

R O T V E K S T E R

Av

Birger Opsahl

LANDBRUKSBOKHANDELEN

ISBN 82-557-0022-6

Kurs PK 4

Ås-NLH, august 1974

R O T V E K S T E R

Av

Birger Opsahl

LANDBRUKSBOKHANDELEN

ISBN 82-557-0022-6

Kurs PK 4

Ås-NLH, august 1974

Innhold.

	Side
I. Innledning	1
II. Botaniske forhold	1
A. Systematikk og evolusjon	1
1. Brassica-slekten	1
2. Beta-slekten	21
B. Morfologi, anatomi og blomstring	28
1. Lagringsorganet	28
2. Overjordiske organer	30
3. Den generative fase	31
4. Blomsten og frøet	32
III. Rotvekstenes genetikk	58
A. Beter	58
B. Brassica	61
IV. Foredling og frøavl	66
A. Foredling	66
1. Foredlingsformål	66
2. Foredlingsmetoder	69
B. Frøavl	78
1. Foredling og frøavl	78
2. Frøavl med overvintring på voksestedet.....	79
3. Frøavl på småplanter som er kjølelagret	88
4. Utvikling av planter og frø, berging	90
5. Andre spørsmål i sammenheng med frøavl	96
V. Forsøk med rotvekster, sorter	97
A. Sortsforsøk	97
B. Metodikk og teknikk	98
C. Tørrstoffbestemmelse	99
D. Sorter av rotvekster	112
E. Sukkerbeter til fabrikk	117
VI. Rotvekstenes vekstkrav og dyrking	118
A. Krav til værlag	118
B. Reaksjon på forskjellig avlingsnivå	124
C. Artenes reaksjon på jord, forgrøde, gjødsling, jordkultur.....	126
D. Praktiske konsekvenser av de omtalte forsøks- resultater	128
E. Gjødsling til rotvekster	131
F. Såfrø	139
G. Dyrkingsmåte, såtid, rad- og tynningsavstand	145

H.	Såmåte, såmengde, tynning, planting	149
I.	Arbeid i veksttida	156
J.	Høsting og lagring av rotvekster	156
VII.	Rotvekstenes kjemiske innhold og forverdi.	
	Dyrkingens omfang i forhold til behovet	167
A.	Rotvekstenes tørrstoff- og kjemiske innhold, forverdi.....	167
B.	Omfanget av rotvekstdyrkingen	168
VIII.	Litteratur	170

I. INNLEDNING.

Omtalen vil særlig omfatte kålrot, nepe og bete. I enkelte avsnitt vil nærbeslektede arter som formargkål, kål, raps, rybs og reddik komme inn i bildet.

De tre egentlige rotvekstarter, og da særlig de to som hører til samme slekt, kålrot og nepe, har en rekke felles trekk. De er to-årige vekster som første året danner en bladrosett og en fortykket pelerot. I denne pelerot, og også i en større eller mindre del av stengelen, lagres det næring. Denne næring brukes andre året til dannelsen av blomsterskudd. Det er også denne opplagsnæring i rot og stengel som ligger til grunn for utnyttning i forproduksjon og industri. Ellers har også den store bladmasse i det første vekståret betydning i forproduksjonen.

En skal først studere botaniske forhold hos disse vekstene, og seinere komme tilbake til rotvekstenes betydning som produsenter av for og mat. Det vil også bli gjort rede for resultater av nyere undersøkelser når det gjelder dyrking, lagring og frøavl.

II. BOTANISKE FORHOLD.

Under dette avsnitt behandles artenes systematikk og evolusjon, samt deres anatomiske og morfologiske oppbygning. Når det gjelder Brassica slekten, blir en rekke nærbeslektede arter trukket inn for å få en mer komplett framstilling av emnet.

A. Systematikk og evolusjon.

1. Brassica slekten.

Korsblomstfamilien, Cruciferae, omfatter ca. 50 slekter. Blandt disse har særlig slekten Brassica interesse fordi en rekke viktige jordbruksvekster hører til her, og også fordi det innenfor denne slekten finnes eksempler på utvikling av plantearter som belyser evolusjon av kulturvekster. Korsblomstfamilien omfatter forøvrig også andre slekter der kulturplanter forekommer. Dette er bl.a. tilfellet med Sinapis, Raphanus og Camilina.

Systematikken innenfor Brassica-slekten er tildels uklar, men de seinere års cytogenetiske arbeider har hjulpet til å skape orden. Grunnlaget for disse undersøkelser er sannsynligvis å finne i WINGE's (1917) hypotese om kromosomtallets betydning for utviklingen av planteartene. Viktige arbeider om arts-hybrider og genomanalyser er utført i *Triticum* (KIHARA 1924, o.a.) og *Nicotiana* (CLAUSEN 1928, o.a.). Det ble også fremstilt konstante artshybrider i *Nicotiana* (CLAUSEN & GOODSPEED 1925), i Cruciferae (*Raphano-Brassica*, KARPECHENKO 1927, og *Brassica napocampestris*, FRANDSEN & WINGE 1932).

En direkte rekonstruering av en art som tidligere fantes i naturen, ble gjort av MUNTZING (1930, 1932) da han syntetiserte *Galeopsis tetrahit* ved kryssing mellom *G. pubescens* og *G. speciosa*. Slik syntetisering av arter er siden gjort av flere.

Parallelt med KARPECHENO's og FRANDSEN & WINGE's undersøkelser, var Brassicaslekten gjenstand for stor interesse også andre steder. På grunnlag av sine cytogenetiske undersøkelser foreslo MORINAGA (1928, 1934) følgende inndeling av Brassica-artene:

Gruppe	Kromosom-tall (n)	Genomkon-stitusjon	Art		
I	10	a	<i>B.campestris</i> L	Primærart	I
II	8	b	<i>B.nigra</i> KOCH	"	II
III	9	c	<i>B.oleracea</i> L.	"	III
IV	18	a+b	<i>B.juncea</i> COSS.	Amphidiploid	I+II
V	19	a+c	<i>B.napus</i> L	"	I+III
VI	17	b+c	<i>B.carinata</i> BRAUN	"	II+III

B. campestris, *nigra* og *oleracea* som her blir betraktet som primærarter med relativt lågt kromosomtall, er sannsynligvis sekundært balanserte polyploider med en felles opprinnelse. I følge ROBBELEN's undersøkelser over pachytenkromosomenes struktur hos de tre lågkromosomige artene, og sammenligning av disse resultater med paringsforholdet hos haploider og arts-hybrider, antas det nå at de tre elementærartene er utviklet fra et felles grunntall = 6. Dersom de forskjellige kromosomtypene betegnes med bokstavene fra A til F, kan den haploide kromosomsatsen for de tre artene angis slik (OLSSON 1964):

Brassica nigra	A	B	C	DD	E	FF	8
Brassica oleracea	A	BB	CC	D	EE	F	9
Brassica campestris	AA	B	C	DD	E	FFF	10

Beviset for at MORINAGA's hypotese var riktig, fikk en allerede i 1935 da japaneren U publiserte resultater som viste en syntetisk fremstilling av Brassica napus etter krysning mellom B.campestris og B. oleracea.

MORINAGA's hypotese ga støttet til omfattende arbeider på dette felt, og FRANDBSEN (1943) syntetiserte den amphidiploide B.juncea etter krysning mellom B.nigra og B.campestris. For å lette syntetiseringen, brukte han autotetraploide former av utgangsartene. Disse ble produsert etter colchicinbehandling av primærartene. Av 750 blomster som ble kryssset, fikk han 33 frø som ga 22 planter, hvorav 13 var hybrider med somatisk kromosomtall $2n = 36$. Av 6 fertile F_1 -planter ble det høstet 869 frø. På grunnlag av selvbestøvning og kryssing til den naturlig forekommende B.juncea, ble det bevist at F_1 -hybriden var en tilsvarende syntetisk art. Cytologiske undersøkelser viste normalt bivalentdannelse som en skulle vente hos en amphidiploid.

FRANDBSEN (1947) syntetiserte også Brassica napus og Brassica carinata fra de tre primærartene. Ved syntetiseringen av B.napus bruktes den samme autotetraploide rybs som ble brukt ved dannelsen av B.juncea. Den andre av foreldretypene var spisskål. Resultatet ble derfor B.napus oleifera (oljeraps).

De syntetiserte artene var meget like de former som forekommer i naturen. Dette gjelder i alle fall for B.juncea og B.napus, men i noe mindre grad for B.carinata. Det var imidlertid tilstrekkelig likhet i en rekke viktige karakterer til å fastslå at den syntetiserte amphidiploid virkelig var B.carinata. Med andre utgangsformer ville det sannsynligvis være mulig å oppnå større overensstemmelse også for denne. Både for B.carinata og B.napus kunne den syntetiserte form lett krysses med den form en hadde i vanlig kultur.

Omfattende undersøkelser over slektskapet innenfor Brassica er også utført av OLSSON (1947, 1954, 1960a, 1960b, 1964). Hans undersøkelser innenfor campestrisgruppen av slekten Brassica har

i stor utstrekning skapt klarhet når det gjelder den systematiske plassering av de forskjellige formene. Han har også syntetisert *Brassica juncea* COSS., *Brassica napus* L. og *Brassica carinata*. I arbeidet med *B. juncea* brukte han både diploide og autotetraploide utgangsformer. I ett tilfelle fikk han syntetisk *B. juncea* direkte fra en krysning mellom diploide foreldretyper. Dette kan forklares ved kombinasjon av to reduserte gameter, men det kan også skyldes en somatisk fordobling på et tidlig stadium i zygoten fra to reduserte gameter. Hvis det brukes diploide foreldre, er det lettere å colchicin-behandle F_1 -hybridene for å få fram amphidiploider.

I arbeidet med å syntetisere *B. napus* ble det brukt et bredt materiale av både *B. campestris* og av *B. oleracea*. *Campestris*-materialet omfattet flere sorter av rybs (for det meste høstrybs) og nepe, mens *oleracea*-materialet omfattet sorter av grønnkål, formargkål, hollandsk "forkål", rosenkål, hodekål og knutekål. Kryssing ble utført både med diploide og med tetraploide utgangsformer.

Bredden i utgangsmaterialet gjorde det mulig å syntetisere både *B. napus oleifera* og *B. napus rapifera*. De syntetiserte formene kunne være helt like de naturlige formene, men viste også avvik. Fertiliteten hos det syntetiserte materiale varierte sterkt, fra fullstendig fertile former til sterkt redusert fertilitet. Ved utvalg var det mulig å forbedre fertiliteten.

Det store antall forskjellige typer som er brukt som utgangsformer i disse undersøkelsene, gjør arbeidet særlig interessant også ut fra et planteforedlingssynspunkt. Det er klart at en på denne måte kan bringe inn nye egenskaper i foredlingsmaterialene, og at disse egenskaper kan kombineres med de gode karakterer er har fra før i vanlige handelssorter. I høstraps er det ønskelig med øket vinterherdighet, og en slik karakter finner en hos grønnkål. Også sjukdomsresistens varierer sterkt mellom artene, og det skulle også her være muligheter ved syntetisering.

Tabell 1, 2 og 3 gir en oversikt over endel viktige slekter av Cruciferae. For *campestris*-gruppen har en brukt den systematisering som er gitt av OLSSON (1954). For de øvrige er systemet tilpasset OLSSON's framstilling for å få en noenlunde ensartet terminologi. Foruten kromosomtall, er det også angitt norsk, engelsk og tysk navn såvidt dette har vært mulig.

Tabell 1 . Oversikt over gruppen campestris av slekten Brassica.

Artsgruppe, art, underart, form	Kromo- som- tall (n)	Vanlige navn			Tysk
		Norsk	Engelsk		
<i>Brassica campestris</i> L.					
ssp. eu-campestris (L.) OLSSON	10	Akerkål	Navev	Wilder Rübenkohl	
ssp. oleifera (METZG.) SINSK. f. annua REICHB. f. autumnalis DC.	10	Rybs Vårrybs Høstrybs	Turnip Rape Summer Turnip Rape Winter Turnip Rape	Rübsen Sommerrübsen Winterrübsen	
ssp. rapifera (METZG.) SINSK ssp. chinensis (L.) MAKINO	10	Nepe Kinakål	Turnip Chinese Mustard (Celery ") Chinese Cabbage (Celery ")	Wasserrübe	
ssp. pekinensis (LOURD.) OLSSON	10				
ssp. narinosa (BAILEY) OLSSON	10				
ssp. nipposinica (BAILEY) OLSSON	10				
ssp. dichotoma (ROXB.) OLSSON	10				
ssp. trilocularis (ROXB.) OLSSON	10		Toria Yellow-seeded sarson	Toria Gelbsamige sarson	

Tabell 2 . Oversikt over gruppene oleracea og napus av slekten Brassica.

Artsgruppe, art, underart, form	Kromo- som tall (n)	Vanlige navn		
		Norsk	Engelsk	Tysk
<u>Brassica oleracea L.</u>				
ssp. <i>aceaphala</i> DC.	9	Formargkål Grønnskål	Marrow Stem Kale Kale	Margstammkohl Grünkohl
ssp. <i>botrytis</i> L.	9	Blomkål	Cauliflower	Blumenkohl
ssp. <i>capitata</i> L.	9	Hodekål	Cabbage	Kopfkohl
ssp. <i>fimbriata</i> MILL	9	"Bladkål"	Kitchen Kale	Spargelkohl
ssp. <i>fruticosa</i> METZ	9	Rosenkål	Thousand headed Kale	Rosenkohl
ssp. <i>gemmafera</i> ZENKER	9	Knutekål	Brussel sprouts	Knollenkohl
ssp. <i>gongyloides</i> L.	9	Brokkoli	Kohlrabi	Broccoli
ssp. <i>italica</i> PLENCK	9		Sprouting broccoli	Wildkohl
ssp. <i>sylvestris</i> L.	9		Wild cabbage	
<u>Brassica napus L.</u>				
ssp. <i>oleifera</i> (METZG.) SINSK.	19	Oljeraps	Rape	Raps
f. <i>annua</i> KOCH.	19	Vårraps	Summer Rape	Sommerraps
f. <i>biennis</i> (SCHUEBL & MART.REICHB.)	19	Høstraps	Winter-Rape	Winterraps
ssp. <i>rapifera</i> (METZG) SINSK.	19	Kålrot	Swede (Rutabaga)	Kohlrübe
ssp. <i>oleifera</i> (METZG). SINSK.	19	Forraps	Late Rape Kale	
			Hungry Gap Kale	Sibirische

Tabell 3 . Oversikt over endel slekter og arter innen Cruciferae.

Slekt, art, underart	Kromo- som tall (n)	Vanlig navn		
		Norsk	Engelsk	Tysk
<i>Brassica nigra</i> KOCH	8	Svartsennep	Black Mustard	Schwarzer Senf
<i>Brassica juncea</i> COSS	18	Sareptasennep	Brown Mustard	Sarepta Senf
<i>Brassica carinata</i> BRAUN	17	Abyssinsk sennep	Abyssinian Mustard	
<i>Brassica tournefortii</i> GOUAN	10			
<i>Sinapis arvensis</i> L	9	Akersennep	Charlock	Ackersenf
<i>Sinapis alba</i> L.	12	Hvitsennep	White Mustard	Weisser Senf
<u>Raphanus</u> L.				
<i>raphanistrum</i> L.	9	Akerreddik	White Charlock	Wilder Rettich
<i>microcarpus</i> WILLK. et LANGE	9			
<i>rostratus</i> D.C.	9			
<i>maritimus</i> SMITH	9			
<i>landra</i> MORETTI	9		Sea Radish Landra	
<i>sativus</i> L. ssp. <i>gayanus</i> WEBB.	9			Verwildeter Rettich
<i>sativus</i> L. ssp. <i>oleiformis</i> PERS.	9	Oljereddik		Olrettich
<i>sativus</i> L. ssp. <i>mougri</i> HELM.	9			Schlangenrettich
<i>sativus</i> L. ssp. <i>niger</i> PERS.	9	Vinter-reddik	Winter-radish	Rettich
<i>sativus</i> L. ssp. <i>sativus</i>	9	Reddik	Radish	Radieschen

For en rekke av artene finnes det synonymer som ofte gjør det vanskelig å vite hvilken form det egentlig er tale om. Innenfor *B.campestris* gjelder dette formen rapifera som kan finnes omtalt under følgende navn for nepe:

Brassica campestris rapifera

Brassica campestris rapa

Brassica rapa

For kålrot blir følgende navn brukt:

Brassica napus rapifera

Brassica napus napobrassica

Også for raps- og rybsformene har det vært vekslet endel med de latinske navn.

Tabell 3 omfatter slekter og arter som skal drøftes litt nærmere. *Brassica nigra* er som nevnt, en av de tre elementærformer med lågt kromosomtall. Den inngår som en av foreldrene ved syntetiseringen av *Brassica juncea* og *Brassica carinata*. *Brassica tournefortii* har diploid kromosomtall $n=10$ som *campestris*-gruppen, men inngående undersøkelser av OLSSON (1954) og andre viser at *B. tournefortii* ikke lar seg krysse med de andre artene med samme kromosomtall. Det er således en inkompatibilitets-barriere mellom denne og de øvrige innenfor *campestris* gruppen, og den må derfor regnes som en egen art.

Åkersennep og hvit sennep blir oftest regnet å tilhøre samme slekt, *Sinapis*. I enkelte tilfelle føres hvit sennep opp under slekten *Brassica* under navnet *Brassica alba* RABENH. OLSSON (1954) hevder at hvitsennep systematisk sett skiller seg tydelig fra både *Brassica* artene og fra *Sinapis arvensis*. Denne siste som vanligvis føres opp under slekten *Sinapis*, er nærmere beslektet med *Brassica nigra* enn med *Sinapis alba*. Hvitsennep og *Brassica*-artene krysses ikke spontant, og vanligvis er det heller ikke mulig å krysse dem kunstig.

Slekten *Raphanus* er interessant i denne sammenheng særlig på grunn av de artskrysninger som er foretatt, og som skal nevnes nærmere siden. *Raphanus* omfatter forøvrig en rekke kulturplanter. Becker (1962) har satt opp artene som gjengitt i tabell 3, men også for denne slekt vil en finne at artsnavn veksler. Reddik gis ofte det latinske navn *Raphanus sativus* L. ssp. *radicula*. KRISTENSEN (1954) angir reddik (*radis*) som ettårig, og vinter-

reddik som to-årig. BECKER (1962) hevder derimot at alle reddiker og "radiser" er ett-årige planter, men "radisene" blir dyrket som sommerannuelle, og sommer-, høst- og vinterreddik som vinterannuelle.

Av de øvrige artene er det særlig oljereddik som interesserer. Frøene inneholder 40-50% olje, men i vårt land har den kanskje større interesse som grønnforplante.

I tillegg til de artskryssninger innenfor Brassica-slekten som er omtalt tidligere, og som illustrerer artsdannelsen, er det utført omfattende arbeider med kryssninger mellom Brassica og andre arter. BECKER (1962) har gitt en oversikt over slike artskryssninger mellom Brassica og Raphanus. KARPECHENKO (1927a, 1927b, 1928) fremstilte den allopolyploide artshybrid Raphanobrassica ved kryssning mellom reddik og kål, men ellers er det siden utført kryssninger mellom alle de tre elementærarter av Brassica på den ene side, og Raphanus sativus på den andre.

FRANSEN & WINGE (1932) laget Brassica napocampestris ved kryssning mellom kålrot og nepe. Det ble brukt vanlige sorter av Bangholm og Yellow tankard som utgangformer, og tre par av de plantene som ble krysset, ga positivt resultat. F_1 -plantene var stort sett intermediære mellom utgangformene. De fleste plantene spaltet i F_2 , men i et enkelt tilfelle viste avkommet seg konstant både i rotform og farge på overdel av rota som var grønn. Cytologiske undersøkelser bekreftet at denne familien var en artshybrid. I det opprinnelige arbeid er det antatt en hybrid med $36+20=56$ kromosomer i de somatiske celler. Som kjent er kålrot en amphidiploid med kål ($2n=18$) og nepe ($2n=20$) som utgangformer, og den har derfor $2n=38$. Den nye artshybrid mellom kålrot og nepe skulle derfor ha $38+20=58$ kromosomer i de somatiske celler. Med det store antall kromosomer det her er tale om, er det lett å få slike avvik, og uoverensstemmelsen har ingen særlig betydning. Siden alle F_2 -plantene var like, må F_1 -plantene ha hatt det amphidiploide kromosomtall. Dette var i overensstemmelse med WINGE's (1917) hypotese for dannelsen av nye arter.

Endel eksempler på resultater av de undersøkelser som er omtalt foran, er vist i figurene.

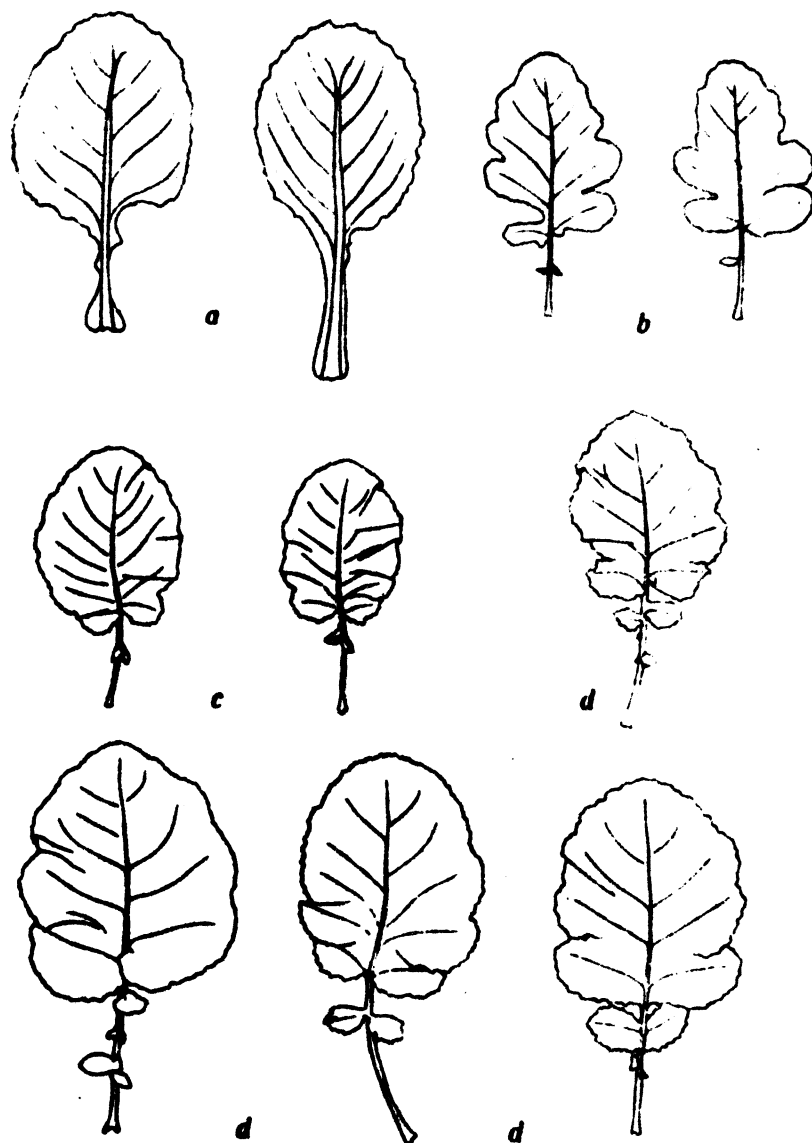


Fig. 1.

- Blad av : a) *Brassica oleracea* ssp. *capitata*
b) *Brassica nigra*
c) *Brassica carinata*
d) *Brassica carinata* syntetisk
(etter Frandsen 1947).

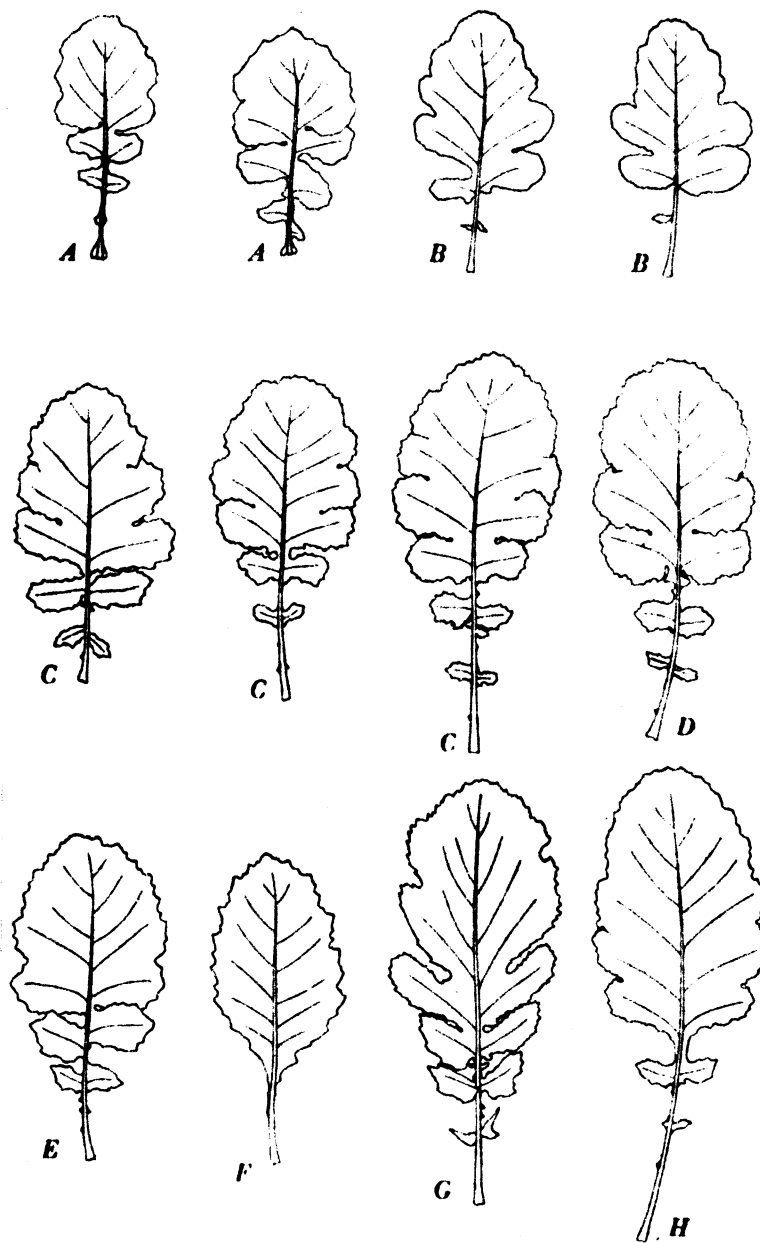


Fig.2.

Blad av A) *Brassica campestris* ssp. *oleifera*

B) *Brassica nigra*

C) *Brassica juncea* (syntetisk)

D) F_1 av *B. juncea* syn. x *B. juncea*

E-H) Forskjellige former av *B. juncea*.

(Frandsen 1943)

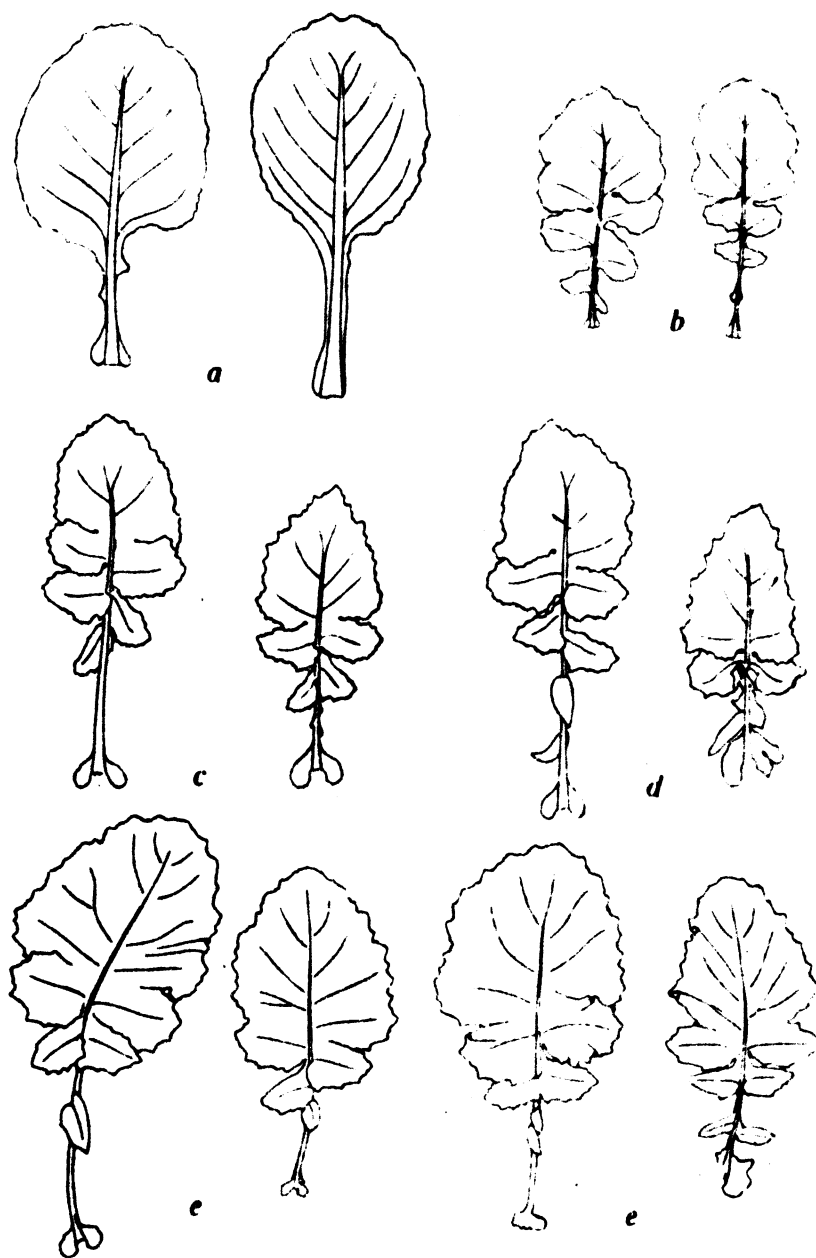


Fig.3. Blad av :

- a) *Brassica oleracea* ssp. *capitata*
- b) *Brassica campestris* ssp. *oleifera*
- c) *Brassica napus* ssp. *oleifera*
- d) *Brassica napus* ssp. *oleifera* syn.
- e) F₁ fra *B. napus* ssp. *oleifera* x *B. napus* ssp. *oleifera* syn (etter Frandsen 1947).

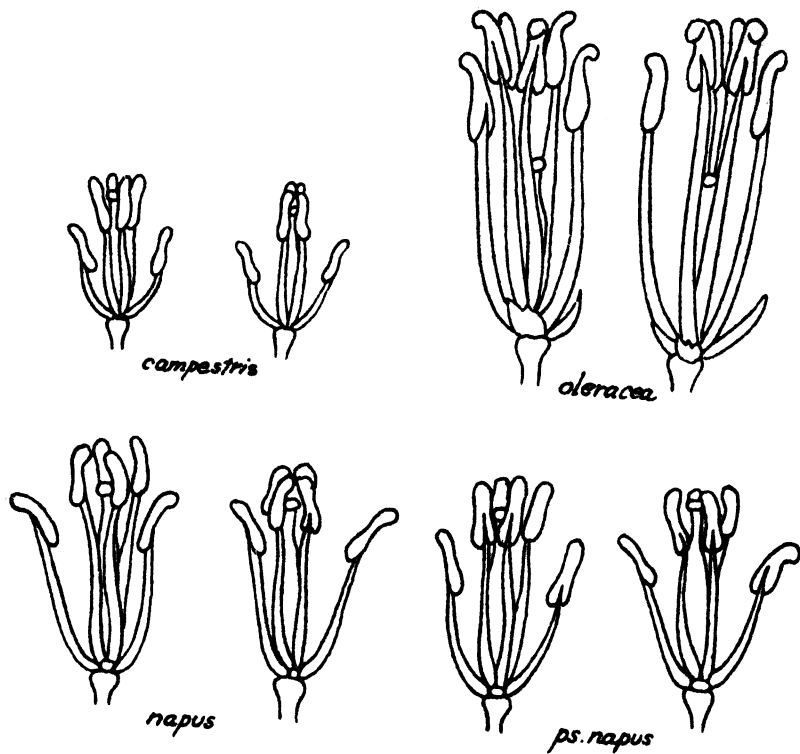


Fig.4.

Arr og støvbærere i blomster fra *Brassica campestris* ssp. *oleifera* (øverst til venstre), *B. oleracea* ssp. *capitata* (øverst til højre), *B.napus* ssp. *oleifera* (nede til venstre), *B. napus* ssp. *oleifera* syntetisk (nede til højre) (Frandsen 1947).

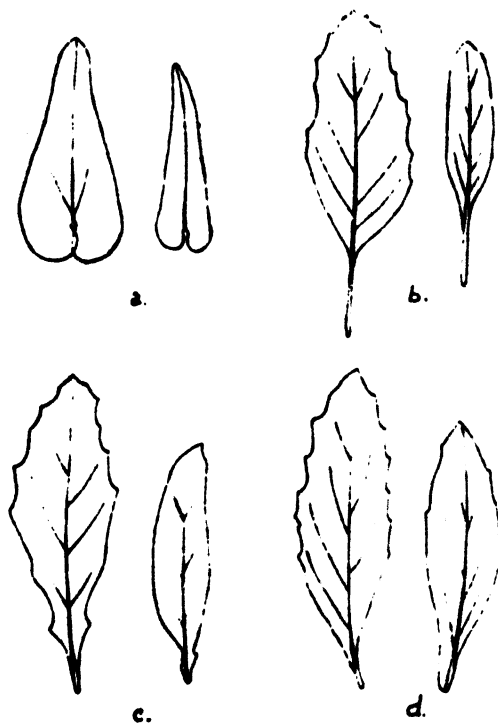


Fig.5. Blad hos: a) *Brassica campestris* ssp. *oleifera*, b) *B. nigra*, c) syntetisk *B. juncea*, d) naturlig *B. juncea* (etter Olsson 1960a).

