengre tidsrom ligge over terskelverdien uten at det i lang nok tid kommer over 35 % og gir morfologisk spiring. Bare i mer langvarig regnvær og for korn hvor agner, aksbygning eller aksstilling samler mye vann til enkelte korn vil det være vilkår for ordinær spiring.

Selv om spiretreghet beskytter mot synlig spiring, har det vært uklart om den også hindrer den biokjemiske spiringsforberedelse eller lønngroing. Forsøk utført ved Institutt for plantekultur (upublisert) har imidlertid vist at spiretreghet blokkerer alle omdannelser i kornet i retning av spiring, eller iallfall bevirker at disse går meget langsomt. En kornprøve som oppbevares med vanninnhold i området 25–30 % eller som periodevis har dette vanninnhold, vil få nedsatt stivelses-kvalitet, fordi det i de spirevillige korn foregår en biokjemisk spiring. Når den samme kornprøve deretter fuktes opp til over ca. 35 %, vil de spirevillige korn i løpet av et døgn vise synlig spiring og kan fjernes. En analyse av de resterende spiretrege korn vil vise at disse fortsatt har stivelse av god kvalitet og således i alle fall ikke nevneverdig har vært utsatt for biokjemisk spiring.

MIYAMOTO et al. (38) fant at spiretreghet hos hvete var betinget av innhold i kornskallet av 4 ulike inhibitorer, hvorav den ene var termolabil. BELDEROK (2) har vist at det er en sterk sammenheng mellom graden av spiretreghet og innholdet av disulfid bindinger i kornskallet. Det er i den sammenheng av interesse å merke seg at hveteproteinets fysiske egenskaper synes å være bestemt av forholdet mellom antall disulfid og antall sulfhydryl bindinger i dette.

I foredlingsarbeidet er det meget viktig mest mulig direkte å kunne måle

den egenskap som det aktuelle gen virker på. Det må regnes med at de foran nevnte egenskaper er et ledd nærmere genene i virkningsmekanikken enn spiretreghet registrert som manglende spirevillighet. Det er derfor grunn til å anta at forskningen på dette område i løpet av de nærmeste år vil bringe mer klarhet i genenes virkemidler når det gjelder spiretreghet, f.eks. ved direkte bestemmelse av de kjemiske forbindelser som hindrer at spireprosessen kommer i gang.

Undersøkelser over det genetiske grunnlaget for de nye indikatorer for spiretreghet er ennå ikke utført. Det foreligger imidlertid resultater av et større antall undersøkelser over nedarving av spiretreghet hos korn. En del av disse skal refereres som eksempler.

GARBER & QUISENBERRY (15) fant i krysninger mellom *A. fatua* og *A. sativa* at spiretreghet var recessiv i  $F_1$ . I  $F_2$  ble det spaltet ut linjer som i spiretreghet varierte mellom de to foreldresorter, men i en frekvens som også tydelig viste at spiretreghet var recessiv. JOHNSON (26) fant likeledes i krysning mellom floghavre og dyrka havre at spiretreghet var recessiv i  $F_1$ . Videre at materialet i  $F_2$  ga spaltningforhold som best kunne forklares ved 3 faktorer med tilnærmet additiv effekt. En av faktorene var koblet med *A. fatua* karakterer.

FREISTEDT (13) fant i 4 byggkrysninger at spiretreghet var kontrollert av en eller to faktorer. Spiretreghet var recessiv i alle krysninger. MOORMANN (39) tolket resultatene av sine undersøkelser slik at 2 uavhengige gengrupper bestemte graden av spiretreghet. Den ene betinget av strukturen i kornskallet og den andre lokalisert i embryoet. HEINISCH (20) og FUCHS & ZIEGENBEIN (14) fant at spiretreghet hos bygg nedarves polyfaktorielt.

Spesielle undersøkelser og erfaringer fra et stort materiale under arbeidet med å bedre resistensen mot aksgroing hos hvete, bygg og havre ved Institutt for plantekultur viser at transgressive spaltninger forekommer i en rekke krysninger. Forekomsten av transgressive spaltninger synes å være like vanskelig å forutsi for denne egenskap som for andre kvantitative egenskaper, som f.eks. avkastningsevne eller stråstyrke. Graden av spiretreghet viser atskillig samspill både med vekstvilkår og med analyseteknikken. Dette reduserer nøyaktigheten ved bestemmelse av egenskapen og virker i praksis til at den i større grad ytrer seg som en kvantitativ egenskap. Det er likevel på det rene at spiretreghet bestemmes av flere enn to faktorer i det materiale som er undersøkt.

I skandinavisk sortsmateriale av korn, særlig av vårhvete, men også av bygg, har det vært erfaring at tidlige sorter har hatt svak resistens mot aksgroing. Årsaken til dette er antagelig at de tidlige sorter som foredlingen ble basert på, hadde denne kombinasjon av egenskaper. Det kan være av tilfeldige grunner, men er kanskje helst et resultat av utvalg etter rask spiring som er særlig verdifull under nordiske forhold. Det kan her bl.a. vises til det motsatte forhold at en del meget spiretrege sorter tilfeldig forekommer i områder med forholdsvis høg temperatur og lang veksttid. Under slike vekstvilkår vil selv en sterk grad av spiretreghet ikke manifestere seg i praksis og kan bare påvises ved spesielle undersøkelser. Gen for spiretreghet vil da forefinnes tilfeldig fordelt i sortsmaterialet, fordi det ikke har foregått noen selektering bort fra den.

Kombinasjonen tidlighet og svak spiretreghet var særlig karakteristisk for det nordskandinaviske og nordsibiriske sortsmateriale av vårhvete. Av høst-



hvete har en imidlertid en sort fra Manchuria, Hbg Manchurisk, (STRAND, 65) som representerer kombinasjonen ekstrem tidlighet og sterk spiretregghet.

I foredlingsarbeidet har en ikke erfart at spiretregghet er assosiert med andre egenskaper, heller ikke med veksttid. Dog forekommer det tilsynelatende en sammenheng mellom spiretregghet og lang veksttid. Dette skyldes imidlertid det kjente forhold at låg temperatur i modningstiden gir sterkere spiretregghet og at de seinere sorter p.g.a. fallende temperatur utover høsten får lågere temperatur under modningen enn de tidligere sorter.

Da spiretregghet bestemmes av flere genetiske faktorer, er det også av denne grunn lite sannsynlig at sterke korrelasjoner med andre egenskaper forekommer. Likevel fant POPOFF (51) en sterk negativ korrelasjon  $r = -0,90 \pm 0,0021$ , mellom aksgroing og proteininnhold i et materiale på 75 hvetesorter. Kunstig auking av proteininnholdet med 1,0-2,5 % ved å kutte øverste tredjedel av akset bevirket også at aksgroingen ble mindre.

HARRINGTON & KNOWLES (18) fant store forskjeller i resistens mot aksgroing hos sorter med om lag likt innhold av protein. SVEN (68) fant ingen sammenheng mellom resistens mot aksgroing og innholdet av protein. Det bør derfor regnes med at eventuell sammenheng mellom resistens mot aksgroing og proteininnhold vil avhenge av det materiale det arbeides med.

### 3. Foredling for spesifikk kvalitet

#### a. Innledning

Det er innledningsvis nevnt at foredling for å bedre den spesifikke kvalitet av maltbygg har vært drevet i lang tid og i et betydelig omfang. Likeledes at flere viktige kvalitetskrav til maltbygg, i første rekke lågt innhold av protein og spirevillighet straks etter høsting, passer mindre godt sammen med kravene til bygg til andre anvendelser. Til mat og fôr er det ønskelig at bygget har høgt innhold av protein og at det har en god resistens mot aksgroing for å unngå at en potensiell høg kornkvalitet blir ødelagt under bergingen. Maltbyggkvalitet er for øvrig et meget komplisert begrep og da norskavlet bygg praktisk talt ikke nyttes i bryggeriene, skal en her ikke behandle spørsmålet nærmere. De egenskaper som er viktigst for bygg til mat og fôr er følgende:

1. Høg næringsverdi, særlig er fordøyeligheten av tørrstoff viktig.
2. Høgt innhold av protein, høg biologisk verdi av proteinet og høgt innhold av mineraler og vitaminer.
3. Gode dietiske egenskaper.

Energiinnholdet i bygg er mest avhengig av skallprosent og innholdet av andre morfologiske deler av kornet med låg fordøyelighet, men fordøyeligheten av kornets egentlige innhold spiller også en rolle.

Grøpp av høgtytende nordeuropeiske byggsorter viser vanlig 82-84 % fordøyelighet, mens grønne av nakent bygg viser 94-95 % fordøyelighet KNIBBE (27), SMIDT & WINZENBURGER (62). Det må regnes med at denne forskjell skyldes agnene som vanlig utgjør 9-11 % av kornvekten for godt utviklet vøre av høgtytende sorter.

Det er ikke store sortsbestemte forskjeller i skallprosent mellom sorter i høgste ytelsesklasse. HARRIS & SCOTT (19) fant en største forskjell på 2 % mellom aktuelle sorter i midtveststatene i USA. Under nordeuropeiske forhold er forskjellene mellom aktuelle sorter heller mindre. Selv om disse for-

skjeller ikke er store, må det regnes med at de gir fullt utslag i fordøyeligheten av det organiske materiale og da er de likevel av betydning.

Skallprosent hos bygg er en sortsegenskap som viser god reproduserbarhet, men nivået kan være sterkt påvirket av vekstvilkårene. Ufullstendig mating av korna under modningen gir høg skallprosent. Skallmengden (størrelsen og vekt av inneragnene) er bestemt allerede ved blomstring. Den andel som skallet kommer til å utgjøre av hele kornet, vil derfor for den enkelte sort bli bestemt av hvor fullstendig kornet mates.

Skallprosenten hos bygg kan til en viss grad bedømmes visuelt. Tynne agner får fine rynker når kornet trekker seg sammen under tørkingen, mens grove, tjukke agner beholder sin glatte overflate eller får en svakt bølget overflate. Det er sterk sammenheng mellom tjukkelsen av inneragnene (skallprosent) og tjukkelse og stivhet av snerpen. Undersøkelser har vist at skall-tjukkelse og snerpstivhet nedarves polyfaktorielt, og det synes ikke å være genetiske koblinger av betydning som kan være til hinder for å kombinere låg skallprosent med andre ønskede egenskaper. (STRAND, 63).

Hos havre er det større forskjeller i skallprosent mellom aktuelle sorter enn det er hos bygg, idet differanser på 3-4 prosentenheter er vanlige. Det vil gå fram av resultatene av et stort antall sortsforsøk med havre.

En var tidligere av den oppfatning at høg skallprosent og tidlighet var korrelert hos havresorter. Likeledes at halmrike sorter og sorter med grov halm hadde høg skallprosent. (SCHINDLER, 57, SCHNEIDER, 58). De nevnte kombinasjoner var vanlige hos de gamle landsorter. Ved foredling har det imidlertid lyktes å bryte disse korrelasjoner. Som eksempler kan nevnes at den halvtidlige sorten Hannes har særs låg skallprosent. Videre at den forholdsvis halmrike sorten Sisu også har særs låg skallprosent og at kortstråede og halmfattige sorter som Pendek og Marino har høg skallprosent. Det er vanlig erfaring at skalltjukkelse hos havre nedarves polyfaktorielt og transgressive spaltninger forekommer i en rekke kryssninger.

Når en ser bort fra de ekstremt tidlige sorter, har det skandinaviske sortsmateriale av havre meget låg skallprosent og følgelig høg næringsverdi. De hollandske havresorter som dyrkes i Norge, har vanlig 2-4 prosent mer skall enn det som tidligere har vært regnet som skandinavisk standard. Da det også for havre må regnes med at forskjellen i skallprosent kommer til uttrykk i fordøyelighetskoeffisientene, er skallprosenten en viktig kvalitetsegenskap. En senking av skallprosenten under 21-22 % synes likevel ikke å være ønskelig, fordi tynnskallede sorter gir høgere avskalling under tresking.

Undersøkelser av LAGERVALL (29) hvor hvithavre og svarthavre ble sammenlignet, tyder imidlertid på at skallet har ulikt trevleinnhold hos disse to typer av havre. Skallprosenten hos svarthavre var 1,4-4,8 enheter høgere enn hos hvithavre uten at dette ga nevneverdig forskjell i trevleinnhold i kornet.

Næringsverdien av havre er ellers mest avhengig av innholdet av protein og fett. Det er betydelige og sikre sortsforskjeller med omsyn til disse egenskaper. NICOLAYSEN (41) refererer variasjoner i proteininnhold mellom sorter på 10,2-14,4 og 9,9-13,8 % i forskjellige undersøkelser. For fettinnhold refereres variasjoner på 2,50-4,76, 3,2-5,1, 5,7-7,2 og 4,0-5,1 %. Hvis miljøbetinget variasjon regnes med, kan særlig innholdet av protein vise betydelig større svingninger, selv blant sorter med gode agronomiske egenskaper og høg avkastningsevne.

I svenske undersøkelser fant ÅKERMANN (73) og PERSSON & BINGEFORS (49) sikre sortsforskjeller i innhold av protein og fett. I de sist nevnte undersøkelser var innholdet av protein i gjennomsnitt 12,5 % og av fett ca. 5,0 % med største sortsforskjeller på henholdsvis 2,4 og 1,7 prosentenheter. Innholdet av protein viste sterkt samspill med voksested, mens innholdet av fett var lite påvirket av vekstvilkårene. Åkermann fant ingen tydelig sammenheng mellom proteininnhold og avlingsstørrelse og heller ikke mellom fettinnhold og avlingsstørrelse. I det sortsmateriale som ble undersøkt, forekom alle kombinasjoner. Det skulle derfor ikke være genetisk betingede hindringer for at høgt innhold av protein og fett kan kombineres med høy avkastningsevne. Likevel kan det neppe regnes med at et mengdeforhold av kjemiske komponenter som innebærer et vesentlig høyere energiinnhold i avlingene, uten videre lar seg realisere. Så vidt vites foreligger det ingen undersøkelser som direkte har tatt sikte på å klarlegge hvorvidt et høgt energiinnhold i kornet virker begrensende på størrelsen av avlingene. Det er likevel verd å legge merke til at alle yterike sorter eller sorter som dyrkes under forhold hvor store avlinger oppnåes, har et lågt eller iallfall ikke over middels innhold av energi, dvs. at de har et høgt innhold av karbohydrater og forholdsvis lite av de energirikere kjemiske forbindelser, protein og fett.

Hos hvete og rug er det bare ubetydelige forskjeller i skallprosent mellom aktuelle sorter. De små forskjeller som måtte finnes, synes ikke å ha påviselig virkning på fôr- eller næringsverdien av rug og naken hvete.

Den ernæringsmessige proteinvirkning eller verdien av proteinet i korn, enten det nyttes til mat eller til fôr, avhenger av følgende forhold.

1. Innhold av totalprotein.
2. Mengdeforholdet mellom de ulike proteinfraksjoner.
3. Aminosyresammensetningen i disse proteinfraksjoner.
4. Fordøyelighet og utnyttelse av de ulike aminosyrer.

Når det gjelder innholdet av totalprotein i korn bestemt som innhold av nitrogen multiplisert med en faktor, som avhenger av proteinets art, har erfaringer og et stort antall undersøkelser vist at det både kan påvirkes ved dyrkingsmessige tiltak, i første rekke med nitrogengjødsling, og at det er en sortsegenskap. Det er videre på det rene at proteininnholdet i sortene iallfall tilsynelatende nedarves polyfaktorielt. Det er bare rimelig at karakteren ytrer seg slik, fordi totalprotein avhenger både av mengdeforholdet av de ulike proteinfraksjoner og av aminosyresammensetningen i de ulike proteinfraksjoner. Proteininnholdet i bygg er sterkt påvirket av vekstvilkårene. Samspillene mellom sorter og vekstvilkår er imidlertid ubetydelige. Sortene får derfor stort sett den samme rangering etter proteininnhold selv under særs ulike vekstvilkår. Dette gjelder imidlertid bare under forhold hvor sortene utvikles og modnes normalt.

Det kan være store forskjeller mellom sorter med omsyn til proteininnhold i bygg. MASSENBACK (35) fant variasjon på 10,0–18,1 % mellom sorter av vidt forskjellig opprinnelse, mens ISENBACK & HOFFMANN (24) refererer undersøkelser som viste opp til 24,59 % protein i kinesisk nakent bygg. Barbacki referert av ISENBACK & HOFFMANN (24) fant i krysninger mellom européiske sorter og sorter fra Himalaya at høgt proteininnhold var dominant i  $F_1$ . I de seinere generasjoner syntes spaltningene å tyde på polyfaktoriell nedarving. Til det samme resultat kom også MASSENBACK (35), HOFFMANN & KUCKUCK

(21) og LEJUNE (32). Sist nevnte forfatter fant også transgressive spaltning i proteininnhold, noe som det for øvrig er rimelig å vente når mange gener påvirker proteininnholdet.

Barbacki påviste kopling mellom høgt proteininnhold, 2 radet aksform og mørk farge på nakne korn. Sammenheng mellom de to først nevnte karakterer var det også i materiale behandlet av HOFFMANN & KUCKUCK (21). I nordisk sortsmateriale av bygg er det vanlig at 6-radsbygg har høyere innhold av protein enn 2-radsbygg. Det kan nok delvis henge sammen med at 2-radsbygg i størst grad er foredlet med tanke på å tilfredsstille kravene til maltbygg og derfor er selektert for et lågere innhold av protein.

Eventuell sammenheng mellom avkastningsevne og proteininnhold er av stor interesse. Genetisk sammenheng mellom høy avkastningsevne og lågt proteininnhold er påvist av GRANT & MCCALLA (16). MASSENBACK (35) fant imidlertid ingen sikker sammenheng mellom proteininnhold og avkastningsevne i sommerbygg, mens auking av proteininnholdet i det avkastningsrikere vinterbygg syntes svært vanskelig. Han mente videre at avkastningsevnen var høyest ved et proteininnhold på 8 mg pr. korn, og at både lågere og høyere innhold av protein disponerte for nedsatte avlinger. Det ville i tilfelle bety at det optimale proteininnhold skulle ligge 50–60 % over nåværende nivå.

Andre undersøkelser, THIELEBEIN (69), m.fl., viser at positiv sammenheng mellom avkastningsevne og protein også kan forekomme. Det kan derfor regnes med at eventuelle koblinger mellom avkastningsevne og innhold av protein i bygg vil avhenge av det sortsmateriale som det arbeides med. Da antall av arvefaktorer som bestemmer avkastningsevnen, er meget stort og da innholdet av protein også nedarves polyfaktorielt, vil eventuell genetisk sammenheng i alle høve være svak. Det skulle derfor ikke være nevneverdige hindringer av genetisk art for at høy avkastningsevne og høgt innhold av protein kan kombineres.

Det er likevel et faktum at de mest yterike sorter har lågt innhold av protein og at iallfall de mest proteinrike sortene har meget låg avkastningsevne. Dette kan delvis skyldes at de siste et lite foredlet. Forskjeller i proteininnhold mellom sorter i høyeste ytelsesklasse er for tiden oftest bare 1–2 %. Som nevnt tidligere kan seleksjon for maltbyggkvalitet gjennom lengre tid være en medvirkende årsak til dette, særlig fordi det ikke har vært noe tilsvarende incitament for å auke proteininnholdet.

MASSENBACK (35) regnet med at denne seleksjon i retning av lågere innhold av protein i løpet av en 40 års periode har senket dette fra gjennomsnittlig ca. 12 % til gjennomsnittlig ca. 10 % for de mest yterike sorter. Han regnet videre med at en auking fra det tidligere ca. 12 % nivå til ca. 14 % protein på samme måte skulle la seg gjennomføre over en periode av år.

En mindre auking i innholdet av protein vil neppe by på særlig problem, men om det kan aukes fra det nåværende ca. 10 % til 14–15 % som kan være ønskelig for bygg til fôr, uten å tape i avkastningsevne, kan være mer usikkert. Hvis energiinnholdet i kornavlingene er den virkelig begrensende for sortenes yteevne, og ikke kg tørrstoff, skulle en vente at avlingen i kg pr. da skulle gå ned med ca. 0,4 % for hver 1,0 % auking i innholdet av protein, eller til sammen ca. 1,6 % nedgang i avling for en auking i innholdet av protein med 4 %. En så stor auking i innholdet av protein i bygg vil en imidlertid neppe ta sikte på i første omgang. Da arbeidet med å heve proteininnholdet i alle høve tar lang tid og derfor vil foregå samtidig med at andre egenskaper,

bl.a. avkastningsevne, føres videre, vil en eventuell reduserende virkning på avkastningsevnen i kg pr. da neppe bli særlig merkbar.

For hvete til brød er også det stofflige innhold viktig. Det gjelder i første rekke protein, vitaminer og mineraler. Kvalitetssegenskaper som omfatter de fysiske egenskaper hos hveteprotein er også meget viktige. Disse kan imidlertid ikke bestemmes ved kjemiske analyser. De må måles ved fysiske metoder og har mest bare betydning for den teknologiske bearbeidelse eller framstilling av brødvaren.

Proteinmengde og proteinkvalitet kan påvirkes ved dyrkingstekniske tiltak, særlig ved nitrogengjødning. Ved moderne mølleteknikk kan en videre ved hjelp av luftseparasjon ta ut fraksjoner av hvetemjøl som varierer i proteininnhold fra 2 til over 25 % (REITZ (52)). En lignende fraksjonering kan også utføres for innhold av vitaminer, mineraler, fett m.v. BRADLEY (6). Hvetekornets opprinnelige sammensetning kan derfor synes mindre viktig. Likevel vil god kvalitet av råvaren lette den teknologiske utnyttelse og gi et høgere produktutbytte.

En auking av proteininnholdet ved sterkere nitrogengjødning har virkning på mengdeforholdet mellom de forskjellige aminosyrer. Det som har størst betydning er at den prosentiske andel særlig av lysin, som fra før er i minimum, går ytterligere ned etter hvert som innholdet av totalprotein stiger.

LARSEN (30) fant for vårhvete at det relative innhold av aminosyren lysin til dels også arginin i proteinet gikk ned etter hvert som proteininnholdet ble presset opp ved sterk nitrogengjødning. Innholdet av lysin i prosent av tørrstoff steg noe ved de minste nitrogentrinn for seinere å gå sterkere ned.

PENCE et al (48) fant at aminosyresammensetningen i de ulike proteinfraksjoner i hvete var om lag den samme selv om innhold av totalprotein sortene mellom varierte meget sterkt.

LAWRENCE et al (31) undersøkte 286 hveteprøver og fant en variasjon i innhold av lysin fra 2,46 til 3,84 % svarende til en forskjell på 56 %. Ifølge LINDNER (34) er det i tidligere undersøkelser funnet en variasjon i lysininnhold fra 2,88 til 3,50 % i ungarske sorter i ett tilfelle og i en annen undersøkelse ble det funnet 20 % forskjell mellom sorter.

LINDNER (34) fant små forskjeller i aminosyresammensetningen i 5 hvetesorter. Biologisk verdi av totalprotein beregnet etter Mitchell-Block, basert på den aminosyre som er i minimum, varierte fra 62–66 %. Beregnet som en indeks basert på alle viktige aminosyrer (EAS-indeks) varierte den biologiske verdi fra 58 til 64 %. Undersøkelsene viste videre at det er glutenfraksjon i hveten (glutelin og prolamin) som har den lågeste biologiske verdi, om lag 44 % etter Mitchell-Block og 43 % etter EAS-indeks. Da glutenprotein utgjør størsteparten av proteinet i hvete, i disse undersøkelser 47–66 %, og fordi denne fraksjon av proteinet blir enda mer dominerende i siktemjøl enn i grøpp, er det den biologiske verdi av denne proteinfraksjon som det er viktigst å forbedre.

MICHAEL (36) fant en meget konstant aminosyresammensetning i proteinfraksjonen prolamin i bygg enten denne proteinfraksjon ble tatt fra korn med lågt eller høgt innhold av totalprotein. Når den biologiske verdi av proteinet likevel varierer, skyldes det at mengdeforholdet mellom de ulike proteinfraksjoner endres med modningsgrad, gjødning, dyrkingsmessige tiltak m.v. og at det kan være sortsforskjeller med omsyn til mengdeforholdet av de ulike proteinfraksjoner.

LAWRENCE et al (31) dro den konklusjon av sine undersøkelser at mulighetene for bedring av proteinets biologiske verdi ved å heve innholdet av lysin synes tvilsomme. I det materialet han arbeidet med, hadde sorter med lågt innhold av protein relativt mer lysin enn sorter med høgt innhold av protein.

MILLER (37) fant ingen nevneverdig forskjell mellom hvetesorter med omsyn til innhold av cystin, glutaminsyre, lysin og methionin. I undersøkelser i Australia (SIMMONDS, 61), England (PACE, 45) og Sverige (SIHLBOM, 60) ble det heller ikke funnet sortsbetingede forskjeller i aminosyresammensetning som gir grunnlag for optimisme når det gjelder ad foredlingsmessig veg å auke innholdet av de aminosyrer som er i minimum i hveteproteinet.

SWEN (68) fant i sine kryssninger med hvete at det var flere gen som virket på glutemengde og glutenkvalitet. De ønskede egenskaper viste recessiv nedarving eller ufullstendig dominans.

PELSHENKE (46) og ROSENSTIEL (53) fant at glutenkvalitet nedarves polyfaktorielt og at god kvalitet viste recessiv nedarving eller ufullstendig dominans.

HOUNOLD et al. (22) og HOUNOLD (23) fant at mer enn ett gen virker på innholdet av protein i hvete. Ifølge undersøkelser av KUSPIRA & UNRAU (28) er det antagelig gen for proteininnhold på 5 kromosomer hos hvete.

BERG (4) og SCHARNAGEL & AUFHAMMER (56) fant ingen sammenheng mellom klebermengde og kleberkvalitet. Derimot var det negativ sammenheng mellom glutenmengde og avlingsstørrelse.

Undersøkelser av FINNEY (12) har vist at det ikke var sammenheng mellom proteinmengde og aminosyresammensetningen i proteinet på den ene side og proteinets fysiske egenskaper f.eks. vannopptagelsesevne, elastisitet m.v. på den andre.

Når det gjelder virkningen på brødkvaliteten, kan klebermengde og kleberkvalitet i stor utstrekning erstatte hverandre. Når det gjelder mølleegenskaper og deigens fysiske egenskaper, derimot, betyr glutenmengde mer enn glutenkvaliteten (PELSHENKE, 47).

Foredling for glutenkvalitet er lettere enn foredling for glutenmengde, fordi kvaliteten er betydelig mindre miljøpåvirket. Ifølge SAFTA (54) og BOEKHOLT (5) skyldes ca. 70 % av variasjonen i glutenmengde miljøforhold og bare 30 % arvelige egenskaper.

Et optimalt forhold mellom de essensielle (og ikke essensielle) aminosyrer bestemt ad kjemisk veg er likevel bare en del av problemene for å oppnå optimal proteinvirkning. Den del av aminosyrene som er biologisk tilgjengelig eller som gir proteinvirkning, kan nemlig variere betydelig av flere årsaker. En del av disse er utvilsomt sortsbestemt og dermed arvelige mens andre kan være et resultat av feilaktig varebehandling eventuelt resultat at et samspill mellom disse og andre faktorer.

Protein i korn kan f.eks. inneholde varierende mengder trypsininhibitorer som kan virke på tilgjengelighet og utnyttelse av proteinet på samme måte som i soyamjøl, men i svakere grad. MUNCK (40) fant at tilveksten hos mus ved føring med bygg var mer avhengig av sorten enn av innholdet av protein. Effekten av den prosentiske nedgang i lysin ved nitrogengjødsling kom heller ikke til syne i tilveksten pr. g protein i området 7,5–11,4 % protein.

I andre svenske forsøk hvor bygg av 5 sorter dyrket i 2 år ble føret til kyllinger, kunne det imidlertid ikke påvises sikre sortsforskjeller i tilvekst, pro-

teinavlagring eller innhold av utnyttbar energi. Det var heller ingen sikker sammenheng mellom proteininnhold i kornet og tilveksten. Derimot var det sikre sortsforskjeller med omsyn til fôropptak. Det tyder på smaksforskjeller som kan være av betydning for tilveksten. Korn med høgt innhold av protein etter sterk nitrogen gjødsling eller p.g.a. vokseplassen ga bedre tilvekst, men dårligere utnyttelse av protein og energi (SANNE, 55).

Spørsmålet om optimal aminosyresammensetning i proteinet kompliseres ytterligere fordi den optimale aminosyresammensetning for tilvekst ikke alltid er den samme som for kjøttvekst hos gris, slik som undersøkelser av CLAUSEN (9) har vist.

De undersøkelser som er referert, viser at tilgjengelighet og utnyttelse av aminosyrene ikke er like god i de forskjellige proteinfraksjoner og at den også kan variere med sorter og arter av korn. Det kan derfor ikke lenger regnes med at et optimalt innhold av protein eller en beregnet optimal sammensetning av aminosyrer i proteinet basert på kjemiske analyser er et fyldestgjørende kriterium på god proteinvirkning. En fullstendig utnyttelse av genmaterialet i form av nye sorter med høg næringsverdi og med protein av høgest mulig biologisk verdi vil derfor kreve biologiske testmetoder i utvalgsarbeidet, eventuelt forfinede kjemiske analysemetoder som tilnærmet gir en samme resultat. Suksess i et avansert foredlingsarbeid etter disse retningslinjer vil derfor være avhengig av utvikling av den nevnte type testmetoder egnet for masseundersøkelser.

Innholdet av vitaminer i korn synes det å være større muligheter for å auke ad foredlingsmessig veg. Flere undersøkelser i USA og Canada (CALHOUN et al. (8), DOWNS et al. (10) JACKSON & WHITESIDE (25), NORDGREN & ANDREW (43) viser betydelig sortsbestemt variasjon i innholdet av thiamin og niacin i hvete. Det regnes med at innholdet i hvete lett kan aukes med 50 % over nåværende nivå. Vitaminene er imidlertid konsentrert i scutellum og i aleuronlaget. Det betyr at de i det vesentlige blir fjernet ved låg utmalingsgrad av mjølet. Bare i hvetegrøpp vil en kunne få med hele vitaminmengden.

Undersøkelser av WHITESIDE (72) viste at deigens elastisitet og resistens mot hard mekanisk bearbeidelse er genetisk bestemt med tendens til dominans for svake deigegenskaper. Av totalvariasjonen i materialet var 72 % genetisk bestemt. Flere andre undersøkelser har også vist at deigens fysiske egenskaper er genetisk betinget. STUKE (66) fant at deigens elastisitet var bestemt av 4 gener som til sammen kontrollerte 71-74 % av variasjonen. Svellingsevnen hos gluten var bestemt av 2-5 gener avhengig av foreldresortene. Den genetisk betingede del av variasjonen i materialet utgjorde 60-91 %.

Spørsmålet om kvalitet av hvete, så vidt bakeegenskaper angår, kan heretter muligens forenkles sterkt. Undersøkelser i de seinere år bl.a. av BELDEROK (3) har vist at det er en sterk sammenheng mellom mengdeforholdet av disulfidgrupper (SS)/sulfhydrylgrupper (SH) i proteinet og brødvolum. Ifølge Belderok er glutenkvaliteten bestemt av det nevnte SS/SH forhold og med optimale verdier i området 15-20. Både lågere og høyere verdier betyr svakere kvalitet. SS/SH forholdet er sortspesifikt og ikke, eller bare ubetydelig, påvirket av forhold som gir ulikt innhold av protein i kornet, f.eks. gjødsling med nitrogen.

Til å bestemme bakevnen hos hvete skulle det etter dette bare trengs to analyser, nemlig innhold av protein og SS/SH forholdet. I så fall ville en

utvilsomt være kommet genenes virkemidler et betydelig skritt nærmere med derav følgende bedre muligheter for et effektivt foredlingsarbeid for denne egenskap.

BREMER (7) og SCHRIMPF (59) konkluderte på grunnlag av undersøkelser over kriterier for kvalitet av møllevare av hvete at H1-vekt har fått mindre betydning etter hvert som mølleteknikken er blitt forbedret. De anser at kornform og kornstørrelse er blitt viktigere mål for kvaliteten. De kornkarakterer som er nevnt er klart sortsbetinget, men til en viss grad er de også påvirket av vekstvilkårene. Et stort antall undersøkelser har vist at både H1-vekt og kornstørrelse nedarves kvantitativt og at transgressive spaltninger forekommer. Når det gjelder kornform, og da særlig bukurens form og bredde, som i denne forbindelse er viktigst, er utvilsomt sortbestemt på samme måte som de øvrige morfologiske karakterer hos kornet, men det er utført lite undersøkelser over dette spørsmål.

POMERANZ (50), FINNEY et al. (12) og LEVERTON (33) har diskutert muligheter og praktisk gjennomføring av «enrichment» av hvetemjøl for å gjøre det mest mulig fullverdig ernæringsmessig sett. Dette byr ikke på tekniske eller økonomiske vanskeligheter, men det er et spørsmål om i hvilken grad det er hensiktsmessig. I land med høy levestandard nyttes det tilstrekkelige mengder andre næringsmidler som supplerer hvetens mangler, og i land hvor dietten overveiende består av kornprodukter er det et spørsmål om ikke tilsetningene heller bør spises i de næringsmidler hvor de allerede finnes.

Det er nevnt tidligere at kravene til kvalitet er mange og av ulik art og natur. Selv om det kanskje teoretisk er mulig å tilfredsstille alle krav ved foredling er det neppe hensiktsmessig å ta sikte på dette. Det vil i alle høve forekomme en betydelig og ukontrollert variasjon i kvalitet p.g.a. ulike miljøforhold under dyrkingen. Med tiden foregår det dessuten endringer i kravene til kvalitet. Disse er det p.g.a. tregheten og tidsfaktoren i foredlingsarbeidet vanskelig å etterkomme på kort varsel. En viss grad av uoverensstemmelse mellom ønsket kvalitet og aktuell kvalitet vil derfor alltid måtte forekomme. Disse uoverensstemmelser i kvalitet kan bøtes på ved dyrkingstekniske tiltak, ved varebehandling, tilsetninger, konsentrering av varen med omsyn til ønskede stoffgrupper, ved teknologisk bearbeidelse m.v.

I foredlingsarbeidet bør en derfor i første rekke ta sikte på mer stabile og lite foranderlige kvalitetsegenskaper av generell karakter. Blant egenskaper som for korn til mat og fôr alltid vil være aktuelle, er høy næringsverdi, et midlere eller høgt innhold av protein med høy biologisk verdi, høgt innhold av vitaminer m.v. For hvete til brød vil gode mølleegenskaper, gode fysiske egenskaper hos deigen og et midlere eller høgt brødvolum i alle høve være en fordel. Egenskaper som indirekte bidrar til å bedre den aktuelle kvalitet eller som gjør varen mer fordelaktig for teknologisk bearbeidelse, vil også alltid være fordelaktige. Kravene til kvalitetsegenskaper i den sist nevnte gruppe kan være gjenstand for endringer i takt med utviklingen i dyrkings- og høsteteknikk, i varebehandling og teknologiske framskritt. En framgangsrik kornforedling vil derfor alltid måtte være avhengig av langsiktig planlegging og en riktig vurdering av de store trekk i utviklingstendensene i dyrking og bruk av korn til de forskjellige anvendelser.



#### 4. Sammendrag

I artikkelen er det på grunnlag av foreliggende litteratur diskutert mulighetene for å forbedre enkelte kvalitetsegenskaper hos korn ved foredling. Det er skilt mellom spesifikk kvalitet, aktuell kvalitet, kvalitetsegenskaper som indirekte gir bedre aktuell kvalitet og egenskaper av verdi ved teknologisk bearbeidelse av korn. Av kvalitetsegenskaper som indirekte bedrer den aktuelle kvalitet, er resistens mot aksgroing mest inngående behandlet. Mulighetene for å bedre den ernæringsmessige kvalitet av korn til mat og fôr er likeledes tillagt vekt.

Det er konkludert at kvalitetsforedlingen av korn bør konsentreres om egenskaper av generell og varig karakter, fordi tidsfaktoren i foredlingsarbeidet gjør det uhensiktsmessig med raske endringer i foredlingsmålene.

#### 5. Summary

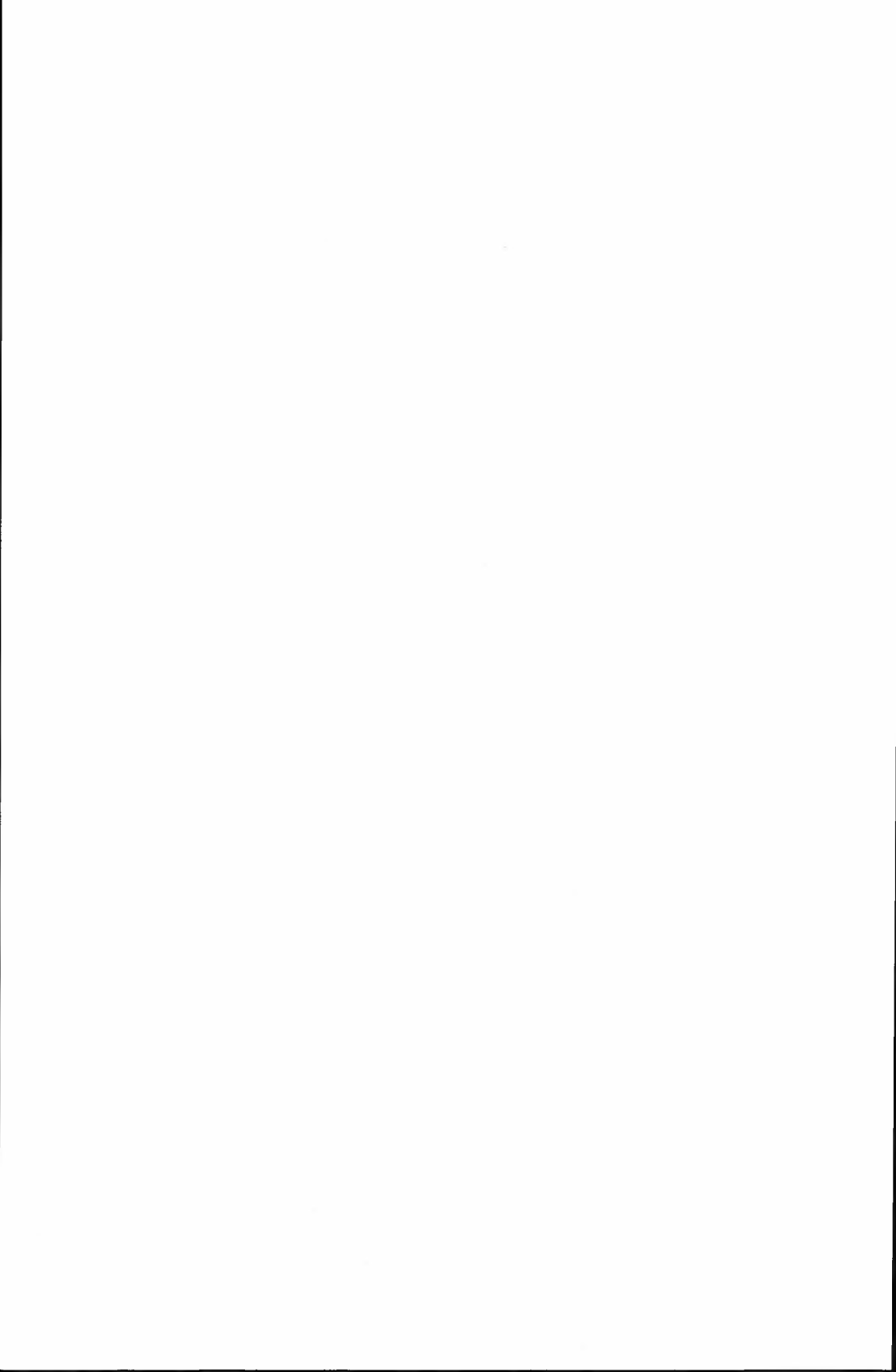
Some aspects of breeding small grain for quality are discussed. The following groups of quality characters are dealt with: Specific quality, actual quality, characters which indirectly improve actual quality, and characters which make the grain more suitable for processing. Regarding the characters which indirectly improve quality, most attention is paid to the resistance against sprouting in the ears, and the resulting inferior starch quality. The possibilities of improving the nutritional value of cereals for food and feed also are discussed. The conclusion is drawn that breeding for quality in cereals should be concentrated on characters of general and long lasting nature, because the time factor involved in plant breeding render rapid changes in breeding programs infeasible.

#### Litteratur

1. ALTROGGE, L. und SCHÄFER, W. Präparation der Auswuchsgetreide zur Verbesserung der Backfähigkeit. Die Mühle 91: 562—566, 1954.
2. BELDEROK, B. Studies on dormancy in wheat. Diss. Wageningen 1961.
3. BELDEROK, B. Bedeutung der Thiol- und Disulfidgruppen für die Züchtung des Weizens auf Backqualität. Getreide und Mehl 1967, pp. 20—23.
4. BERG, S. O. Über die Beziehungen zwischen Kornertrag, Rohproteingehalt und Rohproteinertrag verschiedener Weizensorten sowie ihre züchterische Bedeutung. Z. Pfl. züchtung 23: 542—561, 1941.
5. BOEKHOLT, K. Untersuchungen über den Entwicklungsrythmus und die Ertragsstruktur von Sommerweizensorten beim Anbau in verschiedenen Klimabezirken Europas und der Einfluss der Herkunft auf die Kornbeschaffenheit, den Ertrag und die Struktur des Ertrages. Landw. Jahrb. 78: 123—146, 1933.
6. BRADLEY, W. B. Recent research on the nutritional quality of wheat products. Baker's Digest 37: 43—49, 1963.
7. BREMER, F. Die Forderungen der Müllerei zur Verbesserung der Qualität des Brotgetreides. Die Mühle 91: 548—549, 1954.
8. CALBOUN, W. K. et al. The vitamin content of wheat, flour, and bread. Cereal Chem. 35: 350—359, 1958.
9. CLAUSEN, H. De kvävehaltiga produkternas utnyttjande för proteinsyntesen hos svin. Nordisk Jordbruksforskning 45: 282—296, 1963.
10. DOWNS, D. E. et al. Thiamin content of commercial wheats of 1940 crop. Cereal Chem. 18: 796—801, 1941.
11. FINNEY, K. F. Evaluation of wheat quality. Amer. Assn. Adv. Sci. Symposium on food quality as affected by production practise and processing. Philadelphia 1962.

12. FINNEY, K. F. et al. Soy-product variables affecting breadbaking. *Cereal Sci. Today* 8: 166—168, 1963.
13. FREISTEDT, P. Neue Zielsetzungen in der Gerstenzüchtung. *Z. Züchtung A. Pfl.zücht.* 20: 169—209, 1935.
14. FUCHS, W. H. und ZIEGENBEIN, G. Zur Methodik der Züchtung auswuchsfesten Getreides. *Züchter* 19: 97—100, 1948.
15. GARBER, R. J. and QUISENBERRY, K. S. Delayed germination and the origin of false wild oats. *J. Heredity* 14: 267—274, 1923.
16. GRANT, M. N. and MCCALLA, A. G. Yield and protein content of wheat and barley. 1. Interrelation of yield and protein content of random selections from single crosses. *Canad. J. Res. C.* 27: 230—240, 1949.
17. HAGER, G. und IHLE, K. Die Nährstoffverluste des Getreides durch Auswuchs. *Fort-schritte d. Landw.* 6: 259—263, 1931.
18. HARRINGTON, J. B. and KNOWLES, P. F. Dormancy in wheat and barley varieties in relation to breeding. *Sci. Agric.* 20: 355—364, 1940.
19. HARRIS, R. H. and SCOTT, G. M. Proportion of hull in some North Dakota barley varieties, as determined by the air jet technique. *Cereal Chem.* 24: 475—485, 1947.
20. HEINISCH, O. Die Dauer der Keimreife der Getreidearten als erbliche Sorteneigenschaft. *Z. Züchtung A. Pfl.züchtung* 21: 294—305, 1937.
21. HOFFMANN, W. und KUCKUCK, H. Versuche zur Züchtung spaltenfreier, eiweissreicher und mehltauwiderstandsfähiger Gersten. *Z. Züchtung. A. Pfl.züchtung* 22: 271—302, 1938.
22. HOUNOLD, A. et al. Variation in protein content of the grain in four varieties of *Triticum aestivum* L. *Agron. J.* 54: 121—125, 1962.
23. HOUNOLD, A. et al. Genetic measurement of protein in the grain of *Triticum aestivum* L. *Agron. J.* 54: 203—206, 1962.
24. ISENBACH, K. und HOFFMANN, W. Gerste. *Handbuch der Pflanzenzüchtung. B II. Züchtung der Hauptgetreidearten.* Berlin 1950.
25. JACKSON, S. H. and WHITESIDE, A. G. O. Investigations on the thiamin content of Canadian wheat and flour. *Sci. agric.* 22: 366—377, 1942.
26. JOHNSON, L. P. V. The inheritance of delayed germination in hybrids of *Avena fatua* and *A. sativa*. *Canad. J. Res.* 13: 367—387, 1935.
27. KNIBBE, R. Der Nährwert der Nachtgerste im Vergleich zu bespätzten Gersten beim Schwein. *Landw. Versuchsstat.* 117: 132—216, 1933.
28. KUSPIRA, J. and UNRAU, J. Genetic analyses of certain characters in common wheat using whole chromosome substitution lines. *Canad. J. Plant Sci.* 37: 300—326, 1957.
29. LAGERVALL, P. M. Växtrådhalt hos vit- och svarthavre i försök vid Sveriges Utsädesförenings Ultunafilial. *Sv. Utsädesf. Tidsskr.* 62: 292—295, 1962.
30. LARSEN, I. Kvælstoftilførsels indflydelse på udbyttet og aminosyresammensætningen af hvedekærne. *Ugeskr. f. agronomer* 112: 203—206, 1967.
31. LAWRENCE, J. M. et al. Lysine content of wheat varieties, species and related genera. *Cereal Chem.* 35: 169—178, 1958.
32. LEJUNE, A. J. Correlated inheritance of stem rust reaction, nitrogen content of grain, and kernel weight in a barley cross. *Sci. Agric.* 26: 198—211, 1946.
33. LEVERTON, R. M. Amino acids. In *Food. The yearbook of Agriculture 1959.* Pp. 64—73, US Dept. Agric.
34. LINDNER, K. Aminosäurezusammensetzung und Nährwert der Weizenweissfraktionen. *Qualitas plant. et. met. veget.* Haag 11: 31—38, 1964.
35. MASSENBACK, H. Unterlagen für die Züchtung eiweissreicher Gersten. *Z. Züchtung. A. Pfl.züchtung* 21: 423—450, 1937.
36. MICHAEL, G. Einfluss der Düngung auf Eiweissqualität und Eiweissfraktionen der Nahrungspflanzen. *Qual. Plant Mater. Veg.* 10: 248—265, 1963.
37. MILLER, B. S. et al. Amino acid content of various wheat varieties. I. Cysteine, lysine, methionine, and glutamic acid. *Cereal Chem.* 27: 96—106, 1950.
38. MIYAMOTO, T. et al. Germination inhibitors related to dormancy in wheat seeds. *Plant Physiology* 36: 739—746, 1961.
39. MOORMANN, B. Untersuchungen über Keimruhe bei Hafer und Gerste. *Kühn-Archiv* 56: 41—79, 1942.
40. MUNCK, L. En analysmetod för bedömnin av näringsvärdet hos fodersäd. *Sv. Utsädesf. Tidsskr.* 72: 352—368, 1962.
41. NICOLAISEN, W. Hafer. In *Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. II: Die Züchtung der Hauptgetreidearten.* Berlin 1950.

42. NILSSON-EHLE, N. Zur Kenntnis der mit der Keimungsphysiologie des Weizens in Zusammenhang stehenden inneren Faktoren. Z. Züchtung. A. Pfl.züchtung 2: 153—187, 1914.
43. NORDGREN, R. and ANDREW, J. S. The thiamin content of cereal grains. Cereal Chem. 18: 802—811, 1941.
44. OLERED, R. Development of  $\alpha$  amylase and Falling number in wheat and rye during ripening. Växtodling-Plant Husbandry nr. 23, Uppsala 1967.
45. PACE, J. Wheat proteins. Recent Advances in Food Science 1: 212—225, 1962.
46. PELSSENKE, P. F. Qualitätszüchtung bei Weizen. Der Züchter 6: 169—172, 1934.
47. PELSSENKE, P. F. Massnahmen zur Hebung der Qualität des deutschen Weizens. Die Mühle 91: 546—548, 1954.
48. PENCE, J. W. et al. Characterization of wheat gluten. II. Amino acid composition. Cereal Chem. 27: 335—341, 1950.
49. PERSSON, P. J. och BINGEFORS, S. Råprotein- och fetthalt hos vit och svarthavre i försök vid Sveriges Utsädesförenings Ultunafilial. Sv. Utsädesf. Tidskr. 66: 174—181, 1956.
50. POMERANZ, Y. The lysine content of bread supplemented with soya flour, wheat gluten, dry yeast and wheat germ. J. Sci. Food Agr. 13: 78—83, 1962.
51. POPOFF, A. Die Auswuchsneigung beim Getreide im Zusammenhang mit dem Protein des Korns. Angew. Bot. 25: 150—165, 1943.
52. REITZ, L. P. Wheat quality components responsive to genetic control. Qualitas plant et met. veget. Haag 11: 1—16, 1964.
53. ROSENSTIEL, v. K. Untersuchungen zur Genetik der Kleberqualität bei Winterweizen. Der Züchter 6: 261—262, 1934.
54. SAFTA, J. Die Qualität einiger rumänischer Weizensorten. Kühn-Archiv 33: 207—256, 1932.
55. SANNE, S. Olika kornsorter och korn efter olika kvävegödning till kycklingar. Nordisk Jordbruksforskning 49: 331, 1967.
56. SCHARNAGEL, Th. und AUFHAMMER, G. Zur Beurteilung der Klebermenge des Weizens, insbesondere die Abhängigkeit von äusseren und inneren Faktoren. Forschungsdienst 14: 165—189, 1942.
57. SCHINDLER, Fr. Handbuch des Getreidebaues. Berlin 1923.
58. SCHNEIDER, G. Vegetationsversuche mit 88 Hafersorten. Landw. Jahrb. 42: 767—833, 1912.
59. SCHRIMPF, K. Einiges über den Begriff der Qualität und deren züchterische Bearbeitung bei Weizen. Die Müllerei H 39, 1950.
60. SIEHLMAN, E. Amino acid composition of Swedish wheat protein. Acta Agr. Scand. 12: 148—156, 1962.
61. SIMMONDS, D. H. Variations in amino acid composition of Australian wheats and flours. Cereal Chem. 39: 445—455, 1962.
62. SMIDT, J. and WINZENBURGER, W. Fütterungsversuche mit Nachtgerste an Mastschweinen. Z. f. Schweinezucht 42: 339—340, 1935.
63. STRAND, E. A study on inheritance of awn adherence and other characters in a barley cross. Masters Thesis. N. Dak. Agric. Coll, 1949.
64. STRAND, E. Studies on seed dormancy in barley. Meld. NLH, Vol. 44: nr. 7, 1965.
65. STRAND, E. Grunnmaterialer ved foredling for resistens mot aksgröing. Nordisk Jordbruksforskning 49: 270—271, 1967.
66. STUKE, E. Untersuchungen über die Züchtung von Weizen mit guter Backfähigkeit. II. Über die Genetik einzelner Komponenten und die Bearbeitung des Zuchtmaterials. Z. Pfl.züchtung 47: 297—329, 1962.
67. SUNDSTØL, F. Kvalitetsproblemer ved norskavlet førkorn. Nordisk Jordbruksforskning 49: 262, 1967.
68. SWEN, I. Über die Variation und Erbllichkeit einiger Weizenkreuzungen in Bezug auf Proteingehalt, Kleberqualität und Auswuchsfestigkeit. Kühn Archiv 54: 369—401, 1940.
69. THIELEBEIN, M. Untersuchungen über die Vererbung des Eiweissgehaltes an reinen Linien und Kreuzungen von Sommergerste. Diss. Halle, 1942.
70. VIK-MO, L. Vurdering av proteinkvaliteten i aktuelle svineförmidlar II. Bondevennen, pp. 112—113, 1968.
71. WALLDÉN, J. N. Eftermognad hos spanmålsvaror. Sv. Utsädesf. Tidskr. 20: 354—379, 1910.
72. WHITESIDE, A. G. O. The plant breeder and wheat quality. In Getreidequalität, Trocknung und Lagerung. Ber. 2. Getreide-Tagung 21.—23. Mai, Detmold 1958.
73. ÅKERMANN, A. Studier rörande råprotein och fetthalt hos några vithavresorter av probteityp. Sv. Utsädesf. Tidskr. 64: 261—277, 1954.



## NÅGRA ERFARENHETER AV DE SENASTE ÅRENS POLYPLOIDIFÖRÄDLING VID SVERIGES UTSÄDESFÖRENING

*Some experiences from recent work with induced autopolyploids  
at the Swedish Seed Association*

Av

E. ÅKERBERG, S. ELLERSTRÖM och G. JULÉN

### Inledning

När Sveriges Utsädesförening för mer än trettiofem år sedan (1931) fick möjlighet att infoga en särskild avdelning för kromosomforskning och därpå grundad växtförädling, var detta ett nytt utslag för hur växtförädlingsmetoderna i Svalöf utvecklats efter den teoretiska ärftlighetsforskningens resultat. Professor *Herman Nilsson-Ehle*, föreningens dåvarande föreståndare, kunde vid avdelningens tillkomst hänvisa till framsteg från många forskares studier, av värde för en kromosomavdelning. Här skall endast erinras om *Övind Wings* år 1917 utkomna arbete om växternas kromosomtal och dessa tals betydelse ur evolutionssynpunkt, då det just nu är 50 år sedan detta redan klassiska verk publicerades.

I de sammanfattande arbeten om kromosomavdelningen som publicerats vid Utsädesföreningens 50 års-, 60 års- och 75 års-jubileer (*Sveriges Utsädesförening*, 1886–1936, LEVAN, 1948 och ELLERSTRÖM, 1961) ges en god bild av problemställningar och resultat från avdelningens utveckling och arbeten. I uppsatsen från år 1936 skildras de ännu ganska trevande försöken att framställa auto- och allopolyploider. Man sysslar främst med att utforska metoder för att framställa polyploider. Ett viktigt teoretiskt arbete, som blev synnerligen värdefullt för den fortsatta forskningen, »The Evolutionary Significance of Autopolyploidy», skrivet av dåvarande avdelningsföreståndaren *Arne Müntzing*, gavs ut 1936 från kromosomavdelningen.

Följande år, 1937, kom en mycket nyttig impuls för kromosomavdelningens arbete nämligen det i USA av *Blakeslee* och *Nebel* uppfunna och utarbetade colchicinförfarandet för framställning av nya polyploider. Av snart sagt alla kulturväxter framställdes polyploida former, och god kunskap erhöles om polyploidiseringens betydelse ur växtförädlingens synvinkel. Tre villkor uppställdes av ALBERT LEVAN (1945) för ett idealiskt råmaterial för denna typ av förädling: växterna bör vara

- 1) lågkromosomiga
- 2) korsbefruktare och
- 3) helst odlas för den vegetativa avkastningens skull

Kromosomtalsökningen visade sig ofta ge störd ärftlig balans, men man var klar över att denna kan förbättras genom planmässig, fortsatt förädling.

Den sista 20-årsperioden – 1946–1966 – för kromosomavdelningen, numera benämnd cytogenetiska avdelningen, har kännetecknats av fortsatta grundläggande undersökningar samt produktion av råmaterial för det praktiska förädlingsarbetet med artificiellt framställda autoployploider. Mycket av detta material ingår i förädlingsavdelningens ordinarie arbete för framställning av nya sorter.

Alltmer har klarlagts hurasom fördelarna med polyploidin ligger i den större möjligheten till kombinationer av olika arvsanlag, som en ökning av kromosomtalet möjliggör. I ett polyploidmaterial har man härigenom större möjligheter än i motsvarande diploidmaterial att utnyttja *heterosis*, såsom bl.a. framhållits i sammanfattande arbeten av HAGBERG och ÅKERBERG (1961) och av SCHWANITZ (1967). För att kunna uppnå stor heterosiseffekt är det nödvändigt att utgå från grundmaterial med stor genetisk variation.

Den nyligen tilländalupna 35-åriga perioden för polyploidiforskningen i Svalöf har givit många värdefulla lärdomar. Svårigheter har efterhand tillstött, dock ej av sådana dimensioner att arbetenas fortsättande någonsin ifrågasatts. Tvärtom, polyploidiförädlingen har nu fast fot bland de metoder, som användes för att skapa ny genetisk variation för selektionsarbetet. Framkomna resultat utgör goda bevis för de stora möjligheter, som polyploidiförädlingen har i framtiden.

### Arbeten med tetraploid råg

Tetraploid råg har sedan länge varit ett av huvudobjekten för den cytogenetiska avdelningens teoretiska och förädlingsmetodiska undersökningar. Den första 10-årsperiodens arbeten redovisades av MÜNTZING (1951) i samband med marknadsförandet av den tetraploida höstrågen, Svalöfs Dubbelstål. Denna sort lämnar i stort sett samma kärnavkastning som jämförbara diploida sorter, men uppvisar en förbättring med avseende på stråstyrka. I samband med prövningen av Dubbelstål i avkastningsförsök upptäckte man, att närvaron av pollen från diploid råg kunde avsevärt reducera den tetraploida rågens kärnskörd (MÜNTZING, 1951). Effekten av korsningar mellan tetraploid och diploid råg studerades embryologiskt av HÅKANSSON och ELLERSTRÖM (1950), varvid man fann, att haploidpollen växte snabbare i de tetraploida stiften än diploidpollen. De triploida embryon, som därvid bildas, aborterar emellertid nära nog fullständigt med försämrad kärnansats hos tetraploiden som följd. Vid praktisk odling föreligger alltid risk för inblandning av diploid råg i tetraploid. Effekten av en sådan inblandning och likaså av inkorsning från diploid råg på olika avstånd från de tetraploida fälten studerades av HAGBERG och ELLERSTRÖM (1959). I denna uppsats diskuteras också de teoretiska möjligheterna för polyploidiförädling. Inte minst påpekades behovet av att arbeta med så vid genetisk bas som möjligt.

Dubbelstål har en relativt snäv genetisk bas. Under 50-talet framställdes därför tetraploider med vid genbas ur ett stort antal diploida sorter. Dessa tetraploida populationer har sedan i varierande omfattning bearbetats genom upprepade urval för hög kärnansats. Samtidigt har populationer med mycket vid genbas framställts genom masskorsning mellan tillgängliga tetraploida

material. I dessa populationer har sedan upprepade urval för hög kärnansats företagits.

Under arbetet med att framställa nya tetraploida rågppopulationer visade det sig, att diploida material av olika strållängd reagerade olika för kromosomtalsfördubblingen. Sålunda har tetraploider, som erhållits från normal- eller långsträiga diploider, ett längre strå, tetraploider från kortsträiga diploider däremot ett ännu kortare strå. Variationsvidden med hänsyn till strållängden kan därför i ett tetraploidmaterial genom en form av doseffekt väsentligt ökas i förhållande till motsvarande diploidmaterial. Effekten av kromosomtalsfördubblingen på strållängden hos en lång- och en kortsträig sort framgår av tabell 1. I båda fallen minskar längden av de nedersta internoderna vid kromosomtalsfördubblingen, vilket resulterar i en bättre stråstyrka hos tetraploiderna. De två sorterna reagerar emellertid helt olika med avseende på längden av de övre internoderna. Dessa extremt kortsträiga tetraploider har ännu inte hunnit bearbetas urvalsmässigt i samma utsträckning som övrigt tetraploidmaterial, utan bör närmast betecknas som råtetraploider. Korsningar mellan extremt kortsträiga populationer har emellertid utförts, och sådant material har i begränsad omfattning prövats i avkastningsförsök.

Tabell 1. *Strållängd (mm) hos två diploida rågsorter och motsvarande tetraploida populationer.*

Internod (1 = överst)	2x	4x	2x	4x
1	392	374	429	489
2	351	326	391	445
3	189	162	240	257
4	98	79	145	123
5—6	24	11	49	28
Planthöjd	1054	952	1254	1342

Tabell 2. *Kärnavkastning och stråstyrka hos tetraploida rågppopulationer i jämförelse med Svalöfs Dubbelstål.*

Antal försök	Kärnavkastning					
	Dubbelstål (dt/ha)	52402	Px 403	Px 505	Px 702	
6	100 (37,3)	95	104	120	114	
6	100 (39,1)					
6	100 (36,9)					
4	100 (40,2)					
		Stråstyrka (1—10 = bäst)				
	4,7	7,5	5,2	6,5	6,5	
	5,1					
	4,8					

Tabell 2 ger en sammanfattning av resultaten från de avkastningsförsök, i vilka nyare tetraploidmaterial jämförts med Dubbelstål. Sorten 52402 är en kortsträig tetraploid, som härstammar från en diploid nummersort. Upp-

repat urval för hög kärnansats har företagits under ganska lång tid, och fertiliteten är i nivå med den hos Dubbelstål. Px 403 härstammar från en blandning av alla tillgängliga tetraploida populationer och är resultatet av upprepat urval för hög kärnansats i denna mycket variabla population. Px 505 har uppkommit på liknande sätt som Px 403 men med den skillnaden, att den ursprungliga blandpopulationen erhöles genom samkorsning av samtliga kortstråiga populationer. Px 505 är således betydligt kortare än Px 403, vilket också framgår av stråstyrkedata i tabell 2. Kärnansatsen hos dessa två sorter är något högre än hos Dubbelstål. Px 702 slutligen är en  $F_1$  från en korsning mellan två extremt kortstråiga tetraploida rågppopulationer. Dessa föräldrapopulationer ha endast obetydligt bearbetats förädlingsmässigt och har betydligt sämre kärnansats än Dubbelstål. Px 702 uppvisar däremot i stort sett samma fertilitet som mätarsorten, och är avkastningsmässigt överlägsen densamma. Av tabell 2 framgår att med en kortstråig tetraploid (52402) med en relativt begränsad genetisk variation har man trots upprepat fertilitetsurval inte kommit upp till Dubbelståls kärnavkastning. Genom att utgå från populationer med vid genbas har det däremot varit möjligt att förbättra kärnavkastningen avsevärt, och detta oavsett om dessa populationer har längre (Px 403) eller kortare strå (Px 505). Px 702 slutligen uppvisar heterosis i kärnansats och kärnavkastning, en effekt av samkorsning, som tidigare påvisats av MÜNTZING (1954) hos andra korsningsmaterial av tetraploid råg.

Det är således möjligt att påtagligt förbättra den tetraploida rågens avkastningsförmåga genom att vidga den ärftliga variationen hos ursprungsmaterialet och genom att mer direkt utnyttja heterosiseffekter. Kärnansatsen är emellertid fortfarande låg i förhållande till diploid råg. Tidigare undersökningar av aneuploider i tetraploida populationer av råg (MÜNTZING, 1943, HAGBERG och ELLERSTRÖM, 1959, ELLERSTRÖM, 1959, MOORE, 1963 och ELLERSTRÖM och SJÖDIN, 1963) har givit vid handen att aneuploida embryoner till stor del aborterar under olika stadier av embryoutvecklingen. Dessa störningar i embryoutvecklingen yttrar sig också i att aneuploida kärnor i genomsnitt är mindre och mer skrupna än euploida kärnor. Den dåliga kärnansatsen hos tetraploid råg har därför till stor del antagits bero på förekomsten och aborten av aneuploida embryoner. MOORE (1963) visade i ett material av tetraploid värråg, att kärnansatsen hos aneuploida plantor under vissa miljöbetingelser kunde vara lika god som hos euploida plantor. Denna förbättring av kärnansatsen antogs bero på en lägre abortfrekvens hos aneuploida embryoner, dvs. betingelserna var gynnsamma för en normal utveckling av de mer känsliga aneuploida embryonerna.

Försök i Svalöf visade att kärnansatsen kunde signifikant förbättras genom att den tetraploida rågen tillfördes en extra kvävegiva vid axgången. Detta antogs bero på en sänkt abortfrekvens hos aneuploida embryoner (ELLERSTRÖM och SJÖDIN, 1963), en slutsats, som senare visade sig vara felaktig. Upprepade kromosomtalsbestämningar på skördarna från obehandlade och med extra kvävegiva behandlade parceller har nämligen visat, att aneuploidfrekvensen inte stiger med ökad kärnansats. Tabell 3 ger resultatet från en del av dessa bestämningar. Som synes är aneuploidfrekvensen i stort densamma i de obehandlade och motsvarande behandlade partierna. I ett fall (population 518) har visserligen aneuploidfrekvensen ökat efter den extra kvävegivan. I en annan population (1026) har å andra sidan aneuploidfrekvensen sjunkit efter behandlingen, en sänkning av motsvarande storleks-



ordning som ökningen i population 518. I intetdera fallet var skillnaden signifikant. Den ökade kärnansatsen beror således inte på en starkt ökad utbildning av aneuploida kärnor utan fastmer till större delen på att i vanliga fall aborterande euploida embryoner genom den extra kvävegivan fått möjlighet att utbildas till kärnor.

Tabell 3. *Inverkan av extra kvävegiva på kärnansats och aneuploidfrekvens hos tetraploid råg.*

Population	Behandling	Kärnansats %	Aneuploidfrekvens %
501	0 N	67	18,1
	200 N	75	17,2
518	0 N	64	16,4
	200 N	71	19,1
1026	0 N	65	22,8
	200 N	71	18,4
1031	0 N	40	23,9
	200 N	53	23,9

Den dåliga kärnansatsen hos tetraploid råg är således inte enbart orsakad av de meiosstörningar, som leder till bildningen av aneuploida gameter, utan kanske i högre grad beroende av genetiskt fysiologiska störningar, vilka även försvårar en normal utveckling av euploida embryoner. En förbättring av kärnansatsen och därmed kärnskördens bör således kunna erhållas genom upprepat urval i populationer med vid genetisk variation, i vilka populationer man har störst chans att finna sådana genotyper, som är fysiologiskt bäst anpassade till de förändringar kromosomtalsfördubblingen medför. Dessa förändringar innebär bl. a. också att polyploiderna ofta får andra ekologiska krav än motsvarande diploider. En förbättring av avkastningen kan därför erhållas genom att skapa odlingsbetingelser, som bättre svarar mot det polyploida materialets krav. Tetraploid råg reagerar uppenbarligen positivt med avseende på kärnansatsen för hög kvävegiva. Kväve har också positiv effekt på bestockningen, vilken genomgående är dålig hos tetraploider. De extremt kortstråiga tetraploiderna, vilka berörts tidigare, är ur dessa synpunkter intressanta. De tål extremt höga kvävegivor, över 100 kg rent kväve per ha, och blir vid dessa höga kvävegivor ofta ännu kortare än vid låga givor. De reagerar dessutom starkare för CCC-behandling än mer normalstråiga typer och blir därigenom ännu stråstyvare. CCC-behandlingen har dessutom en positiv effekt på kärnansatsen.

Förädlingsarbetet med tetraploid råg inriktas för närvarande på att genom urval förbättra kärnansatsen hos dessa extremt kortstråiga material till en för tetraploida rågsorter normal nivå. Genom samkorsning av dessa tetraploider beräknas en ytterligare förbättring av kärnansats och kärnskörd kunna erhållas. Genom kombination av hög kvävegiva och CCC-behandling bör sedan gynnsamma betingelser kunna skapas för hög kärnskörd från denna »syntetiska sort». Preliminära försök har givit lovande resultat. Det är därför tänkbart, att denna kombination av extrema tetraploida genotyper med för diploid råg relativt extrema odlingsbetingelser är en möjlighet att åstadkomma sådana avkastningsökningar, som är nödvändiga för att tetraploid råg skall bli odlingsvärd.

## Arbeten med tetraploid rödklöver

Vid sidan om rågen är rödklövern den art, med vilken hittills det mest intensiva förädlingsarbetet med artificiellt framställda tetraploider bedrivits vid Sveriges Utsädesförening. Redan 1939 framställdes tetraploider av denna art med hjälp av colchicinbehandling (LEVAN, 1945). Under de därpå följande åren studerades de morfologiska skillnaderna mellan diploider och tetraploider, och man kunde, liksom hos många andra arter, fastställa de för tetraploiderna så karakteristiska gigas-karaktärerna, högre plantor, större blommor och blad, grövre stänglar osv. 1941 utplanterades material av diploid och tetraploid rödklöver, och man fann, att vikten grönmassa per planta hos tetraploiderna i genomsnitt låg 60 % högre än hos diploiderna, och den bästa tetraploida familjen hade en grönmassevikt, som med 128 % överträffade motsvarande diploidmaterial. Man ansåg sig alltså ha goda skäl att antaga, att man med hjälp av tetraploiderna i väsentlig grad skulle kunna höja avkastningen hos rödklövern.

1942 såddes det första jämförande försöket. I detta ingick fyra diploida och ur dem erhållna tio tetraploida sorter. Resultaten från detta första försök blev en besvikelse. Endast två av de tetraploida sorterna överträffade i fråga om grönmasseavkastning den bästa diploida sorten, och då man räknade om resultaten till hö, fann man, att flertalet tetraploida sorter hade givit en avkastning, som låg mycket lägre än de diploida mätarsorternas. Endast en tetraploid sort kunde mäta sig med den bästa diploiden, men överlägsenheten begränsade sig till 2,8 %. Nya fältförsök under de följande åren gav i stort sett samma resultat. Dock hade i allmänhet de tetraploida sorterna bättre återväxt och större uthållighet än diploiderna. Man var därför av den uppfattningen, att det, trots de förhållandevis dåliga resultaten, kunde vara lönande att arbeta vidare med tetraploid rödklöver. Nytt material framställdes baserat på olika diploida sorter, och man gjorde varierande typer av urval i det erhållna råmaterialet, men framstegen var mycket blygsamma.

För att utröna vilken effekt ett sammanförande av gensubstans från olika ursprung kunde ha på tetraploidernas avkastningsförmåga, samplanterades på våren 1947 för masskorsning material från tre olika tetraploida sorter med olika härstamning. Detta resulterade i en ny sort, som var tydligt överlägsen samtliga tre ursprungssorter. För första gången erhöll man nu en sort, som var klart överlägsen den bästa diploida sorten. Också frösättningen, som i dittills studerat tetraploidmaterial varit mycket låg, hade förbättrats, men den var alltså sämre än hos den diploida klövern.

Alla de tetraploida sorter, som hittills prövats hade baserats på ett fåtal diploida plantor från en eller ett par sorter. Det omedelbara resultatet av ovan nämnda masskorsning tydde på att den genetiska basen i tidigare material varit alltför snäv. Vid framställning av nytt tetraploidmaterial strävde man därför efter att basera detta på så många diploida plantor som möjligt. Samtidigt bearbetades ett stort antal diploida sorter och tetraploidmaterial från dessa blandades. I det material, som på detta vis erhöles, gjordes sedermera massurval för vissa bestämda egenskaper, och de bästa sorterna av samma typ men med olika ursprung blandades ånyo. Under de nu förflutna 25 åren har vid Svalöf ett tämligen stort antal tetraploida rödklöversorter prövats i fältförsök, och det försöksmaterial, som nu är tillgängligt, illustrerar mycket klart effekten av olika förädlingsmetoder. De sorter, som hittills prövats, kan med hänsyn till sitt ursprung indelas i följande 8 grupper:

- 1) Sorter baserade på ett fåtal diploida plantor från en enda sort.
- 2) Sorter baserade på ett fåtal diploida plantor från två eller tre sorter.
- 3) Urval ur sorterna från grupperna 1 och 2.
- 4) Masskorsningar mellan sorterna från grupperna 1-3.
- 5) Sorter baserade på många diploida plantor från en enda sort.
- 6) Sorter baserade på många diploida plantor från ett flertal sorter.
- 7) Urval i material från grupperna 5 och 6.
- 8) Masskorsningar mellan sorter från grupperna 1-6.

Försöksresultat med 41 sorter av medelsen typ från dessa åtta grupper ha sammanställts i tabell 4. Samtliga försöksresultat ha erhållits i försök i Svalöf. Då försöken fördelar sig över en period av 25 år, och då vissa sorter ha ingått i endast ett eller ett par försök, medan andra sorter ha prövats under längre perioder – en sort under 19 år – är det icke möjligt att direkt jämföra alla 41 sorterna. En diploid standardsort, Merkur, har emellertid ingått i samtliga försök. I varje försök har de prövade sorternas relativa avkastning i förhållande till Merkur beräknats, varefter för varje sort medeltalet för dessa relativt uträknats. Slutligen har inom varje sortgrupp medeltalet för de på detta sätt erhållna sortmedelvärdena framräknats. Beräkningsmetoden är matematiskt och statistiskt icke invändningsfri. På grund av de stora skillnaderna mellan de olika grupperna ger dock denna enkla beräkningsmetod en god bild av förhållandena. Resultaten i denna sammanställning är baserade på grönmasseskördar. Eftersom tetraploida sorter genomgående har lägre torrsushalt än diploida, måste man ta hänsyn till detta, då man gör jämförelse mellan diploid och tetraploid klöver. Vid jämförelse mellan olika tetraploida sorter spelar det emellertid ingen roll.

Av resultaten finner man, att om man tar genomsnittet för samtliga sorter i grupp 1, har de tetraploida sorterna såväl första som andra skördeåret varit underlägsna den diploida mätarsorten. I denna grupp ingår emellertid dels sorter, som erhållits ur Merkur eller andra sydsvenska sorter, dels sorter härstammande ur material från Mellan- och Nordsverige. Tetraploida sorter baserade på sydsvenska sorter ha första skördeåret givit samma avkastning som Merkur och är något överlägsna denna sort i andra årets vall särskilt i fråga om återväxten. I grupp 2 ha de tetraploida sorterna ur sydsvenskt material givit samma resultat som motsvarande sorter i grupp 1. Däremot finner man, att i denna grupp de sorter, som baserats på korsningar mellan sydsvenska och nordsvenska diploida sorter, ha givit något bättre resultat i andra års vallen. Urval ur dessa två grupper, som resulterat i de i grupp 3 samlade sorterna, har icke medfört någon ytterligare förbättring. Däremot finner man att masskorsning mellan sorterna i dessa grupper, samlade i grupp 4, har inneburit en avsevärd avkastningsstegring i andra års vallen. I grupp 5, där man har en vidare genetisk bas, har också en skördestegring med närmare 10 % erhållits i första års vallen, medan skörden i andra års vallen är ungefär densamma som i grupp 4. Ännu bättre är resultaten i såväl första som andra års vallen, då man breddat den genetiska basen ytterligare i sorterna i grupp 6. Genom urval i dessa två sista grupper har det varit möjligt att ytterligare höja skörden i andra års vallen. Masskorsningar mellan dessa sorter, som redan har en mycket vid genetisk bas har icke fört till ytterligare förbättring. De här presenterade resultaten visa klart, att ju vidare den genetiska basen varit, desto högre har avkastningsförmågan hos de tetraploida sorterna

Tabell 4. *Grönmassaekastning av olika tetraploida rödklövertyper i relativa tal (dipl. Merkur = 100).*

Ursprungligt diploidmaterial	Antal sorter	Vall I				Vall II				Anmärkning
		Antal försök	Skörd 1	Skörd 2	Total	Antal försök	Skörd 1	Skörd 2	Total	
1) Få plantor av en sort . . .	5	20	91	96	92	18	96	108	97	Samtliga sorter Endast sorter från Sydsverige
	2	8	97	112	103	6	103	126	108	
2) Få plantor av 2 eller 3 sorter . . . . .	14	47	93	106	97	38	106	138	113	Samtliga sorter Sorter från sydsvenskt material
	7	35	93	105	97	29	101	138	109	
3) Urval ur 1 och 2 . . . . .	5	36	98	105	100	32	103	145	111	
4) Masskorsningar mellan sorter från 1, 2 och 3 . . . .	3	25	98	109	101	23	116	170	126	
5) Många plantor av en sort	1	9	106	114	108	7	119	167	129	
6) Många plantor av flera sorter . . . . .	5	38	113	122	115	34	122	169	131	
7) Urval ur material från 5 och 6 . . . . .	6	30	111	116	112	23	132	180	138	
8) Masskorsningar mellan sorter från 1 till 6 . . . . .	2	7	107	113	109	5	119	133	123	

blivit. Medan man i de första sorterna med snäv genetisk bas knappast erhöill någon avkastningsstegring, då materialet överfördes från diploid till tetraploid form, har man i de sista sorterna med vid genetisk bas erhållit en avkastningsstegring från 10–15 % första skördeåret och 30–40 % i andra års vallen.

Givetvis har under förädlingsarbetets gång de bästa vid varje tidpunkt tillgängliga sorterna blivit föremål för en mer ingående prövning. Till följd härav föreligger nu ett förhållandevis stort försöksmaterial med de bästa sorterna inom de olika grupperna. I tabell 5 ha resultaten av den bästa sorten från grupperna 2, 4, 6 och 7 sammanställts. Denna sammanställning baseras på alla hittills tillgängliga försöksresultat från Syd- och Mellan-Sverige. För varje sort har en fullständig jämförelse med Merkur gjorts baserad på de i varje försök erhållna absoluta skördevärdena. Jämförelsen har grundats på skörd av torrsubstans. Man återfinner här samma bild, som redan har beskrivits för de olika sortgrupperna. Medan sorten Sv 034 knappast utgjorde något framsteg, erhöill man med Sv 059 och Sv 0106 avsevärda förbättringar i avkastningen i andra års vallen, medan förbättringen i första års vallen var obetydlig. De båda sorterna Sv 099 och 095 från grupperna 6 och 7 ha mycket hög avkastning i såväl första som andra årets vallar. Då de olika tetraploida sorterna icke genomgående prövats i samma försök, kan man icke direkt jämföra de relativa värdena för de olika sorterna. Att de fyra senare sorterna är mycket överlägsna Sv 034 är dock otvivelaktigt. Likaså torde det knappast vara någon tvekan om att de två sista sorterna är överlägsna sorterna från grupperna 4 och 5 i fråga om avkastning i första årets vall, men jämförelsen mellan de fyra senare sorterna är i denna sammansättning oklar i andra års vallen. En parvis jämförelse mellan Sv 059 och de tre andra sorterna har därför genomförts, och resultaten för totalskörd i första och andra årets vallar ha införts i tabell 5. De två sorterna Sv 059 och Sv 0106 tycks ha ungefär samma avkastning, medan Sv 099 är väsentligt bättre i första års vall och Sv 095 i såväl första som andra års vallen.

Resultaten i tabell 5 visa också till vilken avkastningsnivå, man nu nått vid förädlingen av tetraploid rödklöver för sydsvenska förhållanden. Sv 095 har börjat förökas och torde inom en icke alltför avlägsen framtid kunna bringas på marknaden. Tetraploidernas överlägsenhet gentemot diploiderna finner man framför allt i fråga om återväxt och uthållighet. Redan de första primitiva sorterna visade här sin styrka. De senare mera avancerade sorterna, som genomgående är starkt överlägsna de diploida, är relativt sett mer överlägsna i återväxt än i första skörd och mer i andra års vallen än i första års vallen. Med de bästa tetraploiderna har man nu fått sorter, som ge en avkastning i andra årets vall, som är i det närmaste lika hög som första års vallens.

Redan 1959 marknadsfördes den tetraploida Svalöfssorten Ulva (BINGEFORS, 1958) och den visade mycket stor överlägsenhet gentemot motsvarande diploida sorter framför allt vid försök i Mellansverige, Norge och Finland. I hittills genomförda försök överträffar Ulva den gamla mellansvenska lokal-sorten Ultuna, ur vilken Ulva erhållits, i fråga om torrsubstansskörd med 2 och 13 % i första års vallens första respektive andra skörd, medan motsvarande siffror för andra års vallen är 19 och 33 %. Överlägsenheten är alltså mycket påtaglig, och man frågar sig hur denna förhållandevis gamla sort passar in i den ovan beskrivna bilden med hänsyn till materialets genetiska bas. Ulva hör till de tidigt framställda tetraploida sorterna och har baserats

Tabell 5. *Torrsubstansavkastning från de bästa sorterna ur olika sortgrupper. Relativa tal.*

Sort-grupp	Sort	Merkur = 100										Sv 059 = 100			
		Vall I					Vall II					Vall I		Vall II	
		Antal försök	Skörd I	Skörd 2	Total	Antal försök	Skörd I	Skörd 2	Total	Antal försök	Total	Antal försök	Total	Antal försök	Total
Grupp 2	Sv 034	35	95,9	104,3	99	24	95,9	120,3	101						
Grupp 4	Sv 059	64	98,8	110,4	103	46	116,0	128,8	120			100		100	
Grupp 5	Sv 0106	32	100,5	108,8	104	21	109,7	119,2	113			100	32	19	99
Grupp 6	Sv 099	31	108,3	114,3	111	22	115,3	123,5	118			110	26	16	102
Grupp 7	Sv 095	32	108,8	110,5	110	20	113,6	134,8	121			109	30	18	108

på ett förhållandevis litet antal diploida plantor ur Ultunaklövern. Man skulle därför icke vänta sig en sådan överlägsenhet, som den Ulva visat (BINGEFORS och ELLERSTRÖM, 1964). Sorten är emellertid ett resultat icke endast av polyploidisering, utan dessutom av ett intensivt urval för förbättrad nematodresistens. Ett motsvarande urval har även gjorts i den diploida Ultunaklövern, och detta urval har resulterat i sorten Disa. En jämförelse mellan denna diploida sort och Ulva torde ge en riktigare bild för polyploidiseringens effekt på avkastningsförmågan. Direkt jämförelse mellan Disa och Ulva har hittills gjorts i 27 första års och 20 andra års försök. Härvid har Ulva varit underlägsen Disa i fråga om torrsubstansskörd med 7 respektive 3 % i första års vallens första resp. andra skörd, varit överlägsen Disa med 2 % i andra års vallens första skörd och här varit underlägsen Disa med 1 % i återväxten (BINGEFORS och ESKILSSON, 1966). Det förefaller alltså som om i detta fall polyploidiseringen icke medfört någon förbättring i fråga om avkastningsförmågan, och Ulvas stora överlägsenhet gentemot Ultuna torde i första hand få tillskrivas resultatet av den ökade nematodresistensen.

Tabell 6. Torrsubstansskörd av sydsvenska tetraploida sorter i jämförelse med Ulva (= 100) i försök i Svealand.

Sort-grupp	Sort	Vall I				Vall II			
		Antal försök	Skörd 1	Skörd 2	Total	Antal försök	Skörd 1	Skörd 2	Total
2	Sv 034	19	98	120	105	15	79	91	82
4	Sv 059	19	111	115	113	13	101	102	101
5	Sv 0106	11	104	117	110	6	96	105	100
6	Sv 099	9	109	108	108	5	91	109	99
7	Sv 095	5	134	113	123	2	110	116	112

Ett försöksmaterial för mellansvenska förhållanden liknande det tidigare beskrivna sydsvenska materialet föreligger ännu icke. En jämförelse från mellansvenska försök mellan Ulva och de i tabell 5 ingående sorterna ger emellertid de i tabell 6 sammanställda resultaten. Man finner här, att Sv 034, framför allt i andra årets vall, varit långt underlägsen Ulva, antagligen beroende på den sämre anpassningen till de klimatiska förhållandena i Mellansverige. De fyra övriga sorterna har emellertid i första års vallen dokumenterat en utpräglad överlägsenhet i förhållande till Ulva. I andra årets vall har sorterna Sv 059, 0106 och 099 i varje fall icke varit Ulva överlägsna. Den i förstaårsvallen dokumenterade högre avkastningsförmågan, som torde vara en följd av en vidare genetisk bas, har hos Ulva i andra årsvallen kompenseras av bättre nematodresistens och i övrigt bättre anpassning till lokala förhållanden. Sv 095, som liksom Ulva har god nematodresistens, har i de två försök, i vilka sorterna hitintills jämförts, varit markerat överlägsen Ulva, trots att sorten härstammar ur diploidmaterial, som icke är anpassat för mellansvenska förhållanden. Även om man icke skall draga alltför långtgående slutsatser av detta knapphändiga försöksmaterial, tyder det på att Ulva liksom Sv 034 är baserad på en alltför snäv genetisk bas för att polyploidiseringens avkastningsstegrande effekt skall kunna göra sig gällande. Man torde kunna förvänta sig, att en tetraploid sort baserad på ett brett mellansvenskt material och med samma nematodresistens som Ulva skulle ge betydligt bättre resultat.

En av de stora svaghetera hos tetraploid rödklöver har varit frösättnin- gen. (JULÉN, 1954, 1956). Hos det första tetraploida meterialet, man fick fram, var frösättningen genomgående mycket låg. Till följd av naturlig selek- tion ökades den under de första generationernas efterodling, men den var dock genomgående dålig hos alla äldre tetraploida sorter. Denna egenskap har emellertid förbättrats i de nyare, mer genomarbetade sorterna. Det bästa frösättningsresultatet med svenskt material har hittills erhållits med en tidig klöversort, Sv 086, som i försök givit högre avkastning än diploida sorter och även i fröodling i stor skala lämnat mycket goda resultat. Under senare år har ett par försök genomförts med de i torrsubstansavkastning bästa sorterna, och resultaten från dessa försök har sammanställts i tabell 7. Sorterna ha här grupperats efter samma princip som i de föregående tabellerna. Det finns en tydlig tendens till högre fröskörd i de sorter, som ha en vid genetisk bas. Samtliga här medtagna sorter från grupperna 6 och 7 förefaller ha en frösätt- ningsförmåga, som ligger mycket nära diploidernas. Undersökningar pågå för att studera möjligheterna att ytterligare öka frösättningsförmågan hos dessa sorter. Variationen i frösättningsförmågan är mycket stor mellan enskilda plantor även inom populationer med genomsnittlig relativt god frösättning och hittills erhållna resultat tyder på att man har stora möjligheter att genom systematiskt urval väsentligt förbättra denna egenskap. I fråga om tidig- klöver har man redan genom Sv 086 erhållit en sort, som på ett utomordentligt sätt kombinerar hög torrsubstansskörd med mycket god frösättningsförmåga, och det finns alla anledning att förmoda, att nu förefintligt förädlingsmaterial inom medelsen och sen klöver skall kunna ge lika goda resultat.

Tabell 7. *Resultat från fröodlingsförsök med tetraploid klöver.*

Sort- grupp	Sort	Svalöf 1965		Svalöf 1966		Ultuna 1965		Ultuna 1966	
		kg/ha	Rel.	kg/ha	Rel.	kg/ha	Rel.	kg/ha	Rel.
Dipl.	Merkur	289	100	348	100	Dipl. ingick ej i förs.		398	100
	Disa								
Tetr. 3	Sv 065	219	76			431	100	296	74
	Ulva								
4	Sv 059	208	72	269	77	549	127	303	76
	Sv 064	212	73	310	89	506	117	272	68
6	Sv 093	284	98	441	127	632	147	336	84
	Sv 094	263	91			604	140		
	Sv 099	274	95	395	114	623	145		
	Sv 0100	283	98			652	151		
	Sv 086	313	108						
7	Sv 095					642	149		
	Sv 098	283	98						



## Arbeten med övriga arter

I det föregående har arbetena med tetraploid råg och rödklöver behandlats. Dessa arter äro de vars polyploida form mest intensivt bearbetats vid Sveriges Utsädesförening både ur teoretisk och praktisk synpunkt, och de ha därför valts som exempel för att illustrera de möjligheter man har att i praktisk växtförädling utnyttja inducerad autopolyploidi. Erfarenheterna härifrån är av värde även för förädling av motsvarande material inom andra växtslag.

Utöver de omnämnda marknadsförda tetraploiderna av råg och rödklöver och det mycket lovande nya förädlingsmaterialet inom dessa arter har goda resultat erhållits vid förädling av tetraploid rova och fodermärgkål. Den tetraploida rovan Svalöfs Sirius lämnar c:a 25 % högre torrsbstansskörd, än övriga marknadsförda diploida rovsorter. Den tetraploida fodermärgkålsorten Sv 0501, vilken beräknas bliva marknadsförd år 1970 lämnar c:a 10 % högre torrsbstansskörd än odlade diploida sorter. Tetraploida former av olika gräsarter – italienskt och engelskt rajgräs samt ängssvingel – befinner sig ännu på råmaterialstadiet men har givit intressanta resultat. Autotetraploida material har även med framgång utnyttjats för artkorsningar speciellt inom släktet Brassica. Foderrapsorten Svalöfs Silona är en syntetisk raps med hög torrsbstansskörd och mycket god kvalitet. Av det mest lovande oljerapsmaterialet utgöres för närvarande en stor del av syntetiska sorter.

Det är uppenbart att en framgångsrik polyploidiförädling kräver ett stort och genetiskt variabelt utgångsmaterial. Endast då har man en verklig chans att finna de för polyploidin bäst lämpade genkombinationerna och att utnyttja de större fördelar, som polyploidin erbjuder i form av heterosiseffekt. Genom detta behov av stora utgångsmaterial och på grund av den långsammare verkande urvalsprocessen är förädlingsarbetet med polyploider ytterst tidskrävande. Det praktiska förädlingsarbetet med inducerade polyploider, som bedrivits vid Sveriges Utsädesförening sedan knappt 30 år har, som i det föregående visats, givit många goda resultat, men polyploidiförädlingen är ytterst sällan den genväg till avkastningsförbättringar, som man från början hoppades.

De insatser, som hittills gjorts, kan sägas ha väl betalt sig. Med den större erfarenhet, som nu vunnits av polyploidiarbetena, och med det stora och genetiskt variabla material, som står till förfogande, bör polyploidiförädlingen i framtiden kunna lämna nya och ännu bättre resultat.

## Summary

Some experiences from recent work with induced autopolyploids at the Swedish Seed Association.

In the introduction a brief description of earlier activities of the Cytogenetic Division, founded in 1931, is given. Special references are made to the works of the former heads of the division, drs. Müntzing and Levan.

The main part of the paper is devoted to more recent results from work with tetraploid rye and red clover, the two most thoroughly investigated autotetraploid plants which have been used as model crops for studies of the special problems connected with the breeding of artificially induced autopolyploids. The positive results of a widening of the genetic variability in the polyploid material is demonstrated in both tetraploid rye and red clover of which crops the more recent breeding material is outyielding earlier tetra-

ploid varieties with 20–30 per cent in seed and green matter yield for rye and red clover respectively. The earlier tetraploid varieties with a more narrow genetic base have the same yielding capacity as diploid material. Parallel to the increase in green matter yield the more recent varieties of tetraploid red clover show a marked increase in seed yield, some of these varieties being at the same yielding level as diploid material.

It is concluded that polyploidy breeding very seldom represents the short cut to yield improvements that it was believed to be at the beginning of this breeding work but that the experiences gained from the past 38 years of work together with the large and genetically highly variable material now placed at the plant breeder's disposal offer excellent possibilities for future crop improvements with the aid of this breeding technique.

### Litteraturförteckning

1. BINGEFORS, S. 1958. Svalöfs Ulva tetraploid rödklöver. Erfarenheter från försök och odling i Mellansverige. — Sv. Utsädesfören. Tidskr. 68: 7—32.
2. BINGEFORS, S. and ELLERSTRÖM, S. 1964. Polyploidy breeding in red clover. The tetraploid variety Svalöf's Ulva compared with some diploid and tetraploid varieties. — Zeitsch. Pflanzenzücht. 51: 315—334.
3. BINGEFORS, S. och ESKILSSON, L. 1966. Nya rödklöversorter i Svealand. — Sv. Utsädesfören. Tidskr. 76: 238—261.
4. ELLERSTRÖM, S. 1959. Effect of aneuploids on the yield of tetraploid rye. — Wheat Information Service Nos. 9—10: 21—22.
5. ELLERSTRÖM, S. 1961. Översikt över polyploidiarbetena. — Sv. Utsädesfören. Tidskr. 71: 321—337.
6. ELLERSTRÖM, S. and SJÖDIN, J. 1963. Fertility problems in autotetraploid rye. — Recent Plant Breed. Res. pp. 150—166 (ed. E. Åkerberg and A. Hagberg). Almqvist och Wiksell Sthlm.
7. HAGBERG, A. and ELLERSTRÖM, S. 1959. The competition between diploid, tetraploid and aneuploid rye. Theoretical and practical aspects. — Hereditas 45: 360—416.
8. HAGBERG, A. and ÅKERBERG, E. 1961. Polyploidy and mutation in plant breeding. — Scandinavian University Press: 150 pp.
9. HÅKANSSON, A. and ELLERSTRÖM, S. 1950. Seed development after reciprocal crosses between diploid and tetraploid rye. — Hereditas 36: 256—296.
10. JULÉN, G. 1954. Aspects on the breeding of tetraploid red clover with special reference to the seed setting problem. — Proc. Europ. Grassl. Congr., Paris.
11. JULÉN, G. 1956. Practical aspects on tetraploid clover. — Proc. 7th Int. Grassl. Congr., New Zealand.
12. LEVAN, A. 1945. Polyploidiförädlingens nuvarande läge. — Sv. Utsädesfören. Tidskr. 54: 109—143.
13. LEVAN, A. 1948. The Cyto-genetic Department 1931—1947. — Svalöf 1886—1946: 304—323.
14. MOORE, K. 1963. The influence of climate on a population of tetraploid spring rye. — Hereditas 50: 269—305.
15. MÜNTZING, A. 1936. The evolutionary significance of autopolyploidy. — Hereditas 21: 263—378.
16. MÜNTZING, A. 1943. Aneuploidy and seed shrivelling in tetraploid rye. — Hereditas 29: 65—75.
17. MÜNTZING, A. 1951. Cyto-genetic properties and practical value of tetraploid rye. — Hereditas 37: 17—84.
18. MÜNTZING, A. 1954. An analysis of hybrid vigour in tetraploid rye. — Hereditas 40: 265—277.
19. SCHWANITZ, F. 1967. Die Evolution der Kulturpflanzen. — Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, 463 pp.
20. Sveriges Utsädesförening 1886—1936. En minnesskrift. — Sv. Utsädesfören. Tidskr. 46: 154—394.
21. WINGE, Ö. 1917. Studier over planterigets chromosomtall og chromosomernas betydning. — Hagerups Boghandel, Köpenhamn, 143 pp.

# A GENETIC MODEL OF QUANTITATIVE INHERITANCE

*En genetisk modell av kvantitativ nedarving*

BY

A. HAGBERG and G. PERSSON

Svalöf, Sweden

## CONTENTS

	Page
Introduction .....	287
Spontaneous variation in ear density in barley .....	288
Induced variation in ear density in barley .....	289
Spontaneous and induced variation in ear density .....	291
Sammanfattning .....	292
Summary .....	292
Litterature .....	293

## Introduction

Quantitative inheritance has mainly been investigated by applying statistical models using assumptions and approximations the significance of which may be difficult to estimate. NILSSON-EHLE (12, 13) tried to investigate quantitative characters. All the characters, that he studied, were fairly simply inherited, *i.e.* the genetic differentiation was only due to a few pairs of genes. One of the characters was ear internode length in wheat. In 1934 WEXELSEN (23) made the conclusion: "A fruitful genetic analysis of quantitative characters should, however, just try to find forms that differ only in a few factors and no doubt, such forms can be found even for the more complex characters". Evidently, WEXELSEN (22, 23) found the ear internode length in barley to be a suitable character for this kind of studies, and he devoted much of his research to investigations on the genetic background of this character. He met difficulties in obtaining a clear cut classification of genes in the segregating generations after crosses. In many cross combinations the variation was more or less continuous between the dense spike types and the lax spike types. Evidently the populations were segregating for a lot of other factors, some of which were modifying ear density. Anyway, Wexelsen and other authors (6, 9, 21, 26, etc.) have been successful in isolating individual genes controlling ear density in barley.

While these investigations were dealing with spontaneous variation in this quantitative character, NILSSON-EHLE (14) was studying the variation of the same character induced by X-rays in the homozygous "pure line—variety" Gull barley. NILSSON-EHLE found mutations in different loci affecting the ear internode length, but he did not follow up this observation by a thorough genetic study of his mutants. His material was unfortunately lost. NILSSON-EHLE (15) writes: "These dense-ear mutants were all very similar, although many were the result of mutations of various polymeric genes in different chromosomes." Finally he concludes: "The existence of typically polymeric factors in barley is thus clearly and definitely demonstrated".

MATHER (10), who has particularly studied the inheritance of quantitative characters, has endeavoured to distinguish between major genes and polygenes. However, MATHER also points out that there are continuous transitions between genes with distinct qualitative effects and genes with small quantitative effects. Thus, the term polygenes is only a new name for the old concept of polymeric genes or multiple genes.

The research of MATHER and his coworkers has greatly stimulated investigators in this important field and has led to the development of valuable statistical methods. Thus, JINKS (8) and HAYMAN (7) developed the theory and analysis of diallel crosses frequently applied to obtain further knowledge of the genetic background of quantitative characters, *cf.* AASTVEIT (1). Investigations of this kind are aimed at constructing statistical, genetic models based on the information from the genetics of qualitative characters. By evaluation of means and variances in different generations and of covariances between relatives different genetic effects as dominance, interaction, *etc.* are tested and estimated. By pure biometrical analysis it is possible to split the variance in an environmental and a genetic part. The latter part can be tested for additivity, dominance, interaction and linkage. If some assumptions are fulfilled additive gene effects, dominance and environment components of variation can be estimated. By the aid of markers quantitative effects of chromosome parts or segments can be investigated as was demonstrated by WEXELSEN (25).

### Spontaneous variation in ear density in barley

In his classical paper on quantitative inheritance and linkage in barley WEXELSEN (23) found six different genes or loci directing the quantitative character ear density. "The various factors,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_5$  and  $L_6$  have different effects on internode length . . .". In heterozygous condition some of the genes ( $l_1$ ,  $l_2$  and  $l_3$ ) are intermediate, one dense factor ( $l_4$ ) is almost dominant and another ( $l_5$ ) is almost completely recessive. Two of the factors  $l_5$  and  $l_6$  produce shorter lower internodes resulting in a pyramidal ear. The factor  $l_2$  is located on chromosome 7 linked (10 %) to the marker gene *r*.  $l_1$  is probably also linked to *r* and thus carried on chromosome 7.  $l_4$  seems to be located on chromosome 2 linked (40 %) to the factors *z* and *g* (*z* is the old symbol for *v*) (WEXELSEN, 23).

Five other L-factors are described and included in the list of barley genes (11). Three of them are allotted "new symbols" by ROBERTSON *et. al.* (18). These "new symbols" are partly used in earlier papers. Unfortunately, some

l-genes have obtained a change in index number. For these reasons the present situation is somewhat confusing concerning the l-factors. An effort to present a survey of the spontaneous dense ear factors is made by PERSSON and HAGBERG (16). Still, however, Wexelsen's factors,  $l_5$  and  $l_6$ , are intermixed in the new denomination but in this paper the symbols introduced by WEXELSEN are consequently used.

Most interesting is the conclusion drawn by WEXELSEN (23): "The results on the inheritance of the internode length is in accord with the multiple factor theory so far as a number of factors is involved in producing the various phenotypes. But they are not in accord with the picture often drawn of these multiple factors, as a series of similar and equally effective factors, leading in regular steps from the lowest to the highest member of the series. On the contrary, we find that the factors have very different effects and that the "jump" from the short to the long type may sometimes be made by one factor, sometimes by two or three". WEXELSEN did find the l-factors affecting a quantitative character behaving genetically as genes effecting qualitative characters. There is a difference in phenotypic response being like yes or no in the latter case but being a numerical value in a range of possibilities influenced by background genotype and by environmental factors.

In the cross Asplund  $\times$  Sacramento WEXELSEN (24) found segregation for the three factors  $L_4l_4$ ,  $L_5l_5$  and  $L_6l_6$  Asplund having the genotype  $l_4l_4$ ,  $l_5l_5$ ,  $L_6L_6$  and Sacramento the genotype  $L_4L_4$ ,  $L_5L_5$ ,  $l_6l_6$ . The triple recessive progenies in segregating generations were extremely dense. However, the effect of each gene is depending on the number of similarly acting genes present. This is in good agreement with the conclusion made by RASMUSSEN (17).

### Induced variation in ear density in barley

WEXELSEN found length of rachis internode being a quantitative character liable to fluctuations but more stable than many other quantitative characters. NILSSON-EHLE also found this character useful for studies on quantitative inheritance in wheat (12, 13) and in barley (14, 15). In studying spontaneous variation the segregation of a great number of background factors often tends to cover effects of individual genes. Induced variation is conveniently studied in segregating generations from back-crosses to the mother variety without disturbance of segregation for background genes. Thus, NILSSON-EHLE was able to obtain some mutations in ear density in barley. These mutations were changes in different loci and independently segregating. The type of mutant was called *erectoides* (*ert*) and is very often obtained after different types of mutagenic treatments of barley seed.

A genetic investigation of *erectoides* mutations started in 1945 has been continuously reported (5, 2, 3, 4) and is lately extensively described by PERSSON and HAGBERG (16). Most of the *erectoides* mutations analysed are induced in the two row barley variety Bonus and, thus, they are more or less isogenic—genetically differentiated only by the *erectoides* mutations induced. The *ert*-mutations have been given a number in the order in which they have been isolated. Up to 1966 685 *ert*-mutants have been isolated and included in the genetic analyses.

The first step in the genetic analysis is to establish allelism. So far at least 26 different loci are involved in controlling ear density. These loci mutate with very different frequency. Some loci are represented by about 30 or 40 different mutated alleles which all seem to be more or less distinguishable. Each new allele seems to be genuine and not an exact copy of already occurring mutations. Other loci have mutated only once in the experiments. Different loci react differently to different kinds of mutagenic treatment (HAGBERG *et al.*, 5).

Even if the alleles of a locus are all distinguishable (e.g. varying in internode length from 1.65 to 2.89 mm in locus *ert-c*) there are greater differences in type and behaviour between mutations in different loci than between mutated alleles in one locus. Thus, all the alleles in locus *ert-c* have a pyramidal type of ear with the internodes at the base shorter than at the top of the ear. Dominance relationship is different in different groups of alleles. In one locus, *ert-r*, all mutated alleles are almost completely dominant as to density of ear. In some other loci the heterozygotes have intermediate ear density while most of the mutated alleles are partially or completely recessive as to ear density.

Linkage studies, especially by the aid of reciprocal translocations induced in the same genotype as the *ert*-mutations, have revealed the localization of nine *ert*-loci on the chromosomes:

chromosome number	1	2	3	4	5	6	7
number of <i>ert</i> -loci	3	0	1	1	1	1	2

Thus, the genes controlling ear density seem to be well distributed over the karyotype. Two pairs of loci are very closely linked according to the genetic information. These loci are *ert-a* and *ert-d* in chromosome 1 and *ert-g* and *ert-n* in chromosome 7. It has not been possible by genetic analysis to separate *a* from *d* or *g* from *n*. This may be caused either by absolute linkage or by some biochemical or physiological interaction in the function of the genes. Thus, e.g. the recessive homozygous combination of the type *ert-b ert-b*; *ert-m ert-m* was shown to yield a dwarf although these genes segregate independently and are carried by different chromosomes. On the other hand the combination of two *ert*-mutations in a recessive homozygote as a rule gives extremely dense ears (often called zeochriton types). Any addition of another gene will increase the density. The effect of addition of a certain gene, however, is smaller the denser the original type is which is in complete agreement with the experiences of WEXELSEN (24).

Although dense ear mutations are frequently induced, lax ear mutations are also rather frequently obtained. Genetic investigations on these mutants have been initiated. This material, however, is more difficult to handle than the dense mutations as the lax mutations are often partially dominant. The segregating generations are difficult to classify and thus the interpretation sometimes may be unreliable in contrast to most of the work with dense ear mutations. Anyhow, it will be possible to describe the genetic background also to the variation in rachis internode length on the "lax side" which then could be easily combined or incorporated in the system known for the variation on the "dense side".

## Spontaneous and induced variation in ear density

Theoretically there should be no difference between the genetic system controlling the spontaneous variation in a character as ear density and the genes behind the variation in the same character induced by different mutagenic treatments. It is of great interest to investigate this situation and to coordinate the two systems.

WEXELSEN used the six row variety Asplund as a source for dense ear factors. Thus, Asplund was crossed to the two row nutans barley, Gull. Two row lines, homozygous for density factors were selected. One of these lines turned out to be homozygous for at least two different major factors for ear density due to WEXELSEN (24) the factors  $l_4l_4$  and  $l_5l_5$ . One of these factors must be almost completely dominant. One of them gave the typical pyramidal ear as described by WEXELSEN (l.c.) and typical for the dense ear mutants in *ert-c* locus.

Table 1 presents results of some measurements on internode length in the parental genotypes and in the  $F_2$ -generation. The density of the  $F_1$ -plants and the variation in the  $F_2$ -generation clearly indicates that one of the "Asplund-density genes" is an allele in the locus *ert-c*. Since *ert-c* is carried by chromosome 3 and  $l_4$  by chromosome 2, most probably  $l_5$  is a spontaneously arisen allele in *ert-c*. This is also indicated by the fact that  $l_5$  gives pyramidal ears as do the induced *ert*-alleles in *ert-c*. The gene  $l_4$  is almost dominant and might be an allele in locus *ert-r*. This, however, has to be verified by further investigation.