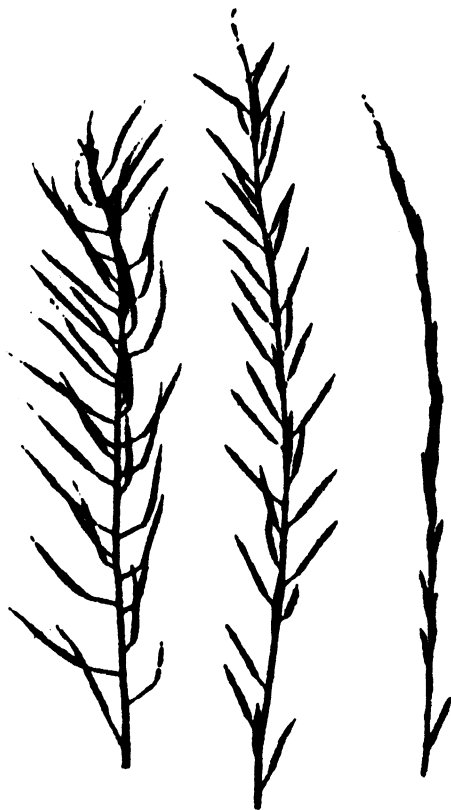


Fig. 6. Frøberende stengler hos *Brassica campestris* ssp. *oleifera* (til venstre), *Brassica nigra* (til høyre), og den amphidiploide hybrid (i midten). (etter Olsson 1960a).

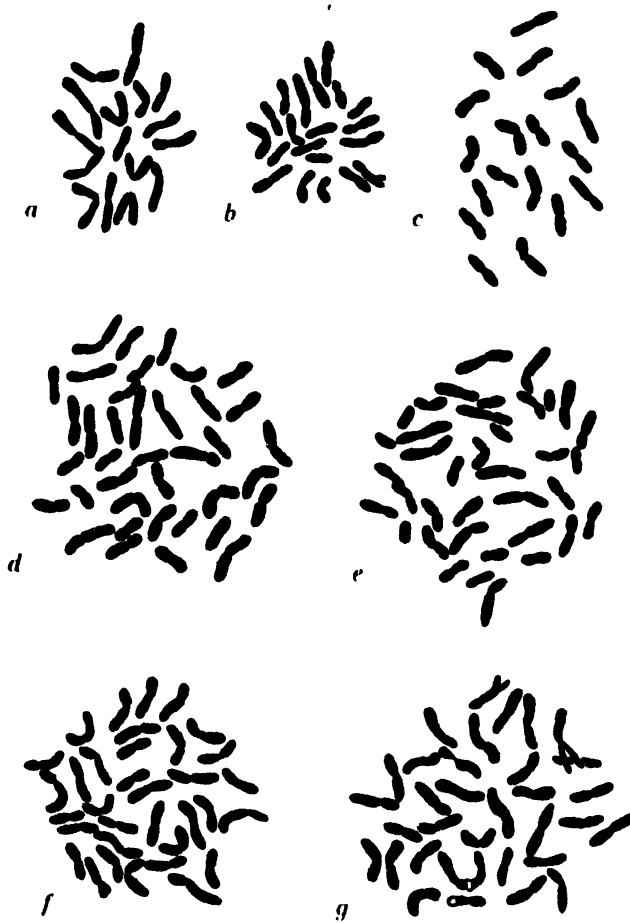


Fig. 7. Rotspissmitoser av:

- a) *Brassica nigra*
- b) *Brassica campestris* ssp. *oleifera*
- c) *Brassica oleracea* ssp. *capitata*
- d) *Brassica napus* ssp. *oleifera*
- e) *Brassica napus* ssp. *oleifera* syntetisk
- f) *Brassica carinata*
- g) *Brassica carinata* syntetisk.

(Frandsen 1947)

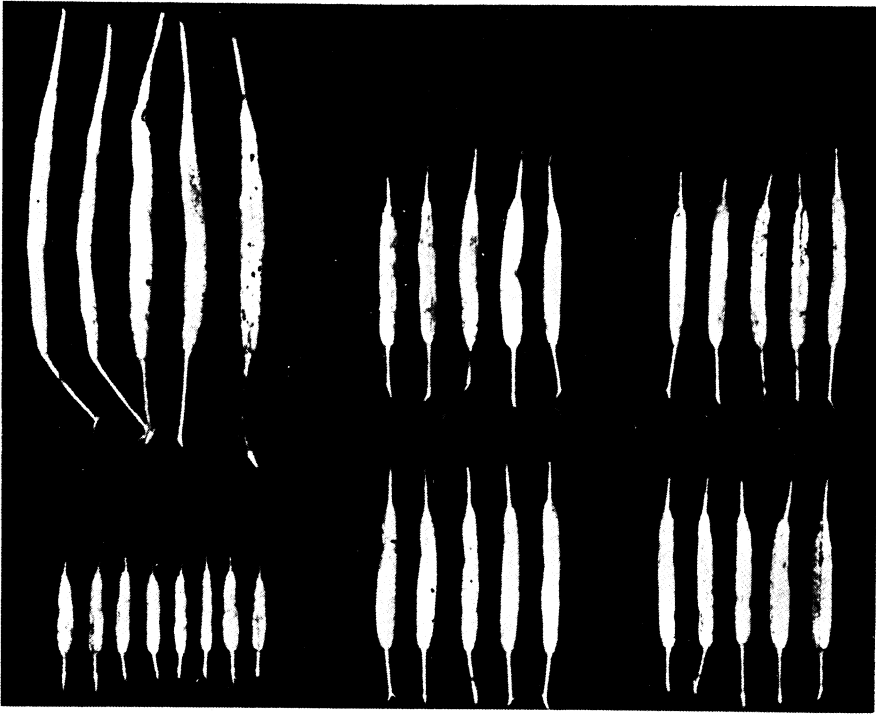


Fig. 8. Modne skulper. Øverst til venstre Oljerybs, i midten syntetisk saeptasennep, til høyre naturlig saeptasennep. Nederst til venstre svartsennepe, i midten syntetisk x naturlig saeptasennep, til høyre naturlig saeptasennep. (Olsson 1960a).



Fig. 9. Tetraploid oljerybs til venstre, tetraploid grønnkål til høyre, og den amphidiploide hybrid i midten (Olsson 1960b).

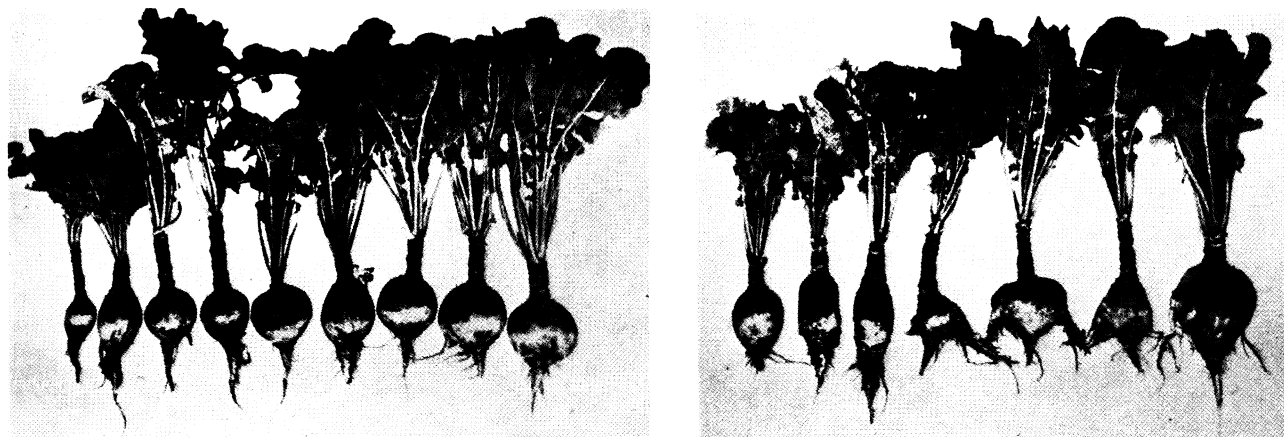


Fig. 10. Svaløfs Bangholm til venstre, og syntetisk kålrot fra krysning mellem 4x Yellow Tankard nepe og 2x grønnkål til højre(Olsson et al.1955).

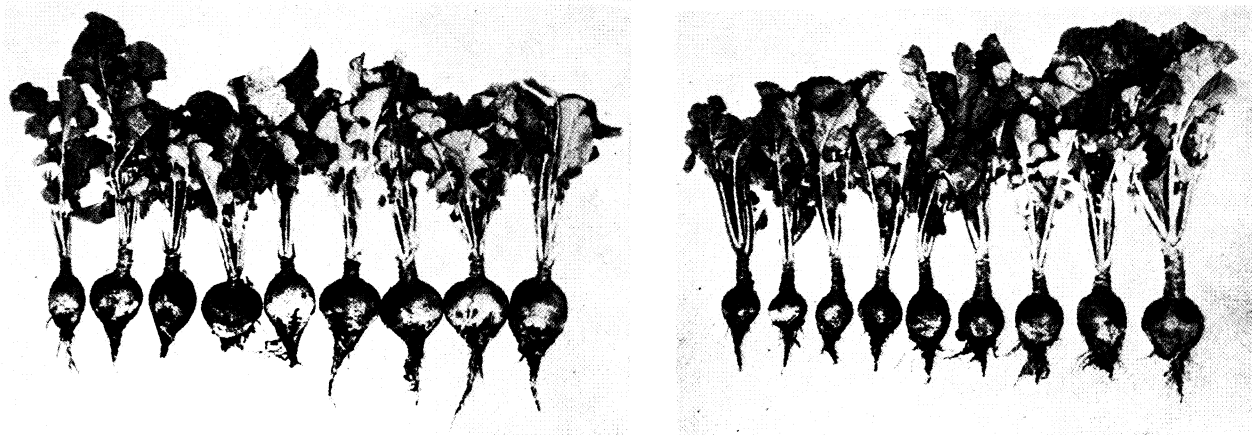
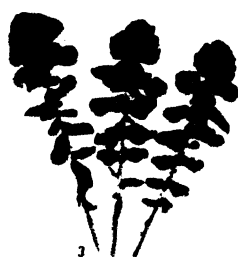


Fig. 11. Svaløfs Viktoria til venstre, og syntetisk kålrot fra krysning mellem 4x Østersundom nepe og 2x rosenkål til højre (Olsson et al. 1955).



Rosenkål



Nepe



Formargkål



Fig. 12. Bladform hos utgangstypene (øverst), og hos syntetisk kålrot laget av disse utgangstypene (nederst) (Olsson et al. 1955).

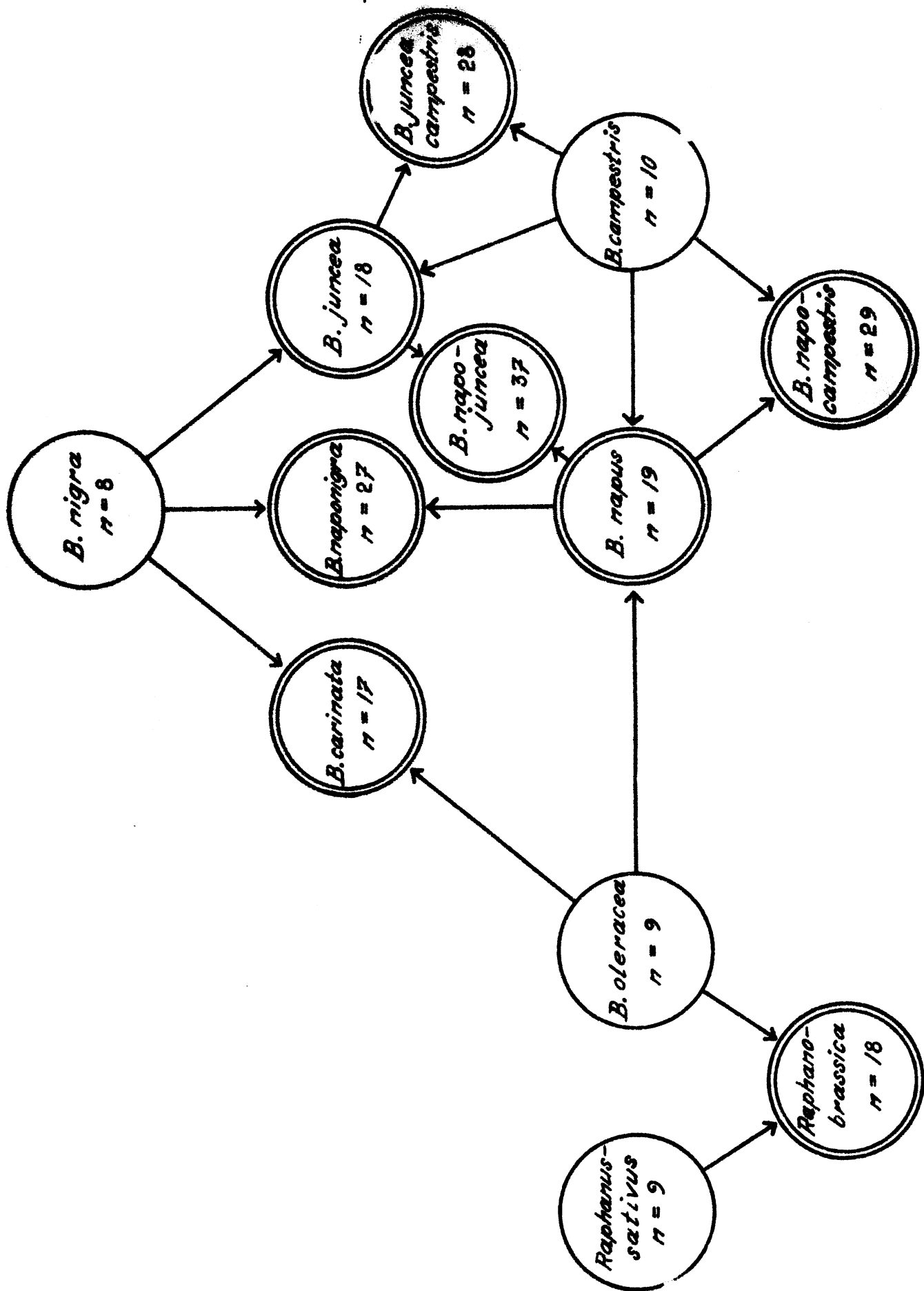


Fig. 13. Artsdannelse ved allopolyploidi i slekten Brassica.

Villformen *Brassica campestris* forekommer som ugras over det meste av Europa og Asia. Det antas at olje- og rotformene innenfor *campestris* er differensiert i tre hovedgrupper, en asiatiske, en vest-europeisk og en med sentrum i Middelhavs-områdene. Den asiatiske rybs er f.eks. utelukkende ett-årig (vårrybs). Vinterrybs antas å ha opprinnelse i Middelhavslandene.

Det opprinnelige utbredelsesområde til *Brassica napus* er langt mindre enn hva tilfellet er for *Brassica campestris*, og det omfatter i hovedsaken de vestlige og sørlige deler av *campestris*-området. En regner med at *Brassica napus* er dannet der utbredelsesområdene for *B.campestris* og *B.oleracea* støter sammen eller er felles. Vill kål treffes langs Atlanterhavskysten i sør-vest Europa og i Middelhavsområdene, mens *B.campestris* som nevnt, forekommer både i Europa og Asia. *Brassica napus* stammer derfor sannsynligvis fra en form oppstått ved krysning mellom vill kål og *campestris*-former i sør-vest Europa og Middelhavslandene. Den spontane krysning som må antas å ha foregått på ulike steder innenfor dette området, har ført til dannelse av den amphidiploide *B.napus*.

Brassica juncea (sarepta-sennep) er utbredt fra Abyssinia til Øst Asia. Den brukes også i visse deler av sørøst Europa, i India og i Pakistan som oljevekst. *Brassica nigra* (svart-sennep) finnes utbredt i det østlige Middelhavsområde der det antas at arten opprinnelig stammer fra. Svartsennep viser stor variasjon i former innenfor dette område. *Brassica carinata* (abyssinsk sennep) er en abyssinsk art som brukes bare i liten målestokk.

Av *Brassica campestris* og *Brassica napus* er det her i landet særlig nepe og kålrot som har interesse. I andre dyrkingsområder for disse arter, spiller oljeformene større rolle. Oljeutvinning av *Brassica*-former har i det hele tatt vært av stor betydning i disse veksters historie, og da både til brensel, lys og mat. Ellers brukes endel av *Brassica*-artene som kryddervekster.

Familien Chenopodiaceae omfatter ti slekter. Av disse er slektene Beta og Spinacia de viktigste. Slekten Beta omfatter en rekke arter som kan inndeles slik (KNAPP 1958):

- a. Seksjon: Vulgares
 - Beta vulgaris L.
 - Beta maritima L.
 - Beta macrocarpa GUSS.
 - Beta patula AIT.
 - Beta atriplicifolia ROUY.

- b. Seksjon: Corollinae
 - Beta macrorhiza STEV.
 - Beta trigyna WALD et KIT.
 - Beta foliosa HAUSSKN.
 - Beta lomatogana FISCH et MEY.
 - Beta corolliflora ZOS.
 - Beta intermedia BUNGE.

- c. Seksjon: Nanae.
 - Beta nana BOISS et HELD.

4. Seksjon: Patellares
 - Beta patellaris MOQ
 - Beta procumbens CHR. §
 - Beta webbiana MOQ

De former av Beta som dyrkes, er samlet i arten *B. vulgaris* L. Det er imidlertid ikke klart om disse bør gå sammen med *B. maritima* L. som er den ville utgangsform. Alle former av slekten Beta som dyrkes, kan krysses med hverandre, og det samme gjelder forøvrig alle de arter som er oppført under seksjon 1. Vulgares. Det er derfor uklart om de fem som er oppført under denne seksjon, virkelig er forskjellige arter. Tilsvarende uklarhet når det gjelder inndelingen i arter, finnes også i noen grad for andre seksjoner. Villarten *B. maritima* har en meget stor utbredelse langs kysten av Middelhavet og langs Atlanterhavet i Europa opp til de sørlige deler av Skandinavia og Skotland. Utbredelsessenteret er antakelig det østlige Middelhavsområde, og derfra har den vandret både østover mot India, og også vestover. På grunn av de høyst vekslende klimaområder arten er utbredt i, har den utviklet en rekke former. Det finnes således både ett-årige, vinteranuelle og perenielle typer, og disse kan krysses med former som dyrkes. Der villformer finnes, er det derfor nødvendig å ta forholdsregler mot uønsket kryssning.

De øvrige villformer innenfor seksjonen Vulgares er atskillig mindre utbredt enn B. maritima. Beta macrocarpa er ett-årig og har store frøkapsler. Den finnes ved Middelhavskysten og på Kanariøyene. Av Beta patula finnes både ett-årige og perennielle former, og den forekommer antakelig bare på Madeira. Beta atriplicifolia er bare funnet i Sør-Spania som perenniel.

Artene i seksjonen Corollinae har sitt utbredelsessentrum i Lille-Asia med utløpere til Ungarn og Persia. Det dreier seg her om tørketålende steppeplanter.

Den eneste arten i seksjon Nanae (Beta nana) finnes i fjellområder i Grekenland.

Artene i seksjon Patellares går i blomst første år uten noe rosettstadium. Beta patellaris finnes langs Middelhavet og Atlanterhavskysten i nordvest Afrika og på endel øyer utenfor. Beta procumbens finnes på Kanariøyene og på de Kapverdiske øyer, mens Beta webbiana bare er funnet på Kanariøyene. Etter KNAPP (1958) gis endel resultater over kromosomtall hos Beta-artene:

1. <u>Seksjon</u>	<u>2n</u>	<u>Author</u>
vulgaris	18	(Winge 1917, 1924, van Heel 1925 m.fl.)
maritima	18	(Winge 1917, 1924, van Heel 1925, m.fl.)
macrocarpa	18	(Wulf 1937).
patula	18	(Sirotina 1936, Wulf 1937).
atriplicifolia	?	
2. <u>Seksjon</u>		
macrorrhiza	18	(Sirotina 1934, 1936)
trigyna	54	(Bleier 1927, m.fl.)
corolliflora	36	(Zosimovic 1938)
foliosa	?	
lomatogona	18	(Sirotina 1934, 1936, Zosimovic 1938, m.fl.)
lomatogona (?)	36	(v.Berg 1935, Wulf 1937, m.fl.)
3. <u>Seksjon</u>		
nana	?	
4. <u>Seksjon</u>		
patellaris	18	(Bleier 1930, Wulf 1937, m.fl.)
	36	(Savitsky 1957, m.fl.)
procumbens	18	(Savitsky 1957, m.fl.)
webbiana	18	(Savitsky 1957, m.fl.)

Grunntallet er her 9, noe som er tilfellet med de fleste undersøkte slekter innenfor Chenopodiaceae. Som oppstillingen viser, forekommer det former med dobbelt, firedobbelt og sekسدobbelt antall kromosomer. Innenfor Vulgares er det i naturen bare funnet former med diploid kromosomtall ($2n=18$). Ellers er det særlig i seksjonen Corollinae at det er stor variasjon i kromosomtall. Det forekommer her arter med $2n=18, 36, 54$. Cytogenetiske undersøkelser antyder genomformelene:

lomatogona	$\frac{L}{L}$	corolliflora	$\frac{CC}{CC}$
trigyna	$\frac{L C C}{L C C}$	lomatogona x trigyna	$\frac{L C}{L C}$

Beta trigyna skulle etter dette være en amphidiploid art dannet ved summering av kromosomsettene fra B. lomatogona og B. corolliflora. Denne siste blir da betraktet som en autotetraploid art (KNAPP 1958).

Det er utført en rekke artskryssninger innenfor slekten Beta, og av spesiell interesse er kryssninger mellom dyrket og vill bete i den hensikt å skaffe monogerme frø, f.eks. dyrket bete x B. lomatogona som har enkelt-blomster, eller også dyrket bete x arter innenfor Patellares-gruppen. Sorter som skal være foredlet med hensyn på denne egenskap ved slik kryssning, er omtalt av KNAPP (1958), som imidlertid betviler riktigheten av avstammningen.

Artene i Patellares-gruppen er viktige som utgangsmateriale ved innføring av resistensgener i dyrket bete, f.eks. resistens mot Cercospora beticola og mot betenematoden Heterodera schachtii. Artskryssninger mellom dyrket bete og Beta webbiana i Patellaresgruppen med dette formål for øye er da også utført (SAVITSKY & GASKILL 1957). Vulgares-gruppen omfatter alle kulturformer av bete, og denne er avgrenset fra de andre grupper ved en sterilitetsbarriere som vanskelig kan brytes ved kunstig kryssning. Alle arter innenfor Vulgares-gruppen er lette å krysse med hverandre. Kulturformene viser godt samsvar med villformene innenfor denne gruppe i en rekke systematiske kjennetegn, og det er neppe noen tvil om at kulturformene av bete stammer fra villformene innfor Vulgares-gruppen.

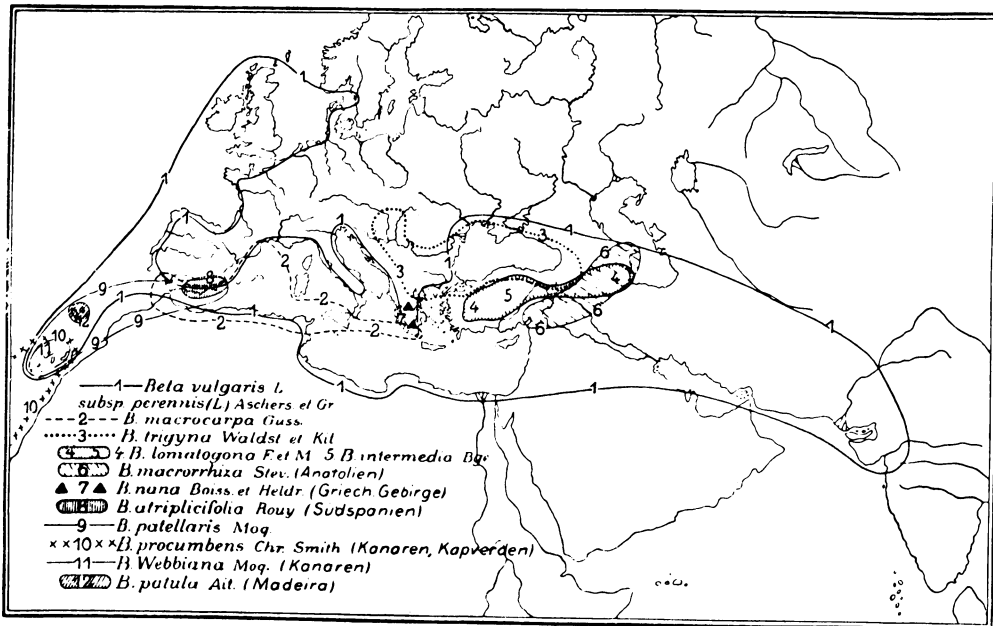


Fig. 14. Naturlig utbredelse til arter av slekten *Beta* (Schneider/1944).

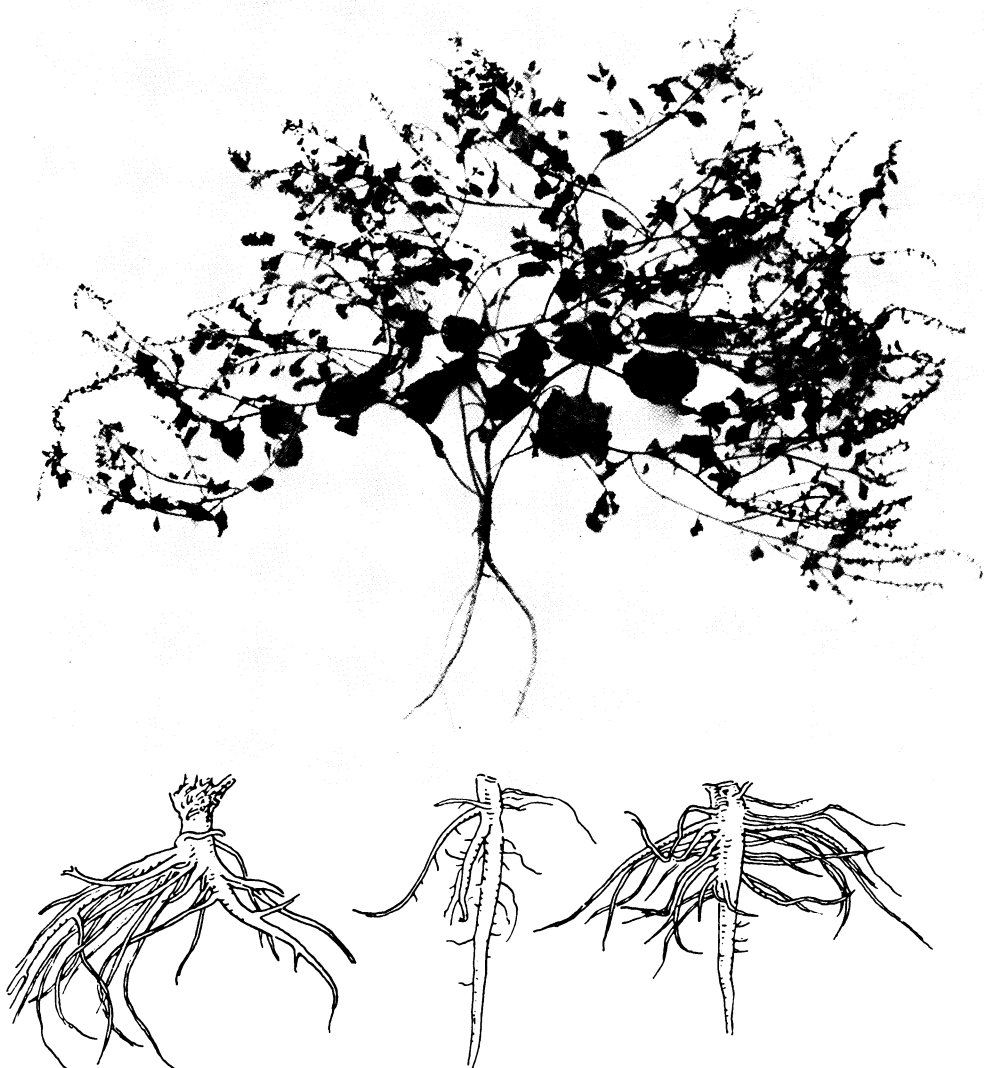
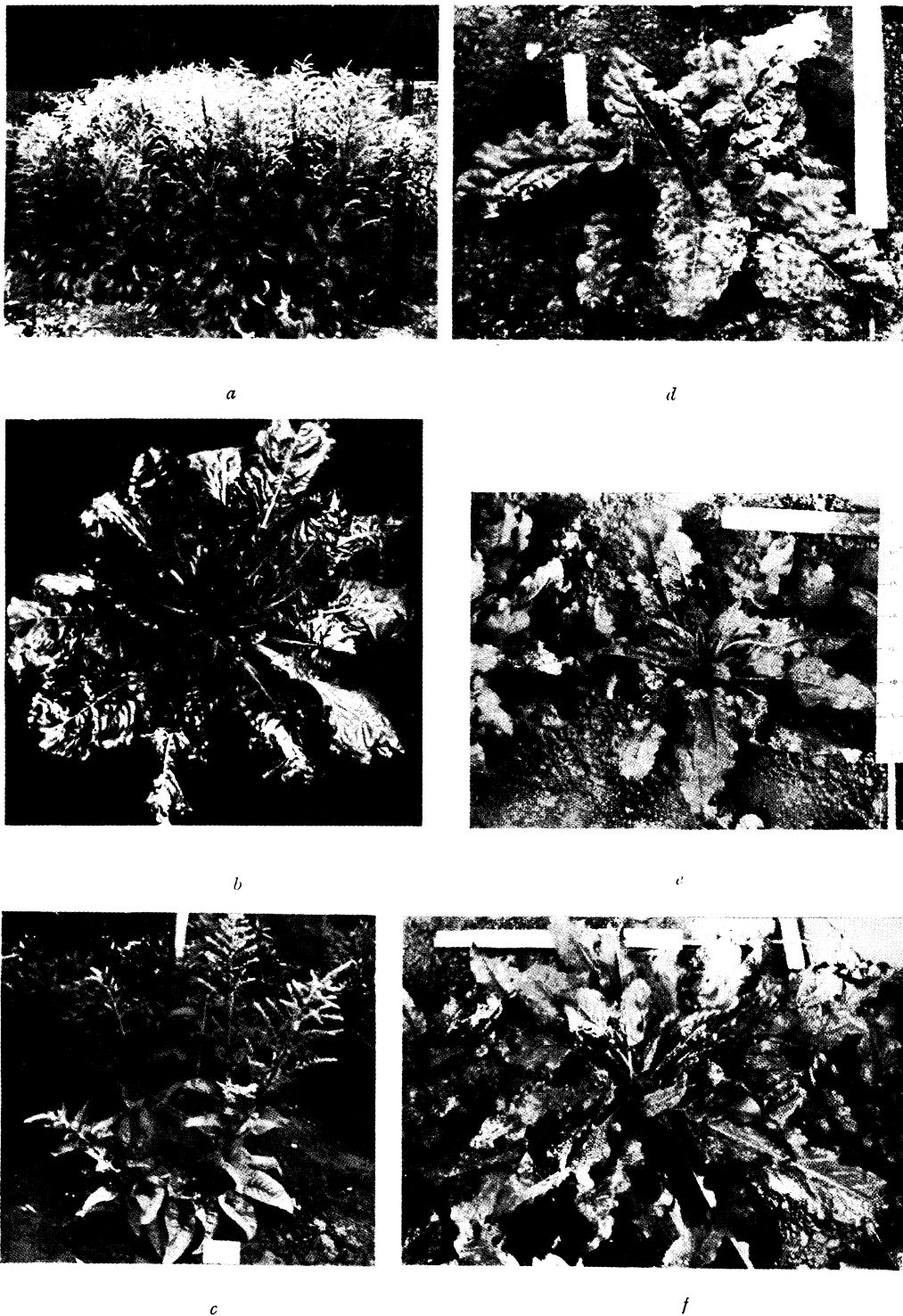


Fig. 15. *Beta maritima*. Øverst: plante i kultur ved Kleinwanzleben (Tyskland). Nederst: røtter hos viltvoksende strandbete (Schneider 1944).



Figur 16. a. Beta trigyna, tre-årig plante med 54 kromosomer. b. Sukkerbete i slutten av såingsåret. c. Beta trigyna x sukkerbete. d-f. Tilbakekryssninger av F_1 til sukkerbete. (Schneider 1944).

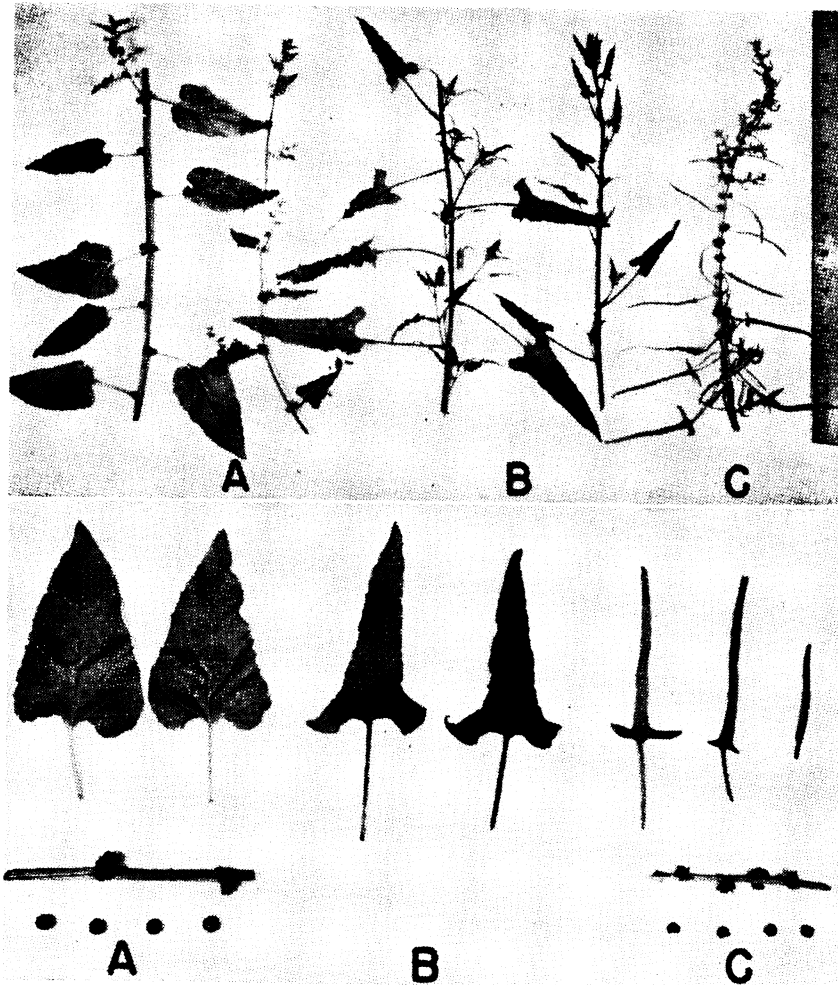


Fig. 17. Arter i seksjonen Patellares, blad, frø og deler av stengelen. A) *Beta patellaris*, B) *Beta procumbens*, C) *Beta webbiana*. Frø av disse artene er monogermt. Gaskill 1954.

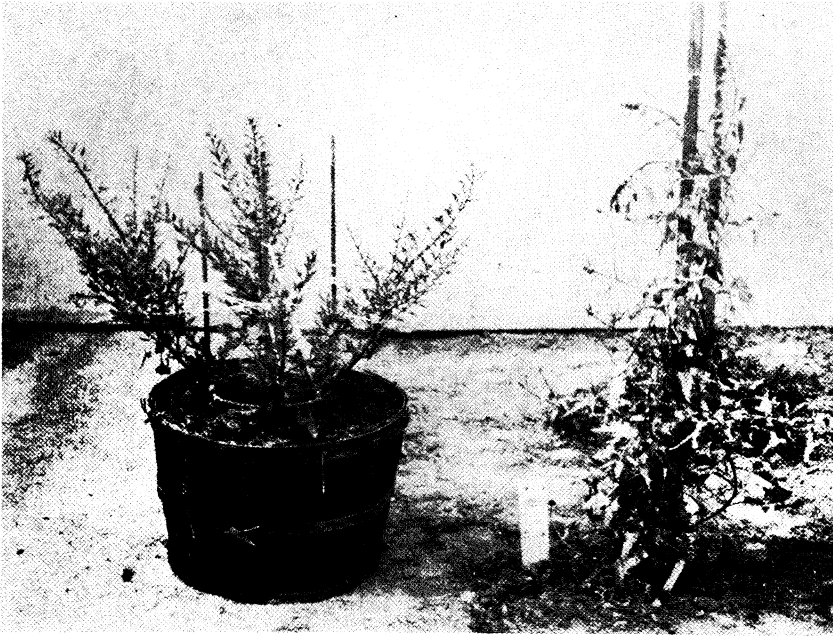


Fig. 18. Til venstre F_1 fra sukkerbete x *Beta procumbens* i blomstringsstadiet. Til høyre: *Beta procumbens*. Stewart 1950.

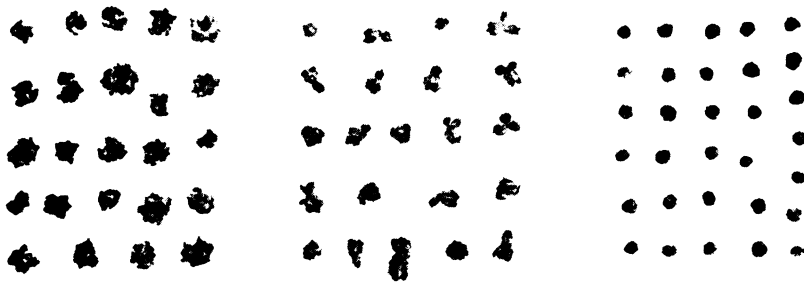


Fig. 19. Til venstre sukkerbete-frø, i midten frø produsert på F_1 plante fra sukkerbete x *B. procumbens*. Til høyre monogermfrø av *B. procumbens*. Stewart 1950.

B. Morfologi, anatomi og blomstring.

1. Lagringsorganet.

Bete, kålrot, nepe, høstformene av raps og rybs samt en rekke oleracea-former er to-årige vekster. I det første vekståret gjennomgår plantene den vegetative fase for oppsamling av opplagsnæring. I det andre vekståret blir opplagsnæringen brukt ved danning av generative skudd med blomsterstand og frø.

Hos de forskjellige formene kan det være meget stor skilnad i utvikling av organer for oppsamling av opplagsnæring. Disse organene er differensiert allerede hos de unge frøplantene. Bortsett fra selve frøbladene, kan både rot, hypocotyl stengel, epicotyl stengel og blad utvikles til lagringsorganer. Figurene viser disse forhold meget tydelig. Det går fram at hos kålvekstene samles næringen dels i den epicotyle stengel (formargkål), og dels i bladene (hodekål, rosenkål). Hos disse er forøvrig også stengelen kraftig utviklet. Hos knutekål finner en at det meste av "knollen" er merket av bladarr, og at det derfor også her er den epicotyle stengel som utgjør hovedmassen av lagringsorganet.

Hos de mer utpregede rotvekster, er det meget stor variasjon mellom sorter og grupper når det gjelder utvikling av lagringsorgan. Sukkerbeten dannes overveiende av en sterkt utviklet pelerot, og det er her altså selve rotdelen fra frøplanten som inneholder næringen. Hos de mer lågprosentige forbetetyper som Barres og Ekendorfer, samt hos rødbete, er en langt større del av næringen lagret i den hypocotyle stengel som er sterkt oppsvulmet. Den epicotyle stengel utgjør bare en liten del av lagringsorganet. Mellom de to yttergrenser, sukkerbete og lågprosentige typer, finnes alle overgangsformer.

Tilsvarende forhold er vist hos reddik, kålrot og nepe. Spesielt hos reddik er det stor variasjon mellom formene når det gjelder de deler som er utviklet til å inneholde næringsreservene. Hos kålrot og nepe er den hypocotyle stengel gjerne dominerende, men det er også her variasjon mellom typer.

Den epicotyle stengel danner hos kålrot en hals som er av stor praktisk interesse. Halsen letter avbladingsarbeidet enten en bruker skyffel eller forhøster, og i siste tilfelle vil en velutviklet hals hindre skade på røttene. I foredlingsarbeidet utnyttes halsen fordi den, sammen med øvre del av "roten", kan gi fullverdige planter som kan brukes til parkrysninger. Det kan da først utføres tørrstoffanalyse på resten av "roten", og planten som vokser opp av halsen, gjør det mulig å bruke individer som er utvalgt på grunnlag av tørrstoffinnholdet.

Den anatomiske oppbygning av lagringsorganet hos rotvekstene varierer sterkt mellom artene. Dette henger delvis sammen med at lagringsorganet er dannet av forskjellige deler av frøplanten. Den anatomiske oppbygning er forskjellig i ulike deler av samme "rot", alt etter hvilken del av frøplanten som utgjør den del av lagringsorganet der snittet foretas. Figurene viser endel eksempler på slike snitt, dels skjematisk, dels etter fotografi.

Et lengdesnitt og tverrsnitt gjennom kålrot viser ytterst et korklag som dekker et tynt barklag av parenkymvev. Like innenfor barklaget ligger ledningsvev, silvev. Vekstlaget, kambiet, kommer så innenfor dette silvev. Det indre av kålroten består av et sterkt utviklet bløtt vedvev med vedkar som er ordnet i rekker nær vekstlaget. Vedvevet består vesentlig av vedparenkym og marggstrålevev. Innerst dominerer parenkymvevet, og det finnes spredt i dette ledningsstrenger av silvev som er omgitt av vedkar. I den nederste del av roten har disse konsentriske ledningsstrenger vedkar innerst og silvev utenfor.

I den øverste del av kålroten finnes karstrenger både i vedvevet og i marginen. Denne del av lagringsorganet dannes av den epicotyle stengel.

Den oppsvulmede epicotyle stengel hos knutekål dannes for det meste av en sterkt utviklet marg som er gjennomvevet av kar. Langs ytterflaten ligger kambiet, og innenfor dette en ring av

ledningsvev (se figur).

Et tverrsnitt av bete viser de meget karakteristiske kambialringer som består av et kambium som avsetter silvev utover og vedvev innover. Dette er det vanlige ved den sekundære tykkelsesvekst hos røtter. Mellom kambialringene ligger forrådsvev. Øverst i beten dannes marg som ofte dør og etterlater et hulrom.

Et lengdesnitt av en bete viser et noe forskjellig bilde alt ettersom snittet går gjennom rotfuren, eller vinkelrett på denne (se figurer). Rotdelen har røtter som sitter i en rotfure. Nakken eller halsen er den epicotyle stengel som har bladarr, og den mellomliggende del er dannet av den hypocotyle stengel som er glatt, uten røtter eller blad. Røttene og bladnervene fortsetter inn i beten, og det dannes tildels tverrgående ledningskar i denne.

I de unge betepplantene er det opprinnelig bare én ring av karstrenger, primærkambiet. Antall ringer som utvikles, er avhengig av ytre forhold, men bestemmes også av sort og type. Hos sukkerbete er det 7-12 ringer, hos forbete 5-8. Parenkymet mellom karstrengsringene er rikt på sukker, og da særlig nær karene.

2. Overjordiske organer.

Hos de to-årige rotvekster utvikles det i første vekståret en bladrosett. Dette er også tilfellet hos to-årige oljevekster.

Både kålrot, nepe og bete utvikler i den vegetative fase en betydelig bladmasse. Den morfologiske oppbygning av bladverket er ofte karakteristiske for bestemte arter og sorter. Hos disse tre artene dannes bladverket av en kjøttfull stilk og av en bladplate av varierende form og størrelse. Bladstilken er festet til den epicotyle stengel som også er høyst forskjellig utformet hos de forskjellige typene. Den epicotyle stengel har atskillig praktisk interesse (se figur). En passende utvikling er en fordel for å lette avblading ved høsting. Hos kålrotsorter i vanlig bruk er den ofte av slik lengde at selv forhøster kan kjøres uten at røttene skades. Det er imidlertid forskjell på utviklingen av den epicotyle stengel hos forskjellige sorter, og lengden varierer også med miljøforholdene. Karakteren er arvelig, og det kan gjøres utvalg for kort eller lang hals.

Det er forskjeller mellom arter og sorter både når det gjelder det antall bladstilker som utvikles, og i lengde og tykkelse på bladstilkene (se figur). Bladplaten kan være glatt eller rynket, helrandet eller innskåret. Hos enkelte arter er det utviklet et karakteristisk vokslag, og ellers er det forskjeller i behåring, voksemåte og farge som er nyttige kjennetegn også i praktisk dyrking.

3. Den generative fase.

Utvikling av blomsterstengel og blomstring forutsetter en overgang fra den vegetative til den generative fase, og denne overgang er betinget av bestemte miljøforhold. Induseringen av den generative fase hos årlige vekster skjer tidlig i den ene vekstsesong slike plantearter har til disposisjon for å nå full utvikling. Hos toårige vekster som forbeter, kålrot, neper, høstformene av raps og rybs, samt hos en rekke kålformer, finner induseringen sted om vinteren mellom de to vekstsesonger. Under de vekstforhold vi har her i landet, skjer induseringen helst om høsten eller om våren i kjølige perioder ($0-10^{\circ}\text{C}$) ved kort daglengde. Forskjellen mellom ett-årige og to-årige former i denne egenskap er genetisk betinget, men den genetiske kontroll av utviklingsrytmen er ikke absolutt. Det hender således ofte at to-årige planter under særlige vekstforhold blir indusert og blomstrer allerede i første vekstsesong (stokkløping). I mange tilfelle ligger det tydeligvis mange gener til grunn for egen-skapen ettårig eller toårig. Ved seleksjon mot stokkløping i f.eks. kålrot og kålpopulasjoner er virkningen som for kvantitative karakterer. Hos bete og rybs er det i enkelte tilfelle påvist monofaktoriell nedarving.

Overgangen fra den vegetative til den generative fase er betinget av et samspill mellom temperatur og lys. Hos rotvekstene skjer differensieringen etter påvirkning av låg temperatur, sannsynligvis i området 2-8 grader C i et tidsrom som ikke er særlig skarpt avgrenset. Uten en slik temperaturpåvirkning vil plantene kunne holdes i vegetativ tilstand. Etter indusering ved låg temperatur kreves lang dag for initierting av blomstringen.

Virkningen av en periode med låg temperatur på indusering av den generative fase, avhenger av en rekke forhold. BOSWELL's (1929) undersøkelser i kål antydte at plantenes vegetative utviklings-

stadium og vekstvilkårene forøvrig hadde betydning. KLOEM (1950) har vist at selv ganske unge frøplanter av nepe kan induseres.

En følge av induseringen av den generative fase er utvikling av blomsterstengel. Hos hodekål og rotvekstene er det terminalknoppen som starter lengdevæksten. Hos rosenkål er det lateralknoppene i bladhjørnene som har denne funksjon. Hvis vekstpunktet er ødelagt, vil adventivknopper danne frøstengler, men plantens utseende blir da noe endret sammenliknet med en normal utvikling. Frøstengelen hos rotvekster og kål kan under gode vekstvilkår nå en høyde på 1-2 m.

Også i frøbæringsåret er det store morfologiske forskjeller mellom sorter, og også mellom individer innen samme sort. Siden rotvekstene er fremmedbestøvende, er en slik individuell variasjon ventet, men de forskjeller som kan observeres mellom frøplanter i morfologiske egenskaper mellom individer innen samme sort, er atskillig mer utpreget enn i den vegetative fase.

4. Blomsten og frøet.

a. Brassica.

Blomsterstanden hos Brassica-artene er oftest en halvskjerm som utvikles mot en klase. Ulike arter og sorter har forskjellig strekning av blomsterstanden som derfor kommer til å variere i utseende.

Utviklingen av blomsterorganene er beskrevet av THOMPSON (1933) og PEARSON (1932). Figurene på de følgende sider viser forskjellige stadier i denne utvikling, og den rekkefølge differensieringen av de ulike organer skjer i. Hos hodekål som THOMPSON's undersøkelser gjelder, er rekkefølgen begerblad, støvbærere, fruktknute og kronblad.

Figurene viser videre snitt av støvbærer med differensiering av pollenmorceller, og av fruktemne med differensiering av de hunlige forplantningsorganer. Snittene omfatter også befruktningen og embryogenesen med utvikling av de forskjellige organer: frøblad (cotyledoner), frøstengel (hypocotyl og epicotyl) og frørot (radicule).

Blomsterdiagrammene viser at hos Brassica-slekten er det 4 begerblad og 4 kronblad. Av de 6 støvbærerne er to trukket noe ut til siden. I blomsterbunnen er det nektarkjertler. Kronbladene har gul farge som kan variere i intensitet, fra sitrongult til orange. Forskjellen mellom disse blomsterfarger er basert på forskjell i ett genpar hos nepe og rybs, og på forskjell i to genpar hos kålrot (se senere). Blomsterfarge og kjøttfarge i roten er knyttet sammen. Sitrongul blomsterfarge og hvitkjøttet rot følges, og det samme er tilfellet med orangegul blomsterfarge og gulkjøttet rot.

Kålrotplanter tar til å blomstre når primæraksen har strukket seg til ca. 2/3 av sin endelige lengde. Nederste blomst i primærordenen åpner seg først, og blomstringen sprer seg fra gren til gren nedover planten og utover mot grenspissene (se figur). En vil kunne se at blomstene er protogyne, idet griffelen med arret ofte stikker gjennom spissen av beger- og kronblad før blomsten har åpnet seg. Det er viktig å være oppmerksom på dette forhold ved kunstig krysning. En må da vurdere det rette tidspunkt for kastrering og isolering for å unngå uønsket befruktning. Det rette tidspunkt for kastrering vil være når knoppene begynner å få en gulgrønn farge i spissen. Det er den gule fargen hos kronbladene som da kan skimtes. Disse forhold gjelder også raps, rybs og nepe, og sannsynligvis de fleste kålslag. Pollen er gult og typisk for insektbestøvere. Bier er den vanligste bestøver, men ellers er humler, visse fluer og i liten grad sommerfugl virksomme.

I blomstringstiden vil betydelige mengder pollen kunne føres avsted med vinden. Dette har betydning både i foredlingsarbeide og i frøavl. Det er i begge tilfelle nødvendig å ta forholdsregler mot uønsket krysning.

Frukten hos Brassica-artene er en skulpe av varierende utseende (se figurer). Frøene hos kålrot og nepe samt raps og rybs er festet vekselvis på de to sidene av en skillevegg. Frøet, som kan variere i farge fra rødaktig til svart, inneholder anlegg til frøplante med cotyledoner (frøblad) og radicule (frørot).

Bestøvningsforholdene hos forskjellige Brassica-arter er undersøkt av en rekke forskere (JENSEN 1921, m.fl. ref. Anderson & Olsson 1961). Selv om det her dreier seg om insektbestøvende fremmedbefruktere, er det betydelig variasjon mellom artene når det gjelder graden av selvbe-fruktning. Det finnes også forskjell mellom sorter innen samme art, og mellom individer innen samme sort. Raps og kålrot er vanligvis selvfertile, mens rybs og nepe har en mer eller mindre utpreget selvsterilitet.

Kunstig krysning innenfor artene vil som regel gi godt resultat, og som omtalt tidligere, foregår krysning mellom en rekke av artene innenfor Brassicaslekten hyppig, og da særlig mellom underarter innenfor samme artsgruppe.

b. Bete.

Beten er en utpreget vindbestøver, og blomsten har følgelig et beskjedent utseende. Den er grønnaktig og har et klebrig belegg. Blomstene sitter i knipper, med to opp til seks blomster i hvert knippe. I figurene er vist hvordan blomstene sitter, og også hvordan den enkelte blomst er bygget opp. Den har fem kronblad og fem støvbærere. Arret er trefliket. Beten er protadrisk, d.v.s. at den er først-hanlig. Blomsteringen foregår over et langt tidsrom, og modningen er derfor ujevn.

Som følge av den knippeaktige sammenvoksning av blomstene, vil frøhodene inneholde mer enn ett frø, som regel fra to til seks. Ved spiringen vil det da komme så mange spirer fra hvert frøhode som det er levedyktige embryo, som regel 2-3. Figuren viser et embryo som er dissekert ut av frøet.

Pollenkornene er kulerunde med mønster på overflaten. Spireevnen kan bevares i 10 dager hvis pollenet vernes mot fuktighet, og ved låg temperatur og tørr luft enda lenger. Normalt regnes ikke mer enn en dags levedyktighet under frilandsbetingelser. Undersøkelser referert av KNAPP (1958) viser ellers at i mange tilfeller er pollenkornene spiredyktige i langt mindre tid, således ned i 3 timer.

Som vindbestøver utvikles et enormt antall pollen-korn pr. blomst (85 000 pr. blomst). Pollenet kan spres flere kilometer med vinden. Det er observert i 1500 m høyde og 2500 fra blomstrende åker (KNAPP 1958). Det er imidlertid klart at også insekter er virksomme når det gjelder overføring av pollen hos bete.

Beta vulgaris er en utpreget fremmedbefruktet, og selvbefruktning hindres vanligvis av en høy grad av selvsterilitet. Det er imidlertid betydelig variasjon i graden av selvsterilitet som er genetisk betinget.

Selvsteriliteten beror på en hemning av veksten til pollenslangen (SAVITSKY 1950). Ved selvbestøvning spirer også færre pollen-korn på arret enn ved fremmedbefruktning. Ved selvbestøvning vil det oftest bli slik at pollenslangen vokser så sakte at den ikke når embryosekken i tide, dvs. på ca. 8 dager fra blomstringen er startet. Etter denne tid er frøanlegget ikke befruktningsdyktig. Forskjellen i graden av selvsterilitet beror på forskjeller i veksthastighet hos pollenslangen ved selvbestøvning.

Om det genetiske grunnlag for selvsterilitet hos *Beta*, se referanser i KNAPP 1958, side 211.

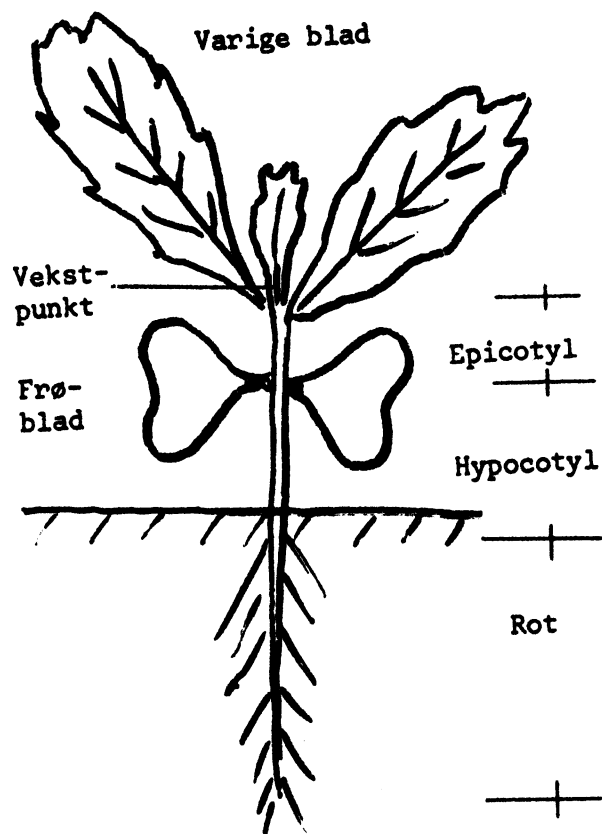


Fig. 20. Ung plante av Brassica, skjematisk.

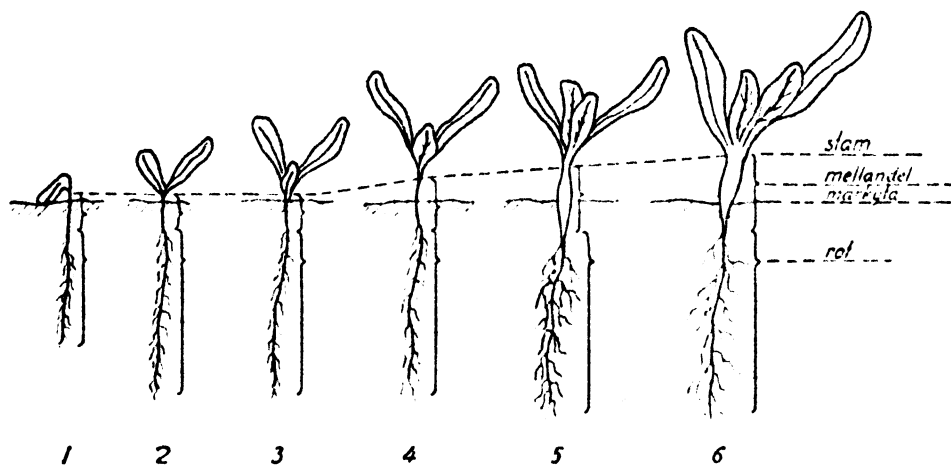


Fig. 21. De første utviklingsstadier hos en plante hos bete. Mellandel tilsvarer hypocotyl stengel. 1:10-20 dager etter såing. 6:2-4 uker etter 1. (Rasmusson 1951).

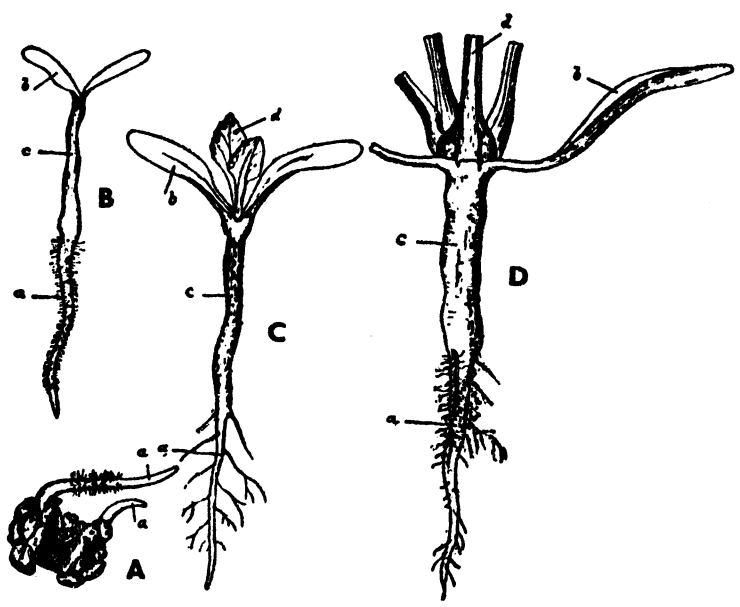


Fig. 22. Bete: A) spirende "frøhode", B,C. og D) forskjellige stadier i utviklingen hos en frøplante. a) rot, b) frøblad, c) hypocotyl, d) de første varige blad (Gill & Vear 1958).

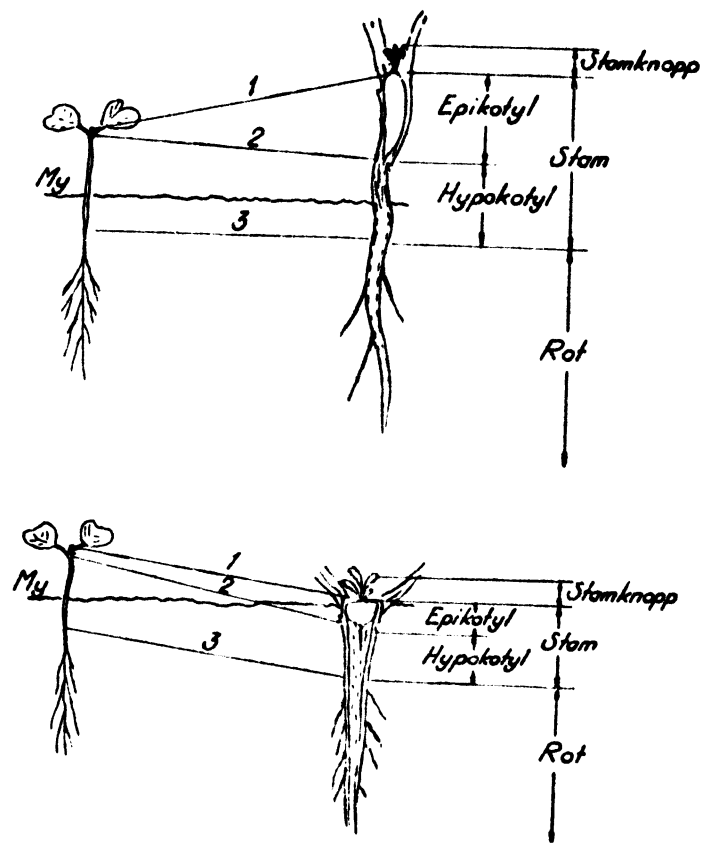


Fig. 23. Vekstpunktets plassering hos høstraps (øverst) og høstrybs (nederst) på forskjellige utviklingstrinn. Særlig hos rybs virker rotforkortning til at vekstpunktet beskyttes godt av snødekke om vinteren (Andersson & Olsson 1961).

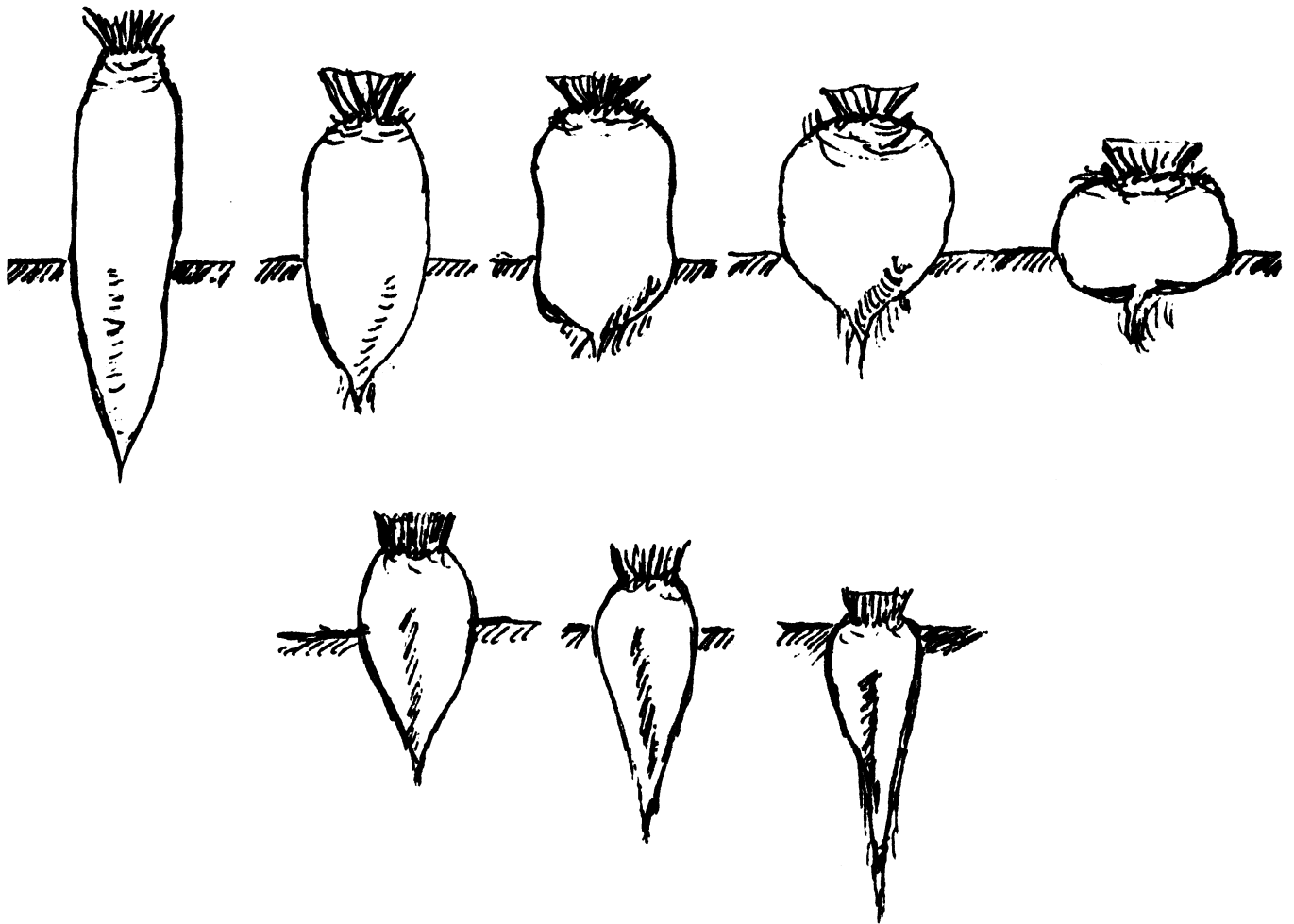


Fig. 24. Typer av betar. Øverste rekke lågprosentige forbeter. Nr. 2 fra venstre Barres, nr. 3. Eckendorfer, nr. 4 Kirsches Koloss, nr. 5 Oberndorfer. Nedre rekke fra venstre, forsukkerbete, sukkerbete til for, fabriksbete.

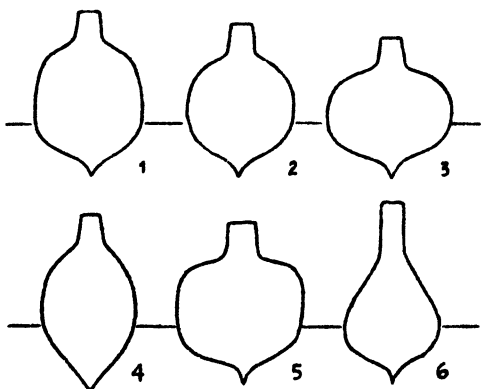


Fig. 25. Typer av kålrot. Nr. 1 og 2 Bangholm, nr. 2 Wilhelmsburger.

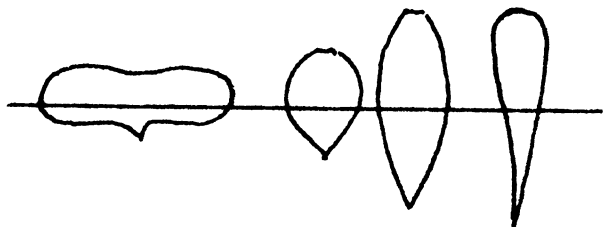


Fig. 26. Typer av nepe. Fra venstre Kvit mai, Dales hybrid, Yellow tankard, Fynsk bortfelder.