As to the denomination of the new allele in *ert-c* it is suggested that the old simple gene symbol is used as superscript indicating its allelism with the series of *ert-c* alleles: *ert-c*  $l_5$ .

Some other spontaneous density genes have also been crossed to some of the *ert*-mutants. So is LI obtained from WIEBE and some other factors isolated from different crosses. No positive results were obtained so far as to further allelic relationship. The Norwegian variety Domen is a two row selection from a six row  $\times$  two row cross and has a slightly more dense ear than have the normal two row varieties. Crossing Domen and Pallas it was revealed that the  $F_1$  between these two varieties had a dense spike intermediate between the parental varieties. This indicates that Domen is homozygous for an allele in the locus *ert-k*, Pallas being homozygous *ert-k*<sup>32</sup>.

It would certainly be of great interest systematically to coordinate the information on spontaneous variation in ear density and the information on induced variation in this very character. It is, however, already clear that spontaneous and induced alleles occur in the same loci and that they behave very similarly. It has been easier to study the induced variation since the genotypic background is uniform. On the other hand it is only the alleles with clearly deviating effects that have been analysed. Many slightly deviating alleles are isolated but they have been difficult to analyse and certainly many minor changes have never been revealed with the screening technique used. No doubt there is an extensive range of variation between alleles in many loci effecting the same quantitative character. Some genes are dominant, some are intermediate and some are recessive working in the same direction. They all seem to have pleiotropic effects of different kind. The loci can often be recognized by special pleiotropic effects.

It is important in the construction of a biological model to realize the

biochemical and physiological reactions regulated by the many genes. Often the quantitative character is determined by a balanced system of growth regulators as is the case most probably in determining the rachis internode length. Such an approach to a physiological understanding of the problem has been made by STOY and HAGBERG (19, 20).

Anyway, WEXELSEN and NILSSON-EHLE certainly were very successful in choosing a suitable material to construct a genetic model for information on inheritance of quantitative characters. Because of the slight non-genetic variation ear density can conveniently be used to construct models for checking different statistical techniques.

Table 1. *Variation in rachis internode length in F<sub>2</sub> generation.*

		mean
Bonus homozygous . . . . .	3.1—3.6 mm	3.35 mm
Bonus x "1 <sub>4</sub> 1 <sub>4</sub> 1 <sub>5</sub> 1 <sub>5</sub> "; F <sub>2</sub> : . . . . .	2.2—3.0 "	2.60 "
ert-a <sup>6</sup> ert-a <sup>6</sup> homozygous . . . . .	1.9—2.2 "	2.00 "
a <sup>6</sup> a <sup>6</sup> x "1 <sub>4</sub> 1 <sub>4</sub> 1 <sub>5</sub> 1 <sub>5</sub> "; F <sub>2</sub> : . . . . .	2.1—2.9 "	2.33 "
ert-a <sup>23</sup> ert-a <sup>23</sup> homozygous . . . . .	2.1—2.4 "	2.29 "
a <sup>23</sup> a <sup>23</sup> x "1 <sub>4</sub> 1 <sub>4</sub> 1 <sub>5</sub> 1 <sub>5</sub> "; F <sub>2</sub> : . . . . .	2.3—2.7 "	2.50 "
ert-b <sup>4</sup> ert-b <sup>4</sup> homozygous . . . . .	2.3—2.7 "	2.51 "
b <sup>4</sup> b <sup>4</sup> x "1 <sub>4</sub> 1 <sub>4</sub> 1 <sub>5</sub> 1 <sub>5</sub> " . . . . .	2.0—2.6 "	2.36 "
ert-c <sup>1</sup> ert-c <sup>1</sup> homozygous . . . . .	2.3—2.6 "	2.45 "
c <sup>1</sup> c <sup>1</sup> x "1 <sub>4</sub> 1 <sub>4</sub> 1 <sub>5</sub> 1 <sub>5</sub> " . . . . .	1.6—2.4 "	1.84 "
ert-d <sup>7</sup> ert-d <sup>7</sup> homozygous . . . . .	2.1—2.6 "	2.45 "
d <sup>7</sup> d <sup>7</sup> x "1 <sub>4</sub> 1 <sub>4</sub> 1 <sub>5</sub> 1 <sub>5</sub> " . . . . .	2.1—2.7 "	2.39 "

### Sammanfattning

WEXELSEN fann att axinternodlängden hos korn var en lämplig egenskap för studier av kvantitativ nedärvning. Han studerade den spontant förekommande variationen i denna egenskap medan NILSSON-EHLE studerade inducerade axtäthetsmutationer. Författarna har genetiskt och cytogenetiskt analyserat ett mycket omfattande material av inducerade axtäthetsmutationer och fann därvid dessa lokaliserade till mer än 26 olika loci fördelade över kromosomerna. En av de spontant förekommande generna (1<sub>5</sub>) har identifierats som en allel i ett av de oftast muterade *ert*-loci (*ert-c*). På grund av den ringa miljöbetingade variationen och det stora antalet kända loci med ett varierande, ofta stort antal multipla alleler kan axtäthetsfaktorerna användas som modellmaterial bl.a. för studium och kontroll av biometriska metoder och modeller.

### Summary

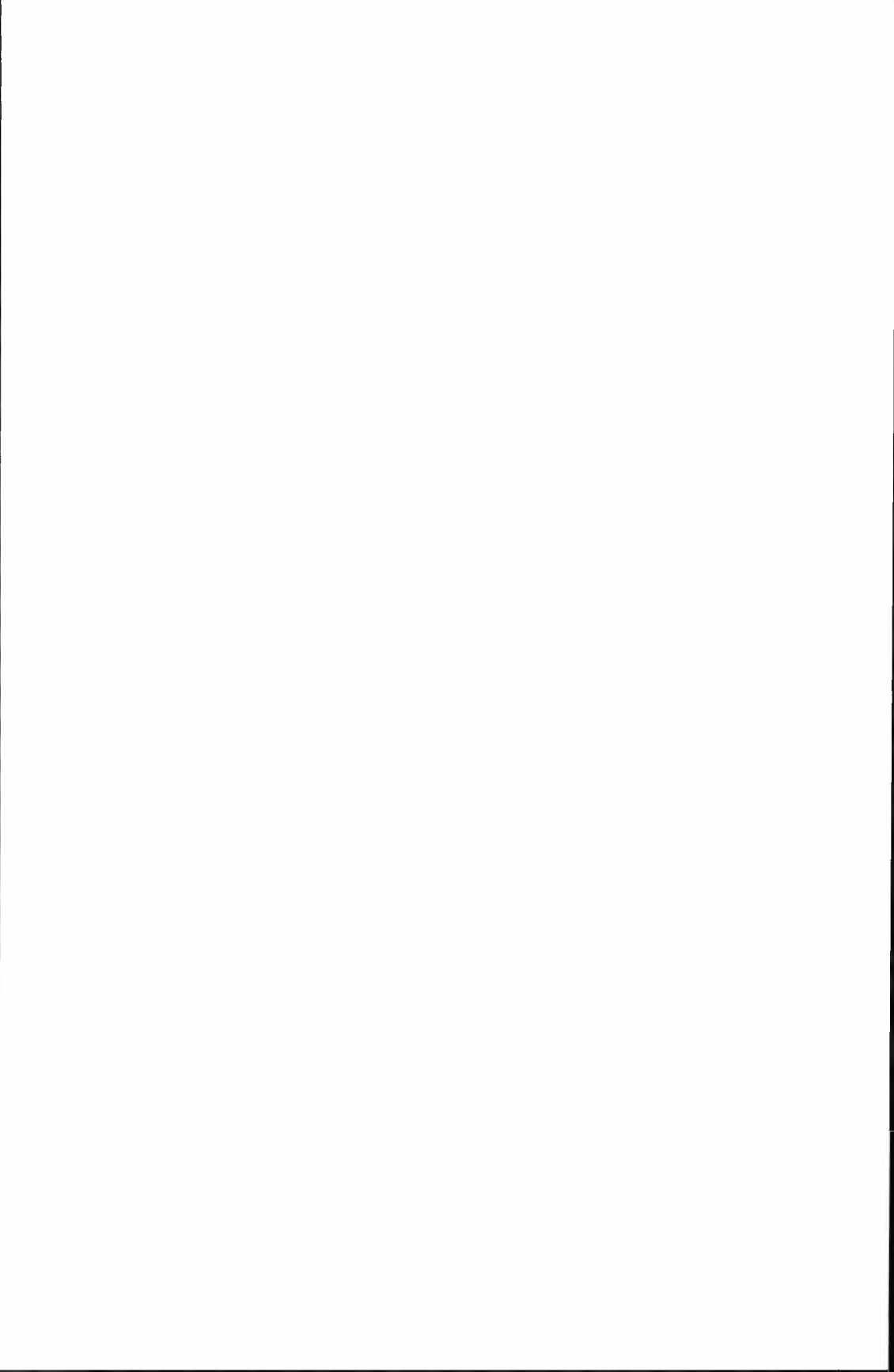
WEXELSEN found the ear internode length in barley to be a suitable character for studies on quantitative inheritance. He has been studying the spontaneous variation in this character, while NILSSON-EHLE obtained a series of induced mutations in ear density. Such induced mutations are intensively studied by the authors finding more than 26 different loci distributed over the chromosomes. One of the spontaneously occurring genes (1<sub>5</sub>) could be identified as an allele of one of the most mutable *erectoides*-loci. Because of the slight



non-genetic variation and the great number of loci identified and the many different multiple alleles induced ear density factors can conveniently be used to construct models for checking different statistical techniques.

### Literature

1. AASTVEIT, K., 1961. Studies on quantitative characters and quantitative inheritance in barley. — *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* 40, nr. 2: 1—112.
2. HAGBERG, A., 1953. Heterozygosity in *erectoides* mutations in barley. — *Hereditas* 39: 161—178.
3. — 1954. Cytogenetic analysis of *erectoides* mutations in barley. — *Acta Agr. Scand.* IV: 472—490.
4. — 1958. Cytogenetik einiger Gerstenmutanten. — *Der Züchter* 28: 32—36.
5. HAGBERG, A., NYBOM, N. and GUSTAFSSON, Å., 1952. Allelism of *erectoides* mutations in barley. — *Hereditas* 38: 510—512.
6. HAYES, H. K. and HARLAN, H. V., 1920. The inheritance of the length of internode in the rachis of the barley spike. — *U.S. Dep. Agr. Bul. No. 869*: 1—26.
7. HAYMAN, B. I., 1954. The theory and analysis of diallele crosses. — *Genetics* 39: 789—809.
8. JINKS, J. L., 1954. The analysis of continuous variation in a diallele cross of *Nicotiana rustica* varieties. — *Genetics* 39: 767—788.
9. LUNDEN, A. P., 1931. Arvelighetsundersøkelser i bygg. (Inheritance studies in barley; English summary). — *Norges Landbrukshøgskoles Åkervekstforsøk. Beretn.* 41: 1—26.
10. MATHER, K., 1949. Biometrical genetics. Methuen, London.
11. NILAN, R. A., 1964. The cytology and genetics of barley 1951—1962. — *Monographic supplement No. 3. Research studies. Vol. 32. No. 1. Washington state university.*
12. NILSSON-EHLE, H., 1909. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen — 1. — (1: Akad. avh.) *Lunds universitets årsskrift, N.F. Avd. 2 Bd. 5. Nr. 2.*
13. — 1911. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen — 2. — (1: Akad. avh.) *Lunds universitets årsskrift, N.F. Avd. 2 Bd. 7. Nr. 6.*
14. — 1939. Röntgenmutationen bei *Hordeum*. — *Nova Acta Leopoldina. Neue Folge, Bd. 6.*
15. — 1948. The future possibilities of Swedish barley breeding. — *Svalöf 1886 — 1946*: 113—126. Lund.
16. PERSSON, G. and HAGBERG, A., 1968. Induced variation in a quantitative character in barley. Morphology and cytogenetics of *erectoides* mutants. — *Hereditas* (in press).
17. RASMUSSEN, J., 1933. A contribution to the theory of quantitative character inheritance. — *Hereditas* 18: 245—261.
18. ROBERTSON, D. W., WIEBE, G. A., SHANDS, R. G. and HAGBERG, A., 1965. A summary of linkage studies in cultivated barley, *Hordeum* species: supplement III, 1954—1963. — *Crop Science* 5: 33—43.
19. STOY, V. and HAGBERG, A., 1958. Effects of gibberellic acid on *erectoides* mutations in barley. — *Hereditas* 44: 516—522.
20. — 1968. Effects of growth regulators on ear density mutants in barley. — *Hereditas* (in press).
21. TEDIN, H. and TEDIN, O., 1927. Contributions to the genetics of barley II. — *Hereditas IX*: 303—312.
22. WEXELSEN, H., 1933. Linkage of a quantitative and a qualitative character in barley. — *Hereditas* 17: 323—341.
23. — 1934. Quantitative inheritance and linkage in barley. — *Hereditas* 18: 307—348.
24. — 1956. Quantitative inheritance in barley. Pleiotropic effects of genes for internode length. Transgressive segregations in length of head and straw and in earliness. — *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* 1955—1956. *Melding nr. 13*: 171—194.
25. — 1962. Quantitative inheritance in barley. Association of quantitative and qualitative characters. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* 41, nr. 6: 1—29.
26. WOODWARD, R. W., 1957. Linkages in barley. — *Agr. J.* 49: 28—32.



# CYTOLOGY AND REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF GRASSES<sup>1</sup>

*Om grasartenes cytologi og reproduksjonsegenskaper*

BY

E. L. NIELSEN and D. C. SMITH

Annual grass species are often diploid and self-fertilizing whereas cross-fertilization, high levels of self-sterility, and polyploidy characterize the perennial species. Numerous morphotypes occur in ecotypes that fit into diverse ecological niches wherein isolating mechanisms due to chromosome structure and genetic selection have accumulated (2, 40). VIK accredits Bastian Larsen with initiating evaluation of locally adapted agrotypes or races of timothy in Norway during the 1880's (108).

The contributions to the knowledge of the non-cereal grasses from genetic investigations, per se, have not been substantial. The treatment of genetics of the perennial grasses must, therefore, be upon a greatly different basis than for the cereals. While character associations have been observed and parent-progeny relations studied (91, 92), few specific genes or linkage groups have been certainly identified. Heterosis has been studied also. The usual presence of polyploidy, cross-pollination and varying degrees of sterility in perennial grasses, when either cross- or self-pollinated, result in reproductive complexes that, to date, have been deciphered only in general terms. The authors have chosen, therefore, to omit consideration of quantitative genetics aspects.

This presentation concerns the reproductive characteristics of the principal perennial polyploid grasses of major economic importance in the north temperate zone. It is neither possible nor feasible to consider all of the grasses in a discourse of this type.

*Taxonomy and evolution.* Divergent concepts concerning the latitude permissible in generic, specific and tribal treatments characterize the systematics of the grasses. HUBBARD (34) estimated that there are about 620 genera and 10,000 species in the Graminae. Of these it was thought that about 70 % are polyploids (95). Hackel placed the grasses in 11 tribes in 1890 in contrast to Hutchinson's 27 tribes in 1934 and STEBBINS and CRAMPTON's

<sup>1</sup>) Results of cooperation between the Crops Research Division, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture and the Wisconsin Agricultural Experiment Station, Madison, Wis. Geneticist, Crops Res. Div., A.R.S., U.S.D.A., and Professors of Agronomy, Wis. Agric. Expt. Sta., respectively.

(98) 28 tribes in 1961. The complexity of the taxonomy and evolution of grasses was considered by STEBBINS (95, 96, 97, 98). The problem of form differentiation and description in relation to speciation is illustrated in recent studies. BIDAULT (10) classified certain fine-fescue forms with a  $2n$  chromosome number of 56 and supernumeraries, as *Festuca ovina* L. subsp. *eu-ovina* Hack. var *glauca* Hack. subvar. *macrophylla* St.-Yves. The subvariety *macrophylla* was considered to be a distinct taxon. Reference was made to the "genetic fluidity" of *Elymus*, *Hordeum*, *Agropyron*, *Sitanion* and *Hystrix* in CHURCH's (19) delineation in *Elymus canadensis* L. and related forms. Species and generic definitions are considered as rather broad categories for purposes of this discussion.

HUTCHINSON (36) indicated that the development of the Gramineae is not easily traced back to its origin, but that the group perhaps developed parallel with CYPERACEAE and JUNCACEAE stocks from the Liliales. Numerous characters have been employed to examine evolutionary pathways. Representative examples were enumerated by BOOTH (12). The general pattern, developed from morphological and histological studies by CLIFFORD (22), KENNEDY (48), and BELK (9), is one of reduction. CROWE (24) included the grasses among the homomorphic types in a phylogenetic tree of the incompatibility systems in the angiosperms. Matings must be between morphologically similar individuals and forms can be recognized only through breeding tests. Electrophoresis analyses of the nitrogenous constituents were employed in recent studies to verify parents and their amphiploid progeny (29, 41). Numerous cytological and breeding investigations have contributed to other evolutionary aspects.

*Apomixis*. Since MÜNTZING (60) reported the occurrence of apomixis in *Poa pratensis* L., several studies have shown that reproduction is predominantly by somatic apospory but the sexual act is consummated in varying degrees in some plants (61, 104, 115). Wholly sexual reproducing individuals have been isolated (92, 115); in other instances deviating forms were attributed to parthenogenetic development of the embryo from an egg or synergid of (a) an aposporous female gametophyte, or (b) a macrogametophyte developed from a functional macrospore (65). In others amphimixis by a sperm fusing with an unreduced egg of an aposporously formed "female gametophyte" was postulated to account for the progeny obtained (65). Modes of reproduction have been studied with reference to hybridization (20), effects of enclosing inflorescences in selfing sleeves (93), etc. There does not appear to be a close relation between apomixis in *Poa pratensis* and phytogeographical distribution (94).

Recent studies indicate that apomictic expression may be influenced by photoperiod (50). The taxonomic differentiation of *Poa pratensis* and related types was reviewed by BARLING (5). Included in Lindeman's classification were *P. pratensis*, *P. angustifolia* L., *P. subcaerulea* Smith, *P. alpigena* Lindm. and *P. irrigata* Lindm. *Poa arctica* R. Br. was added to the group later by Clausen and Hiesey. Barling considered *P. subcaerulea* to be quite distinct from the other species of the group, characterized by a wide range of chromosome numbers.

Studies of apomixis in grasses have generally been directed toward consequential rather than causal phenomena. Hybridity has been suggested to be related to apomixis. The validity of this opinion is certainly suggested by

(a) the high incidence of aneuploid plants found in apomicts, (b) the similarity of expression of female gametophyte collapse in apomicts and in sterile offspring from wide crosses, (c) the accumulation of densely staining extraneous materials in the developing female gametophyte, (d) the tight and sticky meiotic divisions that are often arrested during development, and (e) the globular inclusions that may occur in the developing microsporocytes of apomictic forms. These features are sufficiently similar to those considered as products of wide cross discordances that nuclear-cytoplasmic imbalance can be suggested as a possible related phenomenon. However, the triggering mechanism that stimulates somatic cells to assume the function and developmental aspects of a female gametophyte has not been determined.

There have been numerous attempts to incorporate apomixis by combining congeners of sexual and apomictic habits of reproduction (20). Results appear to have been modest and in some instances uncertain. Progress in such hybridization may be difficult to attain, until causal phenomena are better understood.

Vivipary is considered by some as a form of vegetative apomixis. The argument for its inclusion appears to be based principally upon the formation of an asexual propagule for reproductive purposes. Proliferation of florets, which is sometimes referred to as vivipary, is commonly observed in inflorescences developed under physiological conditions that are markedly atypical for optimal growth and sexual reproduction. Its expression appears therefore to be more closely related to environmental conditions than are such forms of apomixis as dispolspory and somatic apospory.

While apomixis is a prominent characteristic of some species, sexual reproduction predominates and is more readily subject to genetic analysis. Accordingly, the remainder of this discussion will be devoted to the cytology and genetics of sexually reproducing forms.

**Ploidy.** By 1960 the somatic chromosome numbers of approximately 2300 grasses had been determined (18). About 80 % of these are probably polyploid; 15 % of the species were characterized by intraspecific chromosome races; and 7 % of the polyploids were aneuploid. Multiples of 7 occurred in 572 species. Other numbers commonly encountered were in multiples of 5 in 413, 9 in 290, 6 in 128, 11 in 48, and 4 or 8 in 200 entities, respectively.

Extensive euploid series of chromosome numbers occur in species of *Agropyron*, *Bromus*, *Festuca*, *Hordeum*, *Panicum* and others. In some, as in *Panicum virgatum* L., certain aneuploid races appear to have meiotic features that suggest recent hybridization (6).

Results of some studies suggest the possible influence of vegetative propagation capabilities on the nature of species populations and the rate of evolutionary change where seed production is less important. BJØRCKMAN (11) studied 895 plants of *Agrostis stolonifera* L. and found 600 tetraploids, 160 pentaploids and 135 hexaploids. The tetraploid predominated but pentaploid and hexaploid frequencies were also considerable. JONES (44) studied the chromosomal nature of *Holcus mollis* L. Races with 28, 35, 42 and 49 chromosomes were noted; the 35 number was the most common. Except for the fertile tetraploid type, *H. mollis* is almost exclusively vegetative. The pentaploid form was very vigorous and perhaps replacing other forms. The several chromosomal forms are thought to have arisen from hybridization of *H. mollis* ( $2n = 48$ ) and *H. lanatus* L. ( $2n = 14$ ).

Aneuploid chromosome numbers are common in some of the sexually reproducing grasses such as species of *Alopecurus*, *Agrostis*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Deschampsia*, and *Saccharum*. Known or suspected species hybrids occur rather commonly in several of these genera. Aneuploidy occurs in abundance in some of the apomictically reproducing grasses including *Poa pratensis* ( $2n: 22-147$ ), *P. compressa* L. ( $2n: 35-56$ ), *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. ( $2n: 20-102$ ), *Calamagrostis inexpansa* A. Gray ( $2n: 28-104$ ), *C. purpurascens* R. Br. ( $2n: 28-84$ ), to mention but a few of the known cases.

The relationship between phytogeographic distribution and chromosome number has received the attention of several workers. Polyploid forms appear to be distributed at higher latitudes and elevations than are diploid forms but it seems impossible to go beyond this broad generalization.

Grasses are unique in the perplexing array of chromosome numbers that occur in them. There are few, if any, concrete indications of the pathways that brought about the evolution of their basic genomic numbers. Similarly, there have been no substantial proposals concerning the ascendancy of the widespread polyploidy that characterizes the group. How can aneuploids persist in certain species and genera whereas other closely related organisms seem to have settled upon euploid series of numbers? Do these numbers imply that these species are being maintained in a constant state of flux through elimination, substitution, and addition of chromosomes? And finally, why is their occurrence in a population maintained; are aneuploids buffered against elimination in some forms and not in others, or can the buffering assume some other form of expression? These and numerous other similar challenging problems have not been examined, nor have substantial theories concerning them been advanced.

Aneuploidy due to accessory chromosomes has been observed frequently (13). In some species Bosemark regarded them as common. From extensive studies on *Festuca pratensis* Huds., he concluded that if the number of accessory or B-chromosomes was small, there was no reduction in pollen fertility. However, an increase in their number tended, on the average, to lower pollen fertility and seed formation. While other trends appeared in the data available concerning B-chromosome distribution, etc., he expressed the opinion that "... much research must be done on accessory chromosomes before we have sufficient knowledge to understand their function, their selective value, and their origin" (13).

*Structural and physiological disturbances.* Some of the cytological features recognized as contributing to sterility in grasses can be considered under two broad categories. "Structural disturbances," as used here for discussion purposes, are those usually recognized in chromosome structure and homology-oriented studies. "Physiological or metabolic disturbances" are defined as behaviors that may be attributable to discordances or imbalances between the nucleus and the surrounding cytoplasm. Both of these disturbances appear to occur in varying degrees in the cross-fertilizing polyploid grasses. They have been recognized in intergeneric, interspecific, and intraspecific combinations, as well as in certain species that are presumed to be of allopolyploid origin. Expression of conventionally recognized disturbances is most prominent in well-established species while physiological disturbances appear conspicuous in wide-cross hybrids and in plants obtained from self-pollinations of cross-fertilizing species. An attempt has been made in this presentation to follow

these behaviors through the reproductive cycle of the plants and to relate them to progeny expression. For this reason, there are points in this discussion where, because of the objectives outlined and to avoid extensive repetition, rather abrupt changes of categories and reproductive mechanisms are made. It must be recognized, however, that both conventional and physiological disturbances can occur in different sporocytes of a single anther. An enumeration of the cytological disturbances considered are given in the following tabulation.

<i>Structural disturbances</i>	<i>Expression</i>
Lack of homology or balance . . . . .	Univalents, trivalents, etc.; a- or desynapsis, etc.
Inversions . . . . .	Bridges, centric fragments, micronuclei, etc.
Translocations, deletions, duplications . .	Rings, chains, loops, etc.
<i>Physiological or metabolic disturbances</i>	<i>Expression</i>
Microsporocyte degeneration	<i>Extrachromosomal accumulations:</i> pynosis during prophase; globules, droplets, aggregations of globules and droplets, etc.; dense, sticky metaphase I; sticky bridges and chains at anaphase I, etc.
	<i>Complement fractionation:</i> Bi- and polynucleate prophase sporocytes; multipolar spindles and split plates at metaphase I; multiple spindles at anaphase I; pentads, hexads, etc. formed in place of quartets; pollen grains of different size-classes formed in the same anther.
	<i>Upsets in timing:</i> Non-synchronous chromosome separations; precocious bivalent separation; precocious formation of exine-like walls as early as late prophase.
Macrogametophyte and seed degeneration	<i>Somatoplastic sterility:</i> Irregular nuclei; accumulations of extraneous densely staining substances in cytoplasm; globules, etc.; overgrowth, seed failure, etc.

Prominent attention has been devoted to chromosome structure and homology, macrosporogenesis and seed development in grasses. Within species, and in hybrids, structural disturbances have usually been related to each other, but often their relation to pollen quality and seed set has been poor (30, 37, 64, 67, 101). The associations enumerated appear to be similar to those recorded in numerous studies reviewed previously (3, 18, 57). These will not be considered other than to indicate that meiosis in microsporocytes is often sufficiently regular and free of structural disturbances so they cannot account

for all of the sterility encountered. Often the pollen grains derived from such sporocytes collapse approximately at, or shortly after, the pollen mitosis (54). Of the pollen grains formed it is those with a well-formed vegetative nucleus and two sickle-shaped sperm nuclei that function (49).

No evidence of chromosome structural difference was found in reciprocal crosses between *Dactylis glomerata* subsp. *smithii* (Link.) Stebbins ( $2n$ )  $\times$  *D. g.* subsp. *lusitanica* Stebbins and Zohary ( $4n$ ) since the frequency of chiasmata and multivalents and laggard assortment at anaphase I did not differ from random (89). The pattern of structural irregularities in hexaploid *D. glomerata* was similar to that in tetraploid forms (31, 44). Meiosis in hexaploid forms from Cyrenaica was regular and univalents were not observed. Quadrivalents and hexavalents were the most common forms of multiple associations observed (42).

Studies of the chromosomal relations in crosses of *Elymus canadensis* (classified as allotetraploid) and *E. cinereus* Scribn. & Merr. (classified as autoallooctoploid) were made by DEWEY (25). The latter species was classified in a genomic pattern as AAAABBBB or  $A_1A_1A_2A_2B_1B_1B_2B_2$ . Pairing in the completely sterile 42 chromosome hybrid was interpreted to occur only among *E. cinereus* chromosomes individually. The existence of the autoallooctoploid and its relations to the parent species are of interest in relation to ploidy synthesis.

The role of hybridization is well-recognized as a contributor to the extensive polymorphism of many grasses. Natural hybrids and deviating types were described very early. ULLMAN (106), in reviewing the early history of grass hybridization, cited Curtis as having noted sterile natural hybrids of *Lolium perenne*  $\times$  *Festuca pratensis* in 1777. JENKIN (39), reviewing early *Lolium-Festuca* literature, did not credit Curtis with knowing or suggesting that the *F. loliacea* types were hybrids. He cited Swayne as the first to suggest in 1796 that the intermediate type plants were hybrids and that the epithet *F. hybrida* should be given them. The progenies of distant matings are often male sterile but partially female fertile (43). In some, sterility occurs in hybrids of individuals of subspecific categories (67, 90), or between individuals of the same species with different chromosome numbers (43, 45, 76).

The progenies from wide matings are frequently non-contributory to population diversity unless hybridization is followed by some form of chromosome doubling, as for example the failure of the zygotic nuclear division, or the fusion of unreduced egg and sperm nuclei. The former of these is presumed to have formed the amphidiploids *Spartina townsendii* H. & J. GROVES (35), and *Stiporyzopsis* 'Mandan ricegrass' (41, 77); the latter may have occurred to form *Pheum pratense* L. (83).

During the mid-1940's the present authors hybridized *Bromus inermis* Leys. from plant introductions from Manchuria and Hungary. A completely sterile, highly uniform  $F_1$  progeny resulted from one of the reciprocal matings. The complete lack of fertility of the  $F_1$  plants could not be explained on the basis of "structural disturbances" alone (67). Numerous other features, referred to here as physiological, were observed. These anomalies have been found to be a regular feature of wide cross progenies and of some cross-fertilizing, highly self-sterile, polyploid grasses.

Although "physiological disturbances" appear to play a significant role in reproduction in hybrids, and in some polyploid grass species, very little atten-



tion has been given to their occurrence, significance and origin. They were observed in intergeneric hybrids of *Agropyron* × *Elymus* (68), interspecific and intraspecific hybrids of *Bromus* (69), intraspecific hybrids of  $4n \times 6n$  *Phleum* (76), in *Bromus inermis* (37, 69), and *Phleum pratense* (63). The overall reproductive characteristics and progeny behaviors of the combinations tested have been essentially similar. Since these were recently reviewed (70), only the prominent features will be indicated.

In *Bromus inermis* and in *Bromus* hybrids, physiological disturbances are positively related at prophase and metaphase I, and these are negatively associated with pollen quality and seed set (37, 67, 102). In *Phleum pratense*, structural disturbances are related at the several developmental stages of meiosis, but these are not correlated with pollen stainability and seed set (63, 64). Unfortunately, quantitative data were not compiled for physiological disturbances in the extensive timothy population studied. Their presence was observed in abundance, particularly in the less fertile individuals (63). It seems probable, on the basis of the seed set following self-pollination and the numerous anomalies observed in meiosis, that relationships similar to those in *Bromus* may occur in *Phleum* also. From microphotographs included in papers by CROWDER (23), BARNETT and CARVER (6), ROSS, *et al.* (88), it can be surmised that such relations occur in species of *Festuca*, *Panicum* and *Sorghum*, respectively.

SHAH (89) thought that the meiotic abnormalities in *Dactylis glomerata* subsp. *lusitanica* were due to the breakdown of compatibility and to inbreeding.

Analysis of mutual pollination progeny data by ADAMS (1) indicated differences in cross-compatibility among inbred and open-pollinated *Bromus inermis* plants. He suggested that selective fertilization occurred in hybridizations between plants. Seed set following highly compatible mutual pollinations was associated with high open-pollination seed set.

Pentaploid plants were obtained from  $4n \times 6n$  *Phleum pratense* (76). The major morphological features of the parents were recovered when the  $F_1$  was backcrossed to the parental forms. Also, there was greater evidence of gene transfer in the offspring obtained than in progeny from *Bromus* species hybrids backcrossed to their parents.

Enforced self-pollination of partially fertile  $F_1$  *Bromus* plants from interspecific matings resulted in the recognition of (a) wholly sterile, (b) wholly self-sterile but partially cross-fertile, and (c) somewhat self-fertile individuals (73). Selected plants of the second category were backcrossed to the parent species and the rapidity of return to the parental types far exceeded expectations. Similarly,  $S_2$  populations developed from  $S_1$  plants from  $F_1$  hybrids were characterized by rather uniform progeny whose morphotypes were similar to those of their parents (74).

These behaviors resemble those in populations from *Lolium perenne* × *Festuca pratensis* (26). ESSAD attributed the behaviors observed to complementary gene action in (*L. p.* × *F. p.*) × *L. p.*, and to oppositional action when *F. p.* was the recurrent parent. Hybrids of amphiploids from colchicine treatment exhibited heterosis in terms of green matter production. Later he regarded the chromosome numbers in  $2n$  and  $3n$  *Festuca loliacea* were due to polysomic and hybrid imbalance (27). Similar studies to those of ESSAD were described by BUCHNER, *et al.* (16), WIT (114), SULINOVSKI (99), among others. HERTZSCH (33) had greater success when induced autopoloid parents were

mated to form hybrids compared to doubling the sterile  $F_1$  hybrids with colchicine.

Fundamentally, complement fractionation (4, 38, 103) is characterized by a marked tendency for the chromosome complement to fractionate into units at, or approximately at, the genomic number, or in a multiple thereof. This feature is particularly prominent in the  $F_2$  and later progeny from wide crosses or in progeny from the self-pollination of rather self-incompatible plants (69). It occurs also in *Sorghum* which is rather highly self-pollinated. The result is a bizarre array of coenocytes with varying numbers of "nuclei"; there is an accompanying failure of cytokinesis. Usually this is seen during prophase, but some cells are already binucleated at the last premeiotic nuclear division. An exine-like wall may form precociously from prophase to late metaphase and early anaphase. Such sporocytes are not carried through to pollen formation. However, in addition to this non-functional portion of the sporocyte array there are other sporocytes that are not eliminated but in which fractionation occurs. In octoploid *Bromus inermis*, fractionation can be followed by formation of normal-appearing pollen grains. Arrays of pollen sizes were bi- and trimodal with prominent peaks with  $n: 14$  and  $n: 28$  chromosomes in the pollen mitosis. An intermediately located peak occurred at the  $n: 21$  point, and a small peak occurred at, or approximately at, the  $n: 7$  point on the array. All the latter grains were empty (38). Lateral views of metaphase I configurations indicated that "splits" occurred in the plates in ratios that approximated 1:1, 2:1:1 and 3:1 proportions. If these were on a genomic basis (and this appeared to be true in some countable figures) they would represent potential gametes from 14-14, 14-7-7, and 21-7 chromosome separations on different spindles of the fractionated  $n: 28$  nuclei. Similar behaviors occur in the progeny of the  $4n \times 6n$  *Phleum*  $F_1$  backcrossed to its parents (unpubl.).

That complement fractionation is not confined to sporocyte development alone is indicated by chromosome numbers found in roottip cells of the progeny of X *Agroelymus turneri* LePage outcrossed to *Agropyron repens* (L.) Beauv. (75). There were accumulations of somatic chromosome numbers in these plants at and about multiples of the basic chromosome number of the genera combined. Aneuploid numbers and 2-, 3- and 4-nucleate cells were observed (75). Since these have been noted only in plants of cross-fertilizing species, and in progenies from recently formed hybrids, the behaviors seem attributable to nuclear-cytoplasmic imbalance.

Different nuclear diameters occurred also in shoot primordia of sorghum (72). If such cells were axis initials, then one could expect that mosaicism or somatic instability could occur in the sporophytic tissue. Depending upon the number and constitution of the chromosomes included in these primordial cells one could visualize several behaviors in the descendants of a single plant. This has been attained (unpubl.), but individual populations have not been cytologically examined. Mosaics or sectors occur also in plants of *Agroelymus turneri*  $\times$  *Agropyron repens* (75), *Bromus inermis* (38) and in *Bromus* species hybrids (73, 74), and in *Phleum pratense* and its  $2n \times 4n$  intraspecific chromosome race hybrids (38, 71).

Among atypical behaviors observed in post fertilization development of young seeds of *Elymus virginicus* L. ( $2n = 28$ )  $\times$  *Agropyron repens* (L.) Beauv. ( $2n = 42$ ) were endospermic irregularities which included irregularly

shaped interphase nuclei, and nuclei of sizes that varied from micronuclei to giant nuclei that contained 8 or more nucleoli (7). The nuclei, compared to those in comparable stages in *E. v.*, stained intensely with Feulgen and with methyl-green pyronin. Multipolar spindles may have been responsible for branched or lobed nuclei. Globules stained more intensely with pyronin than the cytoplasm in which they were embedded. The antipodals were enlarged, densely staining, and contained more than 100 chromosomes in dividing nuclei compared to the expected 14. REUSCH (87) described a parallel study on *Lolium perenne* × *Festuca pratensis* in which the developmental pattern was very similar to that outlined by BEAUDRY.

That both DNA and RNA might be involved in the breakdown processes is indicated in the statement: "The gradual increase in intensity of staining with Feulgen's reagent from fertilization onwards, and the frequent occurrence of pycnotic nuclei after cell formation, are phenomena similar to those observed in diploid amphibian and echinoderm hybrids. . . . BRACHET has postulated that the arrest in development . . . results either from an inhibition of ribose nucleic acid synthesis as a result of the foreign genome, or that the foreign genome prevents the transfer from the nucleus to the cytoplasm of substances in control of ribose nucleic acid synthesis . . ." (87).

These and other similar behaviors appear to be counterparts of the anomalies that occur in the microsporocytes of *Agroelymus* (68), *Bromus* (67) and *Phleum* (63). Comparative studies of the developing macrogametophytes in sterile bromegrass plants indicate that marked deviations in size and rate of growth occur (66). Other studies that illustrate developmental patterns in upset plants due to hybridity were reviewed by BRINK and COOPER (14).

*Fertility and progeny behavior.* NILSSON (81) pointed out that seed setting in allogamous grasses seldom reached the 100 per cent level under open-pollination. Under conditions of self-pollination the perennial grasses are often sterile or they have low frequencies of seed set. Among 121 selfed hexaploid timothy plants 19 % set no seed and the maximum seed set for a selfed plant was 45 %. In *Lolium perenne* selfed seed set varied from 0.0 to 34.7 %. Self seed set in successive years on individual plants was correlated with an *r* value of .72. He recorded a positive correlation between self- and open-pollination fertility in *Festuca pratensis*. However, much of the variation in self-fertility was independent of open-pollination fertility. This is interpreted only in the general sense of relative self-seed setting, since few studies exist which establish genetic compatibility relations well. However, LUNDQUIST (51, 52) in *Festuca pratensis* and HAYMAN (32) in *Phalaris coerulea* Desf. found incompatibility to be based on two loci, each with multiple alleles. A pollen tube was incompatible in the style when both of the genes it carried were present in the style. FRANDBSEN (28) was among the early workers to report high levels of incompatibility in several perennial polyploid grasses.

The overall patterns that occur in the fertility arrays of different cross-fertilizing polyploids appear to be very similar. In most of the species studied seed set distributions following open-pollination are essentially normal with maximum seed setting not exceeding 85 %. Distributions following enforced self-pollination are strongly skewed toward complete sterility and lower levels of seed set (1, 8, 47, 81, 90, 100, 107). Occasional plants exceed 5 % self-fertility and rarely as much as 15 % self-fertility is encountered. Such a pattern in self-fertility is particularly prominent in polyploids such as *Arrhena-*

*therum elatius* (L.) Presl., *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *F. rubra* L. and *Phleum pratense*. Although higher levels of open-pollination fertility occur in diploid *Lolium perenne*, the forms of the fertility distribution arrays are essentially similar to those outlined for the polyploid grasses.

One would expect on the basis of random chromosome assortment that the progeny developed from enforced self-pollination of heterozygous plants characterized by low levels of self-fertility would be very diverse. Only about 20 % of the progenies that resulted from the self-fertilization of  $S_0$ ,  $S_1$ , and  $S_2$  bromegrass plants exhibited the expected extreme segregation. Predominantly, the "core" features that characterize a particular line are constant (unpubl. data). This does not mean that there is no variation in the inbred progenies; it implies that the variations tend to accumulate around a particular group of "core" features that characterize a line. Similarly, progenies that result from the mutual pollination of distinctly different morphotypes exhibit marked tendencies toward uniformity of the types recovered. Again, the variations that occur are around an overall group of "core" features of the population in which paternal influences may be prominent. These behaviors suggest that the chromosomes tend to function in genomic units as one would have to assume if the "affinity" of WALLACE (109) was operative. The genetic effect of this could be visualized as expressed in the uniform progenies obtained; this might be the basis for the "coherence" concept of CLAUSEN and coworkers (21).

If progeny behaviors are equated against outlined cytological phenomena, the evidence suggests a high degree of selectivity of the sporocytes that survive to form functional gametes. This appears to be true in both hybrid populations and in recognized species. There was no apparent indication of gene transfer in progenies from *Agropyron*  $\times$  *Elymus* hybrids; some occurred in some species hybrids of *Bromus* whereas in others there was none. Evidence of substantial gene transfer appeared in the intraspecific cross of  $4n \times 6n$  *Phleum*. It seems reasonable to conclude that the lethal screen caused by physiological discordances is allowing only certain classes of gametes to survive and function. The observations dictate that these represent certain specific genetic combinations since predominantly parental types are recovered in breeding studies. It follows that the eggs and sperms that fuse must be identical, or very similar to, those of the parents. It implies that one is dealing with an end product that is essentially similar to an inbred line as far as gamete constitution is concerned. The dissimilar, or more heterozygous, systems are lost during meiosis. The discordances between the genetic systems combined result in the accumulation of the extraneous substances, possibly RNA or RNA-like, which interfere with normal chromosome development and behavior during meiosis (67, 110, 111). Similarities to behaviors in lower plant forms are suggestive.

It follows also that when more closely related genetic entities are combined there would be a broader spectrum of surviving gametes and accordingly greater variations are expected in the resulting progeny. In these the surviving sporocytes would possess predominantly structural irregularities accompanied by lower frequencies of physiological disturbances. Such behaviors are indicated in the data available. Finally, the chromosomes involved in the formation of partially fertile hybrids, which have not resulted from chromo-

some doubling, must be very similar and (by inference) they are probably homeologous. If this were the case, one might expect cytologic and genetic behaviors closely similar to those in autopolyploidy. This could explain the reports of autopolyploid behaviors in highly self-sterile cross-fertilizing anemophilous species. Genotypic control of chromosome pairing was described in 63-chromosome twin plants derived from hexaploid timothy by MÜNTZING and PRAK-KEN (62). Pairing included  $28_{II}$  plus  $7_{I}$ . Explanation was based upon the assumption of *Phleum pratense* being an autohexaploid including 6 groups of 7 truly homologous chromosomes with bivalents forming at random within each group. The foregoing is of interest with regard to the evolution of thought concerning *Dactylis glomerata*. This species has been successively interpreted as an autotetraploid (59), as behaving cytologically and genetically as an autotetraploid (56), and most recently as an allopolyploid formed from closely related entities (58, 112). Possibly a similar evolution of thought will eventually prevail in the interpretation of species such as *Phleum pratense* concerning which some divergence of opinion is held (79, 83, 84, 113).

Although these behaviors occur in several cross-fertilizing grasses, true autopolyploidy is both possible and probable. It is reasonable to suppose that (if failure of the zygotic division, or if some similar catastrophic event can occur in sterile hybrids to form fertile amphiploids) it probably also occurs to form true autopolyploids. MCCOLLUM (55) found that microsporocytes of natural and artificially induced tetraploids of *Dactylis glomerata* formed quadrivalents with about the same average frequencies; but statistically significant differences occurred between individual plants and strains. Structural differences in the diploid genomes combined, and the concept of segmental allopolyploidy in natural populations, was not supported since quadrivalents were distributed randomly. However, seed set and chiasmata frequencies in artificial autotetraploids were lower than those occurring in natural forms.

There have been numerous allegations concerning the effects of introgressive hybridization upon the dispersion of natural populations. One can conclude that if the indicated processes are of widespread occurrence, introgression to be effective, must be between relatively closely related taxa. The production of  $F_1$  hybrids has been used as a criterion of phylogenetic relations. On the basis of the limited data reviewed, one is forced to conclude that the assumption of phylogenetic relations based upon capacity for  $F_1$  formation may be premature.

REES and JONES (86) concluded that the evolution of *Lolium* species was associated with a change in nuclear DNA which was thought due, in part, to duplication and replication of chromosome segments. Self-fertilizing forms averaged 36 % more DNA than occurred in cross-breeding forms.

As high as 85 % of the developing microsporocytes in *Bromus* species hybrids exhibit physiological upsets. Exploratory studies suggested that extraneous accumulations of stainable substances during prophase, stickiness at diakinesis and metaphase I, and extranuclear globules in the cytoplasm were RNA or RNA-like (67). WALTERS (110, 111) recently conducted definitive studies on sporocytes that contained these accumulated substances. She concluded that "The nuclear body in *Bromus* contains RNA, proteins and lipids and probably arise by synthetic activity of chromosomes during very early prophase of meiosis. The globules also may result from synthetic activities of chromosomes at certain stages of division and have a similar constitution."

A nucleolar body was thought to be formed by the aggregation of globule primordia during early prophase of meiosis I (110).

*Relations to genetic behavior.* With self-fertilization, selectivity in the survival and functioning of gametes results in considerable uniformity of expression of "core" characters that are definitive of particular lines. Deviations occur in "secondary" features. Genes for "core" characters are probably located in the centromeric region of the chromosomes whereas "secondary" features are controlled by more distally located genes. Inbreeding would force similar surviving sperms and eggs to function with a consequent uniformity for "core" characters in the progeny of the  $S_1$  generation. Such a behavior appears to be prominent in bromegrass, timothy and orchardgrass. Following open-pollination the expression of this mechanism is "swamped out" apparently as a result of the diversity of pollen available. It is assumed this may occur also in other species not yet examined for these characteristics.

Reciprocally-mated plants of bromegrass and timothy usually produce  $F_1$  progenies with a high degree of uniformity. This would be expected if only certain classes of gametes survive and when certain compatibility restrictions are operative. Reciprocal differences occur in progenies of timothy and bromegrass. They seem to be attributable to cytoplasmic effects, but the possibility of self-fertilization cannot be completely excluded.

If, in place of fertilization being restricted to specific individuals or pairs, there is an infinite number of plants with gametes mating randomly in a given environment, it seems reasonable that normally distributed populations would result. If seed set is considered, for example, progeny should vary from complete incompatibility to high levels of compatibility. The former of these is attained, but plants of the latter category exhibiting high levels of seed set are not common. While occasional individuals are characterized by 85 % or higher seed set, open-pollination fertility levels of about 60 % predominate. A modest portion of the population is both male and female sterile, and non-contributory to the population gametic array. Matings would be restricted to the "highly" fertile and fertile individuals which would essentially perpetuate the distribution of the gametic array of the original population, if it is assumed that no selective disruptive pressure occurs. PURSER (85) concluded that differential fertility of parents would result in an excess of heterozygotes. It appears that this condition may exist in the cross-fertilizing polyploid grasses.

Pressures of various sorts can be thought of as resulting in numerous, rather homogeneous ecotypes fitted to specific niches or areas. BROUE and KAWANABE (15) observed significant differences, for example, in growth chamber studies of growth rate of seedlings of *Dactylis glomerata* strains from high and low latitude. Relative top growth was more rapid in high-latitude strains under optimum temperature and long days.

It has been stated that reports of specific inheritance patterns, per se, are not extensive as they relate to the grasses under consideration. The inheritance patterns reported for qualitative characters such as chlorophyll and pigmentation, rust reaction, etc., have usually been relatively simple. For example, the inheritance of fluorescence in *Lolium* hybrid populations was described by TRUMBLE and PHIPPS (105). Selfed plants of Wimmera ryegrass were noted to produce fluorescent and nonfluorescent seedlings. In crosses with perennial ryegrass, fluorescence was inherited as a dominant character and dependent upon one or two gene pairs. LUNDQUIST suggested that the per-

sonate type of compatibility was operative, based upon studies of *Festuca pratensis* and *Dactylis aschersoniana* Graebn., (51, 52, 53). Studies relating to inheritance of qualitative and quantitative characters in grasses were reviewed by MYERS (57), CARNAHAN and HILL (18), and others. Those dealing with quantitative characters in brome grass, orchard grass, and other polyploids indicate additive effects. If chromosomes tend to function as genomic units, as suggested in some cytological studies of polyploid species, assortment of chromosomes may not be entirely at random.

Numerous character association studies have dealt with features of interest in breeding investigations (17, 46, 78, 116). These and numerous similar investigations have provided much significant information. This may eventually form a substantial background for additional genetic studies.

### Norsk sammendrag

Ettårige grasarter er ofte diploide og selvfertile, mens kryssbestøvning, en høy grad av selvsterilitet og polyploidi er karakteristiske trekk hos flerårige gras. Bortsett fra kornartene foreligger det lite av genetiske undersøkelser i gras. Denne artikkelen gir en litteraturoversikt over flerårige grasarters formeringsmåter, kromosomforhold, selvsterilitet, arts- og slektskryssninger. Det er lagt størst vekt på arter av stor økonomisk interesse i den nordlige, tempererte sone. En stor del av disse grasartene er polyploider. Kromosomforholdene har derfor fått en bred omtale. De cytologiske data er diskutert kort i relasjon til fertilitet og nedarvingsforhold. Det er pekt på flere uløste spørsmål og oppgaver for framtidig forskning.

### Literature Cited

1. ADAMS, M. W. 1953. Cross- and self-incompatibility in relation to seed-setting in *Bromus inermis*. Bot. Gaz. 115: 95—105.
2. ASTON, J. L., and BRADSHAW, A. D. 1966. Evolution in closely adjacent populations. II. *Agrostis stolonifera* in maritime habitats. Heredity 21: 649—664.
3. ATWOOD, S. S. 1947. Cytogenetics and breeding of forage crops. Adv. Genet. 1: 1—67.
4. BAMMI, R. K. 1965. Complement fractionation in a natural hybrid between *Rubus procerus* Muell. and *R. laciniatus* Willd. Nature (London) 208: 608.
5. BARLING, D. M. 1962. Studies in the biology of *Poa subcaerulea* Sm. Watsonia 5: 150—162.
6. BARNETT, F. L., and CARVER, R. F. 1967. Meiosis and pollen stainability in switchgrass, *Panicum virgatum*. Crop Sc. 7: 301—304.
7. BEAUDRY, J. R. 1950. Seed development following the mating *Elymus virginicus* L. X. *Agropyron repens* (L.) Beauv. Genetics 36: 109—133.
8. BEDDOWS, A. R. 1931. Seed setting and flowering in various grasses. Welsh Pl. Br. St. Bull. (Ser. H) 12: 5—99.
9. BELK, E. 1939. Studies in the anatomy and morphology of the spikelet and flower of the Gramineae. Unpubl. Ph. D. thesis, Cornell Univ., Ithaca, N. Y.
10. BIDAULT, M. 1965. Etude biosystematique du *Festuca ovina* L. subsp. *eu-ovina* Hack. var. *glauca* Hack. subvar. *macrophylla* St.-Yves. Bull. de la Soc. Bot. de France 112: 239—251.
11. BJØRCKMAN, S. O. 1954. Chromosome studies in *Agrostis*. II. Hereditas 40: 254—258.
12. BOOTH, W. E. 1964. Agrostology. Endowment and Research Foundation, Montana State College, Bozeman. 222 pp.
13. BOSEMARK, N. O. 1957. Further studies on accessory chromosomes in grasses. Hereditas 43: 236—297.

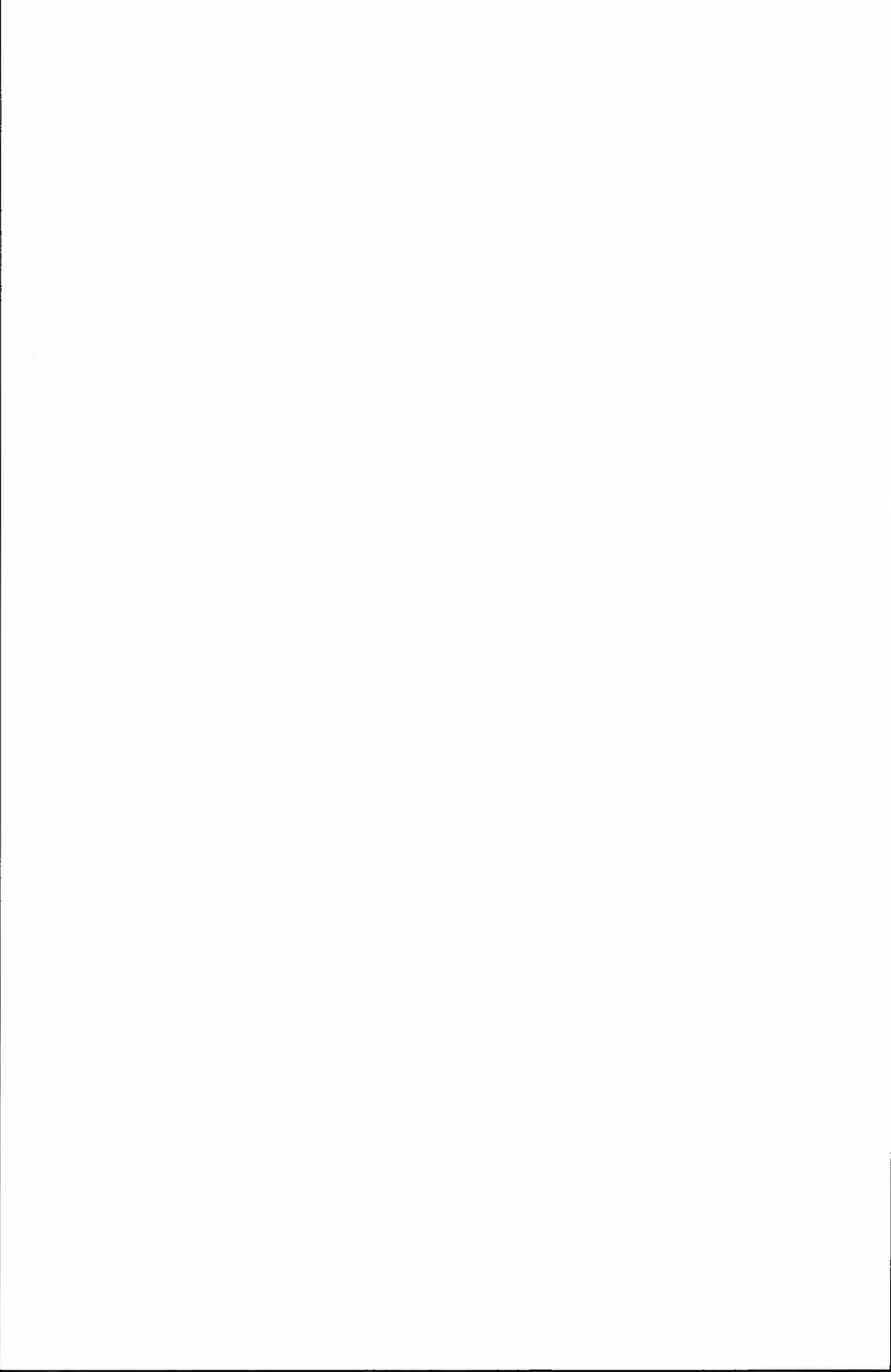
14. BRINK, R. A., and COOPER, D. C. 1947. The endosperm in seed development. *Bot. Rev.* 13: 423—541.
15. BROUÉ, P., and KAWANABE, S. 1967. A relationship between seedling growth and latitude of origin of cocksfoot populations. *Austr. J. Agr. Res.* 18: 15—22.
16. BUCHNER, R. C., HILL, H. D., HOVIN, A. W., and BURRIS, P. B. 1963. Cytogenetic and morphological characteristics of progenies of crosses of annual ryegrass  $\times$  tall fescue hybrids and their amphiploid derivatives. *Crop Sc.* 3: 453—454.
17. CARLSON, I. T., and MOLL, R. H. 1962. Phenotypic and genotypic variation and covariance in quantitative characters in strains of orchardgrass. *Crop Sc.* 2: 281—286.
18. CARNAHAN, H. L., and HILL, H. R. 1961. Cytology and genetics of forage grasses. *Bot. Rev.* 27: 1—162.
19. CHURCH, G. L. 1967. Taxonomic and genetic relationships of eastern North American species of *Elymus* with setaceous glumes. *Rhodora* 69: 121—162.
20. CLAUSEN, J. 1952. New bluegrasses by combining and rearranging genomes of contrasting *Poa* species. *Proc. VI Intern. Grassl. Congr.* 1952: 216—221.
21. CLAUSEN, J., and HIESEY, W. M. 1960. The balance between coherence and variation in evolution. *Proc. Nat. Acad. Sc.* 45: 494—506.
22. CLIFFORD, H. T. 1961. Floral evolution in the family Gramineae. *Evolution* 15: 455—460.
23. CROWDER, L. V. 1953. A survey of meiotic chromosome behavior in tall fescue. *Amer. J. Bot.* 40: 348—354.
24. CROWE, L. K. 1964. The evolution of outbreeding in plants. I. The angiosperms. *Heredity* 19: 435—457.
25. DEWEY, D. R. 1966. Synthetic hybrids of *Elymus canadensis*  $\times$  octoploid *Elymus cinereus*. *Bull. Torr. Bot. Club* 93: 323—331.
26. ESSAD, S. 1961. Sur les possibilités d'évolution de l'hybridisation *Lolium perenne* L.  $\times$  *Festuca pratensis* Huds. *Ann. de Genet.* 2: 41—46.
27. ESSAD, S. 1966. (Comparative cytogenetic and morphological research on the origin of the natural  $2n$  and  $3n$  hybrids of *Festuca loliacea*. *Ann. Amélior. Plantes* 16: 5—41). (*Pl. Br. Abst.* 37: 2578. 1967.)
28. FRANDSEN, H. N. 1917. Bestovings- og Befrugtningsforhold hos nogle Graes- og Baelgplanter. *Tidskr. f. Planteavl.* 23: 442—486.
29. HALL, O., and JOHNSON, B. L. 1962. Electrophoretic analysis of the amphiploid of *Stipa viridula*  $\times$  *Oryzopsis hymenoides* and its parental species. *Hereditas* 48: 530—535.
30. HANNA, M. R. 1961. Cytological studies in *Bromus inermis*, section Bromopsis. *Canad. J. Bot.* 39: 757—773.
31. HANSON, A. A., and HILL, Helen. 1953. The meiotic behavior of hexaploid orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). *Bull. Torr. Bot. Club* 80: 113—122.
32. HAYMAN, D. L. 1956. The genetical control of incompatibility in *Phalaris coeruleascens* Desf. *Austr. J. Biol. Sc.* 9: 321—331.
33. HERTZSCH, W. 1966. Intergeneric and interspecific hybrids between *Lolium* and *Festuca*. *Proc. X Intern. Grassl. Congr.* 1966: 683—685.
34. HUBBARD, C. E. 1954. Grasses. Penguin Books, Ltd.
35. HUSKINS, C. L. 1931. The origin of *Spartina townsendii*. *Genetica* 12: 531—538.
36. HUTCHINSON, J. 1934. The families of flowering plants. II. Monocotyledons. McMillan Co., London. 243 pp.
37. JALAL, S. M., and NIELSEN, E. L. 1965. Interrelations among reproductive stages in *Bromus inermis*. *Crop Sc.* 5: 401—403.
38. JALAL, S. M., and NIELSEN, E. L. 1967. Intraplant instability in smooth brome grass (*Bromus inermis* Leyss.). *Euphytica* 16: 385—390.
39. JENKIN, T. J. 1933. Interspecific and intergeneric hybrids in herbage grasses. Initial crosses. *J. Genet.* 28: 205—264.
40. JENKIN, T. J. 1936. Natural selection in relation to the grasses. *Proc. Roy. Soc. Lond.* 121 (Series B): 52—56.
41. JOHNSON, B. L., and ROGLER, G. A. 1943. A cyto-taxonomic study of an intergeneric hybrid between *Oryzopsis hymenoides* and *Stipa viridula*. *Amer. J. Bot.* 30: 49—56.
42. JONES, K. 1956. Species differentiation in *Agrostis*. III. *Agrostis gigantea* Roth. and its hybrids with *A. tenuis* Sibth. and *A. stolonifera* L. *J. Genet.* 54: 394—399.
43. JONES, K. 1958. Cytotaxonomic studies in *Holcus*. I. The chromosome complex in *Holcus mollis* L. *New Phytol.* 57: 191—210.
44. JONES, K. 1962. Chromosomal studies, gene exchange and evolution in *Dactylis*. 2. The chromosomal analysis of diploid, tetraploid and hexaploid species and hybrids. *Genetica* 32: 272—295.



45. JONES, K., and BORRILL, M. 1962. Chromosomal status, gene exchange and evolution in *Dactylis*. 3. The role of the inter-ploid hybrids. *Genetica* 32: 296—322.
46. KALTON, R. R., SMIT, A. G., and LEFFEL, R. C. 1952. Parent-inbred progeny relationships of selected orchardgrass clones. *Agron. J.* 44: 481—486.
47. KELLER, W. 1948. Interpretation of self-fertility in grasses by frequency distributions. *J. Amer. Soc. Agron.* 40: 894—900.
48. KENNEDY, P. B. 1900. The structure of the caryopsis of grasses with reference to their morphology and classification. U. S. Dept. Agr. Div. *Agrost. Bull.* 19: 1—44.
49. KIHARA, H. 1958. Fertility and morphological variation in the substitution and restoration backcrosses of the hybrids *Triticum vulgare* × *Aegilops caudata*. *Proc. X Intern. Genet. Congr.* 1: 142—172.
50. KNOX, P. B. 1967. Apomixis: Seasonal and population differences in grasses. *Science* 157: 325—326.
51. LUNDQUIST, A. 1955. Genetics of self-incompatibility in *Festuca pratensis* Huds. *Hereditas* 41: 518—520.
52. LUNDQUIST, A. 1963. The nature of the two-loci incompatibility system in grasses. II. Frequency of specific incompatibility alleles in a population of *Festuca pratensis* Huds. *Hereditas* 52: 189—196.
53. LUNDQUIST, A. 1965. Self-incompatibility in *Dactylis aschersoniana* Graebn. *Hereditas* 54: 70—87.
54. MATHER, K. 1948. Significance of nuclear changes in differentiation. *Nature* 161: 872—874.
55. MCCOLLUM, G. D. 1958. Comparative studies of chromosome pairing in natural and induced tetraploid *Dactylis*. *Chromosoma* 9: 571—605.
56. MYERS, W. M. 1941. Genetical consequences of the chromosomal behavior in orchard-grass, *Dactylis glomerata* L. *J. Amer. Soc. Agron.* 33: 893—900.
57. MYERS, W. M. 1947. Cytology and genetics of forage grasses. *Bot. Rev.* 13: 318—421.
58. MYERS, W. M. 1948. Studies on the origin of *Dactylis glomerata* L. *Genetics* 33: 117.
59. MÜNTZING, A. 1933. Quadivalent formation and aneuploidy in *Dactylis glomerata*. *Bot. Not.* 1933: 198—205.
60. MÜNTZING, A. 1933. Apomictic and sexual seed formation in *Poa*. *Hereditas* 17: 131—154.
61. MÜNTZING, A. 1966. Apomixis and sexuality in new material of *Poa alpina* from middle Sweden. *Hereditas* 54: 314—337.
62. MÜNTZING, A., and PRAKKEN, A. 1940. The mode of chromosome pairing in *Phleum twins* with 63 chromosomes and its cytogenetic consequences. *Hereditas* 26: 463—501.
63. NATH, J., and NIELSEN, E. L. 1961. Cytology of plants from self- and open-pollination of *Phleum pratense*. *Amer. J. Bot.* 48: 772—777.
64. NATH, J., and NIELSEN, E. L. 1962. Interrelations of reproductive stages in timothy. *Crop Sc.* 2: 49—51.
65. NIELSEN, E. L. 1946. Breeding behavior and chromosome numbers in progenies from twin and triplet plants of *Poa pratensis*. *Bot. Gaz.* 108: 26—40.
66. NIELSEN, E. L. 1953. Some cytological behaviors related to sterility in *Bromus inermis*. *Amer. J. Bot.* 40: 824—827.
67. NIELSEN, E. L. 1955. Cytological disturbances influencing fertility in *Bromus inermis*. *Bot. Gaz.* 116: 293—305.
68. NIELSEN, E. L. 1961. Cytology and fertility of derivatives of *Agroelymus turneri*. *Cytologia* 26: 137—154.
69. NIELSEN, E. L. 1963. Cytology of F<sub>1</sub> hybrids from interspecific matings of *Bromus*. *Crop Sc.* 3: 142—145.
70. NIELSEN, E. L. 1966. New interpretations of the cytogenetics and breeding behavior of polyploid grasses. *Proc. X Internat. Grassl. Congr.* 1966: 676—679.
71. NIELSEN, E. L. 1968. Intra-plant morphological variations in grasses. *Amer. J. Bot.* 55: 116—122.
72. NIELSEN, E. L., and DROLSOM, P. N. 1964. Nuclear variability in shoot primordial cells of *Sorghum*. *Crop. Sc.* 4: 328—331.
73. NIELSEN, E. L., DROLSOM, P. N., and JALAL, S. M. 1962. Analysis of F<sub>2</sub> progeny from *Bromus* species hybrids. *Crop Sc.* 2: 459—462.
74. NIELSEN, E. L., DROLSOM, P. N., and JALAL, S. M. 1965. Evaluation of backcross and self-pollination progenies from interspecific matings of *Bromus*. *Crop Sc.* 5: 339—342.
75. NIELSEN, E. L., and NATH, J. 1961. Somatic instability in derivatives from *Agroelymus turneri* resembling *Agropyron repens*. *Amer. J. Bot.* 48: 345—349.

76. NIELSEN, E. L., and NATH, J. 1962. Cytology of tetraploid  $\times$  hexaploid timothy (*Phleum pratense* L.). *Euphytica* 11: 157—163.
77. NIELSEN, E. L., and ROGLER, G. A. 1952. An amphidiploid of X *Stiporyzopsis*. *Amer. J. Bot.* 39: 343—348.
78. NIELSEN, E. L., and SMITH, D. C. 1952. Interrelations of selected plant characters in Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Bot. Gaz.* 114: 53—62.
79. NIELSEN, E. L., and SMITH, D. C. 1959. Chlorophyll inheritance patterns and extent of natural self-pollination in timothy. *Euphytica* 8: 169—179.
80. NIELSEN, E. L., and SMITH, D. C. 1960. Problems and methods in breeding smooth brome grass (*Bromus inermis* Leyss.). *Proc. VIII Intern. Grassl. Congr.* 1960: 61—66.
81. NILSSON, F. 1934. Studies in fertility and inbreeding in some herbage grasses. *Hereditas* 19: 1—162.
82. NILSSON, F. 1935. Amphidiploidy in the hybrid *Festuca arundinacea*  $\times$  *gigantea*. *Hereditas* 20: 181—198.
83. NORDENSKIOLD, H. 1953. A genetical study in the mode of segregation in hexaploid *Phleum pratense*. *Hereditas* 39: 469—488.
84. OPSAHL, B. 1964. Contributions to the breeding methods of timothy. *Meld. Norges Landbrukshøgsk.* 43: 1—86.
85. PURSER, A. F. 1966. Increase in heterozygote frequency with differential fertility. *Heredity* 21: 322—327.
86. REES, H., and JONES, G. H. 1967. Chromosome evolution in *Lolium*. *Heredity* 22: 1—18.
87. REUSCH, J. D. H. 1959. Embryological studies on seed development in reciprocal crosses between *Lolium perenne* and *Festuca pratensis*. *So. Afr. J. Agr. Sc.* 2: 429—449.
88. ROSS, J. M., SANDERS, M. E., and FRANZKE, C. J. 1960. Asynapsis in *Sorghum*. *Hereditas* 46: 570—580.
89. SHAH, S. S. 1964. Studies on a triploid, a tetraploid and a trisomic plant of *Dactylis glomerata*. *Chromosoma* 15: 469—477.
90. SMITH, D. C. 1942. Intergeneric hybridization of cereals and other grasses. *J. Agr. Res.* 64: 33—47.
91. SMITH, D. C. 1956. Progress in grass breeding. *Adv. in Agron.* 8: 127—162.
92. SMITH, D. C., and NIELSEN, E. L. 1945. Morphological variation in *Poa pratensis* L. as related to subsequent breeding behavior. *J. Amer. Soc. Agron.* 37: 1033—1040.
93. SMITH, D. C., and NIELSEN, E. L. 1946. Comparative breeding behavior of progenies from enclosed and open-pollinated panicles of *Poa pratensis* L. *J. Amer. Soc. Agron.* 38: 804—809.
94. SMITH, D. C., NIELSEN, E. L., and AHLGREN, H. L. 1946. Variation in ecotypes of *Poa pratensis*. *Bot. Gaz.* 108: 143—166.
95. STEBBINS, G. L. 1956. Cytogenetics and evolution of the grass family. *Amer. J. Bot.* 43: 890—905.
96. STEBBINS, G. L. 1956. Taxonomy and the evolution of genera with special reference to the family Gramineae. *Evolution* 10: 235—245.
97. STEBBINS, G. L. 1957. Self-fertilization and population variability in higher plants. *Amer. Nat.* 91: 337—354.
98. STEBBINS, G. L., and CRAMPTON, B. 1961. A suggested revision of the grass genera of temperate North America. *Intern. Bot. Congr.* 1959. *Recent Adv. in Bot.*, Toronto, Canada.
99. SULINOWSKI, S. 1966. Intergeneric hybrid *Lolium multiflorum* Lam. (2n:14)  $\times$  *Festuca arundinacea* Schreb. (2n:42). Part I. F<sub>1</sub> characteristic backcrossing results. Obtaining of allopolyploids. *Genet. Pol.* 7: 81—98.
100. SYLVÉN, N. 1929. Själv- och Korsbefruktning hos timotej och hyndaxing. *Nord. Jordbrugsforsk.* 11/12: 670—690.
101. TARKOWSKI, C. 1964. (Investigations of meiosis and fertility in grasses with free and isolated flowering.) *Hodowla Aklimalyz Nasiennictur* 8: 1—56. (*Pl. Br. Abst.* 1965: 35: 2200.)
102. TARKOWSKI, C. 1964. Effects of disturbances in meiotic divisions on fertility of *Bromus inermis* Leyss. *Genet. Polon.* 5: 136—137.
103. THOMPSON, M. 1962. Cytogenetics of *Rubus*. III. Meiotic instability in some higher polyploids. *Amer. J. Bot.* 49: 575—582.
104. TINNEY, F. W. 1940. Cytology of parthenogenesis in *Poa pratensis*. *J. Agr. Res.* 60: 351—360.
105. TRUMBLE, H. C., and PHIPPS, I. F. 1933. Inheritance of fluorescence in hybrids between perennial ryegrass and Wimmera rye-grass. *J. Council. for Sc. and Ind. Res.* 6: 170—178.

106. ULLMANN, W. 1936. Natural and artificial hybridization of grass species and genera. *Herb. Abst.* 4: 105—117.
107. VALLE, O. 1931. Untersuchungen über die Selbststerilität und Selbstfertilität des Timothes (*Phleum pratense* L.) und über die Einwirkung der Selbstbefruchtung auf die Nachkommenschaft. Eine Züchtungsmethodische Studie. *Acta Agral. Fenn.* 24: 1—261.
108. VESTAD, R. 1952. Norske timotei stammer og stammeforskøk i de forskjellige landsdeler. *Forsk. og Fors. Landbr.* 4: 55—78.
109. WALLACE, M. 1961. Affinity: Evidence from crossing inbred lines of mice. *Heredity* 16: 1—23.
110. WALTERS, M. S. 1966. Non-chromosomal entities in mitosis and meiosis of *Bromus arizonicus*. *Heredity* 21: 537—545.
111. WALTERS, M. S. 1966. Development and chemical constitution of a nuclear body in microsporocytes of *Bromus*. *Heredity* 21: 173—181.
112. WEIBULL, G. 1964. Note on a possible polyploidizing process in *Dactylis glomerata* L. *Acta Hort. Genet. Landskrona* 22: 184—185.
113. WEXELSEN, H. 1941. Chlorophyll-deficient seedlings in timothy (*Phleum pratense* L.). *J. Hered.* 32: 227—231.
114. WIT, F. 1963. Natural and experimental *Festulolium* hybrids and their derivatives. *Proc. XI Intern. Genet. Congr.* 1: 210.
115. ÅKERBERG, E. 1936. Studien über die Samenbildung bei *Poa pratensis* L. *Bot. Not.* 1936: 213—280.
116. ØDELIEN, M. 1951. (Variation of leaf percentage in timothy as related to the nutritive value of the hay.) *Forsk. og Forsøk.* 15: 52—62.



# AUTOTETRAPLOIDENES FERTILITET

## *The Fertility of the induced Tetraploids*

Av

MARIE BRAGDØ

### Innledning

At induserte autotetraploider har redusert frøsetting i forhold til sine diploide opphavsformer er et velkjent faktum. Men reduksjonen synes å være svært varierende, avhengig av materiale og miljø. De faktorer som må betraktes som de viktigste i denne forbindelse er følgende:

1. Fertilitet, dvs. antall frø pr. frøanlegg som har hatt mulighet for pollinering.
2. Seksualitet, dvs. antall frøanlegg pr. plante, avhengig av busking, blomsterriktighet og antall frøanlegg pr. blomst.
3. Morfologi og fysiologi. Endring i f.eks. blomsterbygning og blomstringstid kan ha innflytelse på pollinering og frøutvikling.

Det tas her sikte på å behandle de problemer som kommer inn under punkt 1, fertilitet.

### Graden av fertilitet

Tabell 1 er satt opp på grunnlag av en del arbeider hvor tetraploider har vært sammenliknet med diploider.

Da forsøkene har foregått under forskjellige forhold, er tallene for fertilitet ikke direkte sammenliknbare. Men fertilitet hos tetraploider i prosent av diploider gir et bilde av reduksjonen i fertilitet, og viser at den er svært forskjellig for de ulike arter. Den viser også i noen tilfeller betydelige forskjeller innen arter. Selvbestøverne ligger jevnt over lavt, mens fremmedbestøverne varierer sterkt. Spesielt kan en merke seg forskjellen mellom rug og rødkløver, som begge er typiske fremmedbestøvere.

### Er fertiliteten en genetisk betinget egenskap?

Følgende arbeider vil tjene til å belyse dette spørsmålet: I rug har BREMER og BREMER-REINDERS (8) hevet fertiliteten ved seleksjon i løpet av 7 generasjoner fra 60 til 75 %. AASTVEIT (1) har også påvist en betydelig økning i fertilitet ved seleksjon, og har vist at populasjoner kan stabiliseres på forskjellig fertilitetsnivå.

Tabell 1.

## Fertilitet hos tetraploider.

Art	Merknader	Fertilitet		4x i % av 2x	Autor
		4x	2x		
Rug	Petkus, euploider	81,3 %	88,5 %	91,9	MORRISON (40)
»	Stålråg, 4 år, middel	63,0 %	78,1 %	80,7	MÜNTZING (43)
»	Petkus, 2 år, middel	72,3 %	79,3 %	91,2	WALTHER (71)
»	Kungsrug II, 2 år, middel	68,5 %	77,0 %	89,0	WEXELSEN et al. (73)
Bygg	6-rads	43,7 %	85,3 %	51,2	CHEN et al. (10)
»	6-rads, 6 sorter, middel	32,0 %	86,0 %	37,2	SMITH (66)
»	2-rads, 5 sorter, middel	62,0 %	93,0 %	66,7	SMITH (66)
Kultivert Sorghum	24 linjer, middel	59,0 %	91,2 %	64,7	DOGGETT (12)
»	»	11,0 %	89,0 %	12,4	SCHERTZ (63)
Hundegras	4 underarter, middel	8,0 %	19,4 %	41,2	MC COLLUM (38)
Rødkløver	Handpollinering, 3 populasjoner	34,0 %	57,0 %	59,6	JULÉN (30)
»	— C <sub>2</sub> fra kimærer	16,9 %	74,9 %	22,6	PICARD og BERTHAUT (50)
»	— kloner fra kimærer	13,7 %	57,5 %	23,8	WEXELSEN og AASTVEIT (72)
»	Åpen blomstring	20,5 f/h	34,8 f/h	58,9	VALLE (70)
»	—	35,6 f/h	60,5 f/h	58,8	WEXELSEN og VESTAD (74)
Alsikekløver	Åpen blomstring, C <sub>7</sub>	1,20 f/b	1,43 f/b	83,9	ARMSTRONG og ROBERTSON (3)
»	»	0,52 f/b	0,91 f/b	57,1	MACKIEWICZ (37)
Lin	6 innavlete linjer	4,10 f/k	6,50 f/k	63,1	KUCKUCK og LEVAN (32)
Kål	Kloner fra kimære planter	16,5 %	42,9 %	38,5	HOWARD (27)
Tomat	6 innavlete linjer, middel	14,8 f/f	91,5 f/f	16,2	QUADT (56)
»	F <sub>2</sub> krysninger	29,3 f/f	63,2 f/f	46,4	QUADT (56)
»	C <sub>6</sub> , 3 handelssorter, middel	32,4 f/f	172,5 f/f	18,8	KUZDOWICZ (33)
Lycopersicon	C <sub>6</sub> , 3 villarter	26,9 f/f	49,0 f/f	54,9	KUZDOWICZ (33)
Salat	3 populasjoner, middel	9,62 %	98,0 %	9,8	EINSET (14)

f/h = frø pr. hode  
 f/b = » » blomst  
 f/k = » » kapsel  
 f/f = » » frukt

I rødkløver har POVILAITIS og BOYES (51) vist at fertiliteten hos diploider er genetisk betinget. PICARD og BERTHAUT (50) arbeidet med diploide og tetraploide C<sub>2</sub> familier som stammet fra C<sub>0</sub> kimæreplanter. Materialet ble inndelt i to grupper, en «fertil», som stammet fra en foredlet stamme, og en «normal» fra en uforedlet. Fire tetraploide og deres tilsvarende diploide familier gav følgende resultat for fertilitet:

«fertil» gruppe:	4x 21,8 %,	2x 93,2 %
«normal» gruppe:	4x 12,2 %,	2x 57,9 %

Det er en tydelig sammenheng mellom fertilitet på det tetraploide og det diploide nivå. Forfatterne konkluderer med at 58 % av variasjonen i tetraploidene kan tilskrives variasjonen hos det diploide utgangsmaterialet. Bragdø (upublisert) har ved parkrysninger i selekterte kloner av rødkløver påvist

foreldre-avkoms regressjon. I et tilfelle ble samme klon krysset med en god, en middels og en dårlig frøsetter, og avkommet testet i topcrossfelt med følgende resultat:

	1. generasjon	2. generasjon
god × god	55 frø/hode	52 frø/hode
» × middels	43 »	51 »
» × dårlig	32 »	37 »

Her er signifikante forskjeller, tross at den ene av foreldrene er den samme, og at testingen i topcross også til en viss grad utvisker forskjellene.

I alsikekløver har ARMSTRONG og ROBERTSON (3) hevet fertiliteten fra 20,4 frø/hode i  $C_2$  til 95,4 frø/hode i  $C_7$ . De konkluderer med at fertiliteten for størstedelen er genetisk betinget.

Også i *Brassica* har seleksjon for fertilitet gitt positive resultater. En sterk økning ved seleksjon i *B. campestris* var. *toria* ble påvist av PARTHASARATHY og RAJAN (49) og av SWAMINATHAN og SULBHA (69). Sistnevnte fikk en økning i antall frø pr. skulp fra 1,5 i  $C_1$  til 16,8 i  $C_{19}$ . Dette angis å være nesten på høyde med diploidene.

I bygg har REINBERGS og SHEBESKI (58) påvist signifikante forskjeller mellom sorter, den mest fertile på 46,8 % fertilitet, og den dårligste på 7,5 %. Forskjellen holdt seg konstant over 5 generasjoner, og lot seg ikke påvirke ved seleksjon. Heller ikke SMITH (66) fikk signifikant utslag for seleksjon innen byggsorter, men hans kryssninger mellom sorter viste variasjon, og seleksjon var effektiv. Smith påpeker en signifikant forskjell mellom 2-rads og 6-rads byggsorter (tabell 1). En slik forskjell synes imidlertid ikke å fremgå av ISINGS (29) materiale. Men Ising påviser heterosisvirkning i en rekke sortskryssninger i bygg, og disse viser størst effekt i kryssninger mellom 2-rads sorter på den ene siden og 6-rads eller en primitiv 2-rads sort på den andre.

Disse resultater i bygg stemmer med det en skal vente ved seleksjon for genetisk betingete karakterer hos selvbestøvere: utslag for seleksjon i kryssninger, men ikke innen sorter. Imidlertid har KUCKUCK og LEVAN (32) vist en betydelig stigning i fertilitet i innavlete linjer av lin ved seleksjon over en 10-års periode. Forfatterne antyder som forklaring på denne seleksjonseffekten at materialet opprinnelig ikke har vært homozygot, og at mutasjoner også kan ha spilt en rolle.

Kultivert *Sorghum* oppgis å ha 90–95 % selvbestøvning, (DOGGETT, 13). To linjer som hadde en gjennomsnittlig frøsetting på 31 % ble krysset,  $F_1$  gav 68 %, og dette nivå kunne opprettholdes ved seleksjon i senere generasjoner, (DOGGETT, 12). *Sorghum alnum* er en viltvoksende, naturlig tetraploid med høy fertilitet. Ved kryssning og tilbakekryssning av denne til kultiverte linjer av *Sorghum* har det lyktes å heve fertiliteten til 80–90 %, (DOGGETT, 13). Forfatteren konkluderer med at dominante fertilitetsgener er innført fra *Sorghum alnum*, og at bare et fåtall gener er implisert. Men en kan her ikke se bort fra at det dreier seg om artskryssninger.

I tetraploid tomat ligger tallene for fertilitet svært lavt, men også her er vist genetisk betingete forskjeller. QUADT (56) viste at fertiliteten kunne heves ved kryssning mellom innavlete linjer (tabell 1). KUZDOWICZ (33) fant mindre fertilitet hos villarter av *Lycopersicon* enn hos kultursorter, men tetraploidene stod gunstigere i forhold til diploidene hos villartene. I tetraploid salat fant EINSET (14) en meget sterkt nedsatt fertilitet (tabell 1). Men der var forskjell

mellom populasjoner, og materialet tyder på en sammenheng mellom fertilitet og heterozygoti.

De nevnte arbeider viser at fertilitet i tetraploider av forskjellige arter i alle fall til en viss grad er genetisk betinget, og kan heves ved seleksjon. Men kan fertiliteten heves til samme nivå som hos diploider, eller setter selve kromosomtallsøkningen en uoverstigelig grense for tetraploidenes fertilitet? En slik grense kan eventuelt ligge i det faktum at tetraploidene har 4 homologe genomer, og at uregelmessigheter under meiosis med aneuploide gameter som resultat derved er uunngåelig. Spørsmålet er da hvor stor betydning de cytologiske uregelmessigheter har for fertiliteten, og om det fins genetisk betingete variasjoner med hensyn til disse.

### Forholdet mellom fertilitet og cytologiske faktorer

Tabell 2 gir noen eksempler på frekvensen av univalenter (I), bivalenter (II), trivalenter (III) og kvadrivalenter (IV) pr. celle, og viser hvor stor prosent av kromosomene som i hvert tilfelle inngår i de forskjellige parringsgrupper.

Av tabellen fremgår ikke vesentlige forskjeller mellom arter. Samtlige danner univalenter, bivalenter og multivalenter, med unntak av en naturlig tetraploid. Mens kvadrivalente ofte deler seg regelmessig, 2-2, vil univalenter og trivalenter som regel gi opphav til ulik fordeling på anafasegruppene. Disse fins i alle de induserte tetraploider, om enn i liten målestokk. Tabell 3 viser fordelingen av kromosomene på anafasegruppene.

De naturlige tetraploidene skiller seg ut, men ellers er ikke forskjellene så påfallende som tilfellet er med fertilitet. Kan det da påvises en sammenheng mellom cytologiske forhold og fertilitet innen de enkelte materialer?

HAZARIKA og REES (24) påviser følgende korrelasjoner i innavlete linjer av rug:

Chiasmafrekvens i tetraploider – chiasmafrekvens i diploider, positiv korrelasjon.

Innen tetraploider:

Chiasmafrekvens	– kvadrivalentfrekvens,	positiv korrelasjon
»	– univalentfrekvens,	negativ »
Fertilitet	– kvadrivalentfrekvens,	positiv »
»	– univalentfrekvens,	negativ »

De konkluderer sine undersøkelser med at chiasmafrekvens og dermed fordelingen av parringsgrupper er genetisk kontrollert, og korrelert med fertilitet. Økning i chiasmafrekvens betinger en økning i antall kvadrivalenter på bekostning av de andre konfigurasjoner. At dette henger sammen med økning i fertilitet kan vel helst tilskrives nedgangen i univalenter og trivalenter.

I samsvar med dette er McCOLLUMS (38) og MYERS (44) arbeider med hundegras. Myers påviste signifikante forskjeller mellom kloner m.h.t. meiosis, og fant negativ korrelasjon mellom chiasmafrekvens og univalenter, og positiv korrelasjon mellom univalenter og laggards i A I, som videre var korrelert med micronuclei i tetradene. Mens fra 3 til 20 % av cellene hadde univalenter, var de tilsvarende tall for laggards i A I 3 og 30 %. Myers kunne ikke påvise korrelasjon mellom kvadrivalenter og laggards. McCOLLUM (38) sammenliknet



Art	4x	Merknader	Pr. celle				% av kromosomene deltar i				
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Rug	28	3 populasjoner middel	0,30	7,32	0,16	3,13	1,07	52,40	1,72	44,81	AASTVEIT (1)
»	»	Uselektert	1,10	9,45	0,63	1,55	3,92	67,28	6,72	22,07	HILPERT (26)
»	»	Stålråg	0,28	6,03	0,14	3,81	1,00	43,07	1,50	54,43	MÜNTZING (43)
»	»	Petkus	0,50	6,10	0,20	3,70	1,78	43,42	2,14	52,67	MORRISON og RAJATHY (41)
»	»	4 innavlelte linjer	0,55	6,17	0,30	3,54	1,97	44,15	3,22	50,66	HAZARIKA og REES (24)
Bygg	28		0,30	5,70	0,10	3,90	1,09	41,30	1,09	56,52	MORRISON og RAJATHY (41)
»	»	17 pl.	0,57	9,84	0,28	1,73	2,04	70,26	3,00	24,71	ROSENDALH (62)
Avena strigosa	28	Middel	0,10	5,00	<0,1	4,40	0,36	35,71	<1,07	62,86	MORRISON og RAJATHY (41)
Triticum monococcum	28	Middel	0,20	3,50	0,10	5,10	0,72	25,09	1,08	73,12	—>—
Mais	40	9 pl.	0,14	4,62	0,10	7,58	0,35	23,10	0,75	75,80	KADAM (31)
Kulivert	40	F <sub>6</sub> , middel	0,15	7,46	0,09	6,17	0,37	37,29	0,68	61,67	DOGGET (12)
Sorghum	»	7 pl., middel	0,11	15,78	0,27	1,83	0,28	79,30	2,04	18,39	SCHERTZ(63)
Hundegras	28	4 underarter middel	0,66	6,27	0,22	3,53	2,36	44,81	2,36	50,46	McCOLLUM (38)
Rødkløver	28	10 pl., middel	0,39	8,10	0,20	2,73	1,39	57,63	2,13	38,85	Braglio, upubl.
»	»	10 pl., C <sub>2</sub> middel	0,49	6,63	0,30	3,31	1,76	47,54	3,21	47,47	POVILAITIS og BOYES (52)
Alsikekløver	32	15 pl., middel	0,37	5,95	0,14	4,80	1,16	37,32	1,32	60,21	ARMSTRONG og ROBERTSON (3)
Brassica camp. toria	40	C <sub>19</sub>	1,10	14,98	0,74	1,68	2,75	74,90	5,55	16,80	SWAMINATHAN og SULBHA (69)
Rybs	»	8 pl.	0,03	8,92	0,03	5,51	0,08	44,60	0,22	55,10	ARMSTRONG (2)
Sukkerbete	36		0,21	9,12	0,09	4,37	0,58	50,39	0,75	48,29	BOSEMARK (5)
Løvemunn	32	Kryssninger	0,72	5,15	0,23	5,05	2,25	32,28	2,16	63,30	SPARROW et al. (67)
Dactylis	28	Naturlige polypl.	0,06	6,94	0,02	3,51	0,21	49,50	0,21	50,07	McCOLLUM (38)
glomerata	28	—>—	0,10	5,60	0,20	4,00	0,36	40,14	2,15	57,35	MORRISON og RAJATHY (41)
Hordeum bulbosum	28	—>—									—>—
Arrhenatherum elatius	»	—>—	0,00	4,30	0,00	4,80	0,00	30,93	0,00	69,06	—>—
Sorghum adnum	40	—>—	0,32	11,52	0,08	4,10	0,80	57,60	0,60	41,00	ENDRIZZI (16)
Sorghum halepense	»	—>—	0,80	14,66	0,25	2,63	1,93	70,84	1,81	25,42	—>—

Tabell 3.

## Fordelingen av kromosomene i anafasen.

Art	Merknader	% celler med ulik fordeling	Autor
Rug .....	A I, 3 populasjoner, mid.	24,2	AASTVEIT (1)
» .....	A II, C <sub>6</sub> .....	25,0	BREMER og BREMER-REINDERS (8)
» .....	A I, 2 år, middel .....	23,0	MORRISON (40)
» .....	A I, 3 populasjoner, mid.	42,7	MÜNTZING (43)
» .....		25,1	O'MARA (47)
Bygg .....		35,0	MORRISON og RAJHATHY (41)
<i>Avena strigosa</i> .....		52,0	MORRISON og RAJHATHY (41)
<i>Triticum monococcum</i> .....	A I .....	24,0	MORRISON og RAJHATHY (41)
Kultivert <i>Sorghum</i> ..	A I, 9 pl .....	36,0	SCHERTZ (63)
Hundegras .....	A I, 3 underarter, middel	44,1	MCCOLLUM (38)
Raigras .....	A I .....	47,5	MYERS (45)
Rødkløver .....	A I .....	33,4	POVILAITIS og BOYES (52)
Kål .....	A II .....	43,0	HOWARD (27)
Sukkerbete .....	A I .....	45,7	BOSEMARK (5)
Løvemunn .....	Kryssninger .....	22,2	SPARROW et al. (67)
<i>Dactylis glomerata</i> ...	A I, naturlige polyploider	2,9	MCCOLLUM (38)
<i>Hordeum bulbosum</i> ..	A I, —>—	10,0	MORRISON og RAJHATHY (41)
<i>Arrhenatherum elatius</i>	A I, —>—	6,0—30,0	MORRISON og RAJHATHY (41)

induserte tetraploider av hundegras med naturlig tetraploide underarter. Forskjellen i antall kvadrivalenter pr. celle var uvesentlig, men det ble påvist en noe høyere grad av siksak-orientering hos de naturlige. En mer vesentlig forskjell mellom de to grupper var frekvensen av univalenter og trivalenter, se tabell 2. Prosent anafaser med ulik fordeling var hos induserte 44,1 og hos naturlige 2,9. Fertiliteten hos de to grupper var 8,01 % for de induserte og 16,30 % for de naturlige tetraploider. Disse resultater tyder på at de naturlige tetraploide underarter har gjennomgått en seleksjon for fertilitet som gjenspeiler seg i meiosis. Muligheten for partiell allopolyploidi hos disse er til stede, men dette burde også gi utslag i frekvensen av kvadrivalenter.

DOGGETTS (13) cytologiske undersøkelser av den naturlig tetraploide *Sorghum almum* og dens høyt fertile kryssninger med kultivert *Sorghum* omfatter bare 4 planter. Disse viser følgende parringsgrupper, middel: 0,02<sub>I</sub> 12,56<sub>II</sub> 0,00<sub>III</sub> 3,74<sub>IV</sub>. Dette er artskryssninger, og forskyvningen i retning mot bivalenter i forhold til kultivert *Sorghum* (tabell 2) skyldes sannsynligvis partiell allopolyploidi. Men frekvensen av kvadrivalenter er like høy som hos mange av de induserte tetraploider av andre arter.

CHEN, SHEN og TANG (10) fant forskjeller i meiosis mellom linjer av bygg. I noen linjer fantes bare bivalenter, og disse hadde relativt høy fertilitet.

GILLES og RANDOLPH (21) undersøkte samme år meiosis i to generasjoner av en maissort, hvorav den ene hadde vært selektert for fertilitet i 10 generasjoner, og fant nedgang i kvadrivalentfrekvensen fra 8,47 til 7,46, og en tilsvarende økning i bivalenter.

AASTVEIT (1) fant i populasjoner av rug at fertiliteten hadde nær sammenheng med aneuploidifrekvensen. Dette kunne igjen føres tilbake til anafasefordelingen og videre til fordelingen av parringsgrupper i M I, idet de minst fertile populasjoner hadde høyest frekvens univalenter, trivalenter og kvadrivalenter. Av kvadrivalenter hadde den minst fertile populasjon relativt flest

av de konfigurasjoner som er mest utsatt for skjev fordeling. BREMER og BREMER-REINDERS (8) og HILPERT (26) fant at seleksjon for fertilitet resulterte i mer regelmessig meiosis. I Bremer og Bremer-Reinders materiale endret aneuploidifrekvensen seg fra 12,16 i  $C_3$  til 7,40 i  $C_6$ . De tilsvarende tall for ulik fordeling i anafasen var 50 og 25 %. Dette viser en tydelig effekt på meiosis av seleksjon for fertilitet. Hilpert fikk derimot intet utslag ved en generasjons seleksjon for regelmessig meiosis.

Også MORRISON (40) fant sammenheng mellom fertilitet og aneuploidifrekvenser i rug, men han kunne ikke påvise noen sammenheng mellom fertilitet og meiosis. MORRISON og RAJHATHY (41) undersøkte meiosis i induserte tetraploider av *Triticum monococcum*, *Avena strigosa*, rug, bygg, lin og mais, og i to naturlige tetraploider, *Hordeum bulbosum* og *Arrhenatherum elatius*. De kunne ikke påvise vesensforskjeller i M I, hverken innen eller mellom arter. Det fremgår likevel at en av de naturlig tetraploide populasjoner var praktisk talt fri for univalenter og trivalenter, og hadde mer regelmessig anafasefordeling (tabell 2 og 3). De fant ingen korrelasjon mellom chiasmfrekvens og kvadrivalentfrekvens, og heller ikke mellom fertilitet og meiosis. Lin, som ble selektert for fertilitet, viste store miljømessige variasjoner m.h.t. fertilitet, mens de cytologiske resultater var mer stabile. Forfatterens konklusjon er at mens fertilitet sannsynligvis er genetisk regulert, er det usannsynlig at seleksjon på grunnlag av cytologi har noen verdi.

I løvemunn kunne SPARROW *et al.* (67) ikke påvise noen vesensforskjeller i meiosis mellom svært lite fertile linjer på den ene siden og krysninger med bedre fertilitet på den andre. De mest fertile hadde noe mer regelmessig anafasefordeling og noe bedre pollenkvalitet, men forfatterens konklusjon er at dette ikke er nok til å svare for forskjellen i fertilitet.

EINSET (14) angir fertiliteten i salat å variere fra 0 til 50 %, og heterozygot materiale å være mer fertilt enn homozygot. Han undersøkte makrosporemorecellene, og fant at sterilitet skyldes fullstendig sammenbrudd av meiosis i disse, og delvis manglende vekst av pollenslangen.

I *Brassica campestris var. toria* oppnådde SWAMINATHAN og SULBHA (69) en sterk økning i fertilitet fra  $C_1$  til  $C_{19}$ . Samtidig fikk han følgende endring i meiosis:

$C_1$	0,40 <sub>I</sub>	11,68 <sub>II</sub>	0,15 <sub>III</sub>	3,95 <sub>IV</sub> ,	1,5 frø pr. skulp
$C_{19}$	1,10 <sub>I</sub>	14,98 <sub>II</sub>	0,74 <sub>III</sub>	1,68 <sub>IV</sub> ,	16,8 frø pr. skulp

Der kunne ikke påvises forskjeller i chiasmfrekvens. Det har funnet sted en forskyvning fra kvadrivalenter til bivalenter, men også en økning av univalenter og trivalenter, som står i motsetning til de nevnte arbeider i rug.

Aneuploide gameter er en uunngåelig følge av uregelmessigheter under meiosis, og det fremgår av disse arbeider at en slik sammenheng er påvist i flere arter. Derimot er resultatene varierende m.h.t. sammenheng mellom meiosis og fertilitet. I noen arter, spesielt i rug som er mest bearbeidet, er det påvist at der er en sammenheng mellom fertilitet og cytologiske uregelmessigheter, og at disse delvis er genetisk betinget. Det er likevel sannsynlig at en slik sammenheng er alminnelig, men at ikke hele variasjonen i fertilitet kan føres tilbake til meiosis. Gener som regulerer fertiliteten hos diploider må ventes også å virke hos tetraploider, utenom meiosis. Disse vil tjene til å maskere effekten av variasjoner i meiosis. Det samme gjelder eventuelle fysiologiske forstyrrelser under pollinering og frøutvikling hos tetraploidene. Slike

kan også muligens være genetisk betinget, men behøver ikke å avspeiles i meiosis. Nedenfor vil bli nevnt eksempel fra rødkløver og sukkerbete som vanskelig kan forklares ved annet enn fysiologiske forstyrrelser. Det vil også bli vist senere at miljøet spiller en vesentlig rolle for fertiliteten, og dette vil også føre til at sammenheng mellom fertilitet og meiosis kan være vanskelig å påvise selv om den er til stede.

### Betydningen av aneuploide gameter

Av tabell 3 fremgår at en stor del av anafasegruppene er aneuploide, i flere tilfeller over 40 %. Hvis alle disse gav opphav til funksjonsdyktige gameter og utviklet frø, ville det gjenspeiles i avkommet med over 64 % aneuploider. Tabell 4 viser frekvensen av aneuploider i en del populasjoner.

Tabell 4. *Frekvensen av aneuploider i populasjoner.*

Art	Merknader	% aneuploider	Kromosomtall variasjon	Autor
Rug	3 populasjoner, middel	14,27	26-30	AASTVEIT (1)
»	1 populasjon	15,00	26-30	BREMER og BREMER-REINDERS (8)
»	Dubbel Stål	14,72	25-31	HAGBERG og ELLERSTRÖM (23)
»	Petkus	13,00	27-30	MORRISON (40)
»	5 populasjoner, middel	22,77	26-31	MÜNTZING (43)
»		18,00	27-31	O'Mara (47)
»	Petkus	18,00	26-30	WALTHER (71)
Bygg	Avkom av euploider, 2 år	43,80	27-41	ISING (29)
»	C <sub>4</sub> , 4 sorter, middel	37,00	26-31	REINBERGS og SHEBESKI (59)
»	C <sub>2</sub>	48,93	26-43	ROMMEL (60)
Mais	Avkom av euploider	32,43	36-43	CATCHESIDE (9)
»	3 populasjoner, middel	38,79	36-42	KADAM (31)
»	Avkom av euploider	50,00	37-42	RANDOLPH (57)
Hundegras	Naturlige tetraploider	41,00	27-30	MYERS og HILL (46)
Raigras	3 linjer, middel	41,33		BARCLAY og ARMSTRONG (4)
Rødkløver	Triplo, 2 år, middel	26,50	26-30	BRACDØ, upublisert
»	Sortert velutviklet frø	28,00		JULÉN (30)
Sukkerbete	2 populasjoner, middel	33,75	33-39	BOSEMARK (5)
»	2 år, middel	35,64	32-39	ROMMEL (61)
Salat	Avkom av euploider	20,00	35-38	EINSET (15)

Bare i enkelte tilfeller bygger de to tabeller på samme materiale og er derfor ikke direkte sammenliknbare. Men nivåene i sin helhet viser likevel at frekvensene av aneuploider er redusert i forhold til det ventete på grunnlag av anafasefordelingene. Dette kan illustreres ved et eksempel: AASTVEIT (1) fant i tre populasjoner av rug:

Prosent anafaser med ulik fordeling	37,9	24,4	10,3
» aneuploide planter	22,2	12,4	8,2

Hvis alle aneuploide gameter hadde kunnet gi opphav til frø, skulle en vente henholdsvis 61,4 42,8 og 19,5 % aneuploider. Utviklingen av en del aneuploider stopper på et eller annet trinn, som gameter, embryoner eller som svake, lite levedyktige planter.

GÜLCAN og SYBENGA (22) sammenliknet kromosomfordelingen i A I med kromosomtallet i mikrosporene hos rug, tomat og *Tradescantia virginiana*: Prosent-tallene for rug gjengis her:

Kromosomtall	12	13	14	15	16
A I, %	4,6	27,7	55,5	13,2	0,0
Pollen, %	2,9	18,9	62,1	14,0	2,1

Resultatet for de to andre arter var liknende. En forskyvning i anafasen i retning hypoploider må ventes p.g.a. laggards. En forskyvning i motsatt retning i pollen kan kanskje forklares ved at en del pollen, i første rekke hypoploid, har gått til grunne. Selv om det kan spores tap av aneuploide gameter, er det likevel tydelig at mesteparten utvikles, i alle fall til 1. pollenmitose.

PUNYASINGHS (55) kromosomtelling i mikrosporene av triploid mais viser en tilnærmet normalfordeling, med 15 som det mest frekvente tall. Dette er i overensstemmelse med forventningen, og tyder på at relativt få gameter har gått til grunne. Punyasingh refererer etter FISHER (18) frekvenser for kromosomtall i mikrosporene hos tetraploid mais. Disse viser 42,26 % med 20 kromosomer, og variasjon fra 14 til 24, noen flere hypo- enn hyper-ploider. Kromosomtelling i avkommet av Punyasinghs krysninger  $2x \times 4x$  viste 65,32 % med 30 kromosomer, og variasjon fra 27 til 32 som avspeiler kromosomtall i pollen fra 17 til 22. Dette viser at aneuploidifrekvensen er redusert, og de mest ekstreme er falt bort. I krysningen  $4x \times 2x$  var der 48,24 % med 30 kromosomer, og variasjon fra 26 til 34. Frekvensen av aneuploider er redusert i forhold til det ventete på grunnlag av Fishers tellinger i mikrosporene. Men eliminasjonen er betydelig større i pollenet enn i makrosporene. Dette tyder på at i alle fall en del av eliminasjonen har foregått i gametstadiet. Men i begge krysninger kan det også ha foregått en eliminasjon i embryostadiet. SHAVER (65) fant i krysninger av tetraploid mais 45 % aneuploider og kromosomtall som varierte fra 37 til 44. Dette er færre aneuploider og et snevrere område enn det ventete på grunnlag av gametenes funksjonsdyktighet i Punyasinghs  $2x-4x$ -krysninger, og tyder på at der også foregår en reduksjon i embryostadiet, eller under befruktning.

Disse undersøkelser i mais viser at det skjer en eliminasjon av aneuploider i løpet av utviklingen fra 1. pollenmitose til embryo er utviklet. Sammenlikning av kromosomfordelingen på anafasegruppene i meiosis og aneuploidifrekvenser i andre arter viser at noe liknende finner sted generelt, men bare en nærmere undersøkelse av gamet- og embryoutviklingen kan vise når prosessen stopper. Den reduksjon i fertilitet som skyldes meiosis må være et direkte resultat av aborterende gameter, i første rekke hunlige, og/eller embryoner.

Hvilken virkning har så aneuploidien i de embryo som utvikles? I kløver, rug og bygg er det påvist at en stor del av det aneuploide frøet er smått og skrumpet. (JULÉN, 30, MÜNTZING, 42, WALTHER, 71, HAGBERG og ELLERSTRÖM, 23, BREMER og BREMER-REINDERS, 8, HELGASON og ROMMÉL, 25). I rødkløver fant JULÉN 72 % aneuploider blant smått og skrumpet frø, 28 % hos velutviklet. Müntzing fant i selektert dårlig frø av rug 42,5 % aneuploider og 16,2 % i den beste fraksjonen. Walther fant for de tilsvarende frøgrupper 72,2 og 16,4 % aneuploider. I de tilsvarende fraksjoner av bygg fant Helgason og Rommel 63,3 og 16,5 % aneuploider. Både i rug og bygg er der relativt

flest hypoploider i den dårlige fraksjonen. Ofte er en stor del av frøet så dårlig at det ikke er spiredyktig (ROMMEL, 60, m.fl.). En kan vel regne med at dette for en stor del er ekstreme aneuploider. I raigras viste BARCLAY og ARMSTRONG (4) at aneuploider har mindre frøvekt enn euploidene. Videre er det påvist at aneuploide planter gjennomgående er svakere enn euploidene. REINBERGS og SHEBESKI (59) fant blant aneuploider i bygg 65,3 % dverger, mens det blant euploider var 14,3 %. Også Helgason og ROMMEL (25) fant mange dverger blant tetraploid bygg. I rug fant BREMER og BREMER-REINDERS (8) at aneuploider var mindre enn euploidene, og HAGBERG og ELLERSTRÖM (23) fant at hypoploidene var svakere enn hyperploidene. I bete har BOSEMARK (5), ROMMEL (61) og LINDE-LAURSEN (35) vist at aneuploide røtter er mindre enn euploide. Bosemark fant aneuploidenes rotvekt å være 65–70 % av euploidenes.