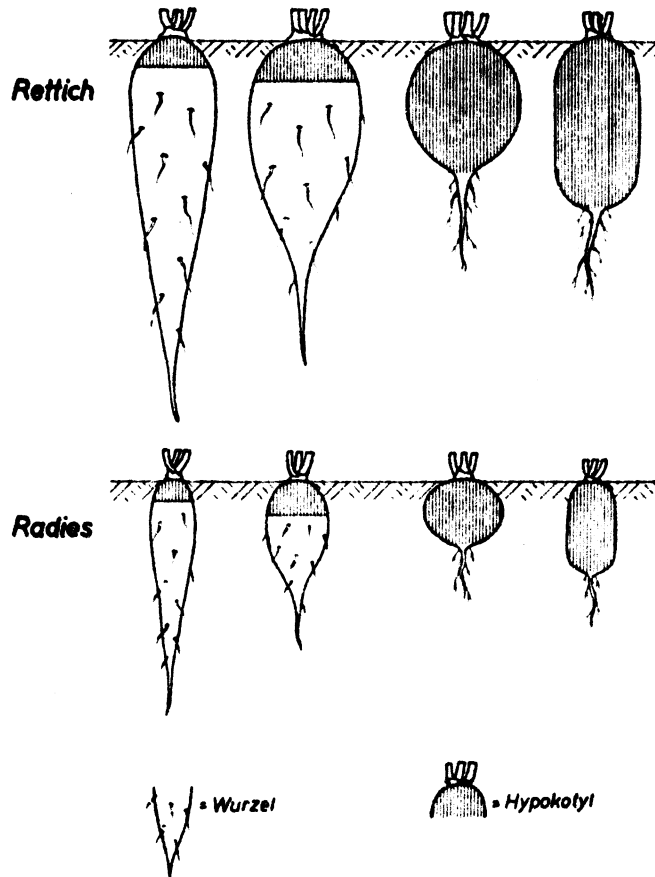


Fig. 27. Reddik og vinterreddik omfatter de samme rotformer, og forskjellen er vesentlig et spørsmål om størrelse og kultur måte (Becker 1962).



Fig. 28. Knollen hos knutekål vokser over jordoverflaten. Den er en sterkt utviklet epicotyl stengel med blad og bladarr. (Gill & Vear 1958).

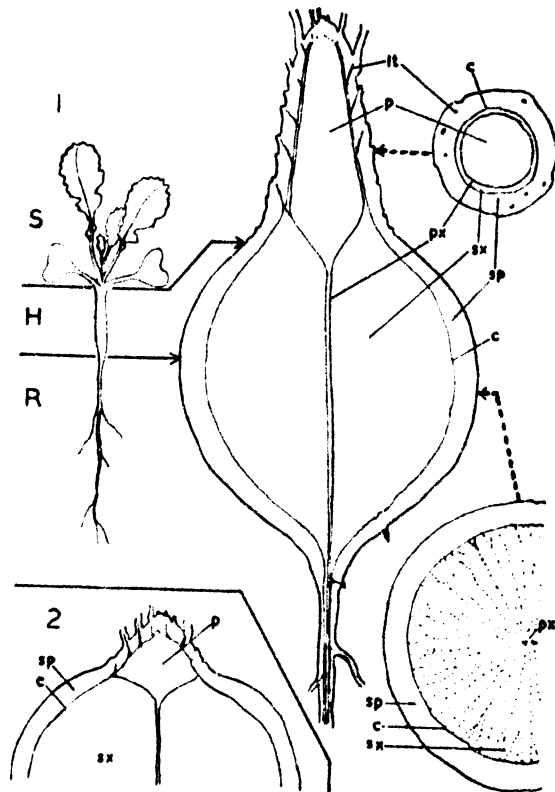


Fig. 29. 1. kålrot, frøplante til venstre. S. epicotyl stengel med varige blad, H. hypocotyl stengel med frøblad, R. rot. Lengdesnitt av kålrot: lt. bladarr, c. kambium, p. marg, pc.primært ved vev, sp. sekundært silvev og barklag, sx. sekundært vedvev (forrådsvev). Nede til venstre: nepe, lengdesnitt gjennom øverste del av "roten" med kortere "hals" enn hos kålrot (Gill & Vear 1958).

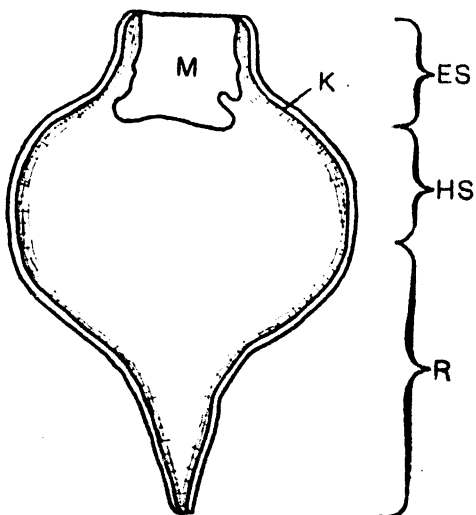


Fig. 30. Lengdesnitt gjennom kålrot. M: marg, K: vekstlag (kambium), R: rot, HS: stengel under kimblad (hypocotyl), ES: stengel over kimblad, epicotyl. Det aller meste av rota er vedvev. Silvevet fjernes med skallet. (Müller 1946).

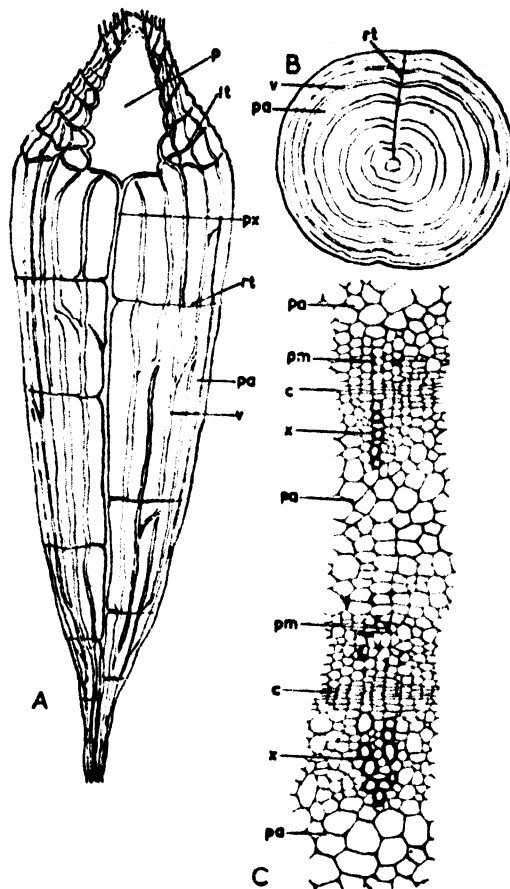


Fig. 31. Betens oppbygning skjematisk. A. lengdesnitt av bete, B. tverrsnitt av bete, C. del av tverrsnittet ved øket forstørrelse. c. kambium, lt. bladarr, p. marg, pa. parenkym, pm. silvev, px. primært vedvev, tett omgitt av sekundært vedvev som er dannet av det første kambium, rt. rotspor, v. ring av karstrenger, x. vedvev (Gill & Vear 1958).

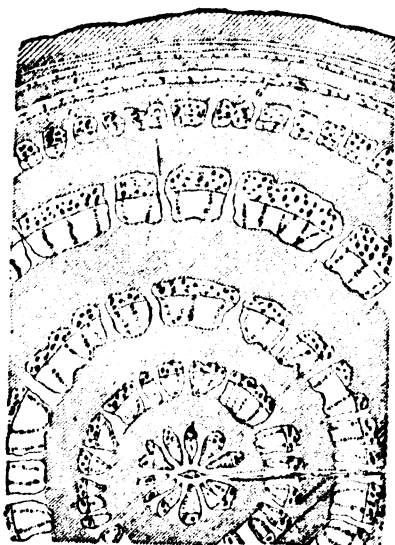


Fig. 32. Tverrsnitt av bete med kambier som avsetter vedvev innover og silvev utover. I mellom (skravert) forrådsvev. Tverrsnittet blir noe forskjellig om det tas gjennom epicotyl, hypocotyl eller rot. Gjennom hypocotyl vil det ikke være tverrgående karstrenger (Müller 1946).

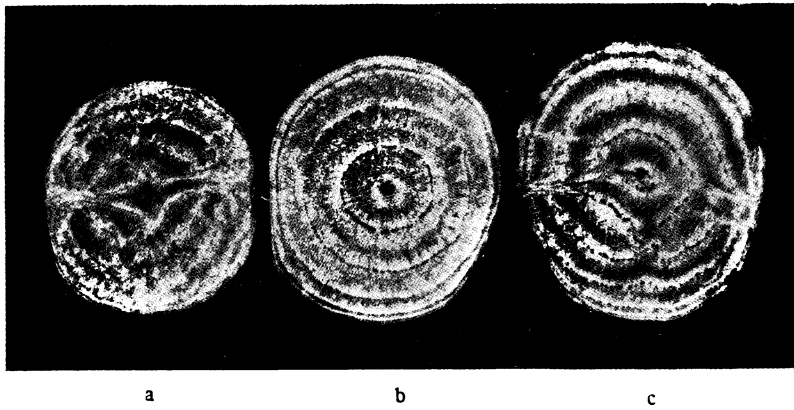


Fig. 33. Forbete, Barres. Tverrsnitt a. med frøbladenes karstrenger, b. gjennom hypocotyl, c. gjennom rot med karstrenger til siderøtter (Pedersen 1927).

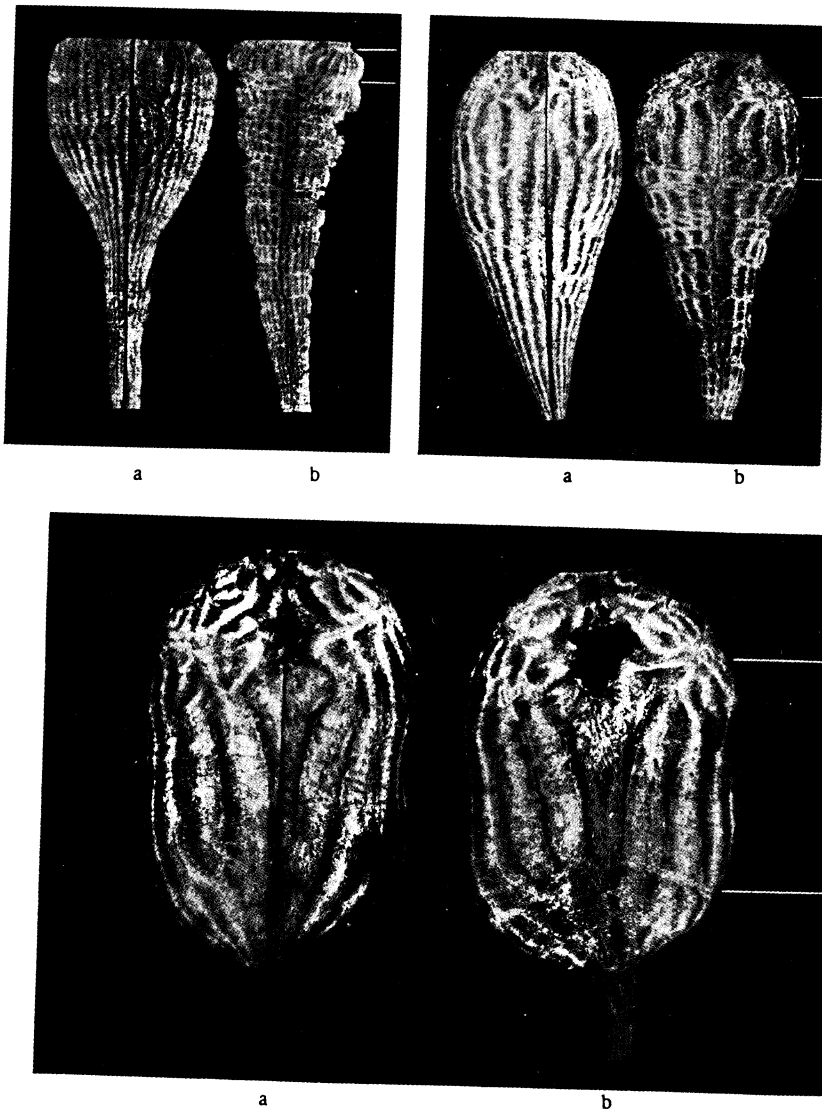


Fig. 34. Lengdesnitt i rotfurens plan (b) og vinkelrett på dette plan. Oppe til venstre: sukkerbete, oppe til høyre: forsukkerbete. Nede: forbete (Eckendorfer) (Pedersen 1927).

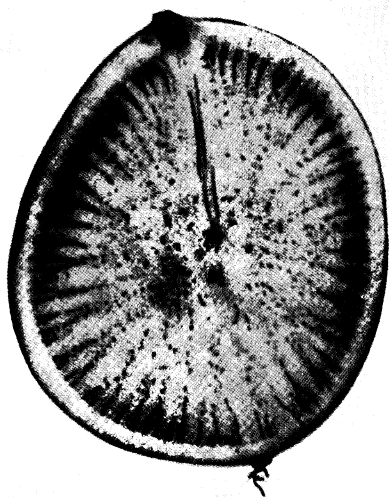


Fig. 35. Tverrsnitt av nepe eller kålrot. Ytterst korklag, innenfor barklag, innenfor dette silvevet, og så kambium. Det indre består av vedvev med vedkar i rekker nær kambium (Nelson 1946).

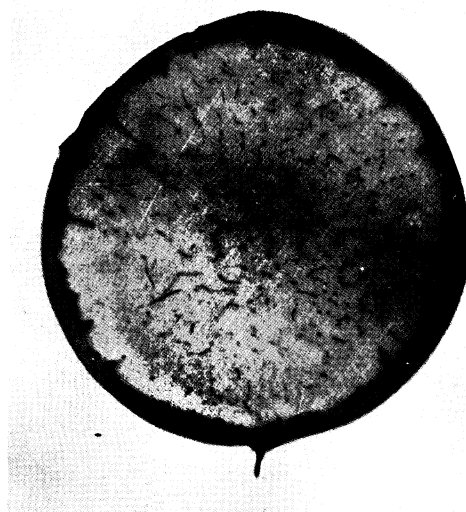


Fig. 36. Den oppsvulma epicotyle stengel hos knutekål. Kambium mellom ytterste sone og ringen av ledningsvev. Hovedmassen er marg, gjennomvevet av kar (Nelson 1946).

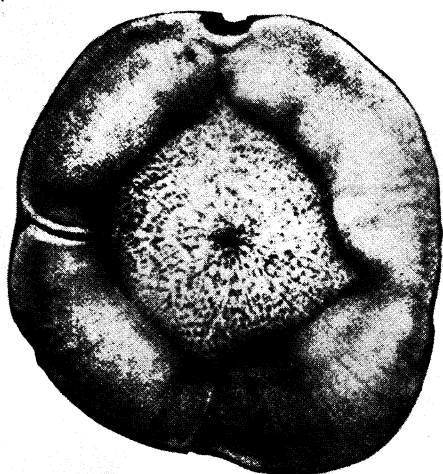


Fig. 37. Tverrsnitt av gulrot eller pastinakk. Barklaget (silvevet) er mye sterkere utviklet enn hos kålrot, og vedvevet tilsvarende mindre (Nelson 1946).

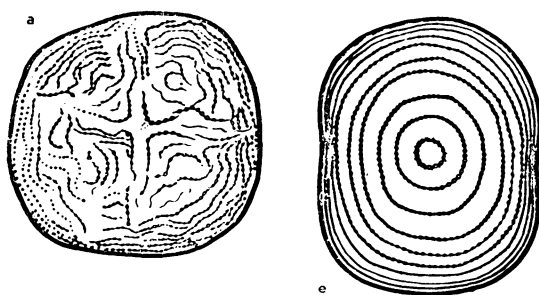


Fig. 38. Tverrsnitt gjennom bete. Til venstre: gjennom den epicotyle stengel. Til høyre: gjennom den hypocotyle stengel (Osvald 1959).

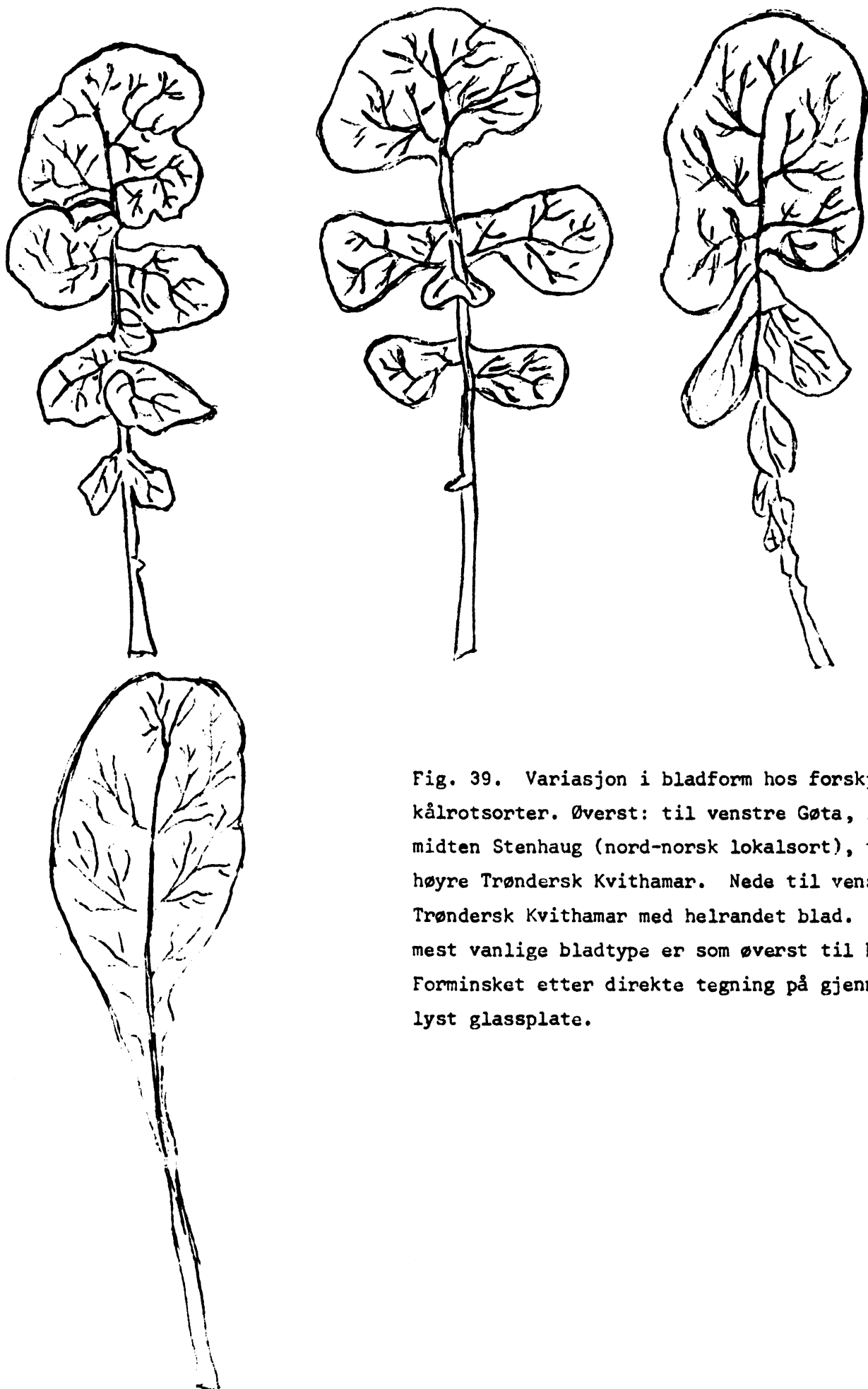


Fig. 39. Variasjon i bladform hos forskjellige kålrotsorter. Øverst: til venstre Gøta, i midten Stenhaug (nord-norsk lokalsort), til høyre Trøndersk Kvithamar. Nede til venstre Trøndersk Kvithamar med helrandet blad. Den mest vanlige bladtype er som øverst til høyre. Forminsket etter direkte tegning på gjennomlyst glassplate.

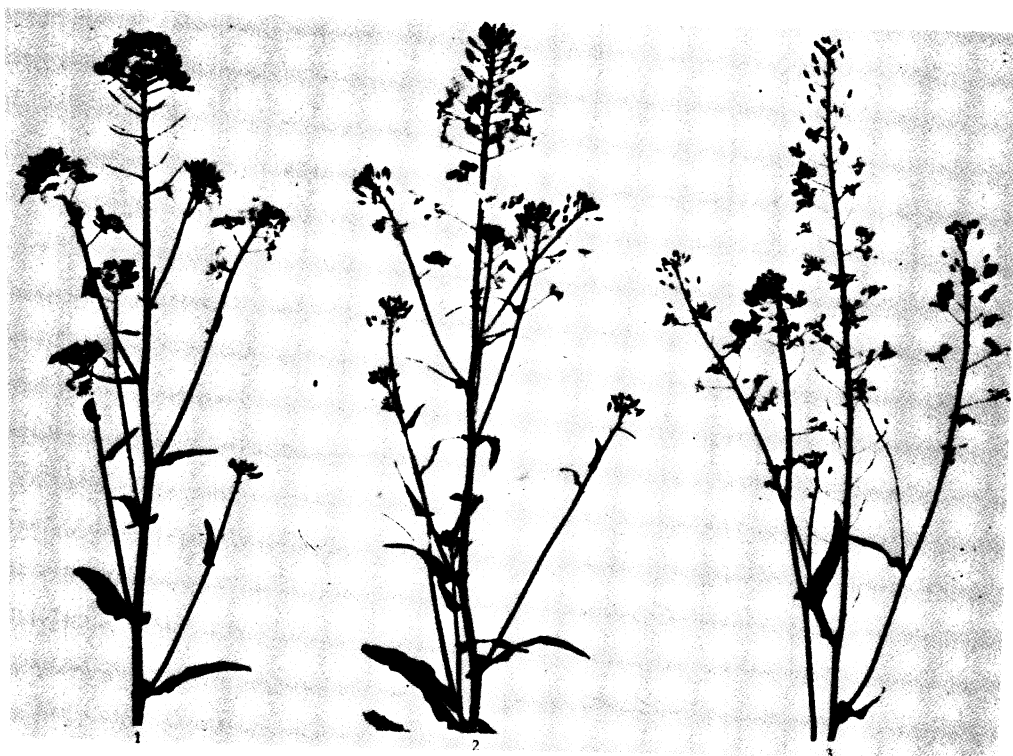


Fig. 40. Forskjell i strekning av blomsterstanden.
1. Sv. 51/119 raps, 2. Sv. Matador, 3. Russisk raps (Andersson & Olsson 1961).



Fig. 41. Frøplanter av høstraps og høstrybs (i midten)
(Andersson 1951).

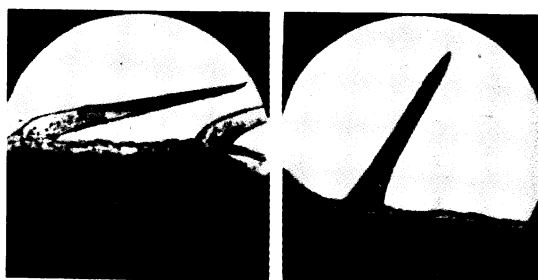


Fig. 42. Bladbehåring hos rybs (til venstre)
og raps (Andersson & Olsson 1961).

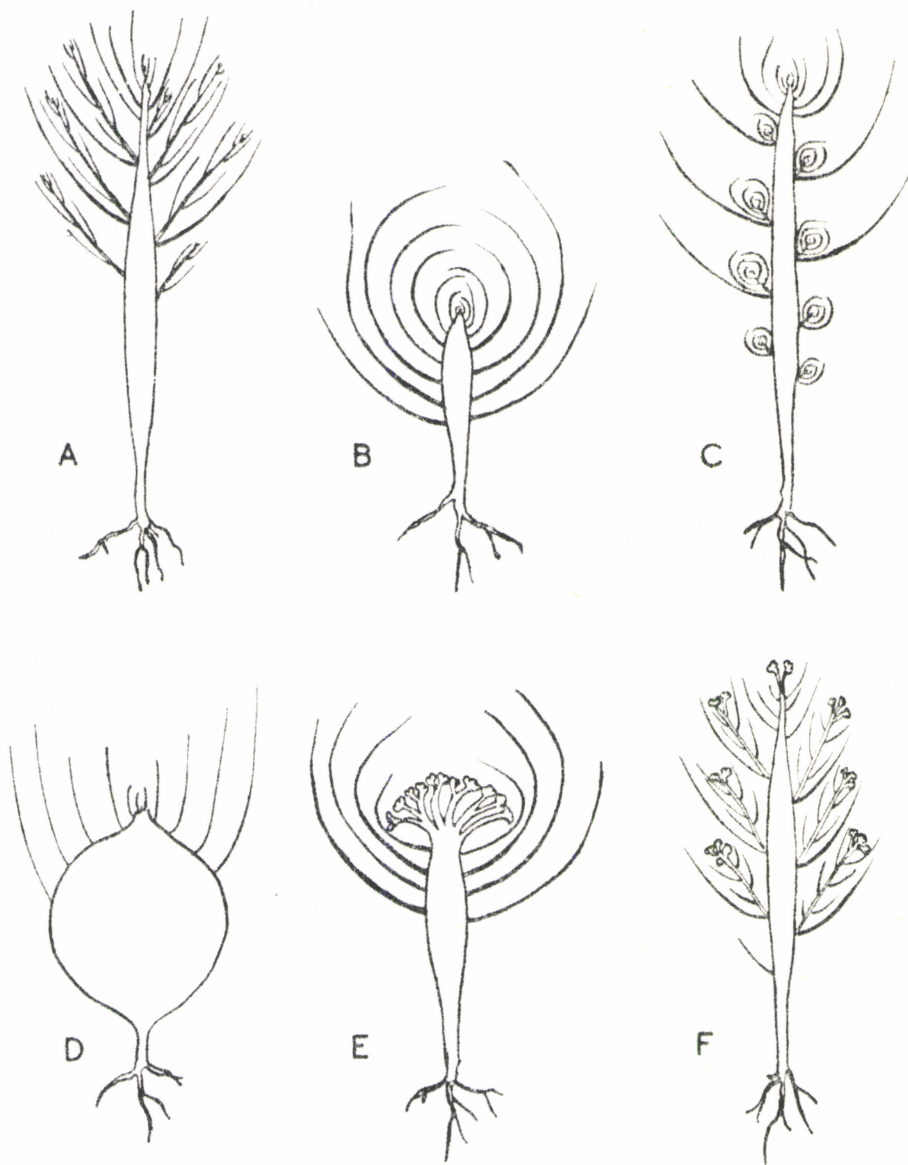


Fig. 43. Forskjellige former av *Brassica oleracea*.
A) formargkål (*acephala*), B) hodekål (*capitata*), C) rosenkål
(*gemmafera*), D) knutekål (*gongylodes*), E) blomkål (*botrytis*),
F) *italica* (Gill & Vear 1958).

broccoli

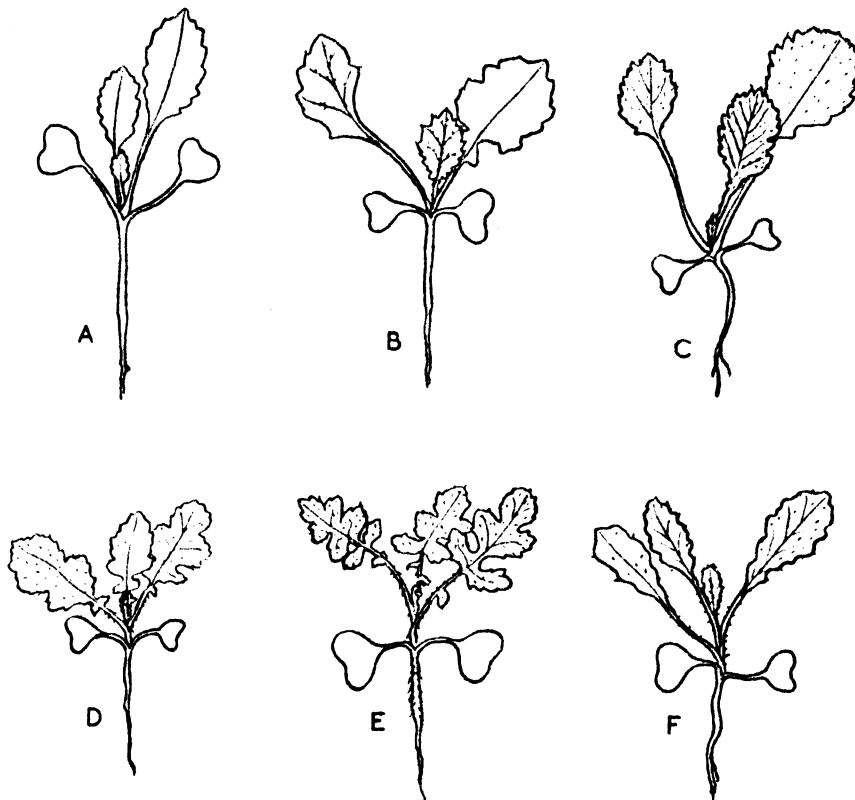


FIG. 23. Diagrams of seedlings of Cruciferae, $\times \frac{1}{2}$. A, *Brassica oleracea*. B, *B. napus*. C, *B. rapa*. D, *B. nigra*. E, *Sinapis alba*. F, *S. arvensis*.

Fig. 44. Frøplanter av Cruciferae: A. *Brassica oleracea*, B. *Brassica napus*, C. *Brassica campestris*, D. *Brassica nigra*, E. *Sinapis alba*, F. *Sinapis arvensis* (Gill & Vear 1958).

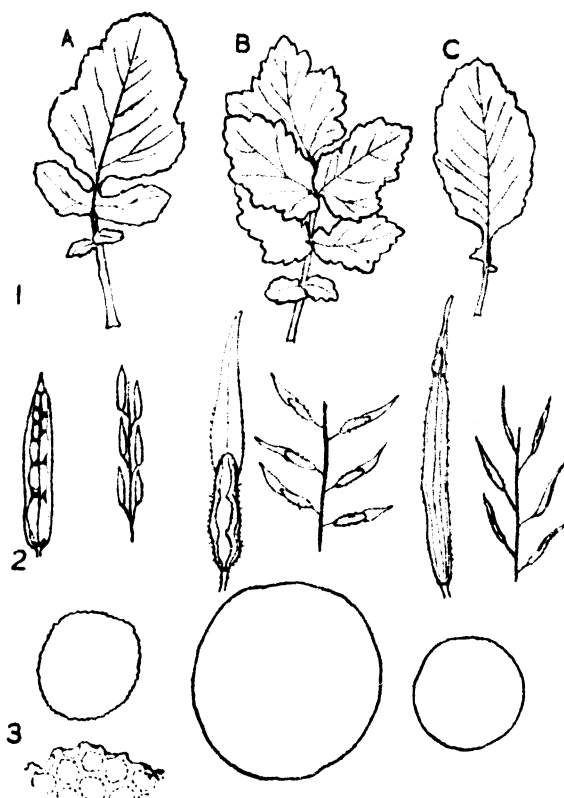


Fig. 45. 1. blad, 2. skulpe og frøbærende grein, 3. frø-omriss. A. svartsennep, B. hvitsennep, C. Åkersennep. Nederst til venstre en liten del av overflaten av svartsennep frø (Gill & Vear 1958).



Fig. 46. Til venstre: *Raphanus sativus* ssp. *oleiformis* (oljereddik). Til høyre: *Raphanus sativus* ssp. *mougri* (slangereddik (Becker 1962)).

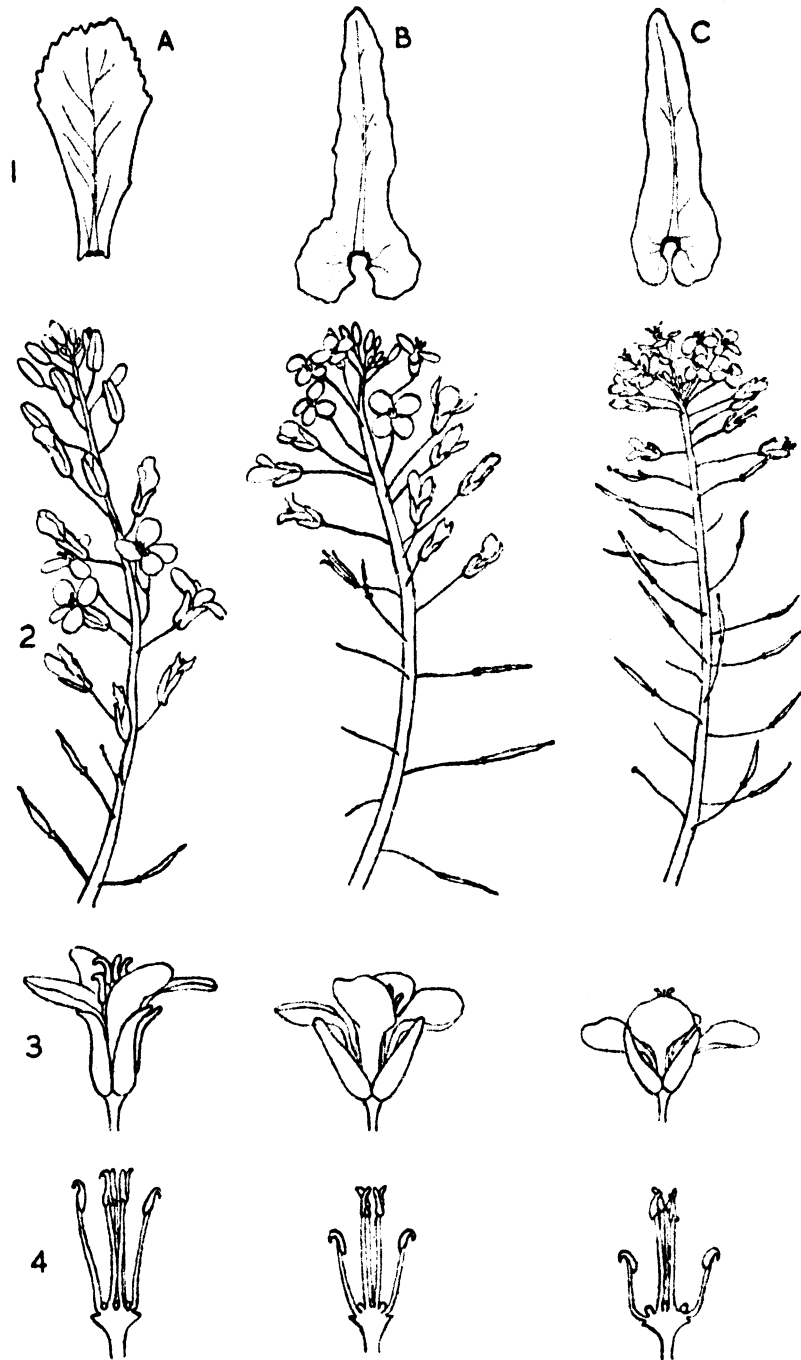


Fig. 47. Rekke 1. høgblad, 2. blomsterstand, 3. blomst, 4. støvbærere. A) *Brassica oleracea*, B) *Brassica napus*, C) *Brassica campestris* (Etter Gill & Vear 1958).