Også fertiliteten er nedsatt hos aneuploidene. AASTVEIT (1) fant at euploider fra en rugpopulasjon hadde fertilitet på 96,7 %, mens aneuploidenes var 82 %. Også HAGBERG og ELLERSTRÖM (23) har vist en betydelig nedsatt fertilitet i aneuploid rug. MORRISON (40) bestemte fertiliteten innen grupper av aneuploidrug med følgende resultat:

Kromosomtall	14	28	27	29	30
% fertilitet	88,5	81,3	62,2	69,1	70,4

SHAVER (65) gjorde tilsvarende undersøkelser i mais, med følgende resultat:

Kromosomtall	37	38	39	40	41	42	43	44
% fertilitet	0,0	30,7	60,6	76,6	67,4	48,0	—	0,0
Kr.tall i avkom, middel		38,3	39,2	40,2	40,7	41,1	41,9	—

Euploidene var signifikant forskjellig fra aneuploidene, men forskjell mellom aneuploider var ikke signifikant. Forskjeller i kromosomtall i avkommet var signifikant. Lavere fertilitet hos aneuploider enn hos euploider er også vist i bygg, (ROMMEL, 60), i sukkerbete (ROMMEL, 61) og i salat, (EINSET, 15). Ved bestemmelse av aneuploidifrekvensen av småplanter i sukkerbete fant BOSEMARK (5) 33,8 % aneuploider, middel for to populasjoner, mens bestemmelse på utvokste planter av samme populasjoner i vanlig bestand gav 25,5 %. Dette viser at frekvensen av aneuploider er redusert i løpet av veksttiden.

Disse resultater viser at den opprinnelig høye aneuploidifrekvensen i gametene reduseres, først i gametene og/eller under embryoutviklingen, videre ved frø som ikke er spiredyktig, med svake planter som ikke når fram til frøsetting, og endelig med dårlig fertilitet. Dette bidrar til å holde aneuploidifrekvensen nede. Bosemark undersøkte avkommet av to populasjoner av sukkerbete, hvorav den ene bestod av bare euploider, den andre hadde 25 % aneuploider. Han fant henholdsvis 38,6 og 39,5 % aneuploider i avkommet, og konkluderer med at bare en generasjon har vært nok til å oppnå likevektstilstand.

Dårlig frø og svake planter reduserer aneuploidifrekvensen. Men frø som ikke er spiredyktig, eller som gir opphav til ekstremt svake planter kan ikke betraktes som vesensforskjellige fra dem som dør på et tidligere stadium. Reduksjonen i tetraploidenes fertilitet p.g.a. aneuploidi er derfor enda større enn det prosent fertilitet vanligvis gir uttrykk for.

## Miljøets innflytelse på aneuploidifrekvensen

Aneuploidifrekvenser i populasjoner viser store variasjoner, men arbeider som foreligger i enkelte arter tyder på at de er sterkt avhengig av miljø. MOORE (39) fant i en rugsort, når den ble frøavlet i Svalöv, 16,3 % aneuploider, og i samme sort frøavlet i Davis, California 26,6 %. HAGBERG og ELLERSTRÖM (23) fant størst frekvens aneuploider blant smått frø, ved sammenlikning innen samme felt. Men samtidig viser de det motsatte ved sammenlikning av nærtstående populasjoner, frøavlet på forskjellige steder. En populasjon med 1000-korn vekt på 48,2 hadde 20,4 % aneuploider, mens en annen hadde 1000-korn vekt på 37,3, og 6,8 % aneuploider. Dette må skyldes at begge faktorer er miljøpåvirket. ROMMELS (60) data for aneuploidi i bygg tyder også på en større aneuploidifrekvens i år med godt klima, da plantene også var best utviklet. I rødkløver fant Bragdø (upublisert) etter frøavl i Prosser, Washington, 38,5 % aneuploider. Frøet var jevnt velutviklet. Samme sort gav ved frøavl på Ås 14,5 % aneuploider. Dette var i et relativt dårlig år, med mye dårlig frø.

Disse data viser at aneuploidene er mer følsomme overfor miljøet enn euploidene, og mange av de aneuploide embryoner utvikles bare under de beste betingelser. Det kan tenkes å være en direkte følge av ytre miljø, eller det kan henge sammen med en bedre utvikling av morplanten under gode vekstbetingelser.

Det kan imidlertid tenkes at miljøet kan ha innflytelse på et tidligere tidspunkt enn embryoutviklingen. HILPERT (26) fant ved seleksjon for busking i rug at dette resulterte i mer regelmessig meiosis. WALTHER (71) fant at meiosis i rug ble påvirket av næringstilgang. FUNKE (20) fant i forsøk med pollen-spiring hos alsikekløver at frekvensen abnorme pollenslanger var avhengig av spiringstermin.

En må derfor regne med at miljøets innflytelse kan gjøre seg gjeldende under hele utviklingsperioden, meiosis, pollenspiring, befruktning og frøutvikling.

## Pollenkvalitet

I det foregående er nevnt at den første eliminasjon av aneuploider sannsynligvis foregår i gametene. Derfor er det av interesse å påvise eventuelle forskjeller i pollenkvalitet. Tabell 5 viser noen eksempler på frekvensen av dårlig pollen, dvs. pollen som er skrumpet eller ikke lar seg farge, i de fleste tilfeller med aceto-karmin.

En merker seg at de fleste tall ligger relativt lavt, om enn noe høyere enn hos diploidene. Forsøk på å finne sammenheng mellom fertilitet og pollenkvalitet etter denne bedømmelse har vist varierende resultater, og fremgår av følgende:

ROSENDAHL (62) fant i bygg en korrelasjonskoeffisient for fertilitet-pollenkvalitet på 0,49. SHAVER (65) fant en sammenheng mellom disse faktorer ved sammenlikning mellom grupper av aneuploider i mais. Innen gruppene var der tendens, men ikke signifikant korrelasjon. PUNYASINGH (55) fant til en viss grad overensstemmelse i aneuploid mais. I SWAMINATHAN og SULBHAS (69) materiale av *Brassica* skjedde ikke noen endring i pollenkvalitet i løpet av 19 generasjoner, mens fertiliteten i samme tidsrom viste sterk stigning.

Tabell 5. *Pollenkvalitet ifølge morfologi etter farging.*

Art	Merknader	% dårlig pollen		Autor
		4x	2x	
Rug	Euploider	5,95		MOORE (39)
»	212 pl.	9,10		MÜNTZING (43)
Mais	46 pl.	4,60		SHAVER (65)
Kultivert <i>Sorghum</i>	9 4x pl.	68,00	9,00	SCHERTZ (63)
Hundegras	4 underarter, middel	16,70	11,70	McCOLLUM (38)
Rødkløver	515 4x pl.	15,51	2,94	Bragdø, upubl.
»	»	18,71	10,29	MACKIEWICZ (36)
»	C <sub>2</sub> , 10 pl.	32,90		POVILAITIS og BOYES (52)
Alsikekløver	15 4x pl.	7,10	2,90	ARMSTRONG og ROBERTSON (3)
»	»	13,00	4,80	FUNKE (20)
Rybs <i>Brassica camp. toria</i>	8 4x pl.	6,00	4,60	ARMSTRONG (2)
»	C <sub>10</sub>	9,80		SWAMINATHAN og SULBHA (69)
Sukkerbete	3 linjer, middel	24,10	8,60	BOSEMARK (6)
Salat	67 pl., avkom av euploider	7,20		EINSET (15)
Løvemunn	Innavlet	44,70		SPARROW et al. (67)
»	Kryssninger	14,00		SPARROW et al. (67)

ARMSTRONG og ROBERTSON (3) kunne ikke påvise noen slik sammenheng i alsikekløver, heller ikke mellom pollenkvalitet og meiosis. I rødkløver fant POVILAITIS og BOYES (52) og BRAGDØ (upubl.) korrelasjon mellom pollenkvalitet og fertilitet, begge signifikant på 0,01 % nivået. Meiotiske uregelmessigheter og pollenkvalitet viste tendens til sammenheng, men korrelasjonen var ikke signifikant. I begge disse arbeider ble det imidlertid observert uregelmessigheter i tetradene som ikke kan tilskrives meiotiske forstyrrelser. En stor del av tetradene inneholdt overtallige kjerner. Bragdø fant opptil 40 % tetrader med mer enn 4 kjerner. Det ble ikke observert multipolare spindler, så fragmenteringen må ha foregått etterat meiosis var avsluttet. Der var korrelasjon mellom abnorme tetrader og pollenkvalitet. Samme fenomen er også observert i sukkerbete, (BOSEMARK, 6, FISHER og SCHNEIDER, 19). Bosemark fant opptil 7 overtallige kjerner, og korrelasjon mellom abnorme tetrader og pollenkvalitet. Overtallige kjerner ble ikke observert i diploider. Disse resultater kan vanskelig forklares på annen måte enn ved fysiologiske forstyrrelser, og de nevnte arbeider tyder på at de kan være genetisk betinget.

De foreliggende resultater viser en tendens til sammenheng mellom pollenkvalitet og fertilitet, men korrelasjonen er svak. En slik korrelasjon vil etter utkrysning bety en korrelasjon mellom hanlige og hunlige gameter. Men denne kan forstyrres av flere faktorer. Tidligere er nevnt eksempler på at aneuploide makrosporer er mer levedyktige enn mikrosporene. Hvis dette gjelder i større eller mindre grad, vil det tjene til å maskere korrelasjonen. Videre vet en lite om hva som foregår i makrosporecellene. Hvis der opptrer forstyrrelser i likhet med dem som er påvist i mikrosporene hos rødkløver og sukkerbete, vil det også kunne bidra til at en eventuell korrelasjon ikke kan oppdages. Endelig spiller miljøet som tidligere nevnt en rolle for utviklingen av aneuploid frø, og dermed også for fertilitet.



Som nevnt ligger nivået for pollenkvalitet relativt høyt. Den fraksjonen som blir karakterisert som dårlig er antakelig bare de mest ekstreme aneuploidene. En korrelasjon mellom pollenkvalitet og frøsetting kan ventes bare hvis der er et bestemt forhold mellom denne fraksjonen og de aneuploider som aborterer på et senere stadium, som gameter eller embryo. Sammenlikning av denne metoden for bestemmelse av pollenkvalitet med pollenspiring på kunstig medium er foretatt av LACZYNSKA-HULEWICZ og MACKIEWICZ (34) og BRAGDØ (7). Begge viste en signifikant korrelasjon mellom de to metoder. Men nivået for frekvensen av godt pollen var forskjellig. Følgende middeltall for prosent godt pollen ble observert:

	Laczynska-Hulewicz		Bragdø	
	2x	4x	2x	4x
Farging, % .....	92	83	96	87
Spiring, % .....	65	36	87	50

Disse tall sammen med resultatene fra triploider og aneuploider tyder på at differensen mellom farget og spirt pollen skyldes aneuploidi, og at en stor del aneuploid pollen ikke spirer på kunstig medium. Korrelasjonen mellom de to metoder tyder på at pollenfarging avspeiler pollenkvaliteten hva evne til spiring angår.

### Pollinering og frøutvikling

For å komme nærmere inn på hva som er årsak til sterilitet, og til variasjoner i sterilitet, må også utviklingen av de hunnlige organer undersøkes. Det materialet som foreligger på dette området er svært begrenset, men fins i enkelte arter.

POVILAITIS og BOYES (53, 54) fant hos diploid rødkløver en sterk sammenheng mellom frøsetting og type av ovarium, idet planter som var selektert for høy fertilitet hadde større prosent ovarier med 2 velutviklede embryosekker enn de med lav fertilitet. Videre hadde de minst fertile en større prosent embryoner som stoppet i utviklingen. Dette stemmer med SCHIEBLICH'S (64) resultater som viste at frøantall pr. blomst i diploid rødkløver er genetisk betinget. I løpet av 5 generasjoner lyktes det å heve frekvensen av belger med 2 frø fra 0,6 % til 30 %. MACKIEWICZ (36) fant ingen forskjell mellom diploid og tetraploid rødkløver m.h.t. antall embryosekker pr. ovarium. Men tetraploidene hadde en større frekvens abnorme embryosekker, ubefruktede gameter og abnorme embryoner. Tilsvarende resultater fikk MACKIEWICZ (37) av sine undersøkelser i alsikekløver (37). Ved spiring av rødkløverpollen på kunstig medium oppnådde MACKIEWICZ (36) 37,19 % spiring hos tetraploidene, men der var mange abnorme, forgrenete pollenslanger. Han trekker den konklusjon at steriliteten skyldes delvis pollenet, men mest uregelmessigheter etter befruktning. Også FUNKE (20) observerte forgrenete pollenslanger og flere slanger fra samme pollenkorn både i rødkløver og i alsikekløver ved spiring på kunstig medium og på arret. Noen av Funkes observasjoner fra alsikekløver gjengis her:

	2x	4x
Pollenkvalitet % .....	95,2	79,1
Pollenspiring %, kunstig medium .....	87,0	18,0
Abnorme spirer %, kunstig medium ...	0,6—1,1	9,2—17,7
Abnorme spirer %, arret .....	0,0	8,6

Disse resultater viser at selv om pollenslangen vokser i griffelen, er der abnormiteter som kan forårsake at normal befruktning kan utebli.

PANDEY (48) fant i rødkløver en større frekvens abnorme embryosekker hos tetraploider enn hos diploider. Men han trekker den konklusjon at den vesentligste årsak til sterilitet er sammenbrudd av endospermutviklingen, med følgende død av embryo. COOPER og BRINK (11) fant at en stor del av sterilitet i *Lycopersicon pimpinellifolium* skyldes stopp i frøutviklingen. Hos *Galeopsis pubescens* fant HÅKANSSON (28) en høy grad av sterilitet som skyldtes abnorm utvikling av embryosekken, manglende befruktning eller stopp i den videre utvikling. EINSET (14) fant at sterilitet i salat skyldes delvis at meiosis i makrosporemorecellene bryter sammen, og delvis at pollenet ikke spirer på arret.

Av disse arbeider synes å fremgå at en vesentlig del av steriliteten oppstår etter befruktning, men at også en del må tilskrives gametene, særlig makrosporene.

## Diskusjon

Etter de arbeider som er referert kan en trekke den slutning at fertiliteten er genetisk regulert og kan heves ved seleksjon. Men med det kjennskap en har til cytologiske uregelmessigheter og aneuploidi synes det å være små muligheter forat de kan nå diploidenes nivå uten ved å fremskynde diploidisering. Det synes å være helt klart at hovedårsaken til steriliteten er aneuploidi, som er en direkte følge av univalent- og multivalentdannelse under meiosis. Når dette ikke har kunnet la seg påvise klarere og mer generelt enn hva tilfellet er, kan det komme av at de forskjeller i meiosis som fins innen hvert materiale er relativt små, og maskeres av andre faktorer, fertilitetsgrenser, fysiologiske forstyrrelser og miljø. Men disse er knapt virkningsfulle nok til å utviske de forskjeller i fertilitet mellom diploider og tetraploider som skyldes cytologiske uregelmessigheter. Virkningen av eventuelle fertilitetsgener som virker uavhengig av meiosis, vil motvirkes av aneuploide gameter så lenge det i meiosis dannes parringsgrupper som gir skjev fordeling.

Det er likevel et faktum at noen arter har nådd ganske høy fertilitet, mens andre er svært dårlige. Hva er årsaken til den store variasjon mellom arter? Følgende beregning vil tjene til å belyse dette spørsmålet: Hvis det forutsettes at aneuploidi er årsak til sterilitet, vil denne være lik frekvensen av aneuploider hvis alle gameter gir opphav til avkom ÷ den observerte aneuploidifrekvens i avkommet. Denne differensen kan beregnes hvis en kjenner:

1. frekvensen av anafaser med ulik fordeling,
2. aneuploidifrekvensen i avkommet av de samme planter,
3. hvor stor del av eliminasjonen som foregår i gametstadiet.

Slikt materiale foreligger ikke, men det kan vises generelt hvilken virkning hver av disse tre faktorer har:

$a$  = frekvens aneuploide gameter, opprinnelig.

$b$  = » » » som gir opphav til avkom.

I. Eliminasjonen tenkes å foregå bare i gameter:

Aneuploide gameter =  $a$  (observeres i anafase eller mikrosporer)

Aneuploid avkom =  $2b - b^2$  (observeres i avkom)

Døde, aneuploide makrosporer = sterilitet =  $a - b$

II. Eliminasjonen tenkes å foregå bare i embryo:

Aneuploide gameter =  $a$

Ventet aneuploid avkom =  $2a - a^2$

Observervert » » =  $2b - b^2$

Døde, aneuploide embryo = sterilitet =  $2a - a^2 - 2b + b^2$

II — I = forskjell i sterilitet mellom disse to grensetilfeller =  $a - a^2 - b + b^2$ .

En ser at steriliteten avhenger av den opprinnelige aneuploidifrekvens, aneuploidenes levedyktighet, og av stadiet hvor eliminasjonen foregår. Relativt små forskyvninger i en av disse faktorer kan bevirke betydelige forskjeller i sterilitet.

Tallene som er oppgitt i tabell 3 og 4 egner seg ikke for slike beregninger, da ulikt materiale og miljø vil gi for store feil. Det er derfor ikke mulig her å få sammenliknet arter. Men innen rug fins de nødvendige observasjoner i de samme populasjoner, (AASTVEIT, 1), og her kan forskjell mellom populasjoner demonstreres:

Populasjon	1	2	3
Observervert aneuploidi i anafasen = $a$ .....	0,38	0,24	0,10
Observervert aneuploidi i avkommet = $2b - b^2$ ..	0,22	0,12	0,08
$b$ .....	0,11	0,06	0,04
I. $a - b$ .....	0,27	0,18	0,06
II. $2a - a^2 - 2b + b^2$ .....	0,41	0,30	0,11
II — I. $a - a^2 - b + b^2$ .....	0,14	0,12	0,05

Steriliteten hos de tre populasjoner er følgende:

Ventet sterilitet	27–41 %	18–30 %	6–11 %
Observervert sterilitet	29 %	23 %	19 %

Når en ser hvilken virkning hver av disse tre faktorer har, kan forskjell i fertilitet mellom tetraploider og diploider, såvel som mellom tetrabloide arter meget lett forklares. Spesielt kan en merke seg at selv to arter som ikke viser forskjell i meiosis eller aneuploidifrekvens vil kunne vise betydelige forskjeller i fertilitet hvis den ene har eliminasjon av aneuploider vesentlig i gametstadiet og den andre i embryostadiet.

## Sammendrag

Artikkelen bygger på litteraturstudier og omfatter induuerte tetraploider av flere arter.

Fertiliteten hos tetraploider, beregnet i forhold til diploider, varierer fra ca. 10 til 90 %.

Flere av de nevnte arbeider viser at fertiliteten i alle fall til en viss grad er genetisk betinget.

Alle induuerte tetraploider danner univalenter, bivalenten, trivalenten og kvadrivalenten under meiosis, og har en viss frekvens av anafaser med ulik kromosomfordeling.

Noen arbeider viser at cytologiske faktorer til en viss grad er genetisk betinget, og korrelert med fertilitet, mens andre ikke har kunnet påvise en slik korrelasjon. Det er trukket den konklusjon at en sammenheng mellom disse faktorer sannsynligvis fins generelt, men er vanskelig å påvise da den maskeres av andre effekter som virker uavhengig av meiosis.

En større eller mindre prosent av tetraploidenes avkom er aneuploider. Disse er mest frekvente blant smått, skrumpet frø, og aneuploide planter er ofte svake og mindre fertile enn euploidene. Frekvensen av aneuploider er sterkt miljøbetinget.

Aneuploidifrekvensen i avkommet er mindre enn ventet på grunnlag av den opprinnelige frekvensen av aneuploide gameter. De manglende dør, delvis som gameter, delvis som embryoner. Denne fraksjonen synes å kunne forklare tetraploidenes sterilitet. Variasjoner i sterilitet kan tilskrives variasjoner i den opprinnelige aneuploidifrekvens i gametene og i aneuploide gameter og embryoners levedyktighet.

Tetraploidenes fertilitet kan heves ved seleksjon. Om den kan heves til diploidenes nivå er enda et åpent spørsmål. Meiotiske uregelmessigheter må i tilfellet reduseres betydelig.

## Summary

The paper is based on a study of literature, and comprises induced tetraploids of various species.

The fertility of the tetraploids, compared with the diploids varies from 10 to 90 %.

On the basis of several species it is concluded that fertility at least to a certain extent is genetically controlled.

All induced tetraploids form univalents, bivalents, trivalents and quadrivalents at meiosis, and all possess some frequency of anafase cells with unequal chromosome distribution.

Some papers show that cytological irregularities to a certain extent are genetically controlled, and correlated with fertility, while in other cases such a correlation can not be detected. It is concluded that an association between these characters may generally exist. But it is difficult to detect, as it may be masked by other effects, working independently of meiosis.

All tetraploids produce some fraction of aneuploid offspring. These are most frequent among small and shrivelled seeds, and aneuploid plants are often weak and less fertile than the euploids. The frequency of aneuploids is strongly affected by the environment.

The frequency of aneuploid offspring is smaller than expected on the basis of the original frequency of aneuploid gametes. The missing fraction is due to abortion, partly by gametes, partly by embryo. This fraction may explain the sterility of the tetraploids. The variation in sterility may be due to variations in the original frequency of aneuploid gametes, and to variation in the vitality of aneuploid gametes and embryo.

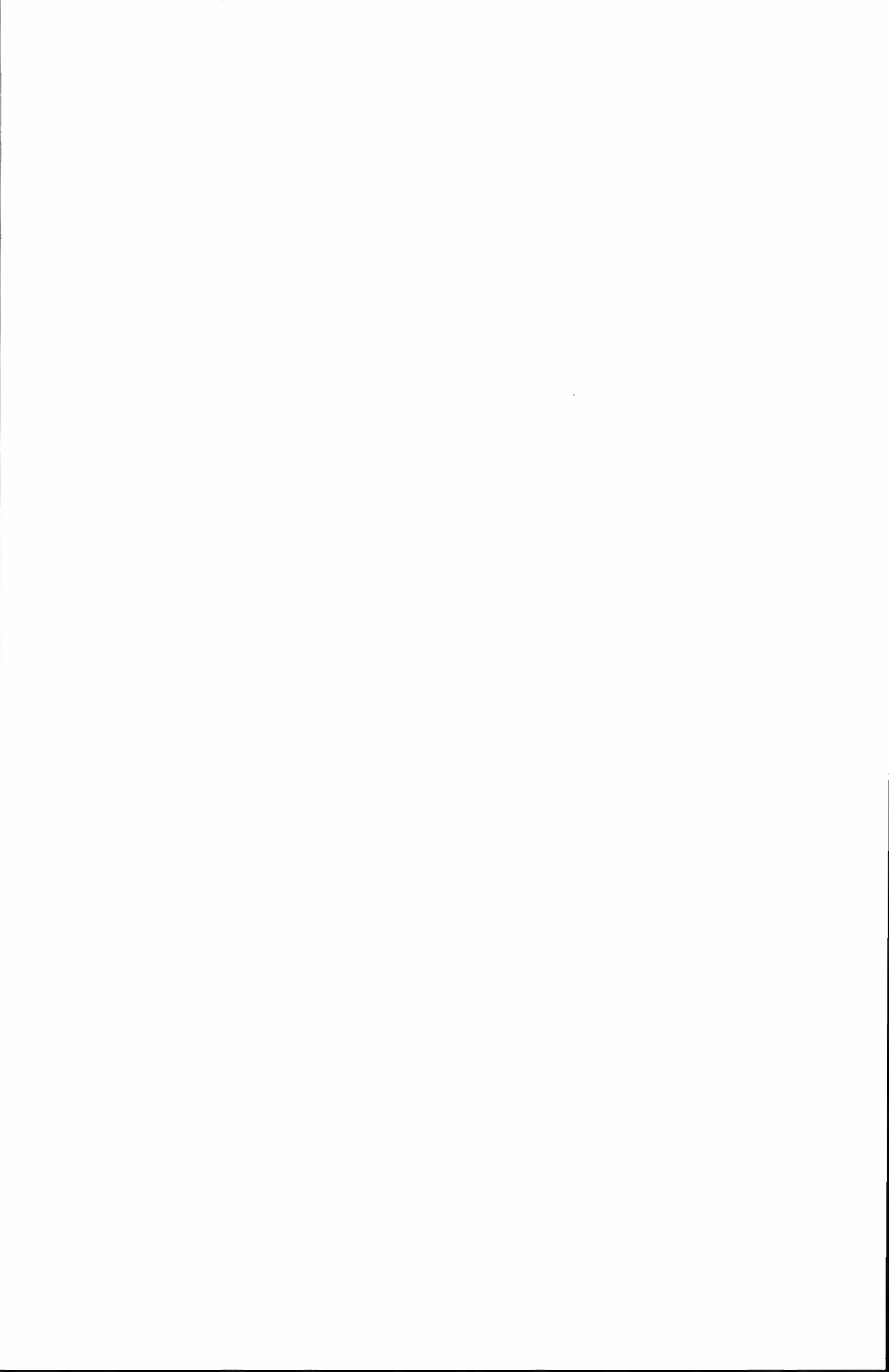
The fertility of the tetraploids can be improved by selection. If it can be raised to the level of the diploids is still in question, and seems to depend on the possibility of reducing the meiotic irregularities.

### Litteratur

1. AASTVEIT, K., 1967. Variation and selection for seed set in tetraploid rye. – *Hereditas* (in the press).
2. ARMSTRONG, J. M., 1950. A tetraploid form of annual rape induced by colchicine. – *Trans. Roy. Soc. Can.* 44: 21–38.
3. ARMSTRONG, J. M. and ROBERTSON, R. W., 1956. Studies of colchicine-induced tetraploids of *Trifolium hybridum* L. I. Cross and self-fertility and cytological observations. – *Can. J. Agr. Sci.* 36: 255–266.
4. BARCLAY, P. C. and ARMSTRONG, J. M., 1966. Certain aspects of chromosome number and seed size in induced tetraploid pasture plant. – *Proc. X. Int. Grassland Congr. Congr. Helsinki, Section 3*: 61–65.
5. BOSEMARK, N. O., 1966. On the origin and consequences of aneuploidy in triploid and tetraploid sugar beet. – *J. Int. Inst. Sugar Beet Res.* 2: 9–34.
6. BOSEMARK, N. O., 1967. Post-meiotic nuclear fragmentation and pollen sterility in autotetraploid sugar beet. – *Hereditas* 57: 217–238.
7. BRAGDØ, M., 1963. Pollen morphology in relation to pollen germination and seed set in tetraploid red clover. – *Abstract, Proc. XI. Int. Congr. Gen. Haag*, 1: 215.
8. BREMER, G. and BREMER-REINDERS, D. E., 1954. Breeding of tetraploid rye in the Netherlands. I. Methods and cytological investigations. – *Euphytica* 3: 49–63.
9. CATCHESIDE, D. G., 1956. Double reduction and numerical non-disjunction in tetraploid maize. – *Heredity* 10: 205–218.
10. CHEN, S., SHEN, S. and TANG, P. S., 1945. Studies on colchicine-induced autotetraploid barley. I. and II. Cytological and morphological observations. – *Am. J. Bot.* 32: 103–106.
11. COOPER, D. C. and BRINK, R. A., 1945. Seed collapse following matings between diploid and tetraploid races of *Lycopersiron pimpinellifolium*. – *Genetics* 30: 376–401.
12. DOGGET, H., 1964. Fertility improvement in autotetraploid *Sorghum*. I. Cultivated autotetraploids. – *Heredity* 19: 403–417.
13. DOGGET, H., 1964. Fertility improvement in autotetraploid *Sorghum*. II. *Sorghum almum* derivatives. – *Heredity* 19: 543–558.
14. EINSET, J., 1944. Cytological basis for sterility in induced autotetraploid lettuce (*Lactuca sativa* L.) *Am. J. Bot.* 31: 336–342.
15. EINSET, J., 1947. Aneuploidy in relation to partial sterility in autotetraploid lettuce (*Lactuca sativa* L.). – *Am. J. Bot.* 34: 99–105.
16. ENDRIZZI, J. E., 1957. Cytological studies of some species and hybrids in the *Eu-sorghums*. – *Bot. Gaz.* 119: 1–10.
17. FELTZ, H., 1953. Untersuchungen an diploiden und polyploiden Zuckerrüben. – *Z. Pflanzenzüchtung* 32: 275–300.
18. FISCHER, H. E., 1939. An investigation of sterility in tetraploid maize. – Ph. D. Thesis Cornell Univ., Ithaca, N.Y.
19. FISCHER, H. E. und SCHNEIDER, H., 1967. Zum Ablauf der Zytokinese bei der Pollenbildung von Zuckerrübenpflanzen mit verschiedener Chromosomenzahl. – *Z. f. Pflanzenzüchtung* 58: 15–19.
20. FUNKE, C., 1956. Vergleichende morphologische und physiologische Untersuchungen am Pollen diploider und autotetraploider Kulturpflanzen. – *Z. f. Pflanzenzüchtung* 36: 165–196.
21. GILLES, A. and RANDOLPH, L. F., 1951. Reduction of quadrivalent frequency in autotetraploid maize during a period of 10 years. – *Am. J. Bot.* 38: 12–17.

22. GÜLCAN, R. and SYBENGA, J., 1967. Relative rate of development of aneuploid cells in an euploid environment. – *Genetica* 38: 163–170.
23. HAGBERG, A. and ELLERSTRÖM, S., 1959. The competition between diploid, tetraploid and aneuploid rye. – *Hereditas* 45: 369–416.
24. HAZARIKA, M. H. and REES, H., 1967. Genotypic control of chromosome behaviour in rye. X. Chromosome pairing and fertility in autotetraploids. – *Heredity* 22: 317–332.
25. HELGASON, S. B. and ROMMEL, M., 1963. Seed development in relation to aneuploidy in autotetraploid *Hordeum vulgare* L. – *Canad. J. Gen. Cyt.* 5: 189–196.
26. HILPERT, G., 1957. Effect of selection for meiotic behaviour in autotetraploid rye. – *Hereditas* 43: 318–322.
27. HOWARD, H. W., 1939. The cytology of autotetraploid kale, *Brassica oleracea*. – *Cytologia* 10: 77–87.
28. HÅKANSSON, A., 1952. Seed development after 2x, 4x crosses in *Galeopsis pubescens*. – *Hereditas* 38: 425–448.
29. ISING, G., 1967. Fertility and heterosis in tetraploid barley. – *Hereditas* 57: 327–332.
30. JULÉN, G., 1954. Aspects on the breeding of tetraploid red clover with special reference to the seed setting problem. – *Europ. Grassl. Conf.*, Paris, 69–72.
31. KADAM, B. S., 1944. Chromosome studies in relation to fertility and vigour in inbred and open-pollinated strains of autotetraploid maize. – *Ind. J. Gen. Pl. Br.* 4: 8–22.
32. KUCKUCK, H. und LEVAN, A., 1951. Vergleichende Untersuchungen an diploiden und tetraploiden Leinsippen und an tetraploiden Kreuzungsnachkommenschaften nach viel-jähriger Selektion. – *Züchter* 21: 195–205.
33. KUZDOWICZ, A., 1960. Das Problem der Fertilität und der Ertragsfähigkeit von Autotetraploiden der Gattung *Lycopersicon Mill.* – *Der Züchter* 30: 6–11.
34. LACZYNSKA-HULEWICZ, T. and MACKIEWICZ, T., 1963. Pollenfertilität und Pollenschlauch-wachstum bei di- und tetraploidem Rotklee. – *Der Züchter* 33: 11–17.
35. LINDE-LAURSEN, I., 1964. Studies in cytology and fertility of polyploid and aneuploid beet. – *Royal Vet. and Agr. Coll. Yeark.*, 93–120.
36. MACKIEWICZ, T., 1965. Low seed-setting in tetraploid red clover (*Trifolium pratense*, L.). – *Genetica Polonica* 6: 5–39.
37. MACKIEWICZ, H. O., 1965. Studies on di- and tetraploid alsikeclover (*Trifolium hybridum* L.). Part II Flower morphology and the problem of fertility. – *Genetica Polonica* 6: 41–77.
38. MCCOLLUM, G. D., 1958. Comparative studies of chromosome pairing in natural and induced tetraploid *Dactylis*. – *Chromosoma* 9: 571–605.
39. MOORE, K., 1963. The influence of climate on a population of tetraploid spring rye. – *Hereditas* 49: 269–305.
40. MORRISON, J. W., 1956. Chromosome behaviour and fertility of tetra Petkus rye. – *Canad. J. Agric. Sci.* 36: 157–165.
41. MORRISON, J. W. and RAJHATHY, T., 1960. Chromosome behaviour in autotetraploid cereals and grasses. – *Chromosoma* 11: 297–309.
42. MÜNTZING, A., 1943. Aneuploidy and seed shrivelling in tetraploid rye. – *Hereditas* 29: 65–75.
43. MÜNTZING, A., 1951. Cyto-genetic properties and practical value of tetraploid rye. – *Hereditas* 37: 17–84.
44. MYERS, W. M., 1943. Analysis of variance and covariance of chromosomal association and behaviour during meiosis in clones of *Dactylis glomerata* L. – *Bot. Gaz.* 104: 541–552.
45. MYERS, W. M., 1945. Meiosis in autotetraploid *Lolium perenne* in relation to chromosomal behaviour in autopolyploids. – *Bot. Gaz.* 106: 304–316.
46. MYERS, W. M. and HILL, H. D., 1940. Studies of chromosomal association and behaviour and occurrence of aneuploidy in autotetraploid grass species, orchard grass, tall oat grass, and crested wheatgrass. – *Bot. Gaz.* 102: 236–255.
47. O'MARA, J. G., 1943. Meiosis in autotetraploid *Secale cereale*. – *Bot. Gaz.* 104: 563–575.
48. PANDEY, K. K., 1955. Seed development in diploid, tetraploid and diploid-tetraploid crosses of *Trifolium pratense* L. – *Ind. J. Gen. Pl. Br.* 15: 25–35.
49. PARTHASARATHY, N. and RAJAN, S. S., 1953. Studies on the fertility of autotetraploids of *Brassica campestris var. toria*. – *Euphytica* 2: 25–36.
50. PICARD, J. and BERTHAUT, J., 1966. Fertility problems in autotetraploid red clover, an insight into the efficiency of selection at the diploid level. – *Proc. X. Int. Grassland Congr. Helsinki*, Section 3, 58–60.
51. POVILAITIS, B. and BOYES, J. W., 1956. A study of fertility in diploid Dollard red clover. – *Can. J. Agr. Sci.* 36: 59–71.

52. POVILAITIS, B. and BOYES, J. W., 1956. A cytological study of autotetraploid red clover. – *Am. J. Bot.* 43: 169–174.
53. POVILAITIS, B. and BOYES, J. W., 1959. Embryo-sac production in relation to seed yields of diploid Dollard red clover. – *Canad. J. Pl. Sci.* 39: 364–374.
54. POVILAITIS, B. and BOYES, J. W., 1960. Ovule development in diploid red clover. – *Can. J. Bot.* 38: 507–532.
55. PUNYASINGH, K., 1947. Chromosome numbers in crosses of diploid, triploid and tetraploid maize. – *Genetics* 32: 541–554.
56. QUADT, F., 1949. Untersuchungen über die Fertilität experimentell erzeugten tetraploider reiner Linien und Bastarde der Tomate. – *P. Pflanzenzüchtg.* 28: 1–22.
57. RANDOLPH, L. F., 1935. Cytogenetics of tetraploid maize. – *J. Agr. Res.* 50: 591–605.
58. REINBERGS, E. and SHEBESKI, L. H., 1959. Fertility of barley autotetraploids. – *Can. J. Pl. Sci.* 39: 98–107.
59. REINBERGS, E. and SHEBESKI, L. H., 1961. Fertility of barley autotetraploids. II. the relationship of aneuploidy, dwarfing and fertility in four autotetraploid barley varieties. – *Can. J. Plant Sci.* 41: 124–133.
60. ROMMEL, M., 1961. Aneuploidy, seed set and sterility in artificially induced autotetraploid *Hordeum vulgare* L. – *Canad. J. Gen. Cyt.* 3: 272–282.
61. ROMMEL, M., 1965. Cytogenetics of autotetraploid sugar beet (*Beta vulgaris* L.). – *Züchter* 35: 219–222.
62. ROSENDAHL, G., 1944. Cytologische Untersuchungen an tetraploiden Gersten. – *Kuehn-Archiv* 60: 238–252.
63. SCHERTZ, K. F., 1962. Cytology, fertility, and grass morphology of induced polyploids of *Sorghum vulgare*. – *Can. J. Gen. Cyt.* 4: 179–186.
64. SCHIEBLICH, J., 1963. Züchtung auf zwei Samen pro Hülse bei Rotklee (*Trifolium pratense* L.). – *Züchter* 33: 169–173.
65. SHAVER, D. L., 1962. A study of aneuploidy in autotetraploid maize. – *Canad. J. Gen. Cyt.* 4: 226–233.
66. SMITH, W. E., 1960. Fertility of autotetraploid varieties and hybrids of barley. – *Can. J. Plant Sci.* 40: 434–442.
67. SPARROW, A. H., RUTTLE, M. L. and NEBEL, B. R., 1942. Comparative cytology of sterile intra- and fertile inter-varietal tetraploids of *Antirrhinum majus* L. – *Am. J. Bot.* 29: 711–715.
68. STRAUB, J., 1946. Die Züchtung von Polyploiden mit positivem Selektionswert. – *Z. Naturforschg.* 1: 342–345.
69. SWAMINATHAN, M. S. and SULBHA, K., 1959. Multivalent frequency and seed fertility in raw and evolved tetraploids of *Brassica campestris* var. *toria*. – *Z. Vererbungslehre* 90: 385–392.
70. VALLE, O., 1961. Pollination problems in tetraploid red clover. – *Eucarpia, Proc. Symp. on fertility in red clover, Svalöf*, 28–33.
71. WALTHEER, F., 1959. Fertilitätsuntersuchungen beim Roggen. – *Z. Pflanzenzüchtg.* 41: 1–32.
72. WEXELSEN, H. and AASTVEIT, K., 1967. Variation in progenies derived from crosses between wildgrowing and cultivated Norwegian red clover. – *Meld. Norges Landbruks-høgskole* 46: 1–20.
73. WEXELSEN, H., AASTVEIT, K. and BRACDØ, M., 1961. Some data on selection in tetraploid rye. – *Euphytica* 10: 244–256.
74. WEXELSEN, H. and VESTAD, R., 1954. Observations on pollination and seed setting in diploid and tetraploid red clover. – *Europ. Grassl. Conf. Paris*, 64–68.





## UTVIKLING AV KLUMPROTRESISTENTE KÅL- SORTER VED KOMBINASJONSFOREDLING OG GJENTATT SELEKSJON PÅ *PLASMODIOPHORA*-INFISERT JORD

*Entwicklung hernieresistenter Kohlsorten mit Kombinationszüchtung und  
wiederholter Selektion auf Plasmodiophora-infizierten Böden*

Av

GUNNAR WEISÆTH

### INNHold

Innledning .....	333
Materiale og metoder .....	334
Resultater .....	334
Første hybridgenerasjon ( $F_1$ ) for K 512 .....	334
$F_2$ -generasjonen K 512 og TK 512 .....	336
Skandinaviske sorters mottakelighet for klumprot .....	336
Mellomeuropeiske resistenskilder .....	338
Resistens hos andre kryssninger .....	338
Resistens i $F_3$ av kryssning K 512 .....	340
Forbedring av farge og kvalitet .....	341
Lagringsevne .....	343
Resistens i $F_4$ -familier av K 512 .....	346
Femte generasjon av K 512 .....	348
Sammendrag .....	350
Zusammenfassung .....	351
Litteratur .....	353

### Innledning

For kål foreligger det få undersøkelser som viser hvordan resistens mot klumprot kan kombineres med andre egenskaper. Det er derfor viktig at en kan påvise hvordan resistens kan kombineres og overføres fra generasjon til generasjon. I det materialet som skal omtales her er resistens studert gjennom 10 år. Det er framstilt familier med mer eller mindre resistens mot forskjellige raser og rasespekter av *Plasmodiophora brassicae*. Vår første kålsort med god klumprotresistens, 'Resista', er foredlet fram. I den er gode egenskaper fra

holdbar norsk kål forsøkt kombinert med resistens fra mellomeuropéiske resistensskilder.

Følgende arbeid vil kunne vise noen av de problemer en har når biologisk betinget resistens skal overføres til aktuelle sorter. Resultatene viser at dette er en mulig og aktuell bekjempingsmåte overfor patogene organismer.

## Materiale og metoder

En av de krysningene i hodekål som først ser ut til å gi sorter med brukbart utseende og god avling forenet med resistens, er K 512 som er avkom etter *Jåtunsalgets vinterkål* ( $P_1$ )  $\times$  *Böhmerwald* ( $P_2$ ).

Foreldresort  $P_1$ : Sommeren 1956 prøvde vi av *Jåtunsalgets vinterkål* ca. 4000 planter som alle unntatt noen få ble meget sterkt angrepet av klumprot. En utvalgt plante fikk nr. 58/56 og ble forsøkt frøavlet ved innavl og ved krysning med plante M 23–28.

Foreldresort  $P_2$ : Plante M 23–28 stammer fra et utvalg vi foretok i *Böhmerwald* da denne ble dyrket i pottforsøk høsten 1956 på sterkt smitta jord. Inokulering av *Plasmodiophora*-sporer i jorda skjedde på artifiell måte. Frøet ble sådd i juli og utvalgte planter ble ført til blomstring uten forutgående hodedanning ved hjelp av vernalisering av plantene WEISÆTH (20). Plantene rakk da å blomstre om vinteren på samme tid som nr. 58/56. Krysninger ble foretatt, men frøet ble for sent ferdig til å kunne bli sådd på normal tid våren 1957.

Over 50 andre krysningskombinasjoner ble gjennomført samtidig. Frøtallet pr. skulpe varierte fra ca. 6 til 36 og var spesifikt for de enkelte kombinasjoner. Ca. 33 % av plantene fra *Böhmerwald* satte frø bare etter kryssbestøving (18). Gjennom analyser fikk vi bevis for i hvilken grad selvsterilitetsgener er med og regulerer frøsetningen hos kål. Vurdering av angrep av klumprot og beregninger av indeks for resistens (K-indeks) er gjort etter den metoden som er beskrevet av BREMER, WEHNELT & BRANDENBURG (1). Poengberegningen er vist nedenfor.

Gruppe	a	b	c	d
Skala	0 uten	1 svakt	2 middels	3 = sterkt angrep
Vekttall	0	x1	x2	x3

$$K\text{-indeks} = K_i = \frac{\text{Antall planter i (bx1)} + (\text{cx2}) + (\text{dx3})}{\text{Totalt plantetall}}$$

## Resultater

### Første hybridgenerasjon ( $F_1$ ) for K 512

Første generasjon av K 512 ble først prøvd i laboratorieforsøk. Forsøket ble utført med jevnt fordelt smitte i pottes ved 20–24°C sammen med foreldresortene og noen testsorter. Kolonnen til venstre i tabell 1 viser at  $F_1$  ble nesten likeså sterkt angrepet som morsorten *Jåtunsalgets vinterkål*, mens avkom fra *Böhmerwald* M 23–28 viste meget høg resistens eller svakt angrep.

Hverken i beregnet indeks for angrep, eller i prosent angrepne planter, skilte  $F_1$  av K 512 seg signifikant fra morsorten *Jåtunsalgets vinterkål*. Med de tall som ble funnet må begge populasjonene betraktes som sterkt angrepet.

Avkom fra farplanten M 23–28 ga imidlertid signifikant lavere tall for K-indeks og for prosent angrepne planter. Med indeks  $K_i = 0,65$  og med kun 34 % angrepne planter var motstandsevnen så stor at populasjonen må kunne betraktes som meget resistent.

Tab. 1. Resistens hos  $F_1$ -planter krysning K 512, jamført med foreldre og testsorter på Plasmodiophora-infisert jord, N.L.H.

Tab. 1. Resistenz bei  $F_1$ -Pflanzen der Kreuzung K 512, verglichen mit Eltern- und Testsorten auf Plasmodiophora-infiziertem Boden, N.L.H.

Vertplanter	Pottforsøk 1957		Feltforsøk 1958	
	Gjennomsnittstall for:			
	K-indeks*	% angrepne	K-indeks	% angrepne
$P_1$ Jåtunsalgets vinterkål . . . . .	2,72	100	3,00	100
$P_2$ Böhmerwaldseleksjon M 23–28 . . .	0,72	34,8	—	—
$F_1$ $P_1 \times P_2$ , Krysning K 512 . . . . .	2,65	94,3	0,54	—
Rossebø, testsort . . . . .	3,00	100	3,00	100

\* K-indeks med skala 0 (= uten angrep) til 3,00 hvor øvre grense er sterkt angrep på røttene av alle planter.

Vel 30 andre  $F_1$ -hybrider som ble prøvedyrket i 1958 syntet så sterkt angrep på nesten alle planter at angrepsindeksen lå mellom 2,8–3,0. I 1959 ble det derfor konkludert at resistens mot klumprot er en arvemessig vikende egenskap, dvs. ømfintlighet mot klumprot er dominerende (18). En indikasjon på dette var at alle planter ble sterkt angrepet i  $F_1$ . På det daværende tidspunkt var det antatt at dette også skulle gjelde for K 512, ikke minst fordi  $F_1$  ble så sterkt angrepet i pottforsøket.

Etter fornyet prøving på sterkt klumprotinfisert jord viste det seg at det var noe særegent ved  $F_1$  fra K 512. Som vist i tab. 1 til høyre, kunne den da oppvise litt resistens. Resistensen gjaldt utvokste planter, mens pottforsøket gjaldt opptil 10 uker gamle planter. Det ble antatt at dette var et eksempel på at det også hos kål kan eksistere forskjell på et materiales laboratorieresistens og feltresistens.

FUCHS & ROSENSTIEL (2) har fremhevet at «Die Resistenz im erwachsenen Zustand (bzw. Feldresistenz) kann durch selbständige Erbfaktoren bestimmt sein». Forholdet for K 512 var så særpreget at det ble nødvendig med videre undersøkelser. Ved ny prøve på klumprotfelt A ble K-indeksen for  $F_1$  2,62 i forhold til 3,00 for morsorten. Av 76  $F_1$ -planter i 1959 syntet 17 utmerket resistens, herav var 5 uten klumprot. Men over halvparten av  $F_1$ -plantene hadde rosa farge, og i habitus liknet de mer på *Böhmerwald* enn på norsk morsort.

At det ble litt mindre angrep på friland i  $F_1$  av K 512 kan også skyldes at morplanten, 58/56, var utvalgt etter meget sterk seleksjon på samme felt 2 år tidligere. En av hypotesene ble da at den kanskje hadde fått med seg noen faktorkombinasjoner av tilstrekkelig betydning for feltresistens. Resultatene ser ut til å bekrefte dette.

Stort sett viste  $F_1$ -plantene, og de viste avkommet ga, at selv planter med meget sterk oppsvulming forårsaket av *Plasmodiophora*-infeksjon i røttene kunne være bærere av viktige arvefaktorer for resistens.

Ca. 10  $F_1$ -planter av K 512 fra infeksjonsfelt A ble valgt ut. De ble lagret kortere eller lengre tid, og så frøavlet med bruk av svak eller sterk innavl våren og sommeren 1959. En rekke testkryssninger ble også foretatt.

### $F_2$ -generasjon av K 512 og TK 512

Avkommet fra  $F_1$ -planter ble særlig godt undersøkt i 1960. Analyse av avling og spaltingsforhold for form, farge m.v. ble foretatt etter dyrking på jord fri for klumprot. Resistensprøvinga ble vesentlig foretatt på klumprotfelt i Ås og i Asker.

Tab. 2. Resistens observert i K 512  $F_2$  og tilbakekryssninger ved testing på klumprotfelt A, B og C.

Tab. 2. Resistenz beobachtet in K 512  $F_2$  und Rückkreuzungen bei Testung auf Herniefeldern A, B und C.

Sånr.	Knr.	Gen.	Midlere K-indeks, 0 til 3 1960		
			Vollebekk		Asker
			A	B	C
857	K 512	$F_2$ -generasjon ...	0,67	1,07	1,30
858	K 512	$F_2$ -generasjon ...	0,68	1,14	1,33
875	TK 512	Tilbakekryssning*	0,00	0,05	0,28
867	Norsk foreldresort	.....	2,99	2,98	2,53

\* Tilbakekryssning av  $F_1$ -plante 93/59 til utvalgt plante av K 723 Bindsachsen  $\times$  Böhmerwald. Innvlet avkom fra  $F_1$  93/59 inngår også i  $F_2$ -familie 857.

Resistensindeksen for K 512 i  $F_2$ , for TK 512 samt en lite resistent foreldresort er gjengitt i tabell 2, og viser at en igjen har fått planter med synbar resistens. Resistensen syntes å være omkombinert. Enda sikrere på resultatene for K 512 og TK 512 blir en ved å se tallene i forhold til det som ble observert for andre testsorter og kryssninger. De er gjengitt i tabell 3 og tabell 5.

For lettere å kunne følge kryssning *Jåtunsalgets vinterkål*  $\times$  *Böhmerwald* M 23-28 i de enkelte år og fram til høyere generasjoner er det her laget en særskilt stamtavle gjengitt i fig. 1. Av denne kan en også se at  $F_1$ -plante nr. 93/59 fra K 512, hvis avkom også inngår i  $F_2$ -populasjon 857, også ble brukt for tilbakekryssning til resistent utgangsmateriell. I en slik tilbakekryssning TK 512 er egenskaper fra *Jåtunsalgets vinterkål* forenet med egenskaper fra kryssning K 723. Den har igjen resistens fra innavlete linjer fra så vel *Bindsachsen* som *Böhmerwald*. Som tab. 2 viser, har denne kombinasjonen ført til meget god resistens.

### Skandinaviske sorters mottakelighet for klumprot

I påvente av høyere generasjoner i kryssningsmaterialet ble det aktuelt på ny å få undersøkt om våre vanlige sorter kan ha ulik motstandsevne mot klumprot. Det ble derfor foretatt en omfattende prøving på klumprotfelt A og B i 1959. I tabell 3 er resultatene gjengitt for 43 sorter og stammer. De fleste gjennomsnittlige indekstall er på 3,00 og samtlige over 2,46, og det er tydelig at alle observerte planter og populasjoner var meget sterkt angrepet av klumprot. Det samme gjentok seg da sortene i 1960 ble prøvd på klump-

rotfelt C i Asker. Forsøket som omfattet 56 forsøksledd ble lagt ut som rektangulær lattice. Ca. halvparten var egne foredlinger, resten vanlige handelsorter.

Tab. 3. Resultat fra forsøk med skandinaviske handelssorter av hodekål på klumprotinifisert jord 1959–1960.

Tab. 3. *Ergebnisse von Versuchen mit skandinavischen Handelssorten von Kopfkohl auf hernieinfizierten Böden 1959 und C 1960.*

(K-indeks for klumprotangrep 0–3, hvor 3 angir sterkt angrep på alle planter, og 0 uten synlig angrep.)

Sort og stamme	K-indeks for:		
	Vollebekk 1959		Asker 1960
	Felt A	Felt B	Felt C
Jåtunsalgets vk. Berle st. ....	2,88	2,56	3,00
Jåtunsalgets vk. JFS ....	3,00	3,00	3,00
Jåtunsalgets vk. LOG ....	3,00	2,66	2,55
Dømmesmokål ....	3,00	2,54	2,88
Jåtunsalgets Rogalandkål ....	3,00	2,46	2,95
K-hybrid 75 m/Jåtunsalgets vk.-blod ....	3,00	1,60	2,83
Blåtopp, Sem ....	3,00	2,58	2,95
Staup 17 ....	3,00	2,76	2,85
Amager Norderås 13 ....	3,00	2,79	2,69
Amager L, NF st. ....	3,00	2,90	3,00
Amager Stenhoved ....	3,00	2,71	2,95
Jåtun, Jåtun st. ....	3,00	2,92	2,40
Toten Amager, Fodstad st. ....	3,00	2,47	2,98
Rossebø ....	3,00	2,80	2,93
Amager L, orig.avl. ....	3,00	2,74	
Amager Vinter, Torpet III ....	3,00	2,45	
Diplomat ....	3,00	2,94	
Staup 17 A JÅS ....	3,00	3,00	
Staup 17 B JÅS ....	3,00	3,00	
Staup 17 D ....	3,00		
Staup 17 E ....	3,00		
Julikongen orig.avl. ....	3,00	2,95	
Olsok ....		3,00	
Rhum von Enkhuizen, Toftø st. ....	3,00		
Rhum von Enkhuizen OEK ....	3,00		
September ....	3,00		
Moen ....	2,95		
Ditmarsker ....	2,95		
Stavanger Torv NF st. ....	3,00		
Grønn vinter OE ....	2,79		
Rossebø ....	3,00		
Rødkål, Langendijker ....		2,95	
Blåtopp Faales st. ....			2,90
Blåtopp Hjeltnes ....			2,90
Blåtopp Kvithamar ....			3,00
Blåtopp Kvithamar Fam. 32 ....			3,00
Hinna Amager ....			2,95
Mikeli NF st. ....			2,83
Mikeli orig. Lima st. ....			2,90
Amager Norderås 7 ....			2,95
Jåtun, Anfindsens st. ....			2,73
Toten Amager Valle ....			2,75
Toten Amager, Apold ....			2,90

På feltet kunne en tydelig iaktta at plantene fra samtlige handelssorter var sterkt angrepne. Særlig tydelige ble skilnadene i Asker. Resultatene i tabell 3 tyder på at en ikke kan vente å finne meget av genetisk betinget resistens i vanlige handelssorter av hodekål. De 4 ulike familiene av *Staup 17* som i sin tid kom fra skolebestyrer J. Aas viste ingen resistens på Ås, selv om de på Staup hadde vist bra motstandsdyktighet. Det var som om resistensen var gått tapt. Muligens kunne de ha hatt en viss resistens mot en eller noen få klumprotraser.

#### Mellomeuropeiske resistenskilder

For å få mer kjennskap til begrepet «svinn av resistens» ble det i årene 1957 til 1962 gjort omfattende prøver for å studere hvordan innavlete linjer fra *Böhmerwald* og *Bindsachsen* kunne holde på sin resistens mot klumprot. Linjene var forbausende resistente, de synte knapt angrep selv om ømfintlige sorter på samme felt var totalt ødelagt av klumprot. Resultatene for skandinaviske sorter i tabell 3 er direkte jamførbare med resultat for resistente linjer publisert av WEISÆTH (19). I tabell 4 er det gjort en sammenlikning av K-indeks og prosent angrepne planter hos foredlingslinjer av mellomeuropéiske resistenskilder og skandinaviske kålsorter.

Tab. 4. Resistens og angrepsgrad hos innavlete mellomeuropéiske resistenskilder jamført med skandinaviske kålsorter før inkorporering av resistensgener.

Tab. 4. Resistenz und Befallsgrad bei Inzucht mitteleuropäischer Resistenzquellen, verglichen mit skandinavischen Kohlsorten vor Inkorporation von Resistenzgenen.

Klumprotfelt og år:	A 1959			O 1959		
	K-indeks	% pl. angrepne	n	K-indeks	% pl. angrepne	n
Innavlslinjer fra mellomeuropeiske resistenskilder . . . . .	0,00–0,37	0–15	26	0,00–0,17	0–17	15
Skandinaviske sorter* . . . . .	2,88–3,00	100	28	2,46–3,00	—100	16

\* 0,00 = uten angrep, 3,00 alle planter i populasjonen sterkt angrepet. n = antall ulike prøver.

Skilnadene viser at det må være betydelige muligheter i foredling hvis det kan lykkes å kombinere resistens med andre ønskete egenskaper. Dette problemet kan imidlertid være vanskelig å løse. Fra høsten 1958 til 1963 var således et av hovedproblemene å få eliminert en uønsket hodefarge hos resistant avkom og samtidig bibeholde eller forbedre resistensen. Dominante gener for uønsket farge og tilspisset hodeform kom inn samtidig med genene for resistens.

#### Resistens hos andre krysninger

For å få brukbare sorter tilpasset ulike områder og årstider ble det prøvd med flere krysningskombinasjoner. Flere av dem var avkom etter samme eller nær beslektede foreldreplanter. Slike krysninger kan være med på å gi forklaring på nedarvingsmåte for ulike karakterer. I klumprotforsøkene med

K 512 og forskjellige tilbakekryssninger i 1960 var det også med 34 ulike foredlinger dessuten flere testsorter. Beregnet indeks for klumprotangrep for hvert nummer og sted er gjengitt i tabell 5.

Tab. 5. Oversikt over resistens og mottakelighet for ulike kryssningskombinasjoner i kål,  $F_2$ -familier og tilbakekryssninger, testet på *Plasmodiophora*-infisert jord 1960.

Tab. 5. Übersicht über Resistenz und Empfänglichkeit für verschiedene Kreuzungskombinationen in Kohl,  $F_2$ -Familien und Rückkreuzungen, getestet auf *Plasmodiophora*-infiziertem Boden 1960.

Middeltall for K-indeks, skala 0-3,00 på 3 klumprotfelt A, B og C.

Sånr. og fam.	Kryssningsnr.	Klumprotfelt Vollebakk, Asker			Kryssningskombinasjon eller ømfintlige og resistente testsorter	Frøavlssted
		A	B	C		
868	Test	3,00	3,00	2,97	Rossebø, ømfintlig testsort	VR
853	Test	3,00	3,00	2,70	Foredling K 499-2, holdbar	NLH
869	Test	3,00	3,00	2,65	Rødkål Langendijker Sommer	»
871	Test	3,00	2,99	2,58	K-hybrid 48 F4 Jåtunsalget × res. USA	»
872	K 75	2,99	3,00	2,83	Foredling K 75, yterik	»
867	Test	2,99	2,98	2,55	Jåtunsalgets vinterkål	LOG
852	K499	3,00	2,98	2,03	Foredling K 499-1, holdbar stålgrå	NLH
862	K 39	2,91	2,99	1,46	K-hybrid 39, høgrund	»
863	Dif.	3,00	2,95	2,32	Foredling K 863, differensialsort	»
856	Dif.	2,87	2,64	1,65	K 856 (Moens × USA 192253) - F1 × (HM)	»
883	K720	1,23	2,40	1,83	Kryssning F2 M-72 × Rossebø 34 - 178/58	»
873	TK75	2,12	2,39	1,75	Tilbakekryssning 75 til resistent HM	»
882	K702	1,54	1,57	2,25	Kryssning (Staup 17 × HM) × USA 31	»
880	K722	1,20	1,79	1,64	Kryssning F2 Staup 17-121 × M 24-72	»
854	K501	0,92	1,55	1,75	Kryssning F2 med rosa	»
861	K712	1,12	1,22	1,08	Kryssning F2 A = 3, M 84 × Rossebø 34-178	»
879	K504	0,66	1,20	1,20	Kryssning 29/56 F1 × M 23-28	»
858	K512	0,68	1,14	1,33	Kryssning F2 II-I Jåtunsalgets vk. × M 23-28	»
857	K512	0,67	1,07	1,30	Kryssning F2 Jåtunsalgets vk. × M 23-28	»
860	K707	0,74	0,99	1,73	Kryssning F2 Rossebø 178 × M 24-72	»
864	K728	0,58	1,12	1,13	Kryssning F2 M 23-20 × Rossebø 70	»
870	SSH	0,62	0,94	1,15	155/59 anthocyanfarget, 32 × H 22-18	»
851	K707	0,69	0,81	1,25	Kryssning F2 Rossebø 34-178 × M 24-72	»
884	K714	0,60	0,90	—	Kryssning F2 M 23-80 × Rossebø 34-177	»
878	K716	0,45	0,54	1,20	Kryssning F2 Rossebø 34-178 × M 23-78	»
855	K504	0,18	0,89	1,50	Kryssning 29/56 F1 × M 23-28	»
859	TK707	0,36	0,60	1,00	Tilbakekryssning (M × R 27) til 34-178	»
865	M	0,20	0,53	1,40	M 9-12-155/59 Sel Böhmerwald	»
876	K723	0,17	0,42	0,28	Tilbakekryssning K 723 (M 2 H)	»
874	TK704	0,05	0,12	0,18	Tilbakekryssning 704 til H 16-23	»
881a	TK709	0,07	0,08	0,71	Tilbakekryssning M 23-80 til (H × M)	»
875	TK512	0,00	0,05	0,28	Tilbakekryssning K 512 F1 til K 723 (M 2 H)	»
877	M	0,03	0,00	0,36	Böhmerwald seleksjon M 3-64	»
866	H	0,00	0,02	0,50	Bindsachsen Sel 22-36-F 59	»

LSD<sub>5%</sub>

0,25

0,30

0,39

M = Seleksjon fra Böhmerwald

H = » » Bindsachsen.

Gjennomsnittlig indeks i tabell 5 viser en spredning fra 3,00 til 0 og omfatter altså hele skalaen fra sterkt angrepet til uten angrep. De øverste nr. har sterkest angrep og omfatter stort sett ømfintlige testsorter. Det går fram

at nr. 852, 862, 863 og 856 reagerte annerledes på felt C enn på A og B. Dette skyldes ulik reaksjon på fysiologiske raser av klumprotsoppen (21, 26). Enkelte nummer hadde slik genetisk konstitusjon at de kunne brukes som differensialvekst for raser av *Plasmodiophora*. Den holdbare foredling K 499 har dessverre relativt tidlig tapt sin resistens på de klumprotfelt hvor den først ble selektert (A og B), men den har fremdeles litt resistens på felt C i Asker og på endel lokale felter. I 1961 ble den således ikke angrepet i et felt ved Søve landbruksskole i Telemark hvor klumprota året i forvegen hadde blitt oppformert på broccoli. Signifikant skilnad mellom resistenstall for K 499-2 og K 499-1 bekrefter at frøavlsmetoden kan være avgjørende for om det blir svinn av resistens eller ikke. K 499-1 var innavlet.

Av disse tabellene kan en konkludere at tilbakekryssning med planter selektert i *Böhmerwald* eller *Bindsachsen* har gitt populasjoner med atskillig forbedring i resistens. Dette gjelder ikke bare for TK 512, men også for TK 75, TK 704 m.fl. jamført med vanlig kryssning. Populasjoner etter *Böhmerwald* × *Bindsachsen* har beholdt samme gode resistens som utgangsmaterialet. Samtlige rene  $F_2$ -familier fra kryssninger med innavlet *Böhmerwald* eller *Bindsachsen* har i  $F_2$  og høgere generasjoner spaitet ut så mange resistente planter at det merkes godt på indeks for resistens. Dette gjelder også kryssninger med *Staup 17*, *Rossebo* m.fl. Tilbakekryssninger har imidlertid ført til opphoping av gener for uønsket anthocyanfarging og spisse hoder. I tilbakekryssning TK 512 ble det både i sånr. 875 og i seinere generasjoner vanskelig å finne igjen kvithodete planter, selv om mange tusen planter ble undersøkt. Også i kryssning med  $F_1$ -individer fra kombinasjonen *Staup 17* × *Shetland* ble det observert en additiv resistenseffekt når pollen var tatt fra plante M 23-28. Dette skulle styrke hypotesen om at det ved foredling skulle være mulig å få fram mer varig resistens i K 512 kombinert med gode egenskaper. Denne kryssning K 512 har jo samme plante til far som K 504 (21).

### Resistens i $F_3$ av kryssning K 512

De  $F_2$ -planter som var mest brukbare i utseende og resistens ble frøavlet vår og sommer 1961. Frøavlten ble vellykket. Våren 1962 kunne derfor flere familier fra K 512  $F_3$  delta i prøvinger på ulike kanter av landet, i Vestfold, Akershus, Møre, Buskerud og Trøndelag. På samtlige steder ble angrep på røttene klassifisert etter den vanlige skalaen 0, 1, 2 og 3. Som regel omfattet lokale forsøk 9-16 ulike nummer, med minst 30 planter i hver rute og 2 til 4 gjentak.

I tabell 6 nøyer vi oss med å gjengi resultatene i form av indekstall for K 512 og målestokksorter av betydning for vurdering.

Samtlige forsøk var utlagt på jord som ved foregående kultur hadde vist sterk infeksjon av *Plasmodiophora*. I feltet på Mæresmyra var nepesorten *Flat mai* sterkere angrepet enn hodekål, og det var sannsynlig at det forelå mer smitte enn det ømfintlige kålsorter kunne bevise. Det samme gjaldt også for endel andre felt.

Ved neste generasjonsprøving ble derfor forekomsten av raser og rasespekter studert på endel lokale felter. Et av feltene på Staup ved Levanger hadde det interessante fenomen for kålrot at differensialsorten *Laurentian* var uten angrep. Dette var på samme felt som ble brukt til testing av kål. Planter utvalgt på dette klumprotfelt fikk betegnelsen S.



Tab. 6. Resistens hos  $F_3$ -familier av kryssning K 512, målt med K-indeks, jamført med målestokksorter testet på 8 ulike klumprotfelt i Norge.

Tab. 6. Resistenz bei  $F_3$ -Familien der Kreuzung K 512, gemessen mit K-Indexen, verglichen mit Vergleichssorten, getestet auf 8 verschiedenen Herniefeldern in Norwegen 1962.

Forsøkssted	Kryssning Fam.	1962							
		Målestokker				F3	K873	K504	Jåtun-
	Klumprotfelt	F3 K512 1003	Rosse- bø	Res. H 1048	K499 1012	K512 100	1028	1021	salgets vk.
Norderås . . . . .	B	0,90	2,90	0,00	2,59		1,25	1,54	2,90
Asker . . . . .	C	1,06	2,73	—	1,41	1,34	1,49	1,40	2,88
Jørstad . . . . .	J	0,28	2,15	0,00	2,76		0,75	0,40	—
Staup . . . . .	S	0,37	1,36	0,01	1,14		0,55	0,34	—
Mære . . . . .	M	0,00	1,30	0,00	1,27		0,08	0,24	—
Rytterager . . . . .	R	0,80	2,78	0,00	2,85		0,94	—	—
Stokke . . . . .	V	1,04	2,68*	0,03	2,84		1,80	—	2,64
		1964				P 1			
Norderås . . . . .	D	1,29	2,72	**		2,95			

\*\* Vår seleksjon H 16-8/58 - F 60 fra Bindsachsen.

\* K-indeks skala 0-3,00.

Klumprotsmitte fra et nærliggende felt angrep *Laurentian*. Etter å ha passert hodekål kan slik smitte angripe en rekke andre vekstslag (27). Utvalg av noen resistente kålplanter på Jørstad i Snåsa i 1962 ga avkom med god resistens, men kålen ble tidligere enn typer utvalgt fra samme populasjon sørpå.

#### Forbedring av farge og kvalitet

Etter kryssning med mellom-européiske resistenskilder var den norske kvitkåltypen nesten ikke til å finne igjen ute på feltene. Nesten all kål var mer eller mindre farget rosa innvendig. Årsaken til dette var ulike anthocyaner. Gener som styrer anthocyan-dannelsen hadde dominant nedarving (19).

Det er påvist forekomst av anthocyanrealiserende gener i alle européiske originalkilder for klumprotresistens i kål. Særlig gjelder det *Bindsachsen* (17, 19) og kålen fra Shetlandsøyene (21), men optelling på gjennomskåret kål foretatt av WEISÆTH (19) viser at også *Böhmerwald original* kan være bærer av gen for «internal rose coloration». Både kontinentale og atlantiske resistenskilder har altså denne uønskete egenskap. Det ser også ut til at karakteren trer tydeligere fram i kjølig enn i varmt klima.

For å løse problemet forholdet kvite : rosa planter ble undersøkelser foretatt i en rekke populasjoner. Ved å ta hensyn til dette ved utvalg og frøavl lyktes det å få endret materialets hodeegenskaper relativt hurtig.

Tabell 7 viser tallforholdet mellom kvite og rosa planter i  $F_2$ - og  $F_3$ -populasjonene for K 512. Gjennom utvalg og foredling er rosa planter redusert fra ca. 56 prosent i  $F_2$  til ca. 3 prosent i  $F_3$  i løpet av 2 år. Dette viser at den

Tab. 7. Hoder med og uten indre rosa farge med eksempel på eliminering av uønsket anthocyanfarging i K 512.

Tab. 7. Köpfe mit und ohne innere rosa Färbung mit Beispiel von Eliminierung unerwünschter Anthocyanfärbung in K 512.

Jätunsalgets vk. × M 23-28.

År 1960	Sånr.	Antall analyserte planter		
		Kvite	Rosa*	I alt
Frø fra kvite × kvite F <sub>1</sub> -pl. . . . .	857 F <sub>2</sub>	301	136	437
» » svak rosa innavlet F <sub>1</sub> -pl. . .	858 F <sub>2</sub>	78	139	217
» » innavlet F <sub>1</sub> -pl. . . . .	89 F <sub>2</sub>	103	43	146
» » » F <sub>1</sub> -pl. . . . .	90 F <sub>2</sub>	44	34	78
» » » F <sub>1</sub> -pl. . . . .	92 F <sub>2</sub>	21	22	43
» » » F <sub>1</sub> -pl. . . . .	96 F <sub>2</sub>	99	88	187
Frøavl 1961, avkom testet 1962				
Selektert i F <sub>2</sub> 857, frøvl IV . . . . .	1002 F <sub>3</sub>	78%	22%	453
» i F <sub>2</sub> 857, frøavl III . . . . .	1003 F <sub>3</sub>	97%	3%	ca. 1000 pl.

\* indre rosa anthocyanfarge uønsket.

avlsmessige framgang har vært god med omsyn til farge. I høgere generasjoner forekommer rosa farge bare sporadisk og sjelden med en høgere frekvens enn 1-2 pr. tusen. Fullt så lett har det ikke vært å bibeholde resistensen. At det eksisterer store problemer med å få bort uønsket farge kan belyses ved at kvite × kvite planter frøavlet sammen kan gi avkom med rosa hoder. Hvis en kjenner den genetiske bakgrunn kan det likevel gå relativt raskt.

Et interessant spørsmål er om utsjalting av anthocyanførende hoder fra F<sub>2</sub>- og F<sub>3</sub>-populasjonene har bidratt til redusering av resistens mot klumprot. Mange forsøksdata kunne tyde på det. Det samme gjelder eliminering av planter med spisse hoder. Det har vært vanskelig å lage familier i høgere generasjoner med samme gode frekvens av ikke angrepne planter som i F<sub>2</sub>. Resistensbildet har forskjøvet seg til fordel for større frekvens av planter med god motstandsevne, oftest i klasse 1. Sterkt angrepne planter finner en ikke så hyppig, men angrepsgraden kan variere alt etter hvor sterk konsentrasjonen er av aktive sporer av *Plasmodiophora brassicae*.

Flere forskere i USA, USSR (14) og Tsjekkoslovakia har ment å påvise at visse svovelholdige forbindelser i kål kan ha sammenheng med plantenes resistens mot klumprot. For å undersøke hvordan ulikt innhold av svovel kan påvirke kvalitet og frostresistens ble det utført endel analyser. Resultatene i tabell 8 viser at svovelinnholdet kan variere ikke så lite fra plante til plante.

Størst innhold, 0,86 gram S pr. 100 gram kålblad viste den resistente F<sub>2</sub>-planten 858-1, men midlet for 10 F<sub>2</sub>-planter, 0,69 gram S pr. 100 gram kål nærmet seg sterkt verdiene for morsorten *Jätunsalget*. Med en hodeavling på ca. 7000 kg innholdt kålavlinga av resistant F<sub>2</sub>-familie i 1960 ca. 4,9 kg svovel pr. dekar. Undersøkelsene over innhold av S og svovelholdige forbindelser i forhold til resistens er ført videre, men er enda ikke avsluttet. Ved utvalg av resistant materiale må det også tas tilstrekkelig hensyn til utviklingstid, passende utviklingsrytme, frostresistens og holdbarhet. M 23-28 ble utvalgt

Tab. 8. Innhold av tørrstoff, sukker og svovel i selekterte F<sub>2</sub>-planter 1960 av K 512 jamført med holdbar ikke resistent foreldresort.

Tab. 8. Gehalt an Trockensubstanz, Zucker und Schwefel in ausgewählten F<sub>2</sub>-Pflanzen 1960 von K 512, verglichen mit haltbaren nicht resistenten Elternsorten.

Krysning:	Middeltall		g/100 g*			Disak. kvot.
	Tørrstoff %	Glukose	Sakkarose	Total sukker	Svovel	
K 512 fra:						
F <sub>2</sub> 857-1 .....	7,7	44,7	8,8	53,5	0,49	16,5
F <sub>2</sub> 857-2 .....	6,2	40,6	6,5	47,1	0,65	13,8
F <sub>2</sub> 92/59-1 .....	9,7	41,3	5,1	46,4	0,58	10,1
F <sub>2</sub> 92/59-2 .....	8,6	37,2	3,6	40,8	0,76	8,8
F <sub>2</sub> 96/59-1 .....	9,2	44,2	8,1	52,3	0,72	15,5
F <sub>2</sub> 858-1 .....	7,7	42,5	4,5	47,0	0,86	9,6
F <sub>2</sub> 858-2 .....	7,1	51,6	6,2	57,8	0,72	10,7
F <sub>2</sub> 858-3 .....	8,3	44,2	7,9	52,1	0,72	15,2
F <sub>2</sub> 858-4 .....	7,6	45,4	3,6	49,0	0,72	7,4
F <sub>2</sub> 858-5 .....	6,8	42,5	6,2	48,7	0,70	12,7
Middel selekterte:						
F <sub>2</sub> planter .....	7,9	43,4	6,1	49,5	0,69	12,1
Jåtunsalget .....	7,5	39,0	14,2	53,2	0,62	26,8

\* middel av 3 analyser for tørrstoff, resten 2 analyser.

i en populasjon som ellers var tilpasset økologiske forhold i *Böhmerwald* (3, 7, 19), ca. 10–20 breddegrader lenger sør enn der våre sorter dyrkes. *Böhmerwald* og M 23–28 har vist seg mer frostmømfintlig og meget mer løs i hodene enn de norske sortene. Ved sterk innavl ble avlingene svært små. Holdbarhet og voksbelegg var meget dårlig. Bladfargen var grønn. Dette har virket inn på holdbarheten og på andre viktige egenskaper.

#### Lagringsevne

Tabell 9 og 10 viser resultat fra lagringsforsøk hvor brukbare F<sub>2</sub>-hoder, samt F<sub>3</sub> populasjoner av K 512 ble jamført med annet foredlingsmateriale og med *Jåtunsalgets vinterkål* og *Rossebø*.

Prosent svinn etter 3–4 måneders lagring var signifikant større for begge F<sub>2</sub> familier av K 512 enn for *Jåtunsalget* og *Rossebø* samt i forhold til de holdbare foredlingene K 499 og K 75. Dårlig holdbarhet må derfor kunne antas å stamme fra *Böhmerwald*.

I tabell 9 er også tatt med ett foredlingsnummer av krysning K 504. Kontinental eller mellomeuropéisk resistens er også her gjennom innavlslinjen M 23–28 forsøkt overført og kombinert med *Staup 17* og resistenskjelde *Shetland*.

Ingen særlig skilnad i lagringsevne vinteren 1962/63 kunne observeres for krysningene der resistens fra M 23–28 ble kombinert med *Jåtunsalgets vk.* (K 512) eller med *Staup 17* (K 504). Hodene var neppe godt holdbare mer enn 3–4 måneder. For å få mer holdbar kål må en gå videre med andre krysninger, f.eks. TK 499, K 707 og krysninger med *Toten amager*.

Tab. 9. Lagringsevne hos klumpresistente foredlinger K 512 F<sub>2</sub> m.v. jamført med norske sorter 1960/61.

Tab. 9. Lagerungsfähigkeit bei hernieresistenten Züchtungen K 512 F<sub>2</sub> u.a., verglichen mit norwegischen Sorten 1960/61.

Feltnr.	Før lagring		Etter lagring			
	vekt	$\bar{x}$ vekt hode	$\bar{x}$ hodevekt i St. I	% svinn i alt	% direkte vekt-svinn	% av St. I
Jåtunsalgets vk. ....	141,2	1,91	1,61	16,9	3,3	80,8
Rossebo .....	139,4	2,00	1,62	20,5	5,0	75,8
Foredling K 499-1 .....	150,6	1,99	1,67	17,5	3,6	80,9
» K 512 F <sub>2</sub> -857 ..	111,3	2,37	1,66	38,3	9,7	31,3
» K 512 F <sub>2</sub> -858 ..	86,8	2,23	1,69	37,7	5,9	52,5
» K 75 .....	132,3	1,92	1,58	18,8	3,7	78,8
» TK 75 .....	83,2	2,12	1,68	25,8	4,4	68,8
» K 504 .....	95,6	2,31	1,50	43,4	6,5	25,1
Middel for 17 prøver ....				32,4%		
LSD <sub>5%</sub>				7,5%		

Tab. 10. Jamføring av lagringsevne for K 512 F<sub>3</sub> og F<sub>4</sub> med morsort og holdbar K 499 i vanlig kjeller, Grønsakforsøka.

Tab. 10. Vergleiche von Lagerungsfähigkeit für K 512 F<sub>3</sub> und F<sub>4</sub> mit Mutter-sorte und haltbarer K 499 in gewöhnlichem Keller.

Krysning/Sort	Komb.	Prosent svinn i alt etter 130 døgn lagring	
<i>Vinteren 1962/63</i>			
K 512 F <sub>3</sub> fam 1002 .....	J × M	34,3	fra frøavl 857 IV
K 512 F <sub>3</sub> fam 1003 .....	J × M	52,5	» » 857 III
K 499 holdbar 1012 .....	1959	17,2	» » 499-18-1
Jåtunsalgets vinterkål .....	J	25,6	Morsort til K 512
<i>Vinteren 1965/66:</i>			
K 512 F <sub>4</sub> fam 1528 .....	J × M	30,9	» » sams F <sub>3</sub>
K 512 F <sub>4</sub> » 1554 .....	J × M	32,7	» » 1003 J
K 512 F <sub>4</sub> » 1556 .....	J × M	36,8	» » 1083
K 499 » 1564 .....	1959	17,4	» » 1012

Prosent svinn i tabell 9 og 10 indikerer at i videre foredlingsarbeid bør lagringsevnen forbedres hos kål med innkrysset klumprotresistens.

Gjennom arbeid til LAMPRECHT (6) m.fl. er det kjent at høgt tørrstoffinnhold hos kål skulle indikere god lagringsevne. Med så store skilnader som mellom sommerkål (4-5 %) og vinterkål (8-10 %) ser dette ut til å stemme. En god del av krysningene spalter ut planter spredt innenfor disse områder. Dette gjør seleksjonsarbeidet og sammensetningen av høvelige frøavlsgrupper litt vanskelig.

Ved analyser av tørrstoff og ved hjelp av refraktometer ble det forsøkt å finne fram til de beste planter. Planter med så låge verdier at de nærmet seg sommerkål ble utsjaltet før frøavl. Det ble foretatt endel analyser av sukker

og tørrstoff hos endel  $F_2$  planter av K 512, samt morsorten. Slike data, sammen med forholdet mellom sukkerartene, er vist i tab. 8.  $F_2$  planter av K 512 hadde atskillig mindre innhold av sakkarose enn hoder av morsorten *Jåtun-salgets vk.* Pr. 100 gram frisk vare var skilnaden i sakkarose hele 8,1 gram. I likhet med hva HYLMO (4) har brukt i sin publikasjon av 1943 er forholdet  $\frac{\text{disakkarid} \times 100}{\text{totalsukker}}$  betegnet som disakkaridkvotient. Disakkaridkvotienten er

henholdsvis 12,1 og 26,8 for de to gruppene. I noen tilfelle ga ikke høyere tørrstoffprosent høyere tall for disakkaridkvotient hos K 512. Også i  $F_3$  hadde blad (b) fra K 512 meget lågere disakkaridkvotient enn holdbare testsorter. Slike kjemiske analyser ble utført på en stor del av plantene tilhørende ulike kryssninger. Resultatene er satt opp i tabell 11.

Tab. 11. Innhold av tørrstoff og sukker, forhold mellom sukkerartene i hoder av K 512  $F_3$ , og holdbar testsort.

Tab. 11. *Gehalt an Trockensubstanz und Zucker, Verhältnis zwischen den Zuckerarten in Köpfen von K 512  $F_3$ , und haltbarer Testsorte.*

Nr.	K-nr.	F	Fam.	Gram pr. 100 gram frisk vare				Disakkaridkvotient
				Tørrstoff	Glukose	Sakkarose	Totalsukker	
				$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	
1	K 512	$F_3$	1003 b J × M	7,09	4,07	0,65	4,47	13,7
2	»	$F_3$	1003 hs J × M	7,22	3,78	0,76	4,54	16,7
3	»	$F_3$	1071 b J × M	6,41	3,11	0,36	3,47	10,4
4	»	$F_3$	1002 b tidlig sådd	7,27	3,82	0,65	4,47	14,5
5	»	$F_3$	1002 b seint »	8,23	4,29	0,61	4,90	12,5
6	K 707	$F_3$	1063 » »	9,44	4,25	0,87	5,16	17,0
7	K 499-2	$F_4$	1068 tidlig »	9,15	4,18	0,62	4,80	12,9
8	» -2	$F_4$	1068 seint »	8,66	4,10	0,92	5,02	18,3
9	» -1	$F_4$	1012 k tidlig sådd	8,69	4,05	0,96	5,01	19,2
10	» -1	$F_4$	1012 s » »	8,93	3,80	1,04	4,84	21,5
			LSD 5%	0,30				

Korrelasjon tørrstoff/totalsukker  $r = 0,804^{**}$

» tørrstoff/glukose  $r = 0,708^{***}$

Andre kryssninger enn K 512 kan tenkes å være godt egnet til foredling av sorter for lengre lagring enn 3-4 måneder i vanlig kjeller. Forholdet viser imidlertid at de fleste familier av K 512 gir finnervete og lettkokte hoder. Generelt har hodene hos K 512 et større innhold av lett mobiliserbart sukker enn morsorten og andre vinterkålsorter og skulle derfor også egne seg bedre for framstilling av «Sauerkraut» ved gjæring.

HYLMØ (4) har påvist at disakkaridkvotienten er avhengig av temperatur og andre miljøforhold. At dårlig frostresistens og kort lagringsevne hos K 512  $F_2$  og  $F_3$  forekom samtidig med låg disakkaridkvotient skulle bekrefte formodningen om at en kunne bruke denne kvotienten som indikator ved utvalg av foredlingsmaterieill i kål.

Dette er også utnyttet i endel andre kryssninger hvor det i  $F_2$  og  $F_3$  var mer individuell variasjon i forholdet mellom sukkerartene.

Tab. 12. Refraktometerverdier for 46 utvalgte hoder i  $F_3$ -familie 1003, K 512, middel 6, 58.

Tab. 12. Refraktometerwerte für 46 ausgewählte Köpfe (resistente Pflanzen) in  $F_3$  Fam. 1003 K 512, Mittel 6, 58.

					+						
					+						
					+						
					+	+					
					+	+	+				
					+	+	+				
					+	+	+				
					+	+	+	+			
					+	+	+	+	+		
					+	+	+	+	+	+	
					+	+	+	+	+	+	+
					+	+	+	+	+	+	+
Tall hoder	1		2	7	11	8	6	4	3	1	3
Klasse	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0

Tabell 12 viser at det hos 46 utvalgte  $F_3$  planter av K 512 var betydelig variasjon m.h. til refraktometerverdier. De med lågest verdi ble utsjaltet, og trolig er dette en av årsakene til at en nå har populasjoner av K 512 med bedre og jammere lagringsevne enn før.

Tilbakekryssningen TK 512, sånr. 875 har vist meget god resistens på de felter hvor den har deltatt. Fam. 1048 fra Resistent K 16-8-Rosa F/60 seleksjonert fra innavlet *Bindsachsen* viste i 1961 og 62 god og ensartet resistens. Ved frilandsdyrking blir den neppe angrepet av de vanlige rasespektrene av klumprot. Denne foredling av *Bindsachsen* er imidlertid altfor primitiv og for ømfintlig mot *Peronospora parasitica*. Den må også sjaltes ut fordi hodene grunnet særegen anthocyanfarging ikke er salgare. Både den og TK 512 kan imidlertid betraktes som indikatorer på hva som kan oppnås ved biologisk bekjempelse av klumprot hvis en gjennom foredling og prøving kan finne fram til sorter hvor andre egenskaper også er tilfredsstillende.

Som tabellene viser har resistensen for disse blitt opprettholdt i ulike landsdeler. Frømateriale av slike foredlinger er også avgitt til andre land og til institusjoner som ønsker å inkorporere slik resistens i andre vekstslag.

#### Resistens i $F_4$ familier av K 512

Etter videre utvalg basert på indekstall, prosent angrepne planter m.v. ble de mest lovende  $F_3$  plantene av K 512 frøavlet i 1963 og avkommet testet som  $F_4$  planter i 1964 og 1965 på en rekke ulike felt. Fra nå av ble også materialet testet på sterkt klumprotinfiserte felt på Toten, i Lier, ved Mysen og ved Fredrikstad. Svært verdifullt har det vært at den finske plantepatologen Dr. Linnasalmi hvert år har kunnet prøve endel av materialet i Finland. Hvert forsøk har omfattet mange nummer og bare de som er av betydning for å vurdere resistensen hos K 512 er tatt med i tab. 13. Fam. 1457 (= 1531 i 1965) representerer her en ny generasjon av tilbakekryssningen TK 512 under forsøk på å forbedre form, farge og kvalitet. Indekstallene og prosent planter med og uten angrep viser at tilbakekryssninger er en verdifull metode for å få bedre resistens. Meravlingene hos K 512 er betydelige i forhold til testsortene.

Tab. 13. Utslag for resistens hos K 512, F<sub>4</sub>, TK 512 og testsorter på *Plasmodiophora*-infisert jord 1965.Tab. 13. Ausschlag für Resistenz auf *Plasmodiophora*-infiziertem Boden 1965. Frequenz Pflanzen mit und ohne Befall. Kreuzung K 512 F<sub>4</sub>, TK 512 und Testsorten.

Forsøksfelt, prøvenr. og avstamning	Avling hoder kg/ar	Midlere K-indeks 0-3,00	Prosent planter	
			uten klump. (= 0)	middels + sterkt angrepet (2-3)
<b>1. Klumprofelt J. Jørstad i Snåsa</b>				
1513 TK 512 (= 1457) fra 1023 .....		0,21	81,5	0
1528 K 512 F <sub>4</sub> (= 1474) Sams .....		0,63	38,6	4,5
1529 K 512 F <sub>4</sub> (= 1408) fra 1003 .....		0,87	33,6	13,3
1553 K 512 F <sub>3</sub> fra 857 .....		1,03	32,8	32,4
1554 K 512 F <sub>4</sub> (= 1411) fra 1003 J .....		0,97	26,2	16,7
1555 K 512 F <sub>4</sub> fra 1377 innavlet .....		0,46	58,2	4,1
1557 K 512 F <sub>4</sub> fra 1003 lys .....		0,84	21,1	20,9
Testsort Staup 17 .....		2,57	0	85,2
<b>2. Klumprofelt Ø. Glemmen i Østfold</b>				
1513 TK 512 (= 1457) .....	384	0,3	69,2	0
1529 K 512 F <sub>4</sub> (= 1408) .....	364	2,1	5,2	73,7
1554 K 512 F <sub>4</sub> (= 1411) .....	476	1,1	23,5	29,4
1555 K 512 F <sub>4</sub> fra 1377 innavlet .....	291	0,8	36,8	15,8
Testsort Jåtunsalgets vinterkål .....	107	2,8	0	100
<b>3. Klumprofelt S. Staup 1965</b>				
1513 TK 512 .....	111	0,31	68,6	0
1554 K 512 .....	358	1,33	25,6	43,6
1533 K 504 .....	247	1,90	0	58,1
1534 K 504 .....	236	1,97	6,3	62,5
1519 K 708 .....	254	0,82	45,5	20,5
Testsort Staup 17 .....	164	2,52	0	87,1
<b>4. Klumprofelt T. Toten, nedre del</b>				
1513 TK 512 .....	236	0,70	34,2	3,8
1528 K 512 (= 1474) .....	356	1,17	23,8	25,5
1554 K 512 (= 1411) .....	460	1,55	15,6	45,7
Testsort Toten amager .....	49	2,96	0	100
<b>5. Klumprofelt F. Dickursby, Finland 1965</b>				
1513 TK 512 (= 1457) .....		0,3	50,0	—
1529 K 512 F <sub>4</sub> (= 1408) .....		1,2	3,6	—
1554 » F <sub>4</sub> (= 1411) .....		0,9	3,6	—
1553 » F <sub>3</sub> (= 1414) (lys) .....		1,4	1,8	—
1556 » F <sub>4</sub> (= 1410) .....		0,8	1,8	—
1557 » F <sub>4</sub> (= 1413) .....		0,8	5,4	—
Testsort Rossebø .....		2,1	0	—

Etter at familiene begynte å bli tilstrekkelig ensartet og brukbare er det forsøkt å forbedre resistensen ved å lokalisere gjennom utvalg de felt som gir best resistens. Fra F<sub>4</sub>-familie 1411 ble det tatt ut frøkål fra feltene B, C, D og S og usmitta. Avkommet ble prøvedyrket hver for seg. For å hindre innavlsvirkning var det nødvendig å ta ut prøver også av andre familier. I familie 1412 ble det med resistens i siste generasjon fra D, T og C. Videre ble 1408 i

F<sub>5</sub> representert ved utvalg på feltene B, T og D osv. Alle har ellers tidligere også fått resistens gjennom utvalg på felt A og B, dels C, og avkom fra 1003 ikke minst fra felt J nord for Dovre. I mellomtiden er avkom fra hver av disse igjen testet på ulike steder.

*Femte generasjon av K 512*

Tab. 14 viser resistens hos noen av de familiene innenfor K 512 som i de siste år er prøvd på klumprotsmitta jord. På sterkt smitta jord har gjennomsnittlig meravling i forhold til ømfintlig handelssort svart til ca. 2–5000 kg/dekar. Svært mange av familiene har hatt normal avling på slike felt, selv om målestokksorten nesten var nedvisnet på grunn av klumprot.

Tab. 14. Resistensindekser for F<sub>5</sub> av K 512 på ulike klumprotfelt 1966 i forhold til siste utvalgssted og testsort.

Tab. 14. Resistenzindexe für F<sub>5</sub> von K 512 auf verschiedenen Herniefeldern 1966 im Verhältnis zu letztem Auswahlort und Testsorte.

Sånr.	Generasjon	Utvalg fra	Avkom prøvd på klumprotfelt:							
			B	D	D 24°	C	E	L	LH	T
1601	F <sub>5</sub>	1474 D	0,19	0,89	0,86	1,22	0,3	1,25	2,69	—
1602	»	1474 C	0,24	1,10	0,59	0,44	0,46	—	—	—
1603	»	1474 T	—	1,50	—	1,3	0,7	—	—	0,84
1708	»	1474 L	0,07	1,10	0,44	—	—	1,30	—	—
1606	»	1411 B	0,90	0,50	1,44	0,46	0,60	—	—	—
1608	»	1411 D	—	0,88	1,15	0,26	0,75	—	—	—
1607	»	1411 C	—	1,00	1,04	0,76	0,83	—	—	—
1621	»	1411 S	—	0,95	—	1,06	0,74	—	—	—
1610	»	1412 J	—	0,94	0,91	0,67	0,50	—	—	—
1611	»	1412 T	—	0,65	0,92	0,98	0,60	—	—	—
1612	»	1412 C	—	0,86	—	0,58	0,57	—	—	0,67
1613	»	1408 B	—	—	0,59	0,80	0,7	—	—	—
1614	»	1408 T	—	1,2	0,76	0,82	0,33	1,65	—	0,36
1620	F <sub>4</sub>	1414 T*	—	—	0,89	0,67	—	—	1,94	0,46
1618	F <sub>4</sub>	F <sub>3</sub> **	—	1,00	0,68	1,33	0,89	—	—	***
Ømfintlig testsort . . . .			2,78	2,98	2,00	2,79	2,88	3,00	—	2,32
Badger Shipper . . . . .			0,92	1,11	1,62	1,17	—	—	—	—

\* 1414 utvalgt på Toten i 1964 i samme F<sub>3</sub> som 1003 (1962), mor til 1412.

\*\* Mor til F<sub>4</sub>-populasjon 1474. 1618 = 1474 og 1528, henholdsvis i 1964 og 1965.

\*\*\* Året forut 1,17 jamført med 2,96 i K-indeks for testsort Plasmodiophora-resistens.

I 1966 ble femte generasjon av K 512 prøvd for første gang. Av de 26 felt-nummer som var igjen var det 15 som i form, farge, kvalitet, ensartethet, resistens og avlingsmengde var kommet så langt at de kunne tilfredsstillende kravet til vanlig økonomisk dyrking. Etter avsluttet prøving våren 1967 ble frøet fra disse slått sammen og partiet ble gitt sortsnavnet 'Resista 65'. I 1967 og 1968 er det fornyet frøavl. For steder hvor denne resistensen ikke holder vil en sannsynligvis vinne mye på å gå tilbake til prøving av resistens hos de enkelte nr. som populasjonen bygger på.



Følgende beskrivelse kan gjelde for 'Resista':

'Resista' er en kålsort med inkorporert resistens mot klumprot. Den er foredlet fram ved Institutt for grønsakdyrking, NLH, etter krysning mellom *Jåtunsalgets vinterkål* og M 23-28 fra *Böhmerwald*. Gjentatt utvalg på klumprotsmittet jord i ulike landsdeler gjennom 5 generasjoner har ført til bra resistens, men ikke til immunitet. Plantene har middels kraftig vekst og bladrikdom, og er halv høge. Fargen på hodene er grønn. Sorten har flatrunde, store hoder med god hodedekning og middels tørrstoffinnhold. Sorten gir meget stor avling selv på klumprotsmitta jord. Veksttid fra planting til høsting er 100-110 døgn, dvs. den er ca. 30 døgn tidligere enn morsorten *Jåtunsalgets vinterkål*. 'Resista' 65 er en sen høstkål, ofte salgbare fra medio august, og den egner seg ikke til lagring i lengre tid.

F<sub>4</sub>-populasjon 1618 har fått mest omfattende prøving i landsmålestokk. Foruten de tall som er nevnt for 1618 i tabell 14 kan det nevnes at den ga god avling og resistens i forsøk utført på Landvik ved Grimstad (12). Resistente og brukbare planter fra samme F<sub>4</sub>-populasjon ble allerede i 1964 valgt ut på klumprotfeltene D i Ås, C i Asker, T på Toten og L i Lier. De ble frøavlet i 1965. Hvordan avkommet i F<sub>5</sub> reagerte på de samme klumprotfelt eller på andre rasespekter går frem av tabell 14, øverst. For felt D sitt vedkommende ble det også tatt inn jord for testing av resistens ved 24°C. En kan av sammenstillingen se at det ikke er noen nevneverdig skilnad i resistens mellom F<sub>4</sub>- og F<sub>5</sub>-familiene av K 512. En kan derfor konkludere at resistensen er holdt ved like igjennom de 4 siste generasjoner. Vurdering av resistensforhold ved hjelp av K-indeks tall før endelig utvalg i hver generasjon har bidratt til dette.

Under arbeid med å foredle frem klumprotresistente familier ble en i første omgang nødt til å bruke sterk innavl. En fikk derved frem resistente planter, og fikk eliminert uønsket rosa farge ved å basere nye populasjoner på frøavl av utvalgte planter. Familier med sterkest innavl spaltet imidlertid ut en rekke klorofylløse planter samtidig som plantene ga svært nedsatte frømengder. Forholdet liknet meget på det WEXELSEN (29) berettet om i sine forsøk med *Trifolium*. Sterk innavl i kål fremkalte mindre avling, og det kom frem ulike typer.

For å gjenopprette full fertilitet ble en nødt til å ta hensyn til å få inn ulike S-alleler. Samtidig måtte vi få redusert genfrekvensen for en uønsket egenskap, nemlig smale, lange blad som ellers ikke er kjent i vanlig hodekål. Stort sett har dette lyktes bra. Det er mulig at en kunne kommet enda lengre i resistens hvis en ikke hadde måttet ta slike forholdsregler.

I USA lyktes det WALKER & LARSON (15, 16) å overføre klumprotresistens fra grønnkål til hodekål. I Norge er dette material prøvd gjentatte ganger (17, 18, 21, 25). Dels ble det påvist tap av resistens. Dette har sikkert som årsak at en til dels har andre klumprot raser til stede i vår jord. Senere generasjoner av sorten Badger Shipper må uten tvil ha bedre resistens. Ifølge den nye klassifisering av WILLIAMS (31) er Badger Shipper resistent mot klumprot rase 4, 7, 8, 11, 12, 14, 15 og 16. Som tabell 14 viser blir den likevel en del angrepet av klumprot fra Norge. Dette beviser at vi til dels må ha andre raser til stede på klumprotinfisert jord i Norge. For å få klarhet i hvilke raser vi har, hvor de forekommer og forholdet mellom dem har vi på en rekke av våre utvalgsefter lagt inn differensialsorter av kål, kålrot, reddik og nepe (24). Dels er brukt inokulat fra rene isolat (27). Disse forsøk har vist at for-

holdet mellom rasene og sporekonsentrasjonen kan variere sterkt fra sted til sted, og fra år til år.

Uten tvil har en rekke slike forhold påvirket gangen og resultatene i vårt foredlingsarbeid. Det er mulig at en del av de plantene som angripes av klumprot i K 512 kun er resistente mot noen få raser. Stort sett har høgere generasjoner av K 512 oppnådd en resistens på høyde med de 8 rasene som Badger Shipper er resistent mot. Avkastning og lagringsevne er imidlertid bedre tilpasset norske forhold.

### Sammendrag

Undersøkelser av skandinaviske kålsorter har vist at de mangler evne til å motstå angrep av klumprotsoffen *Plasmodiophora brassicae*. For å få overført resistens mot klumprot ble det foretatt kryssninger med linjer fra mellom-européiske resistensilder. Det viste seg at plantene i første generasjon normalt fikk et like sterkt klumprotangrep på røttene som ømfintlige testsorter.

Resultatene av  $F_2$  for en rekke ulike kryssninger jamført med ømfintlige sorter og resistente testlinjer viste at omkombinering hadde lyktes. Indeks beregnet på grunnlag av frekvens planter i angrepsgruppe 0, 1, 2 og 3 viste at det allerede i  $F_2$  forekom en betydelig resistens.

I det videre arbeide ble hovedoppgaven å vedlikeholde eller forbedre denne resistens og samtidig fjerne uønskete egenskaper og få penere og mer brukbar kål. Som eksempel har en i denne publikasjon valgt kryssningen K 512 *Jåtunsalgets vinterkål*  $\times$  *Böhmerwald M 23-28*. Foruten en rekke ømfintlige planter i  $F_2$  inneholdt denne populasjon ca. 60 prosent planter med uønsket indre anthocyanfarging av hodene. Hertil kom spiss hodeform på en god del av plantene.

Selv kvite  $\times$  kvite  $F_1$ -planter som ble krysset ga endel  $F_2$ -planter med rosa hoder. Ved innavl av  $F_1$  og spesielt utvalg i  $F_2$  lyktes det i løpet av neste generasjon å få frekvens av uønsket hodefarge redusert ned til ca. 3 prosent av plantene i de beste familier. En  $F_3$ -familie hadde fremdeles 22 prosent rosa planter. Tilbakekryssninger gir bedre resistens enn i en vanlig  $F_2$ -populasjon.

Testing av resistens hos  $F_3$ -generasjoner av K 512 ble utført på 8 ulike klumprotfelt beliggende i Ås, Asker, Stokke, Rytterager i Hole, Staup ved Levanger, Mære og Jørstad i Snåsa, dvs. på felter geografisk separert med opptil 4-5 breddegrader. I forhold til ømfintlige testsorter viste også denne generasjon betydelig resistens. Visse vertplanter i årene 1957 til 1962 reagerte slik at en også i Norge må rekne med forekomst av flere klumprottraser og en rekke ulike rasespekter. Dette har vanskeliggjort både prøving og foredlingsarbeid.

Lagringsforsøk viste at svinn i lagervare av K 512  $F_2$  allerede etter 130 døgn lagring var oppe i 38 prosent inkludert nødvendig avblanding. Svinnprosenten var atskillig større for K 512 enn for holdbar norsk morsort. Forholdet var omtrent det samme også i  $F_3$  for hoder lagret vinteren 1962/63. For å få holdbar resistent hodekål må det derfor prøves andre kryssningskombinasjoner.

Skilnad i lagringsevne og utviklingstid for morsorten og kryssningsavkommet for K 512 gjenspeiler seg også i data for forhold mellom sukkerartene. Avkompopulasjonene har mer glukose og mindre sakkrose enn hodene av

morsorten, og de passer derved bedre for høst- og tidlig vinterbruk. Total-sukkeret utgjør ca. halvparten av tørrstoffet. I  $F_3$  varierte innholdet av total-sukker i frisk kål fra 3,5 prosent til 4,9 prosent.

Det ble funnet signifikante skilnader i tørrstoffinnhold og refraktometer-verdi også hos utvalgte resistente  $F_3$ -planter. For å unngå å få for mye av høstkålkaraktøren inn ble avkom med låge verdier sjaltet ut før frøavl.

I tabell 13 og 14 er gjengitt indekstall som viser hvordan det er med resistens i høyere generasjoner av K 512 ( $F_4$  og  $F_5$ ) jamført med ømfintlig testsort. Indekstallene ligger stort sett under 1,00, og dette indikerer fortsatt god resistens. I et par tilfeller med enorm sporekonsentrasjon i jorda har resistente vertplanter ikke helt klart å motstå angrep.

Indekstall for familier av K 512 er i tab. 14 direkte jamførbar med data for den amerikanske resistente sorten 'Badger Shipper'. Jamført med disse tall ser en at de nye foredlinger har bra resistens. Indekstallene viser at selv en sort som er angitt til å være resistent mot minst 8 ulike klumprotraser kan bli angrepet hos oss. Dette viser at det er mange problemer en må ta hensyn til i det videre foredlingsarbeid.

For at resistens skal kunne bibeholdes over et videre område i et lengre tidsrom, og overfor de aktuelle rasespekter, er det nødvendig med spesialundersøkelser. Som et ledd i disse er det satt i gang utvalg på ulike klumprotfelt og i ulike landsdeler. Disse planter er frøavlet og avkommet igjen prøvet på ulike felt. Noen resultater er gjengitt i tab. 13 og 14. Introduksjon av grupperesistens mot flere ulike raser i foredlingsmaterialet har fra starten av lettet dette arbeid.

Selv om en enda vet for lite om miljøets innvirkning og patogenets skjebne i jord og planter må en på grunnlag av her framlagte data kunne konkludere med at resistens hos vertplantene er arvelig og at resistens mot klumprot lar seg omkombinere med andre ønskelige egenskaper.

Indekstall og avlingsdata viser at resistensen er av slik natur og storleik at den kan få stor praktisk betydning. Virkningen av resistens gjennom 5 generasjoner i løpet av 10 år viser at biologisk bekjempelse av en av *Brassica*-plantenes mest fryktede sykdommer er mulig gjennom videre foredling.

### Zusammenfassung

Untersuchungen von skandinavischen Kohlsorten haben gezeigt, dass sie eine unzureichende Fähigkeit besitzen den Angriffen des hernieverursachenden Pilzes *Plasmodiophora brassicae* zu widerstehen. Um Resistenz gegen Hernie überführt zu bekommen, wurden Kreuzungen mit Linien von mitteleuropäischen Resistenzquellen vorgenommen. Es zeigte sich, dass die Pflanzen in erster Generation normalerweise einen ebenso grossen Herniebefall an den Wurzeln bekamen wie empfindliche Testsorten.

Die Ergebnisse von  $F_2$  für eine Reihe von verschiedenen Kreuzungen, verglichen mit empfindlichen Sorten und resistenten Testlinien, zeigten dass das Umkombinieren gelungen war. Index, berechnet auf Grundlage von Frequenz Pflanzen in der Befallsgruppe 0, 1, 2 und 3, zeigte, dass bereits in  $F_2$  eine bedeutende Resistenz vorkam.

In der weiteren Arbeit musste diese Resistenz erhalten oder verbessert werden und gleichzeitig unerwünschte Eigenschaften eliminiert, sowie ein

verbesserter, brauchbarer Kohl erzielt werden sollte. Als Beispiel hat man in dieser Veröffentlichung die Kreuzung 512 *Jätunsalgets Winterkohl* × *Böhmerwald M 23–28* gewählt. Ausser eine Reihe empfindlicher Pflanzen in der  $F_2$  enthielt diese Population etwa 60 Prozent Pflanzen mit innerer unerwünschter Anthocyanfärbung der Köpfe. Dazu kommt die spitze Kopfform eines guten Teils der Pflanzen.

Selbst weisse × weissköpfige  $F_1$  Pflanzen die gekreuzt wurden, gaben einen Teil  $F_2$  Pflanzen mit rosa Köpfen. Bei Inzucht von  $F_1$  und besonderer Auswahl in  $F_2$ , gelang es im Laufe der nächsten Generation die Frequenz unerwünschter Kopffärbung bis herunter auf 3 % von Pflanzen der besten Familien zu bekommen. Eine  $F_3$  Familie hatte weiterhin 22 % rosa Pflanzen. Rückkreuzungen geben bessere Resistenz als in einer gewöhnlichen  $F_2$ -Population.

Testung von Resistenz bei  $F_3$  Generationen von K 512 wurde auf 8 verschiedenen Herniefeldern vorgenommen die in Ås, Asker, Stokke, Rytterager in Hole, Staup bei Levanger, Måre und Jørstad in Snåsa liegen, d.h. auf Feldern die geographisch bis zu 4–5 Breitengraden von einander entfernt sind. Im Verhältnis zu empfindlichen Testsorten zeigte auch diese Generation bedeutende Resistenz.

Gewisse Wirtspflanzen in den Jahren 1957–1962 reagierten so, dass man auch in Norwegen mit dem Vorkommen mehrerer Hernierassen und einer Reihe ungleicher Rassenspektren, rechnen muss. Dieses hat sowohl die Prüfung wie die Züchtungsarbeit erschwert.

Lagerungsversuche zeigten, dass der Schwund der Lagerware von K 512  $F_2$  bereits nach 130 Tagen Lagerung so hoch wie 38 % war, eingeschlossen die notwendige Abblätterung. Der Schwundprozent war viel grösser für K 512 als für haltbare norwegische Muttersorte. Das Verhältnis war auch ungefähr dasselbe in der  $F_3$  für im Winter 1962–63 gelagerte Köpfe. Um einen haltbaren resistenten Kopfkohl zu bekommen, müssen darum andere Kreuzungskombinationen versucht werden.

Der Unterschied der Lagerungsfähigkeit und Entwicklungsdauer für Muttersorten und Kreuzungsnachkommen für K 512, spiegelt sich auch in Daten für das Verhältnis zwischen den Zuckerarten wieder. Die Nachkommenpopulationen haben mehr Glucose und weniger Saccharose als die Muttersorte und sie passen dadurch besser für Herbst- und Wintergebrauch. Der Totalzucker macht etwa die Hälfte der Trockensubstanz aus. In  $F_3$  variierte der Gehalt an Totalzucker in frischem Kohl von 3,5–4,9 Prozent.

Es wurden signifikante Unterschiede im Trockensubstanzgehalt und Refraktometerwert auch bei ausgewählten resistenten  $F_3$  Pflanzen gefunden. Um zu umgehen zu viel vom Herbstkohlcharakter hinein zu bekommen, wurden Nachkommen von niedrigem Wert vor der Saatzucht ausgeschaltet.

In Tab. 13 und 14 sind Indexzahlen angegeben die zeigen wie es mit der Resistenz in höheren Generationen von K 512 ( $F_4$  und  $F_5$ ) geht, verglichen mit empfindlichen Testsorten. Die Indexzahlen liegen im grossen ganzen unter 1,00 und dieses indiziert weiterhin gute Resistenz. In einzigen Fällen, bei enormer Sporenkonzentration im Boden, ist es resistenten Wirtspflanzen nicht ganz gelungen, dem Angriff zu widerstehen.

Indexzahlen für Familien von K 512 sind in Tab. 14 direkt vergleichbar mit Daten der amerikanischen resistenten Sorte 'Badger Shipper'. Verglichen mit diesen Zahlen ist erkenntlich, dass die neue Züchtung gute Resistenz

besitzt. Die Indexzahlen zeigen, dass selbst eine Sorte die als resistent gegen wenigstens 8 verschiedene Hernierassen gilt, bei uns angegriffen werden kann. Dieses zeigt, dass man bei weiterer Züchtungsarbeit auf viele Probleme Rücksicht nehmen muss.

Damit die Resistenz über ein weiteres Gebiet und längeren Zeitraum beibehalten werden kann, und gegenüber den aktuellen Rassespektren, sind Spezialuntersuchungen notwendig. Als ein Glied dessen ist eine Auswahl auf verschiedenen Herniefeldern in verschiedenen Landsteilen vorgenommen. Diese Pflanzen sind saatgezüchtet und die Nachkommen wiederum auf verschiedenen Feldern geprüft. Einige Ergebnisse sind in Tab. 13 und 14 wiedergegeben. Introdution von Gruppenresistenz gegen mehrere verschiedene Rassen im Züchtungsmaterial, haben von Anfang an diese Arbeit erleichtert.

Obleich man noch zu wenig weiss über die Einwirkung des Milieus und dem Verhalten des Patogens in Boden und Pflanzen, muss man auf Grundlage der hier vorgelegten Daten damit schlussfolgern können, dass Resistenz bei den Wirtpflanzen erblich ist und dass Resistenz gegen Hernie sich umkombinieren lässt mit anderen wünschenswerten Eigenschaften.

Indexzahlen und Ertragsdaten zeigen weiter, dass die Resistenz solcher Art und Grösse ist, dass sie von grosser praktischer Bedeutung sein kann. Die Wirkung von Resistenz durch 5 Generationen im Laufe von 10 Jahren zeigt, dass biologische Bekämpfung einer von *Brassica*-Pflanzen am meisten gefürchteten Krankheiten durch weitere Züchtung möglich ist.

### Litteratur

1. BREMER, H., B. WEHNELT & E. BRANDENBURG, 1937: Zur Prüfung von Bekämpfungsmitteln gegen Kohlhernie. Mitt. Biol. Reichsanst. Berlin-Dahlem 55, 61-79.
2. FUCHS, W. H., & K. v. ROSENSTIEL, 1958: Ertragssicherheit. KAPPERT & RUDOLF: Handb. d. Pflanzenzücht. 2. Aufl., Bd. 1, 365-442.
3. GANTE, T., 1951: Hernieresistenz bei Weisskohl. Z. Pflanzenzücht. 30, 188-197.
4. HYLMO, B., 1943: Disackaridbildung hos vitkål vid kall väderlek. Meld. nr. 17. Statens Trädgårdsforsök, Alnarp, 1-37.
5. LAMMERINK, J., 1964: Six pathogenic races of *Plasmiodiophora brassicae* Wor in New Zealand. N. Zealand J. Agr. Res. 8, 156-64.
6. LAMPRECHT, H., 1950: Gemüsekohlarten. ROEMER & RUDOLF: Handb. d. Pflanzenzücht., 1. Aufl. (1943), 5, 438-468.
7. LANG, J., 1943: Das Immunitätsproblem in Pflanzenzucht und Pflanzenbau. Dtsch. Landw. Presse 70, 38.
8. LUZNY, J., 1965: On the breeding of cabbage plants for resistance to *Plasmiodiophora brassicae* Wor. Acta universatis agriculturac, Brno. 619-628.
9. NIEUWHOF, M. & WIERING, D., 1962: Clubroot resistance in *Brassica oleracea* L. Euphytica 11, 233-239.
40. NIEUWHOF, M. & WIERING, D., 1963. Factors influencing the occurrence of clubroot in semi-resistant populations of *Brassica oleraceae* L. Euphytica 12, 270-276.
11. RUNDFELDT, H., 1960: Gemüsekohl. KAPPERT & RUDOLF: Handb. d. Pflanzenzücht., 2. Aufl., Bd. 6, 160-227.
12. SANNA, E., 1966: Bladgjødsel med urea til kvitkål angrepet av klumprot. Gartneryrket 57, 973-975.
13. SEAMAN, W. L., J. C. WALKER & R. H. LARSON, 1963: A new race of *Plasmiodiophora brassicae* affecting Badger Shipper Cabbage. Phytopathology 53, 1426-1429.
14. STAHMANN, M. A., K. P. LINK & J. C. WALKER, 1943: Mustard oils in crucifers and their relation to resistance to clubroot. J. Agr. Res. 67, 49-63.
15. WALKER, J. C. & R. H. LARSON, 1948: Development of clubroot resistance in cabbage. Phytopathology (Abstr.) 38, 28.
16. WALKER, J. C. & R. H. LARSON, 1951: Progress in the development of clubrootresistant cabbage. Zhytopathology (Abstr.) 41, 37.

17. WEISÆTH, G., 1958: Zur Züchtung hernieresistenten Kohls. Rep. 15th Int. Hort. Congr. Nice 1958, Oxford 1961, 511-516.
18. WEISÆTH, G., 1960: Forsøk med framstilling av klumprotresistente F<sub>1</sub>-hybrider i kål. Ber. Nord. Jordbrforsk. 11 Kongr. Oslo 1959, Supplem. 1, 235-240.
19. WEISÆTH, G., 1961: Zur Züchtung hernieresistenten Kohls. II. Prüfung auf Resistenz und Leistung von Inzuchtlinien aus mitteleuropäischen resistenten Herkünften. Z. für Pflanzenzüchtung, 46, 20-45.
20. WEISÆTH, G., 1962: Beobachtungen über das entwicklungsphysiologische Verhalten von Kopfkohl. Vortrag Eucarpia Sect. Physiology. Gembloux, Belgia 4/7 1961.
21. WEISÆTH, G., 1964: Breeding of clubroot resistant *Brassica oleracea* using the resistant source Shetland. Eucarpia Brassica Symposium. Rep. Scottish Hort. Res. Inst. Sept. 1964, 5 tab., 32-39.
22. WEISÆTH, G., 1965a: Breeding of *Brassica oleracea* resistant to club root using the resistance source Shetland. Horticultural Research 5, 46-47.
23. WEISÆTH, G., 1965b: Klumprot og vekstskifte. Norsk Landbruk, h. 10, s. 8-9, 32.
24. WEISÆTH, G., 1965c: Klumprotresistens. Toten forsøksring. Årsmelding nr. 10, 98-100.
25. WEISÆTH, G., 1966a: Zur Züchtung auf Resistenz gegen physiologische Rassen von *Plasmodiophora brassicae* Wor. Acta Agriculturæ Scandinavica, Suppl. 16, 295-298.
26. WEISÆTH, G., 1966b: Breeding of resistance against physiological races of *Plasmodiophora brassicae* Wor. Summary, Résumé. Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles, 13, 430-433.
27. WEISÆTH, G., 1967: Klumprot og klumprotresistente sorter. Landbrukets årbok 68, Oslo, 247-252.
28. WEXELSEN, H., 1935: Arv og foredling av våre dyrkede planter, Oslo. 112 pp.
29. WEXELSEN, H., 1945: Studies on fertility, inbreeding, and heterosis in red clover (*Trifolium pratense* L.) Skr. Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo I Mat.-Naturv. Klasse I No. 1, 144 pp.
30. WEXELSEN, H., 1964: Genetikk. Universitetsforlaget, Oslo 245 pp.
31. WILLIAMS, P. H., 1966: A system for the determination of races of *Plasmodiophora brassicae* that infect cabbage and rutabaga. Phytopathology 56, 624-626.
32. WILLIAMS, P. H. & WALKER, J. C., 1963: Races of clubroot in North America. Plant Diseases Rcp. 47, 608-611.

# PLANTENES KROMOSOMTALL OG ØKOLOGISKE TILPASSING

## *Distribution and adaptation of polyploid plants*

ARNULF R. PERSSON

### Plantenes kromosomtall og breddegrad

Den variasjon en finner i plantenes kromosomtall er en interessant side av cytogenetikken. Å greie ut om de vilkår som har ført til de store forskjeller, er ikke mulig innenfor rammen av en kort artikkel. Men det kan være rett å understreke at det ikke er noen klar sammenheng mellom en organismes utviklingstrinn eller tilpasningsevne og kromosomtallet. Mange planter som står på et relativt lavt fylogenetisk utviklingstrinn, har et høyt kromosomtall.

Enkelte planteslag opptrer i forskjellige kromosomnivåer, gjerne på det diploide og polyploide trinn. Om en sammenlikner fordelingen av diploide og polyploide former i naturen, finner en en viss lovmessighet. HAGERUP (7, 8, 9) var den første som tok fatt på et systematisk studie av dette spørsmål. På grunnlag av analyse av *Empetrum* og *Ericales* hevdet han at arter med høyeste kromosomtall er de som vokser lengst nord og som således er mest utsatt for ekstreme temperaturer. En konsekvens av dette var at jo lengre nord en kommer, desto flere polyploide former. Seinere har mange forskere kunnet vise til denne tendens i sitt materiale, eksempelvis FLOVIK (4), men særlig må framheves arbeid av TISCHLER (22, 23, 24, 25) og LØVE & LØVE (12, 13, 14, 15).

I alminnelighet er frekvensen av polyploide planter ganske høy. Ifølge LØVE & LØVE (14, 15) kan en estimere den til omkring 30 prosent i tempererte høylandsområder som tidligere ikke har undergått noen glasial periode. En vil videre finne et vesentlig høyere tall i enfrøbladede enn i tofrøbladede. I subarktiske og artske strøk vil prosenttallet av polyploider gjerne være høyere enn 70, med en 50–60 prosent innen tofrøbladede og opp til 100 prosent blant de enfrøbladede. Tabell 1 gir et bilde av tendensen når det gjelder fordelingen av polyploider i den nordlige hemisfære.

Tallene viser en gradvis øking av tallet polyploider med økende breddegrad.

Granskingen i Nord-Amerika har ført til det samme resultat. Imidlertid kan det være grunn til å spørre hvor stor vekt en skal legge på de relasjonstall en er kommet frem til når det gjelder diploider og polyploider, om det er grunnlag for å se denne tendensen i en funksjonell sammenheng med miljøet.

Tabell 1. *Fordelingen av polyploider i forskjellige regioner. Etter LØVE & LØVE (14).*

Område	Tall arter i området	Prosent polyploider	Prosent cytologisk granskede arter
Nord Sahara .....	300	37,8	50
Cycladene .....	1 186	37,0	49
Romania .....	3 365	46,8	65
Ungarn .....	2 039	48,6	72
Schleswig-Holstein .....	1 081	54,6	89
Danmark .....	1 306	53,5	91
Norge .....	956	57,6	87
Norrland .....	956	59,2	88
Island .....	394	72,1	100
Jan Mayen .....	37	70,3	100
Spitsbergen .....	145	76,2	84
Peary Land .....	85	81,5	80

Artstallet og artssammensetningen varierer sterkt i undersøkte områder, og en kan f.eks. tenke seg at nordlige områder er rikere på arter med naturlig høy frekvens i polyploider. Det mest pålitelige materialet med omsyn på å granske klimaeffekt på polyploiditet vil en få om en kunne studere det samme artsmateriale i de ulike områder. Ikke desto mindre er det systematisk tendens til stede, og de ulike forskere legger noe forskjellig vekt på de faktorer som kan ha ført til denne utvikling.

En var tidlig opptatt av at det kanskje var en direkte sammenheng mellom danning av polyploider og ekstreme klimaforhold, bl.a. fordi en kjente til at kuldesjokk kan utløse kromosomdobling. Et forhold som taler imot denne forklaring er at opprinnelsen til polyploide kolonier i arktiske strøk synes å gå lengre tilbake enn til den tid da det var ekstreme klimavilkår.

Mesteparten av de granskete områder (jfr. Tabell 1) var dekket av is under den pleistocenske istid, og når isen smeltet, ble viddene gradvis kledd med ny flora. En ser også av tabell 1 at artstallet synker med stigende breddegrad. STEBBINS (21) legger vekt på at polyploider synes å være bedre skikket til å kolonisere områder enn mange diploide. Dette bør sees i sammenheng med den større genetiske variasjon polyploidene representerer.

Det ser også ut til at polyploidene har en selektiv fordel i florabestander som synes å ha overlevet en eller flere isperioder, f.eks. på arktiske og subarktiske øyer, hvilket igjen kan være en refleks av en rommeligere genetisk fleksibilitet som gir den polyploide bestand større reserver til å overleve store miljøendringer.

En kan imidlertid ikke finne noen absolutt korrelasjon mellom polyploiditet og herdighet. LØVE & LØVE (14) påpeker at i områder med noe begrenset flora, under 300–400 arter, kan en vanskelig påpeke en høyere selektiv verdi for polyploider. Likeså ser det ut til at under heilt ekstreme klimavilkår møter en høyst sannsynlig bare diploide av slekter som *Oxyria*, *Silene*, *Saxifraga*, *Draba*, *Salix*, *Dryas* og *Vaccinium*.

I sin alminnelighet har enfrøbladete en meget høyere frekvens polyploider enn tofrøbladete, en relasjon som gjelder for alle områder, og i nordlige arktiske strøk er som nevnt nær alle enfrøbladete av polyploid natur. Dette kan en kanskje se i sammenheng med at de enfrøbladete er en eldre gruppe



enn de tofrøbladete og de har en mer perennial tendens og stundom en partiell apomiksis som kan favorisere en utvikling mot polyploidi.

LØVE & LØVE (14) mener det er grunn til å tro at floraen på de arktiske øyer startet med kanskje 10 til 20 ganger så mange arter, og at istiden reduserte tallet og favoriserte de polyploide former.

### Økologisk tilpassing

Detaljene i det kompleks av faktorer som har gitt polyploidene slik framstående plass er ikke særlig klare. Floraens historie er ikke helt kjent, bl.a. har de geologiske og biologiske vurderinger i denne sammenheng hatt en tendens til ikke å falle sammen. Men florautviklingen synes å ha sammenheng med

- a) migrasjon og nykolonisering
- b) regionfloraens vekst og utvikling, bl.a. innbyrdes påvirkning mellom arter
- c) samspillet mellom klima og flora
- d) samspillet mellom flora og jordbruk og andre samfunnsinngrep, f.eks. tettbebyggelse, veger, jernbane, ballastplasser etc.

I hvilken grad en trenger en nitidig analyse av de mange og til dels kompliserte faktorer som har formet f.eks. den nordeuropéiske flora for å forklare frekvensen av polyploider er et åpent spørsmål. Foreløpig er det sannsynlig at den større genetiske buffer polyploidene representerer gir et visst grunnlag til å forstå at polyploide arter vil kunne hevde seg bedre under ekstreme eller skiftende klimatiske og edafiske vilkår.

For en planteforedler blir straks spørsmålet hvilken betydning dette har for foredlingsprogram som tar sikte på å framstille kulturplanter for ekstreme vilkår. I Norge finner en nordgrensene for dyrking av en rekke arter, blant de såkalte hagebruksvekster. En større genetisk buffering av populasjonene mot klimaekstremer er et ønskemål. Det er grunn til å diskutere dette spørsmål i sammenheng med det kjennskap vi har til artifielt fremkalte polyploider.

### Ulike typer polyploidi

Det er praktisk å skille mellom auto- og allopolyploidi. Hos en ren autopolyploid er alle genomer like. Den oppstår ved en dobling av kromosomtallet. Skjer dette i en somatisk celle som gir senere opphav til de reproduktive organer, vil alt avkom få det doble kromosomtall. Oppstår det en gamet med dobbelt kromosomtall på grunn av manglende reduksjon eller ved fusjon vil den ved frøing gi opphav til et triploid individ. Allopolyploidene oppstår ved hybridisering. Hos en utpreget allopolyploid er kromosomene hos foreldrene så forskjellige at de ikke har tilstrekkelig homologi for dannelse av chiasmata. En får derfor de samme bivalentdannelser som hos foreldrene og tallet bivalenter blir summen av foreldrenes.

Mellom disse to ekstreme typer er det intermediære typer. Disse kan en kalle segmentalalloploider, (21). De kan bli definert som polyploider som har to par av genomer med betydelige kromosomsegmenter og kanskje også kromosomer felles, men kromosomene skiller seg også så sterkt fra hverandre i

genomkarakteristikk at en ikke oppnår fertilitet på det diploide nivå. En fjerde type polyploidi er den såkalte autoalloploidi, som bare kan forekomme på det heksaploide nivå og høyere. Autoalloploidi kan en forklare ved følgende eksempel: Om en krysser *Helianthus tuberosis* L. ( $n = 51$ ) og *H. annuus* L. ( $n = 17$ ) kan en oppnå en hybrid med  $n = 34$  (10).

Kromosomdobling representerer et klart og ofte et fatalt utviklingsskritt som skiller det nye individ fra den populasjon den er oppstått i. Men det er likevel mange eksempler på at polyploidene eksisterer sammen med det diploide utgangsmateriale (polyploid kompleks) og det er utveksling av arveanlegg mellom det diploide og polyploide materiale. Diploidene kan fra tid til annen danne auto- eller allopolyploider og derved være brobyggere mellom de ulike nivå. Direkte hybridisering mellom tetraploider og diploider kan også finne sted med dannelser av triploider som i påfølgende generasjoner kan gi bidrag til både diploider og polyploider.

*Virkning av kromosomfordobling.* Karaktertrekk hos polyploider er bl.a. beskrevet av WEXELSEN (27) og SCHWANITZ (20). Virkningen av kromosomdobling beror på den genetiske konstitusjon av individet. Luksuriens eller gigantvekst er en effekt som ofte er observert. Den har sammenheng med at den direkte virkning på cellene er øket størrelse og volum. Men denne tilsynelatende positive side kan ha sin mindre gunstige aspekter. Celleoverflaten i forhold til volumet blir redusert, også de indre intercellulære åpninger endres.

Indeksen lengde/tykkelse blir mindre, noe som bl.a. fører til at ledningsstrengene øker i diameter. Tall spalteåpninger blir mindre, men de enkelte stomata større. Denne omskifting synes å bremse den fysiologiske aktivitet, og resultatet blir minsket utviklingsfart og seinere blomstring og modning. Men den vegetative massetilvekst hos polyploider kan være bedre enn hos det diploide utgangsmateriale. En kan til vanlig vente mindre frost- og tørke-resistens av artificielle polyploider enn av det diploide materiale det er oppstått av.

Organformene blir endret i relasjon til celleform, og blir gjerne kortere, tykkere og bredere. Frøstørrelsen øker ofte vesentlig med kromosomdobling, men spiringen går gjerne tregere. Forholdet blad/rot øker. Kromosomfordoblingen fører i sin alminnelighet til en reduksjon av blomstertallet, mens de enkelte blomster gjerne blir større og bedre farget. Frukt og frøsetting blir helst redusert. Av en viss interesse er det å merke seg virkningen på plantenes innholdsstoffer. Innhold av vitamin C kan til dels øke vesentlig, kfr. BARR *et al.* (1), CRANE & ZILVA (2) og NOUGUCHI (17). Når det gjelder mange medisinalvekster, ser det ut til at polyploidforedling kan være en effektiv veg til å øke innholdet av de aktive kjemikalier. Særlig Japan har slått inn på denne veg ifølge LØVE & LØVE (15).

Reine autopolloider synes å ha sin plass i planteforedlingen, for her gjelder det ikke så ofte spørsmål om herdighet og overleving, men innhold av karbohydrater og protein. F.eks. i rotvekster synes polyploide sorter å etablere seg. Triploide betes, såkalte polybetes vant tidlig kommersiell anerkjennelse. Frø av polybetes har en fått på basis av et frømateriale som består av 75 prosent tetraploide og 25 prosent diploide (6). Senere har en også klart å velge ut tetraploide betes med lovende avkastning.

To metoder er brukt i foredling av neper. Den ene er å ta sikte på å lage en tetraploid type som er homogen med omsyn på farge, form og andre egenskaper. Den andre metoden er å fremstille et meget heterozygotisk mate-

riale for å dra nytte av den heterosiseffekt materialet representerer. Nettopp den siste metode synes å være løfterik. Heterozygote tetraploider gir større avling av tørrstoff. De vokser raskere og synes å bevare sine fortrinn både under gunstige og ugunstige vilkår. Et eksempel på dette er den tetraploide sorten *Sirius* som er fremkommet ved kryssing av tetraploide linjer med god «combining ability», jfr. tabell 2.

Tabell 2. *Avkastning av tetraploid nepe sammenliknet med etablerte diploide sorter. Etter Sveriges Utsädesförenings journal 68 : 46.*

Sort	Tall forsøk	Rel. avling	Prosent tørrstoff	Rel. tørrstoffavling	Rel. avling bladmasse
Svaløfs Bortfelder . . . . .	46	100	10,1	100	100
Sirius . . . . .	46	138	8,8	121	89
Weibulls Tellus . . . . .	8	100	9,6	100	100
Sirius . . . . .	8	129	9,2	123	92
Svaløfs Østersundom . . . . .	55	100	9,1	100	100
Sirius . . . . .	55	116	8,8	112	105

Av tabellen går det fram at *Sirius* har vært med i omfattende forsøk. Den har hevdet seg godt avlingsmessig, også når det gjelder tørrstoff. Tørrstoffprosenten tenderer mot å være noe mindre enn hos diploide.

Ifølge HAGBERG & ÅKERBERG (6) har en oppnådd kanskje den største fremgang i polyploidiforedlingen av rød- og alsikekløver. De beste populasjonene står over de diploide i vekst og også i produksjon av tørrstoff. Proteininnholdet er ofte høyere i tetraploid kløver enn i diploid. Også her venter en det beste resultat av utpreget heterozygotisk genkombinasjon. En interessant detalj er at blomstene hos rødkløver øker så meget i størrelse ved kromosomdobling at biene har vanskelig for å utføre pollineringsarbeidet. Ellers er det en heller låg toleransegrense for diploide i det polyploide materiale, 2–3 prosent, fordi haploid pollen har en preferens, og mengden diploide kan lett bygges opp. Kløver er derfor et eksempel på at polyploidiforedling, selv om den har lovende aspekter, også er forbundet med spesielle vansker som gjør at det kan ta mange år før polyploide sorter vinner alminnelig anerkjennelse.

Når det gjelder vegetativt formerte planter, har en full mulighet til å dra nytte av fordeler enkelte triploider innebærer, eksempelvis i eple- og løkvekster.

Det ligger i sakens natur at det i første rekke er hos planter hvor den vegetative del er det nyttbare produkt at polyploidi kommer til nytte. Men et eksempel på en frøplante er den tetraploide rugen. Den såkalte stålrugen har gitt større totalavkastning enn den diploide, og melet har hatt bedre bakeevne. En har heller ikke funnet noen forskjell i karakterer som tørke-resistens, tidlighet og stråstivhet (16), men en har støtt på praktiske vansker ved utmalingen.

*Allopolyploider.* Skal en trekke en parallell mellom de ville vekster og kulturvekstene, interesserer allopolyploidene langt mer enn autopolyploidene. Grunnet for en allopolyploid er en kryssing mellom to planter som er så genetisk forskjellige at regulær chiasmata-danning ikke finner sted. Gametene

kan i et slikt tilfelle inneholde en tilfeldig gruppe kromosomer og vil normalt ikke være funksjonsdyktige. Men en slik sterilitet kan være en fordel om gameter med uredusert tall kromosomer opptrer og disse får en sjanse til å forenes.

Også somatisk kromosomdobling er en veg som kan føre til fertilitet. Det var nettopp somatisk dobling WINGE (28) mente var prinsippet for danning av fertile amfidiploide. Den inspirerende forskning som har ført til klarlegging av mange allopolyploider, er et av de fineste kapitler i arvelæren. Vi vet allopliddanning har spilt en viktig rolle i evolusjonen av en rekke av våre viktigste kulturplanter, som hvete, havre, bomull, tobakk og sukkerrør. Kanskje det mest interessante ved dette fra et planteforedlingssynspunkt er at det opprinnelige foreldremateriale kan ha liten eller ingen agroøkonomisk verdi mens syntesen mellom dem har gitt oss vekster av den største betydning. Dette har skjedd ved naturens tilfeldige spill. Det ligger nær å spørre med omsyn til de krav som vil stilles til den globale planteproduksjon de kommende år, om ikke storstilt planmessig utnytting av dette prinsipp vil gi planteforedleren instrument til å nå nye høyder. Brassicaforedlingen synes å åpne slike veier. Slekten Brassica består av mange viktige grønnsak-, fôr- og industrivekster. Det er et interessant cytologisk samband mellom disse, se fig. 1. De tre primærgenomene som danner dette kompleks er kalt a, b og c, og representerer artene *B. nigra*, *B. oleracea* og *B. campestris*. Artene i periferien av den store sirkel har oppstått naturlig; *juncea* – en amfidiploid av *nigra* og *campestris*; *napus* dannet av *campestris* og *oleracea* og *carinata* av *oleracea* og *nigra*. Fig. 1 viser også syntesen av *Raphanobrassica*. Denne alloplloid synes å være oppstått av ureduserte gameter. På liknende måte har en også fremstilt

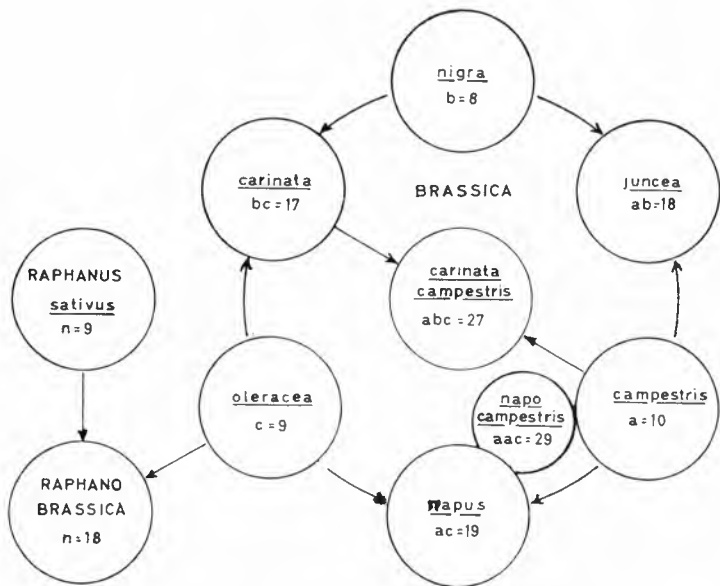


Fig. 1. Antatt slektsskapsforhold mellom ulike arter i Brassica. Tre primære arter, Brassica nigra (n = 8), B. oleracea (n = 9), og B. campestris (n = 10). ESSAD (3).

en allopolyploid på grunnlag av *Brassica* og *Sinapis*. For en hagebruker er det en interessant informasjon at *Brassica napus* er en syntese av artene *B. oleracea* og *B. campestris*. Denne syntese er blitt verifisert av japanske forskere. U (26) beskriver sitt arbeid på følgende måte. 1000 blomster ble pollinert av *oleracea* med pollen fra *campestris*, og herav fikk en 4 hybrid med det diploide kromosomtallet 19, 29, og 38. Sistnevnte hadde fra et morfologisk synspunkt alle indikasjoner på å være en *Brassica napus*. U antok videre at *Brassica juncea* er en syntese av *B. nigra* og *B. campestris*. FRANDSEN (5) ga seg i kast med å verifisere dette ved å kromosomdoble de antatte foreldreartene ved colchicin, og ved hybridisering kom han fram til et produkt som sto den naturlige *B. juncea* meget nær, så nær at en måtte anta at det her hadde foregått den samme syntese som spontant i naturen.

Har en først funnet frem til en slik resyntese, åpnes nye perspektiver. I de opprinnelige foreldrearten kan eksistere karakterer som ikke fins i de spontant forekommende allopolyploider, f.eks. tidlighet og sjukdomsresistens, eller for å ta et eksempel fra *Brassica*: En har søkt å inkorporere gen for vinterherdighet fra *campestris* til *juncea*, en karakter som ikke synes å forekomme i den naturlige allopolyploid.

I moderne foredling trer kombinert bruk av polyploidisering og mutagenisk behandling frem som en lovende sekvens. Om en f.eks. betrakter en typisk allopolyploid dannelse så kan det være ønskelig å føre over en karakter fra en genomtype til en annen, f.eks. en recessiv karakter. Ved hjelp av mutagener kan en få i stand translokasjon som fører over ønskete kromosomsegmenter. I det heile gir mutagenisk behandling en høve til en rekke manipulasjoner i det polyploide materiale, noe som en har kalt kromosomingeniørkunst. Klassisk er allerede SEARS forsøk på å føre over gen for resistens mot bladrust fra *Aegilops umbellulata* til vanlig hvete (19). Det første skritt var å fremstille en allopolyploid mellom *A. umbellulata* og *Triticum diocoides*, og så krysse denne med hvete. Ved tilbakekryssing og utvalg fikk SEARS en plante med hvetens 42 kromosomer og ett ekstra kromosom fra *Aegilops* med gen for nevnte resistens. Fra denne ble seinere ekstrahert en type med duplikat av det søkte gen lokalisert i et isokromosom. Slike planter ble røntgenbestrålt før meiosis. Ubehandlede planter ble pollinert av pollen fra dette materiale. En klarte å føre over resistensgenet til et hvetekromosom i form av større og mindre segmenter. Et stort segment førte med seg også negative egenskaper, mens det minste syntes å innskrenke seg til den ønskede resistens.

Joniserende stråling gir i alminnelighet mulighet til å øke heterozygote karakterer og dermed også heterosis-effekten. På grunn av sitt spesielle utspaltingsforhold har polyploider videre bedre sjanse til å bevare heterosis-effekten.

*Råpolyploider og tilpassede former.* Oppdagelsen av colchicin og lanseringen av systematisk polyploidiforedling ble møtt med store forventninger. Resultatene ble ikke så store og raske som ventet. På dette felt som så ofte ellers er det ingen snarveg til suksess. En må ta omsyn til det kompliserte, sinnrike biologiske system en arbeider med. Nye polyploidprodukter kan av mange grunner være dårlig miljøtilpasset, noe som spesielt kan gi seg utslag i låg fertilitet på grunn av abnormal kromosomfordeling. Men en kan også snakke om nødvendigheten av fysiologisk balanse. Øking av genomtallet i en celle forandrer hele den biologiske situasjon, og det trengs gjerne mange generasjoner før tilpassing og endelig verdsetting av den agronomiske verdi av de

nye formene kan finne sted. Stundom bør også polyploider av sjølpollinerende planter være gjenstand for en serie av kryssinger før en kan øyne deres potensielle verdi i de suksessive generasjoner. For fremmedpollinerende vekster er det tilrådelig å arbeide med store populasjoner i mange generasjoner. Ellers er det viktig å kunne opprettholde så meget heterozygoti som mulig i materialet. Dette kravet går imot det moderne ønskemålet om å arbeide mot ensartede, skreddersydde planter for maskinell kultivering og høsting.

## Spontane polyploider – kulturpolyploider En konklusjon

Om en sammenlikner fordelingen av polyploider og diploider ved forskjellige breddegrader, er det en tendens til øking av polyploider med økende breddegrad og barskere vekstvilkår. En hovedgrunn til dette synes å være den større genetiske variasjon polyploidene representerer. – Gransker en morfologiske og fysiologiske trekk hos autopolyploider, synes alt å tale i retning av mindre skikkethet i kampen for tilværelsen, mens de kan ha fordelaktige egenskaper som kulturplanter. Autopolyploidi er derfor ikke noe varig prinsipp i naturen.

Langt større interesse sentrer rundt reine eller deriverte alloploider som er svært vanlige spontane former. Deres posisjon i naturen indikerer også muligheter i planteforedlingen selv om seleksjonsprinsippene er forskjellige. Her i nord hvor vi ligger på en økonomisk grense for dyrking av så mange vekster, kan en tenke seg at den genetiske heterozygoti en kan inkorporere i polyplioide populasjoner kan verne mot de store svingninger vi har i sommerværet. Den kombinerte innsats av kromosomdobling og mutagenisk behandling i foredlingen har vi sannsynligvis bare sett begynnelsen til. Det er meget mulig at den vil gi oss vekster med bedre økologisk tilpassing og med agroøkonomiske egenskaper som i ikke uvesentlig grad vil bidra til å løse de problemer plantekulturen vil bli konfrontert med i de år som kommer. Utnytting av de potensielle muligheter polyploidene har er et eksempel på hvordan teoretisk forskning og praktisk planteforedling må gå hand i hand, skal en ta sikte på vesentlige framskritt.

### Summary

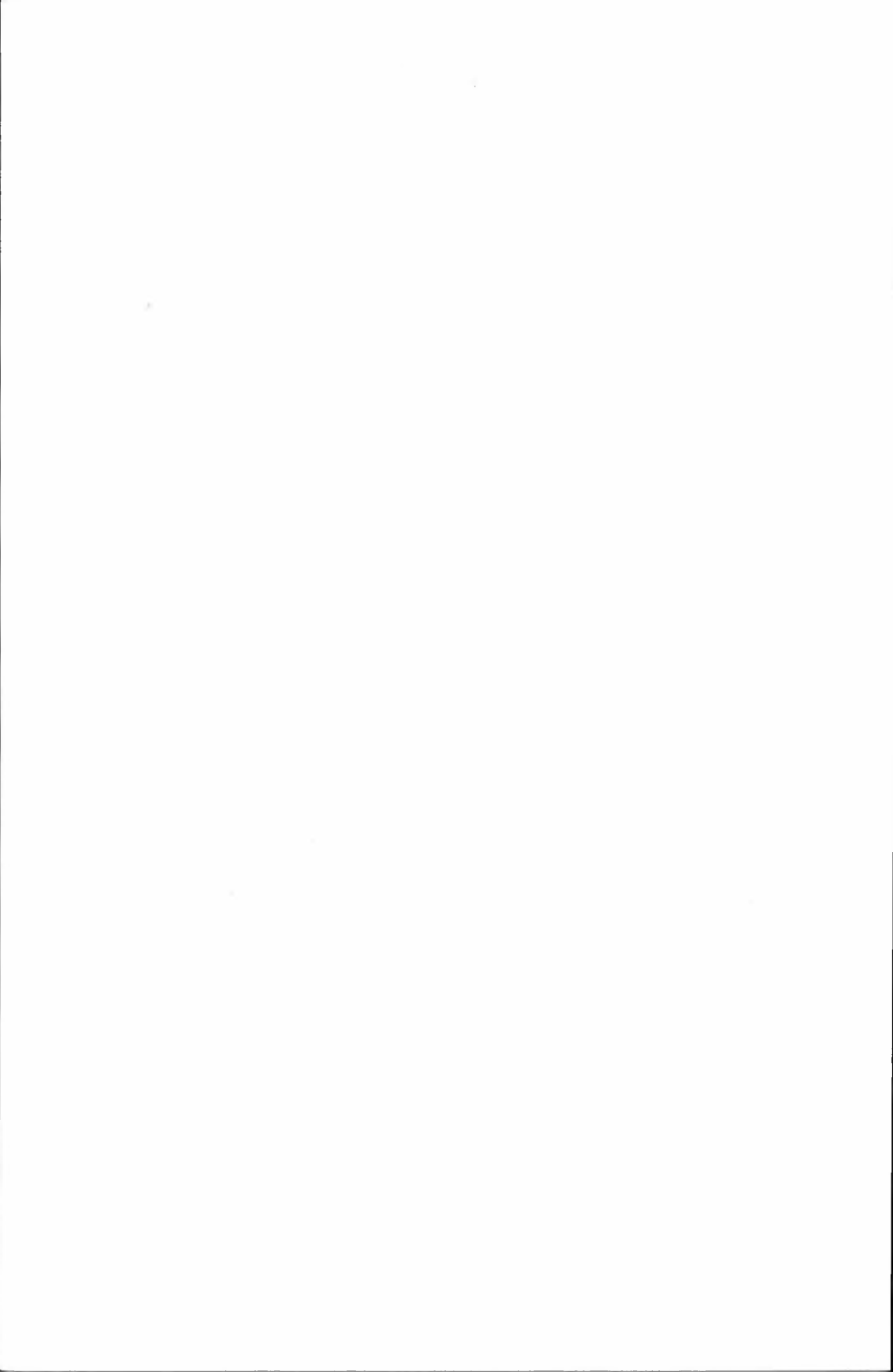
A review is given of the distribution of polyploids at various latitudes of the Northern hemisphere. The frequency increases from Sahara to the Arctics. The main reason for this increase seems to be the greater genetic variability of the polyploids having therefore a better chance to withstand adverse climatic conditions.

Characteristics of auto- and alloploids are described. Autopolyploids have in general less ability to survive than diploids, and therefore this form does not seem to have a permanent place in nature. But in cultivated plants autopolyploids have some merits especially in vegetatively propagated species. Allopolyploids and their derivatives are present in high frequency in nature and these forms offer a great challenge to the breeder. Most interesting is the combined use of alloploids and mutagenic treatments and the refined chro-

mosomal engineering technique which is developed with it. This line of research may give us better adapted varieties and varieties of high agro-economical value. It also demonstrates the importance of a strong cooperation between the scientific and the practical approaches in plant breeding.

### Litteratur

1. BARR, C. G. & E. H. NEWCOMER, 1943. Physiological aspects of tetraploidy in cabbage. *J. Agric. Res.* 67: 329—336.
2. CRANE, M. B. & S. S. ZILVA, 1949. The influence of some genetic and environmental factors on the concentration of L-ascorbic acid in tomato fruit. *J. hort. Sci.* 25: 36—48.
3. ESSAD, S., 1957. La polyploidie et ses aspects évolutifs en relation avec l'amélioration des plantes. *Annales de l'amélioration des plantes* 7: 199—226.
4. FLOVIK, K., 1938. Chromosome numbers and polyploidi within the flora of Spitzbergen. *Hereditas*, 26: 430—440.
5. FRANDSEN, K. J., 1943. The experimental formation of *Brassica juncea* Czern et Coss. *Dansk Botanisk Arkiv* 4: 1—17.
6. HAGBERG, A. & E. ÅKERBERG, 1962. Mutations and polyploidy in plant breeding. 1—150. Bonniers, Stockholm.
7. HAGERUP, O., 1927. *Empetrum hermaphroditum* (Lge.) Hagerup, a new tetraploid bisexual species. *Dansk bot. Arkiv* 5,2: 1—17.
8. HAGERUP, O., 1928. Morphological and cytological studies of *Bicornes*. *Dansk Bot. Arkiv* 6,1: 1—27.
9. HAGERUP, O., 1931. Über Polyploidie in Beziehung zu Klima, Oekologie und Phylogenie. *Hereditas*, 16: 19—40.
10. KOSTOFF, D., 1939. Autosyndesis and structural hybridity in  $F_1$  hybrid *Helianthus tuberosus* L.  $\times$  *Helianthus annuus* L. and their sequences. *Genetics* 21: 285—300.
11. LØVE, A., 1953. Subarctic polyploidy. *Hereditas* 39, 113—124.
12. LØVE, A. og D. LØVE, 1942. Chromosome numbers of Scandinavian plant species. *Bot. Notiser* 1942: 19—59.
13. LØVE, A. og D. LØVE, 1943. The significance of differences in distribution of diploids and polyploids. *Hereditas* 29: 145—163.
14. LØVE, A. og D. LØVE, 1957. Arctic polyploidi. *Proc. of the Genetics Society of Canada* 2: 23—27.
15. LØVE, A. og D. LØVE, 1957. Drug content and polyploidy in Acorns. *Proc. of the Genetics Society of Canada* II: 14—17.
16. MÜNTZING, Arne, 1960. Ärlighetsforskning. 1—327. LT's förlag, Sth.
17. NOGUCHI, K., 1942. On polyploidy in spinach. *Japan J. genet.* 19: 106—108.
18. PERSSON, A. R. og J. APELAND, 1960. Evolutionary and agricultural values of polyploidy with special reference to *Brassica* and *Raphanus*. *Meld. NLH* 39,1: 1—25.
19. SEARS, E. R., 1956. The transfer of leaf-rust resistance from *Aegilops umbellulata* to wheat. *Brookhaven Symposia in Biology*, No 9: 1—22.
20. SCHWANTZ, F., 1953. Die Cellgrösse als Grundelement in der Phylogenese und Ontogenese. *Züchter* 23: 17—44.
21. STEBBINS, G. L., 1950. Variation and evolution in plants. Columbia University Press, New York.
22. TISCHLER, G., 1934. Die Bedeutung der Polyploiden für die Verbreitung der Angiospermen. *Bot. Jahrb.* 47: 1—36.
23. TISCHLER, G., 1946. Über die Siedlungsfähigkeit von Polyploiden. *Z. Naturforsch.* 1: 157—159.
24. TISCHLER, G., 1950. Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Den Haag.
25. TISCHLER, G., 1955. Der Grad der Polyploidie bei den Angiospermen in verschiedenen Grossarealen. *Cytologia*, 20: 101—118.
26. U, NAGAHURU, 1935. Genome analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. *Jap. jour. Bot.* 7: 389—452.
27. WEXELSEN, H., 1950. Polyploidiforedling. En oversikt. *Forskning og forsøk i landbruket*, 1950: 287—310.
28. WINGE, Ø., 1917. The chromosomes. Their numbers and general importance. *Compt. Rend. Trav. Lab. Carlsberg*, 13: 131—275.





# ARVELIGE VARIASJONER HOS GRAN (*PICEA EXCELSA* (LAM) LINK)

*The genetical variations of Norway Spruce*

AV  
TOLLEF RUDEN

## Innledning

Av granens forskjellige variasjoner er det fra gammelt av kjent en mengde monstrøse former brukt i hager og parkanlegg. Det finnes kuleformer, teppeformete graner uten egentlig stamme, bordformer med kort stamme og en bordformet, flat krone over denne. Greinene kan danne tette koster (*polycladi*) eller greindannelsen er meget sparsom, som hos slangegranene (*oligocladi*). Hos formen *monstrosa* mangler greinene helt. *Monstrosa*-formen blir sjelden over et par meter høg og dør gjerne ung av mangel på assimillasjonsapparat. Nålene blir usedvanlig lange på slike former, men de kan ikke i lengden erstatte greiner.

I sin oversikt over våre skandinaviske bartrær har N. Sylvén i sitt arbeide fra 1916 «De svenska Skogsträden» en utmerket beskrivelse av flere slike ualmindelige varianter hos gran. Sylvén har også for vanlige graner beskrevet de mest utbredte variasjonene i greinsettingen. I mitt arbeide «Granas utbredelse og formvariasjon i Sør-Trøndelag (RUDEN 1956)» har jeg tidligere i samarbeid med Landsskogtakseringen gjort en undersøkelse over utbredelsen av Sylvéns greintyper i Sør-Trøndelag. Undersøkelsen sannsynliggjør at slike greintyper som «plangran», «hørstegran», «kamgran» og «bandgran» må være arvelig bestemte former. Sylvéns greintype «kvastgran» ser derimot ut til å være et miljøfenomen bestemt av stor alder og utsatt klima. Undersøkelsen synes å bekrefte Sylvéns gamle påstand om at kamgrantypen er knyttet til forstlig sett verdifulle individer.

At kongleformen kan variere sterkt hos grana er også gammelt kjent. (Se bl.a. SCHRÖTER 1898). De 2 hovedformene er *obovata*-formen med runde, faste kongleskjell og *acuminata*-formen med spisse kongleskjell som sitter mer løst. Mellom disse 2 hovedformene er det alle slags mellomformer. I nordlige og østlige strøk er variasjonene i kongleform mindre. På grensen mot den nordsibiriske formen av gran, *P. obovata* blir denne granens kongleform mer og mer hyppig, for blant rein nordsibirisk gran å bli eneste form. Selv de sørvestlige formene av *P. excelsa* har enkelte individer med *P. obovata*-liknende kongleskjellform, men vanligvis meget større kongler. Hyppigheten av *obovata*-formene kan brukes til å bestemme en granrases slektskap med den nordøstlige *obovata*-granen. (Se RUDEN 1956 og DANILOV 1943).

Slike beskrivelser av de formene som finnes ute i naturen har gitt oss mange verdifulle idéer om granens variabilitet. De er allikevel ikke alltid overbevisende når det gjelder å skjelne mellom arvelige typer og typer skapt av særskilte miljøforhold og spesielle forhold under treetts utvikling fra småplante til gammelt tre. Spesielt tvilende kan mange bli når det gjelder variasjon i mange egenskaper av særskilt forstlig interesse. Det gjelder slike som vekstenergi, slank stammeform, finkvistethet samt motstandskraft mot sjukdom voldt av insekter, sopper eller et ugunstig klima m.v. Dessuten kan det være vanskelig å slutte av slike beskrivelser noe om arveligheten av alle de mindre variasjonene som en finner utvendig i nålene, kvistbarken, stammebarken, knoppene og knoppsettinga, samt i anatomisk bygning både av ved, bark, knopper, marg, nåler og rot. Statistiske undersøkelser av vanlig skog og avkomundersøkelser har dessuten antydnet stor variasjon i vedens kvalitets-egenskaper. (ERICSON 1960). Likedan kan det vises variasjon i kjemisk innhold hos nåler, bark og ved.

Beskrivende undersøkelser kan som nevnt gi oss et begrep om variasjonsmuligheter, men de blir aldri bevis. Klare beviser på hva som er arvelig, og lovmessighetene når det gjelder nedarving av alle disse egenskapene, kan bare skaffes gjennom analyser av avkom etter kontrollert bestøving. På grunn av at grana, som alle andre nordlige treslag, har så langsom livsutvikling, vil slike undersøkelser bli meget langvarige. Det kan nevnes at vi i år blant våre granpodninger har fått utført ca. 400 kontrollerte kryssninger blant graner utvalgt til frøplantasjebruk. Om 5–6 år vil disse kryssningene kunne bli bedømt med hensyn til vekstkraft, hardførhet og flere andre forstlige verdifulle egenskaper.

Mens vi venter på resultatene fra kontrollerte kryssninger, har vi prøvd en annen utvei til å gjøre oss et begrep om arveligheten av de variasjonene vi kan iaktta i unge granplantninger. Vi har benyttet det samme prinsippet som husdyrgenetikerne benytter i forbindelse med eneggete tvillinger, individer med helt den samme genotype. Det kan vi hos gran skaffe til veie ved hjelp av stiklinger. Dr. C. Syrach Larsen har gjort et vellykket forsøk på å bedømme genotypen ved hjelp av podninger (SYRACH LARSEN 1947). Stiklinger skulle være bedre til dette bruket fordi jo disse både har rot og topp av samme genotype.

Stiklingene kan i 2–3 år etter rotdannelsen generes av de fenomener vi kaller typrofysis og syklofysis. (SCHAFALITZKY DE MUCKADELL 1955). På grunn av det plantehormontilskudd de har med fra det gamle treet fortsetter de 3–4 år å vokse og utvikles på samme måte som om de enda var greiner. Det gjelder både stamme, nåleform og rotutvikling. Innen 4–5 år etter rotdannelsen vil imidlertid denne ettervirkningen være overstått, og treet utvikles da som et ungtre på samme størrelse.

I samband med det stiklingforsøket som her skal beskrives, har jeg fått en uvurderlig hjelp i det utførte beregningsarbeidet av prof. dr. Lars Strand.

### Arvbarhetsanalyse ved hjelp av stiklinger

I det forsøket som her nærmere skal beskrives ble stiklingene satt høsten 1959. De ble samlet inn fra et avkomforsøk av 9 år gamle granplanter. Avkomforsøket, som ble plantet ut våren 1955 av 4 år gamle planter i F. M. Treschovs skog i Siljan, er anlagt av avdeling for planteforedling ved Det norske Skogforsøksvesen. Det er tidligere beskrevet (se T. RUDEN 1963).

Stiklingene ble tatt på følgende vis:

Det ble tatt stiklinger fra 50 forskjellige avkomsorter. Fra hver av de 4 gjentakene ble det tatt stiklinger av 3 individer av hver sort. Av hvert individ ble det tatt 20 stiklinger, alle fra 2. ordens skudd fra 3. greinkrans ovenfra. Siden alle disse stiklingene ble tatt av trær med samme alder, av de samme greinkransene fra toppen og av samme greinorden, skulle det ikke være igjen noen forskjell i effekt av syklofysis eller typofysis. Av hver sort ble det ikke tatt ut helt tilfeldige individer. Siden foredlingsarbeidet jo har størst interesse for gode sorter og individer ble minusvariantene holdt utenfor. I hvert av de 4 gjentakene i avkomforsøket ble det valgt ut en plante som svarte til utreknnet middelhøyde for gjentaket. Dessuten ble det valgt ut det mest robuste individ og det slankeste. De 50 sortene var fordelt på forskjellige provenienser. Fra stedene: Voss, Sokna, Hurdal over 300 m's høyde, Hurdal under 300 m's høyde, Setskog, Sund i Østfold, Ås og Vestfold, var sortene avkom etter utvalgte enkeltrær etter fri blomstring. Ellers var det tatt med 5 provenienser østnorsk gran fra under 100 m o.h. av vanlig handelsfrø, samt frø av tysk gran vokst opp i Norge og 6 sorter gran fra utvalgte bestand i Harz.

I alt ble det i forsøket satt 50.4.3.20 = 12 000 stiklinger. Stiklingene ble samlet inn og satt i veksthus i august. De ble behandlet etter metoder vi i løpet av flere år hadde eksperimentert oss fram til. De ble satt i en blanding av like volumdeler kalkfri sand og reven frisk sphagnum-mose. De sto i 4 måneder for rotslagning i et rom som holdt ca. 20°C og mellom 60 og 80 % luftfuktighet. Luftfuktighet og nødvendig fuktighet i stiklingemediet ble holdt oppe ved hjelp av vanning med forstøvet vann. Tilslagsprosenten var 82, og vi fikk derfor et rikelig utvalg av stiklinger til videre forsøk. Da det synes som om de nødvendige anleggene til å slå røtter er sterkt arvelig bestemt, ble tilslaget for de forskjellige sortene enten nær 100 % eller nær 0. Adskillige sorter forsvant derfor ut av bildet på grunn av manglende rot-dannelse. Stiklingene ble tatt opp etter hvert som de fikk røtter og plantet om i 'Jiffy pots'. Der fikk de stå i ca. 10°C i veksthus til de ble satt på friland våren 1960.

Det ble en del avgang i planteskolen på grunn av oppfrost o.l. En del stiklinger hadde dessuten fått skadd de meget ømfuntlige røttene under ompriking i veksthuset slik at de fikk sterkt svekket utvikling i forhold til andre stiklinger fra samme tre, altså tilhørende samme klon. Høsten 1963 hadde vi såpass mange stiklinger igjen at vi kunne gjøre et sammenliknende forsøk med 11 noenlunde likeverdige stiklinger av 260 sorter. De ble fordelt på 7 steder. 4 gjentak ble satt på Hogsmark i Ås, 1 på Etne i Sunnhordland, 2 i ca. 850 m's høyde på Hirkjølen, 1 på Ulvsjøberget i ca. 800 m's høyde, 2 ved Meråker og 1 ved Alstadhaug i Nordland.

### De 4 gjentakene på Hogsmark

Den delen av forsøket som her skal beskrives er de 4 gjentakene på Hogsmark i Ås. Et av disse ble satt med 1 m's avstand, et med 3 m's avstand og to med 2 m's avstand. Under revisjonen høsten 1967 varierte høydene av stiklingene mellom 50 cm og 2 m. De var derfor enda ikke så store at de genererte hverandre selv i det gjentaket der de var plantet med 1 m's avstand. Forskjellen i planteavstand har derfor enda ingen betydning. De 4 gjentakene er plantet på ensartet, godt oppdyrket innmark og kan betraktes som temmelig likeverdig.

Noen få planter var gått ut inntil høsten 1967. Likedan var noen planter skadd av rådyr. De klonene hvor en eller flere planter var gått ut eller var skadd av rådyr, ble ikke tatt med i undersøkelsen. Av det opprinnelige antall på 260 kloner ble det da igjen 246. Siden hver klon finnes gjentatt på hver av de 4 feltene, består undersøkelsesmaterialet av i alt  $246 \cdot 4 = 984$  stiklinger.

Med tanke på framtidig demonstrasjon av bestandsbilder i en skog med 4 gjentak av nøyaktig de samme genotyper, ble plantene fordelt på samme måte i forhold til hverandre i alle gjentakene. Innenfor hvert gjentak var klonene nærmest tilfeldig fordelt med forskjellige provenienser og avkom av forskjellige enkelttrær om hverandre. Fig. 1 til fig. 5 viser hvorledes alle 260 klonene er fordelt. En del av de registrerte egenskapene er dessuten illustrert ved forskjellige tegn. Det som er vist grafisk i de nevnte figurene er: 1. Høyder ved utplanting oktober 1963, høyder våren og høsten 1967, greinvinkel, rett eller slenget stamme, særskilt tett eller normalt tett krone og om greinene er rette eller buet. Dessuten er det angitt om siste toppskudd mangler på grunn av skader på knoppen fra vinteren 1966–67 og om treet har dobbel topp. Fig. 6 gir tegnforklaring til den grafiske oppstilling. Alle feltene er tegnet som de er sett nordfra.

Til sammenlikning med de 4 gjentakene fra Hogsmark i Ås er også gjentaket i Etne, Sunnhordaland, tegnet opp i fig. 5. Gjentaket i Etne er ikke her beskrevet på annen måte.

Foruten de nevnte egenskaper, ble det også på alle planter registrert om de hadde høstskudd ('Johannistriebe' = 'proleptiske skudd') eller ikke. Noen hadde høstskudd bare i toppen av skuddet, andre også på greinene. I fig. 7 er det en grafisk framstilling av høydefordelingen for hvert gjentak, frekvensen av høstskudd, spesielt spiss greinvinkel, slenget stamme, dobbelt-topp og ødelagt vinterknopp 1966–67. I figuren er sortene ordnet etter provenienser og enkelt-treavkom. Av bokstaver og tall som angir koordinatene i fig. 1 til fig. 5 går det an å jammføre verdien fra den ene slags framstilling til den andre.

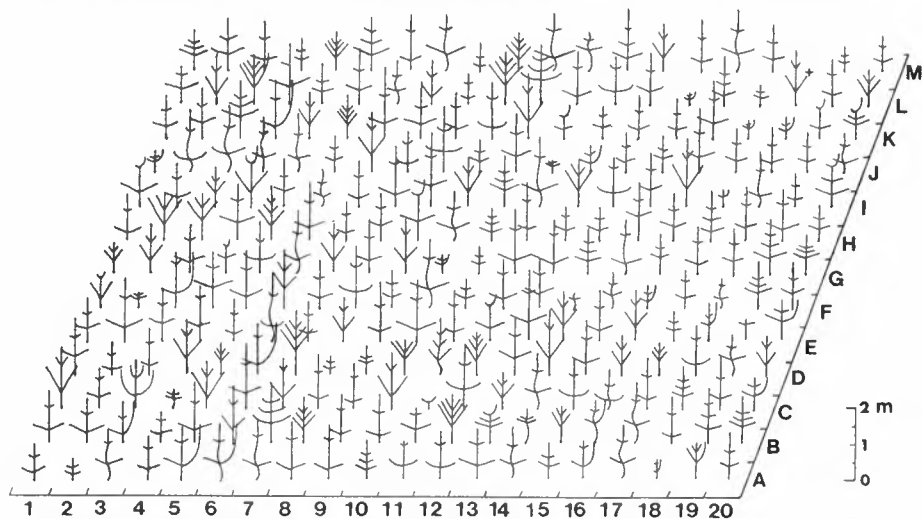
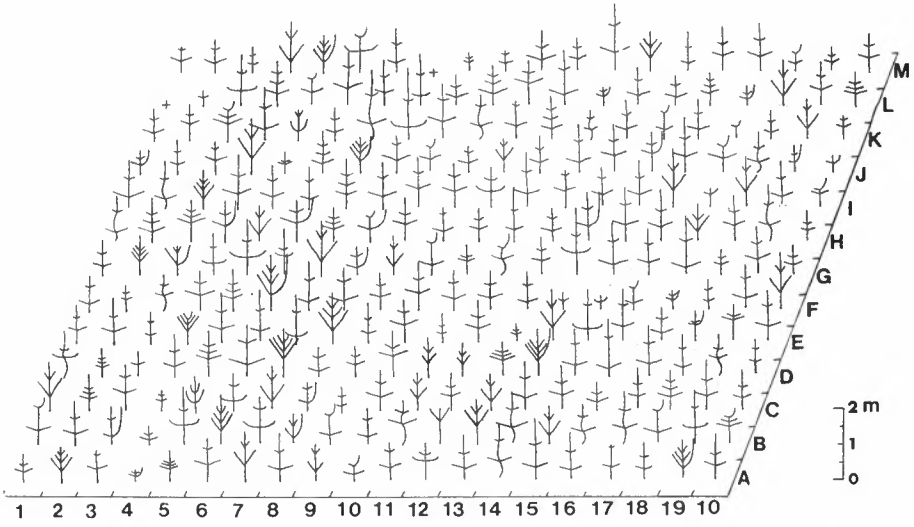
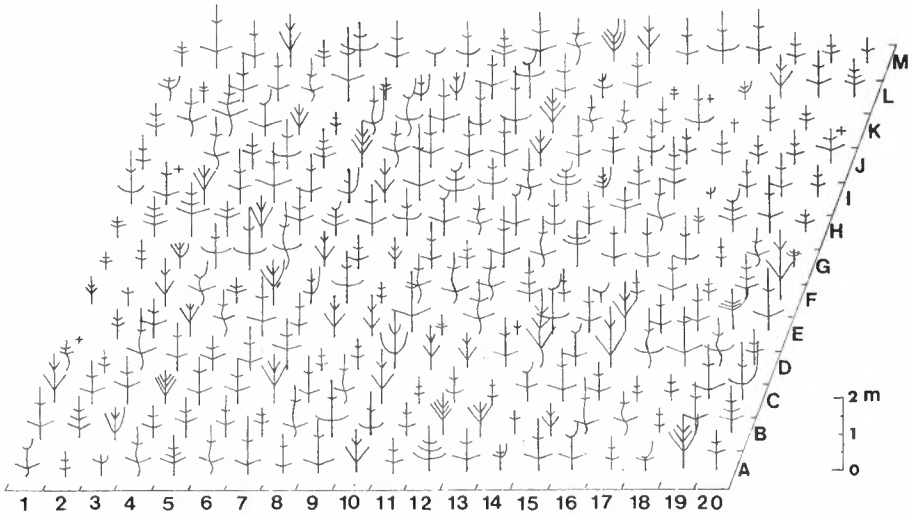


Fig. 1 til fig. 5. Diagram som viser plasseringen av stiklingene i de 4 forskjellige gjentakene. Dessuten er det tegnet inn plan over parallellforsøket i Etne (fig. 5). Nærmere tegnforklaring, se fig. 6.



Figur 2.



Figur 3.

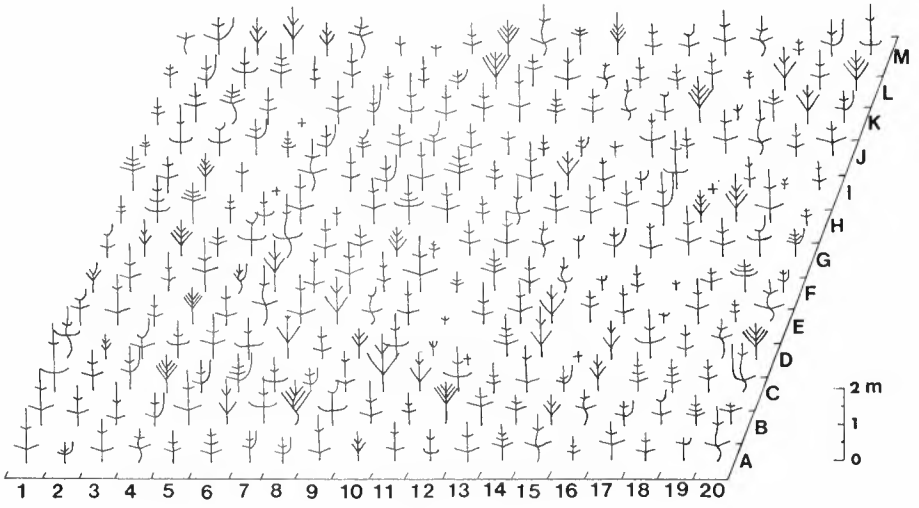


Figure 4.

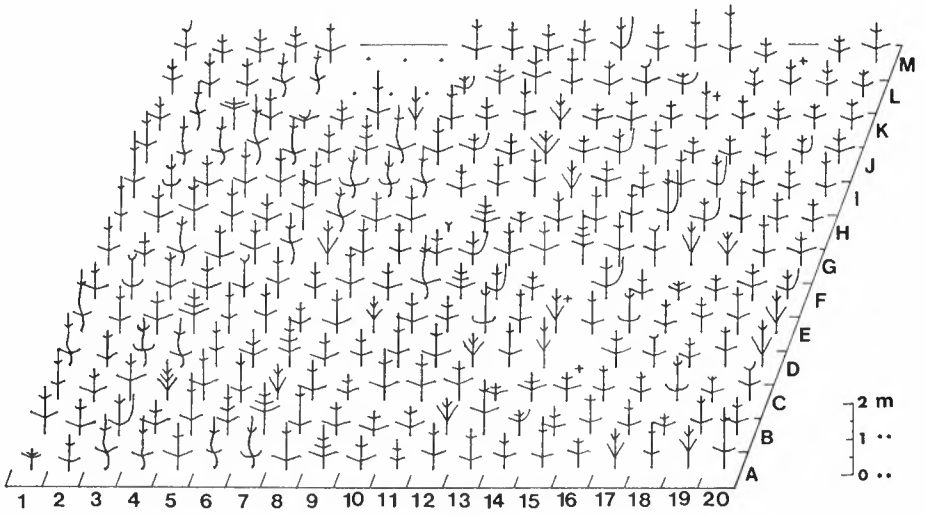
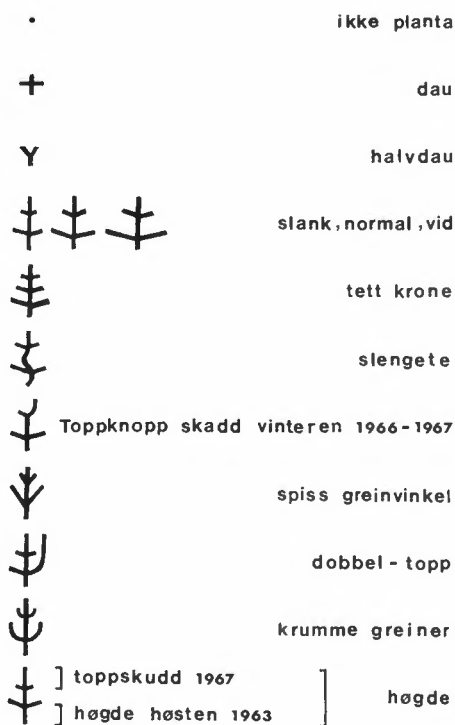


Figure 5.



Figur 6.

## Undersøkelse av nåle- og knoppsetting

Under målingen av stiklingene, var det påfallende hvor forskjellige de var i sitt habituspreg. Hos noen var baret mjukt og lubbent, hos andre grovt og strittende. Likedan var det stor forskjell i knoppsettingen. For å analysere disse anleggspregene nøyere, ble i et utvalg av kloner, dels av norsk avstamning, dels av Harz-proveniens, også en serie egenskaper hos siste årsskudd av en sidegrein undersøkt.

Sidegreinen ble tatt av 3. greinkrans ovenfra, av middels lengde for den stiklingplanten det ble tatt fra (rameten) og alltid en som var rettet mot sør. Kvistene ble undersøkt fra 113 kloner, altså 452 rameter i alt.

Det ble undersøkt en rekke egenskaper hos disse kvistene, som nålefarge, forskjellige uttrykk for nåleformen, barkfarge, knoppfarge, behåring av skuddene, mengde og fordeling av knopper og den vinkelen nålene danner med skuddet. Til korreksjon for forskjellig grad av veksterlighet, ble også lengde og tjukkele av skuddet målt.

En del av disse egenskapene ble sløffet fordi det viste seg at de hadde liten sammenheng med genotypen. Nålefargen f.eks. målt i oktober måned, var tydelig for sterkt preget av rametens vekstkraft. Den var sterkt grønn for frodige rameter, og med mer eller mindre gulbrun tone hos mindre vekstkraftige. De egenskapene ved skuddene som til slutt ble funnet å ha tydelig arvbahet, (se fig. 8 og 9,) var følgende:

1. *Nålevinkel.* Den ble under målingen angitt i 10 klasser med 5° forskjell, fra 1,5, som angir 15–20°s vinkel til 6,0 som angir fra 60–65°s vinkel. Vinkelen ble tatt som et skjønnsmessig gjennomsnitt for nålene ved  $\frac{2}{3}$  lengde av skuddet rechnet fra skuddbasis.

2. *Nålelengde.* Det ble forsøkt å undersøke denne i forhold til skuddlengde eller skuddtjukkelse. Det viste seg imidlertid at direkte nålelengde hadde det beste samsvar med genotypen. Fra andre undersøkelser vet vi at nålelengden for et gran tre avhenger av sommerens vekstmuligheter. Gode vekstmuligheter gir lange nåler og omvendt. Nålelengdene fra forskjellige års skudd hos et tre kan derfor bl.a. brukes til registrering av klimavariasjon. Skuddlengdene er imidlertid også sterkt avhengig av forrige års vekstkraft hos treet. Det gir forklaring på at den ikke kunne brukes som korreksjonsfaktor for nålelengdene. Mer forbausende var det at skudd-tjukkelsen ikke kunne brukes.

3. *Forholdet mellom bredde og tjukkelse av nåla.* (Se fig. 10). Målene ble tatt på nyskjærte snitt av friske nåler før de fikk tid til å forandres på grunn av tørke-effekt.

4. *Nålekrumningen.* Noen nåler krummer utover og gir skuddet et strittende utseende. Andre nåler er rette eller gir skuddet et mjukt, fyldig utseende ved å krumme innover. Det gis alle overgangsformer (Se fig. 11). Nålekrumningen ble målt på avskjærte nåler av typisk form for skuddet og i 6 klasser fra 1 til 6. (Se fig. 12).

5. *Skuddbarkfargens lyshetsgrad.* Denne ble målt på undersiden av skuddene. Her kan den måles uten å fjerne nålene. Den ble, som andre fargeangivelser, målt etter Munsell's fargeskala. De lyseste ble registrert til 8 etter skalaen ('Value' hos Munsell), de mørkeste 5. Selve fargetonen ('Hue' hos Munsell) varierte lite mellom genotypene i forhold til tilfeldig bestemte variasjoner og ble derfor ikke tatt med i undersøkelsen. Det samme var tilfelle med fargeintensiteten ('chroma') hos skuddbarken.

6. *Fargetonen ('Hue' hos Munsell) hos ytterskjellene på endeknoppene.* Den varierte fra brunrød ('YR 2' etter Munsell) til gulbrun ('YR 8').

7. *Behåring av skuddene.* Bl.a. B. Lindquist har vist at Harz-gran nesten er uten behåring av skuddene, mens skandinavisk gran er behåret. Denne undersøkelsen viste at behåringen varierer sterkt fra klon til klon, fra individ til individ. Behåringen ble angitt i 5 klasser. I klasse 1 var skuddene helt glatte, 2 hadde enkelte hår, 3 glissen behåring, 4 middels tett med hår og 5 tetthåret.

8. *Lengden av knoppfrie del av skuddet.* Den ble rechnet fra skuddbasis av og omrechnet til % av hele skuddets lengde.

9. *Antall sideknopper samlet i toppen av skuddet.* Det ble utrechnet i prosent av totale antall sideknopper på skuddet.

De egenskapene som ble undersøkt på skuddene har ingen direkte økonomisk betydning etter det vi hittil vet. Alle disse egenskapene er med på å utforme granas assimillasjonsapparat. Dette er grunnlaget for treet's vekst. Derfor er det ikke usannsynlig at det en gang kan vises sammenheng mellom disse egenskapene og treet's evne til å utnytte forskjellige vekstvilkår mer eller mindre effektivt. De kan dessuten benyttes til å kjennetegne forskjellige kloner i frøplantasjene og til å bestemme slektskapet mellom plantninger. I alle land med utviklet skogkultur blir det stadig mer og mer aktuelt å leite opp avlstrær i plantninger av mer eller mindre kjent opprinnelse. For å unngå innavlseffekt og om mulig oppnå høyest mulig sannsynlighet for heterosis-effekt,



er det av stor betydning å kunne avgjøre plantningenes slektskapsforhold. Fordi alle egenskaper, slik denne undersøkelse viser, har en sterk variasjon innen hver populasjon, selv i enkelte bestand, kan slektskap aldri bestemmes ved hjelp av egenskaper fra 2 enkeltindivider. Hvis egenskapen derimot kan undersøkes fra et større antall individer, kan slektskapet påvises med tilstrekkelig sikkerhet. Hvor stort antall som er nødvendig, avhenger av hvilke egenskaper som tas med.

Av de først nevnte egenskapene som er observert på 246 forskjellige kloner, skulle plantehøyden ha den største interesse. Den gir et godt uttrykk for plantenes vekstenergi. Som fig. 7 og interkorrelasjonen i tabell 1 viser, er det en tydelig samvariasjon for klonene i de 4 gjentakene når det gjelder høydevariasjon. Det er dermed ikke helt sikkert at vi har fått et helt fullgyldig uttrykk for variasjon i arvelig bestemt vekstkraft. En plantes vekst er sterkt avhengig av startstørrelsen. Hvis stiklingens start har vært sinket av en rotskade ved omplanting eller andre tilfeldigheter, vil det gi ettervirkning i mange år etterpå.

Tabell 1. *Interkorrelasjonskoeffisienter og korrelasjonskoeffisienter for avhengighet av høyde (vekstkraft). Nærmere forklaring i teksten.*

	Egen- skap nr.	Koeff. for:	
		inter- korr.	korr. med høgde
<b>ANTALL OBSERVASJONER: 246 × 4</b>			
Høgde høsten 1967, ukorrigert	1	0.34**	
"    "    "    korrigert for høgde 1963		0.38**	
Høstskudd	2	0.51**	+0.15*
Dobbel-topp	3	0.05	-0.19**
Skadd toppknopp 1966-1967	4	0.01	-0.07
Kronevidde, korrigert for høgde	5	0.34**	
Kronetetthet	6	0.28**	-0.04
Slengtetthet	7	0.15*	+0.15*
Middangrep	8	0.02	+0.10
Greinvinkel	9	0.42**	+0.05
<b>ANTALL OBSERVASJONER: 113 × 4</b>			
Nålekrumning	10	0.74**	-0.27**
Nålelengde	11	0.77**	+0.47**
Nålevertsnittsforhold	12	0.80**	+0.27**
Nålespriking	13	0.67**	-0.30**
Lys eller mørk skudd bark	14	0.68**	-0.12
Fargetone på knoppene	15	0.58**	0.00
Behåring av skudd	16	0.83**	-0.04
Avstand til nederste knopp	17	0.68**	-0.19*
Fordeling av knoppene	18	0.71**	-0.32**
Antall knopper pr. m skudd	19	0.75**	-0.36**

Denne undersøkelsen med 4 helt like genotyper av hver sort gir grunnlag for analyse av startstørrelsens betydning. En regresjonsanalyse mellom høyde ved utplanting høsten 1963 og høyde høsten 1967 gav som resultat likningen:  $H_{67}$  (i % av klonmiddeltall) =  $0,51 + 0,49 H_{63}$  (i % av klonmiddeltall). Korrelasjonskoeffisienten for 246 observasjoner ble  $+0,35$ . Også starthøyde i 1963 er selvsagt til dels bestemt av arvelige forskjeller i vekstkraft. Hvis vi imidlertid korrigerer for innflytelsen av starthøyden, får vi et uttrykk som bare er avhengig av vekstkraften. Tabell 1 viser at også disse korrigerte høydettallene viser sterkt signifikant interkorrelasjon. Det er derfor overveiende sannsynlig at den observerte samvariasjon for plantehøydene gir et uttrykk for arvelig bestemt forskjell i vekstkraft. Nye forsøk med færre kloner, men med mange flere gjentak, kan trenge for å gi full utredning om dette spørsmålet.

Når det gjelder en del egenskaper av stor betydning for virkeskvaliteten, er resultatene også overbevisende. Det gjelder *greinvinkelen* (Se tab. 1). Spiss greinvinkel gir mer kvist i virket og mer skadelig kvistdannelse. Det har betydning så vel for sagbruksvirke som for cellulosevirke. Dessuten gjelder det tilbøyeligheten til *slengkroker* på stammen. Slike kroker gir mindreverdig virke både direkte på grunn av krokene og på grunn av tennarveden som krokene fører med seg. Tennarved gir en alvorlig kvalitetsfeil både i sagbruksvirke og cellulosevirke. Det samme gjelder tilbøyelighet til å danne *dobbelt-topper*. De gir gankvister (spilkvister) og vesentlig mer kvistet virke. Interkorrelasjonen er imidlertid for denne egenskapen svak og usikker.

Tilbøyelighet til høstskudd er en uønsket egenskap hos gran. Høstskuddene blir i enkelte år ikke modne i tide om høsten. Særlig på noe frostutsatte steder vil de derfor fryse seinhøstes eller følgende vinter. Disse frostskaedene nedsetter vekstkraften og gir et mer kvistet virke. Stiklingene på Hogsmark har hittil vært beskyttet av snø om vinteren og derfor i mindre grad vært utsatt for frost av høstskudd. Undersøkelser i eldre plantninger har vist at høstskuddene fører med seg stor fare for frostskaeder. Høstskuddene er mer utbredt på sørlige enn på nordlige raser, men som fig. 7 viser, er de utbredt selv på ellers forholdsvis hardføre norske raser og de kan mangle helt på Harzgran. Den signifikante korrelasjonen som frekvensen av høstskudd viser med høydene skyldes for størstedelens vedkommende at Harzgranene både er de mest vekstkraftige og de som har størst tilbøyelighet til høstskudd.

Av andre egenskaper som ble observert på alle 246 klonene ble også ødelagte enneknopper, kronvidde, kronetetthet og midd-angrep gitt en nærmere statistisk behandling. Egenskapen ødelagte enneknopper skulle en ventet hadde en vesentlig praktisk betydning, men det ser ikke slik ut. Hvis ikke grana samtidig har tendens til å sette dobbeltknopp, ser det ut for at ett av sideskuddene allerede første året overtar toppskuddets rolle og danner ny knopp uten merkbar krok.

Sammenlikning av hyppigheten for ødelagt toppknopp mellom og innenfor klonene viser ingen tegn til at denne egenskapen vanligvis er arvelig bestemt. Det ser etter denne analysen heller ikke ut til å være tilfelle med angrepene av granmidden (*Paratetranychus ununguis*). Det fantes egg av denne midden på de fleste av de undersøkte kvistene, men bare hos ellers svake individer var det tydelige skader å se. Det er mulig vi kunne ha funnet tegn til arvelig resistens hos enkelte graner hvis angrepet hadde vært sterkere.

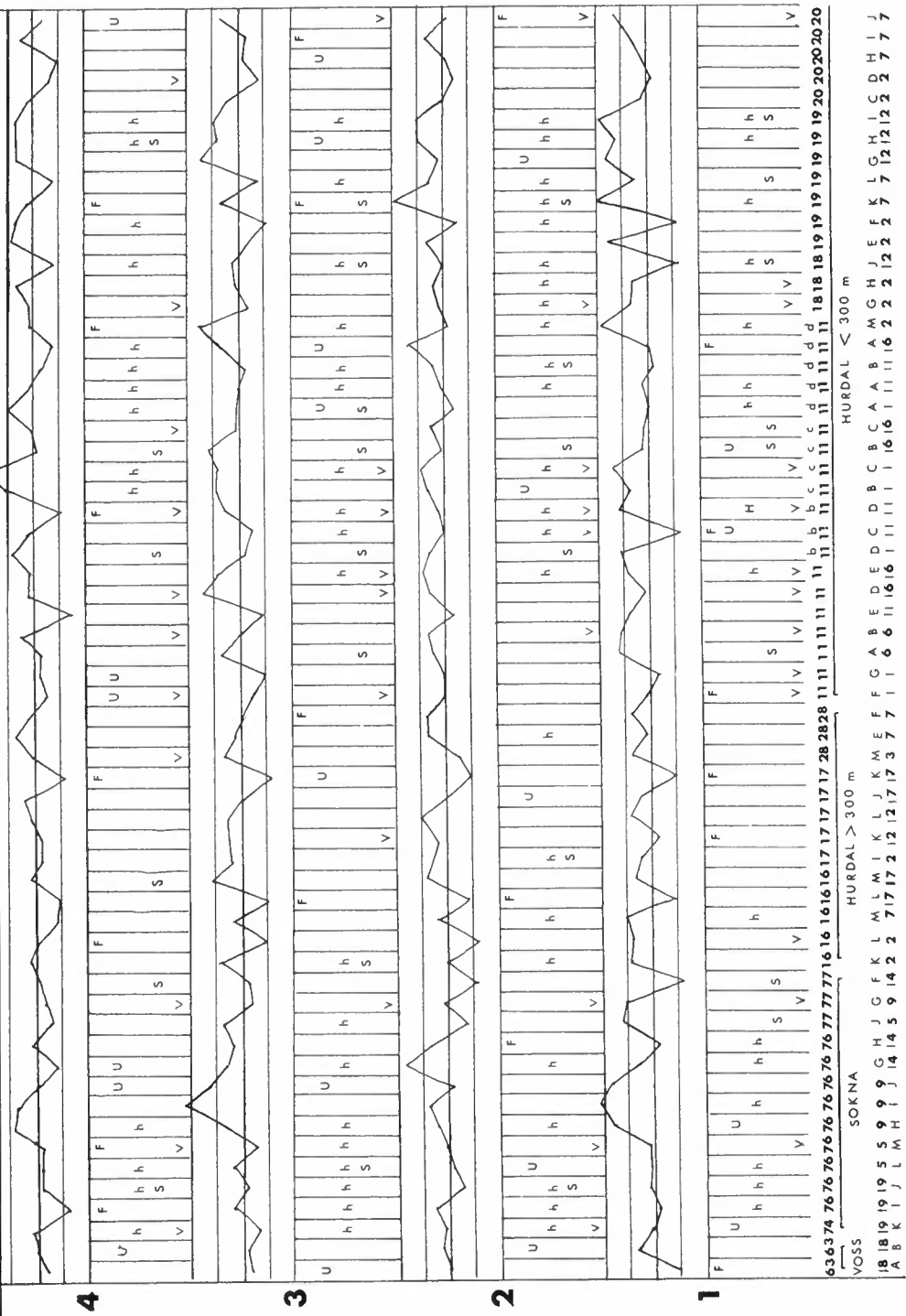


Fig. 7a til 7c. Høydevariasjonene for de 4 gjentakene på Hogsmark. Dessuten er vist frekvens av høydeskudd (h, bare i toppen H, også på greinene), skadd toppknopp (U), dobbeltopp (F), slengete stamme (S) og spiss greinvinkel (V). Underst er det oppgitt de samme koordinatene som er brukt i fig. 1-5.







Av grangallus (*Saccophantes abietes*) var bare et par enkle rameter angrepet. Stiklingene hadde ellers ingen synlige tegn til andre sykdomsangrep. De få av dem som hadde gått ut var døde av mer tilfeldige årsaker som rotskader under reinhold for ugras m.v.

Det ble som tab. 1 viser, funnet samsvar mellom gjentakene og dermed sannsynlig arvelig bestemt variasjon for *relativ kronevidde* og *kronetetthet*. Kronevidden ble reknet i forhold til høydene. Det er rimelig å anta at individer som er slanke i den størrelsen det her gjelder også vil få slankere krone og stamme som eldre.

Forskjell i kronetetthet var en av de egenskaper som vistes mest påfallende under undersøkelsen. Det ser ikke ut til å være noen tydelig sammenheng mellom vekstkraft og kronetetthet. (Korrelasjon med høyde viste  $r = -0,04$ .) Det kan være usikkert å dra noen slutning om den forstlige betydning av arvelig forskjell i kronetetthet på et så tidlig utviklingsstadium for granplantene. Det skulle være rimelig å anta at hvis de glisne typene fortsatt holder like god vekst som de tette, nytter de lyset bedre til stammeproduksjon og er dermed bedre virkesprodusenter. Det er tidligere (RUDEN 1965) offentliggjort resultater fra en undersøkelse av skuddskytningshastigheten hos de samme stiklingene som er behandlet i dette arbeid. Denne undersøkelsen ble foretatt den siste våren stiklingene sto i planteskolen. Den viste at mens det innafor klonen ikke var observerbare forskjeller i skuddskytningshastighet, var forskjellen mellom de forskjellige kloner meget stor. Mens enkelte kloner sto i full vinterhvile, sto andre på samme tid med flere centimeter lange nyskudd. Forskjellen var stor mellom enkeltindivider, men det kunne ikke innafor materialet påvises proveniensforskjeller.

Det samme er tilfellet med flere av de egenskapene som er undersøkt i dette arbeidet. De egenskapene som tydelig viser proveniensforskjeller her er høydevekst, høstskuddfrekvens, behåring, nålekrumning, nålelengde og antall knopper pr. enhet skuddlengde. (Se fig. 7, 8 og 9 samt tab. 2). Granene i forsøket av tysk avstamning har gjennomsnittlig noe større høydevekst på Ås enn de norske har. Dette er i samsvar med eldre undersøkelser og kan bidra til å sannsynliggjøre at de observerte høydeforskjellene er utslag for arvelighet. Det samme gjelder de tyske granenes større tilbøyelighet til å sette høstskudd (RUDEN 1963). At skuddene på de tyske granene nesten mangler hår er også i samsvar med eldre undersøkelser. Når det gjelder behåringen er det imidlertid å merke seg at regelen ikke gjelder absolutt. Det finnes flere graner i undersøkelsen av norsk avstamning helt uten hår på skuddene og flere av Harzgranene med hår, endog tetthåret (Se fig. 9). De norske granene det her gjelder har mortrærne stående i eldre bestand i Hurdal og er av avgjort norsk avstamning. Undersøkelsen er så nøyaktig gjennomført at det ikke kan være tale om forvekslinger. Harzgranene har gjennomsnittlig lengre og mer innbøyde nåler enn de norske granene. Dessuten har de gjennomsnittlig noe færre sideknopper i forhold til skuddlengden.

De forskjellige undersøkte egenskaper viser en større eller mindre grad av samvariasjon. Den samvariasjon som er mest avgjørende for bedømmelse av egenskapenes arvelighet er samvariasjonen med høydettallene (med vekstkraften). De er vist i Tab. 1. Flere korrelasjonskoeffisienter er sterkt signifikante, men så små i forhold til interkorrelasjonskoeffisienten at de ikke utelukker de forskjellige egensapers egen arvelighet.

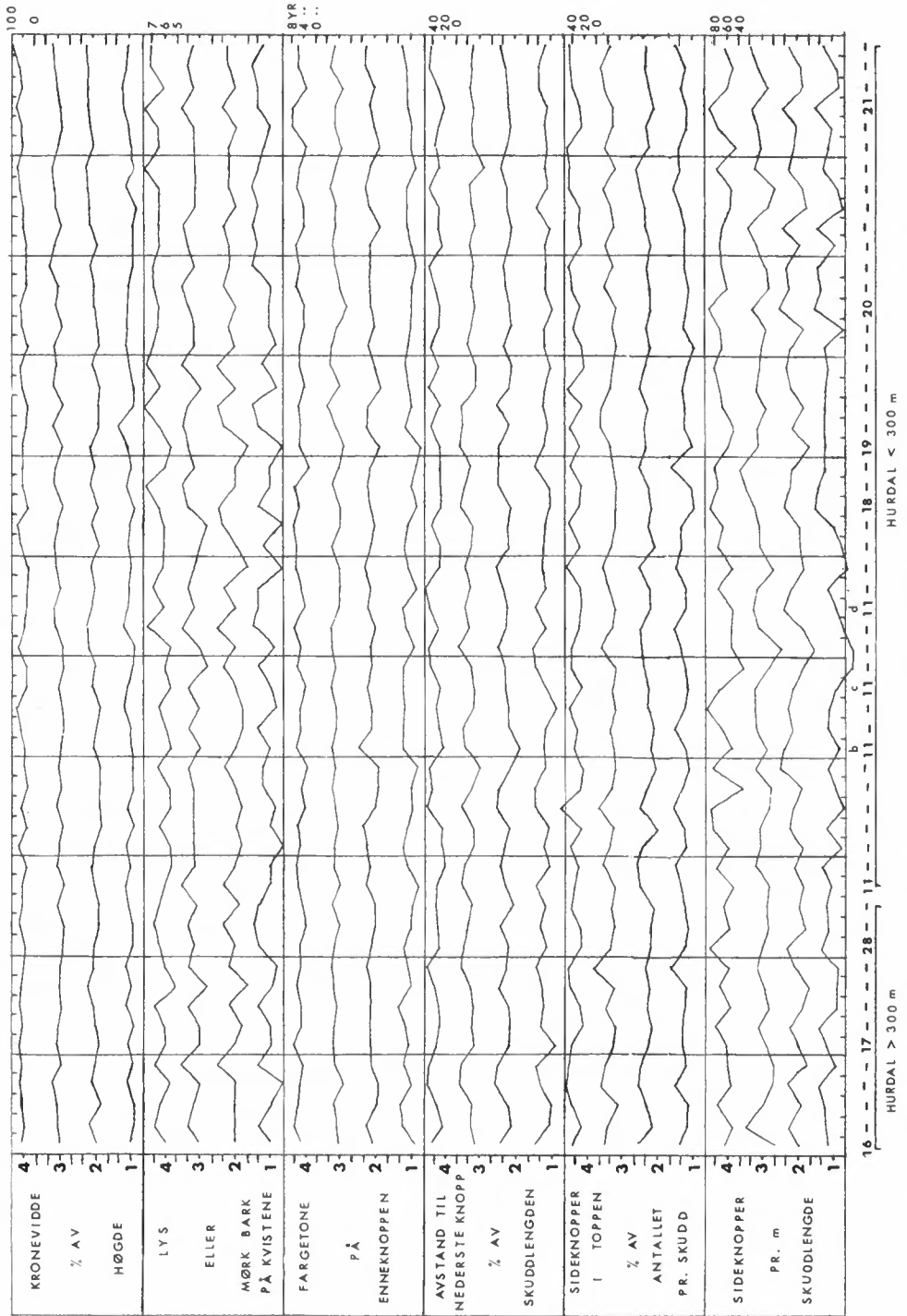
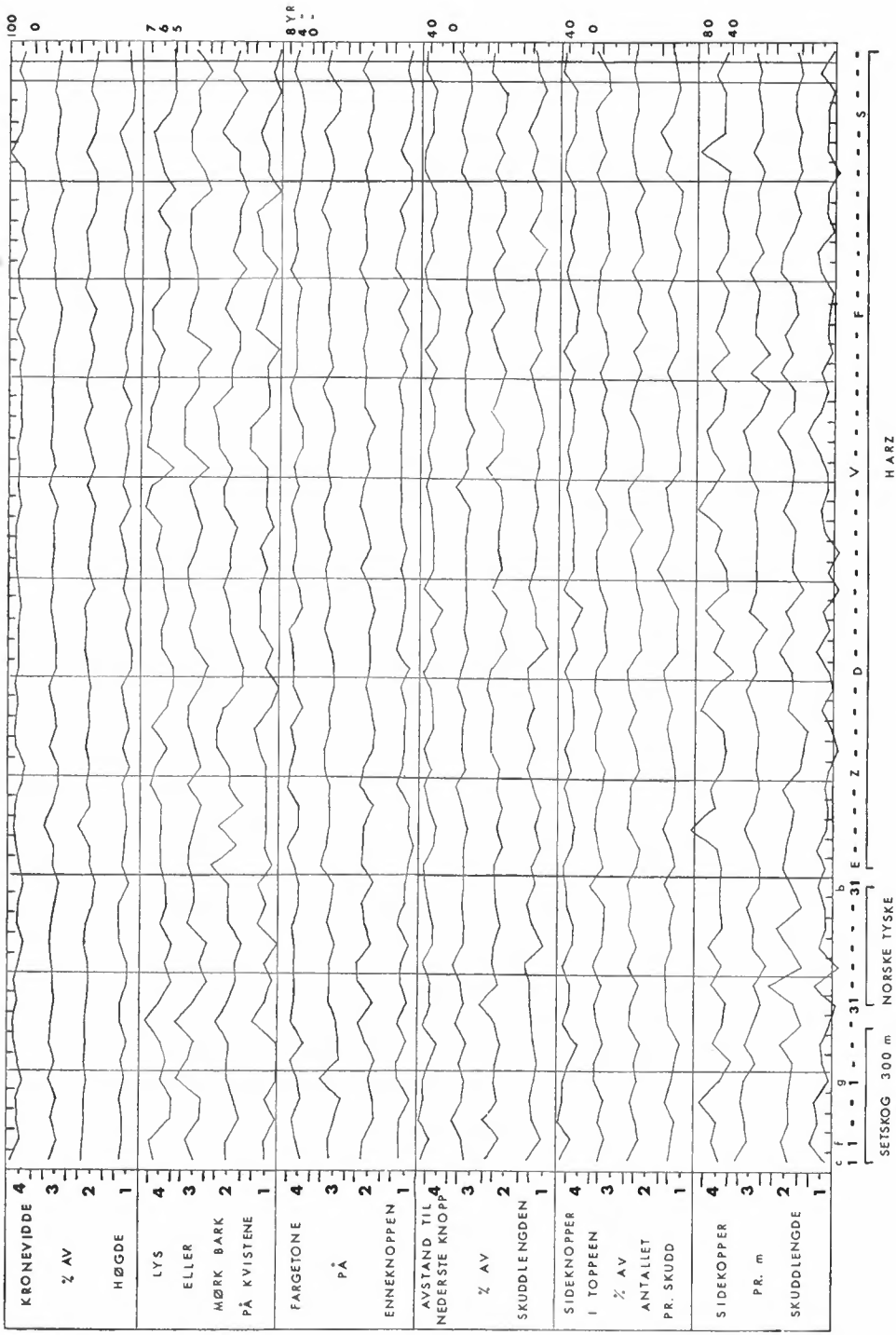


Fig. 8a og 8b. Variasjonene for 6 egenskaper som ble målt på 113 av stiklingene i hvert gjentak. Nærmere forklaring, se teksten.





Figur 8b.

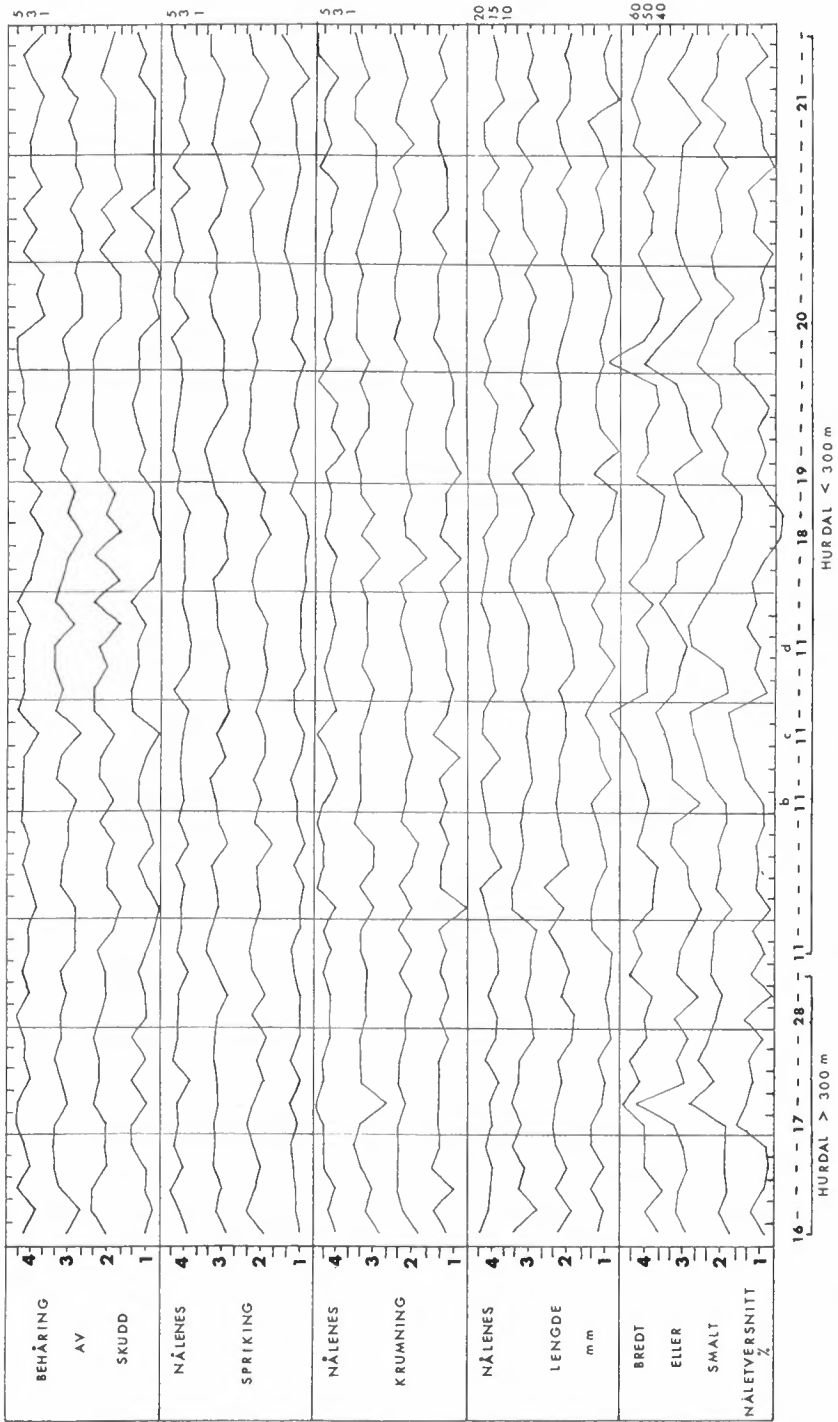
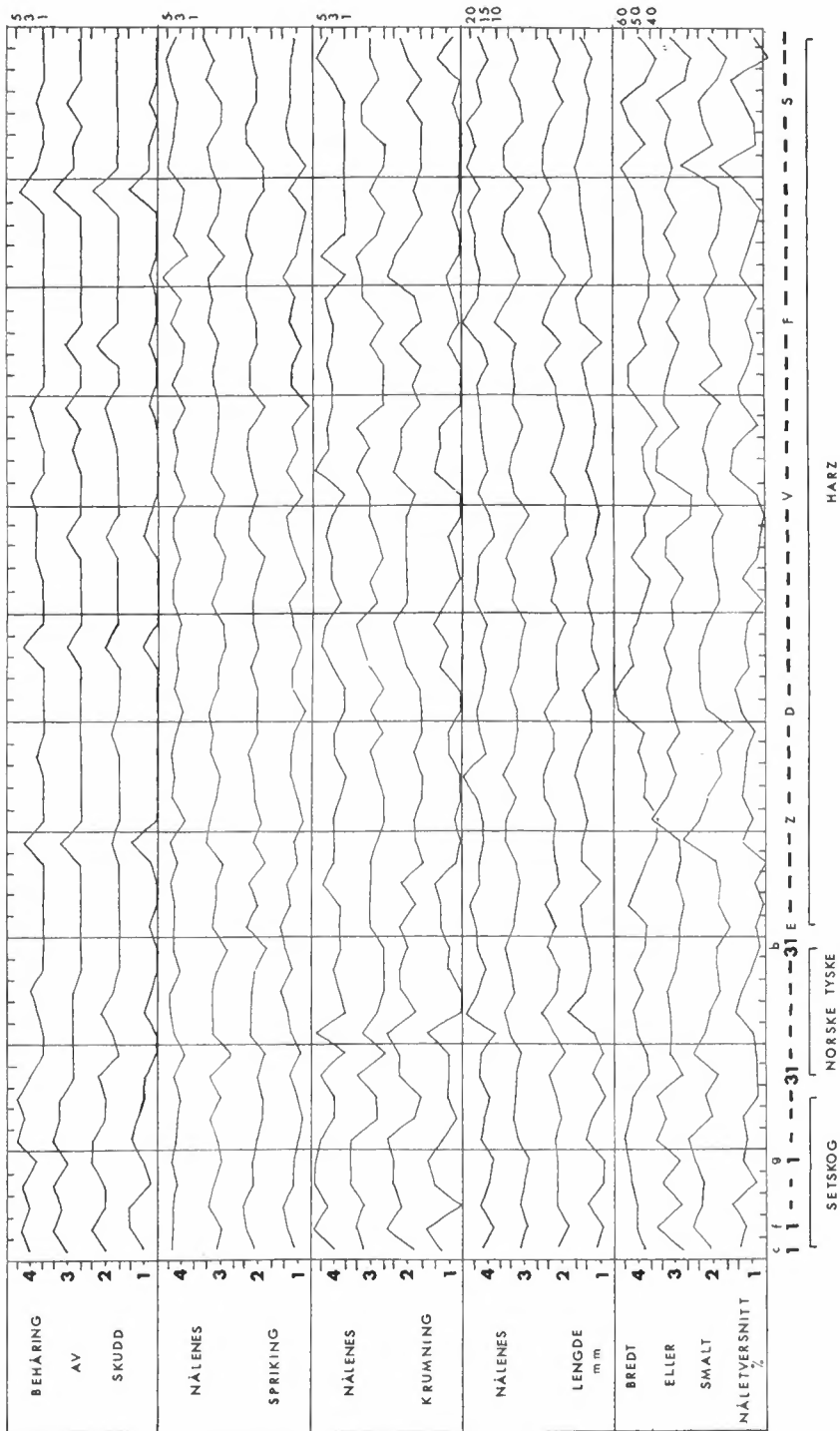


Fig. 9a og 9b. Variasjonene for 5 egenskaper som ble målt på 113 av stiklingene i hvert gjentak. Nærmere forklaring, se teksten.



Figur 9b.

Tabell 2. Middeltall for forskjellige egenskaper innenfor forskjellige provenienser og enkelte familier (med medlemstall større enn 4). Egenskap nr., se tabell 1. For greinvinkel, egenskap nr. 9, betegner små tall stump greinvinkel og store tall at den er spiss. Se ellers teksten.

PROVIENSER :	AN- TALL KLO- NER	Egenskap nr.																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
		Forholdstall																		
Sokna	13	11	46	10	10	11	11	8	4	12										
Hurdal > 300 m	13	11	12	13	4	11	9	6	0	11	44	16	52	36	36	54	39	37	39	61
" < 300 "	43	11	30	9	7	11	11	12	2	12	43	16	52	35	39	51	30	35	36	64
Østfold, Akershus	37	11	35	11	5	10	11	11	1	11	40	16	55	37	30	44	37	36	39	59
Vestfold	35	11	45	15	4	10	10	11	1	11										
Tysk. høstet i Norge	28	13	59	6	4	10	12	8	4	13	29	19	50	37	24	48	18	37	42	54
Harz	42	13	63	10	4	10	10	12	2	11	25	18	51	35	31	51	15	35	40	55
FAMILIER :																				
Hurdal > 300 m tre nr.16	5	10	20	15	0	11	10	10	0	11	43	17	47	36	38	54	36	40	43	61
" " 17	5	10	5	15	10	10	12	5	0	11	47	16	58	37	32	58	43	36	39	60
Hurdal < 300 m " 11	7	11	11	7	7	12	10	7	4	15	43	17	50	35	33	50	28	37	38	62
" " 11d	5	11	65	10	10	10	10	0	0	10	38	18	54	30	34	53	36	39	36	60
" " 19	7	13	46	7	7	12	9	21	0	9	43	17	55	39	41	49	41	36	34	65
" " 20	10	11	10	10	10	11	13	5	0	11	47	16	50	38	44	48	21	32	36	67
Østfold, Akershus " 1g	5	12	25	10	5	9	11	10	0	10	39	16	57	33	34	46	39	33	38	54
" " 66	8	11	81	9	3	10	10	16	0	11										
" " 67b	5	10	15	20	0	10	10	0	0	11										
Vestfold " 39	6	12	67	8	8	11	9	8	0	13										
" " 43	7	11	64	21	4	10	9	18	4	10										
" " 50	6	11	38	8	0	10	12	0	0	11										
Tyske fra Norge " 31	10	13	92	2	5	9	13	13	10	13	30	18	51	37	23	49	20	37	40	54
" " 31b	5	13	60	10	5	11	14	5	0	14										
" " 44	5	12	40	5	0	11	11	10	5	12										
" " 45	8	13	28	9	6	10	12	3	0	12										

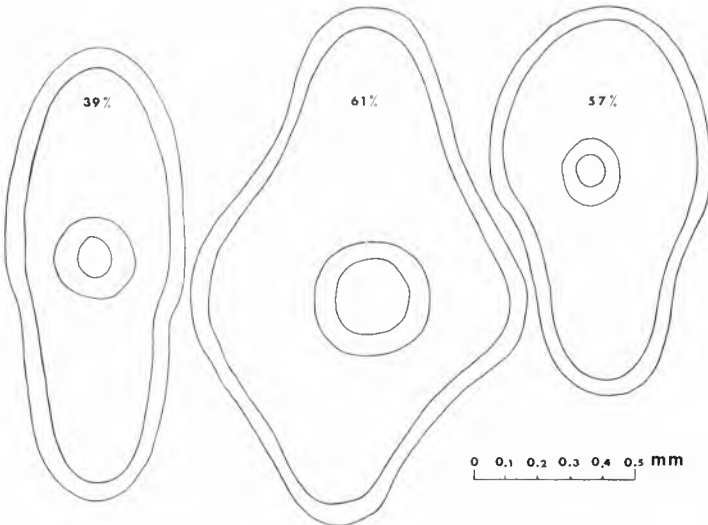


Fig. 10. Nåletverrsnitt hos forskjellige kloner i forsøket.  
Nærmere forklaring i teksten.