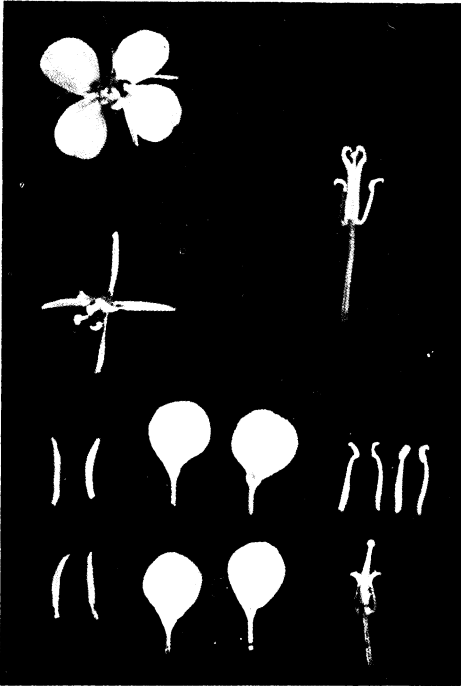


Fig. 48. Blomst hos kvit-sennep (Andersson & Olsson 1961).

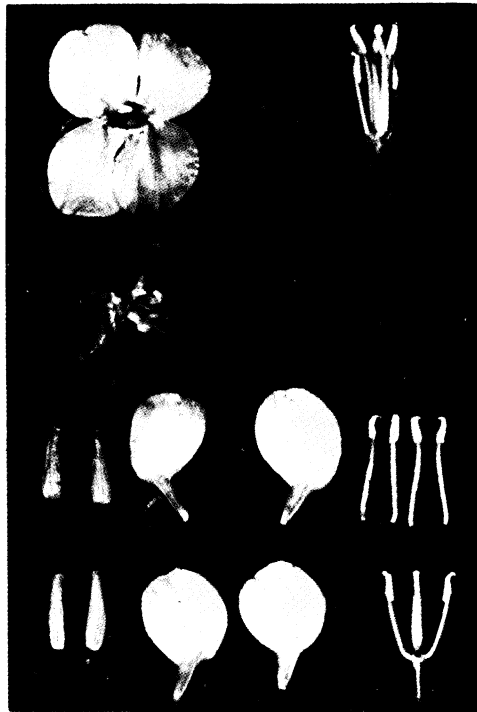


Fig. 49. Blomst hos raps (Andersson & Olsson 1961).

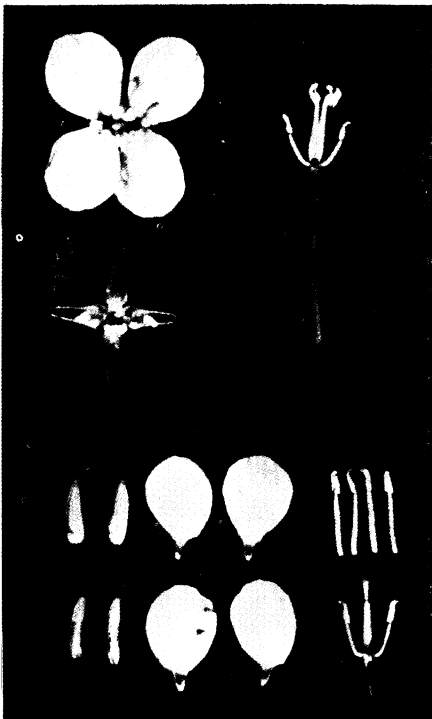


Fig. 50. Blomst hos rybs (Andersson & Olsson 1961).

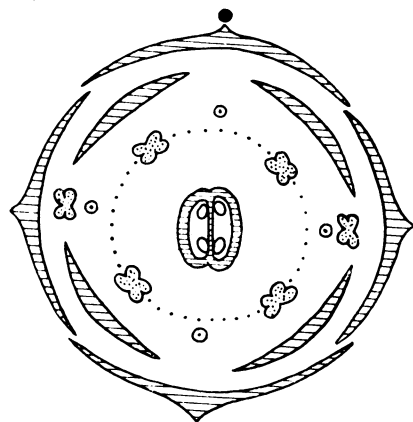


Fig. 51. Blomsterdiagram hos Brassica.

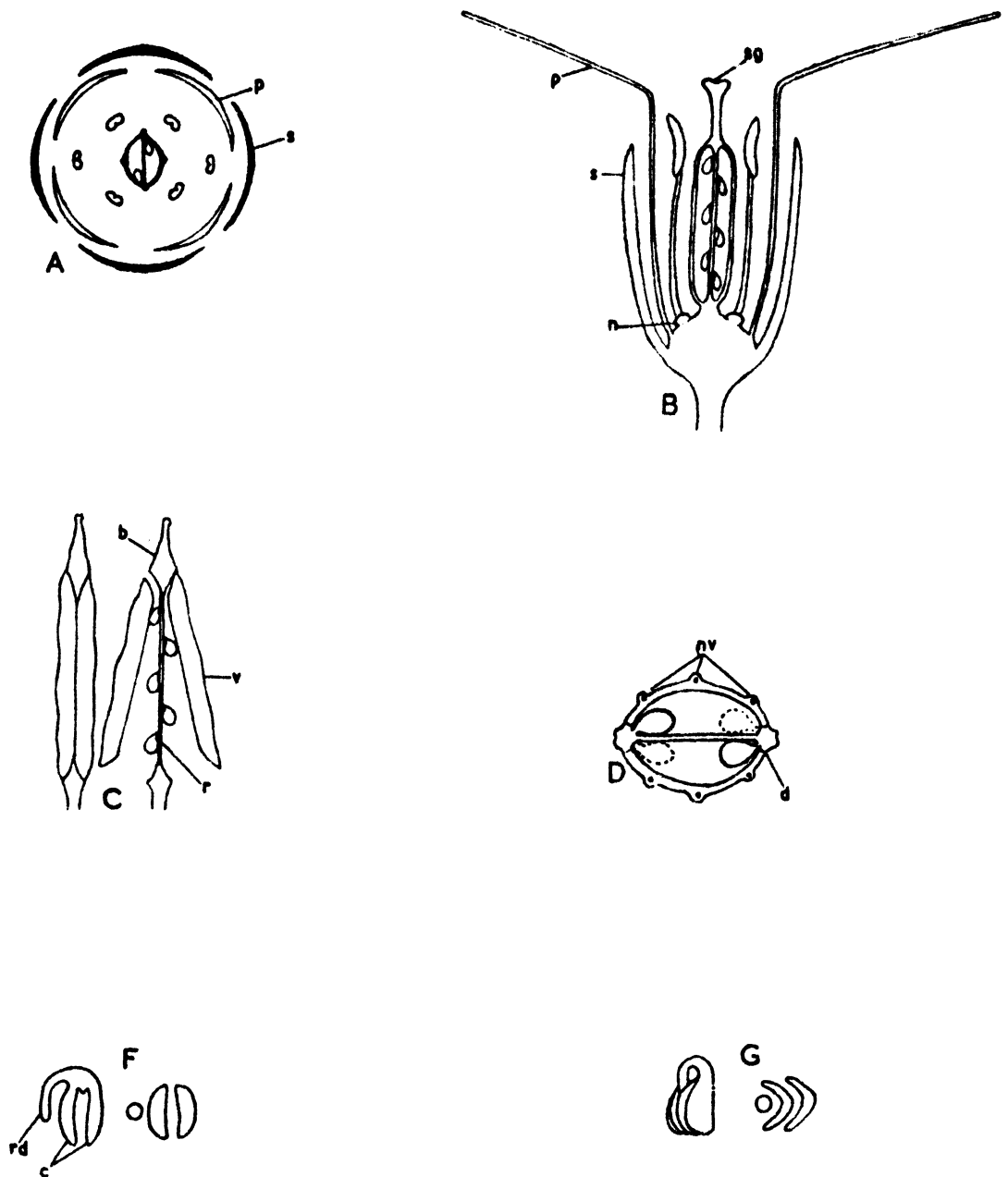


Fig. 52. Cruciferae: A. blomsterdiagram, B. diagram av blomst, loddrett snitt, C. skulpe, hel og åpnet, D. tverrsnitt av frukt (skulpe), F. "incumbent" ordning av embryo G. "conduplicate" ordning av embryo, finnes hos Brassica. - s. begerblad, p. kronblad, sg. arr, n. nektarkjertel, b. fruktspiss (nebb), v. klapper, r. skillevegg, d. bruddlinje, nv. nerver, c. frøblad (cotyledoner), rd. frørot (radicule). F. og G.: til venstre embryo sett fra siden, til høyre snitt av embryo (Gill & Vear 1958).

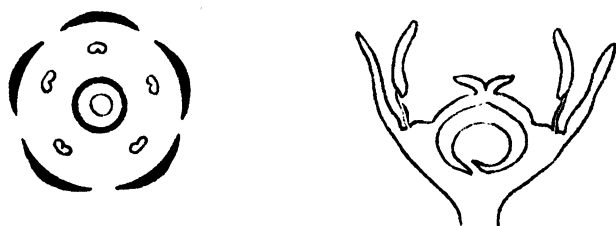


Fig. 53. Blomsterdiagram hos bete, og loddrett tværsnitt av blomst, skjematisk (Gill & Vear 1958).



Fig. 54. Bete. A. Del av blomsterbærende stengel, B. Tre blomster i et knippe (Gill & Vear 1958). C. Betefrø, D. lengdesnitt: En=endosperm, R = rotanlegg, P = perisperm, Co = frøblad, T = frøskall, H = hilum (Osvald 1959).

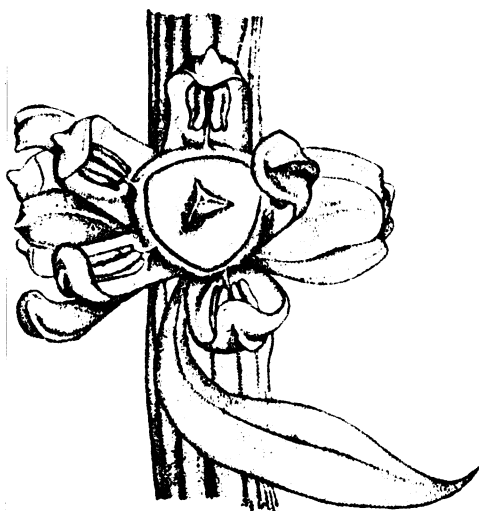


Fig. 55. Del av blomsterstand hos bete (Schneider 1944)



Fig. 56. Snitt gjennom knippe med betefrukt med tre frø. T = frøskall, Co = frøblad, S = fruktvegg, B = rester av blomsterhyll, P = perisperm, R = rotanlegg (Osvald 1959).

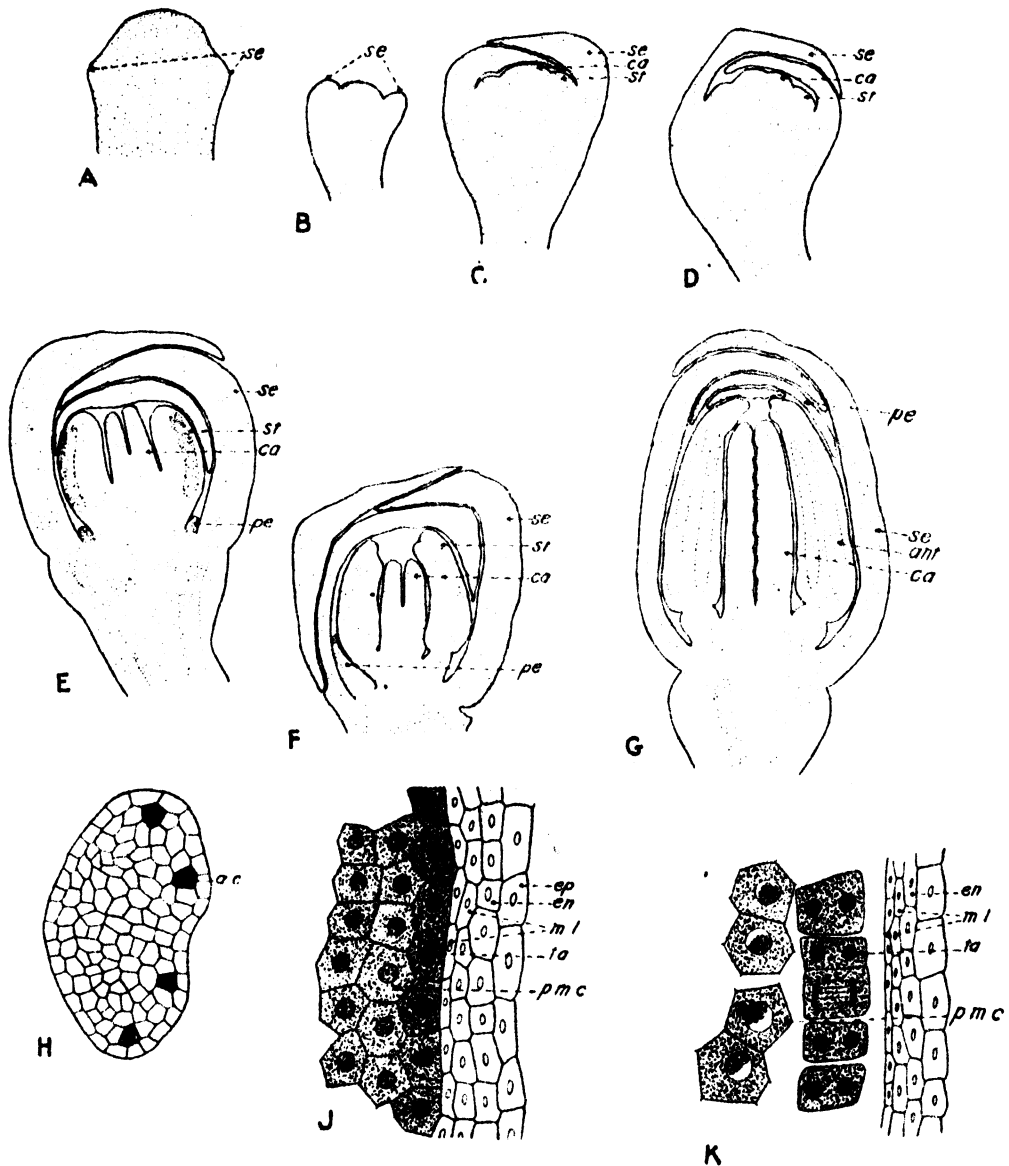


Fig. 57. A-G lengdesnitt gjennom kålblomst i forskjellige stadier av differensiering. A og B differensiering av begerblad (se), C og D differensiering av fruktblad (ca) og støvbærere (st). E videre differensiering av begerblad, støvbærere og fruktblad, begynnende differensiering av kronblad (pe). F og G senere stadier. H viser tverrsnitt, J og K lengdesnitt gjennom støvknapp med differensiering av pollenmoceller (pmc) (Thompson 1933).

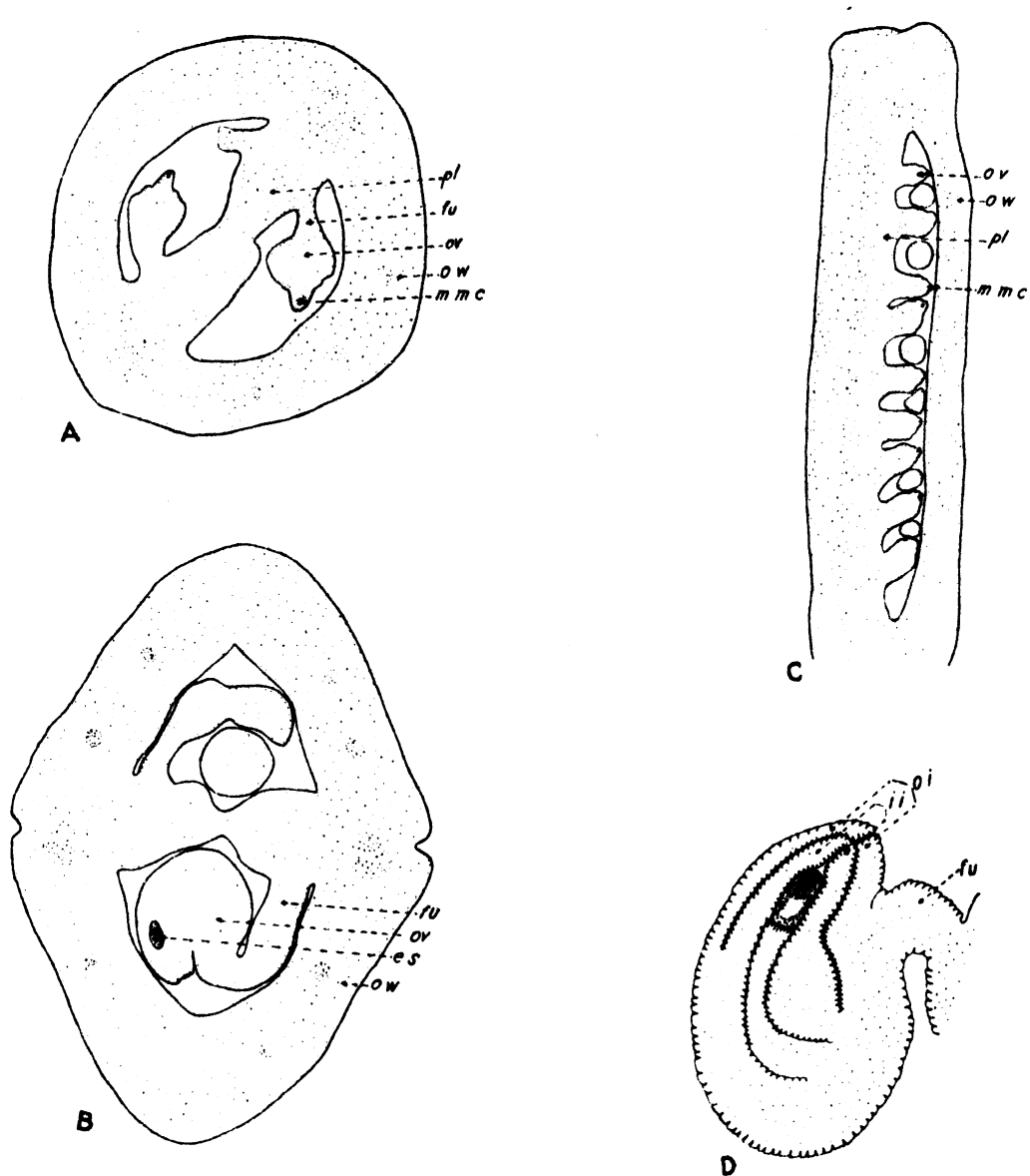


Fig. 58. Tverrsnitt gjennom fruktemne hos kål (A og B): ov: frøemne, fu: frøstreng, pl: plasenta, es: embryosekk. C) lengdesnitt gjennom fruktemne, D) snitt gjennom frøemne, som viser frøstreng, integumenter og embryosekk med kjerner. Frøemnet er krummet (campylotrop). (Thompson 1933).

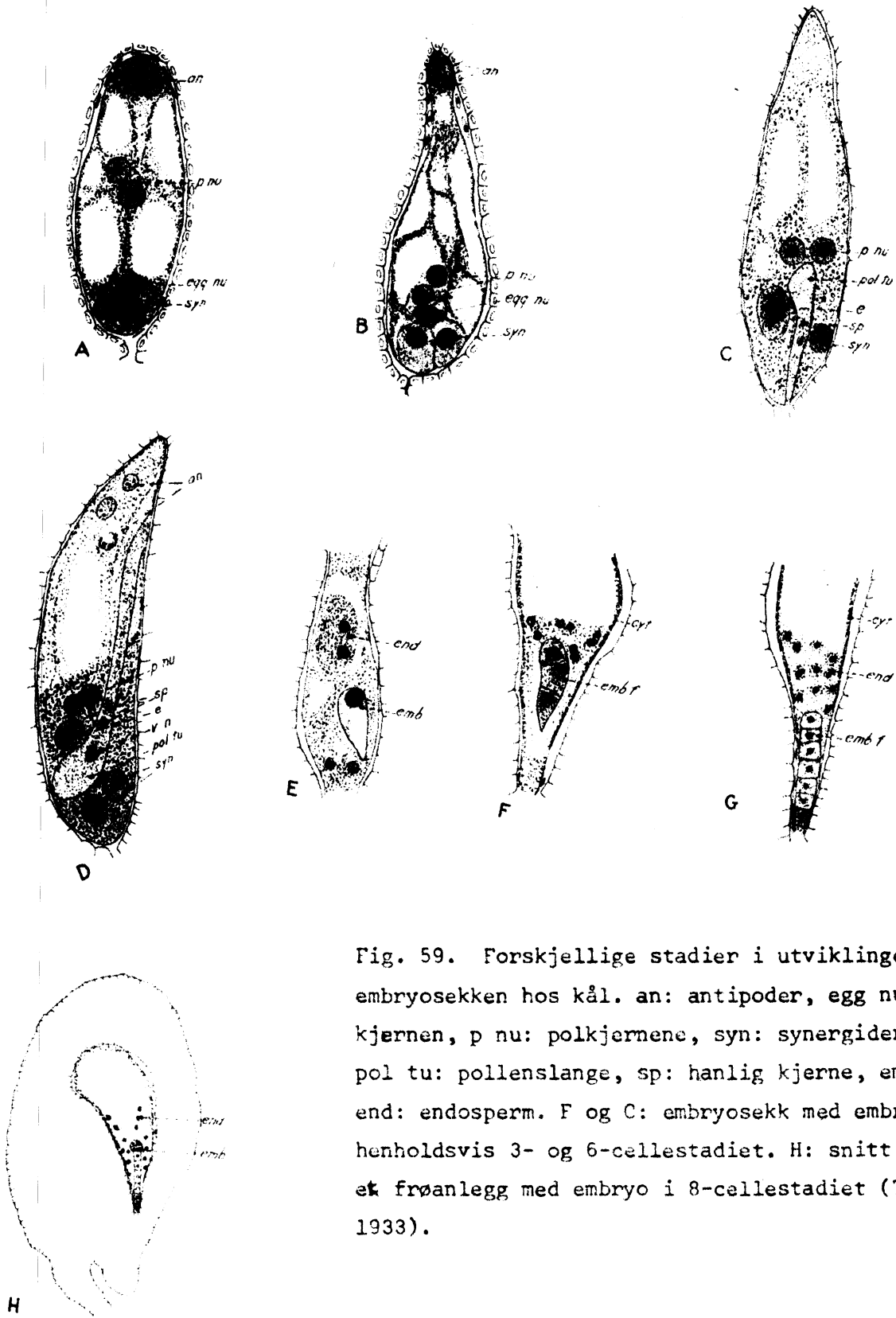


Fig. 59. Forskjellige stadier i utviklingen av embryosekken hos kål. an: antipoder, egg nu: eggkjernen, p nu: polkjernene, syn: synergider, pol tu: pollenslange, sp: hanlig kjerne, emb: embryo, end: endosperm. F og C: embryosekk med embryo i henholdsvis 3- og 6-cellestadiet. H: snitt gjennom et frøanlegg med embryo i 8-cellestadiet (Thompson 1933).

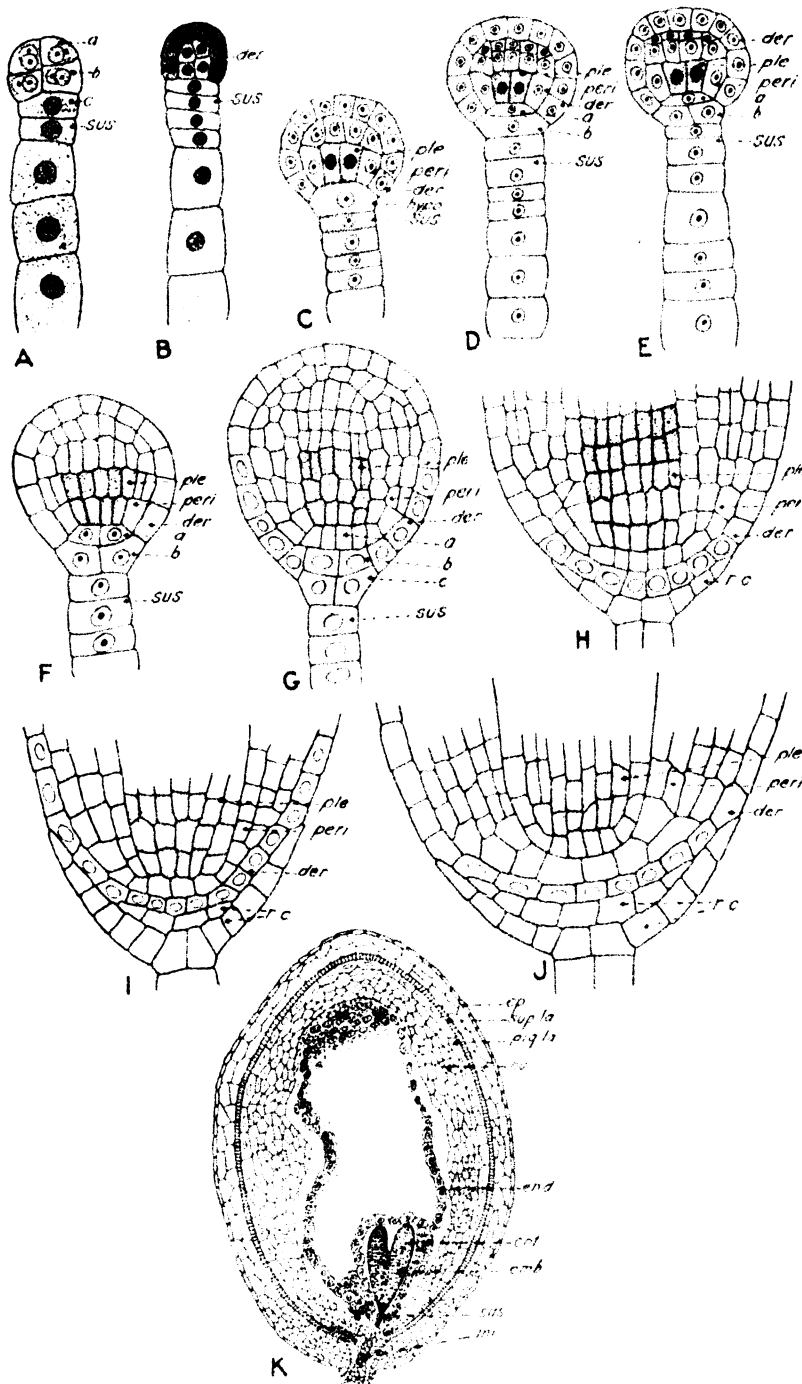


Fig. 60. Embryoutvikling hos kål. A og B: 10 dager etter pollinering, C og D: 11 dager, G: 15 dager, H: 17 dager, I: 19 dager, J: 21 dager etter pollinering. der = dermatogen, ple = plerom, peri = periblem, sus = suspensor, ro = rothette. K : snitt gjennom frøanlegg med mi = mikropyle, emb = embryo, cot = frøblad, end = endosperm, nu = nucellusvev (Thompson 1933).

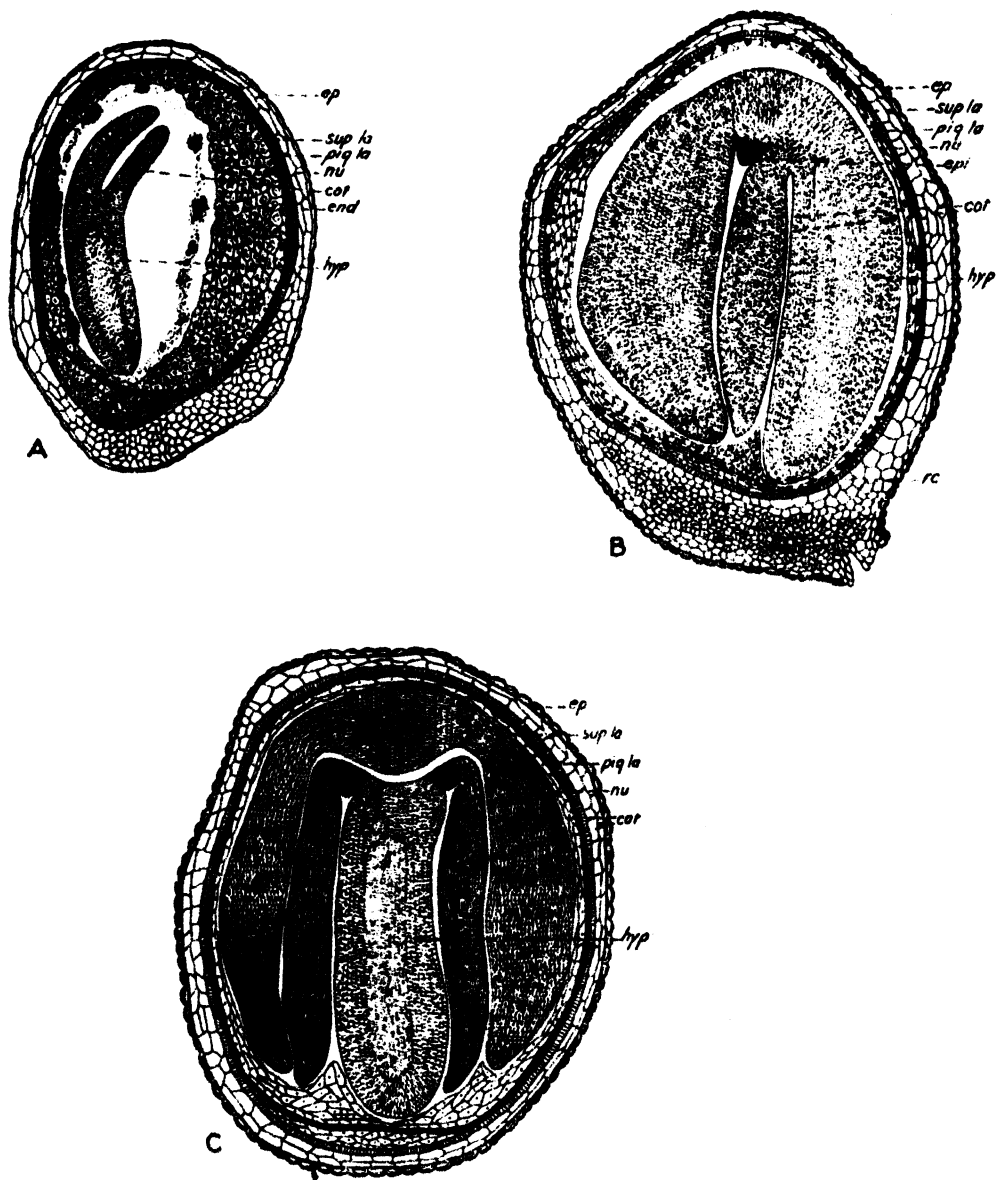


Fig. 61. Snitt gjennom frøemne og frø hos kål. Cot = frøblad, hyp = hypocotyl, ep = epicotyl (Thompson 1933).

III. ROTVEKSTENES GENETIKK

A. Beter

JOSEFSSON (1963) har utført seleksjonsforsøk over 7-13 generasjoner med kvantitative karakterer som tørrstoff- og råproteininnhold, samt rotform. Hovedresultatene er vist i figurene. Seleksjonen har hatt en meget kraftig virkning for alle karakterer, og utslagene viser den store latente genetiske variabilitet hos normale handelssorter, og som frigjøres ved seleksjon. Utvalg for høgt og lågt tørrstoffinnhold har sterk virkning på rotstørrelsen, og seleksjon for en bestemt egenskap har ofte hatt korrelerte virkninger på andre egenskaper.

PEDERSEN (1944) behandler nedarvingen av en kvalitativ egenskap som farger hos beten. Det finnes i hovedsaken tre grupper, røde, gule og hvite. Innenfor disse er det imidlertid nyanser slik at en ligger på grensen til en kvantitativ karakter. De røde faller i to klart atskilte grupper, nemlig de kraftige røde som Elvetham, Rød Eckendorfer og rødbete, og de lys røde som finnes blandt en rekke forsukkerbeten etter kryssning mellom sukkerbete og forbete. De sterkt røde viser også nyanser, enkelte rødbetetyper er nærmest svarte. De gule formene kan variere fra strågult til orangegult. Hos de hvite er den underjordiske del hvit, mens den overjordiske del er grønn (klorofyll). Også betens indre (kjøttet) kan være farget som hos rødbete. Hos hvite former er kjøttfargen hvit. Hos røde og gule former går fargen inn i margpartiet i halsen og i parenkymvevet mellom kambialringene.

KAJANUS (1917) og LINHARD & IVERSEN (1920) har vist at hvit hudfarge hos beten er recessiv overfor gul og rød, og gul farge er recessiv overfor rød og samtidig komplementær til denne. Bare når anlegget for gul farge er til stede, gir anlegget til rød farge rød hudfarge hos beten. Med anlegg til rødt, men uten anlegg til gult, blir beten hvit. Resultatene kan sammenfattes slik (G = anlegg til gult, og R = anlegg til rødt).