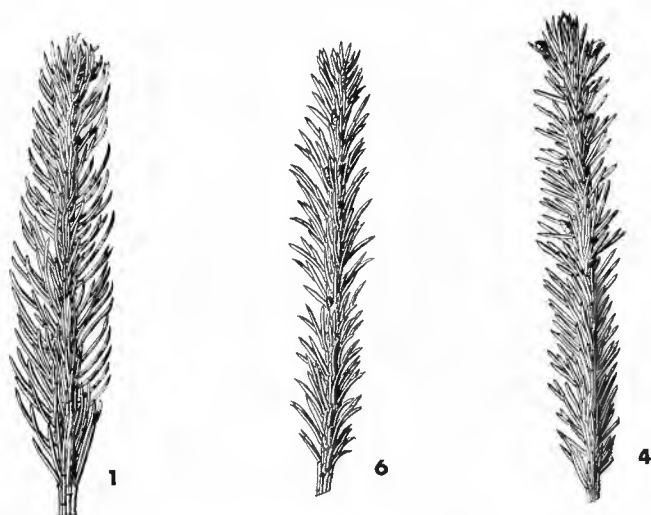


Fig. 11. Forskjellige varianter av nålekrumning. Se også fig. 12.  
Nærmere forklaring i teksten.

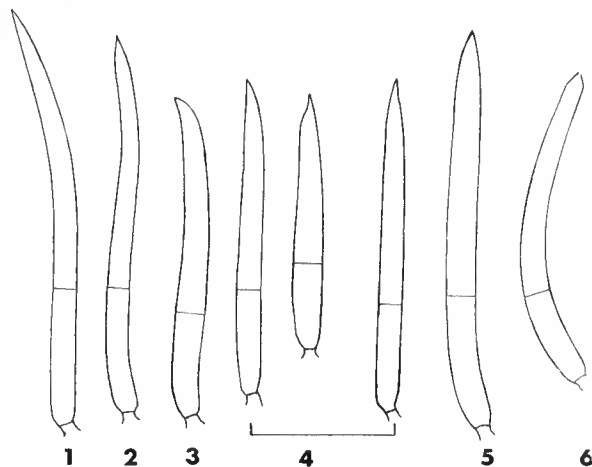


Fig. 12. Forskjellige varianter av nålekrumning

### Resultatene av undersøkelsen

Undersøkelsen bekrefter det umiddelbare inntrykk av genetisk bestemt variabilitet hos gran som alle våre hittil utførte arbeider med proveniensforsøk, avkomforsøk, inventeringsarbeide og pødearbeid har gitt. Sammen med andre undersøkelser som peker i samme retning (RUDEN 1963, DIETRICHSON 1967) tyder de på en stor individuell variabilitet i vekstkraften. Også når det gjelder egenskaper av stor betydning for hardførheten, som høstskuddfrekvensen, er den arvelig bestemte individuelle variasjon utvilsom. Utvilsom er

også den arvelige variasjon i slike kvalitetsegenskaper som rett eller spiss greinvinkel og slengete stamme. Den tydelige bestemte arvelige variasjon som er vist for en rekke egenskaper som bidrar til å utforme assimillasjonsapparatet, har kanskje ingen direkte betydning for treets masse- og kvalitetsproduksjon, men forteller at vi har å gjøre med en art som viser stor generell genetisk variabilitet.

I det hele gir undersøkelsen en god støtte for de foredlingsprinsipper for våre skogtreslag som opprinnelig ble foreslått av slike pionerer innen skogplanteforedling som C. Syrach Larsen, Nils Sylvéen og Bertil Lindquist. Vi må selvsagt dra mest mulig nytte av den tilpasningsprosess gjennom seleksjon som har foregått i tusener av år ute i skogen under forskjellige klimaforhold. Dette er imidlertid ikke nok for en foredling som tar sikte på å skape skog med mest mulig nytte-effekt for menneskenes bruk.

Ved å velge ut den tredjedel av klonantallet som har de største gjennomsnittlige høyder, får vi av disse 82 klonene bare 5 kloner, vel 6 %, som er uten merknader for slike feil som høstskudd, spiss greinvinkel, slenget stamme eller dobbelt-topp. Disse klonene stammer for en stor dels vedkommende fra utvalgte gode trær eller bestand. Dessuten kan det ha skjedd et visst utvalg mot bedre typer ved henting av stiklingene. (Middelhøydene for stiklinger tilhørende hver av de 2 utvalgsgrunder viste dog ingen signifikant forskjell.) Derfor må den populasjonen som reresenteres av de undersøkte stiklingkloner ansees som bedre i genetisk henseende enn de populasjoner vi finner i vanlige bestand og plantninger. Etter et foredlet frø fra frøavlsplantasjer etter avkomprøvede klonkombinasjoner skulle det være mulig å få storparten av avkommet uten slike og andre feil. Bare det ville gi en stor forbedring for vår skogindustri og andre brukere av trevirke.

Foruten å vise muligheten for en direkte seleksjonseffekt når det gjelder vekstkraft, gir undersøkelsen hjelpemidler til økning av vekstkraften gjennom andre foredlingsprinsipper som utnyttelse av krysningsfrodighet (*heterosis*) og kombinasjon av sørlige rasers gode vekstkraft med vår egen grans hardførhet og gode kvalitetsegenskaper. Den viser muligheten for å utvelge mer hardføre sorter av sørlige raser uten dermed å tape i vekstkraft. Hvis vi tar for oss de 70 klonene av tysk avstamning, 42 direkte fra Harz og 28 av tysk gran i Norge, er forholdet høstskudd og vekstkraft slik:

16 stk. med høstskudd på alle 4 rametene har middelhøyde: 1,30 m. 15 stk. med høstskudd på 3 av rametene har middelhøyde 1,28 m, på 2 av rametene, 12 stk. 1,23 m, på 1 av rametene 10 stk. og 1,25 m samt uten høstskudd på noen rameter, 16 stk. og 1,28 m. Det vil si at det ikke er noen signifikant høydeforskjell på stiklingene av tysk opprinnelse enten de har høstskudd eller ikke. Hittil har stiklingene vært skånt for skader på grunn av høstskuddene. Snøen har stort sett dekket dem om vinteren, og vi har ikke de siste vintrene hatt slike frostskafer på gran som f.eks. i vintrene 1962-63. Stedet på Hogsmark disse stiklingene står på er ikke særlig frostutsatt. Det har godt avløp for kaldluft og ligger ca. 80 m o.h. For større planter, på mer frostlente steder på Østlandet og i ugunstige år, vil høstskudd-tendensen gi alvorlige frostskafer.

Med hensyn til klonforskjeller i tilbøyeligheter hos gran til å sette høstskudd, er undersøkelsen en bekreftelse på en tidligere undersøkelse (RUDEN 1960).

Vi vet ikke nå helt hva slags bruksmuligheter granvirket kommer til å få

den gangen i framtida når virket etter foredlet plantasjefrø begynner å komme på markedet. Det er derfor viktig at vi fra første stund av bringer et variert materiale inn i foredlingsarbeidet og at de forskjelligste variasjoner og dermed foredlingsmuligheter blir analysert. Vi trenger en best mulig analyse av alle granens variasjonsmønstre. Fordi vi enda kjenner for lite til de genetisk bestemte variasjonene, kan vi ikke vite hvilke av dem som er kombinert med hverandre eller avhengig av hverandre. Et første skritt blir derfor å undersøke flest mulige egenskaper. Arvbarheten kan bestemmes av klonforsøk som brukt i denne undersøkelse. Om en del år, da klonene i alle 11 ledd i dette forsøket blir store nok til bedømmelse, skulle forsøket også gi en analyse av hvorledes de forskjellige typene arter seg under forskjellige miljøforhold.

Det er dessuten planlagt at klonforsøket i et av de nærmeste år skal brukes til en liknende analyse som den foreliggende for variasjon i kjemisk innhold hos nåler, bark og ved.

### Rasevariasjon – individvariasjon

Selv om flere av de undersøkte egenskaper viser tydelige forskjeller mellom tysk og norsk gran, gir ingen av egenskapene større forskjeller mellom rasene enn at en stor del av variasjonsområdet dekker hverandre. Det ser nærmest ut til at vi har med stort sett samme utgangspopulasjon å gjøre, bare frekvensen av de forskjellige variantene er forskjøvet.

Forskjellene mellom klonene er store. Hvis vi tar med flere egenskaper i sammenlikningen, kan vi bruke dem til en temmelig sikker identifikasjon av forskjellige kloner i en frøplantasje eller klonsamling. Skal vi bruke dem til identifikasjon av avkomgrupper eller proveniensforskjeller, er vi henvist til å analysere hyppigheten av de forskjellige egenskapsytringene. Desto mindre forskjeller og desto færre egenskaper som analyseres, desto større antall observasjoner trenges det til en slik analyse.

Registrering av slike egenskaper som er behandlet i denne undersøkelsen kan også brukes til å belyse slektskapsforholdet mellom forskjellige granpopulasjoner. Som når det gjelder proveniensforskjellen, må det da brukes et større antall individer fra hver populasjon og flest mulige egenskaper må tas i betraktning. For å antyde familieforskjellene har jeg plukket ut 10 familier der antall halvøsken var mellom 5 og 10. Tab. 2 og fig. 7 viser at når det gjelder høydeforskjellen mellom familiene, må det til et betraktelig større antall individer enn de 6–10 stk. som er tatt med i denne sammenlikningen for å vise sikre forskjeller. Som det vises av figuren, er spredningen vesentlig større mellom klonene enn vi kunne vente i forhold til forskjellen mellom rametene innenfor hver klon. Vi kan derfor gå ut fra at spredningen vesentlig skyldes arvelige forskjeller. Det samme viser den sterkt signifikante interkorrelasjonskoeffisienten i tab. 1. Kurven viser at det er store klonforskjeller også for mortrær fra samme provenienser. I populasjoner der høydene er bestemt like nøyaktig som dette klonmiddeltallet, skulle det nødvendige antall individer for å finne sikre familieforskjeller i vekstkraft dreie seg om 25–50 individer. Fig. 7 viser at sikre familieforskjeller med hensyn til høstskuddfrekvens ved hjelp av 4 rameter, kan vises med under 10 individer fra hver familie. Det samme synes å være tilfelle med greinvinkelen og slengetheten. Skulle en slik undersøkelse gjentas, ville det vært en fordel å måle

greinvinkelen og slengetheten i stedet for som i denne undersøkelsen bare å notere alternativt om feilen var synlig eller ikke. Familieforskjellene ville da tre tydeligere fram.

Når det gjelder kronevidden fremgår det av fig. 9 at det ikke trenges særlig større antall enn 8–10 individer for å vise signifikante forskjeller ved en slik klon-analyse. Det samme synes å være tilfelle når det gjelder egenskapen tett eller glissen krone. Tallene for opptreden av dobbelttopp antyder at det kan være familieforskjeller. (Mens det hos familie nr. 19 bare er 1 av 28 undersøkte rameter som har fått merknad om denne egenskapen og hos familie 31 bare hos 1 av 40 rameter, har familie nr. 76 fått notert dobbelttopp på 5 av 36 rameter og familie 43, hos 5 av 28 rameter.) På grunn av at denne feilen opptrer så sjelden, burde antall observasjoner her ha vært vesentlig større for å vise forskjellene tilstrekkelig tydelig.

Ved undersøkelsen av de forskjellige kvist-egenskapene var det bare 8 familier (halvsøsken) med der klonantallet var minst 5, nemlig avkom av avlstre nr. 11, 116, 16, 17, 19, og 20 fra Hurdal, nr. 19 fra Setskog samt avlstre nr. 31, en gran av tysk avstamning vokst opp ved Larvik i Vestfold. (I F. M. Treschows park.)

Når det gjelder *ut- eller innbøyde nåler*, nålekrumning, er det sterkt korrelerte egenskaper når de forskjellige klonene sammenliknes. Det er altså en egenskap med tydelig arvelig karakter. Det ser allikevel etter fig. 9 ut for at egenskapen er lite slektbundet. Alle de 4 familiene fra Hurdal varierer sterkt, men om det samme middeltallet. De tyske klonene ser ut til å skille seg ut. De har noe mer innbøyde nåler.

I likhet med kongleskjellformen, er denne egenskapen utmerket til å identifisere en bestemt klon, men det skal et stort antall individer til for å vise slektskapsforhold. Det samme gjelder *nålelengde*. De tyske granene har gjennomgående lengre nåler, også trehøyden tatt i betraktning. Hurdalsgranene viser ingen merkbare familieforskjeller for denne egenskapen, men stor arvelig spredning innenfor familiene. Når det gjelder nålenes *spriking* ut fra kvisten, nålevinkelen, er det også en spredning. Spredningen gir godt samsvar for rametene når det gjelder forskjellene fra klon til klon og er dermed tydelig arvelig bestemt, men viser liten forskjell mellom familiene. For denne egenskapen er det heller ingen systematisk forskjell mellom norsk og tysk gran.

*Nålenes flatet*, forholdet mellom nålas tjukkelse og bredde, viser heller ikke forskjell mellom de forskjellige proveniensene i forsøket. Derimot ser det ut for å være familieforskjeller. (Se fig. 9 og tab. 2)

*Barken* hos greinene er gjennomgående mørkere hos de tyske granene enn de norske, men det er store variasjoner i mørkhetsgrad hos begge rasene. Denne egenskapen synes å vise tydelige familieforskjeller. (Se fig. 8 og tab. 2.)

*Fargetonen på knoppkjellene* viser hverken proveniens- eller familieforskjeller. (Se fig. 8 og tab. 2.)

*Behåringen av siste årsskudd* viser i samsvar med tidligere undersøkelser store proveniensforskjeller, men også store arvelige variasjoner innen proveniensene. Denne egenskapen viser tydelig familieforskjeller. (Se fig. 9 og tab. 2.)

Når det gjelder *avstanden til nederste knopp* i prosent av skuddlengden, viser denne egenskapen ingen tydelig proveniensforskjell. Familieforskjellene er ubetydelige, men arvbarheten utvilsom.



Når det gjelder hvor stor del av *sideknoppantallet* som er konsentrert i *toppen av skuddet*, er det ikke merkbare forskjeller mellom de undersøkte proveniensene. Det er antydning til familieforskjeller. Arvbarheten er utvilsom.

*Knoppantallet pr. enhet skuddlengde* synes å vise en svak proveniensforskjell idet knoppene hos de tyske granene sitter noe mer glissent. Denne forskjell er imidlertid meget liten i forhold til den genetisk bestemte individvariasjon som er vist i dette forsøket. Tross store arvelige bestemte individuelle variasjoner er ikke familieforskjellen påvisbare i det lille individtallet som er med i dette forsøket.

I tabell 2 er antallet av observasjoner meget forskjellige for hver proveniens og familie. Da antallene dessuten stort sett er svært små, er bare middeltallene oppgitt uten noen varians-vurdering av forskjellen. På grunn av den store variasjonen mellom klonene, er de fleste gruppeforskjellene ikke signifikante. Den vurdering av gruppeforskjellene som er gitt må bare reknes som en foreløpig vurdering.

Det ble også foretatt en sammenlikning mellom noen egenskaper hos midteltallet for hver av de sammenhørende stiklingene på Hogsmark og mål tatt direkte på mortrærne (ortetene) i avkomsforsøket ved revisjon i 1963. For høyde gav det en sterkt signifikant korrelasjonskoeffisient på  $+ 0,20$ . For frostskaidd vinterknopp og dobbelt-topp ble korrelasjonen ikke signifikant (begge 0,00). For forekomst av sleng ble korrelasjonskoeffisienten signifikant  $= + 0,14$  og for greinvinkel sterkt signifikant  $= + 0,22$ .

### Sammendrag

Dette arbeidet er et ledd i undersøkelsene av variabiliteten hos vanlig gran (*Picea excelsa* (Lam.) Link). Sterkt avvikende unormale former er det fra gammelt av kjent utallige av. De fleste større bartrefloraer har med beskrivelsen av over 100 slike varianter. Variabilitet blant mer vanlige grantyper er allerede gitt en utmerket beskrivelse i Nils Sylvéns arbeide fra 1916 «De Svenska Skogsträden».

Alle disse beskrivelsene er gjort på rent fenotypisk grunnlag, og det kan være tvil for mange av typenes vedkommende om de virkelig er arvelige eller vesentlig resultater av bestemte miljøforhold. Arveligheten av treformene kan bestemmes ved å formere dem vegetativt og ved gjentatte observasjoner på flere vegetativt formerte individer. Dermed kan usikkerhetsmomentene gitt av miljøvirkning elimineres. Den kan også belyses gjennom avkomforsøk etter kontrollert bestøvning. Første metode gir svar på om egenskapen er arvelig eller ikke. Den andre metoden kan også fortelle hvorledes egenskapene nedarves, om de er bestemt av få eller mange gener, om genene som bestemmer egenskapene er dominante eller resessive og om hvorledes genene er koblet til hverandre. Bedømmelse av genotypen på grunnlag av vegetativt formerte individer, gir et godt utgangspunkt for seinere avkombedømmelser etter kryssninger. Vi får vite hvilke egenskaper som kan tas med i bedømmelsene, hvor-

ledes vi kan finne dem og får et begrep om hvor stort antall individer som er nødvendige for anleggene. Dr. C. Syrach Larsen har i sitt kjente arbeid fra 1947 vist at det går an å belyse genotypen hos skogstrær ved hjelp av podninger. I denne undersøkelsen er et stort antall egenskaper hos vanlig normal gran undersøkt ved hjelp av stiklinger. 16 av disse egenskapene viste seg å være arvelig bestemt i større eller mindre grad. Stiklingene ble tatt fra et avkomsforsøk med gran både av norsk og tysk avstamning og for en større dels vedkommende, av avkom fra enkelttrær. Undersøkelsen gir derfor også et begrep om størrelsene av individuell arvelig spredning i forhold til variasjonen mellom vidt forskjellige raser, samt en antydning om i hvilke egenskaper det kan ventes forskjell mellom avkom av forskjellige fri bestøvede enkelt-trær. Denne undersøkelsen kan ansees som en forundersøkelse til et større avkomsforsøk etter kontrollert bestøvning som det ble lagt grunnlag for sommeren 1967. Vi foretok da i våre klonsamlinger og frøplantasjeanlegg av gran ca. 450 kontrollerte krysningskombinasjoner hvorav i alle fall 100 vil gi spiredyktig frø nok til sikker avkombedømmelse. Det blir da naturlig å legge hovedvekten på å undersøke egenskaper som denne og andre undersøkelser har vist at er arvelig bestemt. Et utvalg av nye stiklinger tatt fra forskjellige varianter i denne undersøkelsen vil også kunne danne et godt sammenligningsmateriale for avkomsforsøkene.

Undersøkelsen er grunnlagt på stiklinger fra 260 forskjellige individer som i alt er satt ut i 11 gjentak. 4 av disse gjentakene står på samme sted, Hogsmark i Ås. Det er bare de 4 gjentakene fra Ås som inngår i dette arbeidet. 14 av klonene ble sjaltet ut fordi ett eller flere av de 4 gjentakene var gått ut eller skadd av rådyr. Av de resterende 246 kloner ble 113 tatt ut til nærmere undersøkelse av nåler og knoppsetting på siste årsskudd av en sidegrein. Stiklingene ble tatt høsten 1959 fra et avkomsforsøk i Siljan (RUDEN 1963) av ensartete skudd fra greiner i 3. greinkrans ovenfra og på 9 år gamle planter. Ved undersøkelsen høsten 1967 var stiklingene altså 8 år gamle. De hadde høyder opp til 2 m. 176 av klonene er av forskjellig sørnorsk opprinnelse. 70 er av tysk opprinnelse, vesentlig fra Harz.

Undersøkelsen bekrefter tidligere undersøkelser som viser at vanlig godt planteskolemateriale av gran har en sterk individuell arvelig variasjon. Det gjelder både forstlig betydningsfulle egenskaper og synlige variasjoner uten direkte praktisk betydning. Variasjonen innenfor samme proveniens er av samme størrelsesorden som forskjellene mellom tysk og norsk gran. I begge disse så vidt atskilte proveniensene er variasjonene så store for alle de undersøkte egenskapene at de dekker hverandres variasjonsområde. Bare hyppigheten av de forskjellige egenskapene er forskjellige. Dette er tidligere vist også for kongletyper og greintyper, som ikke inngår i denne undersøkelsen. Den arvelig bestemte variabilitet er hovedgrunnet for all foredling. Enhver undersøkelse av variasjonsmuligheter er derfor viktige ledd i foredlingsarbeidet.

Undersøkelsen viser at selv i et utvalgt godt planteskolemateriale opptrer alvorlige kvalitetsforringende arvelig bestemte feil i en stor prosent av individene. Det gjelder bl.a. slike feil som for spiss greinvinkel, slengete stamme og tilbøyelighet til å sette høstskudd m.v. Når resultatene av avkomsforsøkene foreligger, skulle det bli en enkel oppgave å eliminere disse og andre feil i det foredlete avkommet samtidig med at vekstkraften økes både gjennom utvalg og kombinasjonseffekt.

## Summary

This work concern the variability of Norway Spruce (*Picea excelsa* (Lam.) Link). Obviously abberant forms have been known for some considerable time. More common varieties have already been given an excellent description in Nils Sylvéns work from 1916. «De Svenska Skogsträden».

All these descriptions are made from a fenotypic point of view. Doubt may in many cases be cast on the genotypic base of the varieties. The genotype can be determined by comparison of repeated observations of clones. In this way, significant genetic variations can be determined of clones. In this way, significant genetic variations can be determined i spite of different influences from the surroundings. The heritability may also be determined through progeny tests after controlled fertilization. The first mentioned method gives the answer to the question of whether the property is heritable or not. The second method can also reveal in greater depth in which manner the heritability is manifested.

Estimation of the genotype by means of clones may give a good base for more advanced progeny tests. We can thereby determine which of the properties may be taken into account, how they can be registered and how many individuals are necessary to get significant results. In this well known work from 1947 Dr. C. Syrach Larsen has demonstrated how it is possible to estimate the genotype by means of graftings. In the present work it has been possible to describe a great many properties of Norway Spruce by means of cuttings. 16 of these properties proved to be significantly heritable.

The cuttings are taken from a progeny test (Ruden 1963) which included very different provenances. A great deal of the progenies are taken from open-pollinated individual trees. The examination of the material may therefor also give an impression of the size of the individual variation in relation to large provenance differences; and in addition may give some idea of the differences within progeny from open-pollinated individual trees. It may serve as an preliminary investigation for later progeny tests. After the summer of 1967 we got sufficient seed from controlled pollination to examine at last 100 different cross combinations of Norway Spruce.

The present paper is based upon cuttings from 260 different 9- year-old spruces, examined in the autumn of 1967, 8 years after the cuttings were taken. The cuttings were placed in 11 different plots of which 4 were situated at Hogsmark in Ås. To avoid different effects of topophysis, the cuttings were taken from the same whorl of branches and the same order of twigs. The heighths in 1967 were up to 2 m.

The investigation confirms earlier papers which show a great individual heritable variation in Norway Spruce. This variation concerns several visual properties some of which are of great importance to forestry. The variation within one provenance are of the same order of size as the mean differences between spruces from Harz in Germany and from Norway. The range of variation of these 2 populations partly cover one another.

## Litteratur

1. DANILOV, D. N. 1943. Variabilite des écailles des cones de *Picea excelsa* Link. Bot. Journ. S. S. S. R. Tom. XXVIII: 5 Leningrad.
2. DIETRICHSON, J. 1967. Broad sense heritability estimates of growth rhythm and height growth of Norway Spruce (*Picea abies* (L) Karst). Seedlings of Southern Norwegian origin. Festschrift til Elias Mork, Vollebekk.
3. ERICSON, B. 1960. Studies of the genetical wood density variation in Scots Pine and Norway Spruce. Statens Skogforskningsinstitut, Avd. för skogsproduktion. Rapport No. 4.
4. LARSEN, C. SYRACH. 1947. Estimation of the genotype in forest trees. Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Årsskrift.
5. MUNSELL. Book of Color 1929-1942. Baltimore-Maryland.
6. RUDEN, T. 1958. Granas utbredelse og formvariasjon i Sør-Trøndelag. Landsskogstakseringen. Taksering av Norges Skoger. 109-29.
7. RUDEN, T. 1960. Et lite forsøk med individuelt utvalg av granplanter. Årsskr. norske Skogpl. Sk. 1960: 31-7.
8. RUDEN, T. 1963. Ein Nachkommenversuch von 1951 mit *Picea excelsa* (LAM) LINK aus freiem Abblühen und ihre Ergänzung durch Stecklinge. Tag. Ber. dt. Akad. Landw. Wiss. Berl. 69: 133-8.
9. RUDEN, T. 1963. Results from an 11-year old progeny test with *Picea abies* (L) Karst in Southeastern Norway. World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement. Section 2a. Stockholm.
10. RUDEN, T. 1965. Stecklingvermehrung von Fichten. 2. Symposium für Industriellen Pflanzenbau. Wien. 2: 133-7.
11. SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL, M. 1959. Investigation on aging of apical meristems in woody plants and its importance in silviculture. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Vol. XXV.
12. SCHRÖTER, C. 1898. Über die Vielgestaltigkeit der Fichte (*Picea excelsa* Link). Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 43. Jahrg. 125-252.
13. SYLVÉN, NILS, 1916. De Svenska Skogsträden. Stockholm.

## BETYDNINGEN AV KROMOSOMABERRASJONER HOS DYR

*Chromosome Aberations in Animals*

Av

NORODD NES

Dette problem har nær tilknytning til et spørsmål som genetikerne lenge har vært opptatt av og som den genetiske forskning i stor utstrekning er rettet mot – nemlig mutasjonenes natur. Forskjellige oppfatninger har gjort seg gjeldende også i den senere tid. Ifølge *Goldsmidt's* teorier (1946, 1951) skulle mutasjonene i sin alminnelighet bestå i omordning av kromosompartikler av en submikroskopisk eller mikroskopisk størrelsesorden. På den andre siden regner de fleste genetikere i dag med tre hovedgrupper av mutasjoner, nemlig genmutasjoner, kromosommutasjoner og genommutasjoner, eller med andre ord, punktmutasjoner, strukturelle – og numeriske kromosomaberrasjoner. Men når det gjelder deres hyppighet og deres relative betydning er oppfatningene forskjellige. Punktmutasjonene, definert som intramolekylære endringer, uten kromosomale strukturendringer blir av de fleste genetikere betraktet som en særlig omfattende gruppe. Andre betrakter den som en restgruppe av genetiske endringer, der en ikke kan oppdage mikroskopisk synlige forandringer i kromosomet (Stadler 1954). Etter dette skulle det være mikroskopenes løsningssevne som setter grensen mellom punktmutasjoner og strukturelle kromosomaberrasjoner. Men det som er submikroskopisk i elektronmikroskopet ligger på det molekylære nivå og med dette instrument skulle en derfor ha mulighet for å studere et bredt spektrum av kromosomale mutasjoner. Det er likevel innenfor det lysmikroskopiske område at kromosomforskningen har vært mest omfattende. Utviklingen av den moderne cellekulturteknikk og andre forbedringer av den cytogenetiske forskningsmetodikk har de siste 10–15 årene ført til en rivende utvikling på dette felt. Spesielt er det innen humanmedisinen utført et betydelig arbeid for å påvise eventuelle korrelasjoner mellom abnorme fenotyper og kromosomaberrasjoner. Hos dyr har en foreløpig ikke så omfattende undersøkelser å vise til, dels fordi det er vanskeligere å skaffe levende materiale til celledyrking fra dyr med medfødte defekter, og dels fordi en til denne tid har nedlagt mye arbeid på å studere den normale karyotype hos en rekke arter. Men de store resultater som er oppnådd ved den humane kromosomforskning, bidrar til å kaste lys over kromosomaberrasjonenes betydning også hos dyr. Kromosomaberrasjon induisert hos forsøksdyr ved hjelp av mutagene agens som kjemikalier, joniserende stråler m.v. gir også holdepunkter.

## Numeriske kromosomaberrasjoner

Heteroploidi, som gjerne brukes som fellesbetegnelse på alle numeriske avvik fra det normale kromosomtall  $1n$  i gametene og  $2n$  i somatiske celler, er påvist hos en rekke dyrearter.

En aktuell form for slike numeriske kromosomavvik har en hos såkalte diploide hybrider som i likhet med allopolyploidene oppstår ved sammenmelting av gameter fra to forskjellige arter. De diploide hybridene, arts-krysningene, er sterile eller har nedsatt fruktbarhet fordi at de to artene har forskjellig kromosomtall eller fordi kromosomene ikke er så homologe at de kan konjugere normalt under meiosen. Krysningen hest x esel er et velkjent eksempel på dette. Krysningen foregår begge veier, men muldyravlen med hestehoppe som mor er vanligst. Muldyrhingsten er alltid steril, på grunn av en abnorm spermatogenese. Muldyrhoppene er også som regel ufruktbare, men en har eksempel på at de kan få avkom både med eselhingst og hestehingst (Tuff 1954).

I de senere år har en vært i stand til å bestemme kromosomtallene med større nøyaktighet og disse er for hest (*Equus caballus*)  $2n = 64$ , przewalskihest (*Equus przewalskii*)  $2n = 66$  og for esel (*Equus asinus*)  $2n = 62$ .

Ved krysningen *Equus przewalskii* x *Equus caballus* får avkommet 65 kromosomer (Benirschke et al. 1965). Konlischer & Frechkop (1966) krysset przewalskihest med fjordhest og med pyrenees ponni og fikk to hingsteføll. Det ene (1/2 pyrenees ponni) ble senere prøvet i avlen og viste seg fruktbart. Men den morfologiske forskjell mellom foreldrenes kromosomer var svært liten.

Muldyr (hest ♀ x esel ♂) og mulesel (hest ♂ x esel ♀) har 63 kromosomer (Trujillo et al. 1962). Benirschke et al. (1964) kom til at kromosomtallet hos zebra (*Equus zebra*) var  $2n = 34$ , og hos Grant's zebra (*Equus burchelli bohmi*)  $2n = 44$ . De undersøkte også en «Zebronkey» ♀ (*Equus asinus* ♂ x *Equus zebra* ♀). Hos denne krysningen som var brun med tydelige striper på bena og på bakparten, var det modale kromosomtall  $2n = 48$ , sannsynligvis 31 fra faren *E. asinus* og 17 fra moren *E. zebra*.

Det er et begrenset antall dyrearter som gir levende avkom sammen, og der dette skjer, har en denne sterilitetsbarrieren som må betraktes som en meget effektiv foranstaltning mot sammenblanding av artene.

Foruten ved arts-krysning har en også avvikende kromosomtall, oppstått innenfor arten. Polyploidene blir da å betrakte som autopolyploider. I en del tilfelle kan det foreligge et visst antall hele kromosomsett (euploidi) som ved triploidi ( $3n$ ), tetraploidi ( $4n$ ) og andre grader av polyploidi. I andre tilfelle kan avvikelser omfatte deler av et kromosomsett (aneuploidi) som ved monosomi ( $2n - 1$ ) eller forskjellige former av polysomi som f.eks. trisomi ( $2n + 1$ ), dobbelt trisomi ( $2n + 1 + 1$ ), tetrasomi ( $2n + 2$ ) osv. En kan også finne forskjellige kromosommønstre hos cellene, dvs. en mosaikk eller kimerisme. I litteraturen brukes disse betegnelse noe om hverandre. Men vanligvis kaller en det mosaikkisme når celler med forskjellig kromosommønster stammer fra samme zygote og kimerisme når en mener de har forskjellig opprinnelse.

*Euploid heteroploidi.* Ren polyploidi (euploidi) er funnet hos forskjellige partenogenetiske invertebrater, derimot synes euploidi å være svært sjelden hos dyr med seksuell formering (SWANSON 1958). En større eller mindre frekvens av polyploidi er likevel funnet hos flere dyrearter. Men som regel fører polyploidi hos pattedyr til døden på embryonal- eller fosterstadiet, slik at den

svært sjelden blir registrert hos levendefødte individer. En har således aldri påvist ren polyploidi hos levendefødte barn (PENROSE & DELKANTLY 1961, VAN DER HAGEN 1967). Spontane tilfelle av heteroplloidi hos mus er særlig undersøkt av BEATTY i samarbeid med M. FISCHBERG (BEATTY 1957). De fant en varierende frekvens av haploider, triploider, tetraploider, mosaikker ( $1n/2n$ ,  $2n/3n$ ,  $2n/4n$ ) og aneuploider blant  $3\frac{1}{2}$  dager gamle museembryoner. Etter denne tid fant de ikke andre euploider enn triploider. Triploide musefoster er funnet så sent som midt i drektigheten, nemlig  $9\frac{1}{2}$  dager etter parring. De var da litt mindre enn sine kullsøsken, men syntes ellers å være normalt utviklet (FISCHBERG & BEATTY 1951). På bakgrunn av forskjellige eksperimenter med colchicininduksjon av heteroplloidi hos mus (EDWARDS 1958a og b) ser det likevel ut til at også triploidene dør før fødsel. Triploide rottefoster er funnet etter 12 dagers drektighet (PIKO & BOMSEL-HELMREICH 1960). Men da var de nesten fullstendig stagnert i utvikling. Etter 13–15 dager fantes ingen triploider og bare en liten prosent mosaikkfoster som en antok hadde utviklet seg fra triploider.

Triploidi (polyploidi) kan som angitt av AUSTIN (1960), RUSSEL (1962) og MEYER (1965) oppstå på følgende måter:

1. To (eller flere) spermier trenger inn i egget (polyspermi) og de tilsvarende pronuclei forener seg med den hunnlige pronucleus (polyandri).
2. Egget inneholder to (eller flere) pronuclei som forener seg med den hannlige pronucleus (polygyni).
3. Den ene pronucleus i den befruktede eggcelle er haploid og den andre er diploid (eventuelt polyploid) (Aneugami).
4. Første deling av zygoten kan være abnorm, kjernen deler seg, men ikke cellen.

De to førstnevnte utviklingsmåtene, polyandri og polygyni synes å være av størst betydning. Aneugami er ikke med sikkerhet påvist hos pattedyr og synes i det hele å være svært sjelden (AUSTIN 1960).

*Polyandri* er abnormt for alle arter innen dyreriket. Naturen beskytter seg mot denne prosess hovedsakelig på to måter, nemlig ved å hindre at mer enn ett spermium trenger inn i egget og ved eliminasjon av overtallige hannlige pronuclei. Dette skjer gjennom forskjellige mekanismer som vi ikke skal gå nærmere inn på (se Austin 1960).

Forsvaret mot den abnorme befruktning er likevel ikke helt effektivt. Det er således publisert en rekke funn av egg (zygoter) med tre pronuclei – blant annet hos flere gnagere og hos katt, friter, gris, sau og storfe. Ofte kan det være vanskelig å skille mellom polyspermi og polygyni og frekvensen kan derfor være noe usikker. Men på bakgrunn av flere undersøkelser synes frekvensene hos rotter, mus, markmus, hamster og kanin å ligge på 1–2 %.

*Polygyni* i sin triploide form består i syngami mellom en hannlig og to hunnlige pronuclei. Den kan oppstå ved befruktning av en binucleær oocyt, som kan være en såkalt kjempeoocyt eller et egg hvor 1. eller oftest det 2. pollegeme er undertrykket (BEATTY 1957, AUSTIN 1960). Polygyni er påvist hos flere arter som rotter, mus, kaniner og gris. Hos rotter og mus har en funnet polygyni i ca. 0,1 % av eggene (AUSTIN & BRADEN 1954).

Disse anomalier av eggets modning og befruktning som fører til triploidi og andre former for heteroplloidi synes å stå under genetisk kontroll. BEATTY (1957) fant således i samarbeid med M. Fischberg at det var stor forskjell

mellem visse stammer av silver mus og forskjellige non-silver typer når det gjaldt hyppigheten av spontan heteropløidi. De mente at denne forskjell muligens berodde på et gen som var koplet til silverfaktoren. Parringsssystemet virket også inn. Triploidfrekvensen var således etter parringene:

Non-silver ♀ x non-silver ♂ - 0,25 %.

Non-silver ♀ x silver ♂ - 1,8 %.

Silver ♀ x silver ♂ - 2,4 %.

Silver ♀ x non-silver ♂ - 5,7 %.

Den siste foreldrekombinasjon ga dessuten 3,3 % andre heteropløidtyper (1n, 4n, 6n foruten 1n/2n, 2n/3n, 2n/4n-mosaikk). Silverhunnene ga altså en høyere frekvens når de ble parret med non-silver hanner enn når de ble parret med hanner av sin egen type. Generelt fant de at parring mellom typer ga litt høyere frekvens enn parring innen typer.

At hannene hadde innflytelse på triploidfrekvensen viser som BEATTY (1957) framholder at triploidien her ikke beror på undertrykkelse av 1. pollegeme. Hos nesten alle pattedyr foregår nemlig den 1. meiotiske deling like før ovulasjonen. Den ovulerte sekundære oocytten blir så værende i metafasen av den andre meiotiske deling inntil spermene trenger inn og utløser avsnøringen av 2. pollegeme (RUSSEL 1962). Spermiet kan således bare ha mulighet for å innvirke på denne deling. BRADEN (1957) fant for øvrig at de fleste abnorme egg hos mus berodde på undertrykkelse av 2. pollegeme.

Foruten gjennom arv kan triploidfrekvensen påvirkes av forskjellige miljøfaktorer. Ved stråle-, kulde-, varme- og colchicinbehandling kan den økes i betydelig grad. Noe som også kan ha en viss praktisk interesse er at parring sent i østrus (gamle egg) bidrar til økt hyppighet av såvel polyandri som polygyni, og dermed til større frekvens av triploider og eventuelt andre polploider. Hos rotter har en på denne måten økt hyppigheten av polyandri helt opptil elleve ganger, og det er registrert polyandrifrekvenser på over 9 % etter sen parring, (AUSTIN & BRADEN 1955, BRADEN 1958, ODOR & BLANDAUF 1956, PIKO 1958). En finner imidlertid store variasjoner i virkningen av sen parring, og dette mener en er arvelig betinget (AUSTIN 1960). Hos kaniner fant AUSTIN & BRADEN (1953) omtrent 1 % trekjernete egg etter normal parring. Men når hunnene ble parret på tidspunktet for indusert ovulasjon økte frekvensen til omlag 16 %.

Hos gris er det påvist liknende resultat av sen parring. Etter parring tidlig i brunsten fant HANCOCK (1959) blant 34 undersøkte egg ingen med tre kjerner, mens han etter parring 24, 30 og 48 timer etter brunstens begynnelse fant trekjernete egg med en hyppighet av henholdsvis 1/29, 7/56 og 12/29. I noen kunne han påvise to spermiehale og noen pollegemer, derfor drar han den slutning at i hvert fall de fleste trekjernete eggene berodde på polyspermi. THIBAUT (1959) fant polyspermi i ett av 55 egg ved parring før 36 timer etter brunstens begynnelse, mens han blant 53 egg fra purker som ble parret på senere stadier fant polyspermi i 6 (= 11 %) og polygyni i 11 egg (= 21 %). Hyppigheten av trinukleære egg var med andre ord over 30 % etter sen parring hos gris. Sen parring kan derfor bidra til betydelig reduksjon i kullstørrelsen. MEYER (1965) råder derfor til at en i praksis ikke parrer (inseminerer) purkene senere enn 36 timer etter brunstens begynnelse.

I det foregående har vi gått ut fra at triploidi hos pattedyr fører til døden på embryonal- eller fosterstadiet. På bakgrunn av HÄGGQUIST og BANES for-



søk med colchicininduksjon av triploidi hos kanin (1950) og gris (1951) kan det imidlertid se ut til at en her har unntakelser fra regelen. I overensstemmelse med CHANG'S metode (1944) inseminerte de dyrene med colchicinholdig sæd og fikk et par kaninunger ( $\text{♀} + \text{♂}$ ) og en gris ( $\text{♂}$ ) som skulle være triploid. Kaninene som døde i ettårsalderen, var større enn sin diploide kullbror, men de ga ikke levedyktig avkom. Grisen var den minste i kullet ved fødselen, men ved avvenning var den tyngst. Ved 9 ukers alderen ble den satt på standardfôring sammen med to av sine kullbrødre og det viste seg at den vokste raskere og brukte mindre fôr pr. kg tilvekst enn disse. Ved kromosomanalyse av den ene kaninen og grisen viste det seg imidlertid at det ikke dreiet seg om ren triploidi (MELANDER 1950, 1951). Hos kaninen varierte kromosomtallet fra celle til celle, men stort sett kunne tilstanden karakteriseres som en diploid-triploid mosaikk. Melander mener at kaninen hadde begynt sitt liv som triploid, men at kromosomtallet forandret seg gradvis til det diploide. Hos grisen fantes liknende variasjoner.

Som OHNO *et al.* (1963) er inne på, ser det ut til at hvis det ikke dannes et tilstrekkelig antall diploide celler hos den triploide zygote vil den dø. Således har en som nevnt aldri påvist ren triploidi hos levendefødte barn, men derimot har en funnet flere med diploid-triploid mosaikk. BØØK og SANTESSON (1960 & 1961) påviste denne kromosomanomali hos en gutt med svære mentale forstyrrelser og syndaktyli. Senere har ELLIS *et al.* (1963) funnet tilsvarende anomali hos en jente og FERRIER *et al.* (1964) hos en gutt.

En har også registrert enkelte tilfelle av diploid-triploid kimerisme eller mosaikkisme blant dyr. Hos en skillpaddefarget hannkatt med tydelig defekt spermatogenese, fant CHU *et al.* (1964) en diploid-triploid kimerisme 38/XX og 57/XXY. Kromosomanalysen ble utført på celler fra hud- og peritoneumkulturer, hvor en fant ca. 23 % diploide og ca. 77 % triploide celler.

Diploid-triploid kimerisme (mosaikkisme) er også funnet hos mink (NES 1966). Det dreiet seg om en middels stor tispeliknende standardmink som var satt på til avl på grunn av sin gode pelskvalitet. Den lot seg også parre. Ved senere undersøkelser viste det seg imidlertid å være en ekte interseks med ovotestis, forstørret klitoris og noe biseksuelt utviklet, men overveiende hunnlige genitalkanaler. I vevskulturer av lever og nyre fant en bare diploide, hunnlige celler (30/XX), mens en i kulturer av lunge- og corneavev fant ca. 43 % diploide celler 30/XX og ca. 57 % triploide celler 45/XXY (innkludert en del celler med kromosomtall som lå nær opptil det triploide).

Når det gjelder fuglene, ser det ut til at ren triploidi ikke behøver å ha noen påtakelig virkning på levedyktigheten. OHNO *et al.* (1963) fant således en triploid kromosomkonstitusjon (3A-ZZ) hos en 8 måneder gammel Rhode Island Red kylling. Den var livskraftig og velvokset, men ekte interseks med en venstresidig ovotestis. Den liknet en høne i kroppsbygning, men hadde sporer, kam og hakelapper som en hane.

*Aneuploidi.* Aneuploidi oppstår vanligvis ved nondisjunction under meiosen eller på et tidligere stadium. Mitotisk non-disjunction kan også føre til aneuploidi. Når dette skjer ved første deling av zygoten, kan det f.eks. oppstå ren trisomi ( $2n + 1$ ), da celler som mangler et autosom i regelen vil gå til grunne. Mitotisk non-disjunction ved senere celledelinger kan føre til kromosomal mosaikkisme eller til større eller mindre grupper av aneuploide celler alt etter hvilket stadium i utviklingen denne abnorme celledeling inntrer. Aneuploidi kan også oppstå når ett, eventuelt flere kromosomer ikke følger

med de øvrige under anafasen, men blir tilbake i cytoplasmaet og degenerer («Chromosome lagging»).

Disse avvikelser i den normale celledelingsmekanisme er ansvarlig for en rekke utviklingsforstyrrelser såvel hos menneske som hos dyr. Anomaliene varierer med kromosomene det gjelder og det er naturlig å skille mellom numeriske avvik i autosomene og i kjønnskromosomene.

a). *Numeriske avvik i autosomene* medfører oftest multiple misdannelser, som danner typiske mønster for de respektive kromosompar. De har i regelen langt sterkere virkning på levedyktigheten enn tilsvarende numeriske avvik i kjønnskromosomene. Mens monosomi for et kjønnskromosom ikke behøver å virke nevneverdig inn på individets levedyktighet, virker monosomi for et autosom letalt før fødsel. En regner med at en stor del av de såkalte dominante letaldefekter beror på monosomi (RUSSEL 1962).

Trisomi har i regelen en noe mindre drastisk virkning. Men det kommer an på hvilke autosomer det dreier seg om. Således synes embryogenesen hos menneske ikke å kunne foregå ved trisomi for de større autosomer. Trisomi for nr. 2 er f.eks. bare påvist i aborterte fosterhinner uten foster (KÄLLÉN & GAMSTORP 1967). Ellers har en funnet trisomi for de fleste autosomgrupper. Flere av dem medfører fosterdød og spontan abort, mens andre kan opptre også hos levendefødte barn. En har skilt ut 3 sikre syndromer hos menneske. Trisomi  $G_1$  (21–22) som fører til mongolisme (Downs syndrom) opptre med en hyppighet omkring 1 pr. 700 fødsler i den europeiske befolkning. I spontan-abortmateriale har en funnet  $G_1$ -trisomi i ca. 0,5 % av alle konsepsjoner og ved en maternell alder av 47,5 år i hele 16 %. Videre har en trisomi 18 som medfører mental retardasjon, fingerkontraktur, mikrognati o.a. misdannelser. Ifølge VAN DER HAGEN (1967) ligger hyppigheten sannsynligvis på 1–2 pr. 1000. Det tredje er trisomi  $D_1$  (13–15), syndromet, som blant annet omfatter mentale defekter, nedsatt levedyktighet, døvhet, poly- og syndaktyli. Det opptre med en hyppighet på ca. 0,45 pr. 1000 fødsler. Ved de to siste syndromene er det en overvekt av jenter og den maternelle alder er forhøyet spesielt ved trisomi  $D_1$ . En mener derfor at alle disse trisomiene for det meste beror på non-disjunction hos moren (litteratur kfr. VAN DER HAGEN 1967).

Hos dyr ligger ikke forholdene så godt til rette for kromosomundersøkelser av misdannede unger og heller ikke av abortmateriale. Derfor har en få tilfelle å vise til. Men det er grunn til å anta at såvel en del av fosterdødeligheten som enkelte medfødte misdannelser hos dyr beror på trisomi. Og som eksemplene fra humanmedisinen viser, kan de forskjellige formene tilsammen komme opp i en relativ høy frekvens.

BEATTY (1957) har omtalt et tilfelle av trisomi hos mus. Det dreiet seg om et 15-cellet embryo med 41 kromosomer. Men det ble ikke fastslått om ekstrakromosomet var et autosom eller et kjønnskromosom.

I blodkultur fra en steril okse fant BASRUR *et al.* (1963) et overtallig, metacentrisk kromosom, som ikke finnes i den normale karyotype hos storfe. På bakgrunn av kjønnskromatinundersøkelser kom de til at det helst måtte dreie seg om et autosom.

Ved undersøkelse av 15 hunder med congenitale hjertelidelser fant SHIVE *et al.* (1965) to med kromosomaberrasjoner. Den ene, som var en cocker spaniel hannhund med defekt av hjerteventriklens skillevegg, hadde et lite ekstra kromosom, slik at kromosomkonstitusjonen ble 79/XY.

Med hensyn til defektens omfang, er det verdt å merke seg at mosaikker

( $2n/2n + 1$ ) gir mindre uttalte symptomer. Hos menneske har en ikke sjelden påvist mosaikk i samband med mindre utpregede former av de omtalte autosomale syndromer. Det er også til dels funnet mosaikkisme hos normale eller nesten normale foreldre til barn med Downs syndrom. En har også registrert familiær mosaikkisme i flere generasjoner, som tyder på en arvelig tendens til slike numeriske kromosomaberrasjoner (VAN DER HAGEN 1967).

b). *Numeriske avvik i kjønnskromosomene.* De fleste registrerte tilfelle av aneuploidi gjelder kjønnskromosomene. Kjønnskromosomene inneholder relativt få gener, og numeriske avvik virker derfor ikke så sterkt inn på levedyktigheten som tilsvarende avvik i autosomene. Den normale hunnlige og hannlige kjønnskromosomkonstitusjon XX og XY hos pattedyr behøver således ikke alltid å være realisert selv om individet ser nokså normalt ut. Mus med kromosomkonstitusjonen XO har en normal hunnlig fenotype (RUSSEL 1961). På den andre siden virker YO letalt før fødsel og hos de fleste arter vil også XO og andre avvik i kjønnskromosomkonstitusjonen medføre mer eller mindre uttalte utviklingsforstyrrelser, spesielt når det gjelder kjønnsorganenes anatomi og fysiologi.

De mest omfattende kromosomanalyser er foretatt hos menneske og hos mus og disse undersøkelser har bidratt til å kaste lys over forholdene også hos andre arter.

De hyppigste og best kjente former for slike kromosomavvik hos mennesker er Klinefelter syndrom  $47/XXY$ , som en regner med opptrer ved ca. 0,12 % av alle fødsler og Turner syndrom  $45/XO$  som skal opptre med en hyppighet av ca. 0,02 % (NACHTSHEIM 1962, ref. av MEYER 1965). Mennesker med Klinefelter syndrom er kjønnskromosompositive menn med underutviklede kjønnsorganer (blant annet atrofiske testikler uten spermatogenese), gjerne med et eunukoid utseende og ofte med nedsatt intelligens og varierende endokrine forstyrrelser m.v. De fleste pasienter av denne type har kjønnskromosomkonstitusjonen  $XXY$ , men en har også ved denne og liknende utvikling til dels funnet  $XX$ ,  $XXYY$ ,  $XXXYY$ ,  $XXXXY$  og mosaikker som  $XY/XXY$ ,  $XY/XXX$ ,  $XX/XXY$ ,  $XO/XY/XXY$  m.fl.

Mennesker med Turner syndrom er kvinner med en infanatil utvikling. De er kortvokste og har ofte pterygeum colli. Ovariene er vanligvis underutviklet og Turnerpasientene er derfor i regelen sterile. De fleste er kjønnskromatinnegative. Enkelte har vist seg kjønnskromatinpositive, noe som kan forklares med mosaikkisme, f.eks.  $XO/XX$ ,  $XO/XXX$  eller  $XO/XX/XXX$ , som også er påvist i samband med individer av Turnertypen (CLARKE 1964).

Kromosomkonstitusjonen  $XXX$  som lenge har vært kjent hos bananfluer, betegnet som overhunner (superfemales) er funnet i en frekvens av 1–2 pr. 1000 nyfødte pikebarn. De fenotypiske forandringer er små, enkelte kan være psykisk tilbakestående, men de aller fleste  $XXX$ -mennesker er psykisk normale og i regelen fertile kvinner.

Sammenlagt opptrer de nevnte avvik i kjønnskromosomkonstitusjonene med relativt høy frekvens hos menneske.

Hos dyr foreligger det ikke så systematiske undersøkelser. Men en har påvist en del tilfelle, som tyder på at avvik i kjønnskromosomkonstitusjonen hos dyr kan ha en tilsvarende betydning som årsak til abnorme kjønnstyper og sterilitet, selv om en her må regne med at forholdene varierer noe fra art til art.

En parallell til Klinefelter syndrom er blant annet funnet hos mus (41/

XXY). Men ifølge L. B. RUSSEL (1961) som sammen med E.H.Y. Chu påviste et slikt tilfelle, synes denne type å være svært sjelden. Fenotypisk dreiet det seg om en levedyktig og parringsvillig, men steril hann.

Den nevnte skillpaddefarge hos katt, som beror på heterozygoti for to allele X-bundne gener, ett for gul og ett for svart farge opptrer normalt bare hos hunnkatten, hvor de avvekslende gule og svarte stripene nå kan forklares ved inaktivering (lyonisering) snart av det ene, snart av det andre X-kromosom. At hannkattene med sitt ene (aktive) X skulle bli enten svarte eller gule var lett å forstå. Men unntakelsene fra regelen – de skillpaddefargete, vanligvis sterile hannkattene, var vanskeligere å forklare. Først i de senere år er det gjennom kromosomstudier kastet lys over forholdene. Vi har ovenfor nevnt et tilfelle som kunne forklares ved diploid-triploid kimerisme (38/XX – 57/XXY). Hos to andre skillpaddefargete hannkatter – den ene med abnorm og den andre med manglende spermatogenese, fant THULINE og NORBY (1961) 39 i stedet for som normalt 38 kromosomer. Kjønnskromosomene ble ikke bestemt, men da begge kattene var kjønnskromatinpositive, er det overveiende sannsynlig at de hadde kjønnskromosomkonstitusjonen XXY.

Mens *Drosophila* av XXY-typen er fertile hunner, har såvel menneske, som mus og katt en hannlig utvikling, men de er sterile. Y-kromosomet har en tydelig maskuliniserende effekt hos disse, noe som synes å være regelen for alle pattedyr.

Kjønnskromosomkonstitusjonen XO, som er karakteristisk for Turner syndrom hos menneske, er også påvist hos mus og hos gris. Mus med XO (39/XO) har en normal hunnlig utvikling og de er fertile i motsetning til XO-mennesker (RUSSEL 1961).

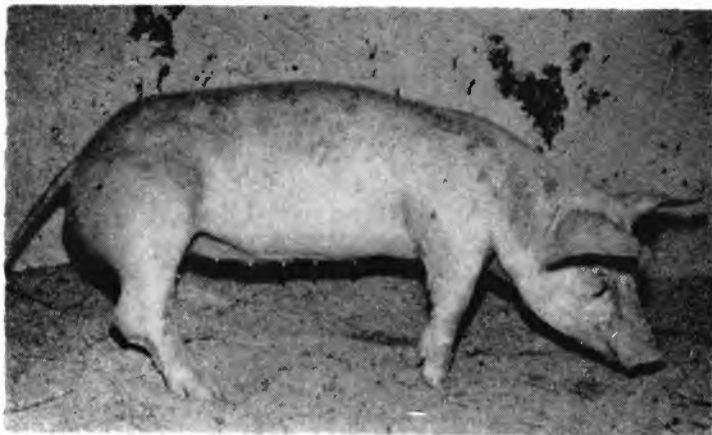


Fig. 1. Purkegris (Jnr. 90/67) med kromosomkonstitusjonen 37/XO. 7 måneder gammel, levendevekt 40 kg. Grisen, som aldri hadde vist brunst, hadde litt underutviklede hunnlige kjønnsorganer (kfr. fig. 2).

Hos gris har vi ved Norges veterinærhøgskole påvist 4 tilfelle med tilsvarende kjønnskromosomkonstitusjon, nemlig 37/XO (NES 1965, 1966). Den ene var en levendefødt smågris med ovarier, uterus, rudimentær penis foruten atresia ani. Ovarienes seksjonsbilde hos denne ca. 1/2 døgn gamle grisen tilsvarer det en finner hos normale purkefoster omkring 90. drektighetsdag. De

tre andre XO-grisene var purker. Ved fødselen var de små eller knapt midtstore. De vokste sent og ved slaktning i 7–8 måneders alderen hadde den minste en levendevekt på snaut 40 kg, mens den største som også var mindre enn sin kull søster veide vel 85 kg. Det var relativt kortbente og hjulbente griser med løse bøger, et bredt og løst hoftparti og en mer eller mindre tydelig knekk på ryggen like bak bøgene og i lendepartiet (fig. 1). Bevegelsen var bred og ble etter hvert svært ustø og besværlig – spesielt hos to av dem. Disse hadde på slutten vanskelig for å komme bort til troa og ville helst ligge.

Kjønnsorganene var som på normale purker bortsett fra at ovariene var litt små og vulva en tanke mindre enn vanlig. Men ingen av dem viste brunst.

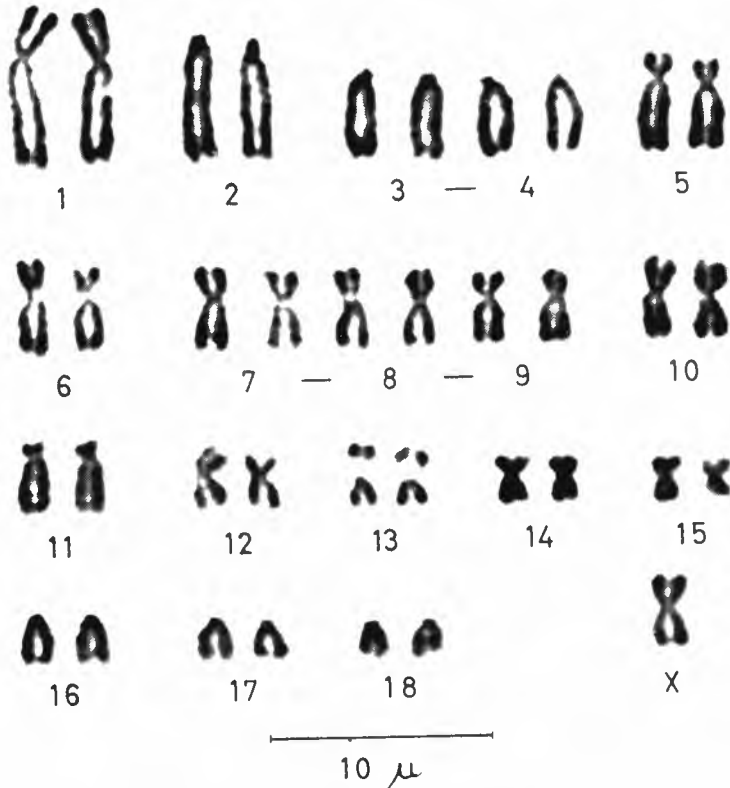


Fig. 2. Karotypen 37/XO hos gris, fig. 1.

Av differentialdiagnostisk betydning er det verdt å merke seg den store likhet mellom XO-syndromet og rakittis. Ved histologiske undersøkelser av knoklene har en ikke påvist rakittiske forandringer, men ved en klinisk undersøkelse kan anomalien lett forveksles med alvorlige tilfelle av denne lidelse. Benlengden sammenholdt med preget for øvrig vil gi gode holdepunkter (kfr. Turner syndrom). På bakgrunn av dette materialet synes det i regelen å dreie seg om sterile purker, sjeldnere om hunnlige interseks. Det viser at Y-kromosomet har en hannkjønnsbestemmende virkning også hos gris, på samme måte som hos menneske og mus og sannsynligvis hos pattedyrene i sin alminnelig-

het. Hos *Drosophila* har Y-kromosomet derimot ikke noen merkbar innflytelse på utviklingen av kjønnstypen, men er nødvendig for normal fertilitet hos hannene. XO-fluer er som kjent sterile hanner.

Som vi har vært inne på, synes kjønskromosomkonstitusjonen XXY å være svært sjelden sammenliknet med XO hos mus. Det samme ser ut til å være tilfelle med gris. Dette kan dels bero på forskjell i levedyktigheten. Men som RUSSEL (1961) peker på, kan en teoretisk vente en høyere frekvens av XO-individer, da denne type kan oppstå etter non-disjunction i begge meiotiske delinger hos såvel faren som hos moren. XXY-typen kan oppstå etter non-disjunction i 1. eller 2. meiotiske deling hos moren, men bare etter non-disjunction i 1. meiotiske deling hos faren. Dessuten har XO større sjanse til å oppstå etter andre kromosomtap enn non-disjunction.

Som vi har vært inne på synes non-disjunction til dels å ha en familiær oppreden hos menneske, og det er nærliggende å anta at det også hos dyr er arvelig variasjon i så henseende.

Hos alle dyr som har vært gjenstand for undersøkelser, synes imidlertid de fleste avvikende kjønnstyper å ha en normal hannlig eller hunnlig kjønskromosomkonstitusjon. Og selv om det er en uoverensstemmelse mellom karyotypen og fenotypen, kan det ikke betraktes som kromosomaberrasjoner i vanlig forstand. Det kan likevel nevnes at ved den såkalte testikulære pseudohermafroditisme hos gris, som er den aller hyppigste form for interseks hos dette dyr, har vi funnet kromosomkonstitusjonen 38/XX hos over 30 undersøkte griser (NES 1965, 1966).

Tvekjønnethet opptrer med stor hyppighet hos kollete geiter, men sjelden hos hornete. HAUGEN (1960) fant i et stort materiale at kollet x kollet ga hele 7,1 % tvekjønnete. Det dreiet seg i alt vesentlig om hermaphroditismus testicularis. I samsvar med O. N. EATON (1945) kom han til at tvekjønnetheten beror på et recessivt gen som er sterkt koplet til et dominant gen for kollethet. I likhet med enkelte andre forfattere regnet han med at interseksene var anlagt som hunner, noe som vi har kunnet fastslå ved kromosomundersøkelse. Hos 5 killinger med hermaphroditismus testicularis (4 dølegeiter og 1 telemarkgeit) fant vi kromosomkonstitusjonen 60/XX (NES *et al.* 1963). Det samme har DE GROUCHY *et al.* (1965) funnet hos 16 Saanen geiter med samme anomali.

Hos kvigeliknende intersekser med såkalt testikulær feminisering finner en derimot en hannlig kjønskromosomkonstitusjon 60/XY. Anomalien nedarves her bare gjennom mødrene og beror enten på et recessivt kjønnsbundet gen eller et dominant autosomalt gen med kjønnsbegrenset manifestasjon (NES 1966).

De ufruktbare tvillingkalvene, freemartins, har tidligere vært brukt som skoleeksempel på hvordan kjønnshormonene styrer utviklingen av kjønnsorganene. Gjennom det felles blodkretsløp som oppstår når fosterhinnene til de to fostrene i vel 90 % av tilfellene vokser sammen, skulle testikkelhormonene fra oksefosteret vandre over til kvigefosteret og omdanne dette til freemartin. Men denne teori synes ikke å være holdbar. En har nemlig funnet abnorm utvikling hos kvigefosteret allerede etter 30–40 dagers drektighet, dvs. før det har skjedd noen differensiering i ovarier og testikler. Den antatte hormonsekresjon hos oksefosteret måtte i tilfelle ha foregått allerede i første drektighetsmåned, men dette har en ikke kunnet påvise. Heller ikke har det lyktes å framkalle freemartinkarakteren ved injeksjon av androgene hormoner

hverken på kua eller på kvigefosteret. På den andre siden gir chorionanastomosen også anledning til utveksling av celler og ved kromosomanalyse vil en hos begge tvillingene finne en kjønnskromosomkimerisme (XX/XY). Og en mener nå at utviklingen av de heteroseksuelle karakterer hos freemartin, beror på den hannkjønnsbestemmende virkning av Y-kromosomene i de tilførte celler fra oksefosteret, (FECHEIMER *et al.* 1963, BOUTERS & VANDEPLASSCHE 1964). Diagnosen freemartin kan således stilles både ved hjelp av kromosomanalyse og blodtypebestemmelse.

### *Strukturelle kromosomaberrasjoner*

Kromosom- eller kromatidbrekkasje oppstår både spontant og ved induksjon med mutagene agens som joniserende stråler, kjemikalier, men det er alltid tre cytologiske betingelser for at de skal resultere i varige kromosomaberrasjoner. Minst to brudd må opptre innenfor samme celle, kromosomene må inneholde en centromer for å kunne overleve senere celledelinger og aberrasjonen må oppstå i kimceller for å nedarves til avkommet.

Strukturelle aberrasjoner opptrer også i somatiske celler og finnes ofte i neoplastisk vev og ved stråleskader.

De strukturelle kromosomaberrasjoner kan være mer eller mindre vanskelig å påvise. Delesjoner, duplikasjoner og translokasjoner kan en oppdage i den mitotiske metafase hvis de er noenlunde store, men hvis de er små er det bare under kromosomenes parring i meiosen at en har mulighet for å oppdage dem hos høyerestående dyr. Det samme gjelder de paracentriske inversjonene, de som opptrer i en kromosomarm. De pericentriske inversjonene, de som oppstår ved et brudd på hver side av centromeren, kan derimot til dels påvises i den mitotiske metafase.

*Delesjoner*, tap av kromosomsegmenter med et større eller mindre antall gener, synes å være en hyppig mutasjonsform. De fører vanligvis til en abnorm utvikling. Anomaliens mønster er bestemt av de loci som har gått tapt, og som oftest forårsaker store delesjoner større forstyrrelser enn små.

Gameter med delesjon i enkel dose vil vanligvis ikke utvikles normalt eller de mangler befruktningsevnen og semisterilitet er følgen. I homozygot tilstand virker delesjonene oftest letalt, selv om bare et lite segment har gått tapt. Hos dyr er det en rekke letallidelser og en mener at disse for en stor del beror på små seksjonstap (WEXELSEN 1963). Ved cytologiske undersøkelser av 365 tilfelle av recessive letallidelser hos *Drosophila melanogaster* fant en således at hele 40 % berodde på delesjoner, og bare 18 % hadde «normale» kromosomer (litteratur, se HADORN 1961). En stor del av de dominante mutasjonene som virker letalt i dobbel dose mener en også beror på delesjoner. LANDAUER (1932) antar således at Creper-faktoren hos høns består i delesjon.

Ellers kan nevnes at den recessive Walzer-faktor hos mus beror på delesjon. I homozygot tilstand fører den til nervøse forstyrrelser («Japanese dancing mice»), døvhets, redusert vekst og nedsatt levedyktighet m.v., (GRÜNEBERG 1952, RUSSEL 1962). Blant kjente eksempler hos menneske kan nevnes forkortning av den lange arm hos ett av kromosomene 21–22. Dette såkalte Philadelphia-kromosomet ( $Ph^1$ ) er funnet ved kronisk myeloid leukemi og er etter alt å dømme en viktig etiologisk faktor ved denne lidelse (CLARKE 1964). Delesjon av den lange arm hos et kromosom i samme gruppe er funnet ved

såkalt «antimongolisme» hos barn – en tilstand som i enkelte trekk representerer motsetningen til mongolisme (KÄLLÉN & GAMSTORP 1967). «Cri du chat»-syndromet som er beskrevet hos flere barn, beror på delesjon av den korte arm i gruppen 4–5. Det er blant annet karakterisert ved nedsatt vekst og forsinket psykisk utvikling, lite hode, rundt ansikt og en svak gnell skrik som likner katteskrik (LEJEUNE *et al.* 1963).

*Duplikasjoner* ble funnet bare i vel 2 % av tilfellene av de nevnte recessive letallidelser hos *Drosophila*. På denne bakgrunn synes duplikasjonene å ha langt mindre betydning som årsak til utviklingsforstyrrelser. Store duplikasjoner synes å virke letalt i dobbel dose, mens tilsvarende duplikasjon i enkel dose bare fører til en mindre senkning av levedyktigheten. Små duplikasjoner virker sjeldent letalt, men de kan medføre morfologiske forandringer som f.eks. hos mutanten Bar hos *Drosophila*.

*Translokasjoner og inversjoner* har i regelen en sterkere teratogen effekt, og virker ofte letalt. Ved recessive letallidelser hos *Drosophila* fant en således translokasjoner i ca. 27 % og inversjoner i ca. 12 % av tilfellene (kfr. HADORN 1961). Ellers kan de nedsette levedyktigheten og fruktbarheten i varierende grad. Dette kan blant annet forklares ved posisjonseffekt eller ved punktmutasjoner oppstått i nærheten av bruddstedet som en følge av kromosombrek-kasjen eller det kan forklares ved små delesjoner på bruddstedet (HADORN 1963).

Translokasjonene kan gi gameter med duplikasjoner og deficiency og vil derfor lett medføre sterilitet og virke letalt. Translokasjonsheterozygotene danner vanligvis dels fertile og dels infertile gameter og er således karakterisert ved semisterilitet. På den andre siden har translokasjonshomozygotene normal meiose og kan være fertile. Tilsvarende forhold har en også ved inversjoner.

En regner at translokasjoner og inversjoner kan framkalle sterilitetsbarrierer mellom raser i naturen og dermed fremme utviklingen av raser og arter (WEXELSEN 1963).

KNUDSEN (1958) fant eksempler på slike kromosomaberrasjoner ved studiet av ervervete og medfødte (primære) forstyrrelser av spermiogenesen hos sterile eller lite fruktbare okser. Han fant forresten fire typer av primære forstyrrelser, som kunne påvises cytologisk. To av dem som sannsynligvis er arvelig betinget, fører til forstyrrelser av spermiogenesen på et tidlig stadium. I det ene tilfelle kleber kromosomene sammen, vanligvis når de primære spermatocytene begynner å dele seg – dvs. under synapsis. Normalt skulle de bivalente kromosomene skille lag og gå til hver sin pol av cellen. Men kromosomenes klebrighet («stickiness») vil i regelen hindre dette og kjernen blir pyknotisk. Sæden blir tynn og vannaktig og inneholder ikke spermier, men bare runde celler med pyknotiske kjerner.

I det andre tilfellet beror steriliteten på en dysfunksjon i celledelingsmekanismen. Det opptrer flere delingsspoiler, sannsynligvis som en følge av gjentatte delinger av centrosomene. Dette skjer alltid i de primære spermatocytter. Kromosomene deler seg, men ikke cellen, og det dannes store fler-kjernede celler. Sæden er også her vannaktig og tynn, men ved mikroskopering av centrifugatet kan en påvise de store cellene og pyknotiske kjerner og dermed stille diagnosen på denne form for sterilitet.

Hos andre okser med lav fertilitet, var sædkvaliteten tilsynelatende god og spermene syntes normale. Men ved elektronmikroskopiske undersøkelser



var noen translokasjonsheterozygoter, mens andre var inversjonsheterozygoter. I begge tilfelle opptrer det som nevnt forstyrrelser av reduksjonsdelingen. Under synapsis i de primære spermiecyttene vil kromosomene i det inversjonsheterozygote parret danne en slynge for at homologe loci skal møtes. Hvis det så skjer overkrysning innenfor denne slynge kan dette resultere i et kromosom med to centromerer og et uten centromer. Det sistnevnte kromosom kan derfor havne i hvilken som helst av de to døtercellene, mens kromosomet med to centromerer blir trukket mot begge polene og blir liggende som en bro mellom de to gruppene av anafase kromosomer. Men så brister det på et eller annet sted og det blir dermed dannet to celler med en ubalansert kromosombestand. Spermene som dannes er tilsynelatende normale, og kan åpenbart være befruktningsdyktige, men den ubalanserte genbestand vil føre til fosterdød.

Spermier som inneholder et inversjonskromosom der det ikke har skjedd overkrysning og spermier med to ikke homologe kromosomer med translokerte partier, har en fullstendig genbestand og vil derfor kunne overføre defekten til neste generasjon.

HENRICSON og BÄCKSTRÖM (1964) fant tilsvarende årsaksforhold for nedsett fruktbarhet hos en råne av Svensk landrase. Bedekningsevnen var god og sædkvaliteten var også i dette tilfelle tilsynelatende normal, men kullstørrelsen var bare halvparten av det normale. Ved kromosomanalyse av blodleukocyttter fant de en heterozygot translokasjon. Det meste av det acro- eller telocentriske kromosom 4 (eller 3) var festet til det lille metacentriske kromosom 14. Foreldrene til rånen hadde normal fruktbarhet og forfatterne regner derfor med at translokasjonen har oppstått under meiosen hos en av disse.

Ved kromosomanalyse av 15 hunder med congenital hjertelidelse, fant SHIVE *et al.* (1965) 2 hannhunder med kromosomaberrasjoner. Den ene hadde som nevnt kromosomkonstitusjonen 79/XY. Hos den andre, som led av «Tetralogy of Fallot», persisterende foramen ovale og spaltet overleppe, fant de kromosomkonstitusjonen 77/XY. Normalt har hunder 76 acrocentriske eller telocentriske autosomer som avtar jevnt i størrelse. Denne hadde 75 autosomer, hvorav ett var et meget stort submetacentrisk kromosom. Forfatterne mener at dette har oppstått ved centrisk sammensmelting («centric fusion») av et stort og et mindre telocentrisk autosom eller ved translokasjon mellom to acrocentriske autosomer og tap av det centriske kromosomfragment – sannsynligvis under gametdannelsen.

Ved Norges veterinærhøgskole fant vi tilsvarende kromosomanomali hos en ca. 2 år gammel steril NRF-kvige (AMRUD og NES 1966). Den hadde kromosomkonstitusjonen 59/XX. Storfe har normalt 58 autosomer som alle er acrocentriske (eventuelt telocentriske). Denne hadde 56 acrocentriske og et meget stort submetacentrisk autosom, som vi antok hadde oppstått ved «centric fusion» av det største og det minste autosom.

NELSON-REES *et al.* (1964) har beskrevet tilsvarende kromosomanomali i en linje av bovine nyreceller dyrket *in vitro*, og GUSTAVSON og ROCKBORN (1964) fant samme kromosomanomali hos 3 SRB-kyr som led av lymfatisk leukemi og hos ett foster i en av disse. Senere har GUSTAVSON (1966) funnet den hos ca. 10 % av dyrene i et normalmateriale på omlag 1000 undersøkte storfe av SRB-rasen i Sverige. Blant disse var det enkelte som var homozygote for denne translokasjon og hadde 58 kromosomer.

Ved kromosomundersøkelse av 430 kyr og okser (derav 134 A.I. okser)

av NRF-rasen fant AMRUD (1968) 18, dvs. 4,2 % heterozygote, men ingen homozygote for denne kromosomaberrasjon. Den ble nedarvet til halvparten av heterozygotenes avkom og syntes ikke å ha noen innflytelse hverken på fruktbarhet, levedyktighet eller på noen annen av de økonomisk viktige egenskaper som ble undersøkt.

Såvel forekomsten som de ulike frekvenser i de to rasene er lett forklarlig på bakgrunn av slektskapet, og den mer eller mindre ufullstendige gjennomkrysning med SRB i NRF-rasen.

Ellers kan nevnes at HERSLER og FECHHEIMER påviste «centric fusion» hos et sett trillingkalver (1966) og i en familie av fenotypisk normale geiter fant SOLLER *et al.* (1966) et submetacentrisk kromosom, som de mener har oppstått ved «centric fusion» av to acrocentriske kromosomer.

Denne spesielle form for translokasjon er karakterisert ved brekkasje av to ikke homologe acrocentriske kromosomer – i nærheten av centromerene. Det ene brytter proximalt og det andre distalt for centromeren, og en antar at begge brekkasjene skjer i genetisk inaktivt heterokromatin. To acrocentriske kromosomer blir ved denne translokasjon omdannet til ett metacentrisk eller submetacentrisk kromosom plus et lite fragment som inneholder en centromer som går tapt ved senere celledelinger. Kromosomtallet vil dermed bli redusert med en uten at dette synes å ha noen signifikant fenotypisk virkning. Den omtalte hund med hjertefeil (SHIVE *et al.* 1966) synes å være en unntakelse fra denne regel. Men hverken steriliteten hos NRF-kviga eller leukemien hos SRB-kyrne behøver å ha noen sammenheng med denne translokasjon. MATTHEY (1963 a og b) fant tilsvarende kromosomale polymorfisme hos afrikansk mus (*Leggada minutoides*). Det forelå også her «centrisk fusjon» av to acrocentriske autosomer av forskjellig størrelse. Ved undersøkelse av testikkelvev hos heterozygotene ( $2n = 33$ ) ble det påvist en autosomal trivalent under synapsis i meiosen. På bakgrunn av disse og andre undersøkelser ser det ikke ut til at gametdannelsen er forstyrret hos heterozygotene.

En annen form for translokasjon kalt «centric fission» eller «dissociation» er funnet hos grashoppe. Her brytter et metacentrisk eller submetacentrisk kromosom, slik at det dannes to acrocentriske kromosomer. Den andre centromer fåes fra et overtallig kromosomsegment som inneholder en centromer (NADLER & BORGES 1966).

Begge de sistnevnte translokasjonsformer er av stor teoretisk interesse da de viser hvordan kromosomtallet kan forandre seg under evolusjonen.

Det hender også at centromeren splittes på tvers i stedet for på langs. Dette kan føre til dannelse av isokromosomer eller telocentriske kromosomer. Et isokromosom er et «duplication-deficiency» kromosom. Hos menneske er det vanligst med isokromosomer for den lange arm av X kromosomet.

Ringkromosomer oppstår når det blir ett brudd på hver side av centromeren og de klebrige endene møtes. De to distale acrocentriske fragmentene degenererer. Ringkromosomene som er nokså ustabile under celledelingen er ofte funnet sammen med kromosomfragment i celler som har vært strålebehandlet.

#### *Virusinfeksjoner og kromosomaberrasjoner*

En har lenge vært klar over at joniserende stråler og forskjellige kjemikalier kan forårsake kromosomaberrasjoner. Men det er først i de senere år at en har fått mistanke om at virus kan virke i samme retning. Det har vist

seg at virusinfeksjoner av cellekulturer ofte fører til kromatid- og kromosombrudd, og det er gjort flere forsøk med dette. En har gjerne benyttet kulturer av human- eller hamsterceller og infisert disse med f.eks. herpes simplex virus. Det har da vist seg at kromosomaberrasjonene ikke skjer slumpmessig, men det synes å være spesielle partier av bestemte kromosomer som særlig er utsatt (MOOREHEAD *et al.* 1963).

En har også funnet at meslingviruset fører til kromosombrekkasje i vevskulturer av humanceller. Ved en undersøkelse er det også funnet økt frekvens av brekkasje og akromatiske kromosompartikler hos meslingpasienter, mens en ved en annen undersøkelse ikke har registrert noen slik tendens. Derimot har en funnet store kromosomskader hos 3 av 11 pasienter som var vaksinert mot gul feber med svekket levende virus (HARDEN 1964).

I en musestamme (R-F) har en ved strålebehandling framkalt granulocytisk leukemi forbundet med kromosomaberrasjoner. I benmargceller fra alle leukemiske dyr fantes et ekstra kromosom og et morfologisk abnormt kromosom. Ved å pøde mus fra samme stamme med celler eller cellefritt ekstrakt fra sjuke dyr, oppsto de samme kromosomforandringene. Dette tyder på at en ved strålebehandling har aktivert et virus, som framkaller bestemte kromosomforandringer (WALD *et al.* 1964).

Det ser altså ut til at bestemte virus forårsaker spesielle kromosomaberrasjoner og derigjennom utøver sin sjukdomsframkallende virkning, som f.eks. kan bestå i induksjon av neoplastisk vekst. En holder det heller ikke for usannsynlig at spesielle virus kan forårsake permanente kromosomaberrasjoner som kan føre til misdannelser og fosterdød. Men dette er ennå ikke bevist.

### Sammendrag

Såvel strukturelle som numeriske kromosomaberrasjoner er funnet hos flere dyrearter og opptrer etter all sannsynlighet med varierende hyppighet hos alle arter.

De synes ofte å føre til letale utviklingsforstyrrelser eller til mindre alvorlige medfødte anomalier som interseks, ufruktbarhet m.v. En betydelig del av de tallrike letale mutasjonene en finner hos dyr består åpenbart i kromosomaberrasjoner.

Spontan heteroplloidi hos pattedyrfoster står under genetisk kontroll og kan dessuten påvirkes av forskjellige miljøfaktorer. Således kan forsinket paring (gamle egg) føre til en betydelig økning i fosterdødeligheten.

Kromosomaberrasjonene kan påvirke evolusjonen på forskjellig vis. Således kan «centric fusion» og dissosiasjon være årsak til endringer av kromosomtallene under evolusjonen.

### Summary

Structural as well as numerical chromosome aberrations are found in several species, and will most likely occur in all species with varying frequencies.

The aberrations seem often to cause lethal developmental disorders or less deleterous congenital abnormalities such as intersexuality, infertility etc. A substantial part of the numerous lethals in animals are most likely due to chromosome aberrations.

Spontaneous heteroploidy in mammalian embryos is apparently under genetic control and may be further more influenced by environmental factors e.g. delayed mating (aged eggs) which in some species are found to increase the role of prenatal mortality considerably.

Chromosome aberrations may influence the evolution in different ways. Thus the centric fusion and dissociation may account for variations of the chromosome numbers during evolution.

4 cases of 37/XO pigs found in the Norwegian landrace are shortly described – one piglet with female internal genital organs and a rudimentary penis and 3 gilts with slightly hypoplastic genital organs. These gilts which were slaughtered 7–8 months of age (live weight 40–85 kg) came never in heat. As to the conformation Fig. 1 shows a rather typical representative for pigs with this karyotype – a bowlegged and somewhat shortlegged gilt with lameness and an appearance like that of a pig suffering from rachitis.

### Litteratur

1. AMRUD, J. & NES, N. 1966. Kromosomundersøkelser hos dyr med medfødte defekter. X. Nordiska Veterinärmötet. St. holm Vol II. 585–587.
2. AMRUD, J. 1968. Centric fusion of chromosomes in Norwegian red Cattle. (NRF). In press.
3. AUSTIN, C.R. & BRADEN, A.W.H. 1953. An investigation of polyspermy in the rat and rabbit. *Australian J. Biol. Sci.*, 6: 674–692.
4. AUSTIN, C.R. & BRADEN, A.W.H. 1954. Anomalies in rat, mouse and rabbit eggs. *Australian J. Biol. Sci.*, 7: 537–542.
5. AUSTIN, C.R. 1960. Anomalies of fertilization leading to triploidy. *J. Cell. Comp. Physiol.*, 56, Suppl. 1: 1–15.
6. BASRUR, P.K., GILMAN, J.P.W., and COUBROUGH, R.I. 1963. Chromosome Abnormality in a Sterile *Bostaurus*. Mammalian Cytogenetics Conference (abstr.) National Foundation, New York, N.Y.: 26.
7. BEATTY, R.A. 1957. Partenogenesis and polyploidy in mammalian development. – Univ. Press., Camb.
8. BENIRSCHKE, K., LOW, R.J., BROWNHILL, L.E., CADAY, L.B., and DE VENECIA – FERNANDEZ, J. 1964. Chromosome studies of a donkey – Grevy Zebra hybrid. *Cromosoma*, 15: 1–13.
9. BENIRSCHKE, K., MALOUF, N., LOW, R.J. & HECK, H. 1965. Chromosome complement: Differences between *Equus caballus* and *Equus przewalskii*, Poliakov. *Science*, 148: 382–383.
10. BOUTERS, R., and VANDEPLASSCHE, M. 1964. The male sex chromosome as a possible cause of the development of freemartinism in cattle. *Vlaams diergeneesk. Tijdschr.*, 33: 229–241.
11. BRADEN, A.W.H. 1957. Variation between strains in the incidence of various abnormalities of egg maturation and fertilization in the mouse. *J. Genet.*, 55: 476–486.
12. BRADEN, A.W.H. 1958. Strain differences in the incidence of polyspermy in rats after delayed mating. *Fertility and Sterility*, 9: 243–246
13. BRÖGGER, A. 1967. Translocation in human Chromosomes. Universitetsforlaget, Oslo.
14. BÖÖK, J.A. and SANTESSON, B. 1960. Malformation syndrome in man associated with triploidy. – *Lancet* i: 858–859.
15. BÖÖK, J.A. and SANTESSON, B. 1961. Genetic mechanisms in human disease (ed. M.F. Ashley Montagu). Springfield III, p. 472.
16. CHANG, M.C. 1944. Artificial production of monstrosities in the rabbit. *Nature*, Lond..
17. CHU, E.H.Y., THULINE, H.C. & NORBY, D.E. 1964. Triploid-diploid chimerism in a male tortoiseshell cat. *Cytogenetics* 3: 1–18.
18. CLARKE, C.A. 1964. *Genetics for the Clinician*. II. ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 377.
19. DE GROUCHY, J., LAUVERGNE, J.J. et RICORDEAU, G. 1965. Etudes cytogénétiques chez 19 chevres intersexuées. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 260: 2932–2936.

20. EDWARDS, R.G. 1958a. Colchicine-induced heteroploidy in the mouse. I. The induction of triploidy by treatment of the gametes. *J. Exp. Zool.* 137: 317-348.
21. EDWARDS, R.G. 1958b. Colchicine-induced heteroploidy in the mouse. II. The induction of tetraploidy and other types of heteroploidy. *J. Exp. Zool.* 137: 349-361.
22. EATON, O.N. 1945. The relation between polled and hermaphrodite characters in dairy goats. *Genetics*, 30: 51-61.
23. ELLIS, J.R., MARSHALL, R., NORMAND, I.C.S. and PENROSE, L.S. 1963. A girl with triploid cells. *Nature* 198: 411.
24. FECHHEIMER, N.S., HERSCHLER, M.S. & GILMORE, L.O. 1963. Sex chromosome mosaicism in unlike sexed cattle twins. *Proc. 11th. Int. Congr. Genet. (Hague)* 1: 265.
25. FERRIER, P., FERRIER, S., STALDER, G., BÜHLER, E., BAMATTER, F. and KLEIN, D. 1964. Congenital asymetry associated with diploid-triploid mosaicism and large satellites. *Lancet* i: 80-82.
26. FISCHBERG, M. and BEATTY, R.A. 1951. Spontaneous heteroploidy in mouse embryos up to mid-term. *J. Exp. Zool.* 118: 321-335.
27. GOLDSCHMIDT, R.B. 1946. Position effect and the theory of the corpuscular gene *Experientia* 2: 1-40.
28. GOLDSCHMIDT, R.B. 1951. Chromosomes and genes. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 16: 1-12.
29. GRÜNEBERG, H. 1952. The genetics of the mouse. *Martinius Nijhoff, Hague*, 2: 650 pp.
30. GUSTAVSSON, I. & ROCKBORN, G. 1964. Chromosome abnormality in three cases of lymphatic leukæmia in cattle. *Nature*, Vol. 203, No. 4948, p. 990 only.
31. GUSTAVSSON, I. 1966. Personlig meddelelse.
32. HADORN, E. 1961. Developmental genetics and lethal factors. *Methuen & Co. Ltd. London*, John Wiley & Sons, Inc. New York, 2: 355 pp.
33. HAGEN, C.B. van der 1967. Kromosomanomalier. *T. norske Lægeforen.* 87: 422-426.
34. HANCOCK, J.L. 1959. Polyspermi of pig ova. *Animal Production*, 1: 103-106.
35. HARDEN, D.G. 1964. Cytogenetic studies on patients with virus infections and subjects vaccinated against yellow fever. *Am. J. Human Genet.* 16: 204.
36. HAUGEN, E. 1960. Tvekjønn hos geit. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole*, 39: 10: 1-31.
37. HENRICSON, B. and BÄCKSTRÖM, L. 1964. Translocation heterozygosity in boar. *Hereditas*, 52: 166-170.
38. HERSCHLER, M.S. and FECHHEIMER, N.S. 1966. Centric fusion of chromosomes in a set of Bovine triplets. *Cytogenetics* 5: 307-312.
39. HÄGGQUIST, G. & BANE, A. 1950. Polyploidi in rabbits, induced by colchicine. *Nature, Lond.*, 165: 841-843.
40. HÄGGQUIST, G. BANE, A. 1951. Kolchizin-induzierte Heteroploidie beim Schwein. *K. svenska Vetensk. Akad. Handl.* 3: 1-14.
41. KNUDSEN, O. 1958. Studies on spermiocytogenesis in bull. *Int. J. Fertil.*, 3: 389-403.
42. KÄLLÉN, B. & GAMSTORP, I. 1967. *Teratologi.* Almqvist & Wiksell. *St.holm.* pp. 239.
43. KONLISCHER, L. & FRECHKOP, S. 1966. Chromosome Complement: A fertile hybrid between *Equus przewalskii* and *Equus caballus*. *Science*, 151: 93-95.
44. LANDAUER, W. 1932. «Studies on the Creeper fowl. III. The early development and lethal expression of homozygous Creeper embryos». *J. Genet.* 25: 367-394.
45. LEJEUNE, J., LAFOURCADE, J., BERGER, R. et al. 1963. Trois cas de délétion partielle de bras court d'un chromosome 5. *C.R. Acad. Sci., (Paris)*, 257: 3098-3102.
46. MATTHEY, R. 1963a. Cytologie comparée et polymorphisme chromosomique chez des *Mus* africains appartenant aux groupes *bufo-triton* et *minutodides* (Mammalia-Rodentia). *Cytogenetics* 2: 290-322.
47. MATTHEY, R. 1963b. Polymorphisme chromosomique intraspecificque chez un mammifère *Leggada minutodies Smith* (Rodentia-Muridae). *Rev. suisse Zool.* 70: 173-190.
48. MELANDER, Y. 1950. Chromosome behaviour of a triploid adult rabbit as produced by Häggquist and Bane after colchicine treatment. *Ibid.* 36: 335-341.
49. MELANDER, Y. 1951. Polyploidi after colchicine treatment of pigs. *Hereditas, Lund*, 37: 288-289.
50. MEYER, H. 1965. Chromosomenaberrationen bei Haustieren und ihre Bedeutung für Gesundheit und Fruchtbarkeit. (Sammelreferat). *Deutsch. Tierärztl. Wochenschr.* 72: 282-285.
51. MOOREHEAD, P.S. and SAKESALA, E. 1963. Non-random chromosome aberrations in S2 40-transformed human cells. *J. Cell & Comp. Physiol.* 62: 57-83.

52. NADLER, C. & BORGES, W. 1966. Chromosomal structure and behaviour. Lectures in medical genetics. Ed. by David Yi-Young Hsia. Year Book Medical Publishers, INC, Chicago.
53. NELSON-REES, W. A., KINAZETT, A.J. and DARBY, N.B. jr. 1964. Preservation of bulk chromatin with decrease in number of chromosomes in cells of an established bovine kidney line. *J. Nat. Cancer Inst.* 33: 347-361.
54. NES, N., ANDERSEN, K. og SLAGSVOLD, P. 1963. Kromosomundersøkelse hos hermafroditte geiter. *Medl.-bl. Norske Vet.-foren.* 7: 155-166.
55. NES, N. 1965. Cytogenetiske undersøkelser av interseks hos forskjellige husdyr. *Nordisk Jordbruksforskning*, 47; 339-340.
56. NES, N. 1966. Testikulær feminisering hos storfe. *Nord. Vet. Med.* 18: 19-29.
57. NES, N. 1966. Diploid-triploid chimerism in a true hermaphrodite mink. (*Mustela Vison*). *Hereditas* 56: 159-170.
58. NES, N. 1966. Unormale karyotyper ledsaget av defekter og sjukelige tilstander hos husdyr. X. Nordiska Veterinärmötet. St.holm. Vol. II, 575-584.
59. OHNO, S. TRUJILLO, J.M., STENIUS, C., CHRISTIAN, L.C. and TEPLITZ, R.L. 1962. Possible germ cell chimeras among newborn dizygotic twin calves (*Bos taurus*). *Cytogenetics*, 1: 258-265.
60. OHNO, S. KITRELL, W.A. CHRISTIAN, L.C., STENIUS, C. and WITT, G.A. 1963. An adult triploid chicken (*Gallus domesticus*) with a left ovotestis. *Cytogenetics*, 2: 42-49.
61. ODOR, D.L. & BLANDAU, R.J. 1956. Incidence of polyspermi in normal and delayed matings in rats of the Wistar strain. *Fertility and Sterility*, 7: 456-467.
62. PAKES, S.P. and GRIESEMER, R.A. 1965. Current status of chromosome analysis in veterinary medicine. *J. Amer. vet. med. Ass.*, 146: 138-145.
63. PENROSE, L.S. & DELHANTY, J.D.A. 1961. Triploid cell cultures from macerated foetus. *Lancet* i: 1261-1262.
64. PIKØ, L. 1958. Étude de la polyspermie chez le rat. *Compt. rend soc. biol.*, 152: 1356-1357.
65. PIKØ, L. & BOMSEL-HELMREICH, O. 1960. Triploid rat embryos and other chromosomal deviants after colchicine treatment and polyspermy. *Nature* 186: 737-739.
66. RUSSEL, L.B. and CHU, E.H.Y. 1961. An XXY male in the mouse. *Proc. nat. Acad. Sci. Wash.* 47: 571-575.
67. RUSSEL, L.B. 1961. Genetics of Mammalian sex chromosomes. *Sci.* 133: 1795-1803.
68. RUSSEL, L.B. 1962. Chromosome aberrations in experimental mammals. *Progress in Medical Genetics*, 2: 230-294. (Ed.: A.G. Steinberg and A.G. Bearn). Grune and Stratton. N.Y.
69. SHIVE, R.J., HARE, W.C.D. & PATTERSON, D.F. 1965. Chromosome studies in dogs with congenital cardiac defects. *Cytogenetics*, 4: 340-348.
70. SOLLER, M., WYSOKI, M. and PADEH, B. 1966. A chromosomal abnormality in phenotypically normal Saanen goats. *Cytogenetics*, 5: 88-93.
71. STADLER, L.J. 1954. *The Gene*. Science, 120: 811-819.
72. SWANSON, C.P. 1959. *Cytology and Cytogenetics*. London pp. 650.
73. THIBAUT, C. 1950. Analyse de la fécondation de l'oeuf de la truie après accouplement on insemination artificielle. Colloquium on Reproduction and Artificial Insemination of the Pig. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris, pp. 165-188.
74. THULINE, H.C. and NORBY, D.E. 1961. Spontaneous occurrence of chromosome in cat. *Sci.*, 134: 554-555.
75. TRUJILLO, J.M., STENIUS, C., CHRISTIAN, L.C. and OHNO, S. 1962. Chromosomes of the horse, the donkey and the mule. *Chromosoma*, 13: 243-248.
76. TUFF, P. 1954. *Husdyravl og husdyrforedling*. Bøndenes Forlag, Oslo. pp. 350.
77. WALD, N., UPTON A.C., JENKINS, V.K. and BORGES, W.H., 1964. Radiation-induced leukemia: Consistent occurrence of an extra and a marker chromosome. *Science*, 143: 810-
78. WEXELSEN, H. 1964. *Genetik*. Universitetsforlaget, København, 245 pp.

# STATSKONTROLLERT AVL AV SÅVARE OG SETTEPOTET

*Stock seed growing of seed and potatoes*

Av

OLE DILLING LARSEN og SEVALD SKAARE

## A. Formål og historikk

Den statskontrollerte avl av såvare og settepotet har til formål å skaffe sortsekte, sortsren og sykdomsfri utsæd av de kulturvekster som til hver tid er aktuelle for praksis. I denne forbindelse er det jordbruksvekstene som skal behandles, – korn, eng- og beitevekster, poteter og rotvekster.

Tanken om stamsædavl – som før var betegnelsen for og omfattet alle trinn i den statskontrollerte såvareavl – kom opp ganske tidlig for jordbruksvekster i vårt land. Allerede i 1905 ble spørsmålet reist av daværende overlærer Bastian R. Larsen, som ble pioneren også på dette felt. Det Kgl. Selskap for Norges Vel opprettet et planteavlsutvalg i 1906, og dette utvalg fikk med tiden også mye med stamsædavlen å gjøre. Felleskjøpet i Oslo startet også tidlig med sin stamsædavl, men uåret 1907 ødela her en lovende begynnelse, og avlen ble foreløbig innstilt.

Direksjonen i Selskapet for Norges Vel vedtok i 1908 etter forslag fra sin daværende frøemster (Funder) og disponenten i Felleskjøpet, Oslo, (G. Strøm) å gå i gang med stamsædavl. Planteavlsutvalget fikk i oppdrag både å utarbeide regler og å ta seg av arbeidet med stamsædavlen.

Etter disse retningslinjer ble da avlen satt igang i 1909, og den omfattet både korn, erter, engvekster og poteter. Fra 1914 overtok Felleskjøpet i Oslo delvis kontraktene, men Planteavlsutvalget i Norges Vel hadde fortsatt kontrollen og bestemte for hvert år hvilke sorter som skulle være med i stamsædavlen.

## B. Den videre utvikling

*Fylkenes planteavlsutvalg* ble opprettet før og omkring 1920, og disse institusjoner fikk etter hvert adskillig å gjøre også med stamsædavlen. Sør-Trøndelag fikk således sitt planteavlsutvalg allerede i 1915 og dette ble fra 1919 slått sammen med Nord-Trøndelag. Stamsædavlen av korn og poteter som var satt i gang av dette Planteavlsutvalg, ble straks tatt over av Felleskjøpet i Trondheim både når det gjaldt kontrakter og omsetning, men planteavlsutvalget hadde hele tiden vekstkontrollen.

Foruten Felleskjøpene i Oslo og Trondheim, tok også Rogaland Felleskjøp over stamsædavlen i sitt distrikt etterat den der var drevet av Jærens Korn-samlag siden 1920.

Andre såvarefirmaer har også i sin tid tatt opp og drevet statskontrollert avl av såvare, men for noen av disse er virksomheten senere nedlagt eller firmaet kan ha opphørt, og disse blir derfor ikke nærmere omtalt her. Agder Kjøpelag har drevet kontraktavl av statskontrollert såkorn, iallfall tilbake til 1936 – da Statens frøkontroll kom inn i bildet – og driver fremdeles.

Strand Brænderi, Moelv, har hatt igang statskontrollert avl av korn og erter siden 1938, etter å ha drevet litt kontraktavl med korn også tidligere – helt tilbake til 1920. Avlen omfatter nå også engvekster.

Norsk Frøforsyning A/S, Hamar, har hatt statskontrollert avl av såvare igang siden 1948. Denne avl omfatter korn, erter og engvekster.

Av nyere såvareforretninger som har begynt med stamsædavl, kan nevnes Hedmark Frøforretning og Brenneri A/S, Stange. Her ble stamsædavlen med korn og engvekster tatt opp fra 1959. Hadeland Kornsilø og Mølle har startet opp med slik virksomhet inneværende år (1967).

Når det gjelder *poteter* og organisert avl og omsetning av såvel stamsæd som kontrollpotet, så må i første rekke *Gartnerhallen* i Oslo nevnes. Denne institusjon drev kontraktavl av settepoteter allerede før og delvis også under siste verdenskrig. Siden 1947 er dette arbeid igjen tatt opp og intensivert. Utviklingen har her gått i den retning at det er blitt stadig mere stamsæd- og mindre kontrollpotetdyrking. Strand Brænderi, Moelv, tok også tidlig opp organisert avl og omsetning av stamsæd og kontrollpotet og har fortsatt denne virksomhet. Dessuten har Tore Kaatorp, Stange og Erling Ragnhildrød, Vestfold, tillatelse til å drive kontraktavl av kontrollpotet.

### C. Ledelsen av stamsædavlen

Som allerede nevnt, var det til å begynne med Selskapet for Norges Vel ved sitt Planteavlsutvalg og sin frøavlskonsulent (frømester) som hadde både ledelsen og kontrollen av stamsædavlen. Dette varte frem til år 1928. Det ble da etter initiativ fra Planteavlsutvalget i Selskapet for Norges Vel sammenkalt til et møte med fylkenes planteavlsutvalg, Landbruksdepartementet og andre interesserte.

Etter forslag fra Landbruksdirektøren ble da valgt en nemnd som skulle være departementets rådgiver når det gjaldt stamsædavlen. Denne nye nemnd fikk navnet *Statens Stamsædavlsnemnd* og bestod til å begynne med av 6 medlemmer: 3 fra fylkenes landbruksselskaper og 1 medlem fra rådet for jordbruksforsøk. Dessuten skulle formannen og konsulenten i Norges Vels planteavlsutvalg være selvskrevne som henholdsvis formann og sekretær i den nye stamsædavlsnemnd. Senere ble først bestyreren av Statens frøkontroll medlem, og i 1933 oppnevnte departementet ytterligere 2 medlemmer som spesielt sakkundige når det gjaldt hage- og rotvekstfrø, slik at nemnda kom til å bestå av 9 medlemmer i alt.

Fra 1941 hadde Statens Stamsædavlsnemnd et arbeidsutvalg som fra først av bestod av 6 medlemmer. Dette ble i 1947 forandret slik at arbeidsutvalget fra da kom til å bestå av 3 medlemmer og sekretæren.



I 1947 oppnevnte Landbruksdepartementet etter henstilling fra Statens Stamsædavnemnd en komité som skulle utrede spørsmålet om stamsædavlens og frøomsetningens organisasjon og administrasjon. Innstillingen fra komitéen var ferdig og ble sendt Landbruksdepartementet tidlig på året (26. februar) 1949.

Komitéen kom med en rekke nye forslag når det gjaldt både endring i reglene for elite- og stamsædavlen og til ny lov om handel med såvarer. Og det er denne komitéens innstilling som ligger til grunn for de stamsædavsregler som har vært gjeldende til i dag med endel endringer, særlig når det gjelder reglene for elite- og stamsædavl av settepoteter.

Til å administrere stamsædavlen og ha den øverste ledelse av såvare- og settepotetavlen ble *Statens såvareråd* foreslått opprettet. Dette trådte i funksjon 1. januar 1954 og har 12 medlemmer:

- 1 fra Statens Kornforretning
- 1 » Rådet for jordbruksforsøk
- 1 » Rådet for hagebruksforsøk
- 3 » godkjente såvareforretninger
- 3 » Landbruksselskapene
- Frøavlskonsulenten i selskapet for Norges Vel
- Hagefrøkonsulenten
- Bestyreren av statens frøkontroll

Såvarerådet kom altså som avløsning for Statens Stamsædavnemnd, og foruten å administrere og være den øverste leder av den statskontrollerte avl av såvare og settepotet, skal den også være Landbruksdepartementets rådgiver i såvarespørsmål.

## D. Stamsædgarder

Det viste seg nokså snart et sterkt behov for institusjoner som kunne skaffe elite- og formeringsvare til stamsædavlen. I den første tiden ble det bl.a. innkjøpt utsæd til denne avl fra våre naboland, særlig Sverige. Men det trengtes stadig tilgang på rene og friske såvarepartier av norske og norsk-avlede sorter som også den gang utgjorde hovedtyngden av utsæden, og noen av Statens forsøksgarder i jordbruk både på Øst-, Vest- og Sørland ble engasjert i denne avl. Disse forsøksgarder var imidlertid ikke opprettet med tanke på å drive elite- og stamsædavl, og denne avl måtte også derfor passe dårlig inn i forsøksvirksomheten.

Professor dr. W. Christie fikk i 1914 i oppdrag å komme med forslag om eliteavl, og spørsmålet om spesielle stamsædgarder ble da også tatt opp. I tur og orden er da følgende stamsædavlsgarder opprettet og kommet i drift:

### I. *Presthus stamsædgard, Ranheim*

Den første egentlige stamsædgard i vårt land fikk vi i Trøndelag. Felleskjøpet i Trondheim kjøpte i 1917 garden Presthus i Strinda. Der ble det i 1918 satt igang elite- og stamsædavl av korn, engvekster og poteter. Dette arbeid er fortsatt igang på Presthus – som altså kan feire 50-års jubileum som stamsædgard i 1968. Da Presthus er kommet inn i tettbebyggelsen for industri- og boligfelt, er en ny gard, *Søgstad*, i Inntrøndelag innkjøpt av Felleskjøpet i

Trondheim og bygges nå ut til formålet. Etter hvert vil da virksomheten på Presthus bli overført til Søgstad som blir den kommende stamsædgard for Trøndelag. I årene 1952 – 1964 hadde Statens frøkontroll kontrollfelt for poteter på Presthus.

## II. Felleskjøpets (Oslo) forsøks- og stamsædgarer

På et møte i Selskapet for Norges Vels Planteavlsutvalg i 1920 ble spørsmålet om en stamsædgard for Østlandet behandlet. Det ble der hevdet at Staten burde bære utgiftene til elite- og formeringsavl, og offentlig kjøp eller leie av gard til dette formål ble drøftet. Like etter kjøpte prof. dr. W. Christie garden Vidarshov i Vang, Hedmark, og han fikk statsbidrag til å drive elite- og stamsædavl på egen gård. Fra 1922 til 1959 drev Felleskjøpet sin stamsædavl der. De første år i kontrakt med prof. dr. W. Christie, og etter hans død i 1927 som forpaktning.

I 1952 kjøpte Felleskjøpet Rød gard i Råde, Østfold, og året etter i 1953 ble Bjørke i Vang, Hedmark, forpaktet med forkjøpsrett etter 10 år. Denne forkjøpsrett har Felleskjøpet benyttet og eier og driver nå både Bjørke og Rød som sine forsøks- og stamsædgarer. Sistnevnte eiendom er foreløbig vesentlig brukt som stamsædgard.

Felleskjøpet tok i sin stamsædavl først opp arbeidet med korn, erter, poteter og engvekster. Periodevis har det vært arbeidet også med rotvekster og beitevekster. Vidarshov ble ganske snart den viktigste stamsædgard i landet og overtok etter hvert mer og mer av eliteavlen. Det var flere ganger tale om å samle all eliteavl på ett sted, bl.a. for å unngå unødig dobbeltarbeid. I 1941 foreslo Statens Stamsædavlsmnd at eliteavlen og en stor del av formeringsavl, foreløbig skulle foregå på Vidarshov, og fra da og en tid utover var det bare denne stamsæd garden som mottok statsbidrag. Til gjengjeld ble Vidarshov forpliktet til å levere formeringsvare til alle forretninger som drev stamsædavl.