Betens farge

Hvit

Gul

Rød

Genotyper

rrgg, Rrgg, RRgg

rrGg, rrGG

RrGg, RRGg, RrGG, RRGG

Det ble av LINHARD (ref. PEDERSEN 1944) påvist kobling mellom R og G med en rekombinasjonsverdi på 5,4 og 9,0. KELLER (1936) påviste multiple alleler for både R og G faktoren. PEDERSEN's (1944) resultater bekreftet de tidligere analyser både når det gjelder kobling og multiple alleler. Den mørk røde Elvetham bete er av konstitusjon RRGG der R og G viste kobling med 5 % overkrysning. Lysrød forsukkerbete har konstitusjon $R_1 R_1 gg$. R_1 dominerer over r og gir lysrød farge når G mangler. R_1 gir kraftig rød farge når G er til stede. PEDERSEN (l.c.) påviste et anlegg til rød farge hos Gul Eckendorfer R_E som ytrer seg på samme måte som R hos hvite betes. Frøplantene får en kraftig rødfarge, og de voksne betes har rød farge i hjerteskuddet. I Gul Eckendorfer ble det påvist tre genotyper, nemlig $rrGG$, $R_E rGG$ og $R_E R_E GG$. Det var kobling mellom R_E og G med 6,6 prosent overkrysning. De nokså konstante overkrysningsprosentene som er funnet, gjør det sannsynlig at R, R_1 , R_E og r er multiple alleler. I tillegg kommer den R^+ -faktor som ble påvist av KELLER (1936). I hvite sorter av betes vil det være en blanding av genotypene $rrgg$, $Rrgg$ og $RRgg$, og tilsvarende hos de gule former der en finner $rrGG$, $R_E rGG$ og $R_E R_E GG$. Forholdet mellom disse komponenter holder seg nær konstant fra generasjon til generasjon hvis frøavlens skjer på grunnlag av et rimelig antall røtter.

Ved kryssning mellom sukkerbete og Barres vil en lett få konstante hvite typer, og også gule typer som er konstante, er relativt lette å få til. Det samme gjelder lys-røde former. Familier som er konstante for en kraftig rødfarging, er derimot langt sjeldnere på grunn av koblingen (kfr. Rød Øtofte).

Frøplantenes farge påvirkes sterkt av temperatur og lysforhold under spiringen (PEDERSEN 1944). Ulike genotyper kan skilles i frøplantestadiet, og særlig hvis en sørger for svak indirekte belysning og holder en temperatur på $30^{\circ} C$, eller i noen tilfeller $12^{\circ} C$. Hvite former av bete inneholder alltid en blanding av planter med og uten anlegg for rød farge. Hos kimplantene kan denne genotypiske forskjell ses ved rød og gul farge på den hypocotyle stengel. Gul farge har de frøplanter som ikke har anlegg for rødt.

Den genetiske konstitusjon hos beteter med ulike farge samsvarer med bestemmelser av pigmentfraksjonene. En slik undersøkelse er gjennomført av URBAN (1958) ved hjelp av elektrophorese. Det ble funnet 13 gul- til orangerfargede flavocyaniner og 5 fiolette betaniner. Hos gul- og orangerfargede beteter forekommer bare flavocyaniner, hos rødfargede beteter dessuten betaniner. Betanin bestemmer rødfargen. Den opptrer ikke alene, bare sammen med flavocyanin. R-faktoren gjør betanindannelse mulig bare når G-faktorens produkter er til stede. Variasjon innenfor de ulike fargetyper betinges av forskjellig mengdeforhold mellom pigmentene. Dette henger igjen sammen med de multiple alleler.

OWEN, CARSONER & STOUT (1940) har diskutert de fysiologiske og genetiske forhold som betinger forskjellen mellom ettårige og toårige beteter. Evnen til å sette frøstengel og til å blomstre er betinget av en kumulativ virkning av låg temperatur og av lang fotoperiode. Betene er normalt lang-dags planter, og hovedforskjellen mellom ettårige og toårige typer er at de siste krever en lengre periode med låg temperatur for å få indusert den generativ fase. Det er her betydelige variasjoner både mellom og innenfor typer.

ABEGG (1936) viste at forskjellen mellom årlig og toårlig vekst-rytme beror på et enkelt gen B som er dominant overfor b. Dominansen er ikke fullstendig, idet det er en liten forskjell mellom BB og Bb når det gjelder utvikling av frøstengler i første vekstsesong. Faktoren B gir altså utvikling av frøstengler i første vekstsesong, mens b holder plantene i vegetativ tilstand. OWEN et al. (1940) mener å ha påvist en faktor B^1 som ligger i samme locus som B - b, og som gir en mindre utpreget grad av toårlig utviklingsrytme enn B-faktoren. Både B og B^1 er koblet med R-faktoren, og de viser om lag samme overkrysningsprosent. Koblingen mellom B, B^1 , b og R gir en korrelasjon mellom stokkløpingstendens og farge på hypocotyl.

Mendelsk nedarving av en rekke karakterer hos beteter er ellers drøftet av OWEN og RYSER (1942). Dette arbeidet omfatter også koblingsundersøkelser.

En meget viktig egenskap i sammenheng med foredlingsarbeid i beteter, er pollensterilitet. Det er lagt ned et meget stort arbeid på å bestemme det genetiske grunnlag for denne karakter.

Resultatene viser at en må regne med virkning av en cytoplasmatiske faktor i tillegg til minst to genparr (OWEN 1942, 1945, 1949). Alle planter som ikke har den cytoplasmatiske faktor S for pollensterilitet, er pollenfertile uansett om de har allelene ms_1 og ms_2 .

Pollensterile	S	$\frac{ms_1}{ms_1}$	$\frac{ms_2}{ms_2}$
Pollenfertile	S	$\frac{MS_1}{MS_2}$	$\frac{MS_2}{MS_2}$

Heterozygoti i det ene eller begge loci gir mellomtyper av pollensterilitet. Det er her et samspill mellom en faktor i cytoplasma og mendelske faktorer.

B. Brassica

Hos nepe og kålrot kan rotkjøttet (lagringsorganet) ha gul eller hvit farge. Hos nepe er forskjellen betinget av et enkelt gen M som gir hvit kjøttfarge. Det recessive allel m gir gult kjøtt. Disse gener bestemmer også blomsterfargen, idet M gir sitrongul og m orangegul farge. Hos nepe får vi altså i F_2 en 3:1 spalting etter kryssing mellom homozygote foreldreformer.

Kålrot er en amphidiploid (nepe x kål), og en kan her vente at fargefaktoren er overført fra begge foreldreformer. Dette er forsåvidt også tilfellet, idet det hos kålrot er funnet både 3:1 og 15:1 spalting i F_2 . Spaltingsforholdet 15:1 er typisk for duplikate gener. Hos kålrot har en derfor faktorene M_1 og M_2 som gir hvit farge både enkeltvis og i dobbel dose. I F_2 får en: 9 AB : 3 Ab : 3 aB : 1 ab, og her har AB, Ab og aB samme fenotype (hvit), mens ab er gulkjøttet. Aabb og aaBb vil gi 3:1 spalting, mens AaBb vil gi 15 : 1.

Den ytre fargen på roten hos kålrot og nepe varierer mye mellom forskjellige former. De dyrka former av nepe, som hører til den vest-europeiske gruppe, har fiolett, grønn eller gul overdel (skolt) og en gulaktig eller hvit nederdel av roten. De tre fargene på overdelen er betinget av tre faktorer, M, V og P, der M er identisk med genet for kjøttfarge. V gir grønn hudfarge på overdelen, P gir rødfiolett, og er epistatisk overfor V.

Planter som er heterozygote for P og for V, har lysere farge enn når de er homozygote for de dominante alleler. De mulige kombinasjoner er:

Genotype	Skoltfarge	Kjøttfarge	Kronblad
PVM	hvitaktig, rødfiol.	hvit	sitrongul
PVm	gulaktig, rødfiol.	gul	lys orange
PvM	kvitaktig, rødfiol	hvit	sitrongul
Pvm	gulaktig, rødfiol	gul	lys orange
pVM	hvitaktig, grønn	hvit	sitrongul
pVm	gulaktig, grønn	gul	lys orange
pVv	kremgul	hvit	sitrongul
pvm	dypere gul	gul	lys orange

Også hos kålrot er det sterk variasjon i rotens hudfarge. Den overjordiske delen kan ha forskjellige nyanser av fiolett. Den kan også være bronsefarget eller grønn. Som for kjøttfargen må en vente en mer komplisert nedarving enn hos nepe, og det er da også påvist to gener for anthocyanindannelse, P_1 og P_2 , som gir ulike nyanser av rødfiolett hudfarge. De recessive alleler, p_1 og p_2 gir begge grønnfarge.

Når det gjelder hudfargen hos kålrot, er de genetiske forhold ikke helt klarlagt. Selv om materialene lar seg sortere i noenlunde bestemte grupper, vil det være betydelige nyanser som ikke forklares av enkle genvirkninger. En har her for det første mulighet for multiple alleler, og dessuten er det utvilsomt miljøeffekter som påvirker fargeintensiteten. YARNELL (1952) har gitt en oversikt over undersøkelser som er utført med sikte på å belyse nedarvingen av en rekke egenskaper hos Cruciferae, spesielt Brassica. De eksempler som er nevnt ovenfor for nepe og kålrot, er hentet fra denne oversikt. For andre egenskaper hos disse rotvekster, som rotform, sykdomsresistens, bladform m.fl., er det meget få virkelig konkrete og entydige resultater. For kvantitative egenskaper som f.eks. rotform, er det da heller ikke å vente at en skulle finne enkle spaltingsforhold, fordi det ligger så mange gener til grunn for egenskapen.

For genetiske analyser av kvantitative egenskaper som avling, tørrstoffinnhold, kjemisk innhold og kontinuerlig varierende morfologiske karakterer, må en bruke andre analysemetoder enn for kvalitative egenskaper.

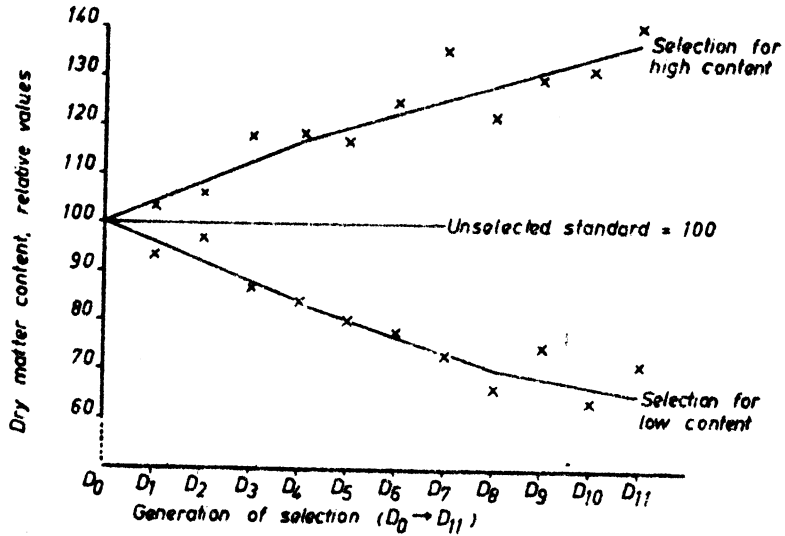


Fig. 62 . Seleksjonseffekt på tørrstoffinnholdet hos Svaløfs Barres halvlang. Seleksjon i høy og låg retning, angitt som relative tall over 11 generasjoner. Josefsson, 1963.



Fig. 63 . Røtter etter 11 generasjoners seleksjon for tørrstoffinnhold. Øverst: seleksjon for lågt tørrstoffinnhold, nederst: seleksjon for høgt tørrstoffinnhold. Josefsson, 1963.

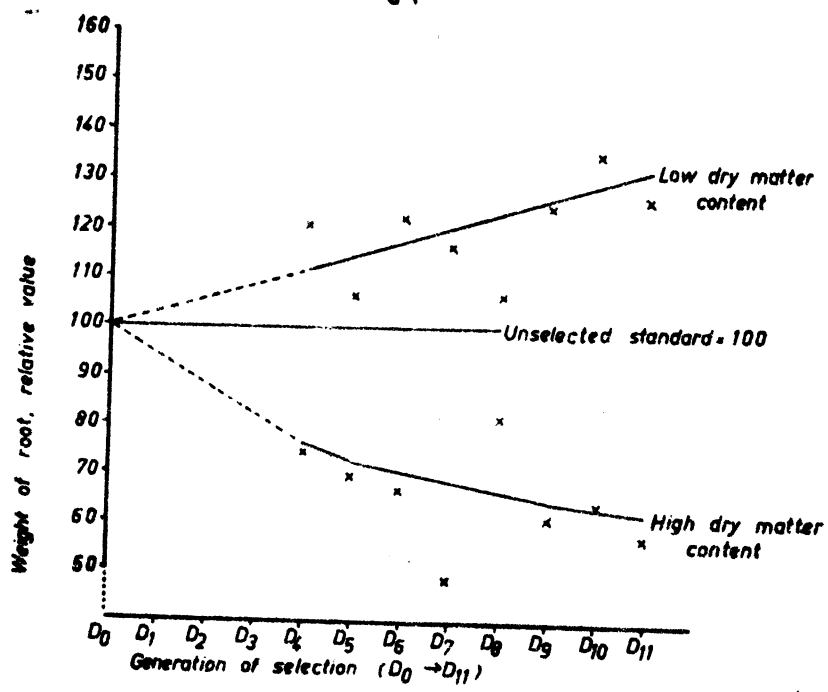


Fig. 64 . Seleksjon for tørrstoffinnhold. Virkning på rotvekt. Josefsson, 1963.

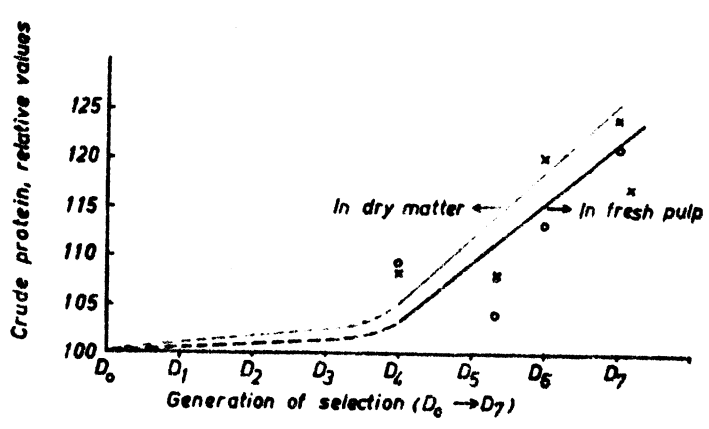


Fig. 65 . Seleksjonseffekt på innhold av råprotein. Josefsson, 1963.



Fig. 66 . Seleksjon for normale røtter (nederst) og korte røtter (øverst). Forsukkerbete Rubra, 12. genera-

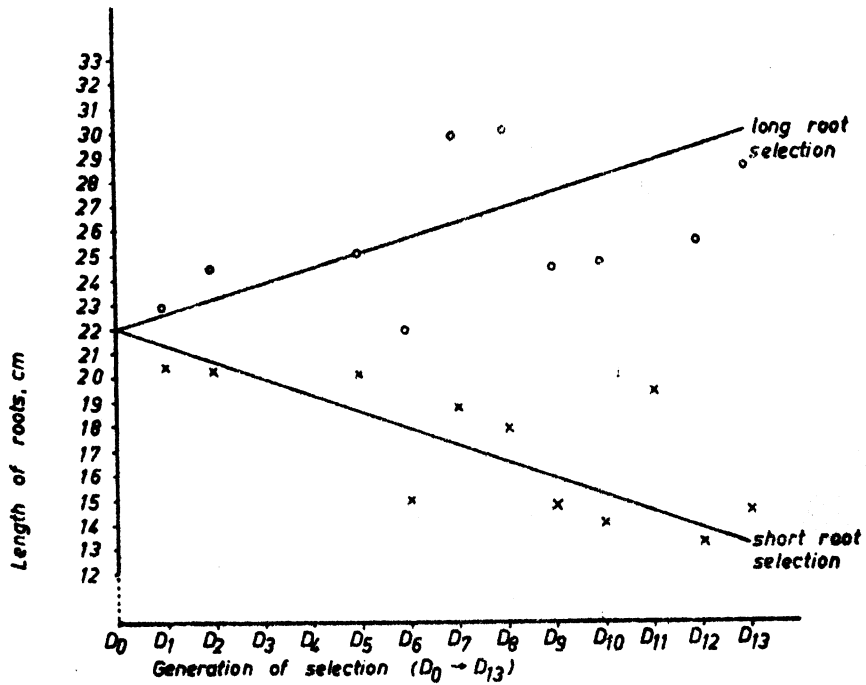


Fig.67 . Seleksjon for rotlengde i svaløfs forsukkerbete Alfa. Endringer i rotlengde i cm ved seleksjon for lang og kort rot over 11 generasjoner. Josefsson 1963.

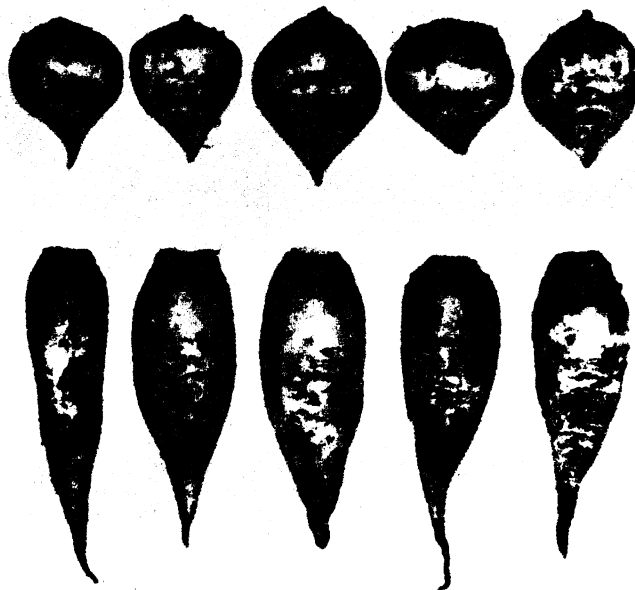


Fig.68 . Røtter etter 13 generasjoner av seleksjon for kort rot (øverst) og lang rot (nederst). Josefsson 1963.

IV. FOREDLING OG FRØAVL.

A. Foredling

1. Foredlingsformål.

a. Avkastningsevne.

Avkastningen er en sammensatt egenskap som beror på mange faktorer. Det er særlig tørrstoffavlingen som interesserer, og denne er sammensatt av avling i rot og blad. I begge tilfeller er tørrstoffmengden bestemt av både råmasse og tørrstoffprosent. Arter og sorter kan ligge nær hverandre i samlet tørrstoffavling, men de kan være meget forskjellige når det gjelder hvordan denne oppnås. Vanligvis foretrekker en størst mulig tørrstoffavling på minst mulig råmasse, fordi dette gir minst transport og krever minst lagringsrom. Dessuten bør mest mulig av tørrstoffet være i røttene, fordi disse har mindre lagringstap enn bladene, og fordi tørrstoffet i rot har høyere forverdi enn bladtørrstoffet. Dessuten er tørrstoffprosenten i blad som regel lågere enn i rot.

b. Høstetekniske egenskaper.

Utviklingen innenfor jordbruksnæringen har gjort det nødvendig å redusere den manuelle arbeidskraft også i rotvekstdyrkingen. De maskiner det her dreier seg om, er slaghøstere for høsting av blad, og rotopptakere. Ellers er også bladskyffel et meget aktuelt redskap. De sorter av rotvekster som skal brukes, bør ha en morfologisk bygning og en voksemåte som gjør det mulig å bruke slike maskiner og redskaper med best mulig resultat og minst mulig skade.

Vanlige sorter av kålrot er nærmest ideelle for mekanisering. De har en hals (epikotyl stengel) som gjør at bladene kan tas med skyffel eller slagghøster uten at røttene skades nevneverdig. De vokser også passelig dypt i jorda så de står tilstrekkelig fast til at de ikke velter for lett under avblading. Den runde form røttene har, er også en fordel for endel rothøstere.

Også for nepe har vi nå meget dyrkingsverdige sorter med rund rot og med et samlet bladfeste. Disse egner seg godt for mekanisk høsting selv om en her skal være mer forsiktig med avbladingen på grunn av manglende hals.

Forbetene, og herunder forsukkerbetene, varierer betydelig i vekstmåte. De typene som vokser høgest over bakken, har lett for å velte under avblading, mens de som vokser svært dypt, er mindre egnet for en mekanisk høsting som ikke skader røttene. En rekke forsukkerbeter har imidlertid en form og voksemåte som er tilfredsstillende for mekanisk avblading og rotløfting.

b. Røttenes glatthet.

Denne er av betydning fordi den er avgjørende for mengden av jord som følger røttene ved høsting. En vil ha minst mulig jord på røttene, fordi jorda betyr øket transportarbeid, og fordi den jord som følger røttene, ikke har noen gunstig virkning på foret. Foringsforsøk med kålrot som har vært mer eller mindre tilsmusset, har imidlertid ikke vist særlig store utslag for mye jord på røttene.

d. Motstandsevne mot angrep av mikroorganismer og insekter.

Denne egenskap er et viktig foredlingsformål. Vi ser dette spesielt tydelig når det gjelder resistens mot klumprot (*Plasmodiophora brassicae*) og mot angrep av kålfluenes larver (*Hylemyia* spp). Når det gjelder klumprot, er det meget store forskjeller mellom forskjellige sorter av nepe og kålrot. Et foredlingsarbeid innenfor denne sektoren har vist seg meget positivt. Også mot angrep av kålfluelarvene synes det som forskjellige sorter har ulik motstandsevne, men det er her ikke tale om så store forskjeller som for klumprot. Foredling for motstandsevne mot angrep av kålfluelarvene er mer tvilsomt.

Rotvekster av Brassica-slekten angripes også av andre mikroorganismer i veksttiden. Spesielt i nepe er det betydelig

variasjon mellom sorter når det gjelder skade av hvitbakteriose (*Pectobacterium carotovorum*), og tildels også av brunbakteriose (*Xanthomonas campestris*). I andre land har en også problemer med *Brassica-virus* som imidlertid ikke synes å ha noen betydning hos oss.

Beteforedling er lite aktuelt her i landet, og noen spesiell resistensforedling er heller ikke særlig viktig, fordi betene er lite utsatt for angrep i veksttiden under våre vekstforhold, bortsett fra beteflua. I andre land, og spesielt der sukkerbetedyrkingen spiller stor rolle, utføres det et stort arbeid for innføring av motstandsevne mot forskjellige sykdommer, sopp, virus og nematoder (KNAPP 1958). I enkelte tilfeller prøver en å overføre resistens fra viltvoksende arter ved artskrysninger.

e. Stokkløping.

Forskjeller i stokkløping er meget vanlig i sortsforsøk med rotvekster, og egenskapen er arvelig betinget. Ved utvalg er det mulig å redusere antall stokkløpere i et foredlingsmateriale. Siden tendens til stokkløping helst kommer til syne under spesielle vekstforhold, er det nødvendig å prøve foredlingsmaterialene under slike forhold om en skal få fram tydelige forskjeller.

f. Lagringsevne.

Lagringsevnen er av betydelig interesse fordi et stort lagringstap reduserer sterkt verdien av en ellers god sort. Lagringstapet bestemmes av råtning, ånding og groing. Råtningstapet henger ofte sammen med skader i veksttiden (insekter og mikroorganismer), og under høsting (mekanisk skade), som gir råteorganismene innfallsveier i røttene. Ellers er det også lagringssopper, spesielt gråskimmel (*Botrytis cineria*), som delvis kan bekjempes ved foredling. Når det gjelder åndingstapet, har det vært betydelige sortsforskjeller i forsøk, og det er mulig at åndingsintensiteten vil kunne være et brukbart mål for en del av lagringstapet. Sortsforskjeller i groing er utvilsomt til stede, men vi vet lite om hva dette betyr for lagringstapet.

g. Matkvalitet og handelsverdi.

Kålrot brukes i ganske stor utstrekning som grønnsak, og det

vanlige er at røtter velges ut i avlingen av forkålrot for salg til mat. Det foregår også endel dyrking under plast for tidlig salg. Det er meget store forskjeller i matkvalitet og handelsverdi mellom kålrotsorter (Opsahl & Ringlund 1961). Det er forskjeller både i smak, konsistens, askorbinsyreinnhold og form som har betydning for kålrot som salgsvare. Det har også vært på tale å lage "kålrotflak" til matbruk, og røtter til slikt bruk må antakelig ha bestemte egenskaper.

Beteforedling er som nevnt lite aktuelt her i landet, men i våre naboland og andre sukkerproduserende land, har foredlingsarbeid med for- og sukkerbeter et stort omfang. Av viktige foredlingsformål i beter nevnes reduksjon av antall frø pr. frukt. Frukten, eller frøhodet inneholder vanligvis 2-6 frø som gir et tilsvarende antall spirer. Det er nå i handelen sorter med frø som gir bare en spire pr. hode. Det er nevnt at ville arter som *Beta lomatogena* og arter innenfor *Patellares*-gruppen har vært brukt i foredlingsarbeidet med denne egenskapen. Disse har frukter med bare ett frø (Knapp 1958). I arbeidet med å øke tørrstoff- og sukkeravling har en kommet fram til bruk av F_1 - frø i praksis. En får da utnyttet heterosis-effekten.

2. Foredlingsmetoder

De metoder som brukes i foredlingsarbeidet med rotvekster, er i prinsippet de samme som brukes for andre kryssbefruktende vekster, men med tilpasninger som er nødvendige på grunn av særegenskaper ved disse artene. De grunnleggende prinsipper ved disse foredlingsmetoder blir gjennomgått i andre forelesninger. En skal derfor bare ta med spesielle forhold som er karakteristiske for disse vekstene.

Hos fremmedbefruktende vekster brukes masseutvalg og individutvalg med avkomsbedømmelse. Masseutvalg på den måten at en går inn i en populasjon og velger ut enkeltplanter for å lage av en ny og forbedret populasjon, brukes nå sjelden som eneste metode. Masseutvalg inngår likevel på forskjellige trinn kombinert med andre metoder. Betingelsen for at en slik seleksjon skal ha noen virkning, er at det finnes arvelig

variasjon i populasjonen. I fremmedbefruktende vekster som rotvekster, vil slik variasjon finnes for en rekke karakterer, og virkningen av seleksjon over en rekke generasjoner for kvantitative karakterer hos bete er vist foran. OLSSON (1960) har gitt resultater fra tilsvarende seleksjonsvirkninger i oljeraps og i kvitsennep for oljeinnhold og antall frø pr. skulpe. En kan derfor regne med at det masseutvalg som praktiseres på forskjellige stadier i foredlingsarbeidet med rotvekster, har virkning når utvalget gjentas over en rekke år. Det er i denne sammenheng viktig å være oppmerksom på korrelerte virkninger av et utvalgsarbeid. Det er foran vist en sammenheng mellom tørrstoffprosent og rotstørrelse i JOSEFSSON's (1963) undersøkelser. Det kan nevnes at ved utvalg av store røtter som grunnlag for stamsædavl av rotvekster, kan det registreres at et slikt utvalg har senket tørrstoffinnholdet i avkommet over en årrekke. Korrelerte effekter ved seleksjon er i det hele meget vanlige. De kan skyldes pleiotropiske gener eller kobling. Også miljøvirkninger kan skape korrelasjoner av denne art.

Masseutvalg egner seg best for tydelige morfologiske egenskaper. Hvis det er tale om avling som bestemmes av både rotmasse og tørrstoffinnhold, er denne metoden lite brukbar, og det er her at prøving av individenes verdi ved hjelp av det avkom de gir, er aktuell. Individutvalget kan da utføres etter forskjellige metoder. Der det er klart definerte egenskaper en selekterer for, er utvalget forsåvidt enkelt. Enkeltrøtter kan undersøkes for tørrstoffinnhold og etterpå brukes i krysninger. Metodikken for slik undersøkelse er omtalt seinere. Enkeltrøtter kan også prøves for sykdomsresistens og deretter brukes som foreldre. Ellers velges røttene for en stor del ut ved skjønn, idet foredleren bruker sin vurderingsevne for morfologiske trekk. Men det vil være avkommet etter de utvalgte røtter som forteller hvor langt en har lyktes i utvalget av de enkelte individer.

Det reiser seg en rekke problemer i sammenheng med den videre fremgangsmåte etter at individutvalget er foretatt. For det første vil de utvalgte røtter forsvinne i og med at de har satt frø. En kan ikke som hos f.eks. gras beholde de utvalgte individer over flere år, for så å kunne gå tilbake til disse når prøvingsarbeidet er ferdig. Dette problem kan delvis overvinnes ved å selvbestøve de utvalgte individer samtidig som de brukes i parkrysninger. I det praktiske foredlingsarbeid blir dette

sjelden gjort, og for beter der det er en utpreget selvsterilitet, ville det også være vanskelig å få noe frø på dette vis.

Selve parkrysningene utføres for hånd hos nepe og kålrot. Teknikken er forholdsvis enkel. Hos bete plantes to og to røtter sammen i isolasjonsceller, og bestøvningen foregår ved luftdraget. Frø fra disse parkrysninger blir sådd i observasjonsforsøk, og en foreløbig grovkassering foretas allerede etter dette forsøk. Samtidig velges det ut røtter av de familier som beholdes, og dette skjer ved rent masseutvalg.

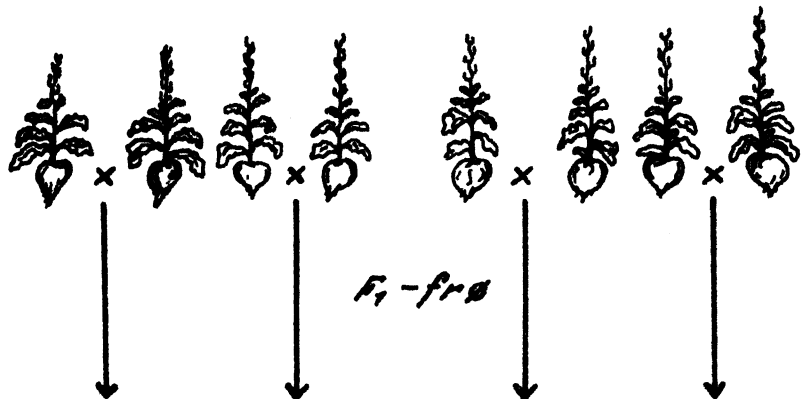
Frøavlens på disse røttene fra utvalgte familier har vært gjenstand for omfattende undersøkelser. Den kan foregå ved søskenbestøvning innenfor hver familie, eller ved krysning mellom familier. Søskenbestøvning vil medføre en viss innavlsdepresjon i avkommet, og en vil i mange tilfelle få liten frømengde, som igjen vil hindre omfattende forsøk med familiene i neste generasjon. Det er her også et spørsmål om det avkom en får ved søskenbestøvning, gir det beste uttrykk for familienes verdi i det videre arbeid.

Krysningen mellom familier må utføres slik at samtlige familier får det samme pollen i gjennomsnitt, og dette oppnås ved en polycross eller top-cross test. Frøavl av familiene på denne måten gir i avkommet en prøve på de utvalgte mødre, fordi faren er felles for alle. En frøavler nå vanlig de familier som er utvalgt i F_1 , både ved søskenbestøvning og i polycross. Avkommet etter søskenbestøvning vil da ikke være påvirket av de andre familier, d.v.s. at en ikke får innkrysning av dårlige familier i gode. I den forsøksmessige avprøving brukes imidlertid frø oppnådd ved polycross fordi en derved får bestemt familienes generelle kombinasjonsverdi, og det er denne kombinasjonsverdi en i første rekke er interessert i når eliten lages. Ved elite-dannelsen vil nemlig et antall av de beste familier etter avprøving av polycrossavkom i forsøk, bli frøavlet sams. Men en bruker da frø av de tilsvarende familier etter søskenbestøvning. En skjematisk oversikt over denne framgangsmåte er vist i figur.

Skjematisk fremstilling av en fremgangsmåte ved foredling av rotvekster.

1. år

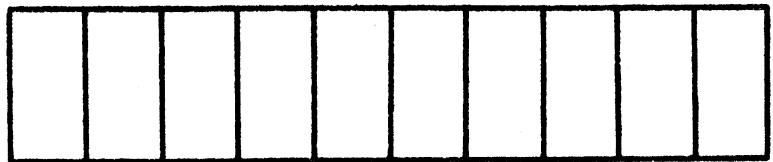
Parkryssinger av utvalgte individer



F₁-frø

2. år

Forsøk med F₁-familier

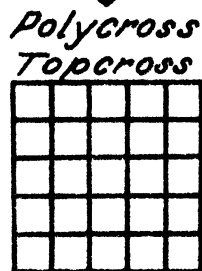


Masseutvalg av ca. 50 røtter i hver utvalgt familie

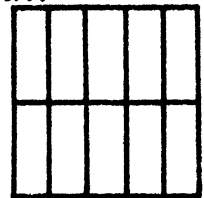


3. år

Frøavl på røtter fra utvalgte familier



Søskenbestøvning
(Fam. isolert)



Frø fra de enkelte familier holdes hver for seg

Frø etter søskenbestøvning. Hver familie holdes for seg

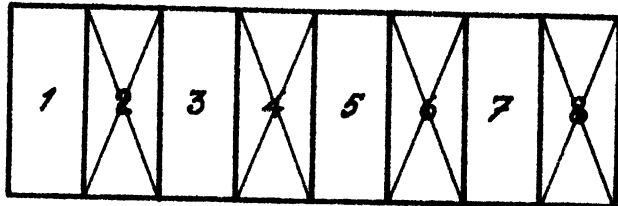
Forts. neste side

Forts. fra forrige side

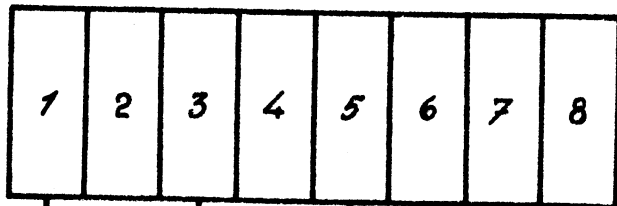
4. år

Forsøk med familier fra polycross eller topcross.

Kassering x



Formering av de samme familier etter søskenbestøvning.