Planen om en sentral stamsædgard for hele landet ble aldri realisert, og er for tiden heller ikke aktuell. Tvert imot er gjengs oppfatning idag at det er et hell at vi har flere stamsædgarer slik at oppgavene som etter hvert har øket også for stamsæd gardene, kan fordeles på flere og således bli mer overkommelige.

## III. Strand Brønderis Stamsædgard, Moelv

Strand Brønderi tok opp stamsædavl i 1938, og det ble da samtidig satt igang elite- og stamsædavl på firmaets eget gardsbruk Sigtbakken i Moelv. En betydelig del av Strand Brønderis stamsæd har gjennom årene vært grunnlagt på egen eliteavl, men det er også innkjøpt formeringsvare innenlands fra andre firmaer, og av utenlandske sorter er det kjøpt inn originalvare som grunnlag for stamsædavl med disse.

## IV. Rogaland Stamsædgard, Klepp

I 1921 tok Statens forsøksgard Forus opp eliteavl for sitt distrikt, og fortsatte med dette til 1942. Eliteavl arbeidet ble da overtatt av Rogaland jordbruksskule på Øksnevad, men fra 1944 og inntil Rogaland fikk sin egen stamsædgard, ble stamsæden levert fra Vidarshov.

Det var i 1946 at Jærens Kornslag forpaktet Klepp prestegard og tok den i bruk som stamsædgard. Såvel eiendommen som stamsædavlen ble senere overtatt av Rogaland Felleskjøp, og denne ordning fortsetter. Arbeidsområdet er Rogaland fylke og det er særlig korn og poteter man arbeider med. Sortsvalget blir foretatt i nøye samarbeid med Statens forsøksgard Særheim og Planteavlsutvalget i Rogaland.

Fra 1965 har Statens frøkontroll lagt sitt kontrollfelt for poteter til stamsædgarden i Rogaland. Kontrollfeltet omfatter prøver fra hele landet. Det er særlig potetprøvenes smitte av og reaksjon på jordboende virus (stengelbont) som undersøkes her.

#### V. Statens Stamsæd- og Saueavlsgard, Tjøtta, Nordland

Staten kjøpte Tjøtta i 1930 til saueavlsgard for Nord-Norge. Det kom tidlig opp å nytte garden også til andre formål og utover i 1930-årene ble det drevet litt stamsædavl på garden bl.a. av nord-norsk timotei og bygg fra Statens forsøksgard Holt. Etter 1947 kom stamsædavsarbeidet inn i mer planmessige former, og fra 1948 ble det drevet stamsædavl med diverse grasarter, korn og poteter. Tjøtta, som er den eneste stamsædgard Staten eier, har hatt mye å si bl. a. for stamfrøavlen av de Nord-norske timoteisorter Bodin og Engmo.

Elite- og stamsædavl av poteter har etter hvert spilt en ganske stor rolle for stamsædgarden på Tjøtta også, og får i fremtiden antagelig enda større betydning enn den har idag.

#### VI. Hveem Forsøks- og Stamsædgard for poteter, Billitt, Ø. Toten

A/L Potetmelfabrikkens Salgskontor eier og driver denne stamsædgarden som har vært i drift siden 1948. Stamsædgarden har hele tiden hatt elite- og stamsædavl av poteter som hovedoppgave ved siden av forsøkene, og er f. t. den stamsædgard som har ansvaret for elite-avlen av de fleste potetsorter. For å overkomme alt dette, har det vært nødvendig delvis å forpakte tilleggsjord, og ellers samarbeide med interesserte potetdyrkere for å kunne disponere tilstrekkelig store arealer som ligger isolert og er slik drevet at de fyller kravet til stamsædavsreglene.

#### VII. Hellerud Forsøks- og Eliteavlsgard, Strømmen

Selskapet for Norges Vel kjøpte i 1947 garden Hellerud i Skedsmo til forsøks- og eliteavlsgard til erstatning for Øverland i Bærum som Selskapet var overlatt ved testamentarisk gave fra Peter Øverland i 1942. Både beliggenheten og det forhold at endel av Øverland gard ble tatt igjen på odell, gjorde at Selskapet måtte finne en annen gard passende til elite- og stamsædavl, og valget falt da på Hellerud.

Elite- og stamsædavlen ble de første år drevet særlig med poteter og rotvekster. Dette er av forskjellige grunner omordnet slik at poteter nå er sløyfet til fordel for frøavl av eng- og beitevekster og rotvekster. Virksomheten på disse felter skjer for en vesentlig del ved samarbeid med institusjoner ved Norges Landbrukshøgskole og også med en del lokale forsøksstasjoner.

VIII. *Statens plantevern v/ forsøksleder Anders Bjørnstad*

og en del private gardbrukere er også engasjert i eliteavlen av potet. De sistnevnte har da gjerne samarbeid med en stamsædgard, i første rekke da Hveem Forsøks- og Stamsædgard for poteter.

## E. Samarbeidsnemnda for jordbrukets elite- og stamsædgarder

Etter hvert som det ble flere stamsædgarder, meldte også behovet for et samarbeidsorgan for disse anstalter seg stadig sterkere. Dette gjaldt ikke bare stamsædgardene, men også Landbruksdepartementet og den sentrale ledelse for stamsædavlen (Statens såvareråd) savnet en koordinering her. Når et slikt samarbeid og samarbeidsorgan kom i gang, var det lettere å få en samlet oversikt over elite- og stamsædavlen og likedan over hva som til hver tid var mest aktuelt å ta opp på disse felter. De organisasjoner og institusjoner som stod for driften av stamsædgardene, hadde selvsagt like stor interesse av å få istand et slikt samarbeide for derved lettere å kunne rasjonalisere og effektivisere virksomheten.

Etter en lengre tids forarbeide og drøftinger av de mange spørsmål som reiste seg i denne sammenheng, kom dette samarbeidsorgan i gang for alvor i 1957 og fikk navnet «Samarbeidsnemnda for jordbrukets elite- og stamsædgarder».

Samarbeidsnemnda er sammensatt av lederne for elite- og stamsædgardene, lederen av feltkontrollen ved Statens frøkontroll samt lederen av virusundersøkelsene ved Statens plantevern. Ellers kan nemnda også foreslå andre opp tatt som medlemmer – noe som allerede er praktisert. Samarbeidsnemnda har et styre på 3 medlemmer som velges av og innen nemnda. Til årsmøtene som holdes om sommeren og alternerer mellom stamsædgardene og delvis også andre institusjoner, innbes formannen i Statens såvareråd, representanter for stamsædavlerne og delvis også andre.

Til årsmøtene utarbeides en samlet oversikt over elite- og stamsædavlen ved alle stamsædgarder. Denne oversikt sendes foruten til Samarbeidsnemndas medlemmer, også til Landbruksdepartementet og Statens såvareråd. Det samme er også tilfelle med referater fra årsmøtene og styremøtene.

Samarbeidsnemnda og dets medlemmer er også ganske flittig benyttet som konsulentorgan av flere, særlig da offentlige institusjoner (f.eks. Statens såvareråd).

## F. Klasser av statskontrollert såvare

Fremstillingen av statskontrollert såvare foregår i tre trinn:

- a. Avl av elitevare
- b. Avl av stamsæd
- c. Avl av kontrollvare

Det er vesensforskjell i fremgangsmåten når det gjelder selvbestøvende og fremmedbestøvende vekster, og det er i Regler for avl, kontroll, godkjenning

og omsetning av statskontrollert såvare, fastsatt av Landbruksdepartementet, skilt mellom:

Selvbefruktende vekster: Korn (bygg, havre og hvete)  
 Fremmedbefruktende vekster Rug, eng- og beitefrø og rotvekstfrø.

### Korn

a. Det er *eliteavlens* oppgave å skaffe utsæd til stamsædavlen, utsæd som er mest mulig konstant i sin opprinnelige form slik som sorten ble sendt ut fra foredleren. Den skal foregå i nøye samarbeid og under kontroll av den foredler eller foredlingsinstitusjon som har frembrakt sorten, og tar sitt utgangspunkt i enkeltplanter. Det startes vanligvis med et større antall planter – gjerne 200 eller flere. Så lenge sorten er ny, er det gjerne foredleren som skaffer materialet til eliteavlen, men selve avlen foregår gjerne på en stamsædgard. For å holde sorten ren og frisk, må det skaffes ny elitevare med ikke for mange års mellomrom, og utgangsmaterialet til denne senere eliteavl blir da vanligvis tatt ut i den statskontrollerte avl på en stamsædgard av stamsædgardens personale. Disse enkeltplanter blir nøye undersøkt og tresket hver for seg, og avkommet, som blir betegnet som *1. års elite*, blir sådd ut *linjevis*. Denne 1. års elite blir fulgt nøye gjennom hele veksttiden, høstet, tresket og igjen utsådd hver for seg annet år som *2. års elite*. Det er da blitt en rute på noen kvadratmeter av hver linje (enkeltplanteavkom), og på disse ruter er det langt lettere å se mulige variasjoner i forskjellige egenskaper enn når plantene står enkeltvis eller på en kort rad.

Det hender også undertiden at det skjer innkryssing i en normalt selvbestøvende art, og slikt kryssingsavkom er det også større mulighet for å oppdage når linjene holdes hver for seg i mer enn en generasjon. Det er på 2. års eliter den endelige bedømmelse foregår, og ved denne bedømmelse er foredlingsinstitusjonen representert og har det avgjørende ord når det gjelder utsjaltingen av avvikende typer.

b. Som utsæd ved avl av *stamsæd* kan brukes norsk eller utenlandsk elitevare. Så lenge stamsæden tilfredsstillende de fastsatte kvalitetskrav, er det ingen begrensning med hensyn til antall generasjoner den er fjernet fra elitevaren. Utenlandsk stamsæd («originalvare») fra foredleren av en sort godkjennes hvis den i vedkommende land er godkjent til avl av sertifisert vare, og den tilfredsstillende de norske krav til stamsæd.

Garden der stamsædavlen drives må tilfredsstillende de krav som er fastsatt i Midlertidig Lov om Floghavre. Stamsæd må ikke avles på jord der det året før er dyrket annen sort av samme art. Av sort som ønskes godkjent som stamsæd må bare avles vare som er under statskontroll, og det bør ikke dyrkes flere sorter av samme art på garden.

c. For avl av *kontrollvare* gjelder det samme som for stamsæd, både vedkommende utsæd og dyrkingsregler.

Kontrollen av statskontrollert såkorn foregår ved:

1. Feltkontroll
2. Vekstkontroll
3. Laboratoriekontroll.

Av alle partier som er godkjent som statskontrollert såkorn, skal det sendes prøve til Statens frøkontroll til *feltkontrollundersøkelse*. Disse prøver blir

sådd ut på kontrollfeltet og undersøkt i løpet av sommeren på sortsekthet, sortsrenhet og angrep av sykdommer som overføres med såkornet.

*Vekstkontrollen* ledes av Statens såvareråd som ved sine kontrollører sørger for at alle arealer innmeldt til statskontrollert såkornavl blir kontrollert minst en gang i veksttiden. Kontrolløren skal påse at dyrkingsreglene er fulgt og notere opp eventuelle sykdomsangrep, artsinnblandinger, sortsinnblandinger og avvikende typer. Forhold som gjør kontrollen vanskelig og usikker skal noteres på vekstkontrollskjemaet, da dette kan føre til at partiet ikke blir godkjent.

På grunnlag av vekst- og feltkontrollen gis det en foreløbig godkjenning. Av disse partier skal en gjennomsnittsprøve på minst 1 kg sendes til Statens frøkontroll til fullstendig *laboratorieundersøkelse*. Den endelige godkjenning blir gitt på grunnlag av resultatene av disse tre kontroller. Det er i reglene fastsatt visse strenge krav som partiene må tilfredsstille for å få betegnelsen kontrollvare. For å kunne nyttes som utsæd i den statskontrollerte avl, få betegnelsen stamsæd, er det i reglene satt enda strengere krav til sortsrenhet, sykdomsfrihet og innhold av andre kornarter. Etter de någjeldende regler er det ingen vanlig offisiell kontroll av oppformering til stamsædavl (eliteavl).

For rug, som er fremmedbefruktet, kan eliteavlens bare foregå hos foredleren. For stamsæd og kontrollvare gjelder de samme regler som for selvbefruktende kornarter, men det er fastsatt visse avstander den må dyrkes fra annen rugart.

#### *Eng- og beitefrø*

a. *Eliteavl* er her så nær knyttet til foredlingsarbeidet og er en så viktig del av dette, at den bare kan utføres av foredleren eller av en som har fullmakt fra ham. Foredleren må sørge for å bevare et grunnmateriale av sorten, og stille prøver til disposisjon for Statens såvareråd i de tilfelle det er bruk for måleprøve av sorten.

b. Som utsæd ved avl av *stamsæd* kan brukes elitevare eller godkjent stamsæd. Statens såvareråd fastsetter for hver sort hvor mange generasjoner stamsæden kan være fjernet fra elitevaren. Såvarerådet fastsetter også grenser for områder som kan godkjennes for stamsædavl av en bestemt sort. Avstanden til frøavl av annen sort av samme art må være minst 400 meter, og planter i nærheten, som kan medføre kryssingsfare, skal fjernes før blomstring, og det må være minst tre år siden annen sort av samme art var dyrket på stykket.

c. Som utsæd ved avl av *kontrollvare* kan brukes stamsæd eller kontrollvare som Statens såvareråd har godkjent til fortsatt avl av kontrollvare. Ved eventuell frøavl av utenlandske sorter må utsæden leveres av foredleren eller en som har fullmakt fra ham til å omsette sorten, og varen må tilfredsstille de norske krav til stamsæd. Avstanden til annen sort av samme art må være minst 300 meter. Kortere avstand kan godkjennes hvis terrenget eller andre forhold gjør det lite sannsynlig at det kan foregå kryssbestøvning av noen betydning. Kontrollvare må ikke avles på jord der det har vært dyrket annen sort av samme art i løpet av de siste to år, for kløver tre år, og det skal som regel ikke frøavles mer enn en sort av samme art på garden.

Statens såvareråd, ved sine kontrollører, sørger for at alle arealer innmeldt til statskontrollert såvareavl, blir *vekstkontrollert* minst en gang i veksttiden. Kontrolløren påser at dyrkingsreglene er fulgt, spesielt når det

gjelder bestemmelser som tar sikte på å hindre innkryssing av annen sort, gjøre notater om arts- og sortsinnblandinger, ugras, sykdoms- og insektangrep. Av hvert parti som ønskes godkjent, må en gjennomsnittsprøve av ferdigrenset vare sendes inn til Statens frøkontroll til *laboratorieundersøkelse*. Godkjenningen foretas av Statens såvareråd eller den det gir fullmakt. Er dyrkingsreglene fulgt, kan partiene godkjennes som stamsæd eventuelt kontrollvare hvis partiet er sortsekte og holder visse krav til artsinnblanding, sortsinnblanding, ugrasinnehold, renhet og spireevne som er fastlagt for de to klasser i reglene.

### *Rotvekster*

a og b. *Eliteavlen* og *stamsædavlen* er så nær knyttet til foredlingen og en så viktig del av denne, at denne avl bare kan drives av foredleren eller en som har fullmakt fra ham. Foredleren plikter å gi Statens såvareråd alle opplysninger som kan ha betydning i forbindelse med avl og godkjenning av elite- og stamsædpartier, og sørge for å bevare et grunnmateriale av sorten, og å stille frøprøver til disposisjon for Statens såvareråd i de tilfelle det er bruk for måleprøve av sorten.

c. Utsæden for avl av *kontrollvare* skal være stamsæd. Ved eventuell avl av utenlandske sorter må utsæden komme fra foredleren eller en som har fullmakt fra foredleren til å omsette sorten. Det skal som regel ikke frøavles mer enn en sort av samme art på garden. I blomstringstiden må avstanden til andre blomstrende planter av samme art eller andre kulturplanter som kan medføre kryssingsfare, være minst 400 meter. Kortere avstand kan godkjennes hvis terrenget eller andre forhold gjør det lite sannsynlig at det kan foregå kryssbestøving av noen betydning. Ugras av arter som kan medføre kryssingsfare, må fjernes før blomstring. Statens såvareråd kan pålegge forretning å sende inn prøve av statskontrollert rotvekstfrø til feltkontroll eller forsøk for sammenligning med måleprøve av sorten. Statens såvareråd sørger ved sine kontrollører for at alle innmeldte arealer blir *vekstkontrollert* minst en gang i veksttiden. Kontrolløren skal påse at dyrkingsreglene blir fulgt, spesielt når det gjelder bestemmelser som tar sikte på å hindre innkryssing av annen sort eller art. Av hvert parti som ønskes godkjent, må gjennomsnittsprøve av ferdigrenset vare sendes inn til Statens frøkontroll til *laboratorieundersøkelse*. Godkjenningen foretas av Statens såvareråd eller den det gir fullmakt. Er dyrkingsreglene fulgt, kan et frøparti godkjennes som kontrollvare hvis det er sortsekte og holder visse i reglene fastsatte krav ved vekstkontrollen og laboratoriekontrollen.

---

Avl og omsetning av statskontrollert såvare kan bare drives av forretninger som er spesielt godkjent av Landbruksdepartementet for denne virksomhet. Statskontrollert såvare må bare selges i originalpakning som er tydelig merket med navnet på den forretning som har pakket og plombert varen, og alle opplysninger som kreves i Forskrifter for handel med såvarer. Pakningen skal være forsynt med Statens såvareråds standardmerke, og påtrykt de kvalitetskrav som gjelder for godkjenning av vedkommende vare.

Når det gjelder renhet, ugrasinnhold og spireevne, må offisiell analyse vise at varen har tilfredsstillt de krav som gjelder for vedkommende klasse. Ved etterkontroll gjelder reglene for spillerom i Forskrifter for handel med såvarer. For artsinnblanding, sortsinnblanding og sykdomsangrep gjelder garantier som er fastsatt i reglene.

### G. Klasser av statskontrollerte settepoteter

Den statskontrollerte settepotetavl foregår i fire trinn:

- a. Klonavl
- b. Eliteavl
- c. Stamsædavl
- d. Kontrollpotetavl.

a. *Klonavlen* foregår etter retningslinjer gitt av Statens såvareråd. Med klon forstås materialet som stammer fra samme utvalgte enkeltplante, og det kalles klonavl så lenge hver klon dyrkes for seg.

For å drive klonavl må avlssted og avler være godkjent av Statens såvare-  
råd, stedet bør være godt avstandsisolert og lite utsatt for virusspredning med vektorer, og det må legges frem erklæring fra offentlig myndighet om at det ved undersøkelse av jorden etter anerkjent metode ikke er påvist potetne-  
matode. Den som har ansvaret for avlen, bør ha nødvendig fagkunnskap og må kunne utføre testing eller ha mulighet for å kunne få utført testing på godkjent sted. Som regel tas det ut enkeltplanter annet hvert år, og da i 2. års kloner. Det tas ut sortstypiske planter som ser friske ut, og det bør tas ut så mange enkeltplanter at det etter eventuell kassering blir igjen minst 15 kloner. De utvalgte planter virustestes enkeltvis (blad fra alle stengler) for alle kjente virus etter anerkjent metode.

I klonavlen kan bare nyttes kloner fra enkeltplanter som er testet for virus, og hvor virus som ikke er tillatt i vedkommende sort, ikke er påvist. Ved klonavl dyrkes klonene med så stort mellomrom at de ikke berører hverandre, og plantene i en klon settes med så stor avstand at de kan bedømmes enkeltvis.

Avlen skal foregå isolert fra andre poteter, klonene inspiseres regelmessig, og man kasserer kloner som ikke er ensartet sortstypiske, som ikke har et friskt utseende og en normal utvikling av ris og knoller. Alle plantene i klonen testes (gruppetest) med serum og indikatorplanter minst en gang hvert år. Hvis det i en klon viser seg reaksjon for et virus som ikke er tillatt i sorten, skal hele klonen kasseres. Etter to år slås klonene sammen og kan formeres ett år før de settes inn i den videre statskontrollerte settepotetavl. Det må nå ikke finnes synlig virussyke planter, og ved testing av 400 tilfeldig uttatte planter, må det ikke kunne påvises virus.

Hvis antallet av sammenslåtte kloner er mindre enn 15, skal det gjøres avkastningsforsøk som må gå gjennom 2 år på 2 forskjellige steder, og vise at de sammenslåtte klonene ikke er dårligere i avling eller kvalitet enn det beste materiale forsøksinstitusjonen har kunnet skaffe til sammenligningen. Klonavlen er ikke underlagt regelmessig offentlig inspeksjon, og klonmaterialet gis ingen offentlig godkjenning eller garanti; det får det først når det kommer inn i den etterfølgende statskontrollerte settepotetavl.



Som *settepoteter* ved avl av:

b. *Elite* kan nyttes:

Sammenslåtte kloner.

Elite av egen avl.

c. *Stamsæd* kan nyttes:

Sammenslåtte kloner og elite.

Stamsæd av egen avl som av Statens såvareråd er godkjent for videre avl av stamsæd.

d. *Kontrollpotet* kan nyttes:

Elite og stamsæd.

Kontrollpotet av egen avl som av Statens såvareråd er godkjent for videre avl av kontrollpotet.

For å drive avl av statskontrollerte settepoteter må både avler og avlssted være godkjent av Statens såvareråd, og avlen må foregå i kontrakt med forretning som av Såvarerådet er spesielt godkjent for slik virksomhet.

Avl av statskontrollerte settepoteter må ikke drives på jord der det ett av de to foregående år har vært dyrket poteter, og må ikke dyrkes på jord som er lagt i karantene for potetsykdom. Jorden skal være undersøkt etter anerkjent metode og funnet fri for potetnematode.

På garder som driver avl av statskontrollerte settepoteter, kan det som regel bare dyrkes kontrollerte settepoteter av en sort, og det må ikke dyrkes poteter av flere klasser av samme sort. Dog kan dyrkere som spesialiserer seg på settepotetavl, få tillatelse til å dyrke statskontrollerte settepoteter av flere sorter, og kan dyrke, men ikke omsette elite og stamsæd av samme sort.

Avlen må for stamsæd foregå minst 50 meter, for kontrollpotet minst 25 meter fra andre poteter og smittekilder for virusykdommer.

Kontrollen av statskontrollerte settepoteter foregår ved *feltkontroll* og *vekstkontroll*.

Av alle partier som skal godkjennes eller er godkjent som statskontrollerte settepoteter må innsendes prøve for *feltkontroll* til Statens frøkontroll, som setter prøvene ut på sitt kontrollfelt for undersøkelse av sortsekthet, sortsrenhet, innhold av virussyke planter og eventuelle andre sykdommer. For å kunne konstatere eventuelle angrep av jordboende virus, som under vanlige klimaforhold på Østlandet er vanskelig å oppdage, er frøkontrollens kontrollfelt plassert på Jæren. Statens såvareråd leder den statskontrollerte avl og sørger ved sine kontrollører for at alle arealer innmeldt i denne avl, blir vekstkontrollert minst en gang i veksttiden. Kontrolløren skal påse at dyrkingsreglene er fulgt, telle opp og notere eventuelle syke planter samt sortsinnblandinger og avvikende typer.

Ved godkjenningen blir hovedvekten lagt på resultatet av *vekstkontrollen*, og i Regler for avl, kontroll, godkjenning og omsetning av statskontrollerte settepoteter, fastsatt av Landbruksdepartementet, er fastlagt maksimumsinnhold av sortsblandinger, virussyke planter og planter angrepet av stengelrute som partiene kan inneholde ved vekstkontrollen, når de skal godkjennes i de forskjellige klasser. Godkjenningen kan nektes hvis feltkontrollen viser vesentlig dårligere resultat enn vekstkontrollen. Resultatet av feltkontrollen blir altså brukt bare som korreksjon for sykdommer og sortsinnblandinger som kan være vanskelig å konstatere ved vekstinspeksjonen.

I reglene er også fastsatt maksimumsinnhold i den ferdigsorterte vare av knoller angrepet av tørråte og bløtråte, skurv, sterkt skadde knoller og likeledes er det fastsatt sorteringsgrad.

Statskontrollerte settepoteter kan bare pakkes og plomberes av forretninger som er spesielt godkjent av Statens såvareråd for denne virksomhet, og kan bare selges i ny, plombert og ubrukt originalpakning som er merket med dyrkerens navn eller nummer og navnet på den forretning som har pakket varen. Den skal dessuten være merket med Statens såvareråds standardmerke for vedkommende klasse.

## H. Areal og kvantum av statskontrollert såvare

### Korn

På lengre sikt har utviklingen gått i retning av større areal til statskontrollert såkornavl. I oppstillingen nedenfor (tab. 1) som gjelder perioden 1954–66, er for hvert enkelt år ført opp arealet for de forskjellige kornarter og sum for alle arter hvert år.

For hele perioden ialt har det *godkjente areal* av statskontrollert såkornavl steget som vi ser, fra vel 46,5 tusen til vel 85 tusen dekar årlig. For de enkelte kornarter er det liten forskyvning i arealet når det gjelder havre – kanskje en svakt synkende tendens. Bygg derimot viser en veldig ekspansjon fra vel 19 tusen dekar i 1954 til 65,5 tusen dekar for 1966. Dette er i overensstemmelse med den meget sterke utvidelse av byggarealet i det hele tatt i den senere tid. Vårhvete viser sterk nedgang i arealet, noe som også faller i tråd med utviklingen. Høstkornartene, både av hvete og rug og likedan vår-rug, har alltid spilt en underordnet rolle i vår korndyrking, iallfall i den senere tid, og dette gjenspeiler seg i disse arealoppgaver.

Går vi så over til å se på tallene for *godkjent såvare* (tab. 2) av kornartene for samme periode, så er det her stort sett overensstemmelse mellom godkjent tonn såvare og areal, tendensen er den samme enten det er areal eller tonn såvare som danner grunnlaget for vurderingen. Visse forhold, som særlig svingninger i avling og bergingsforhold fra år til år, vil virke inn her, slik at det blir større variasjon enn tilfellet er for arealet.

Tabell 1. *Oversikt over statskontrollert såkornavl 1954—66.  
Godkjent areal, dekar.*

År	Havre	Bygg	Vårhvete	Høsthvete	Vårrug	Høstrug	I alt
1954	18 386	19 435	8 405	275			46 501
55	18 933	20 023	9 576	692		16	49 240
56	18 799	20 916	7 566	835			48 116
57	17 864	26 423	5 813	846			50 946
58	18 230	32 423	4 736	380			55 769
59	20 951	37 754	5 031	185		45	63 966
60	20 231	40 048	5 918	340	10	160	66 706
61	20 945	44 436	6 569	355	30	65	72 400
62	17 882	49 077	6 792	207	21		73 979
63	16 870	62 711	5 726		20		85 327
64	17 631	59 803	4 792	499	5		82 730
65	16 612	57 422	2 763				76 797
66	17 411	65 512	2 258				85 181

Tabell 2. *Godkjent såvare, tonn.*

År	Havre	Bygg	Vårhvete	Høsthvete	Vårrug	Høstrug	I alt
1954	2 681	2 632	983				6 296
55	2 182	3 223	1 020				6 425
56	3 521	4 273	1 135	145			9 074
57	2 567	3 757	669	115			7 108
58	3 114	5 180	660	70			9 024
59	3 945	7 838	900	39		10	12 732
60	2 960	6 747	898	67	2	31	10 705
61	4 426	9 526	1 168	85	3	16	15 224
62	1 185	6 106	325	16	5		7 637
63	2 143	9 887	571		4		12 605
64	1 465	7 825	365	18	1		9 674
65	2 094	7 112	359				9 565
66	1 803	6 628	189				8 620

*Engfrø*

Den statskontrollerte avl av engfrø har til denne tid bare omfattet rødkløver og timotei. Etter hvert som eng- og beitefrøavlens blir utvidet, kan man vente at den statskontrollerte avl på disse områder også vil komme til å omfatte flere både arter og sorter.

I oppstillingen som følger for godkjent areal (1962–66) og frø i tonn (1954–66) både for timotei og rødkløver, går det frem at for *timotei* (tab. 3) har arealet vekslet ganske sterkt både mellom sorter og år. Godkjent frø i tonn (tab. 4) har steget totalt, men for de år som også omfatter areal, har det vært forholdsvis mindre variasjoner.

Tabell 3. *Statskontrollert timoteifrøavl  
Godkjent areal, dekar*

År	Engmo	Bodin	Grindstad	Omnia	Forus	I alt
1962	2 652	5 545	387		7	8 584
63	3 095	7 389	297			10 781
64	4 675	10 826	188		7	15 696
65	2 688	7 982	381		30	11 081
66	1 511	5 326	1841		145	8 823

Tabell 4. *Godkjent frø, tonn*

År	Engmo	Bodin	Grindstad	Omnia	Forus	I alt
1954	16	15	3	8		42
55	25	24	3	6		58
56	28	36	6	4		74
57	24	30	7	2		63
58	36	55	11	3		105
59	50	70	10	1		131
60	48	64	18	2		132
61	109	179	13			301
62	90	201	11			302
63	92	218	8			318
64	114	335	8			457
65	91	228	9		1	329
66	51	186	52		5	294

For rødkløver har også arealene (tab. 5) variert sterkt og godkjent frø i tonn (tab. 6) enda mer. Dette er bare naturlig for en så variabel kultur som kløverfrøavl, sterkt avhengig som den er, særlig av de klimatiske forhold både når det gjelder overvintring og under bestøving, frøsetting og modning.

Tabell 5.

*Statskontrollert rødkløverfrøavl  
Godkjent areal, dekar*

År	Molstad	Tripo	I alt
1962	160		160
63	470		470
64	136	16	152
65	428	91	519
66	386	112	498

Tabell 6.

*Godkjent frø, tonn*

År	Molstad	Tripo	I alt
1954	0,7		0,7
55	2,4		2,4
56	5,7		5,7
57	5,6		5,6
58	6,0		6,0
59	4,6		4,6
60	1,9		1,9
61	12,6		12,6
62	0,6		0,6
63	6,0		6,0
64	1,0	0,6	1,6
65	0	0	0
66	13,1	2,3	15,4

*Potet*

Den statskontrollerte avl av settepoteter omfatter både stamsæd og kontrollpotet. Utviklingen har her gått i den retning at kontrollpotetarealet har gått ned mens arealet av stamsæd har hatt stigende tendens.

Tabell 7.

*Stamsæd*

År	Dekar i alt	Dekar godkjent som:				
		Stamsæd	Stamsæd ikke til forts. avl	Stamsæd til eget bruk	Kontrollpotet	Ikke godkjent
1958	2 364,7	2 252,2		62,0	25,0	25,5
59	3 016,6	2 811,1		34,0	109,5	62,0
60	3 222,6	1 911,1		0	1 059,5	252,0
61	2 549,2	2 270,2		45,0	181,0	67,0
62	3 062,2	1 591,2		79,0	400,0	18,0
63	3 150,35	2 156,55		398,3	19,0	0
64	3 624,4	2 593,4		102,4	418,3	108,3
65	3 720,0	2 525,1		442,5	268,4	484,0
66	3 798,2	2 498,8	666,8	176,6	180,0	276,0

Tabell 8.

*Kontrollpotet*

År	Dekar i alt	Dekar godkjent som:			
		Kontrollpotet	Kontrollpotet ikke til fortsatt avl	Kontrollpotet til eget bruk	Ikke godkjent
1958	7 050,3	5 755,6		675,8	618,9
59	8 853,9	7 743,1		548,1	362,7
60	9 722,5	6 161,3	328,5	309,2	2 923,5
61	7 502,9	6 097,9	25,0	282,7	1 097,3
62	7 325,3	5 997,6		201,2	1 126,5
63	7 823,3	5 802,7		738,7	1 281,7
64	6 678,4	4 528,0		1 035,5	1 114,9
65	6 290,1	4 727,7		566,6	995,8
66	5 446,3	3 468,4	500,0	562,0	915,9

Oppstillingen foran angir areal i alt og godkjent areal for stamsæd (tab. 7) kontrollpotet (tab. 8) og videre hvordan klassifiseringen har vært i de enkelte år fra 1958 til 1966.

*Rotvekstfrø*

Den statskontrollerte avl av rotvekstfrø foregår bare i Aust-Agder.

Bruksfrøavl av rotvekster får offentlig støtte i form av arealtrygd. Denne er kr. 175,- for kålrot og nepe og kr. 180,- for beten, alt pr. dekar. Trygden er avgrenset til 165 dekar kålrot, 100 dekar nepe og 50 dekar beten.

I arealtrygd er det siste år (1966) ydet følgende beløp for frøbærende areal, dekar:

Kålrot	33,5 dekar	kr. 5862,50
Nepe	10,0 »	» 1750,-
Beten	-	-

*Summary*

The paper gives short information of stock seed growing of seed and potatoes for agricultural purposes in Norway.

The aim and historical development are first mentioned. Next the organization and management of the stock seed growing. Stock seed farms are presented, and a review is given of the organization of the board for leaders of these farms and other specialists.

Programme and rules for different classes of stock seed both of seed and potatoes are presented. At last area and quantities of stock seed through a period different for the different species are presented.



# AKTUELLE OPPGÅVER I NORSK PLANTEFØREDLING

*Actual aims of Norwegian plant breeding*

AV

MAGNUS JETNE

Det er alltid aktuelt å lage sortar eller former som høver betre for oss enn dei sortane eller formene av kulturplantane som er i bruk. Det vi særleg er ute etter, er sortar som gjev stor avling av god kvalitet, og det trengst då at sortane greier seg godt mot åtak av insekt, soppar, bakteriar og virus, og at fleirårige sortar greier vintrane.

Somme av krava vi set til nye sortar eller former er allmenne. Dei gjeld alle stader og for alle plantegrupper og dyrkingsmåtar, t. d. evne til å gje stor og årsikker avling og til å greie seg mot plantesjukdomar. Men det er og ei mengd med særkrav, som ikkje er like viktige alle stader, for alle plantegrupper eller for alle dyrkingsmåtar.

Det kan vere ein føremon at ein kornsort er bladrik, for di han har god evne til å døyve ugraset, men i attleggsåker vil vi helst ha korn som ikkje lagar for mykje skugge til engplantane. For eit hotell som skalar potetene føre koking, er det viktig at potetene både har høveleg form og storleik, men skal potetene gå til fôr, er det ikkje så nøye med forma, og vi ser helst at knollane er noko store, så det går raskt med plukkinga. Dersom vi beitar på enga om hausten, er det viktig at engplantane tåler beiting, men blir enga alltid hausta ved slått, har *det* inga interesse.

For blomeplantar kan ein ny eigenskap, t. d. ein ny blomefarge, vere viktig for di han er ny. For mange slag vokstrar kan sortar som er særleg tidlege vere verdfulle, for di dei blir hausteferdige til ei tid det er mykje spurlag etter dei, så dei kan seljast til høge prisar.

I seinare år er jordbruket her i landet mykje omlagd. På mange gardar er drifta meir spesialisert enn før. Somme har jamvel gått over til einsidig korndyrking eller einsidig grasdyrking, men einsidig drift fører m. a. med seg større fare for skade av plantesjukdomar.

Jordbruket blir etter kvart meir mekanisert enn før, og denne mekaniseringa fører til ymse særkrav til kulturplantane, krav som vi ikkje hadde før. Så lenge vi drog opp rotvekstplanten med hand og så kutta av blada, var det viktig at han sat laust i jorda. Ved mekanisert bladhausting krevst det at planten står støtt i jorda, så han ikkje bikkar over ende ved avbladinga.

Vi er no meir enn før interesserte i å bruke mykje handelsgjødsel, særleg då nitrogengjødsel, og det er viktig å ha plantesortar som tåler sterk gjødsling utan at det fører med seg dårleg kvalitet, vanskar med haustinga eller andre ulemper.

Dei aktuelle oppgåvene for planteforedlaren endrar seg såleis etter kvart som driftsmåtane i jordbruket endrar seg.

Her skal vi berre ta med planteforedlingsoppgåver for vanlege jordbruksvokstrar.

## Kornartene

Sidan det alltid har vore snautt med mat på jorda, er det ikkje merkeleg at det å auke avlinga alltid har vore eit viktig mål for planteforedlaren, og ikkje minst for kornforedlaren.

Når det er tale om avling av kornartene, tenkjer vi særleg på kornavling. Halmavlinga er lite viktig. Vi ser gjerne at halmavlinga minkar, berre kornavlinga aukar, og skilnaden mellom ein follik og ein mindre follik sort er nok ofte at den folrike sorten har størst evne til å føre næring frå halmen til kornet.

For den som ikkje skurdreskjer kornet, kan halmen vere verd ein god del til fôr, særleg etter luting, men det er nok ikkje mange som av den grunn ønskjer seg halmrike kornsortar. Ved skurdresking må ein ofte sjå bort frå halmen, for di det blir uråd å berge han på lønsamt vis, men likevel er det ikkje visst at det er best med så lite halm som mogleg.

Ved einssidig korndyrking bør halmen pløyast ned. Litt større eller mindre halmavling er då ikkje særleg viktig. Men eigenskapar som heng saman med halmavlinga, kan vere viktige av andre grunner, anten halmen blir brukt på eine eller andre måten.

Det er gjerne ein viss samanheng mellom strå lengd og rotlengd, noko som fører til at kornsortar med stutt strå greier seg dårleg i tørkeår. Vi har i seinare år hatt tydelege døme på det. Pendek havre og Mari bygg har stutt strå, og baa greier seg dårleg i tørkeår.

Det hender og at engplantane, særleg kløveren, i attleggsåret veks over Mari-bygget. Det blir då lita kornavling og vanskar med skurden.

I Trøndelag er Jarle og Mari vanlege byggsortar. Jarle har langt strå og stor halmavling, medan Mari som nemnt har stutt strå. Kveka er ofte svært brysam, særleg på gardar med einssidig korndyrking, og er det først kveke i jorda, tek ho lett overhand i åker med Mari bygg. Jarle har mykje betre evne til å døyve kveka. Mange av dei som i siste åra har gått over til Mari bygg, ser seg no om etter andre byggsortar, for di striden mot kveka blir for brysam.

Det er i det heile tvilsamt om det er ønskeleg med særleg stutt strå på kornplanten. Berre strået er stivt nok, er det helst ein føremon at det har om lag vanleg lengd. Det gjeld for dei kornsortane vi dyrkar mest av: bygg, havre og kveite.

Rug, særleg då vårrug, har lang halm. Den tynne og seige rughalmen blir nytta til spesialformål (flettverk av halm, matter til drivbenker o. a.). Den største føremonen med dei rugsortane vi no dyrkar, er særleg at dei har stutare og stivare strå enn eldre sortar. Vi dyrkar elles berre godt 6 000 dekar rug her i landet, så vi kan ikkje rekne med mykje rugforedling hos oss.



*Stivt strå* er ein eigenskap som har overlag mykje å seie for kor stor og god avling ein får. Er strået stivt, kan kornåkeren gjødslast godt, og det er først når veksevilkåra er gode at dei stråstive sortane kjem til sin rett.

I ein forsøksserie på Statens forsøksgard Voll (ved Trondheim) gav Varde bygg 338 kg korn pr. dekar, og hadde legdeprosent 19. Jarle gav 343 kg, med legdeprosent 10. Det var med «vanleg gjødsling». Når det i tillegg vart gjeve 15 kg kalksalpeter pr. dekar, auka kornavlinga for Varde med 34 og for Jarle med 75 kg pr. dekar. Legdeprosenten var no 34 for Varde og 18 for Jarle.

Den stråstivaste av desse to sortane gav såleis dobbelt så mykje att for tilleggs gjødsling, jamført med hin, og det vart ikkje meir legde for Jarle etter tilleggs gjødslinga enn for Varde utan. Gjødselverknaden rettar seg i stor mon etter kor stivt strå vedkomande kornsort har.

Pristilhøva har lenge vore såleis at det er faren for legde som avgjer kor mykje nitrogengjødsel det løner seg å bruke. Dei største mengdene som kan brukast utan at det blir lei legde, er dei mest lønsame.

Det er ikkje berre for å få stor kornavling at stivt strå er viktig. Kornet blir lett skjemt i legdeåker, så stivt strå er viktig for kvaliteten òg. I attleggsåker skal det ikkje mykje til før engplantane blir skadde, og stygg legde kan øydeleggje attlegget heilt.

*Stivt strå* er elles ikkje heilt høveleg nemning for det strået vi helst vil ha. Det vi treng, er eit strå som held aks eller topp oppe frå bakken til vi kjem med haustemaskinen. Eit stutt strå har lettare for å greie denne oppgåva enn eit langt. Strået bør vere både stivt og seigt, og planten bør ha godt rotfeste, så han ikkje går over ende for di taket i åkeren gjev etter.

Før vei fekk skurdtreskjaren, den tid det alltid var best å ta åkeren ved gulgomning, tenkte vi ikkje så mykje på kva evne strået hadde til å greie seg når skurden kom seinare. Men ved skurdtresking er det avgjerande at åkeren kan bere avlinga oppe etter at kornet er moge.

Ymse sjukdomar skader ofte strået, så det blir meir eller mindre morke etter mogning, og derfor lett knekkjer. Somme sortar av stjernebygg får lett aksknekk (strået knekkjer litt nedfor akset), og på verharde stader kan dette gje store tap. Andre typar av stråknekk er òg velkjende.

Det er greitt at det er særst viktig å få til sortar med stivt og seigt strå som kan halde seg godt til skurden, men det er og greitt at dette ikkje er så enkel oppgåve. Sjukdom kan såleis føre til at elles stråsterke sortar får lei legde.

Med hjelp av mutasjonar framkalla på kunstig vis, har vi i seinare år fått sortar med stivare strå enn «morsorten», og det skulle vere von om stråstivare sortar etter kvart som denne foredlingsmåten blir vanlegare.

*Evne til å greie seg mot sjukdom* og ulaglege veksevilkår er verdfull. Det er ikkje alle kornsortane som greier seg like godt mot rust, sot og mjøldogg, mot insektåtak eller mot snau tilgang på eit eller anna næringsemne.

Det er særleg viktig å laga sortar som kan greie seg mot sjukdomar som vi ikkje har andre middel mot, t. d. mot mjøldogg (grasmjøldogg). Mjøldogg-soppen (*Erysiphe graminis*) tek på alle kornartene våre, men gjer mest skade i kveite- og byggåker. Soppen likar seg best i varmt og tørt ver, og er hos oss mest brysam på Austlandet.

Professor *K. Vik* fann ei mjøldoggresistent kveiteline i ein landsort frå Vestfold (3). Denne lina kryssa han med andre kveiteliner, og vi fekk Fram, Fram II og Ås II (4). Desse sortane var resistente mot mjøldogg då dei vart

utsende (1936–1945), men resistensen heldt seg berre til eit par år etter krigen. Det kom etter kvart mjøldogg-rasar som greidde desse sortane òg.

Kveitesorten Lade er ein av folllrikaste sortane i Trøndelag, men på Austlandet kan han ikkje tevle, visstnok særleg for di han er for lett mottakeleg for mjøldogg.

Her i landet har vi ikkje kornsortar som er resistente mot rottdrepar (*Ophiobolus graminis*), men frå andre land er det meldt om resistens hos ymse kveitesortar. Endå om desse sortane desverre ikkje er resistente hos oss, er det kanskje von om at planteforedlarane kan hjelpe oss i striden mot denne sjukdomen. Frå nokre andre land er det meldt om ein viss resistens mot augestråknakkjar (*Cercospora herpotrichoides*) hos somme kveitesortar.

Det hender at kornavlinga blir redusert for di plantane får for lite av eit eller anna næringsemne. På kalkrik jord og etter sterk kalking kan det såleis bli for snautt med mangan. Den gamle havresorten Perle greidde seg mykje betre mot manganskort enn Nidar II, og slike skilnader kan det vere grunn til å ta omsyn til i foredlingsarbeidet.

At haustkornsortane er vintersterke er avgjerande for dyrkingsverdet hos oss. Det er ikkje stor hjelp i andre gode eigenskapar, dersom sortane går ut om vinteren.

Vi har etter kvart fått mange vintersterke haustkveitesortar, og i det siste har vi fått etter måten vintersterke tetraploide haustrugsortar.

*Høveleg mogningstid* er overlag viktig. Veksevilkåra ymsar så mykje frå landsdel til landsdel at vi har bruk for mange sortar, sortar som m. a. varierer med omsyn til veksetid. Stort sett er det så at seine sortar er meir folllrike enn tidlege, og det er nok viktigaste grunnen til at vi så ofte bruker sortar som er i seinaste laget.

Etter at det vart vanleg med skurdtresking, er krava til mogningstid noko endra. Særleg til attleggsåker kan det vere grunn til å bruke ein relativt tidleg sort ved skurdtresking, både for di engplantane bør ha rimeleg veksetid etter skurden og for di åkeren ofte er svært oppbløytt om hausten, og gjerne meir oppbløytt di lengre det lid, så det lett blir svære køyreskader ved sein hausting.

Elles kan det kanskje seiast at vi no har mindre bruk for ekstremt tidlege sortar enn før, for di korndyrkinga har minka sterkt, eller vorte høilt borte, i strom med særleg stutt veksetid.

*Verresistens* er samnamn for ei gruppe eigenskapar som er særleg viktige ved skurdtresking, for med verresistens meiner vi eigenskapane som gjer kornet i stand til å tåle ulageleg ver i mogningstida og seinare, utan å tape i mengd og kvalitet. Det er særleg når kornet blir ståande på rot lenge etter mogninga at det røyner på. Verresistens-eigenskapane må no reknast mellom dei aller viktigaste sorteigenskapane hos kornet, for di både avlingsstorleik og kvalitet rettar seg så mykje etter verresistensen.

Eigenskapar som har med verresistensen å gjere kan samlast i to grupper:

1. Dei som gjer at strået held kornet opp frå jorda etter gulmogning, og hindrar dryssing, aks- og stråknakk, og dermed reduserer mengdetapet.

2. Dei som gjer at kornkvaliteten held seg. Her blir det særleg tale om resistens mot aksgroing, sprekkar i skalet og misfarging (2).

Det er i havre, kveite og rug det kan bli dryssing. I uver kan t. d. havre-åker i kyststrom få store tap på den måten.

Hos bygg kan det bli store tap ved at strået knekkjer. Særleg somme

stråstive stjernebygg-sortar får som nemnt ofte aksknekk. I dei likaste kornbygdene i Fosen har dei somme år etter at skurdtresking vart vanleg, hatt svære tap i Varde bygg, når hauststormane kom på overmogen åker. Når veret er ille, kan det bli mykje stråknakk i somme sortar av firkanbygg med.

Åtak av mikroorganismar utover hausten gjer ofte strået mørke og skjørt, så det lett brotnar. Resistens mot mikroflora (t. d. *Septoria*-arter) kan derfor hindre at strået blir skjørt.

Det er særleg resistens mot aksgroing som er viktig for å verne kornkvaliteten etter mogning, og denne resistensen kjem først og fremst av at kornet er spiretregt – ikkje spiremoge – i tida etter gulmogning. Somme kveitesortar med ekstremt opprette aks kan ha lett for å samle vatn i agnene, og tette aks med lodne agner held lenger på væta enn glisne aks med glatte agner, så det er ikkje berre den nedervde eigenlege resistensen mot aksgroing som avgjer groskaden.

Dei havresortane vi dyrkar er ikkje mykje spiretrege, men så lenge havreåkeren står, er det liten fare for groing, for agnene gjev kjernen så godt vern. Blir det berre ikkje legde, er gjerne havren spiretreg nok, når åkeren blir skurdteskt. Ved utetørring er det større fare for ein del groing. Endå om det ikkje blir mykje groskade på havren no, burde han vere meir spiretreg enn dei vanlege sortane er, og spiretregare sortar kan lagast.

Det er viktig at kornet er spiretregt nok om hausten, så spiretregt at det ikkje gror då. Om våren derimot, når kornet skal gro i åkeren, bør det gro lett. Sidan vi fekk svært spiretrege byggsortar, har det somtid vorte glissen åker ved sein såing og varmt ver i tida etter såinga. No er det så at spiretregt korn gror normalt etter høveleg oppvarming i lagringstida, men slike varmelagring kostar pengar og krev omtanke, og somme har meint at dei mest spiretrege byggsortane er for spiretrege. Det kan vel vere ymse meiningar om det, men alle er venteleg samde om at dei aller fleste kornsortane vi dyrkar no, er for lite spiretrege.

Matkorndyrkinga (kveite- og rugdyrkinga) har gått mykje tilbake etter krigen, og styremaktene har sett med uro på denne tilbakegangen. I von om å gje matkorndyrkinga betre vilkår, er det i seinare år løyvt ekstraordinære midlar til matkornforedling. Utan at det kan lagast gode kveitesortar som er mykje spiretregare enn dei vi har, er det nok lita von om å få fart i matkorndyrkinga.

Det vi til vanleg kallar *skal* hos havre og bygg, er mindre verdt enn resten av kornet, og derfor er det eit foredlingsformål å redusere skalprosenten. Dyrkaren får same prisen anten kornet har tynt eller tjukt skal, og difor er det rimeleg at han legg lita vekt på kor tjukt skalet er. Nokre gode nederlandske havresortar har svært tjukt skal. Somme havresortar med særleg tynt skal har lett for å miste skalet ved tresking, så det er ikkje alltid berre føremoner med tynt skal.

I ein forsøksserie på Statens forsøksgard Voll hadde havresorten Voll 22,2 % skal, Titus 24,3 %, Pendek 24,8 og Pol heile 27,6 %, så det kan vere store skilnader mellom sortane. Når Pol har så svær skalprosent, heng det noko saman med smått korn. Tusenkornvekta var i same forsøka 37,9 g for Voll og 31,6 g for Pol (1).

*Snerp* på kornet likar vi ikkje, men hos bygg har det så mykje å seie for avlingsstorleiken at vi ser det ikkje som noko mål å lage byggsortar utan *snerp*. Derimot kan det vere foredlingsformål å lage byggsnerp som er sprøtt og

glatt. Sprøtt snerp er lett å treskje av, og glatt snerp hefter seg ikkje fast, så korn med glatt snerp er greitt å arbeide med.

Det er ein opplagd føremon med glatt snerp på bygg, men dersom denne eigenskapen og dårleg frøsetjing må følgjast åt, for di det er sammenheng mellom glatt snerp og lite hår på arret i blomen, kan det vere grunn til å gje avkall på glatt snerp.

Glatt snerp tettar ikkje så lett såldå i treskjeverket, men elles er denne eigenskapen mindre viktig no enn før, for di ein ved skurdtresking ikkje treng handtere loa.

På havre vil vi helst ha minst mogleg snerp.

*Høveleg kjemisk innhald* i kornet er ønskjeleg, men kornet blir ikkje betalt etter kjemisk innhald. Til malting skal bygget ha mest mogleg stive og lite protein, men vi avlar ikkje maltbygg no. Til anna bruk kan det vere godt med meir protein i kornet.

At kveiten har god bakeevne er viktig, men likevel mindre viktig hos oss enn i mange andre land, for di vi sjølve dyrkar så lite av det brødkornet vi bruker.

*Dei mest aktuelle oppgåvene* i norsk kornforedling nett no er kanskje:

*For bygg*

å lage meir verresistente halvtidlege og tidlege sortar som høver i kyststrok med, og som høver godt i attleggsåker. Det er særst viktig at desse sortane har god stråkvalitet.

*For havre*

å lage meir verresistente sortar. Det er især bruk for betre halvseine sortar.

*For kveite*

å lage sortar som er mykje meir verresistente enn dei vi har. Til bruk i Trøndelag er dei sortane vi no dyrkar i seinaste laget. Her trengst det ein sort som er tidlegare enn Lade, har stivare strå og er meir verresistent (meir spiretreg).

## Potet

For potet òg er det viktig med *stor avling*, men stor avling har noko ulik tyding etter kva potetene skal brukast til. Av matpotet er det om å gjere å få stor avling av knollar med storleik som høver til matbruk, medan det av fôrpotet er viktigast å få stor tørremneavling. For den som spesialiserer seg på setjepotetavl er det spørsmål om størst mogleg avling av knollar som kan seljast til setjepotet.

Mange av finaste matpotetsortane gjev heller lita avling, men det finst sortar som både har fin kvalitet og stor avling. Kerrs Pink er no viktigaste matpotetsorten her i landet, vel særleg for di folk likar kvaliteten, og denne sorten gjev stor avling i mange kyststrok.

*Sjukdomsresistens* er overlag viktig for potetene. Alle nye sortar er kreftimmune, og planteforedlarane legg vekt på motstandsevne mot ei mengd sjukdomar.

Tørrøten (av algesoppen *Phytophthora infestans*) gjer skade både med å minke avlinga og med å gje dårlegare kvalitet. Mange gode potetsortar er no borte frå beste potetdyrkingsstroka i landet for di dei er for veike mot tørrøte. Somme av dei (Ûp to date, Abundance) kan ein finne her og der i fjellbyggdene og nordpå, der tørrøten er mindre brysam.

Vi har etter kvart fått mange sortar som er sterke mot tørrøte, såleis den norske Ås. Kerrs Pink, viktigaste matpotetsorten vår, er så veik mot tørrøte at dyrkarane får store tap, endå dei bruker ei mengd pengar til tørrøtesprøyting i Kerrs Pink. Skorten på resistens mot tørrøte er utan tvil leiaste lytet hos denne sorten.

Det er ikkje så enkelt å få til god motstandsevne mot tørrøte for tidlege og halvtidlege sortar, men tørrøten er så lei potetsjukdom at resistensforedling her er særst viktig.

Vi har etter kvart lært å kjenne meir eller mindre godt ei rekkje virusjukdomar hos potet, og det er alt laga sortar som går fri av ein del av desse sjukdomane, men det seier seg sjølv at når det er tale om så mange virussjukdomar, er det vanskeleg å lage sortar som greier seg godt mot alle. Virussjukdomane fører kvart einaste år til store avlingstap, og det er viktig å lage sortar som får avlinga minst mogleg redusert (eller skadd på annan måte) av desse sjukdomane.

Det er mange skurvsjukdomar òg som årvisst gjer skade på potetene. Vi har fått norske sortar (Ås, Beate) som er etter måten sterke mot flatskurv (av strålebakterien *Streptomyces scabies*), og det er skilnad på sortane når det gjeld resistens mot somme andre skurvsjukdomar med, så det er von om at foreddarane kan få fram sortar som er meir motstandsføre enn dei vi no bruker. Kerrs Pink er svært veik mot blæreskurv (av konidiesoppen *Oospora pustulans*.)

Potetnematode eller potetål (*Heterodera rostochiensis*) er eit lite skadedyr som vi tek til å merke her i landet med. Det er alt laga sortar som er immune i alle fall mot somme rasar av potetnematoden.

*Det kjemiske innhaldet* i tørrstoffet varierer noko frå sort til sort. Sukkerinnhaldet ymsar mykje, både etter sort, vekse- og lagringsvilkår. Matpotetene får lei søtsmak når sukkerinnhaldet blir for høgt, og *det* blir det når lagringstemperaturen er like over 0 °C. Det er ikkje alle sortane som får lei søtsmak like tidleg ved kjøleg lagring. Pimpernel får lettare søtsmak enn Kerrs Pink. Potet som skal kokast i olje må ha lågt sukkerinnhald, for elles får dei stygg brunfarge.

Vi vil helst ha sortar med lågt sukkerinnhald, og for industriell framstilling av ymse potetprodukt (chips o. a.) er det heilt avgjerande at innhaldet av reduserande sukkerarter er lågt.

Proteininnhaldet i knollane er på snautt 2 %, så potetene er heller proteinfattige. Ville, nærskylde arter har mykje høgare proteininnhald, så det let seg nok gjere å auke proteininnhaldet, og det er nok ønskjeleg med proteinrikare potet til somme slag bruk.

*Knollform* og *knollstorleik* tel mykje for matpotetene, og kan vere viktig for potet til anna bruk med. Når potetene blir skala føre kokinga, er forma viktig for skalingssvinnet. Er knollane velforma, med grunne grohol og grunt navlefeste, går lite vekk ved skalinga, og maskinscaling går greitt.

For matpotet er det viktig at knollane er jamnstore, og korkje for store eller for små. Førpotet kan gjerne vere noko storknolla. Ein sparar arbeid med det.

*Rismengda* ymsar mykje frå sort til sort. Saga har lite, Pimpernel mykje ris. Bladrike sortar med mykje ris har god evne til å døyve ugraset, men gjev noko meir arbeid når riset skal vekk føre opptakinga. Sortar med svært ris greier seg gjerne betre mot tørke enn sortar med lite ris; og litt betre mot frost, for di øvste blada vernar dei nedste mot utstråling.

*Veksemåten* òg kan vere viktig. Det er bra om knollane veks så pass nedi jorda at dei ikkje lett blir skjemde av lyset, og at dei veks samla, så ikkje for mange vert sundkøyrde ved opptakinga. Alle som har dyrka Pimpernel, veit at dei lange jordrenningane kan lage bry.

*Høveleg veksetid* er avgjerande for ein tidlegpotetsort, og kan vere viktig for andre sortar med. Ein tidlegsort må gje knollar som er brukande så tidleg som mogleg. Vi treng òg sortar som er ferdige til bruk litt seinare. I Sør-Noreg treng vi sortar med veksetid om lag som King George V, like etter at tidlegpotetsesongen er slutt, og i høgtliggjande bygder og langt nordpå treng vi slike sortar til vinterbruk. Størst avling gjev som regel sortar som kan nytte heile veksetida, så der veksetida er lengst, er det naturleg å nytte heller seine sortar.

*Lagringsevna* er ikkje like god hos alle sortane, av mange grunnar. Ein sort som er veik mot tørrøte, greier ikkje kjellarlagringa godt etter tørrøtear. Men endå om potetene kjem friske i kjellaren, har ikkje alle sortane like stort lagringssvinn. Enzymrike sortar har meir intense livsfunksjonar enn andre. Dei andar sterkare og gror tidlegare, og held seg dårlegare når dei skal brukast mot slutten av sesongen.

*Frostresistens* er ønskjeleg, men som kjent tåler potetene lite frost. I Sør-Amerika er det både ville og dyrka *Solanum*-arter som tåler noko frost, og ved å krysse slike arter med vanleg potet, er det kanskje mogleg å lage potet-sortar som tåler meir frost enn dei vi no dyrkar.

Potetriset fryser ved  $\div 1$  °C. Sein vårfrost gjer likevel ikkje så ofte nemnande skade, for potetplanten skytt lett nye skot på den årstida. Verre er det med tidleg haustfrost, som stoppar all vokster dersom riset fryser heilt ned. Frost om hausten reduserer ofte avlinga mykje her i landet, så vi treng sortar med betre evne til å greie seg mot haustfrost.

*Kvaliteten* er viktig, men det er ikkje alltid lett å avgjere kva som er god kvalitet hos potet. Det er greitt at det rettar seg etter kva potetene skal brukast til. For matpotet rettar det seg elles etter smak og tykke hos den einskilde, og det er vanskeleg å finne høvelege, objektive kvalitetsmål.

Det er før nemnt noko om knollform og -storleik. Matpotetene bør helst vere jamstore, og det er mogleg at vi etter kvart kjem til å krevja mindre knollar enn det som har vore vanleg. Men knollstorleiken kan regulerast dyrkingsteknisk, så det er viktigast at sorten har jamstore knollar.

Skalfargen er ikkje heilt uviktig, for di så mange her i landet har ein tanke om at raud skalfarge og god kvalitet høyrer saman. Kjøtfargen kan ein heller ikkje sjå bort frå. Hos oss likar vel dei fleste kvit kjøtfarge best, noko som vel heng saman med at Kerrs Pink er vanlegaste matpotetsorten, men somme held på gul kjøtfarge. Kva for ein farge folk likar best – kvit eller gul – er ei vanesak, men alle likar rein kvit- eller rein gulfarge. Somme sortar har grågul eller gråkvit kjøtfarge, og det må reknast som lyte.

Etter koking får potetene somtid ein lei mørkfarge, noko som m. a. kan hange saman med gjødslinga, men det er sortsskilnad her med. Somme sortar får lett slik mørkfarging, medan ein sjeldan ser dette lytet hos t. d. Kerrs Pink.

Mekanisk skade på potetene skjemma mykje, endå om skadane ikkje går så djupt. Ikkje alle sortane blir like lett skadde. Stort sett er det så at tørrstoffrike sortar tåler meir enn tørrstofffattige, men av og til får ein mykje av leie sprekkar i tørrstoffrike sortar som Gullauge, Pimpernel og Jøssing.

Smaken varierer frå sort til sort. Kerrs Pink har mild smak, er mest utan smak, medan Pimpernel har tydeleg «potetsmak», og folk venner seg lett til både desse typane. Men noko slag attåttsmak eller usmak (jordsmak, heisk-smak, søtsmak) bør potetene ikkje ha. Det er vel så at berre potetene ikkje har usmak, tel smaken mindre enn dei fleste reknar med.

Det er likt til at ein større og større del av potetene vi et, etter kvart blir stelt på annan måte enn før. Her i landet har vi gjerne ete potetene utan anna tilstelling enn koking i vatn, men i seinare år har industrien teke hand om noko av matpotetene og. Husmødrene vil gjerne ha mat som kan serverast utan nemnande arbeid, og vi har fått i handelen norske poteter som er kokte i olje, og vi har fått dehydrerte poteter (flakes o. l.), som er tørka etter koking og mosing. Det blir ofte sett spesielle krav til potet som skal omlagast til eit eller anna matprodukt, og potetforedlaren må ta omsyn til slike krav.

Før fôrpotetene er det først og fremst om å gjere å få stor tørrstoffavling. Det kunne nok vere ønskjeleg med høgare proteininnhald i potet til fôr, men så lenge det er god tilgang på kraftfôr, er ikkje proteininnhaldet i potetene så viktig.

Potet til sprit- og potetmjølindustrien blir betalt etter stiveinnhald, og er stiveavlinga for to sortar lik, så er det som regel mest lønsamt å dyrke den sorten som har høgste stiveprosenten. Med høg stiveprosent blir det ikkje så stor knollavling å handtere.

Nett no er vi særleg interesserte i ein potetsort som har like god og like stabil matkvalitet som Kerrs Pink, som gjev minst like stor avling, men er mykje sterkare mot tørrøte, som har penare knollform og jamnare knollstorleik, og som ikkje startar groinga så tidleg på etterjulsvinteren eller våren.

Vi treng òg ein sort som kan haustast like tidleg som King George V, men har betre matkvalitet og høgare tørrstoffinnhald, ein som er like tørkeresistent, og sterkare mot tørrøte på riset.

Somme nye tidlegpotetsortar er nok betre enn dei vi har før, men dei fleste av dei er altfor veike mot ymse sjukdomar.

## Eng- og beiteplantar

Planteforedlarane har ikkje hatt så mykje å seie for eng- og beitedyrkinga som for korn- og potetdyrkinga. Eng- og beiteplantane er etter måten unge kulturplantar, og det er ofte liten skilnad mellom dei sortane vi dyrkar og dei ville stamformene. Det har gjerne vist seg vanskeleg å lage sortar som er betre enn dei som er laga ved naturleg utval gjennom vanleg dyrking og frøavl, noko som både heng saman med økslingsmåten og med at engplantane til vanleg er fleirårige, medan åkervokstrane som regel ikkje skal overvintre.

Før somme arter er det i seinare år laga sær verdfulle sortar med å auke talet på kromosomsett (genom).

### *Engplantane*

*Stor avling* må vi krevje av engvekstane med. Vi bruker alle plantedelane over jorda, men alle desse delane har ikkje like stor fôrverdi. Sidan blada er meir verdfulle til fôr enn stenglane, vil vi gjerne ha stor bladprosent, men særleg når graset skal stå med tanke på høyberging, krevst det ein god del stenglar, så enga ikkje blir for tett i botnen og ikkje får lei legde.

Engplantane må vere *vintersterke* og *varige*. Det er greitt at det hjelper ikkje stort om ein sort eigenleg er varig, dersom han ikkje greier vintrane der han blir dyrka. Men det er ikkje alltid at dei mest vintersterke sortane høver best, for saman med evna til å greie vanskelege vintrar følgjer gjerne stutt veksetid. I alle fall i det meste av landet er det så at vintersterke sortar startar veksinga noko seint om våren, veks svært raskt midt på sommaren, og sluttar vekse tidlegare på hausten enn mindre vintersterke sortar av samme art.

Når eng på flatbygdene i Trøndelag blir hausta til vanleg høyslått, gjev timoteisortar frå Austlandet og sortar frå Nord-Noreg om lag like stor avling i denne slått, men dei nordnorske sortane gjev minst hå. Dersom ein ikkje legg noko særleg vekt på håavlinga, er det best å bruke nordnorsk timotei, som ein veit greier vintrane godt. Men dersom det gjeld gras til surfôr eller grasmjøl, lyt enga haustast minst 2-3 gonger for sommaren, og då kan ikkje nordnorsk timotei tevle med mindre vintersterke sortar som greier dei aller fleste vintrane.

Det kan elles vere mange eigenskapar som ligg til grunn for evna til å greie vinteren. Det kan vere evne til å tåle låg temperatur, oppfrysing, djup snø som ligg lenge, isdekke og soppåtak.

Det er ei mengd *soppsjukdomar* og *skadedyr* som reduserer engavlinga. Det kan vere tale om skade av virus òg, men det har vi enno lite greie på. For somme engplantar kan evne til å greie seg mot sjukdom og skadedyr vere avgjerande. Ulva raudkløver kan t. d. greie seg tolleg godt på jord som er så sterkt smitta med stengel nematode eller kløverål (*Ditylenchus dipsaci*) at vanlege kløversortar er ubrukande.

Veksemåten kan ha mykje å seie for kva engplantane duger til. God buskingsevne er viktig for enggrasartene, særleg når enga er noko uttynna om våren.

*Stivt strå* blir viktigare, særleg for gras som skal dyrkast til høy, etter kvart som vi gjerne vil bruke større og større gjødselmengder. Det er i seinare år laga timoteisortar her i landet med stivare strå enn vanleg, men desse sortane har gjerne høgt trevlinnhald, og det er ein uønskt eigenskap. Det er ikkje urimeleg at stivt strå og høgt trevlinnhald følgjest åt, men det kan vel likevel vere von om å lage former med stivare strå utan at trevlinnhaldet auker.

*Høveleg veksetid* kan vere viktig m. a. for di vi gjerne dyrkar fleire arter saman. Det er då best å bruke sortar som er hausteferdige til same tid. Det gjeld særleg når enga blir hausta berre ein gong, med tanke på høyberging, for di ein då gjerne vil vente med haustinga til grasartene har skote og kløverartene byrja bløme. Tidlegare slåing gjev mindre avling, og seinare slåing gjev dårlegare fôr.

Engsvingel og hundegras er tidlegare enn timotei og raudkløver. Likevel har det ikkje så mykje for seg å lage engsvingel- og hundegrassortar som samsvarar betre med timotei og raudkløver i veksetid, for engsvingel og hundegras høver betre til beite og til surfôr- og anna tidleg slått enn til høyslått, og ved slik tidleg hausting er det mindre viktig at alle artene i blandinga er like tidlege.

*Frøavlinga* er ikkje uviktig, endå om ho er langt mindre viktig her enn hos kornartene og oljevekstane, som først og fremst blir dyrka for frøet. Det er særleg dei vegetative delane som er verdfulle hos engvekstane, men blir frøavlinga for lita, kan det bli vanskeleg å halde liv i vedkomande sort.



### Eng- og beiteplantane

bør ha høg næringsverdi. Innhaldet av verdfulle næringssemne bør vere så høgt som mogleg, medan innhaldet av emne som ikkje er til nytte for husdyra bør vere lågast mogleg. Til no har det vore vanskeleg å få granska prøver av eng- og beiteplantar i meltingsforsøk her i landet, men det blir vonleg lettare i framtida. Resultata frå engforsøka er til vanleg berre oppgjevne i kg høy eller kg tørrstoff pr. dekar, og så er det kanskje tal for kjemisk analyse som viser innhald av vanlege næringssemne. Men det er ikkje så visst at ein kan rekne seg til produksjonsverdien for dei einskilde planteartene og -sortane etter desse tala, og vi må venteleg i framtida leggje større vekt på den produksjonsverdien graset eller grasprodukta har i husdyrhaldet.

At plantane er smaklege, er nok alltid viktig, men det er særleg viktig på eit beite, for di dyra der har så lett for å velje og vrake. Elles må vi vel rekne med at etter kvart som husdyrproduksjonen blir meir intensiv, blir det viktigare med høveleg næringsinnhald i plantane, og etter kvart som vi aukar gjødselmengdene, blir det større fare for lite høveleg forhold mellom mineralstoffa i planten, og kanskje fare for skadeverknad på husdyra, t. d. av for høgt nitratinnhald.

Kor mykje planteforedlarer kan gjere til å betre det kjemiske innhaldet i eng- og beiteplantane, er vel enno noko uvisst. Lettast er det kanskje å få gjort noko her med å endre tilhøvet mellom blad og stengel, men for stor bladmasse fører som nemnt ymse ulemper med seg.

### Timoteien

er verdfullaste engplanten her i landet, og han er særleg verdfull der enga ligg berre nokre få år, og blir hausta til høy. Sidan timoteien er eit typisk strågras, høver han ikkje så godt til hausting ofte, t. d. ved beiting eller surfor slått.

Vi har mange gode timoteisortar, og det er ikkje lett å lage nye som er betre enn dei vi har, m. a. for di betring i *ein* eigenskap ofte har uønskt verknad på ein annan. Som alt nemnt: når strået blir stivare, aukar gjerne trevleinnhaldet, og når overvintringsevna blir betre, minkar gjerne håavlinga.

Likevel må vi vone at planteforedlarane kan gje oss sortar som er betre enn dei vi har. Å auke stråstyrken er viktig, for di det er så avgjerande for avlingsmengda at det let seg gjere å bruke mykje nitrogengjødsel til enga.

Det er òg viktig å betre resistensen mot sjukdomar. Det skulle vel vere mogleg å overføre noko av den resistensen nordnorske sortar har mot *Typhularter* (trådklubbe-sopp) til sorter med betre håvokster.

### Engsvingel

får vi meir bruk for no, når ein større og større del av engavlinga blir lagd i silo. Vi har ein norsk sort (Løken) som gjev stor avling, og som er meir vintersterk enn andre sortar som er i handelen.

Engsvingelen går lettare ut om vinteren enn timoteien, men norske sortar greier seg likevel godt i det meste av landet. Lengst nord treng vi likevel meir vintersterke sortar enn dei som er i handelen, og vi har lokalsortar som er meir vintersterke. Dei vintersterkaste sortane har kort veksetid, og høver derfor ikkje så godt sør i landet, så vi treng meir enn *ein* sort.

Det er stor skilnad på næringsinnhaldet i blad og stengel hos engsvingel, og vi vil derfor ha bladrike sortar, men skal det vere von om å halde liv i ein sort, må han gje rimeleg frøavling, og *det* er det ikkje lett å få på særsladrike sortar.

### Hundegras

er lite brukt her i landet, men i seinare år har det vorte meir interesse for eit gras som høver til 3–4 gongers slått i beste jordbruksstroka, og som kan gje att for store gjødselmengder, og somme har då festa seg ved hundegras.

Vi har ingen norske hundegrassortar som vi veit er høvelege. Dei utanlandske sortane som er i handelen, er for lite vintersterke i det meste av landet. Somme nordnorske hundegrassortar er mykje vintersterkare, men dei er tilmåta ei stuttare veksetid, så det er nok fare for at dei gjev for lita avling der andre sortar òg greier vinteren.

Hundegraset blir ofte skjemt av soppflekker, særleg om hausten. Dei soppjukdomane som skjemmer føret mest er hundegrasrust (*Uromyces dactylidis*) og hundegrasfleck (*Mastigosporium rubricosum*). Det finst hundegrassortar som er tolleg sterke i alle fall mot den første av desse.

Det finst etter måten seine hundegrassortar òg, men det er tvilsamt om det er grunn til å arbeide mykje for å få til gode seine sortar, sortar som kunne høve betre saman med andre vanlege engplantar. Det er likt til at det er vanskeleg å få stor avling av sortar som skyt seint, og hundegraset høver ikkje særleg godt saman med timotei og kløver, endå om ein ser bort frå skilnaden i veksetid.

Det gjeld først og fremst å finne eller lage hundegrassortar som er vintersterke nok, som gjev stor og verdfull avling, og som greier seg bra mot soppjukdomar.

### Bladfaks

er prøvt her i landet sidan før hundreårsskiftet, men svært få dyrkar bladfaks. Det høver best på tørrlendt jord, eller i alle fall vel grøfta jord, til eng som skal liggje lenge. Foredla (utanlandske) sortar har hatt vanskar med å tevle med vanleg handelsvare frå visse strok i Canada, så det er kanskje ikkje så store voner om god framgang ved foredling.

Ønskjemål er særleg betre stråstyrke og betre overvintringsevne. Dette med overvintringsevna er elles noko uklårt. Somme stader greier bladfakset vintrane betre enn dei fleste andre grasartene, medan det altfor lett går ut om vinteren andre stader.

### Vanleg raigras

blir litt brukt sørvest i landet. Det er for lite vintersterkt andre stader, og det trengst derfor vintersterkare sortar.

### Eittårig raigras

dyrkar vi om lag som havre til grønfor. Den typen som har størst interesse er vel den reint eittårige, den vi gjerne kallar westerwoldsk raigras. Dette raigraset gjev stor avling når sommaren ikkje er for stutt. Det veks heller seint til fram mot skyting, men etter hausting veks det uvanleg snøgt. Til bruk med ein gong (beiting eller grasføring) høver slikt raigras godt, men det har

lågt tørrstoffinnhald (10–15 %), så det høver dårleg til tørking, og ikkje særleg godt til surfor. I Mellom-Europa er det ikkje så aktuelt å konservere raigraset, og det er derfor rimeleg at foredlarane har lagt lita vekt på tørrstoffprosenten. Hos oss derimot skulle vi gjerne hatt høgare tørrstoffprosent.

Det er mogleg at foredlarane kunne få fram typar av westerwoldsk raigras som høver betre til attlegg, endå ein må vere budd på at det er vanskeleg utan at det går ut over avlingsmengda eller kvaliteten. Westerwoldsk raigras høver betre enn vanleg italiensk raigras til attleggsåker, men dersom det blir gjødsla og stelt så det gjev stor avling, er det vanskeleg å få god eng etter attlegg i westerwoldsk raigras òg.

Så sterkt som vi gjerne gjødslar raigraset, er det fare for at nitratinnhaldet kan bli så høgt at det skader dyra, når raigraset blir brukt som einaste dagsforet. Vi treng derfor raigrassortar som ikkje så lett får for høgt nitratinnhald.

Vi bruker no nokre hundre tonn frø av eittårig raigras for året. Det er mogleg vi burde avle noko av dette frøet sjølve, og i så fall var det naturleg med norsk foredlingsarbeid i eittårig raigras, særleg med tanke på å lage ein etter måten tørrstoffrik sort som ikkje så lett får for høgt nitratinnhald.

### Engrapp

har vi gjerne kalla typisk beitegras. Engrappen høver ikkje i eng som av og til skal pløyast, og er ikkje så aktuell i fulldyrka som i permanent overflatedyrka beite, m. a. for di han lett blir ugras i åkeråra.

I Nord-Noreg og i fjellbygdene er det no svær interesse for gras som høver til surfor. Dei nordnorske timoteisortane gjev for lita håavling, og det er likt til at timoteien vanskeleg greier to haustingar for året lengst nord i landet.

Ein nordnorsk engrappsort (Holt) er nyleg godkjend, og denne sorten har gjeve stor avling i forsøk i Troms og Finnmark, Nord-Finland og Island. Holt engrapp er sterk mot grasmjøldogg (*Erysiphe graminis*), men ikkje mot rapprust (*Puccinia poae-nemoralis*), som ofte skader engrappen mykje nordpå. Det kunne vere ønskjeleg å få overført betre resistent mot rapprust frå andre sortar, men dersom sorten berre har apomiktisk frøsetjing, går ikkje det. I så fall blir det vel helst spørsmål om å leite etter former som er sterkare mot rapprust, og elles har mest mogleg av dei gode eigenskapane som Holt engrapp har. Det finst ei mengd med former av engrapp i eng og beite her i landet, former som enno ikkje er prøvde i forsøk.

### Raukløver

er ein av viktigaste engvekstane våre, men etter siste storkrigen har interessa for kløverdyrking minka mykje. Det løner seg å bruke mykje nitrogen-gjødsel til enga, og denne gjødsla hjelper til å gje grasartene overtaket. Desutan har sjukdomar og skadedyr vorte brysame, særleg i beste jordbruksstroka, og frø av gode kløversortar er svært dyrt. Men kløveren er så verdfullt husdyrfôr at det er enno god grunn til å dyrke han.

Vi treng raukløver som er sterkare mot kløverrøte (*Sclerotinia trifoliorum*) og stengel nematode (*Ditylenchus dipsaci*), og som har betre overvintringsevne enn dei sortane som no er i handelen. Særleg verdfullt var det om vi kunne få tetraploide sortar som gav god frøavling, og elles var like gode som dei beste vi no har.

## Rotvekstar

Her skal vi ta med berre kålrot og nepe.

Det store kravet til arbeid har vore ei alvorleg hindring for rotvekstdyrkinga i seinare år, endå vi har fått ei rekkje hjelpemiddel som gjer det mogleg å minke arbeidsforbruket. Haustarbeidet kan såleis mekaniserast mykje, dersom rotvekstane har høveleg form og veksemåte. Det er inga sak å ta kålrotblada med skyffel eller fôrhauster, og det går bra med rundnepe med, når dei har blada bra samla. Verre er det med lang- og flatneper.

Til fôr er det tørrstoffavlinga som tel, og sidan vi ikkje vil handtere meir vatn enn naudsynt, er det ein føremon med tørrstoffrike sortar, når berre tørrstoffavlinga er stor.

Det er ikkje alltid så lett å nytte rotvekstblada på høveleg måte, og det er derfor særleg viktig med stor rotavling.

Rotvekstane blir ofte skadde av sjukdomar og insektåtak. Klumprot (av *Plasmodiophora brassicae*) er ein sær sars lei sjukdom på kålrot og nepe, og på andre arter av same familien. Ingen kålrot- eller nepesort er immun mot klumprot, men det er tydelege sortsskilnader i motstandsevne, og rotvekstforedlarane har i lang tid lagt vekt på klumprotresistensen i arbeidet sitt.

Både kålrot og nepe gjev stor avling, men det er ikkje så lett å lagre denne avlinga utan store næringstap. Særleg nepe er det vanskeleg å lagre i lang tid. Når rotvekstane så lett rotnar i lagringstida, kjem det gjerne noko av at dei er skadde av sjukdom eller insektåtak. I somme landsdelar er dei såleis mest alltid skadde av kålflugeåme (*Hylemyia sp.*) Etter kvart som vi får betre kjemiske og biologiske hjelpemiddel mot skadeinsekt, kan vi minske slik skade, men det blir nok alltid viktig å få sortar som blir minst mogleg skadde både av sjukdomar og innsekt.

Frå Amerika er det meldt om resistens mot kålflugeåme hos kålrot, og det er som kjent ikkje alle nepesortane som tåler lagringa like godt, endå om dei ikkje er insektskadde, så her er det arbeidsoppgåver for planteforedlarane.

Dei rotvekstane vi dyrkar, set rot første året, og året etter kan vi avle frø på dei. Men det hender at ein del plantar set frøskot alt første året. Denne stokkrenninga er eit leitt lyte, og ein god sort bør ha evne til å unngå stokkrenning endå om vertilhøva er såleis at somme sortar set frøskot.

Vi er såleis særleg interesserte i rotvekstsortar med stor rotavling og høgt tørrstoffinnhald, men foredlaren må og ta omsyn til resistens mot sjukdomar og insektåtak, til rotform og veksemåte, til lagringsevne og til anlegg for stokkrenning.

### Kålrot

dyrkar vi både til fôr og mat.

Når kålrota skal seljast til mat, blir det lagt særleg vekt på storleik, skalfarge og form. Den som brukar rota er òg interessert i sjølv matkvaliteten, som rettar seg etter kjemisk innhald, smak og konsistens hos rotkjøtet, og foredlaren må alltid ha desse særkrava vi set til matkålrota i tankane.

Lengst nord i landet får dei ofte stokkrenning i kålrotakeren, når dei dyrkar sortar frå sørlegare strok. Somme nordnorske sortar går sjeldan i stokk, og har andre eigenskapar med som gjer dei vel omtykte, så det blir avla frø av dei til bruk nordpå. Det kunne vere grunn til å freiste kombinere dei gode eigenskapane hos desse nordnorske sortane med dei beste eigenskapane hos dei sortane som er mest i bruk lengre sør i landet.

## Nepe

Vi treng ei rundnepe som elles er minst like god som Foll, men sterkare mot klumprot. Med tanke på stripebeiting kunne vi og ønskje oss ein bladrikare type av kvit Mai.

## Sluttmerknader

Vi har ingen norsk frøavl av førbeter og grønfrøvekstar (bortsett frå korn,) og vi har derfor ikkje hatt norsk planteforedling med desse vekstane. Dei fleste som har dyrka oljevekstar (raps og rybs) til frø, har vel sådd innført frø, men no dyrkar vi så mykje oljevekstfrø at det kunne vere grunn til å kome bort frå noko av denne frøimporten. Det skulle då vere rimeleg å få i gang norsk planteforedling her med, særleg med tanke på å få fram tidlegare sortar.

Den raske omlegginga som no skjer i næringslivet, har nådd jordbruket med, og mange foredlingsoppgåver som er aktuelle i dag, er kanskje uaktuelle om få år. På den andre sida må ein rekne med at det kjem til å dukke opp nye foredlingsoppgåver etter kvart som jordbruket blir omlagt.

Kornsortar som i seinare år er utsende, har gjerne vore resultat av kryssing 20–30 år føreåt, så det er ikkje merkeleg om planteforedlaren har visse vanskar med å stette dagsaktuelle krav frå bøndene. Det er særskild viktig at planteforedlaren har god kontakt med moderne jordbruk, og har evne til å sjå framover, så han i tide kan leggje om planteforedlinga med tanke på nye krav som melder seg.

## Samandrag

I artikkelen freistar ein vise kva som no er aktuelle oppgåver i norsk planteforedling med det vi reknar som vanlege jordbruksvekstar. Vekstar som det har vore vanleg å rekna til hagebruket, er ikkje medtekne, og som regel heller ikkje jordbruksvekstar som vi ikkje har avla frø av her i landet.

For alle jordbruksvekstane er vi interesserte i stor og årsikker avling. Skal vi få det, må vi ha sortar som greier seg godt mot sjukdom og skadedyr, og som har evne til å nytte mykje gjødsel. Fleirårige vekstar må òg greie vinteren godt.

For dei einskilde jordbruksvekstane er det elles mange særkrav. For korn er det særleg aktuelt å lage sortar som er verresistente, og som har stivt strå, så kornåkeren kan gjødselast godt utan at det blir lei legde.

Alle kornartene har dyrkingsgrensa mot nord her i landet, så det er greitt at det er viktig med kornsortar som er tidlege nok. Til bruk i Trøndelag er alle vanlege dyrka kveitesortar i seinaste laget.

Av potet treng vi nye sortar som har like god og stabil matkvalitet som den vanlegaste matpotetsorten i landet (Kerrs Pink), som er sterke mot tørrøte, har pene og jamstore knollar, og ikkje byrjar gro for tidleg på året. Det er elles viktig med resistens mot så mange andre sjukdomar enn tørrøte som mogleg.

Eng- og beiteplantane må vere vintersterke og varige, og dei må vere næringsrike. Vi treng stråstivare timotei, og engsvingel som greier vintrane betre enn den beste sorten vi no har. Vi treng og hundegrasssortar som er

meir vintersterke enn dei vi no kjøper frå utlandet, sortar som er sterke mot soppjukdomar òg.

Av raudkløver er det særleg viktig å få sortar som er sterke mot soppjukdomar og stengelneematode, og som er vintersterke nok.

Viktigaste oppgåva for rotvekstforedlaren er nok å laga sortar av kålrot og nepe som er sterke mot klumprot. Kålrota må dessutan ha gode mategenskapar, og nepa må høve godt til mekanisk opptaking.

### Summary

The article intends to show some of the most actual objects of Norwegian plant breeding at the present time, regarding plants which are reckoned as common crops of agriculture. Species, which are thought to be likely for horticulture are not dealt with in the paper, and as a rule neither species of agriculture from which we do not produce seeds in this country.

For all crops of agriculture the most important aim is to receive large and regular yields. For that purpose varieties resistant to diseases and vermins and with a good capacity of benefiting high amounts of fertilizers are needed. Perennial plants also need the ability of standing the winter climate of this country. Besides, there are for certain crops many special demands.

For grain it is actual to breed varieties which are resistant to sprouting in the ears and with a stiff straw so that the fields can be well fertilized without resulting in bad lodging of the crop. All cereal species have in this country their borderline for cultivation to the north. So it is clear enough, that it is important to have varieties of early ripening. At farms in Trøndelag (the district about Trondheim) all the usual cultivated varieties of wheat are at the latest in ripening.

Of potatoes we need new varieties which have an equal and persistent table quality like the mostly grown variety of table potato in this country (Kerr's Pink), which are resistant to late blight (*Phytophthora infestans*) and have smooth and regular sized tubers and do not start sprouting too early in the winter when stored. Resistance to as many other diseases as possible than late blight will also be of the greatest importance.

Meadow and pasture plants must be able to stand the winters and also be persistent and give a nourishing forage. We need timothy with stiffer straw and meadow fescue of a better wintering ability than the present varieties cultivated. We also need cocksfoot more resistant to the winter climate than our present imported varieties and also with a better resistance to fungous diseases.

Of red clover it is most important to get hold of varieties resistant to fungous diseases and *Ditylenchus dipsaci* and of a good wintering ability.

The most important aims for the breeders of root crops are probably to breed varieties of swedes and turnips with resistance to *Plasmodiophora brassicae*. Swedes must, besides, possess good table properties, and turnips have to be well suited for mechanized harvesting.

## Litteratur

1. BRUN, LORENS H. 1966. Forsøk med havresorter 1951-1964. Forskn. fors. Landbr. 17: 383-405.
2. STRAND, ERLING. 1962. Forelesninger om korn, korndyrking og kornteknologi. Del I: Kornartene. Landbr.bokhandelen/Univ.forlaget Vollebekk-Oslo. (Stensiltrykk.)
3. VIK, KNUT. 1937. Melduggresistens hos vårhvete. Meld. fra Norges landbr.høiskole. XVII: 435-495.
4. VIK, KNUT. 1948. Ni års forsøk med nye sorter og linjer av vårkveite i sammenligning med eldre sorter. Meld. fra Norges landbr. høyskole. XXVIII: 367-398.





## Håkon Wexelsen – Skriftlige arbeider

Av

BORCHILD BJØRLYKKE

### *Vitenskapelige:*

- 1927 Litt om selvsterilitet. Et nytt område innen genetikken. (Nord. jordbr. forskn. 9, 391–396.)
- 1928 Chromosome numbers and morphology in *Trifolium*. (Univ. of California Publications in Agricultural Sciences, 2, 355–376.)
- Two new mutant characters on the spermathecae of the females of *Drosophila melanogaster*, cell-degeneration and supernumerary spermathecae. (Genetics 13, 389–400.)
- 1929 Om grunnlaget for arvelige og ikke arvelige variasjoner i selvsterilitet hos planter. (Beretn. N.J.F. kongress, Helsingfors 1929, 219–240.)
- 1930 Nye oppgaver og veier i foredlingsarbeidet med våre jordbruksvekster. (Tidsskr. f.d. norske landbr. 37, 99–108.)
- 1931 Naturlig kryssning i havre. (Nord. jordbr. forskn. 13, 291–301.)
- 1932 Segregations of red clover (*Trifolium pratense* L.) (Hereditas 16, 219–240.)
- 1933 Linkage of a quantitative and a qualitative character in barley. (Hereditas 17, 323–341.)
- 1934 Quantitative inheritance and linkage in barley. (Hereditas 18, 307–348.)
- Rødkløverens blomstring og bestøvning. Av H. Wexelsen og S. Skåre (Tidsskr. f.d. norske landbr. 41, 63–89.)
- 1935 Arv og foredling hos våre dyrkede planter. Oslo 1935. 112 s. ill.
- Undersøkelser over rødkløverens bestøvning. (Nord. jordbr. forskn. Kongressber. 1935, 478–488.)
- Undersøkelser over rødkløverens overvintring. (Tidsskr. f.d. norske landbr. 42, 160–192.)
- 1936 The frillback pigeon. (Journ. of heredity 27, 160–163.)
- 1937 Size inheritance in pigeons. (J. exp. zoölogy 76, 161–182.)
- Undersøkelser over norske rødkløver. Stammeundersøkelser. (Tidsskr. f.d. norske landbr. 44, 41–67.)
- Undersøkelser over norsk rødkløver. Variasjonen innenfor stammene (Tidsskr. f.d. norske landbr. 44, 135–149, 161–183.)
- 1940 Rødkløverens blomstring og bestøvning. Av H. Wexelsen og S. Skåre (Tidsskr. f.d. norske landbr. 47, 53–67, 109–122.)
- Selection and inbreeding in red clover and timothy. (Imperial agr. bureaux. Joint publ. 3, 93–114.)
- 1941 Chlorophyll – deficient seedlings in timothy. (*Phleum pratense* L.) (Journal of Heredity 32, 227–231.)
- 1943 Kombinerte foredlings- og kvelstoffgjødslingsforsøk i havre. (Tidsskr. f.d. norske landbr. 50, 25–34.)
- 1945 Studies on fertility, inbreeding, and heterosis in red clover (*Trifolium pratense* L.). Oslo 1945. 141 s. ill. (Det norske videnskapsakademi i Oslo. Skrifter. 1. Mat.- naturv. klasse 1945. No. 1.) – Doktoravh. NLH.
- 1946 Undersøkelser over blomstring, frøsetting og frøavl i luserne. (Tidsskr. f. d. norske landbr. 53, 125–161.)
- 1947 Høstetidsforsøk i luserne. (Felleskjøpets stamsædgård Vidarshov. Meld. 1, 45–74.)
- Kombinerte sorts- og kvelstoffgjødslingsforsøk i bygg. (Felleskjøpets stamsædgård Vidarshov. Meld. 1, 12–28.)
- Lusernens foredling og frøavl. (Beretn. N.J.F. kongress, Oslo 1947, 541–556.)

- 1948 Frøavl av eng og beitevekster. Foredrag. (Tidsskr. f.d. norske landbr. 55, 253-278.)
- 1949 The breeding of red clovers in Scandinavia. (Fifth Intern. Grassland Congr. Netherlands 1949. Report, 101-105.)
- 1950 Polypløidiforedling. En oversikt. (Forskn. og forsøk i landbr. 1, 287-311. - Norges landbr. høgsk. Inst. f. arvelære og planteforedling. Meld. 1.)
- 1951 Forelesninger i arvelære. D. 1-2. Oslo 1951. 2 b. ill. pl.- Stensiltr.  
 — Lokalstammer av norsk rødkløver. (Festskrift til professor Knut Vik, s. 185-191.) - Også tr. i (Forskn. og forsøk i landbr. 2, 185-191 - Norges landbr. høgsk. Inst. f. arvelære og planteforedling. Meld. 2.)
- 1952 Undersøkelser over noen morfologiske karakterer og blomstringstid i rødkløver (*Trifolium pratense*). (Forsøk og forskn. i landbr. 3, 125-144. - Norges landbr. høgsk. Inst. f. arvelære og planteforedling. Meld. 3.)  
 — The use of inbreeding in forage crops. (Sixth Intern. Grassland Congr. State College, Pennsylvania. Proceedings, 1, 299-305.)
- 1953 Nyare erfaringheter om polypløida kløverstammar. Av H. Wexelsen og G. Julén. (Nord. jordbr. forskn. 35, 95-97.)
- 1954 Forelesninger i arvelære ved Norges landbrukshøgskole. D. 1-2. 2. trykk. Oslo 1951-1954. 2 b. ill. - Dupl.  
 — Forsøk med utenlandsk rødkløver og alsikekløver. (Forskn. og forsøk i landbr. 5, 199-217 - Rådet for jordbr. forsøk. Meld. 5.)  
 — Observations on pollination and seed setting in diploid and tetraloid red clover. Av H. Wexelsen og R. Vestad. (European grassland conference. Paris 1954. [Report of proceedings.], 64-68.)
- 1955 Forelesninger i planteforedling ved Norges landbrukshøgskole. 2. utg. Oslo 1955. 145 s. fig. - Dupl.  
 — Quantitative inheritance in barley. (Meld. Norges landbr. høgsk. 15, 171-194 - Norges landbr. høgsk. Inst. f. arvelære og planteforedling. Meld. 13.)
- 1957 Isotoper og stråling i landbrukets tjeneste. Av H. Wexelsen og K. Mikaelsen. («Fra Sigden til Isotopen»). Norsk Sivilagronomslag jubileumsskrift 1907-57, 45-71.)
- 1958 The effects of neutron treatment of seeds on seedlings of diploid and tetraploid red clover (*Trifolium pratense*). Av H. Wexelsen og Mikaelsen, K. (Physiol. plant. 11, 374-381 - Norges landbr. høgsk. Inst. f. arvelære. Meld. 18.)
- 1960 Forelesninger i arvelære. D. 1-2. Oslo 1960. 2 b. ill. - Dupl.
- 1961 Some data on selection in tetraploid rye. Av H. Wexelsen, K. Aastveit & Marie Bragdø. (Euphytica 10, 244-256 - Norges landbr. høgsk. Inst. f. arvelære. Meld. 24.)
- 1962 Quantitative inheritance in barley. Association of quantitative and qualitative characters. (Meld. Norges landbr. høgsk. 41 (6), 1-29 - Norges landbr. høgsk. Inst. f. arvelære og planteforedling. Meld. 25.)
- 1963 Fysiologisk genetik. Biokjemisk genetik. Av H. Wexelsen og Marie Bragdø. 32 bl., 14 pl. (Forelesninger ved Lisensiatkurs. Institutt for genetik og planteforedling 1962/63.)  
 — Mutation breeding in barley. Av H. Wexelsen og K. Aastveit. (Eucarpia. Third congress of the European Association for res. and plant breeding. Paris 1962, 157-163 - Norges landbr. høgsk. Inst. f. arvelære og planteforedling Meld. 31.)
- 1964 Genetik. Oslo 1964. 244 s. ill. fig.  
 — Syntetiske polypløider i *Trifolium*. (Nord. jordbr. forskn. Suppl. 8, 164-168.)
- 1965 Effects of gibberellic acid in barley. Av H. Wexelsen og K. Aastveit. (Meld. Norges landbr. høgsk. 44(22), 1-10. - Norges landbr. høgsk. Inst. f. genetik og planteforedling. Meld. 35.)  
 — Plant breeding in Norway. (Acta agr. Scand. Suppl. 12: Scandinavian plant breeding, 72-96.)  
 — Studies in tetraploid red clover. (Meld. Norges landbr. høgsk. 44 (17), 1-23 - Norges landbr. høgsk. Inst. f. genetik og planteforedling. Meld. 34.)
- 1966 Studies on wildgrowing populations of red clover (*Trifolium pratense*). (Acta agraria Fennica 107, 30-43.)
- 1967 Variation in progenies derived from crosses between wildgrowing and cultivated Norwegian red clover. Av H. Wexelsen og K. Aastveit. (Meld. Norges landbr. høgsk. 46(3), 1-20 - Norges landbr. høgsk. Inst. f. genetik og planteforedling. Meld. 36.)

## Populære

- 1927 Forædling av fremmedbefruktende vekster ved hjelp av selvbestøvede linjer. (Norsk landmandsblad 46, 532-534.)  
 — Hvordan kan de rene linjer brukes i forædlingsarbeidet? Norsk landmandsbl. 46, 557-559.)
- 1928 De vanligste feil i kløver-og timotei-frø. (Samvirke 23, 82-83.)  
 — Forsøk med bygslag paa Oplandene. (Samvirke 23, 103.)  
 — Fra Oplandene. (Samvirke 23, 171-172.)  
 — Spredte indtrykk fra planteforædlingsarbeidet i Amerika. (Norsk landmandsbl. 47, 100-104.)  
 — Træk av stamsædarbeidet i Kanada og U.S.A. (Samvirke 23, 115-116.)
- 1929 Hvad skal vi bruke av kunstgjødsel 1929? (Samvirke 24, 1-5, 15-16.)  
 — Nye resultater og veier i forædlingsarbeidet med vore jordbruksvekster. Foredrag holdt i radio. (Samvirke 24, 126-128, 137-138.)  
 — Perlebavre. (Samvirke 24, 39-40.)
- 1930 Erfaringer om vedlikehold og bruk av beite. (Samvirke 25, 150-151.)  
 — Hvordan skal vi gjødsle i 1930? II. Poteter og rotvekster. (Samvirke 25, 15-16.)  
 — Høstbrev fra Oplandene. (Samvirke 25, 138-139.)  
 — «Kalkkvelstoff». (Samvirke 25, 28.)
- 1931 En interessant beretning. Beretning fra Storsteigen landbruksskole for 1929-1930 og for skolens arbeide i 25 år. (Samvirke 26, 164.)  
 — Formargkål. (Samvirke 26, 59-60.)  
 — Forsøk med gjødsling på eng og setervoll. Beretning fra Statens forsøksstasjon for fjellbygdene, 1929. (Samvirke 26, 28-30.)  
 — Gjenlegg av eng. (Samvirke 26, 169-170.)  
 — Høstbrev fra Oplandene. (Samvirke 26, 158-159.)
- 1932 En interessant nyhet i planteforedlingen. (Norsk landmandsbl. 51, 103-104.)  
 — Høstvetedyrking. (Samvirke 27, 171.)  
 — Potetsykdommer og settepoteter. I (Samvirke 27, 241-242.)  
 — Raser - typer. En illustrasjon. (Norsk landmandsbl. 51, 203-204.)  
 — Virkning og eftervirkning av natriumklorat. (Samvirke 27, 191.)
- 1933 Gjødsling av rødkløverfrøavl. (Samvirke 28, 245.)  
 — Godt såfrø. (Samvirke 28, 82-84.)  
 — Høstsed. (Samvirke 28, 211.)  
 — Richters Jubel. (Samvirke 28, 128.)  
 — Rotvekstavlinger. (Samvirke 28, 279-281, 294-295.)  
 — Types of legfeathering in pigeons. (Hereditas 18, 192-198. Festskrift för Nils Heribert Nilsson, 20/5.)
- 1934 Arvelære og planteforedling i jordbrukets tjeneste. (Norsk landmandsbl. 53, 61-63, 78-81, 105-107, 118-120.)  
 — Hvilke vårkornslag dyrker vi? (Samvirke 29, 157-158.)  
 — Omkring høstsedden. (Samvirke 29, 195-197.)  
 — Sot i åkeren. (Samvirke 29, 181.)  
 — Vårhvetedyrking. (Samvirke 29, 55-56.)
- 1935 Høstsed. (Samvirke 30, 359-360.)  
 — Planteforedlingens fremtidsmusikk. (Norsk landmandsbl. 54, 120-123, 158-160, 200-201.)  
 — Undersøkelser over rødkløverens frøavl. (Norsk landbr. 1, 172-175, 189-190.)  
 — Valg av vårveteslag. (Samvirke 30, 119.)
- 1936 Inntrykk fra amerikansk landbruk. (Samvirke 31, 235-236.)  
 — Inntrykk fra Amerika. Kveitepræriene. Sandstorm. Jordforbedring. (Samvirke 31, 331-332.)  
 — Omkring høstsedden. Høstkveite eller høstrug? Vekstkrav og vekstfølge.- Sorter. (Norsk landbr. 2, 455-456.)  
 — Rødkløverens bestøvning og frøsetning iår. (Norsk landbr. 2, 607-609.)  
 — Sot i åkeren. (Samvirke 31, 333-334.)  
 — Vestkystens jordbruk. (Samvirke 31, 477-479.)
- 1937 Förbeter på Oplandene. (Samvirke 32, 98-102.)  
 — Fremmede grønnforvekster. 1. Grønnformais. (Norsk landbr. 3, 716-718.)  
 — Fremmede grønnforvekster. 2. Luserne. Lupin. Soyabønner. (Norsk landbr. 3, 747-749.)  
 — Omkring beitedriften. (Samvirke 32, 299-300.)  
 — Rotvekstavlinger i år. (Samvirke 32, 472-473.)  
 — Variasjon i rasekrysninger. (Norsk landbr. 3, 48-50.)

- 1938 Litt om årets fôravlinger. Planleggingen av vinterfôringen må begynne allerede før vår-  
onna. (Samvirke 33, 471-472.)
- Litt omkring lusernen. (Samvirke 33, 87-90.)
- Mais til grønfôr. (Samvirke 33, 85-86.)
- 1939 Fôravlinger. (Samvirke 34, 495-496.)
- Forsøks- og foredlingsarbeid på Vidarshov. (Samvirke 34, 150-152.)
- Mais til grønfôr. (Samvirke 34, 91.)
- Om høstsæddyrking. (Samvirke 34, 331-333.)
- Streif gjennom de senere års forsøksresultater. (Norsk landbr. 5, 30-33, 47-49.)
- 1940 Et nytt byggs lag foredlet på Felleskjøpets Stamsedgård. Vardebygg. (Samvirke 35,  
59-64.)
- Havreforedling på Felleskjøpets Stamsedgård. Heinhavre. - En ny tidlighavre. (Sam-  
virke 35, 220-222, 236-239.)
- Heinhavre. En ny tidlighavre fra Felleskjøpets Stamsedgård. (Samvirke 35, 100.)
- Kort rettleiing om lusernedyrking. (Samvirke 35, 94.)
- 1941 Gjødsling av beitene. (Samvirke 36, 115-117.)
- Høstsæddyrking. (Samvirke 35, 295-296.)
- Kort rettleiing om lusernedyrking. (Samvirke 36, 101-102.)
- Vardebygg. (Samvirke 36, 94-95.)
- 1942 Engdyrkingens rolle i norsk fôrproduksjon. Utnyttelsen av våre enger. (Norsk landbr.  
8, 249-251, 272-274.)
- Norsk foredlingsarbeide med korn. (Samvirke 37, 79-82.)
- Omløp og valg av skifte til de ymse grøder. (Samvirke 37, 95-97.)
- 1943 [Anm. av] Stambok over Norsk Rødt og Hvitt Fe (N.R.F.) b.2. (N.R.F. Medlemsbl. for  
Norsk avlsfor. f. Rødt og Hvitt Fe h.l. 1-6.)
- Valg av kornsorter. (Samvirke 38, 44-46.)
- Virksomheten på Felleskjøpets stamsedgård Vidarshov. (Samvirke 38, 99-100, 115-117.)
- 1944 Korn dyrkinga i år. (Samvirke 39, 37-38.)
- 1945 Avl av godt såkorn. (Samvirke 40, 45-46.)
- Forsøk med innavl (slektskapsavl) i raukløver på Vidarshov. (Samvirke 40, 235-236.)
- Kornberging. Vær ikke for snar til å kjøre loa i hus. (Norsk landbr. 11, 65-66.)
- Omkring rotvekstdyrkinga. (Samvirke 40, 107-109.)
- 1946 Bakteriesmitte til belgvekster. (Samvirke 41, 116-117, Landbr. tid. 52, 123-125.)
- Beitene i 1945. (Samvirke 41, 7-9.)
- Forsøk og erfaring med dyrking av luserne. (Norsk landbr. 12, 246-249.)
- Lusernedyrking. (Samvirke 41, 75-77.)
- Rauking av lo før hesjing. (Samvirke 41, 370.)
- 1947 Arvelighetsproblemer i storfeavl. (Landbr. tid. 53, 369-372.)
- Arveto og atomkrefter. (Syn og segn 53, 164-173.)
- Eliteavl og formeringsavl i 1946 og 1947. (Felleskjøpets stamsedgård. Meld. 1, 7-11.)
- Felleskjøpets stamsedgård Vidarshov 1922-1946. (Sollid, A. Felleskjøpet, Oslo gjennom  
50 år, 1896-1946, s. 138-148.)
- Kort rettleiing i dyrking av luserne. (Samvirke 42, 165-166.)
- Mutasjonsforedling. (Norsk landbr. 13, 249.)
- Norsk foredlingsarbeid med korn. (Samvirke 42, 79-82.)
- Rasekryssninger i feavl. (Landbr. tid. 53, 33-35.)
- 1948 Hva skal gjøres for å øke vår rødkløveravl? (Samvirke 43, 79-82.)
- Rettleiing i lusernedyrking. (Tidsskr. f.d. norske landbr. 55, 211-218.)
- 1499 Arvelovene. (Norsk landbr. 15, 132-134.)
- Tanker omkring feavl. (Buskap og avdrått 1(4), 3-11.)
- 1950 Norsk såfôr i 50 år. (Felleskjøpet i Trondheim 1900-1950, 195-206.)
- 1952 Arv og miljø. (Syn og segn 58, 392-404.)
- 1954 Frøavl av rødkløver. (Samvirke 49, 346-349 - Norges landbr. høgskole. Inst. f. arve-  
lære og planteforedling. Meld. 4.)
- Minnetale over professor dr. Emil Korsmo holdt i den mat.- naturv. klasses møte den  
26de februar 1954. (Det norske videnskapsakademi i Oslo. Årbok 1954, 31-34.)
- 1955 Radioaktiv stråling. Et nytt middel i planteforedlingen. (Norsk landbr. 21, 574-577.)
- 1957 Inntrykk fra jord- og husdyrbruk i New Zealand. (Tidsskr. f.d. norske landbr. 64, 196-  
205.)
- 1958 Styre og stell ved Landbrukshøgskolen. (Tuntréet 13, 11, 19.)
- 1961 Foredlingsarbeid og frøavl i rødkløver. (Tidsskr. f.d. norske landbr. 68, 238-264 -  
Norges landbr. høgsk. Inst. f. arvelære og planteforedling. Meld. 26.)