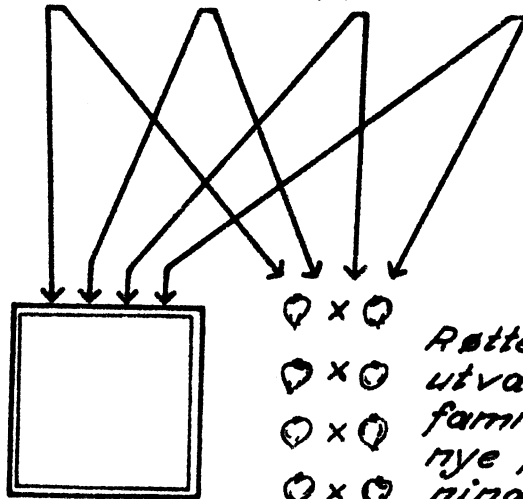


Masseutvalg av røtter i formeringsparseller etter søskenbestøvning, for de familier som er best etter forsøk med polycross frø.



5. år

Elitefrøavl på utvalgte røtter fra formering etter søskenbestøvning



Røtter fra utvalgte familier til nye parkryssninger

Ny cyklus er begynt



Polycrosstesten har en fordel ved at det avles mye frø av hver familie, og dette gjør det mulig å få en ordentlig forsøksmessig avprøving. Det er klart at den prøving som blir gjort på F_1 -frø etter håndkrysning (for kålrot og nepe), må bli usikker på grunn av de små frømengder. På den andre siden har polycrossmetoden vesentlige svakheter som blir tatt opp i de spesielle forelesninger i planteforedling. En nevner imidlertid at ved høy dominansgrad og ved høy frekvens av de gener en selekterer for, vil polycrosstesten ikke gi noe godt grunnlag for å skjelne mellom ulike mødregenotyper. Dette er spesielt tilfellet i polyploider, men forholdet gjør seg også gjeldende i diploider. Endelig kan en ta med at polycross-testen gjør det vanskelig å ta med store materialer.

Den metoden som er skissert ovenfor, gjelder stort sett foredlingsmaterialer som er tilpasset den type vedkommende foredler ser som ønskelig for sorten. Det er imidlertid ofte nødvendig å bringe nye materialer inn i arbeidet for å øke muligheten for nye rekombinasjoner for å hindre innavl. Slik innkryssing kan skje ved parkrysning av fremmede typer med utvalgte røtter fra de beste familier i foredlerens eget materiale. Det kan da være nødvendig med gjentatt seleksjon og nye krysninger før avkommet er tilstrekkelig tilpasset i type til å kunne gå inn i det mer rutinemessige program. En slik innkryssing av fremmede materialer kan ha karakter av et tilbakekryssningsprogram hvis det er spesielle egenskaper en ønsker å ha innført, (f.eks. resistens mot klumprot, høy tørrstoffprosent).

FRANSEN (1956, 1958) nevner en videre utvikling av den form for familieavl som er omtalt foran. Seleksjon blir da utført i to eller flere uavhengige populasjoner samtidig, og det endelig mål er å produsere F_1 -hybridfrø for praktisk bruk ved kombinasjon av materialer fra de ulike populasjoner. Metoden er i prinsippet den samme som ble utviklet av Comstock et al. (1949) under navnet reciprocal recurrent selection.

Når det gjelder polyploidi-foredling i rotvekster, foreligger det meget omfattende undersøkelser. Det er for nepe og betar at kromosomfordobling har vist seg å være av interesse. For kålrot ser det ikke ut til å være noe å vinne ved å fordoble kromosomtallet. Dette henger sannsynligvis sammen med at denne arten har et høgt kromosomtall fra før. Resultat av foredlingsarbeid med

autotetraploid nepe er publisert av JOSEFSSON (1955). I de materialer han behandler, viser de autotetraploide formene en meget klar meravling sammenlignet med de diploide utgangsmaterialer. Et slikt resultat er i samsvar med teoretiske utledninger, der en skal vente at en autotetraploid populasjon i likevekt har et høgere gjennomsnitt enn den diploide utgangspopulasjon. Det er dominansvirkninger som er årsaken, og disse spiller en stor rolle for kvantitative karakterer som avling, plantehøyde o.l.

I betes, der polyploidi-foredlingen har langt større perspektiver, har det imidlertid vært vanskeligere å produsere overlegne autotetraploider. For disse vekster har det derimot vist seg at triploide former har en betydelig fordel, og dette gjelder både sukkerbeter, forsukkerbeter og mer lågprosentige forbeter. Produksjon av bruksfrø der triploider utgjør en større eller mindre del, er vist skjematisk på figur. Det er klart at det meste av foredlingsarbeidet ligger foran den prosess som skjemaet viser. De komponenter av diploid og tetraploid bete som skal krysses sammen, er materialer som har gitt sterk heterosiseffekt i omfattende seleksjons- og testingsprogrammer.

Ved sammenplanting av 2x og 4x røtter for sams frøavl, vil de to former befrukte hverandre gjensidig, men det vil også skje en ikke ubetydelig pollinering mellom planter med samme kromosomtall. For å få størst mulig virkning, bør triploiddannelsen være høgst mulig, og helst 100 %. Dette kan oppnås ved hjelp av hansterilitet, men metoden er ennå ikke kommet i fullt bruk. Inntil videre brukes en blanding i utsæden for produksjon av bruksfrø, der 4x og 2x utgjør henholdsvis 75 og 25 prosent. Den optimale sammen-setning av utsædblandingen, dvs. den blanding som gir det høgste antall triploider i bruksfrøet, kan beregnes for de komponenter som er aktuelle i de enkelte tilfeller. Til grunn for denne beregning ligger effektivitet av haploid og diploid pollen, og det må også tas hensyn til blomsterantallet på diploide og tetraploide planter (BOGH 1955). En blanding som den som er angitt ovenfor, vil gi ca. 55 prosent 3x, 25% 2x og 20% 4x i bruksfrøet. Men sammensetningen varierer med blomstrings- og bestøvningsforhold.

Det er kjent at 2x egg hos 4x betes befruktes lettere av haploid pollen, enn hva tilfelle er for befruktning av haploide egg med diploid pollen. Dette har vært forsøkt utnyttet ved å plante 2x og 4x planter i alternative rader, og så høste frø bare

De endelige ledd i produksjon av polyploid bruksfrø.

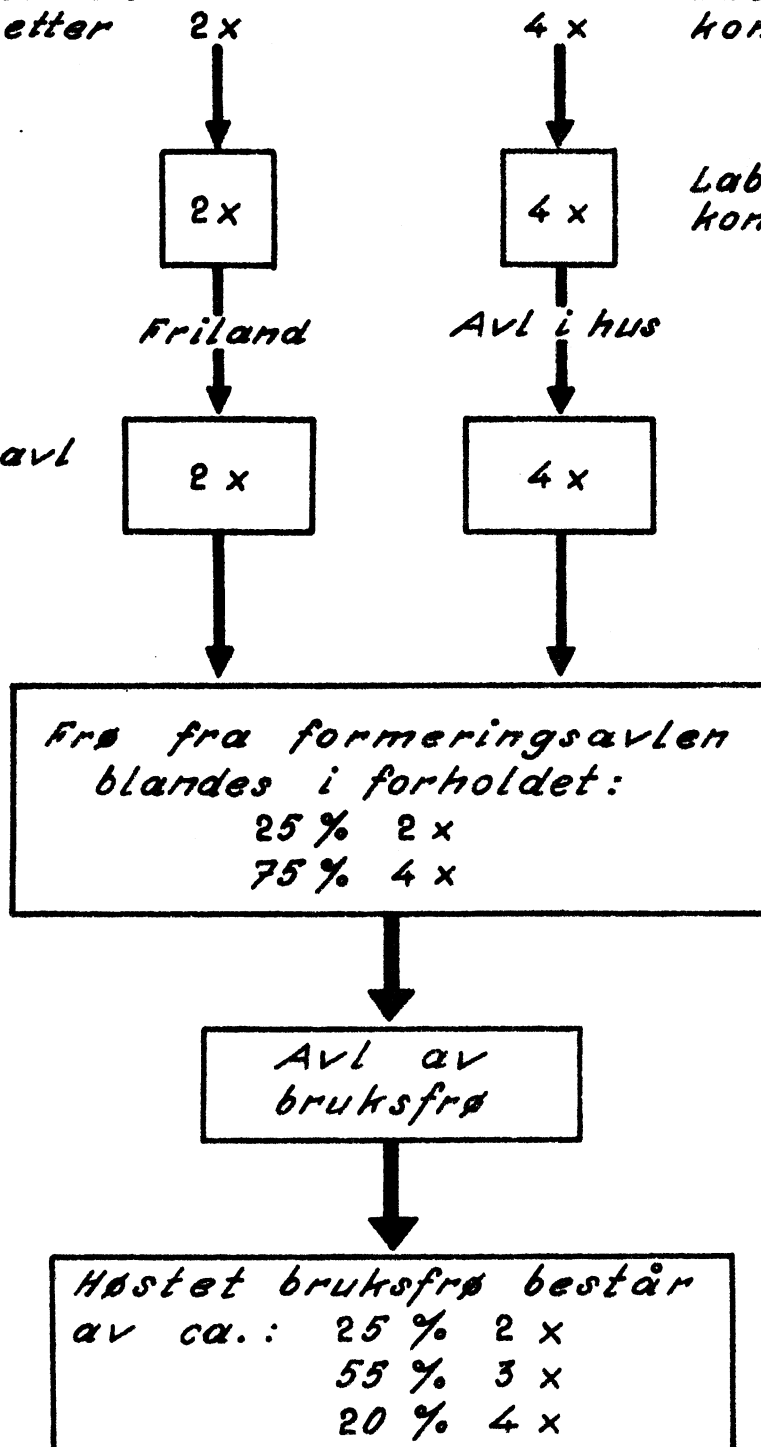
Utgangsmateriale
selektert etter
test

Laboratorie-
kontroll

Elitefrø

Laboratorie-
kontroll

Formeringsavl
Friland



Frø fra formeringsavlen
blandes i forholdet:

25% 2x
75% 4x

Avl av
bruksfrø

Høstet bruksfrø består
av ca.: 25% 2x
55% 3x
20% 4x

på de tetraploide plantene. Dette vil gi en større prosent triploider i frøet og dermed høyere avkastning. Metoden er imidlertid ikke kommet til bruk i større målestokk, fordi økningen i andelen av triploider, og dermed økning i avling, ikke tilsvarende den fordyrelse av frøet som fremgangsmåten medfører. Den eneste sikre måten for produksjon av 100% triploid bruksfrø, er innføring av han-sterilitet. Dette gjelder forøvrig også ved produksjon av F_1 -hybridfrø hos diploider og tetraploider, for full utnytting av heterosiseffekten.

Sorter av sukkerbeter og forbeter (herunder også forsukkerbeter) som er laget ved en sammenkrysning av 4x og 2x komponenter, dominerer stort sett arealene nå, eller de er i ferd med å gjøre det. Også her i landet har slike sorter vært overlegne i avling av tørrstoff (OPSAHL 1960, GUSTAVSEN 1973).

Foredlingsarbeid med rotvekster har sin spesielle teknikk. Dette gjelder f.eks. ved utvalg av enkeltrøtter med høy tørrstoffinnhold, som blir omtalt seinere. Selve håndkrysningsarbeidet er enkelt, men tidspunktet for kastring hos Brassica-artene må passes for å unngå selvbe-fruktning. Ved frøavl av familier i hus enten dette gjelder søskenbestøvning innen familien, eller krysning mellom familier, brukes vanlig spesielle bikuber som settes inn i de isolerte rom når blomstring begynner. Både for Brassica, men i enda høyere grad for beten, er det tildels meget vanskelig å unngå uønsket krysning i foredlingsmaterialene. For beten, og særlig i sammenheng med polyploidiforedlingen, må det tas meget omfattende foranstaltninger for å holde materialene isolert (veksthus med luftfilter og overtrykksrom).

Polyploidiforedlingen krever også et utstrakt kontrollarbeid i form av kromosomtelling hos materialene. Kromosomfordoblingen, som normalt oppnås ved hjelp av colchicinbehandling, har ofte den ulempe at blomsterskuddene hos den følgende frøplante kan gi både diploide og tetraploide frø. Et effektivt foredlingsarbeide forutsetter her en nøyaktig kontroll for å unngå blanding i frøet.

Som det går fram av omtalen foran, vil foredlingsarbeidet resultere i en elite som er dannet av de beste familier etter utvalg. Et spørsmål som melder seg her, er antall familier i denne elite. Det er klart at ved et meget lite antall familier, kan en risikere innavl med følgende avlingsnedgang, men dette

avhenger av de materialer en arbeider med. Hvis disse har et bredt genetisk grunnlag, er denne risiko mindre. På den andre side vil ønsket om å bruke mange familier ved elitedannelsen, gjerne føre til at seleksjonen ikke blir skarp nok. (TYSDAL et al. 1942, FRANSEN 1943). I de tilfeller foredlingsarbeidet har til formål å skaffe F_1 -bruksfrø, er det vanligvis foredleren som må skaffe de utvalgte komponenter som krysses sammen. Dette gjelder innenfor diploider og polyploider, og også når disse skal krysses for dannelse av triploider.

B. Frøavl.

1. Foredling og frøavl.

Foredlingsarbeidet danner grunnlaget for frøavlen, idet dette med visse mellomrom skaffer nye eliter av eldre sorter, eller av helt nye sorter. Omfanget av frøavlen av rotvekster i Norge har variert mye. Den har som regel blomstret opp når det har vært vanskelig å få importert frø. Ellers har den måttet konkurrere med svensk og dansk importert frø av gode sorter. Det har derfor vært nødvendig med statsstøtte for i det hele tatt å holde liv i frøavlen her i landet. Og bakgrunnen for denne statsstøtte er da særlig de vanskelige forhold vi har vært oppe i under avstengning. Hvis en ser bort fra slike muligheter, kan en stille spørsmål om vi kunne unnvære frøavl her i landet. En må her kunne si, at hvis vi bare bruker sorter som er foredlet i våre naboland, kan vi også få det nødvendige frø derfra. Hvis vi derimot har gående et foredlingsarbeid som har gitt sorter som er bedre enn de vi får fra utlandet, vil det være nærliggende å frøavle disse her i landet. Det må imidlertid være et vilkår at denne frøavl kan foregå i rasjonelle former som gir en sikker tilgang på frø av disse sortene. På dette området er det utført betydelig forskningsarbeid de senere år, og med positivt resultat. Nye metoder for frøavl kan gi sikkerhet mot utvintring, og dessuten har denne frøavl et foredlingsarbeid som grunnlag. Dette foredlingsarbeidet skaffer frøavlen det nødvendige elitefrø av de beste sortene. Og dette er da også en forutsetning for stabilitet i norsk rotvekstfrøavl.

Foredlingsarbeidet med rotvekster i Norge omfatter bare nepe og kålrot. Det har imidlertid vist seg at også beten kan frøavles i de klimatiske beste strøk, og da uten særlig større vansker enn for neper og kålrot.

2. Frøavl med overvintring på voksestedet.

Bruksfrøavlen har hos oss vært basert på overvintring av små røtter på voksestedet, og det er denne metode som har vist seg altfor lite stabil. Dette går fram av følgende tall for prosent overlevende planter i frøavlsfelte i perioden 1951-1970 (Jonassen 1972):

	1951	52	53	54	55	56	57	58	59	60	68	69	70
Kålrot	27	90	33	45	33	10	71	89	50	0	90	59	85
Nepe	--	100	39	33	30	0	54	75	87	0	73	54	94

Som en skal vise, har en på grunn av denne usikkerhet prøvd å overvintre røttene på kjølelager ved 0-5 grader C. Denne metoden blir imidlertid forholdsvis dyr, fordi røttene må tas opp og plantes ut igjen, og også selve lagringen på kjølelager koster endel. Jonassen (1972) har derfor gjennomført en rekke undersøkelser med sikte på å gjøre frøavl på små røtter som overvintrer på voksestedet, mer sikker. Det er nedenfor gitt et sammendrag av de undersøkelsene som er utført, og av resultatene av disse. Det er dessuten tatt med endel figurer for illustrasjon.

Forsøk med kunstig frysing ble utført i to år (1968 og 1970). Forskjellige såtider og rotstørrelser ble prøvd. I 1968 ble det brukt et vanlig fryselager, og prosent overlevende planter ble bestemt etter 72 timer ved -8° C. Forsøket siste år ble utført i en fryseboks med separat temperatur-kontrollerte celler med temperaturer fra $-3,5$ til $-15,0^{\circ}$ C. Dette år ble også plantenes letaltemperatur bestemt. Røttene ble tatt senhøstes fra feltforsøk og satt direkte til frysing i 24 timer. Etter frysing ble røttene satt i kjølelager ved 0° C i 24 timer, og deretter plantet i kvartssand i veksthus ved 20° C.

Frostskadene ble undersøkt ved hjelp av farging med tetrazolium og indigo karmin, både ved kunstig frysing og etter overvintring på friland.

Plantene fra tidlig såing viste minst frostherdighet. I 1968 overlevde 17 prosent fra første såtid (5. mai) og 100 prosent fra siste (15. aug.). Siste år da L D 50 temperaturen ble bestemt, var denne henholdsvis $-5,6$ og $-7,5^{\circ}$ C for de to såtidene (29. mai og 30. juli).

Tidlig såing ga større røtter med lengre epicotyl stengel og høyere tørrstoffinnhold. Forskjellige rotstørrelser var imidlertid ikke årsak til ulik herdighet. Undersøkelser innenfor hver såtid viste at med økende rotstørrelse øket prosent overlevende planter. Det antas at dette kan henge sammen med større treghet i temperaturveksling i større røtter.

De første frostskader oppsto i rotspissen og forplantet seg videre gjennom de sentrale deler av rota. I lågere deler av den epikotyle stengel ble det også funnet mindre frostherdighet enn i vekstpunktet.

På friland hadde mange planter frostskader bare i vekstpunktet eller ved jordflaten. Dette skyltes mekaniske eller insekt-skader av de ytre celledag i rota.

Undersøkelsene over varmekorholdene nær de overvintrende røtter ble gjennomført ved hjelp av termoelementer. Det ble foretatt registrering hver time gjennom overvintringsperioden, og til bruk i analysen av virkninger av de forskjellige forsøksbehandling-er, er det tatt ut karakteristiske perioder fra de registrerte data. Temperaturen ble målt 5 cm under jordflaten, i selve jordflaten, og dessuten i forskjellige høyder over denne. Som regel var det et målepunkt i høyde med vekstpunktet, og i enkelte tilfelle ble temperaturen også målt inne i dette.

Fem forsøk med dekkmidler omfattet dekking med 30 cm løs halm, hypping om høsten, 5 cm tykke isolasjonsmatter av steinull og 0.15 mm svart plast. Til denne undersøkelsen kan også regnes de temperaturstudier som ble foretatt i forskjellige jordprofiler. Disse omfattet 5 cm dyp fure, flatt land og 10 cm høy drill.

Hovedresultatet av disse undersøkelser kan sammenfattes slik:

Isolasjonsmatter beskyttet røttene best mot frostskade, og ga størst frøavling. Denne metode blir imidlertid for kostbar på større arealer.

Halmdekke hadde også positiv virkning på overvintringsprosenten, men ga likevel mindre frøavling enn for eks. hypping. Den relativt låge frøavling ved bruk av halm kom av at en stor del av plantene hadde ødelagt hovedskudd og ga frø bare på sekundære skudd. Planter uten hovedskudd ga mindre frøavling og lavere frøvekt.

Dekking med svart plast førte til lågest overvintringsprosent og minst frø, selv jamført med ubehandlet kålrot.

Virkingen av dekkemidlene på temperatur i høyde med vekstpunkt kan summeres slik:

Isolasjonsmatte øket minimumstemperaturen med 6.5° C og senket maksimumstemperaturen med $0,8^{\circ}$ C.

Hypping om høsten øket minimumstemperaturen med $3,4$ og $3,8^{\circ}$ C i de to forsøk, og reduserte maksimumstemperaturen med 0.8 og 3.5° C.

Halmdekke hadde mindre virkning og øket minimumstemperaturen bare i 1968/69. Første år var minimumstemperaturen heller lågere med halm enn uten dekke. Reduksjonen i maksimumstemperatur var $0,4$ og $1,2^{\circ}$ C i de to forsøk.

Også plast hadde positiv virkning ved å øke minimumstemperaturen med $4,0^{\circ}$ C. Derimot var maksimumstemperaturen $4,2^{\circ}$ C høgere enn på ruter uten dekke, og dette hadde en meget skadelig virkning på røttene.

Både isolasjonsmatte og hypping reduserte temperatursvingningene i sterk grad. Virkingen av halmdekke var derimot liten. Svart plast førte til større variasjon enn ved udekket kålrot. Dette skyltes de høge maksimumstemperaturer under plasten.

Temperaturmålingene viste at såing på drill fører til mye større frostpåkjenninger enn såing på flatt land eller i fure.

Ved å bruke dyrkingsmåter som fører til at vekstpunktet blir nær jordflaten, får planten de beste vilkår for overvintring.

Undersøkelsene over virkninger av forskjellige såtider og såmengder på overvintringen ble som nevnt gjennomført dels med og dels uten ettårig raigras som dekkvekst. Dekkveksten som var med bare første år, var sådd samtidig med kålrota.

Såtidene var:

1967/68	26.mai	30.juni	1.august
1968/69	1.juli	23.juli	15.august

Såmengdene var 400 og 130 gram pr. dekar.

I 1967/68 ble det tilfredsstillende overvintring og frøavling bare ved siste såtid (1.aug.). En av grunnene til at tidlig sådde røtter ikke overvintret, var at disse hadde vekstpunktet mye høyere over bakken. De hadde også mindre bladdekk fordi nedvisningen av blad var større. Dette går fram av følgende tall:

Såtid	26/5	1/8
Høyde av vekstpunkt over bakken, mm	81	36
Blad vekt, g pr. m rad	155	327
Minimumstemperatur ved vekstpunkt, °C	-12,5	-10,7

Raigras som dekkvekst førte til bedre overvintring og større frøavling ved siste såtid, men kunne ikke hindre mislykket overvintring ved de tidlige såtider.

I 1968/69 var det total utvintring av alle ledd i dette forsøket, men de morfologiske undersøkelser av plantene seinhøstes i såingsåret viste at siste såtid som her var 15.august, ga for små planter.

Virkningen av dekkvekst på temperaturforholdene i høyde med vekstpunktet var liten, fordi skyggingen førte til forlenget epikotyl stengel og til mindre bladmengde hos kålrota. En stor del av isolasjonseffekten gikk derved tapt. Bruk av dekkvekst hadde ingen fordel framfor f.eks. hypping. Dette gikk klart fram i 1968/69 da ingen behandlinger i forsøket med såtider/såmengder kunne hindre total utvintring, mens enkelte dekkmidler førte til tilfredsstillende overvintring.

Minste såmengde, 130 gram pr. dekar, ga høgest overvintringsprosent, men det aktuelle plantetall ved høsting av frøavlingen var større ved største såmengde.

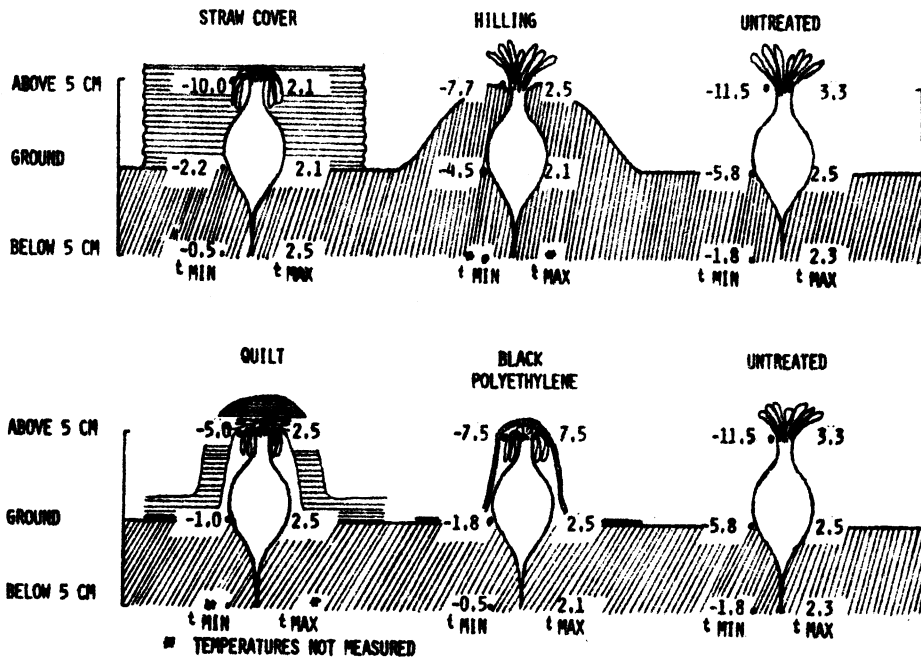


Fig. 69. Virkning av forskjellige dekkemidler på minimum og maksimum temperatur i forskjellige høyder (Jonassen 1973).

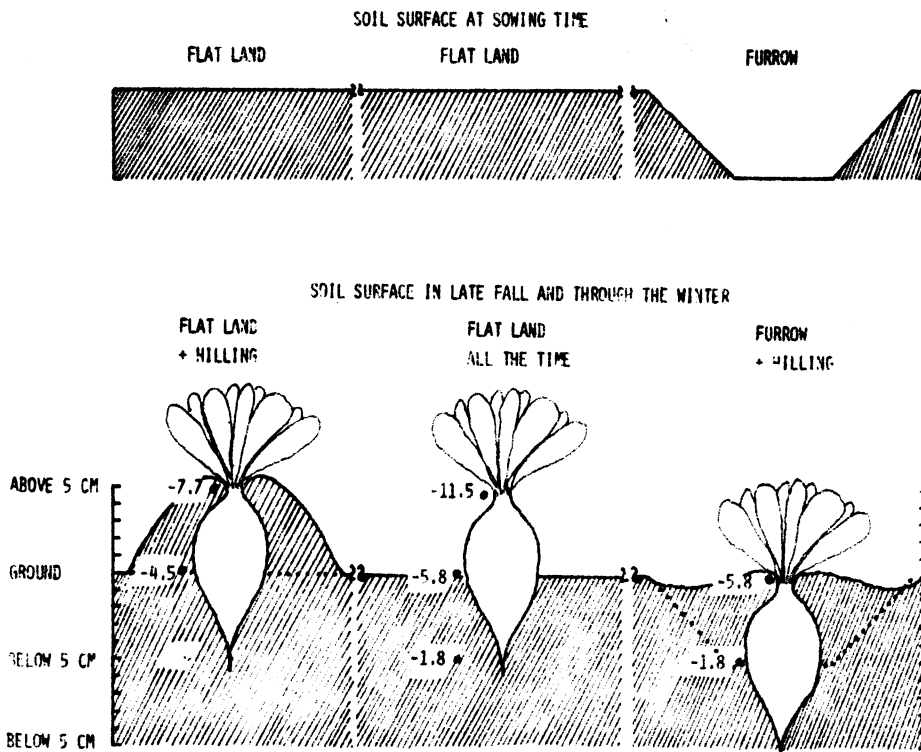


Fig. 70. Hypotetisk modell for dyrkingsmåter ved frøavl på små røtter som overvintrer ute, satt opp på grunnlag av forskjellige målinger (Jonassen 1973).

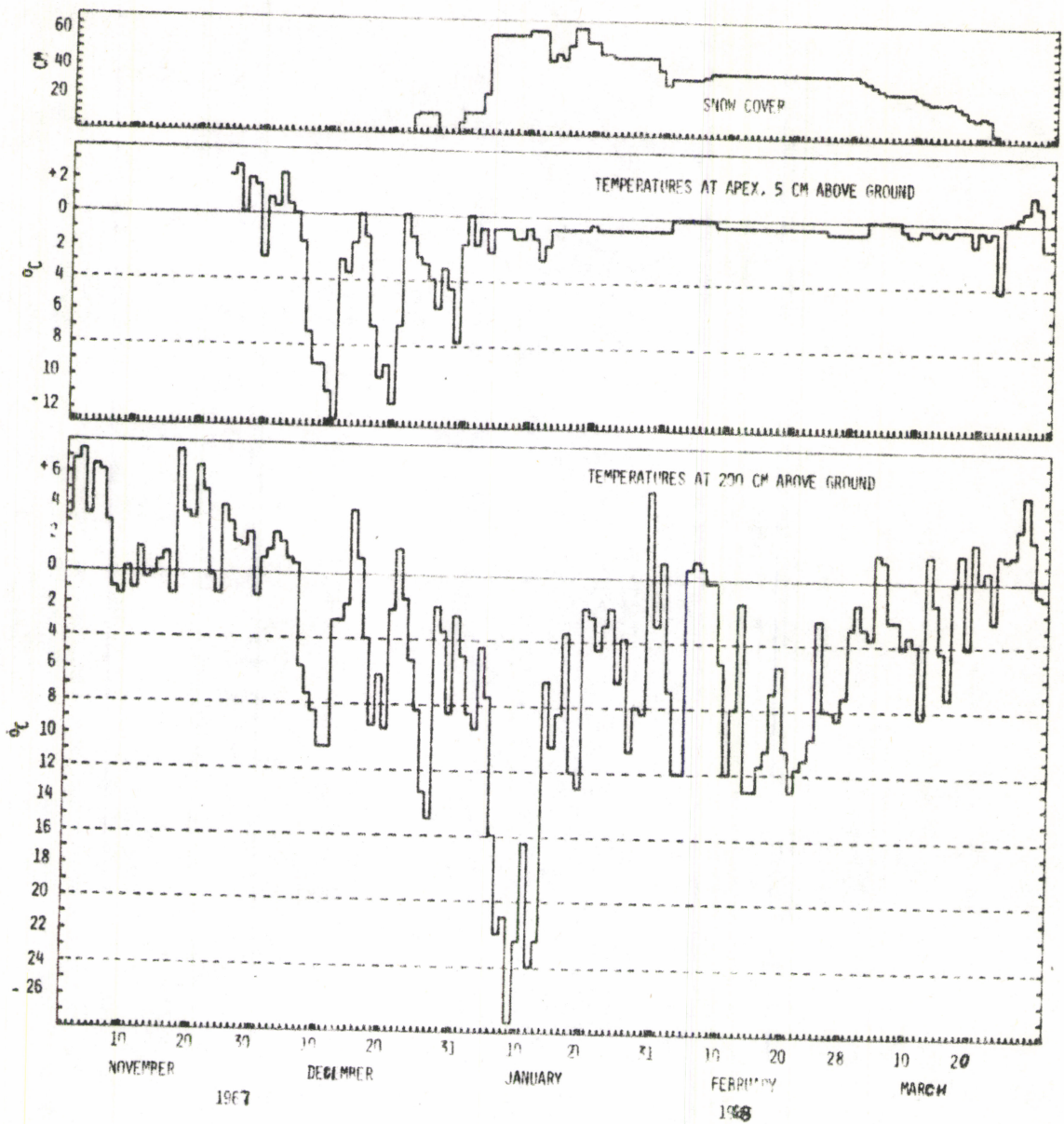


Fig. 71. Daglig minimum temperatur 2 m over bakken og i høyde med vekstpunktet hos overvintrende røtter. Et moderat snødekke eliminerer låg minimum temperatur. Landvik 1967-68 (Jonassen 1973).



Fig. 72. Kålrot til frøavl sådd med westerwoldsk raigras som dekkvekst (Jonassen 1972).



Fig. 73. Hypping av frøavlsfeltet om høsten kan i noen tilfelle hindre at smårøttene skades av isdekke om våren (Jonassen 1972).

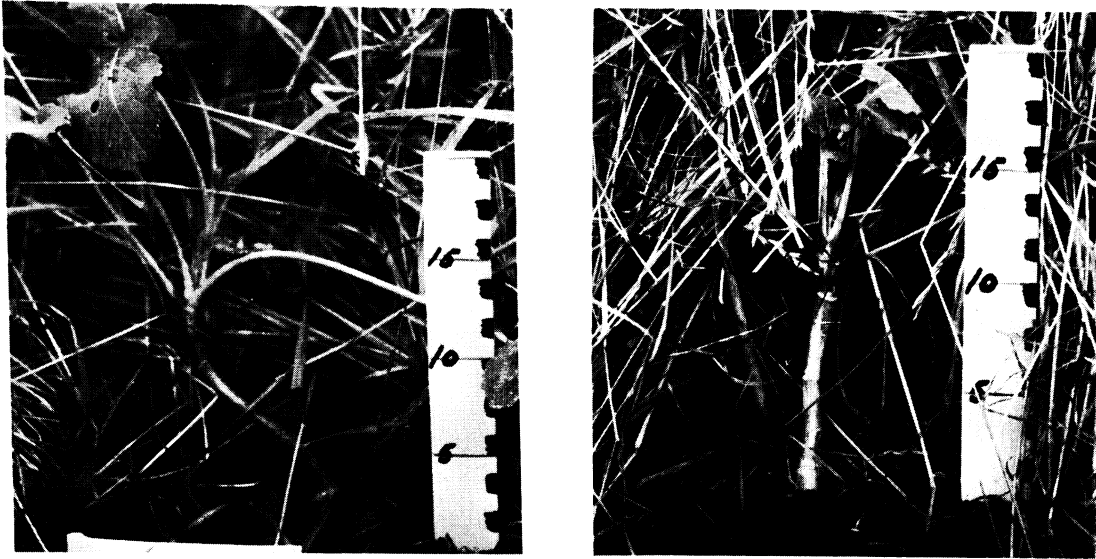


Fig. 74. Skygging av dekkveksten (raigras) fører til lang epicotyl stengel, og plantenes vekstpunkt løftes opp fra bakken (Jonassen 1972).