I redaksjonen 29. 11. 1967

## GRØNNGJØDSLINGS- OG BRAKKFORSØK

*Green manuring and fallow experiments*

Av

KNUT WØLNER

### INNHold

	Side
I. Forord .....	449
II. Innledning og problemstilling .....	450
III. Innledende forsøk .....	451
1. Forsøksplaner .....	451
2. Resultater .....	452
3. Diskusjon .....	453
IV. Senere forsøk .....	454
1. Værforholdene i forsøksperioden .....	454
2. Plan B <sub>1</sub> .....	454
a. Opplysninger om feltene .....	455
b. Resultater .....	455
3. Plan B <sub>2</sub> .....	458
a. Opplysninger om feltene .....	459
b. Resultater .....	459
4. Diskusjon .....	460
V. Sammendrag .....	461
VI. Summary .....	462
VII. Litteratur .....	463

### I. Forord

Rådet for jordbruksforsøk nedsatte i 1959 en komité for grønn gjødslings- og brakkforsøk. Den bestod av forsøksleder Sevald Skaare (formann), amanuensis Arne Bylterud og amanuensis Leif Robert Hansen.

Allerede på det daværende tidspunkt var det klart at ensidig korndyrking fører til mindre avlinger. Forsøkene tok sikte på å undersøke virkningen av grønn gjødslingsvekster, våroljevekster og brakk på kveke, fotsyke og kornavlingene. Bjørke forsøksgard, Hellerud forsøksgard og forsøksringene på Østlandet har utført forsøkene. Foruten å administrere forsøkene, har komitéen hatt det faglige tilsyn med forsøksfeltene og foretatt kveketelling, fotsykebestemmelse og utregning av årsresultater.

Forsøksassistent Knut Wølner fikk i oppdrag å utarbeide denne forsøksmelding. Komitéen har vært redaksjonsutvalg.

## II. Innledning og problemstilling

Utviklingen her i landet de siste 20 år har som kjent ført til en sterk stigning i kornarealet, spesielt på Østlandet og til dels i Trøndelag. Besetningen ble slått ut på mange bruk, og det velprøvde allsidige omløpet forsvant med kua. I stedet kom den ensidige korndyrking, som for det meste betydde ensidig byggdyrking. Det gikk ikke mange år før problemene begynte å melde seg i form av avtagende avlinger, og det ble nødvendig å ta disse problemene opp til forsøksmessig behandling. Etter hvert er det utført og anlagt en rekke forsøk til belysning av spørsmål i forbindelse med den ensidige korndyrkinga, både som enkle forsøk og som mer omfattende og langvarige omløpsforsøk. Stort sett har en hatt en parallell utvikling i de skandinaviske land, og ACERBERG (1) har utarbeidet en oversikt over de forsøk som til da (1966) var i gang i disse land til belysning av vekstfølgeproblemer.

Det har vist seg at de faktorer som har forårsaket avlingsreduksjon i den ensidige korndyrking, i første rekke er ugras og plantesykdommer. Videre vil en forverring av de fysiske forhold i jorda spille inn, og på lengre sikt må en nok også regne med et avtagende moldinnhold. Mellom disse faktorer vil det være mer eller mindre samspill, slik at årsaksforholdet kan bli svært komplisert. I et omløpsforsøk på Hellerud fikk en etter 8 års korndyrking en avlingssvikt på ca. 40 % ØRUD og SOGN (13). Hovedårsaken til dette var kveke, *Agropyron repens*. På Norges landbrukshøgskole viste resultatene fra de første 9 år i et omløpsforsøk en avlingssvikt fra 5–17 % i ensidig kornavl UHLEN (11). Her var kveke og fotsyke stort sett uten betydning. Ellers er avlingstap på grunn av plantesykdommer som fotsyke meget vanlig der det drives ensidig korndyrking. Ifølge HANSEN (6), er et avlingstap på 50–100 kg korn pr. dekar som følge av fotsyke, ikke uvanlig.

Når det gjelder den ensidige korndyrkingens innflytelse på jordstruktur og spesielt moldinnhold, er ikke de foreliggende resultater helt entydige. RØNSEN og NJØS (10) har i en undersøkelse vist at jordstrukturen er blitt dårligere allerede etter få år, mens det ikke var noen sikker nedgang i moldinnhold. UHLEN (11) fant i det før nevnte omløpsforsøket en viss nedgang i moldinnholdet etter 10 års ensidig drift, mens ØRUD og SOGN (13) etter 15 år ikke har funnet sikker forskjell i moldinnhold mellom ensidig og allsidig drift.

Skal en klare å holde avlingene mest mulig oppe uten et allsidig omløp, må en bekjempe eller begrense de skadelige faktorer så langt råd er. Kveke er det gode muligheter for å holde nede uten å måtte ty til brakk, se f.eks. BYLTERUD (2, 3). Videre er arbeidet med bekjempelse av kveke i gulmoden åker tatt opp BYLTERUD (4). Når det gjelder fotsyken, er det vist at skadene av den kan motvirkes ved riktig gjødsling, vekstskifte, ugrasbekjempelse og jordarbeiding (GESSLEIN 5, HANSEN og AASTVEIT 7, LEIJERSTAM 9). På lengre sikt er det kanskje de fysiske forhold i jorda som vil volde de største problemer. I ensidig korndyrking er disse spørsmål vanskelige å hanske med, men det pekes på at det er viktig å pløye ned halmen, opprettholde et høgt avlingsnivå, samt å vise forsiktighet ved jordarbeidingen JANSSON (8). Ennå er det for tidlig å felle en endelig dom over den ensidige korndyrkinga, men f.eks. UHLEN (11) mener det under bestemte forutsetninger vil være mulig å opprettholde et rimelig avlingsnivå.

Hensikten med de forsøk denne meldingen omfatter, var å sammenligne

fortsatt ensidig korndyrking med virkningen av noen grønn gjødslingsvekster og oljevekster med eller uten TCA, samt brakk. Virkningen skulle bestemmes som ettervirkning på kornavlingene 2. og 3. forsøksår. Feltene skulle legges på steder hvor kornavlingene var sterkt reduserte på grunn av kveke, fotsyke eller andre årsaker. Da det på denne måten var forutsatt at de fleste feltene skulle legges til det praktiske jordbruk (gjennom forsøksringer), ble planene laget forholdsvis enkle og kortvarige i forhold til mange andre planer som angår vekstfølgeproblemer.

### III. Innledende forsøk

#### 1. Forsøksplaner

Det ble utarbeidet to planer, A og B, til det som her er kalt de innledende forsøk. Planene hadde relativt mange ledd, og som det vil fremgå, var enkelte ledd i de to planer identiske. Plan A forutsatte såing av høstkorn i anleggsåret etter høsting av de vårsådde kulturer, mens plan B forutsatte vårkorn året etter anlegg.

#### Plan A

	Såmengde kg/da.	Kg kalksalp./da. 2. og 3. år		
		N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
a. Bygg til modning .....	20	10	20	30
b. Tidlig rødkløver til nedpl. ....	1,5-2,0	0	10	20
c. TCA (2,5 kg/da.) + kvitsennep til nedpl. ....	1,2-1,4	10	20	30
d. TCA » + høstraps » » .....	1,0-1,2	10	20	30
e. TCA » + vårrybs til modning .....	0,6-0,8	10	20	30
f. Brakk .....		0	10	20

Om høsten i anleggsåret ble hele feltet gjødslet likt med P og K og tilsådd med høsthvete eller høstrug. 3. år ble det dyrket vårhvete eller bygg.

#### Plan B

	Såmengde kg/da.	Kg kalksalp./da. 2. og 3. år		
		N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
a. Bygg til modning .....	20	10	20	30
b. Tidlig rødkløver til nedpl. ....	1,5-2,0	0	10	20
c. Bygg som a + isåning av .....	20+	10	20	30
tidl. rødkl. til nedpl. ....	1,5-2,0			
d. Sølupin til nedpl. ....	15	10	20	30
e. TCA (2,5 kg/da.) + høstraps til nedpl. ....	1,0-1,2	10	20	30
f. TCA » + vårrabs eller .....	0,6-0,8	10	20	30
vårrybs til modning				
g. Brakk .....		10	20	30

2. og 3. år inngikk bygg eller vårhvete på hele feltet, og alle ruter fikk samme grunnkjødsling av P og K.

Felles for begge planer var at TCA i anleggsåret skulle sprøytes ut så tidlig som mulig om våren, og at gjødslingen var den samme, unntatt på brakk-rutene som ikke ble gjødslet. 2. år delte en rutene i 3 slik at forsøksplanen ble av split-plot typen med de anførte N-mengder på smårutene. Den samme N-mengde ble gitt på de samme ruter i 3. år.

Feltene skulle ligge i 3 år og anlegges med ett eller to gjentak. Effekten av de forskjellige behandlingsmåter ble målt som ettervirkning på kornavlingen i 2. og 3. år. I tillegg til avlingsbestemmelse ble det foretatt bedømmelse av kvekemengde og fotsykeangrep m.v.

## 2. Resultater

De innledende forsøk ble anlagt i 1960 og var, bortsett fra ett felt på Bjørke, spredte felter.

### Plan A

Interessen for høstkorndyrking er ikke stor, og det ble bare anlagt ett felt etter denne planen. Problemet var her i første rekke kveka. Næringstilstanden i jorda var tilfredsstillende.

Tabell 1. *Avlinger og meravlinger for A-feltet. Kg korn/da.*

Ledd	a Bygg	b Kløver	c TCA/sennep	d TCA/rap	e TCA/rybs	f Brakk
2. år høsthvete . . . . .	288	366	442	451	424	457
3. år bygg . . . . .	263	236	285	290	220	322
Sum korn . . . . .	551	602	727	741	644	779
Utslag . . . . .		+ 51	+176	+190	+93	+228

I tillegg til dette kommer avlingen i anleggsåret for ledd a og e, men størrelsen av denne fikk vi ikke med da prøvebanda ble ødelagt.

Som mål på kvekemengden, er i denne forsøksserien brukt antall kvekestrå/m<sup>2</sup>. På hver forsøksrute har en talt opp antall kvekestrå på to eller flere tilfeldig plasserte ruter à 1/4 m<sup>2</sup>. Denne tellingen er vanligvis foretatt i gulmoden åker.

Tabell 2. *Kvekebestand etter opptelling i gulmoden åker 1., 2. og 3. år. Antall kvekestrå/m<sup>2</sup>.*

Ledd	a Bygg	b Kløver	c TCA/sennep	d TCA/rap	e TCA/rybs	f Brakk
1. år . . . . .	360	509	68	58	61	2
2. år . . . . .	204	267	60	56	134	9
3. år . . . . .	227	238	87	85	143	27



Når det gjelder dette ene forsøket, er det ingen grunn til å gå nærmere inn på resultatene, men de er likevel tatt med, da de angir tendensen både hva angår de forskjellige behandlingers virkning mot kveka og dennes innvirkning på avlingsstørrelsen. Det skal likevel nevnes at virkningen av TCA var dårligere enn normalt på grunn av utvasking.

### Plan B

Det ble anlagt 4 felter etter denne planen. Hovedproblemet var også her kveka. Jordanalyser viste at næringsstilstanden med hensyn på P og K var tilfredsstillende. 3 av feltene lå på moldrik jord.

Tabell 3. Avlingsoversikt for B-feltene hvert år for seg og sammenlagt for alle 3 år (4 felter). Kg korn/da.

Ledd	a Bygg	b Kløver	c Bygg/kløver	d Søtlupin	e TCA/rap	f TCA/rybs	g Brakk
2. år . . . .	305	324	316	318	398	372	371
3. år . . . .	237	193	216	218	253	232	265
Sum . . . .	542	517	532	536	651	604	636
1. år . . . .	306		299			179	
Sum 3 år	848	517	831	536	651	783	636
Utslag . .		-331	-17	-312	-197	-65	-212

I tabell 3 gis bare en leddvis oversikt, da det ikke ble funnet samspill mellom N og ledd. For å lette sammenligningen mellom ledd f og de andre, er oljefrøavlingen i anleggsåret regnet om til bygg etter forholdet mellom basisprisene.

Tabell 4. Kvekebestand etter opptelling i gulmoden åker 1., 2. og 3. år (4 felter). Antall kvekestrå/m<sup>2</sup>.

Ledd	a Bygg	b Kløver	c Bygg/kløver	d Søtlupin	e TCA/rap	f TCA/rybs	g Brakk
1. år . . . .	61	122	72	81	9	10	27
2. år . . . .	96	167	107	124	18	29	26
3. år . . . .	128	192	146	132	49	67	74

### 3. Diskusjon av resultatene etter de innledende forsøk

Som det fremgår av tabell 2 og 4, er det bare TCA-behandling og brakking som har hatt en positiv virkning mot kveka. I anleggsåret var det tydelig å se at både kløver og lupin ga kveka gode utviklingsmuligheter, slik at kvekemengden økte hurtigere enn i ledd a med korn etter korn. Det var ingen sikker forskjell i kornavling mellom de TCA-behandlede ledd og brakk hverken for 2., 3. eller 2. + 3. år. Ledd f peker seg da ut som det beste av de behandlede når en ser resultatet av avling og kvekebekjempelse under ett, idet en her får frøavlingen i anleggsåret i tillegg. Sammenlagt for alle 3 år er det likevel det ubehandlede ledd som har gitt størst avling. Dette kan det være flere grunner til, blant annet at kvekemengden ikke har vært stor nok til at behandling har vært lønnsom. Det var imidlertid en avlingsøkning på 75 kg i gjennomsnitt for ledd e, f og g 2. året, men 3. året er denne økningen

skrumpet inn til 13 kg. Av tabell 4 går det fram at kvekebestanden har tatt seg raskt opp igjen på disse ledd. Den viktigste årsaken til dette er aktiv formering på rutene, men noe kan skyldes spredning fra de mer kvekebefengte omgivelsene under jordarbeidingen og inngroing på naturlig vis.

Det er ingen tvil om at ledd f vil stå betydelig bedre i praksis enn hva disse forsøkene viser. Når en legger ut relativt små ruter med raps eller rybs inne i en kornåker, vil disse rutene være utsatt for angrep av fugl, noe som er bemerket i notatene til flere av disse og etterfølgende forsøk. Fotsyke kan også ha betydd noe på disse feltene, men det ble ikke foretatt noen bedømmelse av den eventuelle angrepsgraden.

#### IV. Senere forsøk

Sett på bakgrunn av resultatene fra de innledende forsøk, var det klart at enkelte ledd kunne sløyfes og forsøksplanen forenkles uten at det gikk ut over den opprinnelige hensikten med forsøkene. Det ble funnet hensiktsmessig å dele opp hver plan i to: en som forutsatte kveke som hovedproblem, og en for andre årsaker, i første rekke fotsyke. Videre ble N-gjødslingen forandret, fordi erfaringen fra praksis viste at avlingsnedgangen ved ensidig korndyrking i noen grad kunne minskes ved å tilføre større N-mengder.

Denne endringen gjaldt både plan A og B, men da det ikke ble utlagt nye forsøk etter plan A, tas den ikke med her. Plan B ble delt i to, plan B<sub>1</sub> og B<sub>2</sub>.

##### 1. Værforholdene i forsøksperioden

Karakteristisk for været i denne perioden, er at temperaturen i vekstsesongen ofte har ligget til dels betydelig under normalen. På Bjørke har f.eks. temperaturen for juli alle disse år ligget under normalen for Vang. Videre har nedbøren i mai-september alle år unntatt 1966 ligget over normalen. Det samme gjelder antall regndager. Været i perioden har således avveket fra normalen på flere måter, men av større betydning i denne forbindelse har det trolig vært at forholdene i flere av årene har ført til en forsinket våronn. Denne har da blitt meget hektisk og på mange måter dårlig utført, noe som har vært uheldig av hensyn til kvekebekjempelsen. En annen ting er de skadelige følger som for tidlig kjøring har hatt på jordstrukturen.

##### 2. Plan B<sub>1</sub>

Denne planen, som forutsatte kveke som hovedproblem, går frem av det følgende:

	Såmengde kg/da	Kg kalksalp./da. 2. og 3. år		
		N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
a. Bygg til modning .....	20	20	40	60
b. Kvitsennep med TCA (2,5 kg/da.) ... til nedpløying .....	1,2—1,4	0	20	40
c. Vårraps el. vårrybs med TCA .....	0,6	20	40	60
(2,5 kg/da.) til modning .....		20	40	60
d. Brakk .....		20	40	60

Grunngjødsling, varighet og behandling for øvrig var den samme som nevnt under plan B.

### a. Opplysninger om feltene

Etter plan B<sub>1</sub> ble det i årene 1961–64 utlagt i alt 14 felter, de fleste som spredte felter gjennom forsøksringene. Alle feltene lå på Østlandet, hvorav ca. halvparten i Hedmark fylke. Feltene ble lagt på steder hvor det var drevet korn dyrking i flere år, og hvor kornavlingene var redusert på grunn av kveke. Bortsett fra 2 felter som gikk ut etter 2 år, er forsøkene gjennomført noenlunde etter planen. De siste forsøkene ble avsluttet i 1966.

#### Jorda på feltene

Feltene har ligget på de forskjelligste mineraljordarter, fra sand over mojord til leire. Det er tatt en eller flere jordprøver på de fleste felter for de vanlige analyser på jordreaksjon, lettøselig fosfor og kalium samt glødetap. Etter den klassifisering som er vanlig for fosfor- og kaliuminnhold, var næringstilstanden med hensyn til disse stoffer stort sett tilfredsstillende, bortsett fra et par felter med lavt kaliuminnhold.

pH varierte mellom 5,4 og 6,4, hvorav de aller fleste felter hadde en pH i nærheten av 6,0, som også var gjennomsnittet. Etter glødetapet lå 3 av feltene på moldrik-, mens resten lå på moldholdig jord.

### b. Resultater

De observasjoner som er tatt, er i første rekke kornavling, kvekebestand og angrep av rotdreper. Videre er det for enkelte felter gjort observasjoner over legde, loavling, halmavling, hektolitervekt og 1000-kornvekt.

#### Kornavling

Av kornet er det tatt prøver fra hver rute. Vanninnholdet er bestemt, og kornavlingene er korrigert til 15 % vanninnhold.

Tabell 5. Avling på B<sub>1</sub>-feltene 2. og 3. år. Kg korn/da.

Ledd	2. år (14 felter)				3. år (12 felter)			
	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	Gj.sn.	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	Gj.sn.
a. Bygg .....	201	233	234	223	168	211	210	196
b. TCA/sennep .....	258	321	320	300	176	221	265	221
c. TCA/rybs .....	285	303	302	297	208	254	261	241
d Brakk .....	272	300	304	292	188	249	265	234
Gj.sn. ....	254	289	290		185	234	250	

Resultatene for alle 3 år går frem av tab. 6.

Tabell 6. *Ettervirkningen av de ulike behandlinger på avlingene 2. og 3. år, og sammendrag for alle 3 år. Kg korn/da.*

Ledd	a Bygg	b TCA/sennep	c TCA/rybs	d Brakk
2. år .....	223	300	297	292
3. år .....	196	221	241	234
Sum .....	419	521	538	526
1. år .....	245		179	
Sum 3 år .....	664	521	717	526
Utslag .....		-143	+53	-138

I sammendraget for alle 3 år er også her oljevekstfrøet for oversiktens skyld regnet om til en prismessig ekvivalent mengde bygg. Av tabell 5 går det fram at ettervirkningen av de tre behandlingsmåtene på kornavlingen har vært praktisk talt den samme. Det er ingen sikker forskjell mellom dem hverken 2. eller 3. år. I gjennomsnitt har behandlingen ført til en avlingsøkning på 73 kg korn eller vel 30 % i forhold til det ubehandlede ledd året etter anlegg. Det 3. året er dette utslaget sunket til det halve, 36 kg. Denne nedgangen har vært større enn en skulle vente, og en kan her ha med de samme forhold å gjøre som nevnt under serie B. Det vil fremgå av tallene for kveke og rot-dreper at disse faktorer må ha virket inn. Videre ligger ledd b noe lavt i forhold til c. og d 3. år, men dette må tilskrives en N-effekt av den mindre N-tilførsel til dette leddet.

Det er i begge ettervirkningsår sikkert utslag for N-gjødsling fra 1. til 2. trinn, og fra 2. til 3. trinn det tredje året. Det er tydelig at ledd b, kvitsennep til nedpløying, har hatt en gjødslingseffekt. I 2. år har dette leddet nådd høyeste avling med 20 kg kalksalpeter, mens en for de andre måtte opp i 40 kg. Det tredje året har ledd b gitt samme avling ved 40 kg kalksalpeter som ledd c og d ved 60 kg. Samspill N  $\times$  ledd i anleggsåret kan ikke påvises 2. år, men 3. år er det forskjellig reaksjon mellom ledd i anleggsåret og de ulike N-mengder. Noe av samspillet her kan forklares ved forskjellen i N-gjødsling i tillegg til ettervirkning av grønn-gjødslingen for ledd b, slik at dette leddet har reagert sterkere på N-gjødslingen enn de andre, spesielt a og c.

#### *Kveke*

For å få et tallmessig begrep om kvekemengden på disse feltene, er det på hver forsøksrute talt opp antall kvekestrå på samme måte som i de orienterende forsøk. Det var ikke sikker forskjell mellom N-mengder og heller ikke samspill N  $\times$  ledd når det gjaldt kveke. I tabell 7 er derfor bare ført opp resultatene etter ledd i anleggsåret.

De tre måtene å avbryte ensidig korndyrking på har stort sett hatt samme virkning mot kveka. At brakkingen viser noe dårligere resultat, skyldes i første rekke at værforholdene enkelte år har vanskeliggjort jordarbeidinga på noen felter. TCA-behandlingen har i gjennomsnitt tatt knekken på vel 90 % av kveka, og dette må karakteriseres som tilfredsstillende. Imidlertid viser resultatene for 2. og 3. år at kvekebestanden har tatt seg forholdsvis raskt opp igjen både på TCA- og brakkrutene. Som nevnt under de innledende for-

Tabell 7. *Kvekebestand etter opptelling i gulmoden åker 1., 2. og 3. år.  
Antall kvekestrå/m<sup>2</sup>.*

Ledd	a Bygg	b TCA/sennep	c TCA/rybs	d Brakk
1. år (14 felter) .....	153	10	10	19
2. år (14 » ) .....	169	23	27	25
3. år (12 » ) .....	237	36	42	44

søk, kan noe av årsaken til dette trolig tilskrives spredning med redskaper fra a-rutene og åkeren rundt feltet. Videre er det under avsnittet om værforholdene pekt på den betydning den seine våronna i flere av årene kan ha hatt.

### Rotdreper

Selv om kveka var hovedproblemet i plan B<sub>1</sub>, er det også foretatt bedømmelse av rotdreperangrep. Kveka er som kjent vertplante for rotdreper i tillegg til en rekke andre sykdommer, slik at den skade kveka gjør, kan være forårsaket av et samspill av flere faktorer. Det ble tatt prøver fra hver rute eller hvert ledd 2. og 3. år, og bedømmelsen er foretatt etter en skala fra 0–100. 0 betegner at alle røtter er friske, mens 100 betyr at samtlige røtter er angrepet. Det var ikke samspill N × ledd i anleggsåret og resultatene er derfor oppført leddvis.

Tabell 8. *Angrep av rotdreper på feltene i 2. og 3. år. 0–100.*

Ledd .....	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	a Bygg	b TCA/sennep	c TCA/rybs	d Brakk
2. år (12 felter) .....	31	26	27	48	21	21	23
3. år ( 8 » ) .....	48	40	39	46	40	38	44

Det er tydelig etter tabell 8 at plantevekslingen og brakkingen har virket sanerende og med samme effekt på rotdrepersmitten, men angrepsgraden har bare sunket til noe under det halve etter ett års avbrudd i korn dyrkingen. Angrepet av rotdreper har tatt seg enda raskere opp enn kvekebestanden, og det er ikke noen sikker forskjell mellom de 4 leddene 3. år. En må også her regne med en raskere stigning på de behandlede ledd enn en ville fått i praksis på grunn av spredning under jordarbeidingen. I tillegg til dette kommer så at den kveka som har overlevd behandlingen i anleggsåret, har bidratt til å holde smitten ved like.

Avlingssvikten forårsaket av rotdreper kan til en viss grad motvirkes ved sterkere gjødsling. I disse forsøkene har angrepsgraden steget sterkest fra 2. til 3. år ved laveste N-trinn, slik at forskjellen N<sub>0</sub> — N<sub>1</sub> N<sub>2</sub> er sikker 3. år. Angrepet av rotdreper var, spesielt 3. år, av en slik størrelsesorden at det opplagt må ha virket inn på kornavlingen. I hvor stor grad dette har skjedd, kan en ikke finne ut av disse forsøkene, men det er rimelig å sette den før nevnte halveringen av avlingsøkningen fra 2. til 3. år i sammenheng med dette, og likeledes at en i 3. år har fått sikker økning i kornavling fra 2. til 3. N-trinn.

*Andre karakterer*

Som før nevnt, ble også andre karakterer bestemt, men ikke på alle felter. Da det ikke er sikkert samspill mellom N og ledd i anleggsåret, er det i de etterfølgende tabeller bare tatt med leddvise oppstillinger.

*Legde*

Legdeprosenten er notert på de fleste felter og har gitt som resultat:

Tabell 9. *Legdeprosent 2. og 3. år. 0-100.*

Ledd	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	a Bygg	b TCA/sennep	c TCA/rybs	d Brakk
2. år (12 felter) . . . . .	18	36	59	33	30	44	42
3. år (10 » ) . . . . .	2	15	32	19	6	21	18

Forskjellen mellom N-trinn er statistisk sikker begge år, og følger det vanlige mønster. 2. år har N<sub>2</sub> gitt for mye legde, og det var da heller ikke økning i kornavling fra N<sub>1</sub> til N<sub>2</sub> dette året. Også mellom ledd er det sikker forskjell begge år. Denne forskjellen beror, spesielt 3. år, på den mindre N-mengde som er tilført ledd b.

*Hektoliter- og 1000-kornvekt.*

Fra noen felter foreligger det også tall for disse karakterer.

Tabell 10. *Hl.vekt og 1000-k.vekt 2. og 3. år (7 felter).*

Ledd	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	a Bygg	b TCA/sennep	c TCA/rybs	d Brakk
	Hektolitervekt, kg.						
2. år . . . . .	63,6	62,2	61,4	61,9	63,3	62,3	62,0
3. år . . . . .	63,5	62,9	61,9	62,7	63,2	62,3	62,5
	1000-kornvekt, gr.						
2. år . . . . .	43,1	42,4	41,8	42,4	42,8	42,1	42,2
3. år . . . . .	37,7	38,4	37,2	37,8	38,3	37,7	37,4

For hektolitervekta er det statistisk sikker forskjell mellom N-trinn i begge år, og ser en dette i sammenheng med tabell 9 over legdeprosenten, er resultatet meget rimelig. 2. år er ledd b signifikant forskjellig fra de andre, og dette kan nok også forklares som en N-effekt i forbindelse med legdeprosenten.

Det er i begge år sikker forskjell på 1000-kornvekta mellom N-trinn, mens det ikke kan påvises noen forskjell mellom ledd.

3. *Plan B<sub>2</sub>*

I plan B<sub>1</sub> var det kveka som var hovedproblemet, mens det for plan B<sub>2</sub> var forutsatt andre årsaker, i første rekke fotsyke. Forsøksplanen var slik:

	Såmengde kg/da.	Kalksalp. kg/da. 2. og 3 år		
		N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
a. Bygg til modning .....	20	20	40	60
b. Tidlig rødkløver til nedpløying .....	2,0	0	20	40
c. Kvitsennep til nedpløying uten TCA	1,2—1,4	0	20	40
d. Vårraps el. vårrybs til modning uten TCA .....	0,6	20	40	60

Som i de andre forsøkene, ble virkningen av behandlingene bestemt som ettervirkning i 2. og 3. forsøksår.

#### a. Opplysninger om feltene

Etter denne planen ble det i alt utlagt bare 3 felter, 2 gjennom Solør–Odal forsøksring og ett gjennom Buskerud forsøksring I. Ett av feltene gikk dessuten ut etter 2 år.

Jordanalysene viste at P–AL og K–AL varierte fra middels til stort, og med pH rundt 6,0. Moldinnholdet på feltene lå i området moldholdig–moldrik.

#### b. Resultater av forsøkene

På disse feltene er det tatt prøver fra hver rute til bedømmelse av angrepsgrad av rot Dreper. Av denne bedømmelsen fremgikk at det var angrep av rot Dreper av noen betydning bare på ett felt. På dette feltet ble resultatet:

Tabell 11. Kornavling. Kg/da.

Ledd	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	a Bygg	b Kløver	c Sennep	d Rybs
2. år .....	408	432	354	367	415	409	361
3. år .....	325	315	310	306	325	317	317
Sum .....	733	747	664	673	740	726	678
1. år .....				323			103
Sum 3 år .....				996	740	726	781
Angrep av rot Dreper. 0 – 100.							
2. år .....	12	17	9	39	3	4	3
3. år .....	17	16	20	12	23	8	21
Legdeprosent. 0 – 100.							
2. år .....	9	19	72	39	12	45	38
3. år .....	4	54	81	50	30	43	62

Resultatene fra ett enkelt forsøk bør ikke tillegges stor vekt. Det er likevel tydelig at bruddet på den ensidige korndyrkinga har nedsatt angrepet av rot Dreper betydelig 2. år, men denne forskjellen har også her jevnet seg ut igjen 3. år. Utslaget for de behandlede ledd i kornavling er ikke stort, og sammenlagt for 3 år ligger det ubehandlede ledd klart best. Et rot Dreperangrep av den størrelsesorden som på dette feltet, har ikke hatt en så stor negativ virkning på kornavlingen at noen av de 3 behandlingene har vært lønnsomme.

For de 2 andre feltene ble resultatet som vist i tabell 12.

Tabell 12. *Avlingsresultater for hvert enkelt år, og sammendrag for alle 3 år (2 felter). Kg korn/da.*

Leidd	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	a Bygg	b Kløver	c Sennep	d Rybs
2. år (2 felter) .....	196	274	241	219	227	251	252
3. år (1 felt).....	231	344	342	326	287	277	334
Sum .....	427	618	583	545	514	528	586
1. år .....				341			151
Sum 3 år .....				886	514	528	737

Det var ubetydelig angrep av rotdreper på disse feltene, og ingen sikre utslag mellom leidd. Plantevekslingen har gitt en viss avlingsøkning 2. år, men denne overskygges av N-virkningen året etter.

#### 4. *Diskusjon av resultatene*

De forsøkene som er behandlet her, berører bare noen sider av vekstfølgeproblemet, men kveke- og fotsykebekjempelse er av de viktigste oppgavene på kort sikt. Disse forsøkene, som har vært meget entydige, har bekreftet nok en gang at brakk er en kostbar metode for ugrasbekjempelse. I samme stilling kommer andre metoder der det går et år uten at det tas avling. Av de 3 behandlingene, som etter plan B<sub>1</sub> viste seg å være likeverdige som bekjempsemetode mot kveke, blir da leiddet med oljevekster til modning langt å foretrekke på grunn av avlinga i behandlingsåret. Størrelsen av avlingsøkningen vil naturligvis avhenge av mange forhold, men den som er funnet her, faller innenfor det området (50–180 kg i sum for 3 år) som er funnet av ØRUD (12) i 3 omløpsforsøk. Om avlingsøkningen har brakt avlingsnivået opp på side med det i et allsidig omløp kunne ikke kontrolleres i denne serien, men ØRUD og SOCN (13) fant at dette var tilfelle etter brakk mot kveke i det innledningsvis omtalte omløpsforsøket på Hellerud. Det ble så et fall i avling igjen, slik at svikten etter 16 kornår var ca. 15 %.

I forsøksserien etter plan B<sub>1</sub> er det viktig å legge merke til at avlingsøkningen for de behandlede leidd har avtatt sterkt fra 2. til 3. år. Ser en bort fra gjødelsvirkningen og setter avlingsøkningen 2. år lik 100, er den i 3. år sunket til under 60. Som en har vært inne på tidligere, er det likevel grunn til å tro at virkningen vil holde seg noe lengre i praksis. Sammendraget for 3 år tyder ellers på at oljevekstene ikke bør brukes kritikklost, men bare der de fyller et virkelig behov. Etter 3 år er det ikke så stor meravling i forhold til det ubehandlede leiddet, men når status skal gjøres opp, kommer naturligvis det i tillegg at det ubehandlede leiddet er mer kvekebefengt enn noen gang før, mens det TCA-behandlede leidd burde være noenlunde rent.

En viktig faktor i den ensidige korndyrkinga, er moldinnholdet, som så mange fysiske forhold i jorda er knyttet til. På noen av feltene ble det tatt prøver hvert år for å se om det ble forandringer mellom leidd eller år i for-



søket. Det ble ikke funnet noen sikre forskjeller, og det er heller ikke å vente. I ei jord med et moldinnhold på 5-6 % vil antagelig ett års brakk eller grønn-gjødsling bety mindre for moldinnholdet enn feilen ved prøvetaging og analyse. Av de metoder som er brukt i disse forsøkene mot kveke og rotdreper, er brakkinga uheldigst sett ut fra hensyn til moldinnholdet, og det blir av mange pekt på at en nettopp bør etterstrebe et høyt moldinnhold ved ensidig korn-dyrking. I denne forbindelse vil det på lang sikt være viktig å opprettholde et høyt avlingsnivå. Dette gir mye planterester i form av halm og røtter. Betydningen av å pløye ned halmen kan diskuteres, spesielt der fotsyke-smitten er utbredt.

Det var bare ett felt etter plan B<sub>2</sub> hvor rotdreperen var hovedproblemet. Flere av feltene i B<sub>1</sub>-serien var imidlertid ganske sterkt angrepet av rotdreper, og disse feltene sammen med B<sub>2</sub>-feltet synes å bekrefte oppfatningen av at ett års planteveksling er for lite der det er mye rotdreperemitte i jorda. Som en har vært inne på tidligere, må det likevel anføres at den kveka som er blitt igjen på B<sub>1</sub>-feltene, nok har bidratt til å holde smitten ved like. Sammen med de rent forsøktekniske forhold som spiller inn, gjør dette at en også for rotdreperens vedkommende må ha lov til å vente en noe bedre virkning av plantevekslingen i praksis.

Det ser ut til å være enighet om at en ved ensidig korn dyrking må regne med en viss reduksjon i avlingene. For mange byr likevel denne driftsform på så store fordeler at de vil være villige til å ta et rimelig tap i avling for å kunne fortsette drifta på samme måte.

## V. Sammendrag

Denne meldingen omfatter resultatene av 22 treårige brakk- og grønn-gjødslingsforsøk som ble utført i årene 1960-66. De fleste forsøk var plassert som spredte felter og alle lå i Østlandsområdet. Hensikten med forsøkene var å sammenligne fortsatt korn dyrking med virkningen av noen grønn-gjødslings- og oljevekster med eller uten TCA, samt brakk, på steder hvor kornavlingene var sterkt redusert på grunn av kveke eller fotsyke. Virkningen av de forskjellige ledd er bestemt som ettervirkning på kornavlingene i 2. og 3. forsøksår.

Forsøkene ble utført etter 4 forskjellige planer. Planene A og B omfattet 5 innledende forsøk, mens de endelige planene B<sub>1</sub> og B<sub>2</sub>, utgjorde resten. B<sub>1</sub> og B<sub>2</sub> var tillempet etter plan B henholdsvis med hensyn på kveke og fotsyke eller andre årsaker.

Resultatene etter plan B<sub>1</sub>, som var meget entydige, viste at kvitsennep med TCA til nedpløying, vårraps eller -rybs til modning og brakk hadde omtrent samme effekt mot kveke og den samme positive ettervirkning på kornavlingen når en ser bort fra gjødselvirkningen av kvitsennepen. Sammenlagt ble leddet med en oljevekst til modning best, på grunn av frøavlingen i anleggsåret. Utslaget for behandling var 73 kg korn/da det første ettervirkningsåret, og det samme utslag ble funnet for de tilsvarende ledd i plan B. Dette utslaget sank det andre ettervirkningsåret til det halve.

I tillegg til kveke, var det også mye rotdreper på mange av feltene, og plantevekslingen i anleggsåret reduserte smitten sterkt. Kvekemengden og

spesielt rotdrepersmitten tok seg raskt opp igjen, og det er antatt at begge disse forhold har bidratt sterkt til den halveringen av avlingsutslaget som fant sted fra 2. til 3. år.

## VI. Summary

This report comprises the results of 22 fallow- and green manuring experiments, each of 3 years duration. The experiments were carried out in the south-eastern part of Norway in the period 1960–66. These experiments aimed at comparing continued grain production with the effect of some green manuring- and oil crops with or without trichloroacetic acid, and fallow, where a considerable yield reduction caused by couch-grass, *Agropyron repens* and foot rot diseases had taken place. The effect of the different treatments 1. year was measured as the aftereffect on the grain yields in 2. and 3. year.

The experiments were carried out according to 4 different designs. Design A and B included 5 preliminary experiments, while the final designs B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> consisted of the remaining. They were adapted for couch-grass and foot rot diseases respectively.

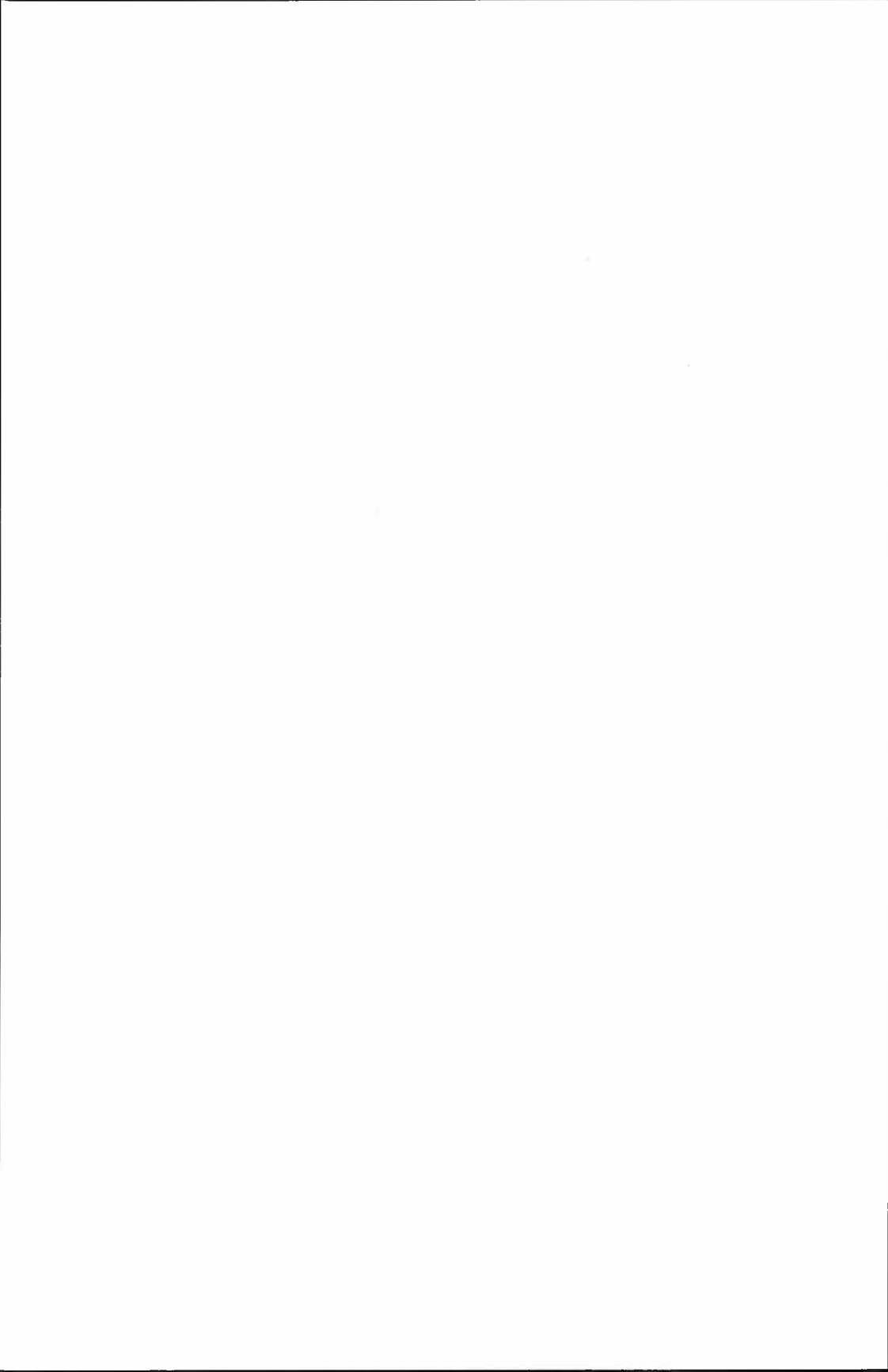
14 experiments were carried out according to the B<sub>1</sub> design. The results, beeing very conform, showed that white mustard, *Sinapis alba*, for green manuring, oil crop for harvesting, both of these treatments with TCA, and the fallow, had about the same effect on couch-grass and the same successful aftereffect on grain yield. The white mustard however, also had a manuring effect. Summing up for the three years, the oil crop together with TCA will be to prefer, because of the seed yield the first year. The grain yield increase obtained by the treatments was 730 kg grain/ha the second experiment year. The same was found in the equal treatments in the B design. This increase however, was only half as much in the third year.

In addition to the couch-grass, many of the experiment plots were infected with take-all, *Ophiobolus graminis*. The crop rotation in the first year gave a good infection decrease, but the couch-grass and especially the take-all increased rapidly again. This is assumed to be the main reason why the grain yield increase was halved from second to third year.

Considering the special circumstances with small experimental plots, effect from neighbour plots etc., the treatment effects are estimated to be some more protracted in practical farming.

## VII. Litteratur

1. ACERBERG, L. S., 1966. Växtföljdsproblem i nordisk försöksverksamhet. Nord. Jordbr. forskn. 3, 153-180.
2. BYLTERUD, A., 1956. Kvekebekjempelse med TCA og diklorpropionsyre. Samvirke 5, 135-143.
3. BYLTERUD, A., 1960. Resultater av nordiske fellesplaner for bekjempelse av kveke (*Agropyron repens* P. B.). Norske resultater. Nord. Jordbr.forskn. 11. kongr. Suppl. 1, 134-137.
4. BYLTERUD, A., 1964. Bekjempelse av kveke i kornåker. Nord. Jordbr.forskn. 12. kongr. Suppl. 8, 151-154.
5. GESSLEIN, S., 1967. Behøver vi en ordnad växtföljd? Fors. och Forskn. 1, 8 s.
6. HANSEN, L. R., 1965. Fotsyke på korn. LÖT, Småskrift 13/65. 7 s.
7. HANSEN, L. R. og AASTVEIT, K., 1959. Forgrødeforsøk på fotsykesmittet jord. Forskn. fors. landbr. 10, 89-126.
8. JANSSON, S. L., 1965. Vad händer med marken vid ensidig växtodling? Lantm. 10, 4-7.
9. LEIJERSTAM, B., 1965. Växtsjukdomarna och den ensidiga växtodlingen. Lantm. 10, 10-16.
10. RØNSEN, K. og NJØS, A., 1964. Allsidig og ensidig driftsform - virkning på moldinnhold og jordstruktur. Jord og Avl. 2, 29-30.
11. UHLEN, G., 1963. Noen virkninger av ulike vekst-omløp. Forskn. fors. landbr. 14, 421-442.
12. ØRUD, I., 1966. Ulempene med ensidig kornavl kan delvis motvirkes av oljevekstene. Norsk Landbr. 8, 6-7.
13. ØRUD, I. og SOGN, L., 1967. Hva viser omløpsforsøkene? Norsk Landbr. 8, 8-9.



I redaksjonen 6. 12. 1967

## FORSØK MED POTETSORTAR, UGRODD OG GRODD UTSÆD OG TO GJØDSELMENGDER

*Experiments with potato varieties, unsprouted and sprouted seed  
potatoes and two rates of fertilizer*

Av

ÅDNE HÅLAND

### INNHALD

	Side
Opplysningar om forsøka .....	465
Vær og vekst .....	467
Resultat .....	467
Sortsoversikt .....	467
Verknaden av føregroing .....	468
Verknaden av gjødsling .....	470
Gruppering av felta etter distrikt og avlingsnivå .....	471
Val av potetsortar .....	472
Jæren .....	472
Agder .....	474
Samandrag .....	474
Summary .....	475
Litteratur .....	476

### Opplysningar om forsøka

Forsøksserien omfattar i alt 32 felt i Rogaland og Agder-fylka, 10 i 1964, 13 i 1965 og 9 i 1966, og potetsortar har på alle felta vore Kerrs Pink, Pimpernel, Åspotet, Parnassia, Ærtica, Maritta og Ora (Mira). I 1965 og -66 var også Beate, Aquila og Capella med på alle felt. Desse blir haldne utafor hovudutrekningane, men kort omtala under dei ulike avsnitt.

Utsæden var ved starten av forsøka i 1964 den beste som kunne skaffast av kvar sort. Dei to siste åra blei det nytta utsæd som var dyrka på eit spesielt formeiringsfelt ved forsøks garden, og kvart år har alle settepotetene vore lagra på same staden.

For alle sortane blei det prøvd både ugrodd og lysgrodd utsæd, og dei blei kvart år sette til groing samtidig, 4. mars i 1964, 12. mars i 1965 og 9. mars

i 1966. Men då settedatoen var ulik, blei potetene ikkje ståande til groing like lenge for alle felta. Tal settepoteter og gjennomsnittleg knollstorleik var eins for alle ruter.

Settedato var i middel for alle felta i Rogaland 1. mai og for felta i Agder 17. mai.

I forsøka var det også med to ulike gjødselmengder. Vanleg potetgjødsling på dei enkelte forsøksstadene blei nytta som grunnjødsling ( $G_1$ ), og største gjødselmengd ( $G_2$ ) var 40 kg fullgjødsel B pr. dekar i tillegg til grunnjødsling. Bortsett frå to felt, som låg på forsøksgården, blei det på alle felt gitt meir eller mindre husdyrgjødsel som ein del av grunnjødsla.

Grunngjødselmengda har variert på felta frå 40 kg fullgjødsel B pr. dekar utan husdyrgjødsel til ei mengd i einsidige gjødselslag som tilsvarar om lag 70 kg fullgjødsel B og i tillegg til dette ca. 3 tonn husdyrgjødsel. Då hevdtilstanden på dei enkelte felta også har variert heller mykje, er det rimeleg å tru at den verkelege næringstilgangen til plantene ikkje har variert så sterkt som gjødselmengdene skulle tyda på, fordi det på felta er grunnjødsla etter tidlegare erfaring på stadene.

Av 21 felt i Rogaland (alle på Jæren) låg 19 på morenejord med varierende mold- og leirinnhald og 2 på utprega sjøsand med lite humusinnhald. I Agder låg eitt felt på moldjord og 10 på sandjord.

Observasjonar på felta var total knollvekt, vekt av blautrotne knollar og prosent tørrote på riset notert ei tid før hausting. Dei to siste karakterane manglar på nokre få felt. På kvar rute blei det tatt ei prøve på ca. 5 kg knollar for tørrstoffanalyse. Denne prøva blei også nytta til registrering av middels knollstorleik og tørrote på knollane. Tørrstoffavlinga er rekna ut for kvar rute, og det er utført felles variansanalyse for alle felt på knollavling, tørrstoffavling, tørrstoffprosent, knollstorleik, tal knollar, promille blautrotne, prosent tørrote på ris og tørrote på knollar.

Tørrote på knollar er skjønsmessig vurdert etter ein skala frå 0 til 5 der karakteren 0 står for heilt tørrotefri prøve og 5 for prøvar der minst 50 prosent av samla knolloverflate er angripen av tørrote.

Forsøksplanen var split plot med ugrodde/grodde på storruter og sortar på småruter. Fordelinga både på storruter og småruter var tilfeldig for kvart enkelt felt. Sortsrutene var vidare delte i to på tvers av radretninga, og dei to gjødselmengdene blei fordelte på rutehalvdelen. Denne fordelinga var også tilfeldig på kvart enkelt felt, men lik for alle sortar innan ei storrute for å unngå grenserader mellom sortsrutene.

På 28 felt var det berre ei fullstendig blokk (dvs. fire gjentak for sort). For fire felt i 1964, som hadde meir enn eitt gjentak, er middeltala for samruter nytta i samandraget.

Sortane som var med i forsøka, blir ikkje alle dyrka for same formål. Kerrs Pink og Beate er først og fremst matpoteter. Pimpernel kan i tillegg til at han har gode mategenskapar, også koma på tale som for- eller industri-potet. Åspotet kan kallast ein kombinert mat- og fôrpotetsort, medan Parnassia, Urtica, Maritta, Ora og Capella har mindre gode eigenskapar til mat og derfor har interesse berre som fôr- og industri-poteter. Aquila, som er rekna for å vera ein kombinasjonssort, er tatt med i forsøka fordi han er sterk mot rustfleksjuke.

Alle sortssamanlikningar har såleis ikkje like stor praktisk interesse, og det vil i omtalen av resultatata bli lagt størst vekt på aktuelle jamføringar. I

distriktet er det først og fremst Kerrs Pink og Pimpernel som i dag blir dyrka til mat, medan Parnassia er den viktigaste fôr- og industripotetsorten. Av særleg interesse er derfor forholdet mellom Kerrs Pink og Pimpernel og mellom Parnassia og dei nyare sortane Urtica, Maritta og Ora. For Jæren har også ei samanlikning mellom Pimpernel og dei typiske fôr- og industripotetene praktisk interesse.

### Vær og vekst

Ved dei meteorologiske stasjonane i Klepp og Kristiansand var middeltemperaturen for månadene mai–september alle tre forsøksåra lågare enn normalt, og nedbøren i dei same månadene var større enn normalt. Berre året 1965 i Klepp hadde ned mot normal nedbør i vekstmånadene. Tørkeperiodar som kan ha verka på veksten, var det verken i 1964 eller i 1966, men i 1965 hadde begge stasjonane uvanleg lite nedbør frå ca. 21. mai til 14. juni, Klepp også i tida 5. juli til 18. august same år.

Vekstsesongen 1964 var særleg våt og kald. Dette året var då også eit uvanleg dårleg potetår i distriktet. På Vestlandet nord for Jæren må det nærmast karakteriserast som eit katastrofeår for potetdyrkinga. I samband med to av forsøksfelta i Aust-Agder 1964 er det opplyst at riset blei skadd av frost fleire gonger, på det eine feltet første gong 2. juli.

Gjennomsnittsavlinga på forsøksfelta i denne serien var i 1964 680 kg tørrstoff pr. dekar. Tilsvarande for 1965 og '66, begge gode vekstår for potet, var 1000 og 1010 kg pr. dekar. Avlingssvikten i 1964 i forhold til dei to andre åra var større på Jæren enn i Agder.

### Resultat

#### Sortsoversikt

På grunn av samspel mellom sort og groing og mellom sort og distrikt blir avlingstala omtala for ugrodde og grodde og for Jæren og Agder kvar for seg seinare i meldinga.

Også i dei fleste andre eigenskapar er det funne samspel mellom sort og groing, men middeltala gir likevel tilfredsstillande karakteristikk av sortane. Samspeleffektane blir drøfta i andre avsnitt.

Tabell 1. *Sortsoversikt, middeltal for 32 felt, gjennomsnitt for ugrodde og grodde settepoteter og to gjødselmengder.*

Sortar	Knoll- avling, kg/da	Tørrstoff- avling, kg/da	Tørr- stoff- prosent	Knoll- stor- leik, g	Tal knollar pr.plante	Blaut- rotne, promille	Tørrote	
							På ris, prosent	På knollar 0 – 5
Kerrs Pink	4260	930	21,6	78	10,2	6	52	1,9
Pimpernel	3880	910	23,4	69	10,5	1	31	0,3
Åspotet	4190	853	20,3	75	10,4	5	34	0,7
Parnassia	3720	869	23,2	89	7,9	3	36	0,6
Urtica	3780	848	22,4	76	9,3	13	28	1,0
Maritta	4030	910	22,6	72	10,2	5	16	0,8
Ora	4440	994	22,3	97	8,6	21	29	0,9
L.S.D. 5%	289	71	0,5	6	0,8	6	14	0,3

Tabell 1 viser at Pimpernel og Parnassia har høgast tørrstoffprosent, Åspotet og Kerrs Pink lågast. Forholdet mellom tørrstoffprosentane til Parnassia og Ora har særleg stor interesse. Parnassia er i dag mest brukt i potetmjølproduksjonen på Jæren, og Ora er den sorten som i avling konkurrerer best med Parnassia. Høg tørrstoff- eller stivelseprosent er verdifull i denne produksjonen, som blir billigare di større innhald råstoffet har. I forsøksserien har Parnassia 0,9 prosent høgare tørrstoffinnhald enn Ora. I andre forsøk her i landet er skilnaden i tørrstoff- eller stivelseinnhald mellom desse sortane frå 0,5 til 2,4 prosent til fordel for Parnassia (3, 5, 8).

Middels knollstorleik er for kvar rute rekna ut på grunnlag av nøyaktig vekt og tal knollar i ei best mogleg representativ prøve på ca. 5 kg. Ora har størst knollar, deretter kjem Parnassia med 8 gram mindre knollar enn Ora. Etter grodde settepoteter har desse to sortane om lag same knollstorleik. Pimpernel har noko mindre gjennomsnittleg storleik enn Kerrs Pink.

Knolltalet er funne indirekte som ein kvotient mellom knollavling og middels knollvekt. Dei aller minste knollane, som låg att på åkeren, har derfor ikkje kome med i talet. Som rimeleg er, har dei to sortane med størst knollar, Ora og Parnassia, også minst tal knollar pr. plante, medan Pimpernel, som er noko småknolla, har flest. Men Pimpernel skil seg i tal knollar lite frå Kerrs Pink, Åspotet og Maritta. LETNES (7) har tidlegare undersøkt knolltalet pr. plante hjå nokre av sortane i desse forsøka, og resultatata viser som her at Kerrs Pink, Maritta og Urtica har fleire knollar enn Parnassia.

Blautroteangrepet var ved opptak ikkje særleg sterkt i middel for alle felt, men dei skilnader som kjem fram, er det likevel god grunn til å festa seg ved, då dei fortel mykje om lagringsevna til sortane. Pimpernel hadde ikkje nemnande blautrote, og det ligg nær å sjå dette i samanheng med den uvanleg gode lagringsevna sorten har. Parnassia er også sterk mot blautrote. På den andre sida står Ora og Urtica med relativt mykje rote. Dette samsvarar fullt ut med erfaringar frå praksis med omsyn til lagringsevne. Ora og Urtica er rekna for å vera vanskelege å lagra. Sjølv om det oftast berre er settepotetene som skal lagrast friske i lengre tid, reduserer tendensen til rotning dyrkingsverdien til Ora og Urtica heller sterkt.

I tørrote på riset er det to sortar som skil seg ut, Kerrs Pink med sterkast og Maritta med svakast angrep, og rekkefølgja mellom sortane stemmer godt med den FROGNER (3) fann i Hedmark og Oppland. Også på knollane er det Kerrs Pink som har mest tørrote, medan Pimpernel har minst.

#### *Verknaden av føregroing*

Føregroing av settepoteter er ein gammal kjent metode til å få større eller tidlegare potetavling. Særleg har ein i tidlegpotetproduksjonen oppnådd stor økonomisk vinning ved føregroing. Tidlegare forsøk her i landet har vist at det også for seinare sortar kan løna seg å gro utsæden, men vinninga varierer sterkt frå år til år (8, 12, 13).

I forsøka som denne meldinga omtalar, auka knoll- og tørrstoffavlinga i middel med 260 og 98 kg pr. dekar for groing. Utslaget var størst i det våte og kalde året 1964, då tørrstoffavlinga auka med 28 prosent. Tilsvarende i 1965 og -66 var 12 og 8 prosent. Tabell 2 viser korleis groing verkar på eigen-skapar der det er funne signifikante samspel mellom sort og groing.



Det er også utført T-test på utslaget for groing innan kvar sort, og signifikante utslag ( $P < 0,05$ ) er i tabellen markerte med ei stjerne. L.S.D.-verdiane er rekna ut på grunnlag av sort  $\times$  groing  $\times$  felt og kan nyttast til parvis samanlikning av utslaga for groing mellom sortar.

Tabell 2. Verknad av føregroing på avling, knollstorleik, tal knollar og sjukdomsangrep. Differanse grodd—ugrodd.

Sortar	Knoll- avling kg/da	Tørrstoff- avling, kg/da	Knoll- stor- leik, g	Tal knollar pr.plante	Blaut- rotne, promille	Tørrote på knollar 0 - 5
Kerrs Pink .....	+500*	+126*	+17*	$\div 0,8^*$	+ 4	$\div 0,5$
Pimpernel .....	+810*	+199*	+14*	+0,1	+ 1	+0,1
Åspotet .....	+800*	+175*	+11*	+0,4	+ 5	0,0
Parnassia .....	+430*	+102*	+23*	$\div 0,9^*$	+ 4	+0,1
Urtica .....	+ 60	$\div 2$	+ 8*	$\div 0,5$	+13*	+0,1
Maritta .....	+360*	+ 83*	+ 6*	+0,3	+ 5	0,0
Ora .....	+ 50	+ 8	+11*	$\div 0,9^*$	+21*	0,0
L.S.D. 5% .....	281	67	6	0,9	6	0,3

Det er i forsøka ikkje nokon klar samanheng mellom utslag for groing og den vanlege oppfatninga av kor tidlege sortane er. Rett nok har Pimpernel, som er ein relativt sein sort, vunne meir på føregroing enn den tidlegare Kerrs Pink. Men Åspotet har om lag same avlingsauken som Pimpernel, trass i at Åspotet er tidlegare. Dessuten har den seine sorten Maritta vunne mindre enn både Pimpernel og Åspotet. Urtica og Ora er truleg ikkje tidlegare enn Kerrs Pink. Likevel har dei i desse forsøka ikkje nemnande avlingsauke for groing. Ein kan altså her rekna med at andre eigenskapar enn kor tidlege sortane er, til dels har hatt meir å seia for groingseffekten på avlinga.

Blautrotne knollar ved opptak er ikkje tatt med i avlingstala frå forsøka. Dette fører til at dei sortane som har størst auke i blautrote, taper mest av avlingsvinsten for groing. Som tabell 2 viser, er det Ora og Urtica som har størst auke i blautrote. Det er også sannsynleg at det hjå desse sortane har vore flest heilt rotne knollar som ikkje er funne under opptak. Ulikt blautroteangrep forklarar såleis mykje av samspeleffekten mellom sort og groing på avling, men langt frå alt.

Også i tal knollar er det samspel mellom sort og groing. Kerrs Pink, Parnassia og Ora har signifikant færre knollar etter grodde enn etter ugrodde settepoteter, medan Åspotet og Maritta har motsett tendens. Utslaga i knolltal samsvarar såleis dårleg med utslaga i avling.

Ein del av årsakene til samspelet på tal knollar finn ein truleg i klimafaktorar. BURT (1, 2) fann såleis at korte periodar med låg temperatur i tida etter oppspiring framskunda knolldanninga hjå tidlegpoteter, og at di tidlegare knolldanninga gjekk føre seg, di færre knollar blei laga. KRIJTHE (6) peikar på at tørke i knolldanningsperioden fører til sterkt redusert avling. LÆTNES (7) og ROER (9) nemner også råmeforholda i jorda som ein mogleg medverkande faktor. Begge fann at knolltilslaget var minst dei åra det var tørke under knolldanninga. I dei tre åra denne forsøksserien gjekk, var det nok ikkje fullt så tørre periodar, og det er ikkje noko samsvar mellom knolltilslag og nedbørforhold dei tre åra. Likevel kan ein ikkje sjå bort frå at råme-

forholda i jorda og temperaturen kan ha hatt noko å seia for den ulike verknaden groing har på knolltilslaget hjå dei forskjellige sortane, fordi sortane ikkje dannar knollar samtidig, og fordi føregroing truleg ikkje framskundar veksten like mykje hjå alle sortar. Men då det ikkje har vore vèrobservasjonar i samband med dei enkelte forsøka, kan materialet ikkje fortelja noko om dette.

At det i forsøka ikkje er samsvar mellom knolltal og knollavling, verken etter ugrodde eller etter grodde settepoteter, må skuldast at samla tilvekst ut over sommaren i større grad er avhengig av vekstfaktorane i denne tida enn av knolltalet pr. arealeining. Det vil med andre ord seia at potetplantene i distriktet sjeldan dannar for få knollar når dei er sette med vanleg avstand. Ein ser då bort frå at matpoteter kan bli for store.

Knollane er hjå alle sortar større etter føregrodde settepoteter enn etter ugrodde, og Parnassia har størst auke i knollstorleik.

Tørroteangrepet på knollane er ikkje påverka av føregroing hjå andre sortar enn Kerrs Pink, som har noko mindre tørrote etter grodd enn etter ugrodd utsæd. På riset er angrepet hjå alle sortar sterkast etter grodde settepoteter. Sannsynlegvis skuldast dette at dei grodde har vore på eit meir mottakeleg (seinare) utviklingssteg på den tida då forholda låg best til rette for spreing av tørrotesoppen. Det auka tørroteangrepet på riset kan ha redusert avlingsvinsten for groing ein del, men då ein ikkje kan seia at angrepet har auka ulikt hjå dei forskjellige sortane, kan heller ikkje dette ha mykje å seia for samspelet mellom sort og groing på avlinga.

Når det gjeld tørrestoffinnhaldet i knollane, er det liten verknad av føregroing. Berre Kerrs Pink har signifikant utslag med ein auke på 0,5 prosent.

Dei tre sortane, som var med berre i 1965 og -66, Beate, Aquila og Capella har alle i middel ein avlingsauke for groing om lag som Pimpernel.

Då groing av settepotetene gjer produksjonen nokså mykje dyrare, er det grunn til å understreka at ein ved å lagra utsæden ei tid ved høgare temperatur, kan oppnå ein stor del av den effekten som groing har. LETNES (8) fekk ved oppvarming 58 prosent av meiravlinga (stivelse) som vanleg lysgroing ga. Både temperaturen i oppvarmingsperioden og behandlingstida varierte då frå år til år.

### Verknaden av gjødsling

Tabell 3. Verknad av tilleggsjødsling på avling og tørrestoffprosent. Differanse  $G_2-G_1$ .

Sortar	Knollavling kg/da	Tørrestoffavling kg/da	Prosent tørrestoff
Kerrs Pink .....	+320*	+73*	÷0,1
Pimpernel .....	+260*	+41	÷0,6*
Åspotet .....	+200*	+ 5	÷0,8*
Parnassia .....	+250*	+47	÷0,3
Urtica .....	+380*	+67*	÷0,6*
Maritta .....	+300*	+47	÷0,5*
Ora .....	+270*	+42	÷0,4
L.S.D. 5% .....			0,4

Tilsvarande som for tabell 2 markerer ei stjerne signifikant utslag ( $P < 0,05$ ), og L.S.D. er rekna ut på grunnlag av sort  $\times$  gjødsling  $\times$  felt.

Den ekstra gjødseldosen på 40 kg fullgjødsel B i tillegg til vanleg potet-gjødsling har i middel for alle felt og alle sortar gitt ein auke på 280 kg knollar eller 46 kg tørrstoff pr. dekar. I gjennomsnitt for alle forsøksstader har det altså lønt seg å gjødsla noko sterkare enn vanleg. Ni felt har likevel hatt ein liten nedgang i tørrstoffavling for auka gjødsling. Av desse låg sju på Jæren og to i Agder.

Samtidig med avlingsauken har tørrstoffinnhaldet gått ned med 0,5 prosent i middel. Men her er det forskjell mellom sortane. Kerrs Pink har minst nedgang og Åspotet størst. Tilsvarande, noko varierende nedgang er tidlegare funne av HERNES og ELLE (4) og RYSSDAL (10, 11) i forsøk med ulike gjødselmengder til forskjellige potetsortar på Sør- og Vestlandet. Truleg er det kalium og nitrogen i fullgjødsla som først og fremst er årsak til den minkande tørrstoffprosenten (8, 10).

Skilnadene mellom gjødselverknaden på avlinga til dei enkelte sortane er små. Berre for Åspotet skil utslaget i tørrstoffavling seg signifikant frå dei andre sortane. Medan Åspotet har ein auke på 5 kg tørrstoff pr. dekar, har dei andre i middel 53 kg. Dette kjem både av at Åspotet har størst nedgang i tørrstoffprosent, og at han har minst auke i knollavling.

HERNES og ELLE (4) har tidlegare funne samspel sort/gjødsling mellom Parnassia og Saga i ein forsøksserie med seks sortar i Sør-Norge, der Åspotet ikkje var med. Andre samspel fann dei ikkje, så resultatata frå desse to forsøks-seriane samsvarar bra, og det er grunn til å tru at det i lågareliggjande strok i Sør-Norge berre er eit fåtal av dei aktuelle sortane som skil seg ut med eit anna gjødselbehov enn sortar flest. Dette gjeld då halvseine og seine sortar. Avlingsutslaget for gjødsling var hjå Beate om lag det same som hjå Kerrs Pink. For Capella og Aquila var det noko mindre.

Den auka gjødselmengda har i middel for sortane som var med alle åra, også verka til ein auke i knollstorleik på 3 gram og ein auke i knolltalet på omkring 1800 knollar pr. dekar. Dette viser at meiravlinga skriv seg om lag like mykje frå at knollane har blitt fleire, som frå at dei har blitt større.

Det er ikkje nemnande verknad av den ekstra gjødseldosen på blautrote og tørrrote på ris og knollar hjå nokon av sortane.

#### *Gruppering av felta etter distrikt og avlingsnivå*

Då alle felta i Rogaland låg på Jæren, som i mange vekstfaktorar skil seg markert frå Agder-fylka, er talmaterialet for sortar (knoll- og tørrstoffavling) gruppert etter distrikt, Jæren-Agder. Særleg viktige skilnader mellom Jæren og Agder finn ein i temperaturforhold og jordart. På Jæren er vekstsesongen lang og noko kjøleg, medan han i Agder-fylka stort sett er kortare, men varmare. Medan morene av ymse slag dominerer potetarealet på Jæren, er forskjellige sandjordartar meir vanlege i Agder. Denne skilnaden kjem også i stor mon fram i forsøksserien, og grupperinga Jæren-Agder inneheld derfor i tillegg til klimatiske og driftsmessige skilnader også stor forskjell i jordart.

Grupperinga viser at forholdet mellom sortane ikkje er det same i dei to distrikta. Men då sortane som nemnt også reagerer ulikt på føregroing, er dei i siste avsnitt av meldinga omtala for ugrodde og grodde og for dei to distrikta kvar for seg.

Ei gruppering av felta etter høgt og lågt avlingsnivå viste at forholdet mellom middelavlingane til sortane var om lag likt for begge gruppene. Så langt avlingsnivået er bestemt av jorda si hevd, samsvarar dette bra med at det er få samspel mellom sort og gjødsling.

### Val av potetsortar

Då avlingsresultata viser ulik rekkefølge mellom sortane i dei to distrikta og etter ugrodde og grodde settepoteter, bør tilråding om sortsval byggja på ei oppstilling av resultatata slik det er gjort i tabell 4 og 5. Tala i tabell 5 er gjennomsnitt av ugrodde og grodde i to år.

Tabell 4. *Avling i kg pr. dekar etter ugrodd og grodd utsæd på Jæren og i Agder.*

Sortar	Jæren				Agder			
	Knollar		Tørrstoff		Knollar		Tørrstoff	
	Ugr.	Grodde	Ugr.	Grodde	Ugr.	Grodde	Ugr.	Grodde
Kerrs Pink ..	4060	4510	867	983	3910	4500	866	1011
Pimpernel ..	3670	4440	848	1043	3120	3990	740	947
Åspotet ...	4020	4780	806	981	3360	4220	689	866
Parnassia ...	3490	3900	805	903	3540	4010	841	953
Urtica .....	3900	3860	872	848	3460	3710	805	847
Maritta .....	4090	4360	915	981	3380	3910	779	894
Ora .....	4440	4360	994	976	4380	4690	982	1040
L.S.D. 5%...	270	313	67	75	380	467	99	114

Tabell 5. *Matpotetsortar, 1965–66. Middeltal for ugrodde og grodde settepoteter og for to gjødselmengder.*

Sortar	Knollavling, kg/da		Prosent tørrstoff	Knollstorleik, g	Promille blautrotne	Tørrote	
	Jæren	Agder				På ris, prosent	På knollar 0–5
Kerrs Pink .....	4730	4640	22,2	85	5	54	1,8
Pimpernel .....	4500	3880	23,4	76	0	41	0,4
Beate .....	5000	4400	21,4	76	1	59	0,8
Aquila .....	4290	3640	22,2	63	3	23	0,8
L.S.D. 5% .....	217	426	0,4	6	2	17	0,3
Tal felt .....	15	7	22	22	20	16	22

### Jæren

Av matpotetsortane er det tilsynelatande *Beate* og *Åspotet* som hevdar seg best på Jæren, fordi dei har stor knollavling og er bra sterke mot sjukdommar, bortsett frå at *Beate* er svak mot tørrote på riset. Dei er også relativt lette å lagra. Men då matkvaliteten til desse sortane ikkje er heilt god, er det likevel

*Kerrs Pink* og *Pimpernel* som har størst interesse. *Pimpernel* har mindre knollavling enn *Kerrs Pink* når begge er ugrodde, men etter grodd utsæd står dei om lag likt. At *Pimpernel* konkurrerer sterkare med *Kerrs Pink* i tørrstoffavling, har mindre å seia. Viktigare er det at *Pimpernel* er særst sterk mot blautrote og tørrote på knollane, og at han er uvanleg lett å lagra. Etter lagring fram over vinteren vil *Kerrs Pink* ofte tapa mykje av meiravlinga han har i forhold til *Pimpernel*, fordi *Kerrs Pink* ikkje er særleg lagringssterk. Begge sortane har gode mateegenskapar, men *Pimpernel* har best knollform. *Pimpernel* kan ha vel mykje små knollar, medan *Kerrs Pink* av og til vil ha for mange store. Haustarbeidet kan for *Pimpernel* bli noko seinka i forhold til *Kerrs Pink*, då knollane sit heller spreidde i jorda, og den mørk raude skalfargen gjer det noko vanskelegare å få auga på dei. Sorten er også seinare enn *Kerrs Pink*.

Ingen av dei kan seiast å vera heilt gode sortar til matpotetdyrking på Jæren, men *Pimpernel* ser ut til å stå sterkare samanlikna med *Kerrs Pink* på Jæren enn i andre landsdeler. Den avgjerande faktoren ved val av matpotetsort for Jæren blir derfor etterspurnaden etter sortane.

Den kombinerte sorten *Aquila* har minst avling av alle sortane i forsøka. Han har også mykje små knollar, men han er sterk mot tørrote på riset. Sorten har interesse berre på stader der rustflekksjuke er eit problem.

For før- og industripoteter er det tørrstoffavlinga som er avgjerande, og då føregroing drar med seg store ulemper, er det først og fremst avlingane etter ugrodd utsæd som interesserer.

På Jæren har *Urtica* gitt 67 kg tørrstoff pr. dekar meir enn *Parnassia* når det var nytta ugrodde settepoteter (tabell 4). Dette er om lag same skilnaden som LETNES (7) fann i tre forsøk på Jæren. Men då *Urtica* rotnar lett og har noko lågare tørrstoffinnhald enn *Parnassia*, har han ikkje høgare dyrkingsverdi. *Urtica* gir heller ikkje nokon vinst for føregroing.

Den seine sorten *Maritta* ga 110 kg meir tørrstoff pr. dekar enn *Parnassia*, og med sin sterke resistens mot blautrote og tørrote, står han på Jæren sterkare enn både *Urtica* og *Parnassia*. *Maritta* har likevel mindre praktisk interesse, då han ikkje er godkjent for stamsæddyrking.

Endå større avling ga den halvseine sorten *Ora* (Mira), heile 189 kg meir tørrstoff pr. dekar enn *Parnassia*. Dette er ein heil del større skilnad enn LETNES (8) fann mellom *Ora* og *Parnassia* på Jæren og i andre distrikt. *Ora* har særst store knollar og lys gul skalfarge og er derfor lett å hausta. Tørrstoffprosenten er hjå *Ora* noko lågare enn hjå *Parnassia*, men skilnaden er i forsøka berre 0,9 prosent. Då sorten rotnar svært lett, er det likevel noko betenkeleg utan vidare å tilrå han til dyrking, særleg dersom han skal lagrast i frisk tilstand i lengre tid. Om forholda derimot ligg slik til rette, at blautroten ikkje grip om seg, verken på åker eller lager, er det ikkje tvil om at *Ora* har uvanleg høg avkastningsevne. Han hadde i forsøka på Jæren tendens til avlingssvikt når utsæden blei føregrodd.

Også ugrodd *Pimpernel* ga litt større tørrstoffavling enn *Parnassia*, men skilnaden er ikkje signifikant. *Pimpernel* er som nemnt sterk mot sjukdommar og lett å lagra, og han har høgt tørrstoffinnhald.

*Parnassia* har nå i lang tid vore den mest dyrka før- og industripotetsorten på Jæren. Sorten er verdifull fordi han er sterk mot viktige potetsjukdommar, og fordi han har høg tørrstoffprosent, men han står i avkastning til dels langt etter nyare sortar i denne forsøksserien. Derfor talar nå mykje for

å byta ut denne sorten, og valet står i dag mellom Pimpernel og Ora. Ser ein berre på avlinga, er Ora best når settepotetene blir tatt direkte frå vinterlageret. Men Pimpernel har i forsøka vunne mykje på føregroing, og det er grunn til å tru at han også vil gi mykje igjen for oppvarming, som er enklare og billigare enn lysgroing. Det er elles ein føremon for sorten at han er vel eigna både som mat-, fôr- og industripotet. Om ein ikkje vil ta den risikoen for rotning som følgjer med dyrking av Ora, er Pimpernel for tida den sorten som best kan erstatta Parnassia på Jæren.

*Capella*, som var med i forsøka to år, nådde ikkje heilt opp til Parnassia i tørrstoffavling verken på Jæren eller i Agder. Denne sorten er også svært sein.

### Agder

Resultata frå Agder byggjer berre på 11 felt, men mange avlingsskilnader mellom sortane ligg likevel langt utafor feilgrensene. Blant matpotetene er det Kerrs Pink som har størst knollavling, men Beate låg ikkje langt etter dei to åra denne sorten var med i forsøka. Men då Beate ikkje har så god matkvalitet som Kerrs Pink, er det ikkje truleg at denne sorten kan erstatta Kerrs Pink som matpotetsort i Agder.

Parnassia hevdar seg betre i forhold til dei andre fôr- og industripotetsortane i Agder enn på Jæren. Det var såleis berre Ora som etter ugrodde settepoteter ga signifikant meir tørrstoff enn Parnassia, men meiravlinga var ikkje fullt så stor som på Jæren.

Resultata tyder elles på at matpotetsorten Kerrs Pink også er ein fullt brukande fôrpotet i Agder. Han ga minst like stor tørrstoffavling som Parnassia, og det er ein fordel at Kerrs Pink kan brukast både til mat og til fôr etter som det høver.

Dei fleste sortane har vunne meir på føregroing i Agder enn på Jæren. Årsaka er truleg at sesongen er kortast i Agder.

### Samandrag

I åra 1964–66 er det på Jæren og i Agder-fylka gjennomført 32 forsøk med potetsortane Kerrs Pink, Pimpernel, Åspotet, Parnassia, Urtica, Maritta og Ora (Mira). I 1965 og –66 (22 felt) var også Beate, Capella og Aquila med.

Alle sortane blei prøvde både med ugrodd og føregrodd utsæd og ved to mengder fleirsidig gjødsl.

Resultata viser at rekkefølgja mellom sortane i avling ikkje er den same på Jæren som i Agder, og at sortane reagerer svært ulikt på føregroing av settepotetene. Derimot er det ikkje store skilnader mellom sortane i avlingsutslag for auka gjødsling. Berre Åspotet skil seg signifikant ut med mindre auke i tørrstoffavling enn resten av sortane i gjennomsnitt.

Det er også funne samspel mellom sort og groing i eigenskapane knollstorleik, tal knollar, blautrotne knollar og tørrote på knollane, men ikkje i tørrstoffprosent og tørrote på riset. Samspel mellom sort og gjødsling er det elles berre i tørrstoffprosent.

Av matpoteter er det på Jæren Beate og Åspotet som hevdar seg best, men Kerrs Pink og Pimpernel gir også gode avlingar. Desse har best mat-

kvalitet og er derfor dei matpotetsortane som har størst interesse. I Agder ligg Pimpernel heller langt etter Kerr's Pink i avling.

Som før- og industripoteter for Jæren blir Pimpernel og Ora tilrådd dyrka. Ora gir etter ugrodde settepoteter størst tørrstoffavling, men er svak mot blautrote. Også i Agder gir Ora størst avling, men til før kan ein i Agder også dyrka Kerr's Pink, som er sterkare mot blautrote og gir bra tørrstoffavling.

### Summary

Seven varieties of potatoes were in the years 1964–66 tested in 32 trials located in the districts of Jæren, Vest-Agder and Aust-Agder (south-western and southern parts of Norway). Varieties were Kerr's Pink, Pimpernel, Åspotet, Parnassia, Urtica, Maritta and Ora (Mira), in 1965 and –66 also Beate, Capella, and Aquila.

Both unsprouted and sprouted seed potatoes were used, and two rates of complex fertilizer were applied to all varieties.

Concerning yield the results showed interaction between location (Jæren–Agder) and variety, and between unsprouted–sprouted seed potatoes and variety. On the other hand the varieties did not respond very much different to increased rate of fertilizer. Only Åspotet differed significantly from the other varieties in average as far as yield of dry matter is concerned.

Interaction also was found between unsprouted–sprouted and variety in average tuber size, number of tubers, bacterial soft rot and tuber blight (*Phytophthora infestans*), but not in dry matter content of the tubers and blight symptoms on leaves. Interaction between variety and increased rate of fertilizer was found in dry matter content.

As table potatoes Beate and Åspotet were favourable in Jæren district as far as yield and healthiness are concerned. However, Kerr's Pink and Pimpernel also yielded well, and because of better quality for table use, they are the most important table potato varieties. In Agder Pimpernel yielded considerably less than Kerr's Pink.

For industrial and feeding purposes, Pimpernel and Ora are recommended in Jæren. Ora had the highest yield of dry matter when seed potatoes were not sprouted. Ora showed, however, a relatively poor resistance to soft rot. Based on the results of the trials also Kerr's Pink is recommended for feeding use in Agder.

## Litteratur

1. BURT, R.L. 1964. Influence of short periods of low temperature on tuber initiation in the potato. *Eur. Potato Journal*, 7: 197-208.
2. BURT, R.L. 1965. The influence of reduced temperatures after emergence on the subsequent growth and development of the potato. *Eur. Potato Journal*, 8: 104-114.
3. FROGNER, STEIN, 1964. Potetforsøk på Opplandene 1945-62. *Forskn. fors. Landbr.* 15: 311-339.
4. HERNES, O. og ELLE, Th. 1961. Komb. sorts- og gjødslingsforsøk med poteter. *Forskn. fors. landbr.* 12: 277-290.
5. JETNE, MAGNUS, 1964. Sortsforsøk med potet 1957-63. *Forskn. fors. landbr.* 15: 445-472.
6. KRITJHE, N. 1955. Potetens knolldannelse. Foredrag i Wageningen, Nederland. *Ref. Lantmannen*, 948.
7. LETNES, ANTON, 1959. Sortsforsøk med fabrikkpoteter. *Forskn. fors. landbr.* 10: 229-249.
8. LETNES, ANTON, 1966. Årsmelding 1966 fra Hveem forsøks- og stamsædgard for poteter.
9. ROER, LARS, 1955. Forsøk med forskjellige settepotetstørrelser og ulike setteavstander. *Forskn. fors. landbr.* 6: 17-41.
10. RYSSDAL, JOSTEIN, 1963. Gjødslingsforsøk i potet. *Forskn. fors. landbr.* 14: 29-50.
11. RYSSDAL, JOSTEIN, 1964. Forsøk med stigande mengd fullgjødsel B til potet. *Forskn. fors. landbr.* 15: 473-478.
12. STERTEN, A.K. 1953. Potetforsøk i fjellbygdene 1941-47. *Forskn. fors. landbr.* 4: 81-118.
13. VICERUST, YNGVAR, 1958. Forsøk med poteter på Ny Jords forsøksgard Moldstad 1941-56. *Forskn. fors. landbr.* 9: 659-678.



I redaksjonen 1. 3. 1968

## SORTS- OG JORDDEKKINGSFORSØK MED SOLBÆR PLANTA SOM HEKK

*Variety and mulching trial in black currants grown  
in hedgerows*

Av

JOHANNES THORSRUD

### INNHold

I. Innledning .....	477
II. Forsøksplan og dyrkingsvilkår .....	478
III. Resultater og drøfting .....	479
a. Bærvling, bær- og klasestørrelse hos de ulike sortene .....	479
b. Virkninger på avlinger og bærstørrelse av ulike dekkingsmåter .....	481
c. Dekkemåtenes virkninger på jordtemperatur og jordråme .....	482
IV. Sammendrag .....	485
IV. Sammendrag .....	485
V. Summary .....	486
VI. Litteratur .....	486

### I. Innledning

Et orienterende forsøk med hekkplanting av solbær planta i 1959 (1) ga allerede 3. året etter planting meget store avlinger, og kulturmåten syntes å by på så mange fordeler at en fant grunn til å undersøke visse sider av den noe nærmere. Bl. a. var det ønskelig å få klarhet i hvordan noen av de mest vanlige sortene reagerte på en slik dyrkingsmåte og hvordan en helst burde behandle jorda i hekkplantinger. Det siste viste seg å by på problemer hvis en ikke ville nytte herbicider mot ugraset og sløyfe all jordarbeiding. Planteavstanden som nyttes i en slik hekkplanting tillater nemlig ikke bruk av vanlige 4-hjuls traktorer.

Et forsøk hvor disse spørsmålene i noen grad kunne bli belyst ble derfor lagt ut våren 1962. Etter 6 år ble forsøket avsluttet, og resultatene legges fram i denne meldinga.

## II. Forsøksplan og dyrkingsvilkår

Forsøket ble planta til med 2-årige busker i standardkvalitet etter en «Split-plot»-plan i blokker med tilfeldig rutfordeling og 4 gjentak. På hovedrutene ble dekking av jorda med halm og svart plastfolie sammenliknet med reinkultur. På underrutene ble fig. 4 sorter sammenliknet:

*Silbergieter, Brødtorp, Wellington XXX og Amos Black.*

Planteavstanden var  $150 \times 125$  cm (533 busker pr. dekar) og 8 busker pr. smårute (15 m<sup>2</sup>). Hovedrutene i feltet var avgrenset med vernerekker.

*Plastfolien* (svart polyetylen 0,04) ble lagt ut like etter planting og slik at hele jordarealet ble dekket. For at vatn og gjødsel skulle kunne komme ned i jorda ble folien perforert med en «spikerrull». Folien ble fornyet etter 4 år.

*Halmen* ble også lagt ut like etter planting, og det ble tilført ny halm annahvert år slik at halmdekket ble holdt i ca. 10 cm tykkelse. Ugraset i de halmdekte rutene skapte en del problemer, særlig i 1964. De første årene ble ugraset slått med lja, seinere ble det svidd ned med diquat-sprøyting.

De udekte rutene (reinkultur) ble freset hver vår og de første årene også et par ganger seinere i vekstsesongen. De siste par årene ble også disse rutene sprøytet med diquat om sommeren.

Oppbindings- og skjæringsmåtene som ble brukt er beskrevet tidligere (1). På grunn av den kalde sommeren i plantingsåret, ble tilveksten mindre god, og buskene ble skåret hardt tilbake våren 1963. Første bæravlinga kunne derfor først høstes i 1964.

Jorda der forsøket var lagt ut er ei lett grusblanda jord med pH ca. 7,0. På feltet hadde det inntil året før planting stått frukttre. Jorda hadde i mange år vært halmdekket, og høsten 1961 ble det gamle halmdekket pløgd ned sammen med ca. 3 tonn grisejødsel pr. dekar. I alle forsøksårene ble det gitt 75 kg Fulljødsel B/dekar.

Da jorda er lite tørkesterk, måtte feltet de fleste år vatnes en eller et par ganger i løpet av sommeren for å unngå akutte tørkeskader.

For å få kjennskap til hvordan dekkemåtene virket inn på temperaturen og råmen i jorda, ble det satt ut *tensiometer*e i alle hovedruter i to av gjentakene og *termografer* med fjernfølere i alle hovedruter i ett av gjentakene. Tensiometerene ble lest av hver 5. dag gjennom hele veksttida i alle år. Temperaturregistreringene gikk også i alle år i hele sommerhalvåret. For begge instrumenter var måledybden 25 cm. I denne meldinga er måleresultatene for

Tabell 1. *Sum respirasjonsekvalenter, nedbør og den laveste vintertemperaturen i hvert av forsøksårene.*

År	Sum RE Mai-Sept.	Nedbør mm Mai-Sept.	Vinterens laveste temp.
1962	4024	358	—
1963	5049	385	÷ 30,2
1964	4769	361	÷ 19,1
1965	4567	449	÷ 18,1
1966	4982	283	÷ 39,2
1967	4870	297	÷ 26,5
Middel 11 år 1957-67	4826	353	—

mai, juni, juli og august tatt med. Det ble også tatt ut prøver av jord og blad for å få et inntrykk av nitrogenilgangen til plantene under de ulike dekkemåtene.

Værtilhøva i forsøksperioden avvek til dels mye fra det normale, og virket sterkt inn på resultatene fra forsøket. En ser av tab. 1 at en hadde to ekstremt kalde somrer (1962 og 1965) og to meget kalde vintre 1963 og 1966. I 1966 hadde vi også vanskelige innhøstingsforhold, mye regn og høg temperatur, – noe som resulterte i ganske betydelige råteskader. Angrepene av stikkelsbær-dreper (*Sphaerotheca mors-uvæe*) tiltok med årene og må sikkert ta noe av ansvaret for avlingsnedgangen i forsøket som helhet. Det var ingen påfallende skilnad i mottakelighet hverken når det gjelder sorter eller kulturmåter.

### III. Resultater og drøfting

#### a. Bæravling, bær- og klasestørrelse hos de ulike sortene

Som det går fram av tabell 2. var det i middel av de 4 avlingsårene liten skilnad mellom sortene. *Silbergieter* ga størst og *Brødtorp* minst avling, men skilnaden var bare 84 kg/da (ca. 10 %) og er ikke signifikant.

Tabell 2. Bæravling i kg pr. dekar og år.

Kulturmåte	Silbergieter	Brødtorp	Wellington xxx	Amos Black	Middel for dekkemåter
Plastdekke . . . . .	1022	920	906	918	942
Halmdekke . . . . .	1031	874	928	1114	987
Reinkultur . . . . .	821	828	887	813	837
Middel sorter . . .	958	874	907	948	922

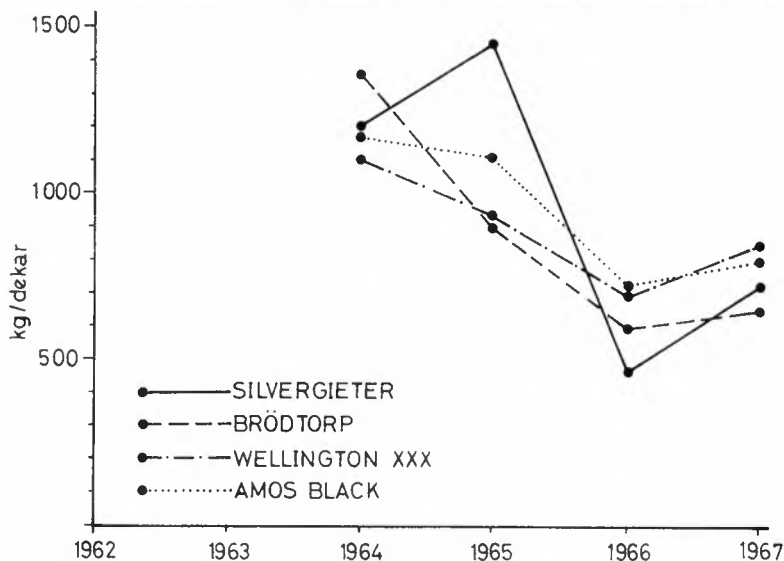


Fig. 1. Årlige svingninger i bæravling hos de 4 sortene som var med i forsøket. (Gjennomsnitt for alle 3 dekkemåter).

Sortene *Brødtorp*, *Wellington XXX* og *Amos Black* ga størst avling første året, mens *Silbergieten* ga mest det andre året. (Se fig. 1) Den relative avlingsnedgangen fra første til siste året var størst hos *Brødtorp*.

Samspillet Sort  $\times$  År er signifikant, – noe som først og fremst skyldes at sortene reagerte ulikt på de ekstreme værtilhøva i 1965 og særlig på vinter-skadene den følgende vinteren. Alle sortene tok skade, men avlingsreduksjonen fra 1965 til 1966 var ulik. Størst var nedgangen hos *Silbergieten*, som i 1966 bare ga 35 % av middelavlingene for de to første høstårene. For *Brødtorp* var det tilsvarende tallet 53 %, for *Wellington XXX* 70 % og for *Amos Black* 63 %.

Hvor mye av denne avlingsreduksjonen som skyldes redusert skottvekst i 1965 og hvor mye som skyldes direkte vinterskader den følgende vinteren, kan en ikke si noe sikkert om ut fra det materiale som foreligger.

En veit imidlertid fra før at *Silbergieten* er en ganske sterktvoksende sort som, hvis den får nok råme, gir kraftige og lange årsskott, men en har også erfaring for at sorten er lite vinterherdig. For *Brødtorp* er forholdet nærmest omvendt. Denne sorten er bra vinterherdig, men den har mange korte og tynne årsskott. Når buskene blir noe eldre, er det vanskelig å få stor nok tilvekst til å kunne fornye buskene. Bæreflaten har dermed lett for å bli for liten, og avlingen avtar. Det er mye som tyder på at avlingsreduksjonen hos *Silbergieten* skyldes frostskaade vinteren 1965/66, mens den hos *Brødtorp* først og fremst skyldes redusert tilvekst i 1965.

Det må i denne sammenheng nevnes at den skjæringsmåten som nyttes i tettplantingene vil favorisere sorter med få, men lange, kraftige årsskudd.

*Wellington XXX* og *Amos Black* ga svært like resultater avlingsmessig. Begge klarte påkjenningene i 1965/66 ganske bra. Den middels tidlig modne *Wellington XXX* har imidlertid flere likeverdige konkurrenter (*Laxton's Tinker*, *Bang Up* m.fl.), og det er ennå tvilsomt om den bør være med blant hovedsortene.

*Amos Black* derimot har i dette forsøket påny vist seg som en verdifull sort hvis en ønsker å forlenge plukkesesongen. Den er moden ca. 2½ til 3 uker seinere enn t.d. *Silbergieten*. Dens kraftige vekst egner seg godt i hekkplantinger.

*Silbergieten* er også godt skikket til hekkplanting. Sortens svake punkt er som før nevnt vinterherdigheten, men på steder hvor slike skader er sjeldne på solbær, vil sorten ved god kultur gi store avlinger.

*Brødtorp* er ikke likt av solbær dyrkerne p.gr. av det krepdende voksesettet. Bærmodningen hos sorten blir gjerne ujamn og bærene ofte tilsølt av jord. Skal sorten gi store avlinger, må buskene få «breie seg ut», og dette skaper problemer både for ugraskampen og bærplukkingen.

I hekkplantinger blir greinene bundet opp slik at bærene modner jamnere, men sorten tåler dårlig den harde skjæringen som må til for at hekken ikke skal bli for tett. En har også erfaring for at skjærings- og oppbindingsarbeidet er mer tidkrevende i hekkplantinger av denne sorten enn hos de andre vi har prøvd.

Bær- og klasestørrelsen hos sortene finner en i tabell 3. Det var ingen signifikant skilnad i noen av disse egenskapene mellom sortene, hvis alle år slæes sammen.

Samspillet Sort  $\times$  År er signifikant. Nedgangen i bærstørrelse fra 1965 til 1966 er størst for *Silbergieten* (Se fig. 2). Også for klasestørrelsen gjør den

Tabell 3. *Bær- og klasestørrelse (Middel alle år).*  
(A er vekt pr. 100 bær i gr. B er antall bær pr. klasse.)

Kulturmåte	Silvergieter		Brødtorp		Wellington xxx		Amos Black		Middel for dekkemåter	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Plastdekke ...	150	6,6	126	5,8	136	7,5	140	6,5	138	6,6
Halmdekke ..	155	6,8	125	6,1	135	7,6	145	6,2	140	6,7
Reinkultur ...	137	6,7	123	6,2	132	7,6	132	6,2	131	6,7
Middel for sorter	147	6,7	125	6,0	134	7,6	139	6,3	136	6,7

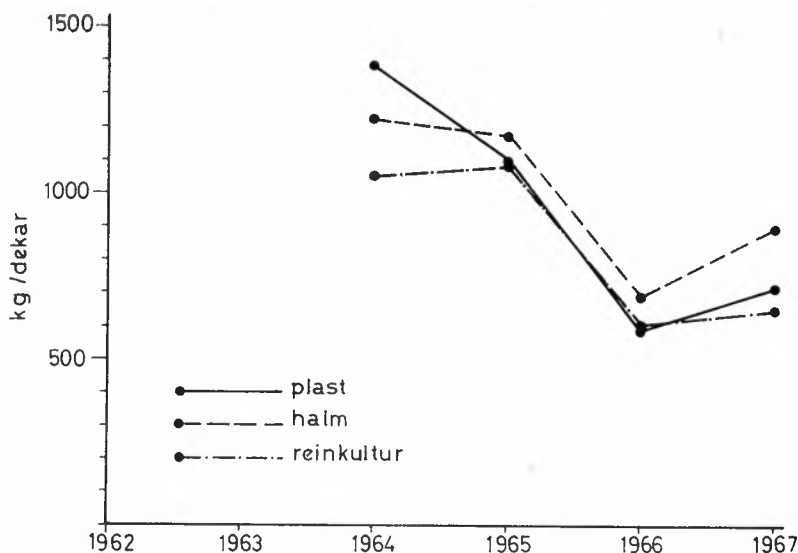


Fig. 2. Årlige svingninger i bæravling ved ulike dekkemåter. (Gjennomsnitt for alle sorter).

samme tendensen seg gjeldende, men her samspillet ikke signifikant. Samspilleffekten Sort X År for bærstørrelse er ganske sikkert i likhet med det tilsvarende samspillet for avling, en sekundær effekt som henger sammen med at vinterskadene rammer sortene både i ulik grad og på ulik måte. Dette bekreftes også av at sammenhengen mellom bærstørrelse og avling de fire årene er svært ulik for de 4 sortene som er prøvd. Sammenhengen mellom de to egenskapene uttrykt ved korrelasjonskoeffisienten var for *Silvergieter* 0,865\*\*\*, for *Brødtorp* og *Wellington XXX* henholdsvis 0,435 og 0,354 og for *Amos Black* 0,064.

#### b. Virkninger på avling og bærstørrelse av ulike dekkingsmåter

Som en ser av tabell 2 har de halmdekte rutene gitt en årlig meravling på 150 kg/dekar i middel for alle sorter sammenlikna med rutene uten dekking (Reinkultur). Skilnaden er signifikant ved 5 %-nivået. Den tilsvarende mer-

avlingen i forhold til dekning med plastfolie var 45 kg/dekar, men denne er ikke signifikant. Det samme gjelder skilnaden plastdekking-reinkultur.

Det kan ikke påvises noe sikkert samspill Sort  $\times$  Dekkemåte og heller ikke År  $\times$  Dekkemåte.

Som det framgår av fig. 2 skyldes skilnaden mellom plastdekking og reinkultur (105 kg/dekar/år) i det alt vesentlige at de plastdekte rutene ga svært store avlinger 1. avlingsåret. Dette har sammenheng med de gode tilvekstmulighetene buskene i disse rutene hadde både i 1962 og 1963.

Avlingsøkningen som følge av halmdekking skyldes uten tvil at buskene i de halmdekte rutene har hatt en noe bedre tilgang på råme i jorda. Økningen ville antakelig vært enda større, hvis ugrasvegetasjonen hadde vært holdt bedre nede de 2 første årene.

Virkingen på *børstørrelsen* var tilnærmet den samme som for bæravlinga. Halmdekking ga de største bærene og reinkultur de minste. Skilnaden var signifikant på 5 %-nivået. Dekkemåten virket likevel ikke inn på antallet av bær pr. klase. De to samspilleffektene Sort  $\times$  Dekkemåte og År  $\times$  Dekkemåte for bærstørrelse var ikke statistisk sikre. Det samme var også tilfelle for klasestørrelsen.

### c. Dekkemåtenes virkninger på jordtemperatur og jordråme

Som det går fram av fig. 3 har dekking med svart plastfolie ført til en økning i jordtemperaturen i 25 cm dybde i forhold til udekket jord, mens halmdekkingen førte til en senkning av jordtemperaturen. Differansen mellom temperaturene under plast- og halmdekke var som en kunne vente størst i perioder med mye sol og meget små eller manglet helt i gråvårsperioder. Døgnamplituden var størst under plastdekke og minst under halmdekke.

Skilnaden mellom halm- og plastdekking var i alle år størst på våren og forsommeren, – noe som først og fremst skyldes at skyggeeffekten av buskene er minst fra våren av. Fra midten av juli var skottmassen i hekkene blitt så store at sola nådde ned til bakken bare en kort tid midt på dagen.

I 1963 var skilnadene mellom de to dekkemåtene meget store på forsommeren, fordi buskene da var skåret hardt tilbake og ga lite skygge.

At skilnaden i mai 1967 var så liten, skyldes at en da bare hadde det halve soltimetallet av det normale (110 timer mot normalt 218).

Også lufttemperaturen i plantesjiktet ble i noen grad påvirket av dekkingsmåten i og med at en kunne notere 3–4 dager tidligere blomstring hos buskene i de plastdekte feltene, sammenlikna med dem som sto i halmdekke. En liknende skilnad hadde en også i tidspunktet for bærmodning. At blomstrings-tidspunktet framskyndes kan være en ulempe der faren for frostskafer under blomstringa er stor.

Noen direkte sammenheng mellom jordtemperatur og avlingsmengde kan en ikke finne i dette materialet, – noe som først og fremst skyldes at 4 avlingsår er i minste laget til å kunne påvise en eventuell korrelasjon, men også at frostskafer 1965/66 maskerte en slik sammenheng hvis det var noen.

En indirekte virkning på avlinga kunne likevel konstateres. Plastdekking førte til økt nedbryting av organiske emner i jorda og en tilsvarende økning i nitratinnholdet. Det framgår av tabell 4 at nitratinnholdet i jorda under plastdekket om høsten i plantingsåret var nesten 4 ganger så høgt som i de halmdekte rutene og i rutene med reinkultur. Den rikelige nitrattilgangen

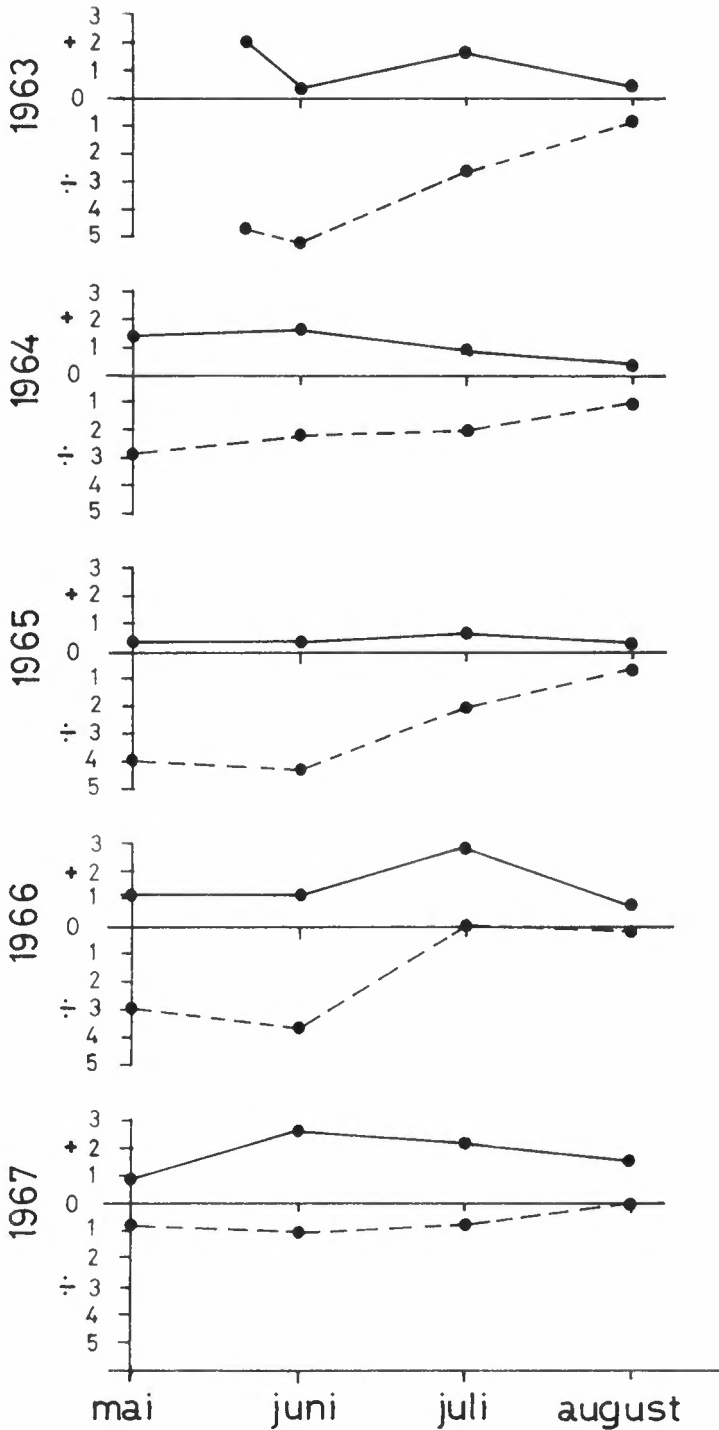


Fig. 3. Månedsmidler for avvik i jordtemperatur i 25 cm dybde fra reinkultur (ingen dekking) som følge av dekking med svart plastfolie (hele linjer) og balmdekking (stiplede linjer) i °C.

resulterte i god tilvekst i 1963 og stor avling i 1964 (Se fig. 1.). Denne effekten av plastdekking avtok under forsøksperioden og var i ryddingsåret nesten forsvunnet. Bladanalysene viste ellers at N-tilgangen i forsøket som helhet var i laveste laget. Det prosentvise innholdet av N i bladtørrestoffet bør hos solbær ligge på 2,8–3,0 % (2).

Tabell 4. N-innhold i jord og planter ved begynnelse og avslutning av forsøket. (Prøvetaking ca. 1. september.)

	Milligram NO <sub>3</sub> pr. 100 gr lufttørr jord		Prosent nitrogen i bladtørrestoffet	
	1962	1967	1962	1967
Plastdekke .....	35,4	4,0	3,06	2,76
Halmdekke .....	9,5	3,2	2,52	2,97
Åpen jord .....	9,6	3,2	2,61	2,69
LSD ved P = 0,05 .....	20,4	i.s.	0,25	i.s.

Målinger av jordreåmen med tensiometere viste at halmdekking ga en bedre råmetilstand i alle år unntagen ett (1964). (Se fig. 4.) Plastdekking derimot hadde liten virkning på råmefaktoren. Målingene viste ellers at tilgangen på vatn i de fleste årene var for lav.

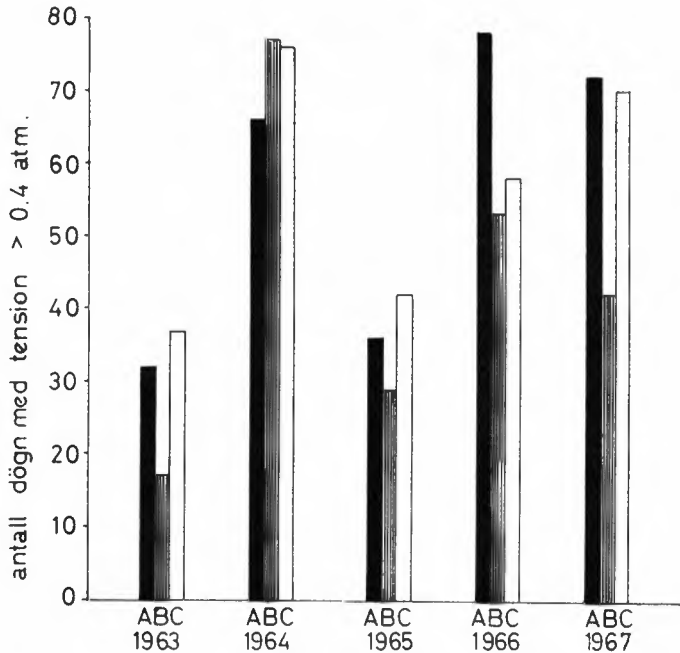


Fig. 4. Antall døgn med «tørke» i perioden 1. juni til 31. august (92 døgn) registrert med tensiometere i 25 cm dybde under plastdekke (A), halmdekke (B) og reinkultur (C).



*Tensiometermålingene* (fig. 4.) viste at halmdekking ga en bedring av råmetilgangen i forhold til plastdekking og reinkultur i alle år unntagen i 1964. Unntaket skyldes som nevnt foran ganske sikkert at en dette året hadde for mye ugras i de halmdekte rutene.

Den positive virkningen av halmdekking skyldtes at fordampningstapet ble nedsatt som følge av nedsatt jordtemperatur (lavere vandamptrykk), men også at slik dekking minsket avrenning både under snøsmeltinga om våren og under hygevær seinere på sommeren.

I vatnings- og dekkingsforsøk med solbær har en funnet liknende effekter av halmdekking (ennå ikke publisert), og en kan gå ut fra at den positive virkningen av halmdekking på avling og bærstørrelse i første rekke skyldes bedringen i tilgangen på vatn under et slikt dekke, sammenlikna med udekket jord.

Dekking med plastfolie hadde liten virkning på råmen i jorda. Forsøksfeltet lå i helling ca. 1 : 15, og en kan ikke se helt bort fra et visst vasstap ved avrenning. Selv om folien var perforert, vil noe vatn renne vekk under slike hellingstilhøve. Særlig vil dette være tilfelle under snøsmeltinga om våren.

Målingene av jordråmen viste ellers at tilgangen på vatn var mindre tilfredsstillende i alle år og særlig i 1964, 1966 og 1967. En regner med at et «tørkestress» begynner å gjøre seg merkbart gjeldende hos plantene når tension i jorda stiger over 0,4 atmosfærer. I 1966 lå tension i jorda i de udekte rutene under denne verdien i bare 2 av de 13 ukene målingene omfattet. Under slike forhold ville ganske sikkert regelmessig vatning gitt avlingsøkning.

#### IV. Sammendrag

Meldinga gjør greie for resultatene fra et sorts- og jorddekkingsforsøk med solbær utført i tidsrommet 1962–67 og planta som *hekkplanting*. Sortene var *Brødorp*, *Silbergieter*, *Wellington XXX* og *Amos Black*, og dekkingsmåtene *halmdekking* og *dekking med svart plastfolie*, sammenlikna med *reinkultur* (ingen dekking).

Resultatene ble sterkt påvirket av værtilhøva og særlig av frostskaider påført buskene vinteren 1965/66. (Tabell 1.)

I middel av alle år ga sortene tilnærmet samme avling, og det var heller ingen sikre skilnader i bær- eller klasestørrelse mellom sortene (Tabell 2 og 3). Avlingen avtok mot slutten av omløpet for alle sortene, noe som først og fremst skyldes frostskadene vinteren 1965/66 (Fig. 1). Nedgangen var størst for *Brødorp*, – noe som henger sammen med at den skjæringsmåten en må bruke i hekkplantingene ikke passer særlig godt til sorter med så svak vegetativ vekst som *Brødorp* har. Sortens «hengende» vekstsett gjør også at oppbindingen blir mer arbeidskrevende enn for de andre sortene. Alt i alt er sorten ikke særlig godt skikket til hekkplanting.

*Silbergieter* høver godt til en slik dyrkingsmåte, men den har påny vist seg lite vinterherdig.

*Wellington XXX* klarte vinteren 1965/66 bedre enn *Silbergieter* og høver godt til hekkplanting. Det samme gjelder *Amos Black* som også er seinere moden enn de andre og derfor av spesiell interesse for dem som ønsker å forlenge plukkesesongen.

*Dekking med halm* ga signifikant større avling og større bær enn reinkultur (ingen dekkning). Avlingsskilnaden var 150 kg/da og år. Den tilsvarende økning for plastdekkning var 105 k/da og år og skyldes først og fremst at de plastdekte rutene ga svært stor avling 1. året. Meravlinga er ikke statistisk sikker. (Tabell 2 og 3.)

Den positive virkningen av halmdekkning skyldes i særlig grad den bedre råmetilstanden i jorda som slik dekkning fører med seg.

Dekking med svart plastfolie ga økt jordtemperatur i 25 cm dybde, mens halmdekkning senket den. Skilnadene mellom de to dekkemåtene var størst først på sommeren. (Se fig. 3.) Økningen i jordtemperatur i de plastdekte feltene ga raskere nedbryting av organiske emner og dermed et høgere nitratinnhold i jorda og også høgere N-innhold i bladene i de første par årene etter planting. (Tabell 4.)

## V. Summary

The report deals with the results of a variety and mulching trial in black currants grown in hedgerows 1962–67.

*Varieties:* *Brødorp*, *Silvergieter*, *Wellington XXX* and *Amos Black*.

*Mulching treatments:* Black plastic foil and straw mulch both applied at time of planting and compared with clean cultivation.

Soil temperature and soil moisture were measured continuously during the growing season in all years by means of termographs and tensiometers at a depth of 25 cm.

The results of the trial were strongly influenced by the prevailing climatic conditions and especially by the very cold winter of 1965/66 (Table 1).

No significant differences in yield and berry size were found between varieties. (Table 2 and 3.) The yield reduction which occurred in 1966 was mainly caused by frost damage to the bushes the preceding winter. *Silvergieter* was more damaged than the others but all bushes recovered.

The varieties *Silvergieter*, *Wellington XXX* and *Amos Black* were all found suitable for growing in hedgerows. *Brødorp* is too weak-growing to stand the severe pruning necessary when the cropping as in this case is mainly based on one year old shoots.

The application of straw mulch resulted in a significant increase in both yield and berry size compared with clean cultivation. (Table 2. and 3.) This positive effect is thought to be due to the higher moisture content found under straw mulch in all the years but one. (Fig. 4.)

Covering the soil surface with black plastic foil resulted in an increase in soil temperature. This in turn favoured the decomposition of organic matter in the soil during the first couple of years of the trial and gave an increase in the nitrate concentration in the soil and a corresponding increase in leaf nitrogen. (Table 4.) This effect is also reflected in the cropping curves of fig. 2.

## VI. Litteratur

1. THORSRUD, J.: Hekkplanting av solbær. Frukt og bær 1962 s. 5–10.
2. LJONES, B.J.: Ranges of the nutrient status of fruit trees and small fruits as evaluated by leaf analysis and yield records. Meld. N.L.H. Vol. 45 1966 No 12.

I redaksjonen 23. 3. 1968

## VEKSTRYTME HOS TIMOTEISORTER

*Growth Rhythm of Timothy Varieties.*

Av

STYRKAR FOSS

	INNHold	Side
I.	Innledning .....	487
II.	Materiale .....	488
III.	Sammenheng mellom vekstrytmen hos timotei og breddegraden der vedkommende sort har vært frødyrket .....	488
IV.	Gjenvekstprosenten ved ulike forsøksstasjoner og sammenlikning av gjenvekstprosentene stasjonene i mellom .....	493
V.	Forskjell mellom timoteisortene i vekstrytme .....	495
	1. Resultat fra forsøk med fire gangers slått i vekstsesongen .....	495
	2. Resultat fra forsøk med to og tre høstinger til forskjellige tider i vekstsesongen .....	498
	3. Størrelsen av gjenveksten etter en og to gangers slått tidligere i vekstsesongen .....	501
VI.	Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og høyavlinger ved 1. slått .....	503
VII.	Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og høyavlinger ved en gangs slått i veksttida .....	504
VIII.	Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og høyavlinger ved 2. slått .....	504
IX.	Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og overvintringsevne .....	504
X.	Sammenheng mellom stråstyrke og nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene .....	506
XI.	Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og innhold av karoten og klorofyll (a+b) i plantene .....	507
XII.	Timoteisorter og daglengde .....	508
XIII.	Diskusjon .....	510
	Sammendrag .....	513
	Summary .....	515
	Litteratur .....	517
	Etterord .....	518

### I. Innledning

Hensikten med denne meldinga er å belyse vekstrytmen hos noen timoteisorter og den sammenheng denne vekstrytmen har med den breddegraden der vedkommende timoteisort har vært frødyrket i lengre tid. Endel andre egenskaper som har sammenheng med vekstrytmen blir også behandlet.

Dette gjelder f.eks. skilnad i grønnfarge (karoten- og klorofyllinnhold), i overvintringsevne og i stråstyrke.

Frødyrking av timotei går i Norge for seg nordover fra omkring 58°N til 69–70°N. Det fins knapt nok noe annet land i verden som har praktisk frødyrking så langt nord. Viktig i denne sammenheng er at frødyrkinga har gått for seg i lang tid på samme sted – både åtti og hundre år og kanskje mer for noen sorter (19). På den måten har timoteisortene tilpasset seg voksevilkårene. Frødyrkingstedene har ligget spredt i et område som strekker seg over 11–12 breddegrader med tildels sterkt avvikende klimaforhold. Det kan derfor ventes store forskjeller i naturlig seleksjon for ulike egenskaper. Også i Sverige og Finland er det tatt vare på timoteisorter som gjennom lengre tid har vært frødyrket på hvert sitt sted. Noen av disse lokalsortene er med i de forsøkene som blir omtalt her.

Materialet er dels fra publiserte forsøksmeldinger og dels fra spesielt utlagte felter på Statens forsøksgard Voll ved Trondheim. Dessuten er det innhentet delvis upubliserte data fra andre forsøksgarder i landet, og også fra Nordkalott-forsøk i Nord-Sverige.

## II. Materiale

De aller fleste av de timoteisortene som er med i disse undersøkelsene er omtalt av HILLESTAD, FOSS og HERJE (19).

Tabell 1 viser avlingene i kg høy pr. dekar ved første og andre slått fra sortsforsøk med timotei som er slått to ganger i vekstsesongen. Tabellen viser også hvor mange felt vedkommende sort har vært med på. I kolonnen lengst til høyre er breddegraden for frødyrkingstedet av de sortene som kan komme inn under betegnelsen *lokalsorter*, ført opp.

Avlingsresultater ved to gangers høsting i vekstsesongen er mottatt fra Vollebekk, Forus, Fureneset, Vågønes og Tjøtta. I tillegg har vi fått høstresultat fra felt med bare en gangs slått for sommeren fra forsøksgardene Holt, Vågønes og Løken. Forsøk i fjellbygdene i Trøndelag har også vært høstet bare en gang for sommeren (15). Ved siden av avlingsoppgaver har disse siste forsøksstasjonene gitt opplysninger om hvordan timoteisortene har overvintret. Av Nordkalott-forsøkene i Nord-Sverige har noen vært høstet to ganger, andre bare en gang for sommeren.

En har ikke oppgave over gjødslinga på de enkelte feltene. Men en vanlig praksis ved gjødsling til sortsforsøkene ved forsøksgardene i Norge har vært en noe forsiktig, allsidig gjødsling om våren. På felt med to gangers slått er det overgjødslet med nitrogen etter første slått.

## III. Sammenheng mellom vekstrytmen hos timotei og breddegraden der vedkommende sort har vært frødyrket

Det er tydelig at breddegraden for sortenes herkomst er avgjørende for deres vekstrytme, og også for andre egenskaper som klorofyll- og karoteninnhold, overvintringsevne m.v. (19). En har derfor forsøkt å finne det uttrykk for vekstrytme som viser sterkest sammenheng med breddegraden. Beregningene viser følgende korrelasjonskoeffisienter:

Korrelasjon mellom breddegrad og:	For 28 sorter	For 42 sorter
Gjenvekst (kg høy) .....	÷ 0,78***	÷ 0,82***
Gjenvekst i % av totalavling .....	÷ 0,78***	÷ 0,91***
Gjenvekst i % av førsteslått .....	÷ 0,82***	÷ 0,94***
Ved veiing etter antall felt for de enkelte sorter:		
Gjenvekst i % av førsteslått .....	—	÷ 0,98***

Gjenvekst i prosent av førsteslått har gitt en større korrelasjon med breddegrad for herkomst enn gjenvekst i prosent av totalavling. Den vesentligste grunn til dette er nok at en ved å dividere 2. slåtten med 1. slåtten eliminerer mer av den feil som kommer av jordvariasjon, ulik såvarekvalitet, o.l.

De 28 timoteisortene i den første kolonnen gjelder de lokalsortene som en finner avlingsoppgaver for i tabell 1, numrene 36–62. Dessuten er Grindstad (nr. 26) med som målestokk. Dette er for en vesentlig del lokalsorter fra Østlandet og noen representanter fra Trøndelag. Den siste kolonnen gjelder alle de 42 lokalsortene som er ført opp med breddegrad for herkomst i tabell 1.

En viktig grunn til den store økningen i korrelasjon fra 28 til 42 sorter, skyldes at det er kommet til 14 sorter som stammer fra de nordligste delene av Norge, Sverige og Finland. Dessuten ligger det betydelig flere høstinger bak tallene for de siste 14 sortene enn for de 28, slik at avlingsoppgavene blir mye sikrere. Når koeffisienten for korrelasjon mellom breddegrad og gjenvekst i % av førsteslått stiger fra ÷ 0,94 til ÷ 0,98 ved veiing etter antall felt for de enkelte sorter, er også dette et uttrykk for sikrere avlingsoppgaver der sortene har vært prøvd i mange enn i få forsøk.

Regresjonen av gjenveksten i % av førsteslått på breddegrad var 1,1, dvs. at gjenvekstprosenten endres med 1,1 for hver grad nordlig bredde.

Ved utrekning av sammenhengen mellom gjenvekstprosent ( $\frac{2.\text{slått}}{1.\text{slått}} \cdot 100$ )

og breddegrad, kom en fram til at 60°N svarte til prosenttallet 40,6. På grunnlag av regresjonen kan en for hver timoteisort beregne en «breddegrad for herkomst» – eller en breddegrad for optimal klimatilpasning. Med så sterk korrelasjon som 0,98 for 42 lokalsorter er det klart at det for disse blir liten forskjell mellom beregnet og virkelig breddegrad. Men også for foredlete sorter kan vi beregne en «breddegrad» etter hvilken vekstrytme de har, sett i forhold til lokalsortene. En kunne vente at det beregnede breddegradsoptimum ville avvike endel fra den breddegraden hvor foredlingsstasjonen ligger – alt etter hvilke foredlingsmetoder som er blitt benyttet, men stort sett er det svært godt samsvar.

Ved senere sammenlikning mellom breddegrad for herkomst og egenskaper hos timoteisortene – enten det nå er lokalsorter eller foredlete sorter – er det disse breddegradsoptima som er blitt benyttet.



garder og samlet for hele materialet

Vollebekk			Vollebekk			Nord-Sverige			Vågønes-Tjøtta			Samlet materiale			Bredde-grad for her-komst
Ant. felt	kg høy 1.sl.	kg høy 2.sl.	Ant. felt	kg høy 1.sl.	kg høy 2.sl.	Ant. felt	kg høy 1.sl.	kg høy 2.sl.	Ant. felt	kg høy 1.sl.	kg høy 2.sl.	Ant. felt	kg høy 1.sl.	kg høy 2.sl.	
3	609	275				28	529	231	14	605	162	53	722	223	68,86
												26	729	220	
												19	747	235	
						28	530	246	10	626	189	38	726	241	
2	639	209										43	744	228	67,29
												39	749	236	
						28	533	237	3	608	175	36	730	233	66,50
									3	585	177	3	688	222	65,58
						28	531	241	3	580	189	31	720	236	64,00
2	649	229							14	614	189	32	716	236	
6	654	285							3	610	207	53	718	243	63,80
2	630	259							7	614	198	47	730	254	63,94
												2	668	235	64,50
												7	741	262	62,64
												34	737	265	63,45
7	653	303				28	520	257	3	600	208	94	700	257	
						28	508	278	3	582	238	56	702	270	60,33
3	714	324										28	724	279	
16	679	315										77	723	282	
												7	661	257	61,38
												6	707	275	61,48
												8	695	273	
									3	547	213	3	650	258	
												7	709	281	
11	651	323										51	707	285	
31	663	328	4	671	238				14	563	229	134	704	289	59,36
24	670	332										90	706	291	
												24	697	286	
8	669	353										64	707	290	
6	711	351										54	730	305	58,88
13	677	355										80	706	302	
13	667	356										85	698	311	
1	620	325										6	687	312	
												21	683	324	
10	663	365										33	690	334	
			4	661	243							4	694	294	58,15
			1	624	240							1	657	291	59,37
			3	645	243							3	678	294	59,58
			1	605	210							1	638	261	59,44
			1	624	213							1	657	264	59,44
			2	669	240							2	702	291	59,36
			2	670	225							2	703	276	59,36
			3	668	236							3	701	287	59,42
			4	669	247							4	702	298	59,36
			1	663	252							1	696	303	59,62
			1	560	207							1	593	258	59,70
			2	643	226							2	676	277	59,90
			3	673	233							3	706	284	59,64
			3	638	241							3	671	292	59,76
			2	656	217							2	689	268	60,90
			1	650	225							1	683	276	60,91
			1	604	210							1	637	261	60,40
			1	648	224							1	681	275	60,74
			1	662	208							1	695	259	60,67
			1	614	195							1	647	246	61,42
			1	643	217							1	676	268	60,38
			1	603	185							1	636	236	61,79
			1	585	181							1	618	232	61,89
			1	636	204							1	669	255	63,50
			2	641	206							2	674	257	63,30
			1	661	197							1	694	248	63,53
			1	582	157							1	615	208	63,80

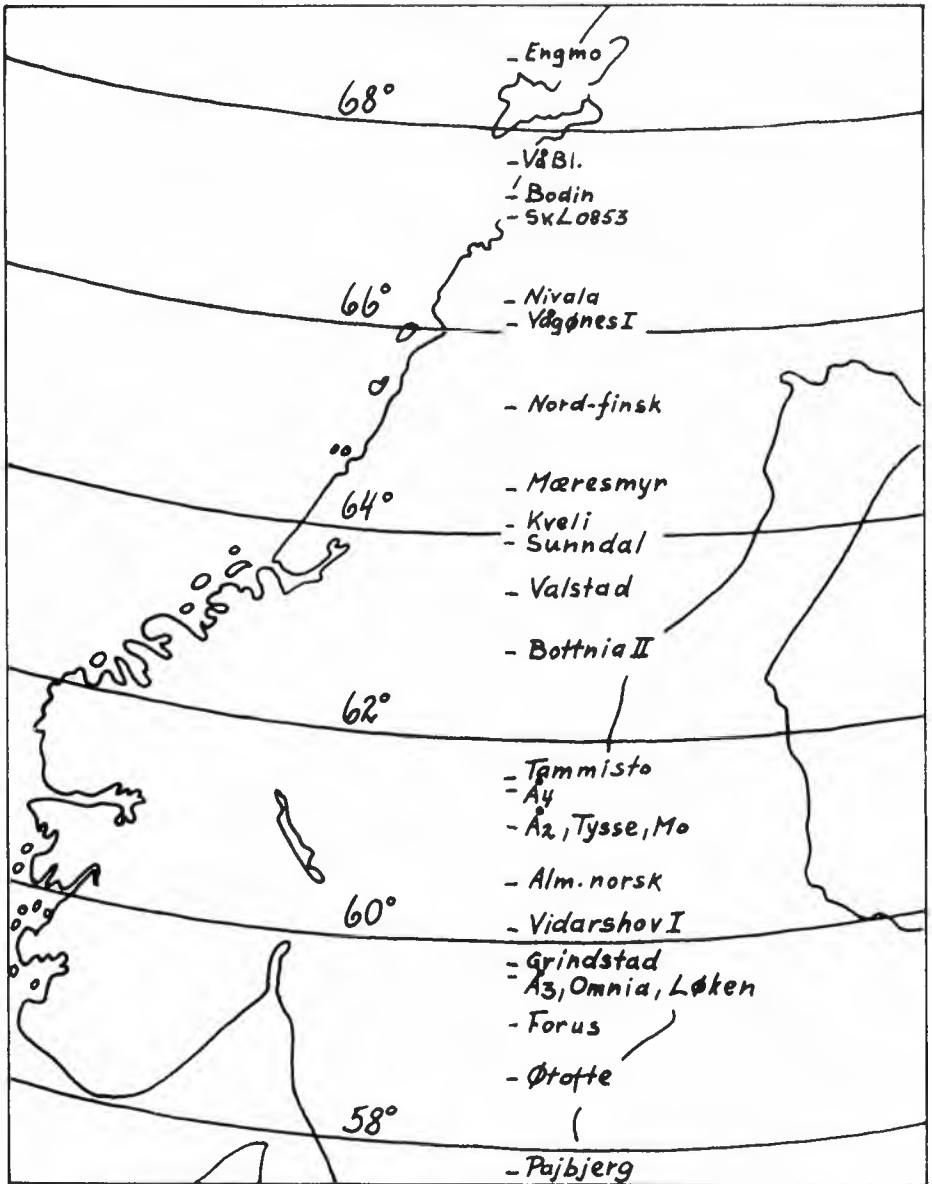


Fig. 1. Kart med timoteisorter inntegnet ved beregnet breddegrad

I fig. 1 er en del timoteisorter merket av på et kart ved den breddegrad en er kommet fram til gjennom beregninger.



Nedenfor er det gitt en oversikt over frøavlsstedene for de samme sortene som er ført opp i fig. 1.

Lokalsorten	Engmo	er frødyrket på	68,9°N
»	Bodin	»	67,3°N
»	Sv. L 0853	»	ca. 66,5°N
»	Nord-finsk (Vasa)	»	ca. 63,8°N
»	Mæresmyr	»	63,9°N
»	Kveli	»	64,5°N
»	Valstad	»	63,5°N
Foredlet sort	Tammisto	»	60,3°N
»	Forus	»	58,9°N

Lokalsortene Mo og Tysse har vært frødyrket på 61,5° og 61,4°N i Vest-Norge. Vå Bl. og Vågønes I er føredlingsmateriale fra Statens forsøksgard Vågønes (67,3°N). Nivala er en nord-finsk sort fra ca. 64°N. Bottnia II er en foredlet sort fra Svaløfs Norrlandsfilial. Den stammer fra Luleåtrakten på ca. 65,5°N, men bruksfrøavlen har vært lagt til Sør-Sverige. Sortene Å2, Å3, Å4, Vidarshov I, Norsk alm., Grindstad og Løken er alle frødyrket i Sørøst-Norge, stort sett mellom 59° og 61°N. Omnia er svensk, men blir frøavlet i Sørøst-Norge. Øtofte og Paibjerg er foredlete sorter fra Danmark.

#### IV. Gjenvekstprosenten ved ulike forsøksstasjoner og sammenlikning av gjenvekstprosentene stasjonene imellom

Tabell 2 gir et oversyn over gjenvekstprosentene ved de ulike forsøksstasjonene. Her er også gjennomsnittstall for hele materialet ført opp. (Korrigererte verdier etter Stevens utjevningmetode).

På Forus utgjør gjenveksten prosentvis en mindre del i forhold til første-slåtten enn ved de andre forsøksgardene, mens Vollebekk og Nord-Sverige ligger over de andre i gjenvekstprosent. Ulik vekstintensitet til forskjellige tider om sommeren, og likeså varierende lengde av veksttida, kan naturlig nok ha en del å si for nivået av gjenvekstprosentene. Tidspunktet for førsteslåtten spiller en avgjørende rolle. Tidspunktet for andreslåtten kommer også inn i bildet.

Forsøk på Voll (19) viser at en utsettelse av førsteslåtten fra tidlig slått til silo (gj.sn. høstedata 25/6) til middels slåttetid til høy (gj.sn. høstedata 9/7) førte til store forandringer i gjenvekstprosentene.

Av tabellen går det fram at gjenvekstprosenten har forandret seg med vel 40 ved en utsettelse av første gangs slått i 14 dager, i gjennomsnitt ca. 3% for hver dag.

Den øverste gruppen representerer de seks nordligste sortene. I den midt-ørste er sju sorter fra Østlandet samlet. De to danske sortene danner den nederste gruppen.

Stort sett er det slik at det er større forskjell i gjenvekstprosent mellom nordlige og sørlige sorter ved tidlig enn ved noe seinere førsteslått. Sett på bakgrunn av den store virkning en utsettelse av førsteslåtten i fjorten dager har hatt på gjenvekstprosentene på Voll, må en si at det er relativt liten forskjell

Tabell 2. Gjenvekst i prosent av førsteslått for hver forsøksgard og for hele materialet samlet.

Timoteisorter	Gjenvekstprosent = $\frac{2. \text{ slått}}{1. \text{ slått}} \cdot 100$						Hele materialet
	Voll	Forus	Fureneset	Vollebekk	Nord-Sverige	Vågenes+Tjøtta	
1 Engmo, nord-n. avl . . . . .	25,1		31,5	45,2	43,7	26,7	} 30,6
2 Engmo, 2. gen. sør-n. avl . . . . .	29,9	25,0	28,6				
3 Vå Bl. . . . .	31,6						} 31,4
4 Bodin, nord-n. avl . . . . .					46,5	30,2	
5 Bodin, 1. gen. sør-n. avl . . . . .	31,7		29,0	32,6			} 31,8
6 Bodin, 2. gen. sør-n. avl . . . . .	31,5						
7 Sv. L 0853 . . . . .	32,1				44,4	28,8	31,9
8 Gluggvatshaug . . . . .						30,2	32,3
9 Nivala . . . . .					45,2	32,6	32,8
10 Vågenes I . . . . .		27,2	27,2	35,3		30,7	33,0
11 Nord-finsk (Vasa) . . . . .	33,8	27,8	31,4	43,7		34,0	33,9
12 Mæresmyr . . . . .	35,2	26,2	33,8	41,0		32,2	34,7
13 Kveli . . . . .	35,6						35,1
14 Sunndal . . . . .			33,9				35,3
15 Valstad . . . . .	36,6		33,8				36,0
16 Bottnia II . . . . .	37,9	29,3	36,5	46,3	49,5	34,6	36,6
17 Tammisto . . . . .	37,5	30,3	35,1		54,6	41,0	38,3
18 Å 4 . . . . .	39,1	31,3		45,2			38,5
19 Å 2 . . . . .	40,5	31,3	36,4	46,3			38,9
20 Tysse . . . . .			36,6				38,9
21 Mo . . . . .			36,6				38,9
22 Rjadobaja . . . . .	39,5						39,4
23 Aalstad . . . . .						38,9	39,7
24 Norsk alm. . . . .	40,3						39,7
25 Vidarshov I . . . . .	42,2	32,3	37,7	49,5			40,3
26 Grindstad . . . . .	42,0	32,7	38,3	49,5		40,7	41,0
27 Omnia . . . . .	42,6	33,1	38,0	49,5			41,2
28 Løken . . . . .	42,0		37,9				41,2
29 Å 3 . . . . .	41,5	32,7	38,8	52,9			41,2
30 Forus . . . . .	43,5	33,4	40,3	49,3			41,8
31 Øtofte . . . . .	42,0	35,3	40,3	52,4			42,7
32 Pajbjerg . . . . .	45,2	36,0	42,7	53,2			44,4
33 Dæno . . . . .			42,4	52,4			45,2
34 Climax . . . . .	48,5	43,5	42,9				47,4
35 Kanadisk alm. . . . .	47,8	39,4	47,8	54,9			48,3

i nivå ved de ulike forsøksgardene, slik som det går fram av tabell 2. Forsøksgardene (Voll ikke medreknet) har imidlertid høstet enga på samme utviklingsstrinn, nemlig midt i mellom skyting og blomstring. Gjennomsnittlig dato for førsteslått har variert mellom forsøksgardene fra 1. til 5. juli.

Tabell 3. *Gjenvekstprosent*er ved tidlig og sein førsteslåt på Statens forsøks-  
gard Voll.

Timoteisorter	Gjenvekstprosenter ved	
	Tidlig 1. slåt gj.sn. 25/6	Middels 1. slåt gj.sn. 9/7
Bodin .....	60,5	20,2
Vå Bl. ....	64,3	18,7
Nord-finsk .....	63,7	20,1
Mæresmyr .....	64,9	20,9
Valstad .....	62,1	22,7
Bottnia II .....	62,5	23,1
Å 4 .....	69,1	24,9
Å 2 .....	71,2	24,8
Vidarshov I .....	74,3	25,3
Grindstad .....	68,2	27,5
Omnia .....	72,2	25,7
Løken .....	71,7	27,3
Å 3 .....	74,3	25,6
Øtofte .....	71,7	26,3
Pajbjerg .....	77,7	29,2

En sammenlikning mellom gjenvekstprosenter i ulike forsøksområder viser følgende korrelasjon:

Forsøksområder	Antall sorter felles	Korrelasjons- koeffisienter
Voll/Vågønes + Tjøtta .....	7	+0,88**
Voll/Fureneset .....	18	+0,98***
Voll/Forus .....	16	+0,95***
Voll/Vollebekk .....	14	+0,79***
Fureneset/Forus .....	16	+0,89***
Vågønes + Tjøtta/Nord-Sverige .....	6	+0,94**

Beregninger viser at gjenvekstprosenten varierer på samme måte mellom sortene i de forskjellige forsøksområdene.

## V. Forskjell mellom timoteisortene i vekstrytme

### 1. Resultat fra forsøk med fire gangers slåt i vekstsesongen

Resultatene fra et sortsforsøk (Felt 1) på Voll som ble slåt fire ganger i løpet av vekstsesongen 1964, viser hvordan timoteisortene vokser om våren, på forsommeren, utpå ettersommeren og om høsten. Slåtetidene var 26/5, 23/6, 3/8 og 16/10. Det var 3. års eng med jevn bestand av timotei. Det hadde ikke vært overvintringsskader. Våren kom tidlig i 1964, med kraftig vekst av graset allerede i begynnelsen av mai.

For hver slåtetid kan vi sette opp et diagram. Avlingsoppgavene i de grafiske framstillingene representerer *tilveksten* mellom hver slåtetid. Da timoteien vokser seint til igjen etter slått, kommer hovedtyngden av *tilveksten* i

siste delen av tidsrommet mellom slåttetidene. Her må en kanskje gjøre unntak for veksten i tida fra våren av og fram til første slått den 26/5.

Fig. 2 viser veksten fram til slått 26/5.

Fig. 3. viser veksten i tida 26/5 – 23/6.

Fig. 4 viser veksten i tida 23/6 – 3/8.

Fig. 5 viser veksten i tida 3/8 – 16/10.

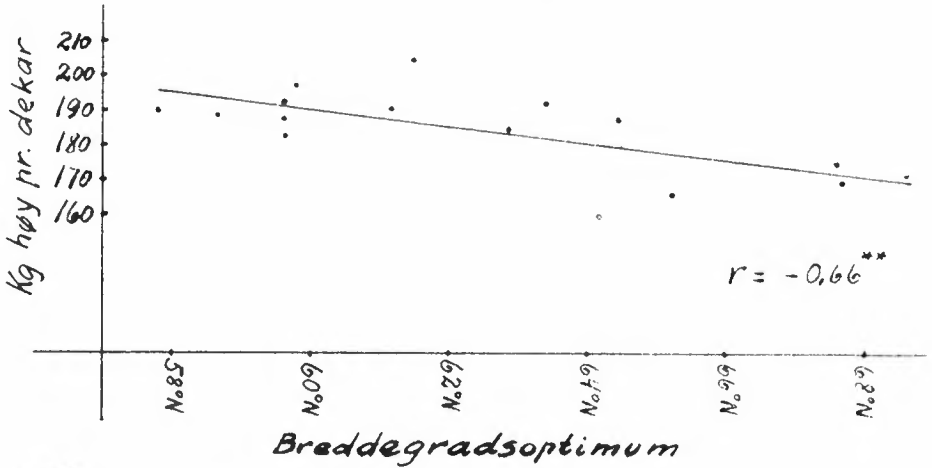


Fig. 2.

Høsteresultat for 16 timoteisorter av ulik geografisk opprinnelse  
Kg høy pr. dekar ved slått 26/5.

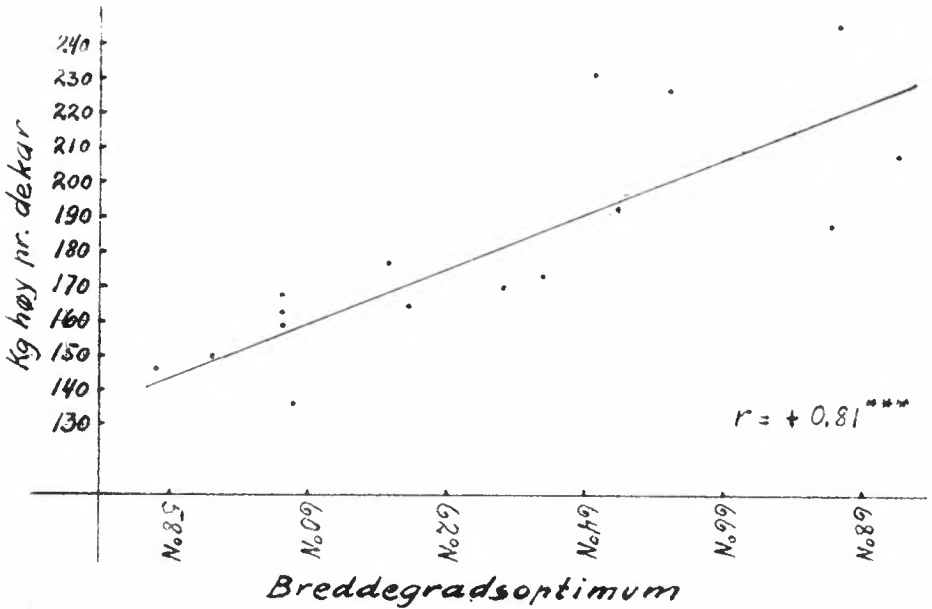


Fig. 3. Høsteresultat for 16 timoteisorter av ulik geografisk opprinnelse  
Kg høy pr. dekar ved slått 23/6 – Vekst i tida 26/5 – 23/6.

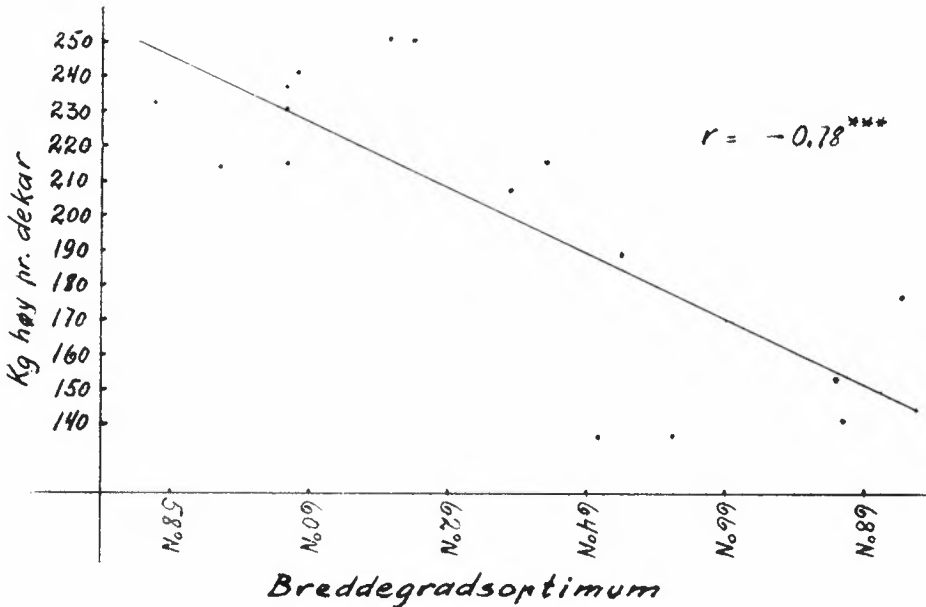


Fig. 4. Høsteresultatet for 16 timoteisorter av ulik geografisk opprinnelse  
Kg høy pr. dekar ved slått 3/8. – Vekst i tida 23/6 – 3/8.



Fig. 5. Høsteresultat for 16 timoteisorter av ulik geografisk opprinnelse  
Kg høy pr. dekar ved slått 16/10. – Vekst i tida 3/8 – 16/10

Det går fram av fig. 2, at med jevn plantebestand og tidlig vår, vokste sørlige sorter jevnt over raskere enn de mer nordlige sortene fram til første høstetid. Senere forandret bildet seg. I tida fram mot midtsommer vokste de nordlige sortene mye fortere enn sørlige sorter (fig. 3). Fig. 4 viser at det ikke bare er *seinhestes* at nordlige sorter vokser seinere enn sørlige. Alt tidlig på ettersommeren finner vi det samme forholdet mellom sortene som vi har seint

om høsten (fig. 5). Forskjellen er mye mer utpreget tidlig på høsten, noe som nok henger sammen med en langt kraftigere vekst utpå ettersommeren enn om høsten, i alle fall hos sørlige sorter.

## 2. Resultat fra forsøk med to og tre høstinger til forskjellige tider i vekstsesongen

På et forsøksfelt med 16 timoteisorter (Felt II) ved Statens forsøksgard Voll ble 1/4 av hver rute høstet tre ganger og resten to ganger i løpet av vekstsesongen. Førsteslåtten ble høstet på fire utviklingsstadier: 1) når graset var 30 cm, 2) ved skyting, 3) ved blomstring og 4) to uker etter blomstring. De rutene som var slått når graset var 30 cm langt, ble slått for annen gang når timoteien skjøt, dvs. omtrent samtidig med blomstring på de rutene som hadde fått stått urørt. Seinhøstes ble håavlinga høstet på samtlige ruter.

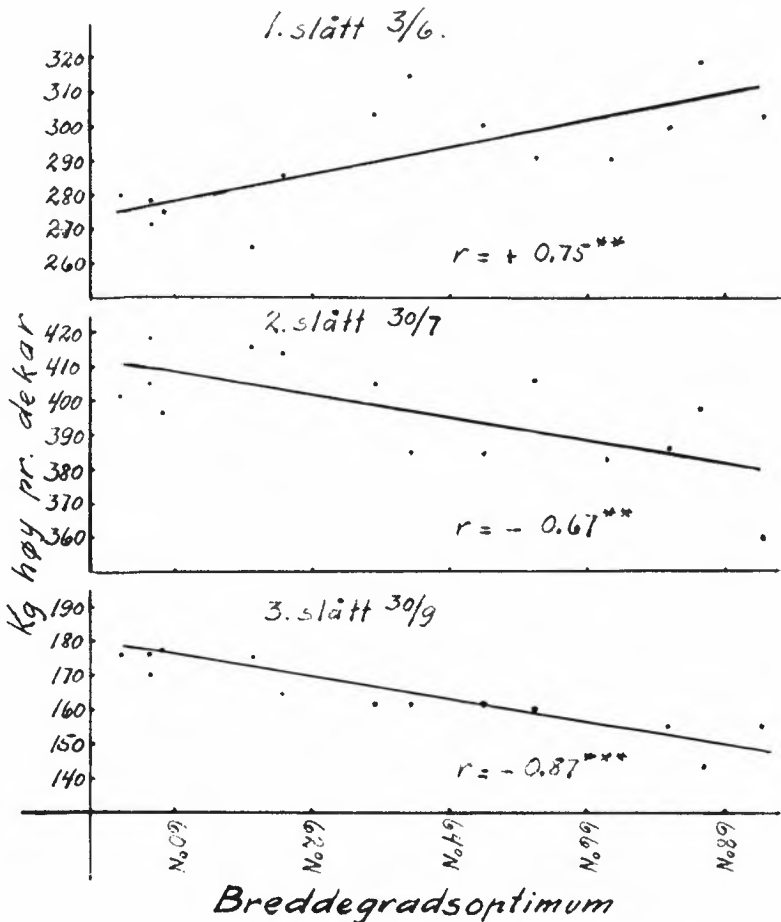


Fig. 6. Høstresultat for 14 timoteisorter av ulik geografisk opprinnelse  
Kg høy pr. dekar ved tre ganger slått i veksttida.

Forsøket gikk i tre år (1963–1965), og gjennomsnittresultatene i kg høy for tre gangers slått er satt opp i fig. 6, mens fig. 7 viser rutene med to gangers slått. Avlingsmengdene for hver sort er sett i forhold til beregnet breddegradsoptimum. I diagrammene er også gjennomsnitt slåttedatoer for de tre årene ført opp.

Vintrene 1962/63 og 1964/65 var uten tele, og dette resulterte i betydelige soppskader på feltet. De danske sortene Øtofte A III og Pajbjerg III var så sterkt uttynnet at de ikke er tatt med i avlingsoppgavene.

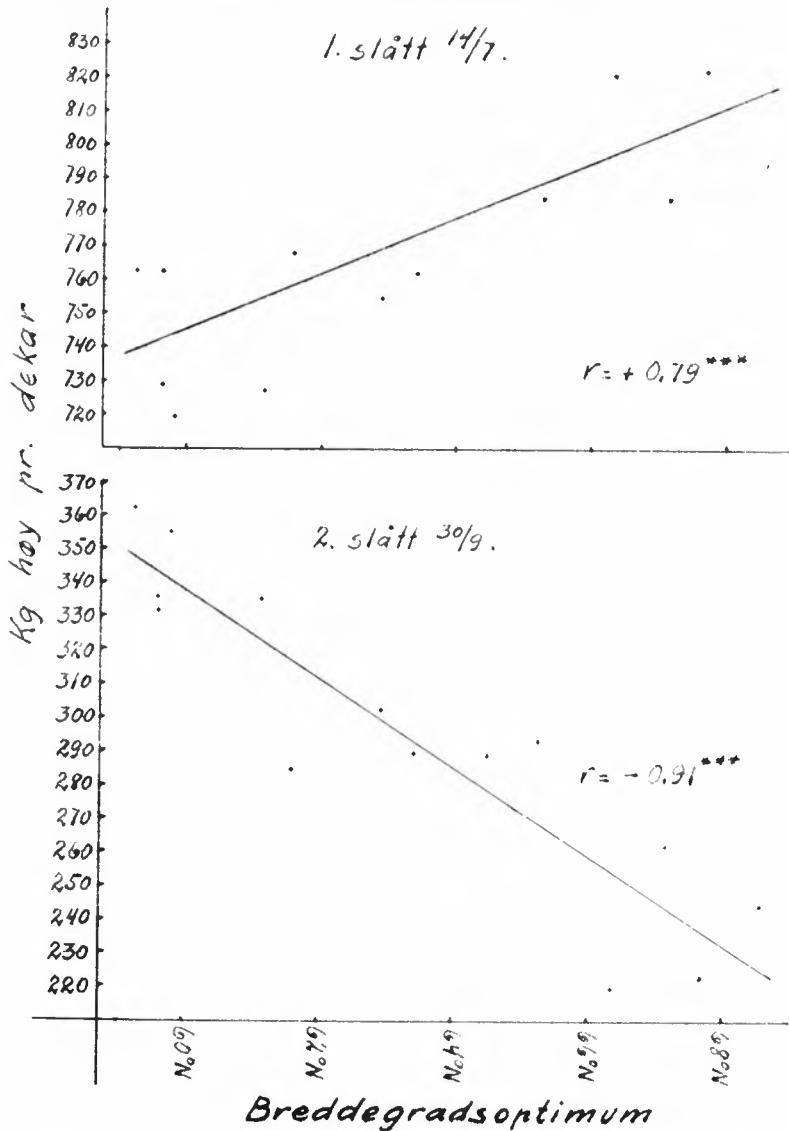


Fig. 7. Høstresultat for 14 timoteisorter av ulik geografisk opprinnelse  
Kg høy pr. dekar ved to gangers slått i veksttida

Vi ser at dette feltet ikke ga samme resultat ved første slått (slått 3/6, fig. 6) som Felt I (fig. 2), der graset også ble slått før skyting. Som nevnt ble enge sterkt skadet av overvintringssopper på Felt II, og dette gikk verst ut over sørlige sorter som dermed ikke kom så fort i gang med veksten om våren. På felt I var det ingen vinterskader, og det var der et jevnt bestand av timotei. Dessuten kom grasveksten i sin alminnelighet tidligere i gang om våren i 1964 (det året da Felt I ble høstet) enn i 1963 og i 1965.

Ved oppdeling av forsøksresultatene fra tidligste slått i fig. 6 i de enkelte høstear, finner vi disse korrelasjonene mellom avling og breddegrad for de 14 timoteisortene:

Slått 5/6 - 1963	$r = + 0,63^*$
Slått 27/5 - 1964	$r = \div 0,35$
Slått 9/6 - 1965	$r = + 0,85^{***}$

I 1963 og 1965 var det positiv korrelasjon mellom høyavling og breddegrad. Men i 1964, da veksten kom uvanlig tidlig igang om våren, ble det - i likhet med Felt I - også på dette forsøksfeltet negativ sammenheng, likevel uten å være signifikant. Det viser seg altså å være likhet mellom resultatene fra tidligste slått på de to feltene. Men gjennomsnittsberegningene for Felt II skjuler dette.

Hovedresultatet fra Felt I og Felt II blir: Ved tidlig vår og med tett plantebestand for alle sorter, vil en ved Trondheim, i den første tida om våren, ha en raskere vekst av timoteisorter som kommer fra strøk sør for forsøksstedet enn av sorter fra nordligere distrikter. Dette endrer seg i løpet av mai slik at i tida fra sein vår til midtsommers vil nordlige sorter ha den sterkeste veksten. I de årene våren kommer seint, og/eller det er dårlig bestand av sørlige sorter p.g.a. vinterskader, vil nordlige sorter alt fra starten om våren vokse fortest. Undersøkelsene viser også at det innbyrdes forhold mellom sortene snur seg igjen i løpet av juli måned. Fra siste halvpart av juli og ut vekstsesongen gir således sørlige timoteisorter større avlinger enn de mer nordlige. Forskjellen mellom sortene er mer markert utpå ettersommeren enn senere på høsten p.g.a. bedre vekstvilkår i den første perioden.

I tilknytning til undersøkelsene over vekstrytmen hos timoteisorter, kan det være av interesse å se litt på hvordan vekstintensiteten er hos noen sorter av hundegras og engsvingel.

Hos begge disse grasartene finner en det samme som hos timotei, nemlig at nordlige sorter vokser saktere utover ettersommeren og høsten enn sørlige sorter. I forsøkene med timoteisorter viste det seg at forholdet mellom sortene var omvendt midtsommers. Da hadde de nordlige sortene en sterkere vekst enn de mer sørlige. Det ser ut til å være en tendens i samme retning også for hundegras og engsvingel.

På forsøkgarden Voll, på Skjetlein jordbruksskole og på stamsædgarden Presthus har sortsforsøk med disse artene vært slått tre ganger for sommeren - i alt 6 høstear.

Tabell 4 viser totalavling i kg høy pr. dekar og prosentvis fordeling på 1., 2. og 3. slått for tre hundegrassorter. Tjøtta er en norsk sort, innsamlet og frødyrket på Tjøtta i Nordland (65,9°N). Frode er svensk, etter planteutvalg i innsamlet materiale fra Västergötland. Pajbjerg er en foredlet sort fra Danmark.



Tabell 4. Totalavling i kg høy pr. dekar og prosentvis fordeling på 1. 2. og 3. slått for tre hundegrassorter.

Sort	kg høy totalt	% av totalavling		
		1. slått	2. slått	3. slått
Tjøtta .....	880	43	39	18
Frode .....	1035	40	37	23
Pajbjerg .....	1060	40	36	24

Tjøtta er en småvoksen hundegrassort som ligger betydelig under de andre sørligere sortene i avlingsnivå. Om våren og midt på sommeren har Tjøtta hatt relativt sterkest tilvekst. Det er en tendens til at den sørligste av disse tre sortene (Pajbjerg) har gitt relativt mindre avling enn de andre sortene ved andre gangs slått.

En finner den samme tendensen som hos hundegras også i forsøk med engsvingelsorter på Voll, Skjetlein og Presthus. Sortene Løken (fra 61,4°N) og Tjøtta (65,9°N) har vært med på fem forsøksfelt. Tabell 5 viser avlinger i kg høy pr. dekar og prosentvis fordeling på 1., 2. og 3. slått.

Tabell 5. Totalavling i kg høy pr. dekar og prosentvis fordeling på 1., 2. og 3. slått for to engsvingelsorter.

Sort	kg høy totalt	kg høy			% av av totalavling		
		1.sl.	2.sl.	3.sl.	1.sl.	2.sl.	3.sl.
Tjøtta (65,9 N) .....	916	402	343	171	44	37	19
Løken (61,4 N) .....	922	426	313	183	46	34	20

Den nordligste sorten – Tjøtta – har gitt mindre avling enn Løken både ved første og ved tredje slått, men større avling ved andre gangs slått. Dette gjelder både absolutt og relativt.

### 3. Størrelsen av gjenveksten etter en og to gangers slått tidligere i vekstsesongen

I forsøket med høsteintensiteter (Felt II) har tidspunktet for andre gangs slått ved tre høstinger falt sammen med første gangs slått ved to høstinger. Etter en slik slått den 30/7–1965 ble det overgjødset med 40 kg kalksalpeter pr. dekar. (Gjødslinga var lik om våren, men ved tre høstinger var det blitt gitt 40 kg kalksalpeter også etter 1. slått).

Fig. 8 viser høyavlingene ved slått 30/9 sett i forhold til beregnet breddegradsoptimum. Etter bare en gangs slått tidligere, har vi fått større gjenvekst enn når enga er slått to ganger tidligere i sesongen. Diagrammet viser også at det er større skilnad i avling mellom sørlige og nordlige sorter når det bare er høstet en gang enn når det er høstet to ganger tidligere i sesongen.

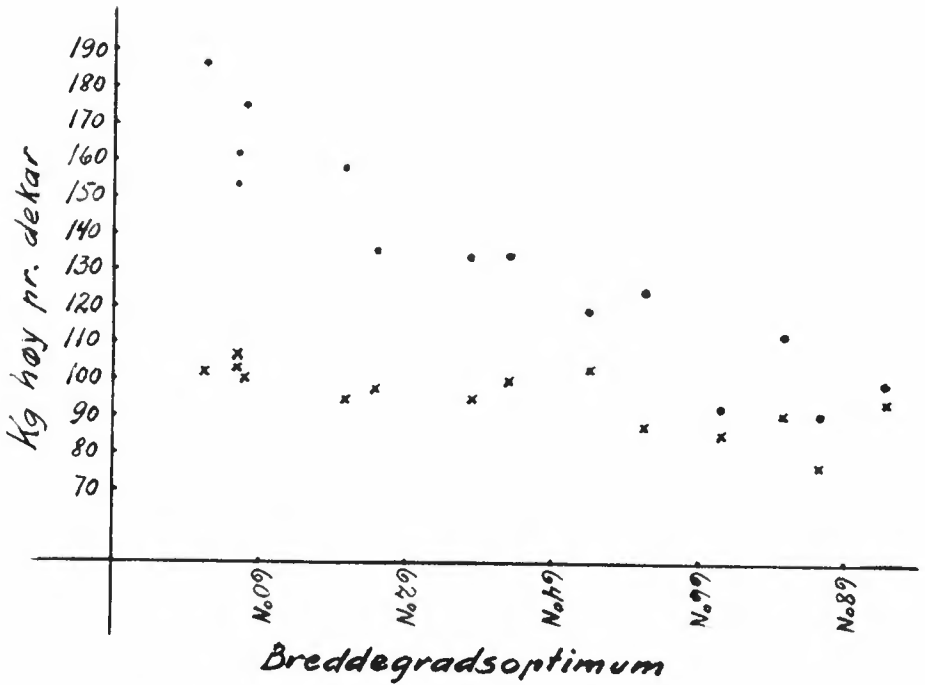


Fig. 8. Hosteresultat for 14 timoteisorter av ulik geografisk opprinnelse  
Gjenvekst i kg høy pr. dekar etter en og to gangers slått tidligere i vekstsesongen

- kg høy ved siste høstetid (30/9) fra ruter med 1 gangers slått tidligere
- x kg høy ved siste høstetid (30/9) fra ruter med 2 gangers slått tidligere

Andre forsøk på Voll viser tilsvarende resultat. Sortene Grindstad (herkomst ca.  $59,4^{\circ}\text{N}$ ), Valstad ( $63,5^{\circ}\text{N}$ ) og Bodin ( $67,3^{\circ}\text{N}$ ) har vært sammenliknet på felt der andre gangers slått ved tre høstinger falt sammen med første gangers slått ved to høstinger.

I tabell 6 er avlingene i kg høy for fire felt ved slått seint om høsten satt opp.

Tabell 6. Gjenvekst i kg høy pr. dekar for tre timoteisorter etter to eller tre ganger slått tidligere i vekstsesongen.

	Grindstad ( $59,4^{\circ}\text{N}$ )		Valstad ( $63,5^{\circ}\text{N}$ )		Bodin ( $67,3^{\circ}\text{N}$ )	
	1	2	1	2	1	2
Gjennomsnitt for fire felt .....	231	153	184	143	143	123
1 ÷ 2	78		41		20	

1) Kg høy ved siste høstetid fra ruter med 1 gangers slått tidligere i vekstsesongen.

2) Kg høy ved siste høstetid fra ruter med 2 gangers slått tidligere i vekstsesongen. (Tidspunktet for første slått under 1) faller sammen med andre slått under 2)).

En får større gjenvækst utover høsten der enga har vært slått bare en gang tidligere på sommeren enn der det har vært høstet to ganger. Dette er mest markert for sørlige sorter.

Årsaken til dette ligger i den uttapping av næringsreserver hos plantene som finner sted ved hyppig slått. Nordlige sorter gir mindre gjenvækst totalt sett og får derfor mindre nedgang. Dessuten henger sortsulikhetene utvilsomt sammen med forskjellig vekstintensitet tidligere på sommeren (se fig. 2, 3 og 4).

## VI. Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og høyavlinger ved 1. slått

I tabell 7 er det for hver forsøksgard ført opp relative tall for avlinger i kg høy ved første slått fra forsøksfelt som er utført på vedkommende forsøksgard. Timoteisortene er ordnet i grupper etter hvilken breddegrad de stammer fra. I kolonnen lengst til venstre ( $<56^{\circ}\text{N}$ ) er således gjennomsnittstall for de to kanadiske sortene Climax og Kanadisk alm. ført opp. I neste kolonne ( $56^{\circ} - 58^{\circ}\text{N}$ ) finnes gjennomsnitt avlingstall for de to danske sortene Pajbjerg og Øtofte. Timoteisorter med herkomst mellom  $64^{\circ}$  og  $68^{\circ}\text{N}$  er slått sammen, da det på enkelte forsøksgarder har vært med få sorter fra disse distriktene. Sorten Engmo fra Salangen i Troms er imidlertid representert i forsøk ved alle forsøksgardene, og denne sorten utgjør alene kolonnen lengst til høyre ( $>68^{\circ}\text{N}$ ).

En har valgt å sette gjennomsnitt avlingstall for sorter med herkomst mellom  $60^{\circ}$  og  $62^{\circ}\text{N}$  til 100, og prosentvise forholdstall for de andre grupperingene.

Tabell. 7 Relative tall for høyavling ved 1. slått, gruppevis ordnet etter opprinnelsessted.

Forsøkssted	Nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene						
	$<56^{\circ}$	$56^{\circ}-58^{\circ}$	$58^{\circ}-60^{\circ}$	$60^{\circ}-62^{\circ}$	$62^{\circ}-64^{\circ}$	$64^{\circ}-68^{\circ}$	$>68^{\circ}$
Vollebekk .....	97,4	96,2	99,6	100,0	94,6	94,6	89,4
Forus .....	97,3	100,5	100,0	100,0	99,6	98,5	96,6
Fureneset .....	97,5	97,8	99,2	100,0	101,2	100,9	103,2
Voll .....	94,2	96,1	99,1	100,0	100,3	105,7	108,5
Vågønes + Tjøtta ....			99,7	100,0	107,7	106,8	107,2
Nord-Sverige .....				100,0	102,4	104,5	104,1

Av tabellen går det fram at det ved førsteslått er stigning i avlingsmengde fra de sørligste til de nordligste sortene i forsøk som er utført i de forsøksområdene som her er representert ved Nord-Sverige, Vågønes, Tjøtta, Voll og Fureneset. Ved de to sørligste forsøksstasjonene – Vollebekk og Forus – er forholdet imidlertid et annet. Mest markert er bildet for Vollebekk sitt vedkommende. Her har sorter som stammer fra distrikt mellom  $58^{\circ}$  og  $62^{\circ}\text{N}$  gitt avgjort større avling enn både sørligere og særlig nordligere sorter. Også ved forsøks garden Forus er det en nedadgående tendens både for de sørligste sortene (Climax og Kanadisk alm.) og for sorter fra de nordligste distrikter av Norge, Sverige og Finland.

## VII. Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og høyavlinger ved en gangs slått i veksttida

Ved forsøkgarden Løken i Valdres (550 m o.h.) med sætra Berset (1000 m o.h.) og ved forsøkgarden Holt i Tromsø er enga blitt slått bare en gang i løpet av vekstsesongen. Også ved forsøkgarden Vågønes, Bodø, er en del felt blitt slått bare en gang. I tabell 8 er de relative avlingstall ved slått ordnet i grupper på samme måte som ved 1. slåtten på felt med to gangers slått i veksttida (tabell 7).

Tabell 8. *Relative tall for høyavling ved en gangs slått i veksttida, gruppevis ordnet etter opprinnelsessted*

Forsøkssted	Nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene						
	<56	56-58	58-60	60-62	62-64	64-68	>68
Holt .....			94,2	100,0	103,1	110,4	112,1
Vågønes .....	94,8		99,3	100,0	104,3	106,9	107,9
Løken .....				100,0	110,0	109,7	107,2
Berset .....				100,0	107,6	118,0	116,9

Ved de to nordligste forsøksstasjonene – Holt og Vågønes – er det stigning i høyavling fra de sørligste til de nordligste sortene. På forsøkgarden Løken (61,4°N) har de aller nordligste timoteisortene gitt mindre høyavling ved en gangs slått for sommeren enn sorter av noe sørligere opphav.

## VIII. Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og høyavlinger ved 2. slått

For hver forsøksstasjon har vi reknet ut regresjonen mellom håavling og nordlig breddegrad. Regresjonslinjene er sammenliknet i fig. 9.

Figuren viser at nordlige sorter har en noe svakere gjenvækst sett i forhold til sørlige sorter dess lengre sørover vi kommer i landet.

For noen forsøkgarder har vi opplysning om tidspunkt for slått. I gjennomsnitt for alle felt på vedkommende sted ble førsteslåtten utført mellom 1. og 5. juli, og andreslåtten mellom 31. august og 13. september på Forus, Fureneset, Voll og i Nord-Sverige. Gjenvæksten har altså gått for seg stort sett i det samme tidsrommet på de ulike forsøksstedene.

## IX. Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og overvintringsevne

I nordlige distrikter og i mange fjellbygder er det ofte vanskelige overvintringsforhold, og plantene blir ofte utsatt for harde påkjenninger. Timoteisorter fra sørlige strøk overvintrer dårligere enn nordlige sorter i disse traktene. Det viser seg da også å være en meget sterk sammenheng mellom timoteisortenes overvintringsevne og breddegrad for sortenes herkomst.

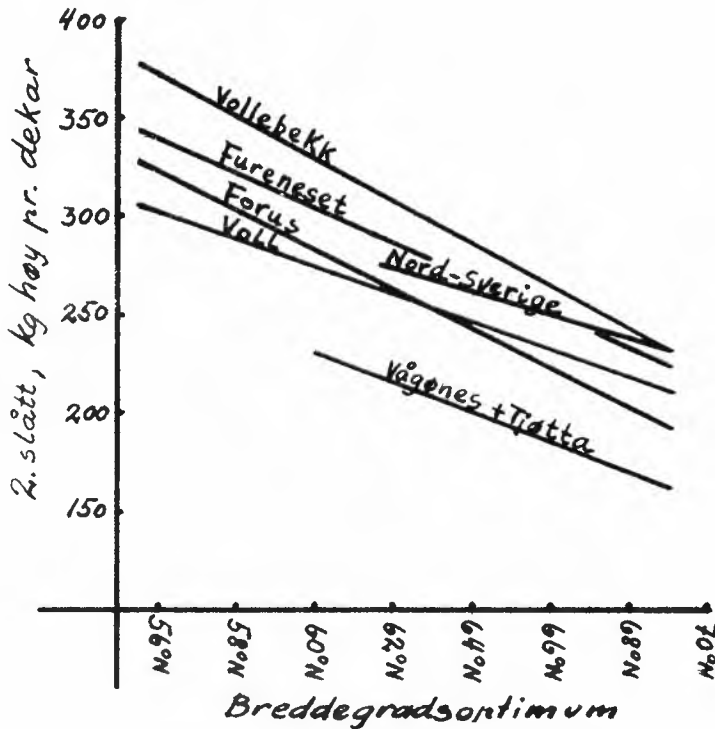


Fig. 9. Høsteresultat for timoteisorter av ulik geografisk opprinnelse. Kg høy pr. dekar ved 2. slått på forskjellige forsøkssteder.

I tabell 9 er tatt med resultat fra forsøksgardene Holt, Vågønes, Vøll, og dessuten fra Berset og fra fjellbygdforsøk i Trøndelag. Den viser korrelasjonen mellom overvintringsevne og breddegrad for herkomst av timoteisortene.

Tabell 9. Korrelasjon mellom overvintringsevne og breddegrad for herkomst av timoteisorter på forskjellige forsøkssteder

Forsøkssted	Antall sorter	1. grad regr.	2. grad regr.	Sikkerhet for forskjell mellom 1. og 2. grads regresjon
Holt .....	9	+0,96***		
Vågønes .....	15	+0,89***	+0,95***	F 1/12 = 15,38**
Vøll (fjellb.) .....	10	+0,90***	+0,96***	F 1/7 = 9,26*
Vøll .....	16	+0,92***	+0,93***	
Berset .....	5	+0,89*		

Sammenhengen mellom breddegrad og overvintringsevne er ofte ikke rettlinjert. Dette er således tilfelle i materialet fra Vågønes og fra fjellbygdforsøkene i Trøndelag, der regresjonslinjene har sikker krumlinjet effekt, dvs. at økningen i overvintringsevne avtar noe med stigende nordlig breddegrad for herkomst.

På forsøkgarden Voll er det til vanlig stabile og telefaste vintre, og det har som regel vært liten skilnad mellom sortene i overvintring (19). Men etter to vintre uten tele var det våren 1965 gått hardt ut over plantebestanden. Dette ga materiale til en bedømmelse av sortenes overvintringsevne på Voll, der en brukte prosent dekning om våren som uttrykk for overvintring. Ved de andre forsøkgardene, og likedan i fjellbygdforsøkene i Trøndelag, er det prosent timotei i enga ved slått som angir overvintringsevnen. Forsøkgarden Løken har oftest stabile, telefaste vintre, og i det materialet som vi har fått tilsendt, har det ikke vært skilnad mellom timoteisortene i evne til å greie vintrene. Annerledes er det på sætra Berset til denne forsøkgarden.

## X. Sammenheng mellom stråstyrke og nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene

Stråstyrke er en egenskap hos timoteisortene som viser seg å være sterkt korrelert med breddegraden for herkomst. Nordlige sorter er gjennomgående svakere i strået enn sørlige sorter.

Ved forsøkgarden Voll har det, som ved de fleste forsøkgardene, vært ført notater over prosent legde i sortsforsøkene av timotei. Resultatet av disse notatene er gjengitt i melding fra forsøksstasjonen (19).

Diagrammet viser at det er en nær sammenheng mellom stråstyrke og breddegrad for herkomst.

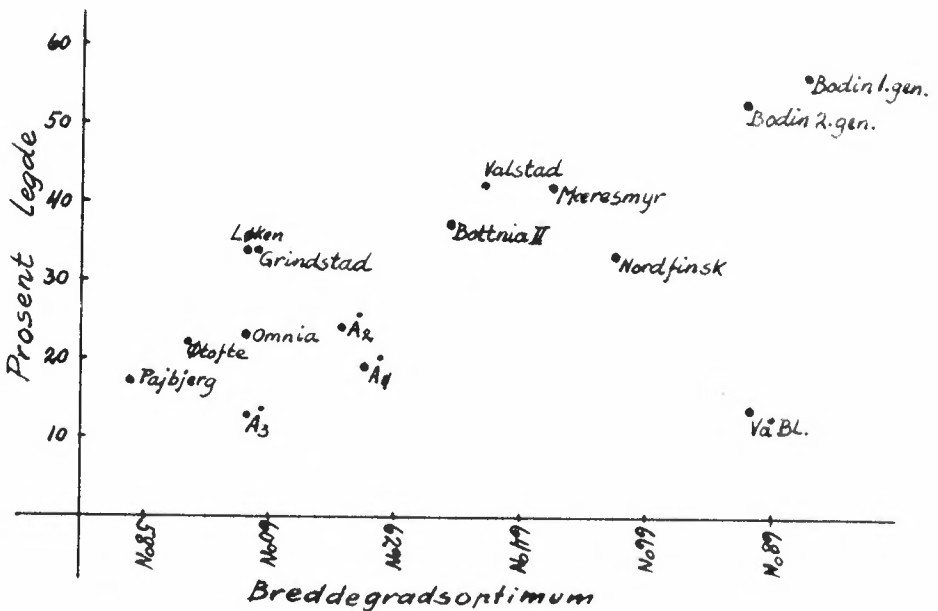


Fig. 10. Prosent legde sett i forhold til beregnet breddegradsoptimum for timoteisortene

Men diagrammet viser også at ved utvalg i et materiale er det mulig å få fram sorter som er stivere i strået enn utgangsmaterialet. Vå Bl. og Å-numrene er eksempler på dette.

Resultat fra legdeobservasjoner ved forsøks garden Vågønes (28) stemmer godt overens med det som er gjengitt her.

## XI. Sammenheng mellom nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene og innhold av karoten og klorofyll (a + b) i plantene

I melding om timoteisorter fra forsøks garden Vull (19) er det gjort greie for noen undersøkelser over karoten- og klorofyll-innhold i noen timoteisorter. Analysene var utført av Ulf *Wirum* ved Landbrukskjemisk kontrollstasjon, Trondheim. Det viste seg at det var sterk korrelasjon mellom karoten på den ene siden og klorofyll (a + b) på den andre. Analysene viste også at timoteisortene fra Danmark hadde mindre klorofyll og karoten enn sorter fra Sør-Norge, og disse igjen mindre enn nordligere sorter. Dette går fram av tabellen nedenfor, som viser middeltall for 1. og 2. slått.

Tabell. 10. *Innhold av karoten og klorofyll (a + b) i høy av timoteisorter dyrket på Statens forsøks garden Vull.*

Timoteisort	Frøavlssted	Karoten		Klorofyll (a + b)	
		mg pr. kg	tørrestoff	g pr. kg	tørrestoff
Pajbjerg III .....	Danmark ....	40,1		9,50	
Øtofte A III .....	Danmark ....	42,8	41,4	9,55	9,53
Grindstad .....	Østlandet .....	42,6		9,40	
Omnia .....	Østlandet ....	47,4	45,0	9,90	9,65
Valstad .....	Trøndelag .....	49,6		10,30	
Mæresmyr .....	Trøndelag ....	47,8	48,7	9,80	10,05
Bodin .....	Nordland .....	55,1		10,40	
Bl.fam./54(Vå Bl.) .....	Nordland ....	56,3	55,7	10,65	10,53

Korrelasjonen mellom fargestoff-innhold og beregnet breddegradsoptimum for disse 8 sortene var:

$$\text{Klorofyll (a + b) / breddegrad } r = + 0,95^{***}$$

$$\text{Karoten / breddegrad } r = + 0,88^{**}$$

Korrelasjonskoeffisientene viser en meget sterk sammenheng, og de viser at jo lengre nordfra en sort kommer, desto større er innholdet av klorofyll og karoten.

Denne forskjell i innhold av fargestoffer mellom ulike sorter er lett synlig både om våren og i gjenvæksten etter slått.

### *Bladfarge hos andre grasarter og hos havre og bygg*

En sammenlikning med resultatene funnet hos timotei.

EIKELAND (9) gjorde i sin tid på Vull observasjoner over bladfarge hos havre, og han fant at mørkegrønne sorter vokste raskere fram til skyting enn lysere sorter i samme tidlighetsklasse. På den andre sida modnet de sortene

som hadde mørk bladfarge seinere enn de mer lyse. Som eksempel nevnes havresorten Kytø som har uvanlig mørkt grønn bladfarge. Den trenger 6 døgn kortere tid fra såing til skyting enn Thor (en norsk landhavresort). Fra skyting til modning bruker den 5 døgn lengre tid enn Thor. Den totale veksttid for Kytø er altså 1 døgn mindre enn for Thor.

Sommeren 1966 ble forholdet mellom bladfarge og vekstrytme undersøkt for 21 kjente havresorter, 57 havrelinjer og 76 bygglinjer på forsøks garden Voll. Som uttrykk for vekstrytme ble valgt den tida sorten (linjen) brukte fra såing til skyting i prosent av hele veksttida for vedkommende sort. Ved en slik framgangsmåte var en ikke bundet av at alle sortene måtte være av samme tidlighetsklasse. Bladfargen ble skjønsmessig bedømt etter en skala fra 1 til 5.

Resultatet bekreftet iakttagelsene av Eikeland. Det viste seg å være statistisk sikker sammenheng mellom vekstrytme og bladfarge både hos havre og bygg, med korrelasjonskoeffisienter på 0,5 – 0,6.

Ved observasjoner over bladfarge hos ulike sorter av grasartene engsvingel og hundegras, finner en som for timoteisortene at nordlige sorter har mørkere grønnfarge enn mer sørlige sorter. Det samme er også tilfelle innenfor arten engrapp. Holt engrapp (fra Tromsø) har således en mye mørkere grønnfarge enn sørlige sorter.

I det sortimentet av hundegras og engsvingel som har vært med i forsøk på Voll, er det mye større skilnad i grønnfarge mellom sortene for hundegras enn for engsvingel.

## XII. Timoteisorter og daglengde

Virkningen av daglengden på veksten av timoteisorter ble undersøkt sommeren 1965 i et forsøk på Voll. Sortene var:

- Bodin (fra Nordland)
- Valstad (fra Trøndelag)
- Grindstad (fra Østlandet)
- Pajbjerg (fra Danmark)
- Kanadisk (fra Canada)

Forsøket tok til 9. juni, etter at graset var slått, og ble avsluttet den 23. september. Det ble gjødslet med 40 kg kalksalpeter ved begynnelsen av forsøket. Halvparten av hver rute ble dekket med lystette kasser fra kl. 17 til kl. 7,30 neste morgen (14,5 timer mørkt). Den delen av ruta som ikke hadde kasse over seg, fikk vanlig daglengde på stedet til hver tid utover sommeren. Det var nok nedbør i forsøksperioden, og det ble aldri mangel på fuktighet under kassene. I siste delen av juli var temperaturen på Voll til sine tider oppe i 25–26 grader C. Målinger viste at det om ettermiddagen bare var 0,5° varmere inne i enn utenfor kassene.

Det viste seg at med så kort lys dag som 9 1/2 time, ble aldri timoteiplantene mer enn 5–10 cm høge (fig. 11 og 12).

Bildene viser virkningen av ulik daglengde på vekst og utvikling hos timotei. Foto 23/6.





Fig. 11. Normal daglengd i tida 9.—23. juni. Fig 12.  $9\frac{1}{2}$  t. daglengd i tida 9.—23. juni

Graset ble slått den 2. august og den 23. september. Fra hver slått ble det tatt klorofyllanalyser. Analysene ble utført av Olav Skard, som på den tid arbeidet ved Botanisk Institutt, Norges Lærerhøgskole, Trondheim. Resultatet nedenfor viser relative tall for innhold av klorofyll (a + b). Innhold ved normal dag er for hver slått satt lik 100.

Slått 2/8	Kort dag	284	
»	»	Normal dag	100
Slått 23/9	Kort dag	148	
»	»	Normal dag	100

Ved slått den 2/8 hadde graset på de kortdagsbehandlede rutene mye mer klorofyll enn det graset som hadde hatt normal daglengde. Også ved den seinere slått (23/9) var det en markert skilnad i innhold av klorofyll. Selve nivået for innhold av klorofyll ved de to slåttene er forøvrig avhengig av utviklinga av timoteien ved prøvetaking (20).

Etter BRUINSMA (5) er det om høsten en stigning i forholdet klorofyll a/ klorofyll b. Innholdet av klorofyll a og klorofyll b er undersøkt av Skard i vårt materiale. Tabell 11 viser a/b-forholdet ved de to slåttene.

Tabell 11. Klorofyll a/klorofyll b for fem timoteisorter ved slått 2/8 og 23/9. K = kort dag (9,5 t.) N = Normal dag

	Bodin		Valstad		Grindstad		Pajbjerg		Kanadisk	
	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N
Slått 2/8 . . . . .	2,18	2,06	2,04	1,72	2,09	1,62	2,03	1,78	2,27	1,99
Slått 23/9 . . . . .	2,02	2,09	2,03	1,89	2,12	2,04	2,19	1,87	2,06	2,04

Analyseresultatene viser at kort dag fører til et større a/b-forhold tidlig i vekstsesongen.

Når timoteiplantene tar til å instille veksten i september-oktober, blir bladspissene ofte blårode (antocyanfarget) utenfor en skarpt avgrenset stripe tvers over bladet, og det kommer også karakteristiske runde flekker på blada.

Ved kort dag fikk timoteiplantene antocyanfarga bladspisser og runde rødbrune flekker på blada etter ca. en måned. Disse symptomene viste seg først på den nordligste sorten (Bodin), seinere på de sørligere – i samme rekkefølge som om høsten under naturlige vekstvilkår. Disse symptomer ble altså framtvunget i den varmeste delen av sommeren ved kort dag, og først hos sorter fra nordlige strøk. Ved seinere gransking har det også vist seg at svakt gjødslet timotei får flere antocyanfarga bladspisser enn timotei som er gjødslet sterkere. Resultatet antyder at antocyanfarginga av blada er fysiologisk betinget og henger sammen med plantenes assimilasjon og næringsoverføring.

### XIII. Diskusjon

Ulikheter i vekst og utvikling av planter av forskjellig geografisk opprinnelse har gjennom tidene vært gjenstand for en lang rekke undersøkelser. For grasartenes vedkommende har således mange forskere gjort inngående studier over hvordan tilpasning til forskjellig breddegrad har ført til ulikheter i genetisk sammensetning ved at plantene har tilpasset seg vekstvilkårene på de respektive dyrkingsstedene.

Av de ytre faktorer som har vært bestemmende for stabilisering av genmaterialet til det en kan kalle en lokalsort, har utvilsomt fotoperioden – daglengda – spilt en avgjørende rolle (1,7, 11, 13, 18, 22, 25, 26, 33.). Ved sammenliknende forsøk viser da dette seg ved at sorter av samme grasart som stammer fra forskjellige breddegrader, stiller ulike krav til fotoperiode. En rekke forsøk viser at det er en nedre grense som daglengda ikke kan underskride, dersom ei plante skal kunne utvikle frøbærende skott og blomstre (1, 10, 13, 18). Og denne nedre grense er forskjellig alt etter hvilken fotoperiode sorten – som vedkommende plante er en del av – har vært frødyrket under. En sort som stammer fra distrikt langt mot nord, vil således ha et krav til lengre fotoperiode enn en sørligere sort for å kunne skyte og blomstre. Men det er ikke bare for den nedre grense for skyting og blomstring at det er en direkte sammenheng med nordlig breddegrad for herkomst. OLMSTED (26) sammenliknet mange sorter av sju arter prairiegras under varierende fotoperioder og fant at planter innen alle arter trolig er i stand til å blomstre mest rikt ved fotoperiode som er lik den som hersker på det stedet der de normalt blomstrer.

Virkingen av fotoperioden på den generative utvikling har altså vært gjenstand for inngående studier i mange land. Hovedkonklusjonen er at fotoperioden har spilt en dominerende rolle i evolusjonsprosessen ved å synkronisere blomstring og frøsetting med den mest høvelige tid i vekstsesongen.

OLMSTED (26) fant at den vegetative vekst viste en liknende tilpasning til fotoperioden i vekstsesongen på opprinnelsesstedet som utviklingen av den generative fase. Det er således en nær sammenheng mellom vegetativ og generativ utvikling hos grasplanter. I forsøk som er utført ved Statens forsøksgard Voll, kommer denne sammenhengen tydelig fram hos engsvingelsorter. I 1966 ble sortene Tjøtta (herkomst 65,9°N) og Løken (61,4°N) slått tre ganger – 16/6, 21/7 og 8/9. Ved 1 og 3. slått ga Løken størst avling. Men mellom 1. og 2. slått hadde den nordligste sorten, Tjøtta, en langt raskere vekst enn Løken og ga betydelig større høyavling. Det viste seg ved andre gangs slått den 21/7 at Tjøtta også hadde et stort antall stengler og var i ferd med å blomstre, mens Løken hadde få stengler og blomstret ikke. Forholdene lå i

tida 16/6 – 21/7 bedre til rette for Tjøtta enn for Løken både for vegetativ og generativ utvikling.

Ved tidlig vår på forsøkgarden Voll (63,5°N) er sorter som stammer fra nordligere distrikt enn forsøkgarden seinere til å starte veksten enn sorter fra sørligere distrikt (Kap. V, 1). I forsøk med forskjellige grasarter til plen i Trondheim er det funnet at rødsvingel, engkvein og engrapp av norsk herkomst kommer seinere i vekst om våren enn sorter fra Danmark, Kanada og U.S.A. (16). JENKINS fant på Aberystwyth, Wales, at planter av raigras, og rødsvingel som stammet fra Skandinavia var mye seinere til å komme i gang med veksten om våren enn sorter av de samme artene som var stede-egne i Wales. Det samme forhold mellom nordlige og sørlige sorter er funnet hos engrapp og flatrapp ved forsøk i Ohio (12) og hos engrapp og timotei i forsøk flere steder i U.S.A. (11, 13).

Forsøk med sorter av ulik herkomst er for flere grasarter utført i veksthus under konstant fotoperiode gjennom hele forsøktida, men slik at fotoperioden for hvert forsøksledd var forskjellig (1,10). Til kontroll ble sortene dyrket under vanlig daglengde på forsøksstedet. Det viste seg i disse forsøkene at sørlige sorter er tidlige, dvs. de starter veksten tidligere om våren på grunn av at de kan klare seg med kortere fotoperiode enn nordlige sorter for å komme i vekst.

De ulike krav timoteisortene stiller til lengden av fotoperioden, fører til følgende betraktninger over forsøksresultatene på Voll og de andre forsøkgardene: I år med ekstra tidlig vekst om våren på forsøkgarden Voll, vil fotoperioden være av en slik lengde at sørlige sorter blir favorisert i forhold til nordlige (fig. 2). I år når våren kommer seinere, er fotoperioden blitt så lang at det blir de mer nordlige sortene som konkurrerer ut de sørlige. I tida fra sein vår til soldagen når sitt maksimum har nordlige sorter hatt en langt raskere vekst enn sørlige sorter (fig. 3). Det samme må være tilfelle ved forsøkgarden Fureneset (61,3°N) og ved alle forsøksstedene som ligger lengre nord. Ved første gangs slått i begynnelsen av juli, eller ved en gangs slått i veksttida, har nordlige sorter her gitt større høyavlinger enn sorter av sørligere opphav. Når timoteisorter fra de nordlige deler av Norge, Sverige og Finland – og likeså kanadiske sorter – ikke har kunnet konkurrere med østlandstimotei på Vollebekk (59,7°N) og Forus (58,9°N) ved første gangs slått (tabell 7) så kan også dette forklares på grunnlag av teorien om fotoperiodens dominerende rolle for utviklingen av plantene. Fotoperioden har vært for kort for de nordligste og for lang for de sørligste sortene til at de har kunnet konkurrere med sorter fra Østlandet. På forsøkgarden Løken i Valdres (61,4°N, 550 m o.h.) har sorten Engmo fra Troms gitt mindre høyavling ved en gangs slått i vekstperioden enn sorter fra Trøndelag og Nordland (tabell 8). Det samme er tilfelle i tilsvarende forsøk i høyereliggende bygder på Sørlandet og Vestlandet (19).

Virkingen av minkende fotoperiode på avslutningen av veksten om høsten er blitt studert av mange forskere og under varierende klimatiske forhold. Flere forfattere er kommet til at redusert vekst i siste delen av vekstperioden mere har sin grunn i avtagende fotoperiode enn i synkende temperatur (11, 12, 13, 18, 24, 26).

Men temperaturen spiller sikkert også en viktig rolle, særlig i herdingsprosessen foran full avslutning av veksten før vinteren, COOPER og MCCOLL (7,23) fant hos flere grasarter at nordlige sorter om høsten og vinteren har en

nedsatt ånding i forhold til sorter av sørligere opphav. Samtidig skjer det en større opphopning av karbohydrater hos nordlige enn hos sørlige sorter, noe som har betydning for vinterherdigheten. ANDERSEN (2) har i forsøk i Nord-Norge påvist en nær sammenheng mellom sukkerinnhold i nederste stengeldel og overvintringsevne. NESS (24) fant i forsøk med 3 provenienser av gran i Trondheim at den nordligste proveniensen hadde størst innhold av karbohydrater ved avslutningen av kambieveksten.

Det ville være rimelig å anta at en større assimilasjonsevne er en av grunnene til at nordlige timoteisorter vokser raskere midtsommers enn sørlige sorter, og likeså når sørlige sorter vokser raskere enn nordlige utover etter sommeren. McCOLL (7, 23) har vist at dette i alle fall ikke er tilfelle om høsten og vinteren i Wales. Økotypen av *Dactylis* fra Middelhavslanda hadde i forsøk ved Aberystwyth større produksjon av bladmasse enn nordlige typer om høsten og om vinteren. I forsøk under kontrollerte betingelser ble det klargjort at grunnen til den ulike veksten ikke skyldtes forskjell i assimilasjonsevne, men de sørlige sortene brukte mer av opplagsnæringen enn de nordlige til å frambringe den større høst- og vinterproduksjonen. Vi er her inne på et viktig område som ennå ikke er fullt klarlagt – nemlig *den konkurranse som eksisterer mellom rot- og skuddsystem om assimilaten* (24, 36).

Resultatene fra forsøk på Voll med to og tre gangers slått i løpet av vekstida (kap. V, 2) kan best forklares ut fra et slikt konkurranseforhold. Ved første gangs slått av enga i siste halvdel av juli, har nordlige timoteisorter gitt størst høyavling, dvs. at disse har hatt større produksjon av blad og stengler enn sørlige sorter. Sørlige sorter kan på sin side ha samlet mer tørrstoff i lagringsorganene. Dette skulle føre til at ved slått vil de sørlige sortene ha et større lager av opplagsnæring til bruk ved produksjonen av nye blad og stengler i gjenveksten (fig. 8 og tabell 6).

Det er påvist en nær sammenheng mellom innhold av karoten og klorofyll på den ene siden og breddegrad for herkomst på den andre (kap. XI). Dess lengre nordfra en timoteisort kommer, dess større er fargestoffinnholdet. Observasjoner over hundegras- engsvingel- og rappsorter på Voll viser at nordlige sorter er mørkere grønne enn sørlige sorter. Større innhold av klorofyll i nordlige enn i sørlige økotypen av raigras, hundegras og strandsvingel er påvist av SONNEVELD (33). NESS (24) fant at granplanter fra Trøndelag hadde mer klorofyll enn sørligere provenienser.

I undersøkelsene på Voll har timoteisorter med mørkegrønn farge hatt en raskere vekst av blad og stengler midtsommers enn sorter med lysere farge. Det samme gjelder for grasartene hundegras, engsvingel og engrapp. Hos de sjølbestøvende artene bygg og havre er det på Voll funnet at sorter med mørkt grønne blad trenger kortere tid fra såing til skyting enn sorter med lys bladfarge (ved såing ca. 20. mai og skyting ca. 10–15. juli). Derimot modnes lyse sorter raskere enn mørkegrønne. Granskinger på Voll (17) tyder på at også timoteisorter med lite klorofyll modnes raskere enn sorter med mere klorofyll. En lysbladet sort som Grindstad har betydelig dårligere avlingsøkning enn andre sorter i tida rundt blomstring i siste halvdel av juli (17). Samtidig øker tørrstoffprosenten i graset, og fordøyeligheten av protein og trevler synker raskest hos Grindstad, noe som tyder på at Grindstad på dette tidspunkt er kommet lengre i utvikling enn sorter med mørkere grønn farge.

OLMSTED (26) studerte økotypen av *Bouteloua curtipendula* som stammet fra fjorten forskjellige steder i U.S.A. – fra Nord Dakota til Texas. Han antar

at den kvalitative forskjell som er funnet mellom sortene, er det synlige uttrykk for kvantitative ulikheter i den fysiologiske mekanisme som regulerer veksten.

Den forskjell i fargestoffmengde som er påvist hos en rekke arter, og den nøye sammenheng det synes å være mellom fargestoffmengde og utvikling under ulike lysbetingelser, burde være gjenstand for grundigere undersøkelser i framtida.

Videre måtte det være en interessant oppgave å utforske videre fordelingen av assimilaten til produksjon av blad og stengler og til lagring i rotsystem og nederste stengedel, og den sammenheng denne fordelingen ser ut til å ha med daglengde og med fargestoffinnhold i plantene.

### Sammendrag

I denne meldinga er det gjort greie for vekstrytmen hos en del timotei-sorter og den sammenheng denne har med breddegrad for herkomst av sortene. Endel andre egenskaper som har sammenheng med vekstrytmen blir også behandlet. Dette gjelder skilnad i grønnfarge, (karoten- og klorofyllinnhold) overvintringsevne og stråstyrke. Materialet som ligger til grunn er fra spesielt utlagte felt på Statens forsøksgard Voll, Trondheim, og publiserte og upubliserte data fra de andre forsøksgardene i landet. Dessuten fra Nordkalottforsøk i Nord-Sverige. Tabell 1 gir et oversyn over de sortene som har vært med i forsøkene, ved siden av oppgave over kg høy pr. dekar ved 1. og 2. slått ved de ulike forsøksstasjonene. Dessuten er breddegrad for herkomst av 42 lokalsorter ført opp. De aller fleste av de timoteisortene som er med i disse undersøkelsene er omtalt av HILLESTAD, FOSS og HERJE (19).

En har forsøkt å finne fram til et talluttrykk for vekstrytmen som har størst mulig sammenheng med breddegrad for herkomst. En fant at gjenveksten i prosent av førsteslått – gjenvekstprosenten – sett i forhold til breddegrad for herkomst, ga en korrelasjonskoeffisient på  $r = \div 0,98$  for 42 lokalsorter. En sammenlikning mellom gjenvekstprosenten ved de ulike forsøksgardene viste svært sterk korrelasjon, med koeffisienter mellom  $+ 0,79$  og  $+ 0,98$ . Beregninger viste også at gjenvekstprosenten varierer på samme måte mellom sortene på de forskjellige forsøksstedene.

Forskjell i vekstrytme hos timoteisorter med ulik herkomst er forsøkt klarlagt på to måter: 1) Ved flere gangers slått i løpet av vekstsesongen på ett sted – nemlig forsøksgården Voll, 2) Ved sammenlikning av avlingsstørrelsen ved forskjellige forsøksgarder.

Forsøkene viste at ved tidlig vår og med tett plantebestand for alle sorter, har en ved Trondheim i den første tida om våren en raskere vekst av timoteisorter som kommer fra strøk sør for forsøksstedet enn av sorter fra nordligere distrikt. Dette endrer seg i løpet av mai, slik at i tida fra sein vår til midtsommers vil nordlige sorter ha den sterkeste veksten. Ved sein vår og/eller med dårlig bestand av sørlige sorter p.g.a. vinterskader, vil nordlige sorter alt fra starten om våren vokse fortest. Undersøkelsene viste også at det innbyrdes forhold mellom sortene snur seg i løpet av juli måned. Fra siste halvpart av juli og ut vekstsesongen gir således sørlige sorter større avlinger enn de mer nordlige.

Ved forsøks garden Fureneset og alle nordligere forsøkssteder var det ved første gangs slått stigning i avkastning fra de sørligste til de nordligste timoteisortene. Ved to de sørligste forsøksstasjonene – Vollebekk og Forus – er forholdet imidlertid et annet. Mest markert er bildet for Vollebekk sitt vedkommende. Her har sorter som stammer fra distrikt mellom  $58^{\circ}$  og  $62^{\circ}$ N gitt større avling enn både sørligere og nordligere sorter. I forsøk som er høstet bare en gang for sommeren i høyereliggende bygder på Øst- Sør- og Vestlandet har heller ikke de aller nordligste sortene kunnet hevde seg i konkurranse med noe sørligere sorter.

Avlingsskilnaden mellom sortene ved andre gangs slått er også undersøkt i materialet fra forsøks garden (fig. 9). Nordlige sorter har en svakere gjenvekst sett i forhold til sørlige sorter dess lengre sør forsøksstedet ligger. På hvert forsøkssted var det for andreslått en retlinjet negativ sammenheng mellom avlingsstørrelse og økende nordlig breddegrad for herkomst av timoteisortene.

I forsøk på Voll med to og tre gangers slått til forskjellig tid i veksttida, falt andre gangs slått ved tre høstinger sammen med første gangs slått ved to høstinger. Etter bare en gangs slått tidligere, fikk vi større gjenvekst enn når enga var slått to ganger tidligere. Det var også større skilnad i avling mellom sørlige og nordlige sorter når det bare var høstet en gang enn når det var høstet to ganger tidligere i sesongen.

At nordlige timoteisorter overvintrer bedre enn sørlige i strøk med vanskelige overvintringsforhold, har vært kjent lenge. Korrelasjonsberegninger viser da også en meget nær sammenheng mellom overvintringsevne og breddegrad for herkomst av timoteisortene, med koeffisienter fra  $+0,89$  til  $+0,96$ .

Det viser seg at stråstyrken hos timoteisortene er en egenskap som er betinget av opprinnelsesstedet. Undersøkelser viser at det er en nær sammenheng mellom stråstyrke og breddegrad for herkomst. Men ved utvalg i et materiale er det likevel mulig å få fram sorter som er stivere i strået enn utgangsmaterialet. Vå Bl. og Å-numrene er eksempler på dette.

Innhold av karoten og klorofyll i plantene er i høy grad avhengig av breddegrad for herkomst (19). Til sammenlikning med de resultatene en har fra undersøkelser av fargestoffinnhold i timoteisorter, er det i meldinga gjort greie for endel observasjoner over bladfarge hos sorter og linjer av bygg og havre og av sorter av engsvingel, hundegras og engrapp. Hos alle de nevnte artene fant en at planter med mørk bladfarge hadde sterkere vekst midtsommers enn planter som ble karakterisert som lyse. På den andre sida vokste og/eller modnet planter med lys bladfarge raskere enn de med mørk bladfarge utover ettersommeren og høsten.

Virkingen av innkorting av daglengda til 9,5 timer på fem timoteisorter ble undersøkt i forsøk på Voll. Det ble foretatt analyser av klorofyll (a+b). Planter som hadde fått kort dag hadde høyere innhold enn de som hadde fått normal daglengde. Under vanlige vekstbetingelser viser forholdet mellom klorofyll a og klorofyll b en stigning om høsten. I vårt materiale ble a/b forholdet undersøkt og resultatene viste at kort dag fører til et større a/b-forhold tidlig i vekstsesongen.

I diskusjonskapitlet henvises til en rekke undersøkelser som viser at fotoperioden – daglengda – spiller en avgjørende rolle for utviklinga av plantene. Daglemda må ha vært en viktig faktor i den økologiske utvikling. Flere forfattere som har studert vekstreduksjon og vekstavslutning om høsten, konkluderer med at avtagende fotoperiode spiller en større rolle enn synkende

temperatur. Under nordlige og kontinentale forhold må en imidlertid rekne med at temperaturen har en avgjørende betydning for herdingsprosessen. I tida før innvintring har nordlige sorter en redusert ånding i forhold til sørlige, og det skjer samtidig en større opphopning av karbohydrater i lagringsorganene. Det er funnet i forsøk (7, 23) at når sørlige sorter har evne til å utvikle større bladmasse enn nordlige sorter om høsten (og om vinteren, der forholdene ligger til rette for vinterproduksjon av gras), er grunnen ikke en større assimilasjonsevne hos sørlige sorter, men at de bruker mer av opplagsnæringa til å frambringe den større bladproduksjonen. Undersøkelsene på Voll med to og tre gangers slått i løpet av veksttida (kap. V. 2) tyder på at forholdet er omvendt midtsommers. Sørlige timoteisorter har en noe redusert vekst midtsommers i forhold til nordlige sorter, men samtidig må en større del av assimilataene ha gått til lagringsorganene.

### Summary

This report deals with growth rhythm, contents of Chlorophyll (a and b) and carotene, winter hardiness and strength of the stalks in different varieties of timothy (*Phleum pratense*) from varying latitudes. The varieties came from Norway, Finland, Sweden, Denmark and Canada. Trials were carried out at Agricultural Experimental Stations in Norway, and in northern Sweden. Supplemental experiments have been carried out at the State Experiment Station Voll, Trondheim (latitude 63.5°N). Many of the varieties have been cultivated from seed at their respective localities over a long period, have become acclimatised to the growth conditions at these localities, and can then be referred to a known latitude as regards origin.

One of the aims of the trials was to investigate the relationship between the northern latitude of origin and the growth behaviour of the timothy varieties. This includes variation in the growth rate during the season, winter hardiness etc. It was found that the amount of new growth expressed as percentage of the first cutting – the new growth percentage – formed an excellent parameter in trials where two cuttings were made in summer. Analysis of the relationship between the new growth percentage and the northern latitude of origin for 42 varieties gave a correlation coefficient of  $-0.98$ . Comparison between the new growth percentages at the different stations showed a very strong correlation, with coefficients between  $+0.79$  and  $+0.98$ . The new growth percentages varied in the same way between the varieties at the different localities.

Two methods were used to measure the difference in growth rhythm between the varieties: (1) at Voll, several cuttings were made during the growing season, and (2) by comparison of the size of the yield at the different stations.

The trials at Voll comprised 14–16 varieties, from Denmark in the south to northern Norway. When there was an early spring and no damage by frost, the southern varieties showed more rapid growth in the first weeks of spring than the northern varieties. This altered during the month of May, and the northern varieties showed strongest growth in the period late spring to midsummer. In years of late springs and/or frost damage in the southern varieties, the northern varieties grew more rapidly from the start. The investigations also indicated that the growth rate in the different varieties altered

again in July. Thus, from the latter half of this month to the end of the growing season the southern varieties gave greater yields than those from the north.

Trials on varieties of *Dactylis glomerata* and *Festuca pratensis* at Voll suggested that similar fluctuations in the growth rhythm takes place in these species. In the middle of the summer the northern varieties had the strongest growth, while the opposite was the case throughout late summer and autumn.

At the State Experimental Station Fureneset (63.3°N) and those stations lying north of this, the southern varieties of timothy gave smaller yields in the first cutting than the northern varieties. At the two most southern stations, Vollebekk (59.7°N) and Forus (58.9°N), however, the trials gave a different result. Here the varieties coming from districts between 58°N and 62°N gave greater yields than varieties from both south and north of this.

Differences between varieties as regards the yield of the new growth were also measured at the experimental stations. Northern varieties had poorer new growth compared with southern varieties the farther south the station lay. At each station there was a negative linear relationship between yield in the second cutting and increasing latitude of origin for the varieties.

The fact that northern varieties of timothy have a greater winter hardiness than southern varieties in areas with poor wintering conditions is well known. A very strong correlation was found between winter hardiness and the latitude of origin for the different varieties, with coefficients between + 0.89 and + 0.96 for the various stations.

The trials showed that the strength of the stalk in timothy is a property which is conditioned by its latitude of origin. It was found, however, that by careful selection it is possible to produce varieties with a stronger stalk than the original population.

The contents of carotene and chlorophyll (a and b) in the plants is strongly dependent on the latitude of origin (19). The correlation between the content of colouring material and latitude of origin for eight varieties of timothy was + 0.95 \*\*\* for chlorophyll and + 0.88 \*\* for carotene. Even with the naked eye a distinct colour difference between the varieties could be detected in the new growth after the first cutting.

Several observations on the leaf colour in varieties and strains of oats and barley and in varieties of *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* and *Poa pratensis*, are also discussed in the report. In all these species it was found that plants with a dark green leaf colour showed stronger growth at the height of summer than plants which were characterized as light. On the other hand, plants with light-coloured leaves showed better growth and/or matured sooner in the late summer and autumn than plants with darkcoloured leaves.

The effect of shortening the day length to 9.5 hours was studied in five varieties of timothy at Voll. The chlorophyll contents were determined. Plants which had foreshortened days showed higher chlorophyll contents than those which had received the normal day length. Under normal growth conditions, the ratio between chlorophyll (a) and chlorophyll (b) increases in the autumn. In our material it was found that shortening the day length leads to a higher a/b ratio early in the growing season.

Trials with two or three cuttings at different times in the growing season were made at Voll. The second cutting in the three-harvest trial coincided with the first cutting in the two-harvest trial. The effect of one or two cuttings



early on in the season on new growth in the period from the middle of July to the end of September was investigated. Better new growth resulted when only one early cutting was made. There was also a greater difference in yield between southern and northern varieties when only one cutting was made than when two were made early in the season. The most probable explanation is the loss of nutrient reserves which occurs with frequent cuttings, and the continuous competition for nutrients between the shoot and root systems. These results also seem to be linked with the chlorophyll content in the plants and length of the photoperiod. This, however, requires further investigations.

### Litteratur

1. ALLARD, H.A. og EVANS, M.W. 1941. Growth and flowering of some tame and wild grasses in response to different photoperiods. *Jour. Agr. Res.* 62:193-228.
2. ANDERSEN, I.L. 1960. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. I. *Forskn. fors. landbr.* 11 : 635-660.
3. BEDDOWS, A.R. og JORWERTH JONES, Ll 1958. Grasses in winter. 1. Observations at Aberystwyth. *Journal of the British Grassland Society*, Vol. 13, No 3, 1958.
4. BORRILL, M. 1960. Grass resources for out-of-season production. Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1960.
5. BRUINSMA 1963. *Photochem. and Photobiol.* 2: 241-249.
6. COOPER, J.P. 1950. Day length and head formation in the ryegrasses. *Welsh Plant Breeding Station. Jour. British Grassland Society*, 5:105-112.
7. COOPER, J.P. 1964. Genetic variation in response to light and temperature. Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1964.
8. DILLING LARSEN, O. 1943. Sortsbeskrivelse av våre vårkornarter. Melding fra Statens Frøkontroll i Ås 1941-42.
9. EIKELAND, H.J. 1944-45. Forsøk med havresortar. Melding frå Statens forsøksgard Voll 1944-45 : H13 - H118.
10. EVANS, M.W. 1934. Relation of length of day to growth of timothy. *Jour. Agr. Res.* 48:571-586.
11. EVANS, M.W. 1939. Relation of latitude to certain phases of the growth of timothy. *Amer. Jour Bot.* 26:212-218.
12. EVANS, M.W. 1949. Kentucky bluegrass. *Ohio Agr. Exp.Sta. Res. Bul.* 681:1-39.
13. EVANS, M.W., ALLARD, H.A. McCONKEY, O. 1935. Time of heading and flowering of early, medium, and late timothy plants at different latitudes. *Sci. Agr.* 15:573-579.
14. FJÆRVOLL, K. 1934. Engvokster- og engkulturforsøk i Troms fylke 1926-1935. Melding frå Statens forsøksgard Holt 1934: H5 - H59.
15. FOSS, S. 1965. Engforsøk i fjellbygdene i Trøndelag og i Møre og Romsdal. *Forskn.fors. landbr.* 16:153-178
16. FOSS S. 1966. Forsøk med arter og sorter av gras til plen. *Norsk Landbruk*, Nr. 8, 1966.
17. FOSS, S. 1968. Stråstyrke, trevleinnhold og fordøyelighet hos fire timoteisorter. *Forskn. fors.landbr.* (under trykking).
18. GARNER, W.W. 1937. Recent work on photoperiodism. *The Botanical Review* 2:259-275.
19. HILLESTAD, R., FOSS, S. HERJE, K. 1964. Forsøk med timoteisortar. *Forskn.fors.landbr.* 15:276-309.
20. HVIDSTEN, H. 1950. Undersøkelser over tørrstoff- råprotein- og karoteninnholdet i eng- og beitevekster. Beretning nr. 66 fra Fødringsforsøkene, Norges landbruks-høgskole, 35 s. og *Forskn.fors.landbr.* 1:311-345.
21. JEWISS, O.R. ROBSON, M.J. 1964. An analysis of the winter growth in Britain of indigenous and north African tall fescues. Reprint of Proceedings of the IX International Grassland Congress.
22. LAUDE, H.M. 1953. The nature of summer dormancy in perennial grasses. *The Botanical Gazette*, Vol. 114.
23. MCCOLL, D. 1965. Studies on the growth of varieties and climatic races of herbage grasses. Ph. D. Thesis, University of Wales.

24. MEYER, B.S., ANDERSON, D. B., BØHNING, RØ. 1960. Introduction to plant physiology. Van Nostrand Company, Princeton, New Jersey.
25. NESS, P. 1966. En undersøkelse over fotoperiodens virkning på kambieavslutning og vintermodning hos tre provenienser av norsk gran (*Picea abies* (L) KARST). Hovedoppgave i alminnelig botanikk ved Universitetet i Oslo.
26. OLMSTED, Ch. E. 1945. Growth and development in range grasses. IV. Photoperiodic responses in twelve geographic strains of side-oats grama. Bot. Gaz. 106:46-74.
27. OLMSTED, Ch. E. 1952. Photoperiodism in native range grasses. Proc. Sixth International Grassland Congress 1:676-682.
28. PESTALOZZI, M. 1965. Forsøk med sorter av bygg og havre i Nordland 1955-62. Forskn. fors.landbr. 16:101-114.
29. PESTALOZZI, M. 1962. Valg av timoteistamme. Norden 7:245-246.
30. PETTERSEN, O.M. 1966. Yteevne og förverdi hos tre norske timoteisorter. Hovedoppgave ved Norges landbruks-høgskole.
31. Samuelsen, R. 1967. Morfologiske studier i norske sorter av timotei (*Phleum pratense* L.). Hovedoppgave ved Norges landbruks-høgskole.
32. SMITH, A. 1965. Variation in *Festuca rubra* L. in relation to environmental gradients. Scottish Plant Breeding Station Records 163-195.
33. SONNEVELD, A. 1966 Photoperiodic adaptation of grassland plants. X. International Grassland Congress, Helsinki.
34. STÄBLEIN, A., DANIEL, P. 1965. Blattfarbe und inhaltsstoffe bei Gräsensorten. Zeitschrift f. Acker- und Pfl. bau 121:106-115.
35. UMAERUS, M. ÅKERBERG, E. 1963. Temperatur- och dagslängdeffekter på olika växter. Dagslängdeproblemet i nordisk växtodling. Beretning om Nordiske jordbruksforskernes forenings tolvte kongress, Helsingfors 1963.
36. WARD, H.S., FERRY, J. F. 1959. Fundamentals of plant physiology. The Macmillan Company, New York.

### Etterord

Gjennomføringa av denne forskningsoppgaven har vært gjort mulig ved at forsøksstasjonene i jordbruk har stilt ajourførte resultater fra sortsforsøk i timotei til disposisjon. En vil her rette en takk til disse institusjonene for velvillig innstilling. Undersøkelser og spesielt utlagte forsøksfelt på Statens forsøksgard Voll har gitt mye ekstra arbeid og omtanke. Mine medarbeidere fortjener en takk for positivt samarbeid.

Undersøkelsene av klorofyll og karoten kom i stand ved samarbeid med Botanisk institutt ved Norges Lærerhøgskole, Trondheim. En takk til instituttet og til sivilingeniør *Olav Skard* som utførte analysene.

Professor *Øivind Nissen* har vært rådgiver ved de statistiske beregningene av forsøksmaterialet. Professor *Georg Hygen* har lest gjennom manuskriptet og gitt gode råd i plantefysiologiske spørsmål. Professor *Birger Opsahl* har vært til stor hjelp og støtte ved utarbeidelsen av manuskriptet. En hjertelig takk til samtlige.