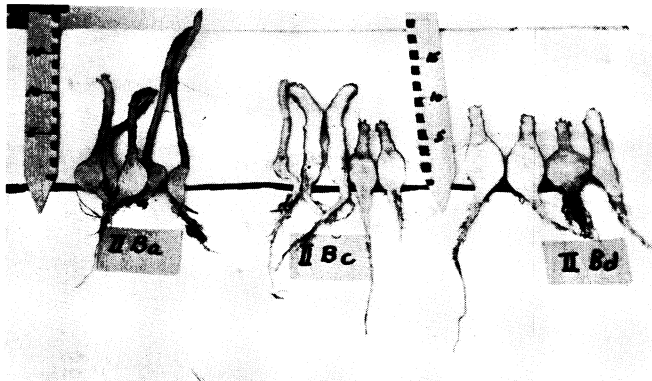


Fig. 75. Størrelse og form på smårøtter seinhøstes før overvintringen tar til. II Ba er sådd med westerwoldsk raigras som dekkvekst, II Bc med bygg, og II Bd uten dekkvekst (Jonassen 1972).



Fig. 76. Stengelen hos smårøtter etter tidlig såing med raigras som dekkvekst ble så lang at vekstpunktet raget opp over dekket og ble utsatt for sterk frost (Jonassen 1972).

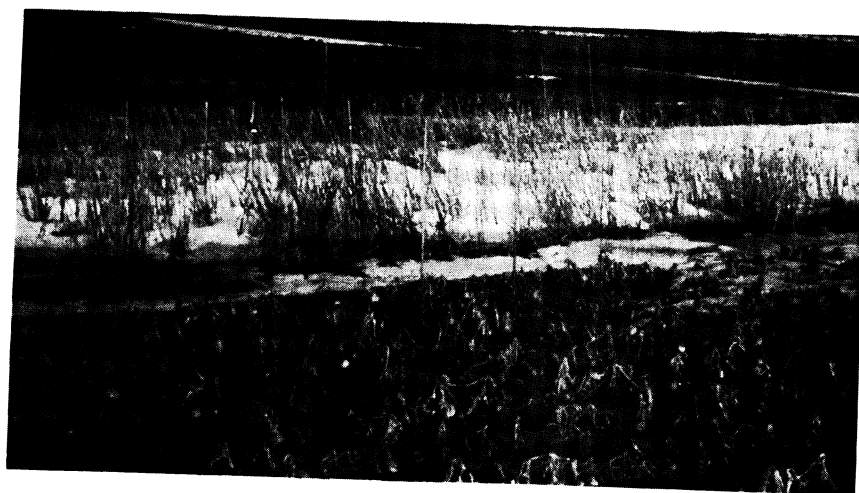


Fig. 77. Høg stubb av bygg som dekkvekst kan samle et godt snødekke (Jonassen 1972).

En gruppering av leddene i forsøkene i 1967/68 etter lengden på den epikotyle stengel om høsten og ved fire forskjellige vær-situasjoner, viste at farlige minimumstemperaturer ved vekstpunktet forekom bare i kalde klare netter når det ikke var snødekke. Både skydekke og særlig snødekke ga sterk beskyttelse. Undersøkelser av virkninger av dyrkningsmåter på varmekorholdene ved røttene må derfor utføres under forhold som gir store påkjenninger dersom en skal kunne få noen diskriminering. Stigningen i minimumstemperaturen fra 2 m over bakken og nedover var særlig markert i de nærmeste 5 cm over jordflaten.

Data fra de daglige værobservasjoner i overvintringsperioden den meteorologiske stasjon på Landvik er sammenholdt med minimumstemperaturen 5 cm over bakken, og med overvintring og frøavling hos kålrot. Ikke noen enkel værparameter kan alene forklare forskjeller mellom år med forskjellig overvintring. Et tidlig og varig snødekke beskytter røttene fullstendig, og derfor er data om snødekkets begynnelse og varighet viktige hvis en skal undersøke hvordan enkelte lokaliteter egner seg for dyrking av kålrotfrø. Andre faktorer av betydning er minimumstemperaturen i barfrostperioder. Dessuten har det vist seg at antall kalde perioder med minimumstemperatur under -4° til -6° , og varigheten av disse, gir en ganske god diskriminering av år med god og dårlig overvintring av kålrot.

3. Frøavl på småplanter som er kjølelagret.

De undersøkelser som er utført ved Statens forsøks-gård Landvik, viser at kjølelagring av stiklinger som er pakket tett i kasser, er en langt sikrere metode for overvintring. En sår da frøet først i juli med ettfrø-såmaskin, 3-4 cm avstand mellom frøene. Det passer her å bruke åker etter siloslått, tidligpotet, eller annen tidlig høstet grøde. Det trenges ingen tynning når frøene sås med denne avstand, og under normale forhold kan en regne med at 1 dekar av slike stiklinger, vil gi nok materiale til 5-8 dekar i frøbæringsåret.

Stiklingene tas opp når frosten kommer. Bladene kuttet med ljå eller slåmaskin mens plantene står på feltet, og røttene løsnes med planteløfter bak traktor. Stiklingene settes tett i kasser, og kassene lagres ved vernaliseringstemperatur på 3° C. Det er viktig at lagringsforholdene holdes slik at en ikke får strekning og utvikling av blomsterstand før utplanting.

Miljøet under lagringen har virkning på stiklingenes kvalitet ved utplanting. Endel slike miljøforhold er undersøkt ved Statens forsøkgård Landvik. Det viste seg der at fuktighetsgraden var meget viktig, og en overbrusing med vann ved innsetting og senere hver 14. dag, gav mest friske røtter ved utplanting. Høg prosent friske røtter ved utplanting, og også størst frøavling fikk en når lagringskassene var foret med plastfolie og tilsatt 2 cm vann i bunnen. Rundt røttene bør det derfor være stillestående fuktig luft, mens vekstpunktet trenger luftveksling og lys. Når en svøpte hele kassene inn i svart polyetylenfolie, fikk en nedgang både i prosent friske planter og i frøavling.

Det er ellers en meget stor fordel ved denne metode at rothåra utvikles og holdes intakt til utplanting. Det blir en slags lysgroing som likevel ikke gir strekning av blomsterstengel før tiden.

Utplantingen skjer direkte fra lagringskassene, gjerne med plantemaskin. Det brukes 60 cm avstand mellom radene, og 15 cm mellom plantene. I tillegg til vanlig renhold, foretas en hypping av åkeren like før plantene blir for store. Dette hjelper til å holde plantene stående.

Jonassen (1971a, b, c) fant at frøavlslrøtter med 5 cm diameter hadde større tilslag ved utplanting etter kjølelagring, og de ga også større frøavling enn mindre røtter. Røtter med 2 cm diameter tørket lettere ut både under lagring og etter utplanting i tørt vårvær. Hos kålrot grodde de største røttene mer enn mindre røtter under lagringen, og dette var bare en fordel.

Tidligste utplanting om våren ga planter som var robuste, med kraftige frøstengeler som ikke gikk i legde, og som ga størst frøavling. Det anbefales derfor å frøavle rotvekstene på sandjord som kan arbeides straks telen går.

Småplanter som kjølelagres, er utsatt for angrep av forskjellige sopper. De viktigste er *Typhula brassicae*, *Sclerotinia fuckeliana* og *Sclerotinia sclerotiorum*, men også flere andre forekommer. I år med sterke angrep hadde **Thiram**, som ble dustet på plantene etter at de var satt inn på lageret, god virkning

mot soppangrep. Reduksjon av bladmassen hos lagringsrøttene hadde ikke noen særlig virkning verken på soppangrep eller frøavling året etter. Dette ble vist ved å lagre røtter med 3 og 10 cm bladstubb.

Senking av temperaturen i lagerrommet under 0 grader hadde negativ virkning på frøavlingen:

	Lagrings- temperatur	Frøavling, Kg pr. dekar
Kålrot	0	277
	- 0,5	238
	- 1,0	118
Nepe	0	129
	- 1,0	111

4. Utvikling av planter og frø, berging.

HAVSTAD (1964) har utført en omfattende undersøkelse over den generative fase hos kålrot for å gjøre arbeidet med høsting og berging sikrere. Undersøkelsen omfatter bl.a. utviklingen av plantene ved forskjellig planteavstand. Det viser seg at rota hos kålrotplanten vokser betydelig i frøbæringsåret, samtidig med at planten utvikler stengler og frø. Antall greiner stiger om lag rettlinjet med økende avstand (mellom 5 og 60 cm). For- delingen av greinene er forskjellig ved forskjellige avstander. Frøplanter som står tett, har for det meste primære og sekundære greiner, mens mer frittstilte planter har langt flere greiner av høgere orden.

Tidspunktet for blomstringen avhenger av lagringsvilkårene (som bestemmer differensiering av organene), av utplantingstid og værforhold om våren og forsommeren. Blomstringen begynner når primæraksen har nådd ca. 2/3 av den endelige høyde, og nederste knopp i primærorden (toppen) blomstrer først. Bloms- tringen sprer seg nedover og utover på planten. Etter HAVSTAD's undersøkelser trengte planter i tett bestand 350 døgngrader for å få gjennomført blomstringen. Endel av de viktigste resultater er vist i figurene. Det kan nevnes at de fem høstetider som

endel av figurene viser, ble definert ved morfologiske kjennetegn som skulle være brukbare også i praksis. En detaljert beskrivelse er gitt i avhandlingen.

Første høstetid (A), betegner et stadium der skulpene er grønne og saftige, med avsluttet lengdevekst over hele planten. Også frøene er grønne over hele planten. Ved den mellomste av de fem høstetider (C), er skulpene lysgrønne, saftige, bortsett fra primærordenen der de nederste skulpene er tørre, gulrøde til gråbrune. Frøene er mørke i primærordenen, og stort sett også i de øvre deler av planten. Forøvrig viser de meste av frøene fargeoverganger. Ved siste høstetid (E), er skulpene tørre, og frøene er mørke og stort sett tørre.

Ansetningen av skulper avhenger av plantens ressurser og utviklingsmuligheter. Siden avstanden er avgjørende for plantens forgrening, vil dette også virke sterkt på skulpe-antallet som stiger nær rettlinjet fra 5 til 60 cm avstand (fra 260 skulper pr. plante til 1270). Lengdeveksten hos skulpen er avsluttet allerede tre uker etter pollinering, og en uke senere har den nådd sin endelige vekst. Tørrstoffoppsamlingen i frøet starter for alvor etter at skulpen er fullt utviklet, dvs. ca. én måned etter pollinering, og den er avsluttet i løpet av tre uker. Tilvekstkurvene for skulpe og frø var begge sinoide, men forskjøvet i tid. Tørrstoffprosenten var høyere i frøet enn i skulpen, og antall frø pr. skulpe sank fra 32 tre dager etter pollinering til 22 ved fullmodning. Frø fra friske skulper spirte på filterpapir med 90 % 35 dager etter pollinering. Normal spirehastighet ble oppnådd ca. 2 måneder etter pollinering. Tørrstoffprosenten i skulpene lå på ca. 20 % i de første modningsstadier og varierte lite innenfor planten. Mot dødmodning var tørrstoffinnholdet i skulpene ca. 80 %.

Prosent tørrstoff i frøet er nyttet som et objektivt mål for modningsstadiet. Det var rettlinjet stigning i denne tørrstoffprosent fra første til femte høstetid. Tørrstoffoppsamlingen i frøet stiger derimot krumlinjet med modningsstadiet, og da slik at frøvekten hos lufttørret frø steg sterkt fra første til tredje høstetid, mens den sank litt mot dødmodning. Frøavlingen pr. skulpe stiger fram mot tredje høstetid, men stigningen er avtakende. Frøavlingen pr. plante ved fullmating er bestemt av

antall greiner pr. plante, antall skulper pr. grein og frøavling pr. skulpe. Disse størrelser blir sterkt påvirket av plantens vekstvilkår, og ved optimal næringstilgang er det planteavstanden som avgjør frøavlingen pr. plante. I utynnet bestand var frøavlingen pr. plante i gjennomsnitt 10-15 gram. Under gunstige forhold kan en plante gi over 100 gram frø.

Prosent tørrstoff i loavling steg fra 20% ved første høstetid til 45% ved femte. For å få lagerfast lo ved første høstetid, må det tørkes vekk 2000 kg vann pr. dekar, mot 500 kg vann ved femte. Netto frøavling viste hvert år krumlinjet sammenheng med høstetid. Tredje høstetid gav størst avling av rensset såvare med fra 176 til 240 kg pr. dekar i de tre år. Ved å utsette høstingen til dødmodenhet, har en alle år mistet ca. 25% av avlingen.

Bergingsmetodene som omfattet utebergning på høg stubb, kunstig varmluftstørking (30 - 35° C), og utebergning på høg stubb under dekke av plastfolie, viste ingen avlingsforskjeller. I et av årene var det imidlertid sterk småfuglskade på utetørket frø uten dekke. Uteberget frø viste alle år tilfredsstillende spiring, mens kunstig tørking har svekket spireevnen. Netto frøavling var størst i utynnet bestand, og faller med stigende planteavstand.

Avkastningsforsøk med frø høstet ved ulike høstetider og ved ulike bergingsmåter, viste stort sett at frø fra tredje høstetid ga størst avling i gjennomsnitt av fem forsøk. Frø tørket på stubben spirte best.

De refererte undersøkelser har lagt et godt grunnlag for produksjon og lagring av stiklinger på en teknisk og økonomisk sett forsvarlig måte, og under forhold som sikrer tilstrekkelig tilgang for tilplanting av arealer som det er behov for av vedkommende sort. De frøavlsbiologiske undersøkelser, kombinert med avstands- og høstetids- og bergingsforsøk, har dessuten gitt frøavlerne konkrete opplysninger som sikrer avling og kvalitet i frøbæringsåret. Det foreligger allerede gode praktiske erfaringer med denne frøavlsmetoden på Sørlandet.

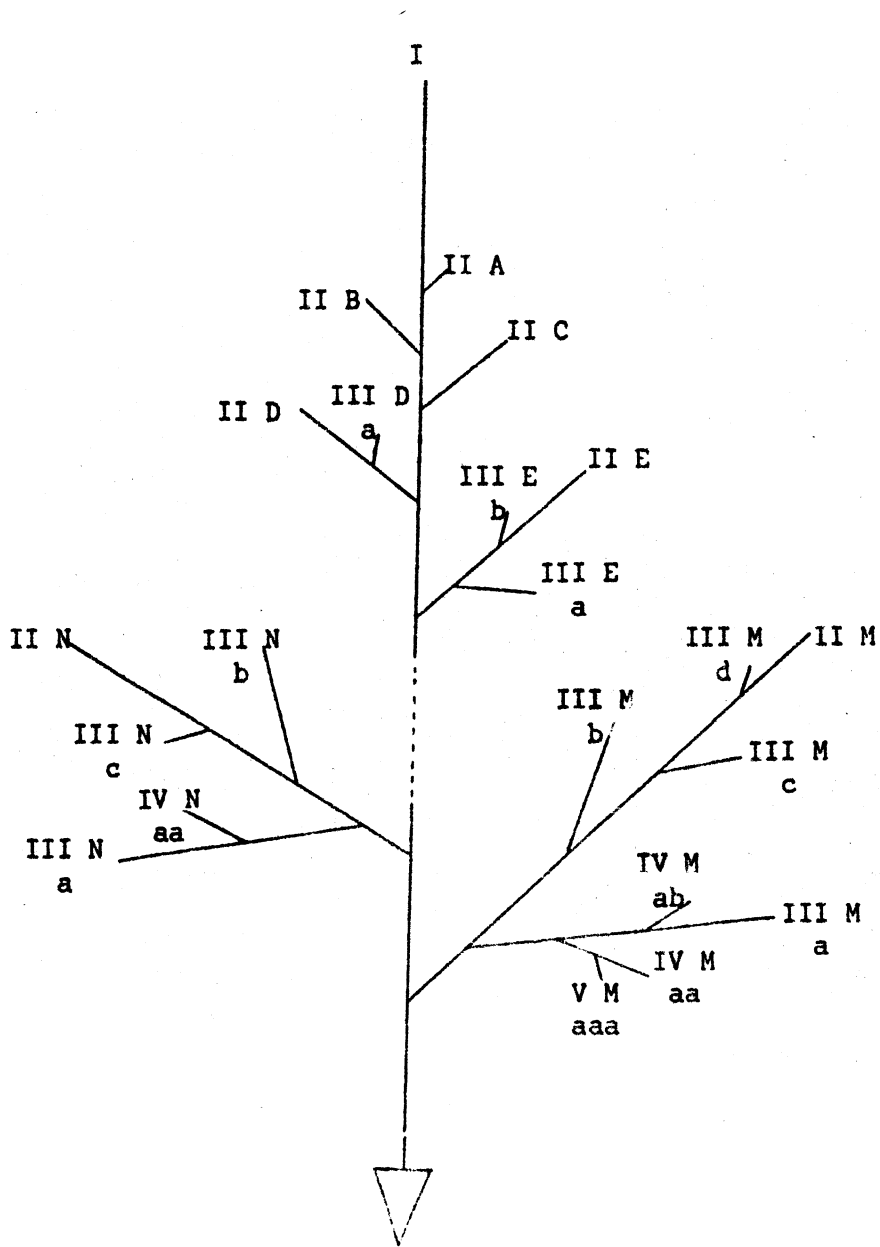


Fig. 78. Skjematisk oversikt over forgreiningen hos kålrotfrøplanter.

- I — primærorden (topp) på planten)
- II — andre orden
 - A — første (øverste) sekundærgrein
 - B — andre (nest øverste) sekundærgrein
 - osv.
- III — tredje orden
 - a — første (nederste) tertiærgrein
 - b — andre (nest nederste) tertiærgrein
 - osv.
- IV — fjerde orden
- V — femte orden

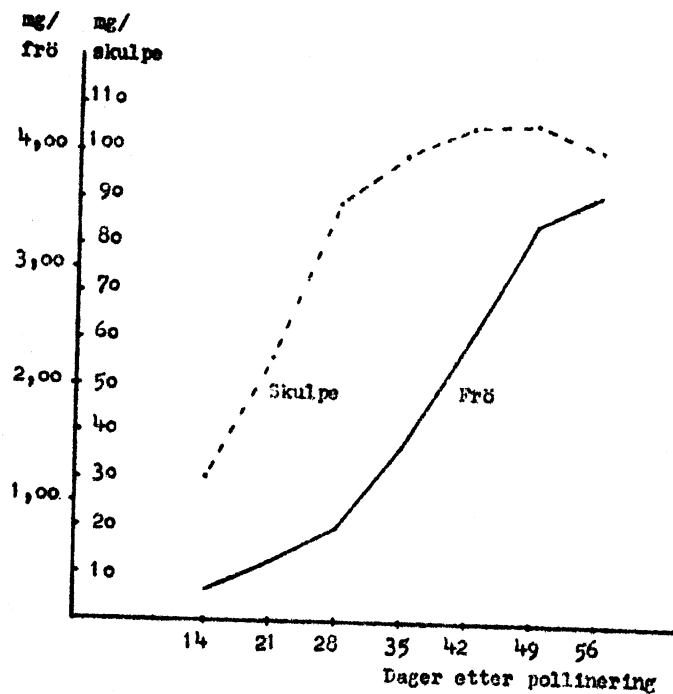


Fig. 79. Tilvekstkurver for skulpe og frø, basert på undersøkelse av nederste skulpe i primærordenen 1959.

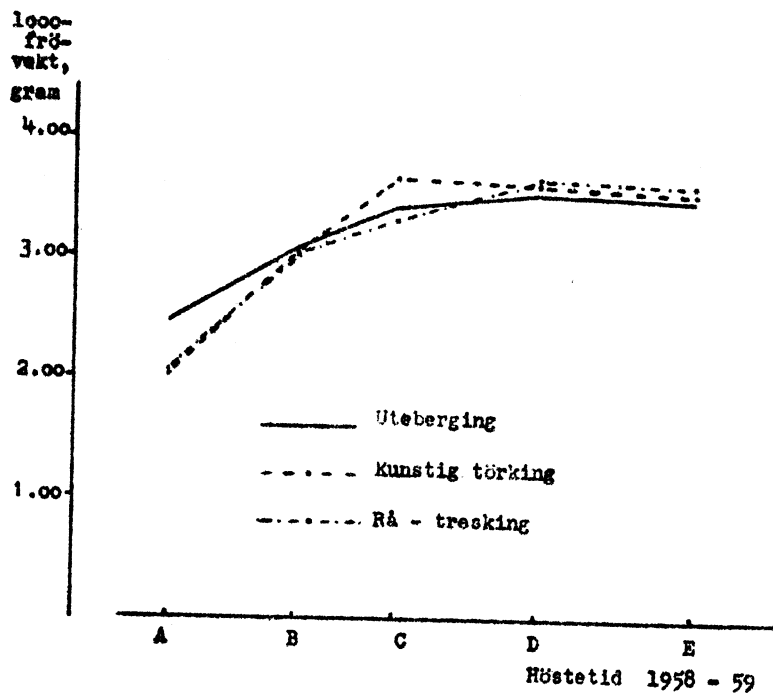


Fig. 80 Gjennomsnittlig tusenfrøvekt ved forskjellige høstetider og bergingsmetoder 1958-1959.

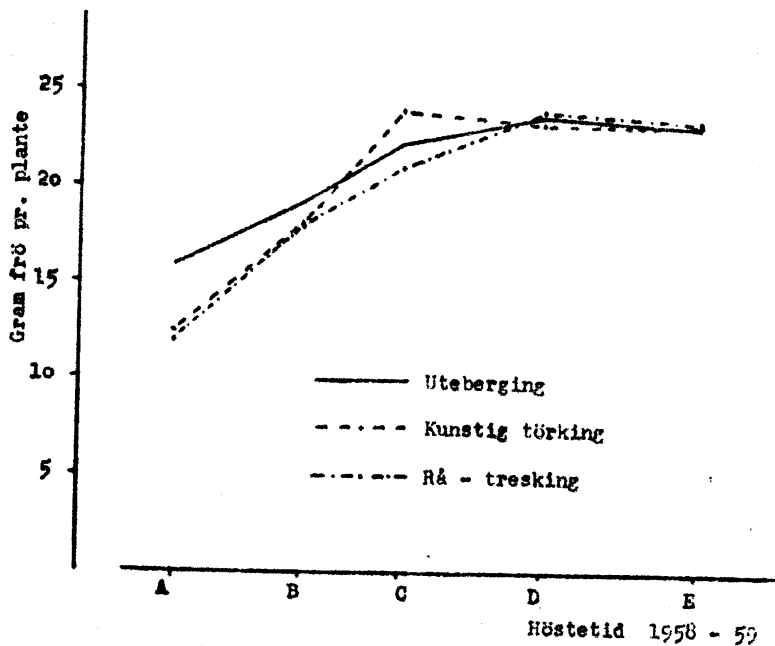
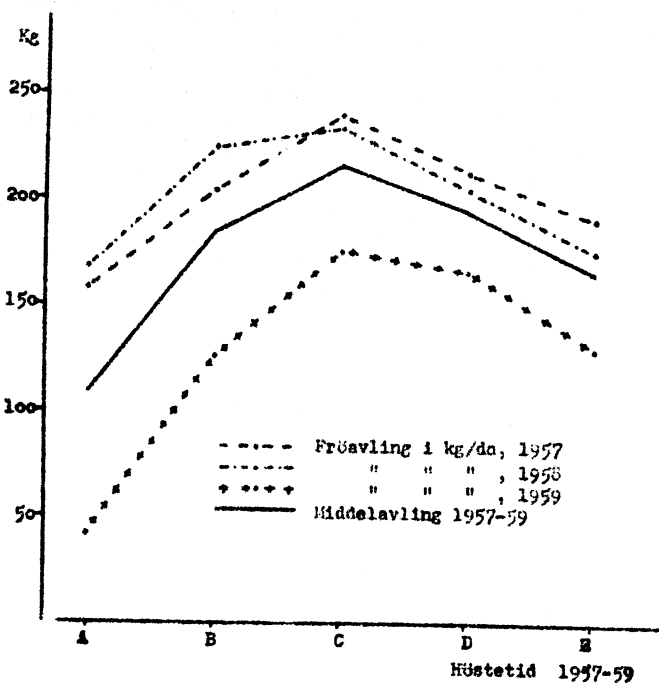


Fig. 81. Gram frø pr. plante ved ulike høstetider og bergingsmetoder, i middel for 1958—1959.



Høstetid	År	Høstedatum
A.	57	22-7
	58	31-7
	59	16-7
B.	57	30-7
	58	13-8
	59	23-7
C.	57	6-8
	58	18-8
	59	31-7
D.	57	12-8
	58	28-8
	59	10-8
E.	57	19-8
	58	11-9
	59	19-8

Fig. 82. Netto froavling ved forskjellige høstetider 1957—1959.

5. Andre spørsmål i sammenheng med frøavl.

I andre land omfatter frøavlen av rotvekster gjerne et ledd med stamsædavl som utføres på store, utvalgte røtter som lagres i kuler og utplantes om våren, mens bruksfrøavlen foregår på små røtter som overvintrer på friland, gjerne sådd i kornåker, på tvers av kornradene. Under våre forhold og med den metode som er skissert, kan stamfrøavlen foregå i plasthus på røtter som er valgt ut fra de beste familier i forsøk (eller i formering etter søskenbestøvet frø av de samme familier). Dette sparer et ledd i formeringen og tjener til å holde populasjonens avling oppe.

Jord og gjødsling har betydelig virkning på avlingsstørrelse. Ved valg av areal for tilplanting av stiklinger må en også ha for øye krysningsmulighetene både med andre sorter som dyrkes i nabolaget, og med andre arter, både ville og dyrka. Her spiller topografiske forhold en stor rolle, men ellers krever den vindbestøvende bete større avstand enn insektbestøvende vekster som kålrot og nepe. Det bør for bete være 800-1000 m avstand, og for nepe og kålrot ca. 500 m (PEDERSEN 1948, JENSEN & BØGH 1941, TEDIN & NISSEN 1932). Krysningsfaren for nepe og kålrot har øket med økende dyrking av andre Brassica-arter (raps, rybs). Hos oss har dette betydd lite fordi frøavlen og oljevekstdyrkingen stort sett har vært avgrenset til hvert sitt område. Resultater av slik uønsket kryssning er bl.a. belyst av HELWEG (1910) og HERMANSEN (1955). De tidligere avsnitt som gjelder artskryssninger innenfor Brassica-slekten, forteller ellers en god del om dette spørsmålet.

Vilkåret for en vellykket frøavl av kålrot og nepe er gode bestøvningsforhold, og her er biene viktige. Det kan være nyttig å plassere bikuber nær frøavlsfeltet. I denne sammenheng er det viktig å være oppmerksom på bienes reaksjon på plantevernmidler som må anvendes i blomstringstiden, f.eks. mot glansbille, *Meligethes aeneus* (HAMMER 1950). Soppangrep på skulper og frø er meget vanlig, og særlig forekommer *Peronospora parasitica*, *Cladosporium herbarum* og *Alternaria* spp. Ifølge HAVSTAD (1964) har disse imidlertid ikke vært særlig skadelig selv ved sterke angrep, og de har f.eks. ikke redusert frøets spireevne i hans undersøkelser.

Når det gjelder den praktiske gjennomføring av høste- og bergingsarbeidet under forholdene her i landet, vises til HAVSTAD's (l.c.) undersøkelser.

V. FORSØK MED ROTVEKSTER, SORTER.

A. Sortsforsøk.

Fra 1946 har sortsforsøkene med rotvekster her i landet vært koordinert i felles serier. Innenfor det naturlige området for de enkelte arter legges det ut et antall forsøk der aktuelle sorter tas med i alle forsøk. For kålrot og beterr har disse serier tildels gått parallelt med de tilsvarende forsøk som legges ut av det danske statsforsøksvesen, og denne institusjon har også skaffet frø for våre forsøk av samtlige sorter som er med i Danmark. Samtidig har svenske foredlingsinstitusjoner skaffet frø av sine sorter, slik at også disse har vært med i de samme serier. Dette har gjort det mulig å vurdere både skandinavisk og annet sortsmateriale på en effektiv måte.

Disse forsøksserier har sortert under Rådet for jordbruksforsøk, men med det første vil det bli en ny ordning som skal gjelde sortsforsøk med alle vekster. Det brukes felles forsøksplaner, og notater, veking, telling og andre observasjoner utføres ens i alle forsøk. Dette gjør materialene homogene og lette å trekke sammen, og det fører til en langt sikrere sammenlikning mellom sortene, fordi alle differenser er bestemt med samme nøyaktighet. Det trenges derved færre felter for å få en tilfredsstillende vurdering av sortene.

I Danmark og Sverige får sorter som er godkjent i offisielle forsøk en anbefaling for bruk i praksis. Danskene brukte tidligere et romertall som stod for den serie sorten var prøvet og godkjent i. Nå brukes en bokstav S (står for Statsforsøk), samt årstallet da vedkommende serie ble avsluttet. Vi har her i landet ikke brukt noe tilsvarende, men de danske betegnelser følger sortene også når de selges her i landet.

B. Metodikk og teknikk.

De observasjoner som blir gjort i forsøk med foredlingsmaterialer eller sorter av rotvekster, samsvarer stort sett med de foredlingsformål som er drøftet i foregående kapittel. Siden plantebestanden er meget viktig for forsøkets kvalitet, blir denne karakterisert ved opptelling av antall sprang, og antall planter som er høstet, blir også tatt med. Antall røtter er også nødvendig for utrekning av prosent røtter med klumprot og råteskade, med flere bladfester (flerhalset) og stokkløpere. Det blir også foretatt en bedømmelse av røttenes form og utseende. Formen betyr, som tidligere nevnt, mye for høsteteknikken, og grenete røtter trekker mye jord med. Sprukne røtter er en ulempe fordi sprekkekanaler kan gi adgang for råte, og også fordi matkålrot vil forringes i verdi ved sprekkdannelse.

Avlingsbestemmelsen i marken består i veging av rot- og bladavling hver for seg, og straks etter veging tas det ut prøver for tørrstoffanalyse. Selve metodikken skal en komme tilbake til seinere. Råmassen bestemt i marken, sammen med tørrstoffprosenten, gir grunnlag for utrekning av familienes eller sortenes tørrstoffavling. Det kan ellers bli tale om en rekke andre analyser av sorters matkvalitet, bestemt ved smak og konsistens i rå og kokt tilstand og ved analyse av askorbinsyreinnhold. Ved smaksanalyser er det meget viktig at dommerne arbeider objektivt. Det er f.eks. vanlig at farge og smak kobles sammen, men dette kan unngås ved å bruke spesiell belysning. Det er også viktig at sortsnavn og opprinnelse på prøven som smakes, ikke opplyses. Smaks- og askorbinsyrebestemmelser som er foretatt, viser at det finnes betydelige sortsforskjeller i disse egenskaper.

De punkter som er nevnt ovenfor, gjelder stort sett alle slags rotvekstforsøk, f.eks. også gjødslingsforsøk og andre kulturforsøk. Men det avhenger selvsagt av forsøkets art hvilke karakterer som bør legges størst vekt på. I forsøk med foredlingsmaterialer vil f.eks. spørsmål som røttenes farge og form ha større interesse enn i et gjødslingsforsøk. I gjødslingsforsøk vil derimot kjemiske analyser ha større betydning.

C. Tørrstoffbestemmelse.

Tørrstoffinnholdet er av særlig interesse fordi næringsverdien, ved en bestemt rotmasse, er direkte proporsjonal med tørrstoffprosenten. En høg tørrstoffprosent betyr også mindre transportarbeid og antakelig også bedre lagringsevne.

I tørrstoffbestemmelsen inngår flere ledd av sampling, og for å få dette uttak av prøver best mulig, må en kjenne den variasjon en har å gjøre med. Dette gjelder allerede ved uttaking av prøvene i marken. Årsaken til variasjon i tørrstoffinnhold mellom røtter og mellom forsøksruter er flere. Mellom ruter med samme sort er det spesielt vekstvilkårene som skaper variasjon idet gode vekstvilkår gir store røtter som igjen har lågere tørrstoffinnhold. Dette gjelder også innenfor den enkelte rute. I tillegg til denne lovmessige sammenheng mellom tørrstoffinnhold og rotstørrelse, er det også en mer tilfeldig variasjon. Bl.a. kan det være genetiske forskjeller mellom individene.

Det er av rent praktiske og økonomiske årsaker uoverkommelig å bestemme tørrstoffet i hele avlingen. Det må derfor tas en prøve for videre behandling, og spørsmålet er da hvor stor denne prøve bør være. Det er utført en rekke undersøkelser på dette felt. En kan si at prøvens størrelse avhenger av den nøyaktighet som kreves i forsøket. Ut fra et funnet standardavvik for et gitt antall røtter i prøven kan en da rekne ut hvilket standardavvik en får ved økning eller minking av antallet. Hvis en ved en prøvestørrelse på 15 røtter har funnet standardavviket $s = 0,36 \%$ tørrstoff, vil en fordobling av antall røtter i prøven gi $s = 0,36 \cdot \sqrt{30/15} = 0,25 \%$, under forutsetning av samme teknikk og nøyaktighet ellers. Vi tar vanlig 20 røtter pr. rute, men i andre land brukes det ofte atskillig flere. I enkelte tilfelle brukes således hele ruteavlingen.

Måten å ta tørrstoffprøven på, spiller avgjørende rolle for riktigheten av den tørrstoffprosent en finner. Sammenhengen mellom størrelse og tørrstoffinnhold tilsier at ulike størrelser av røttene må være representert i prøven. Hvis sammenhengen er linjær, er det tilstrekkelig at røttene i prøven har samme gjennomsnittsvekt som røttene på hele ruten der prøven tas. Hvis sammenhengen er krumlinjet, må det være samme vektfordeling

mellom ulike rotstørrelser i prøve og på rute. En effektiv måte til å sikre en representativ prøve, er det å ta røttene direkte fra sammenhengende rad.

Endel regresjoner av tørrstoffinnhold på rotstørrelse er vist på figurene. En figur viser også det videre forløp av analysearbeidet etter at prøven er tatt i marken. Det går fram at prøven blir veid før og etter vasking. Den jordprosent en kan bestemme utfra disse to veginger, er et godt mål for røttenes glatthet, i alle fall om det ikke er foretatt noen grundig rensing av røttene før prøven ble tatt. Vi har for beter funnet en korrelasjon $r = 0,98$ for sammenhengen mellom jordprosent bestemt på 13 sorter i norske forsøk, og glatthet bestemt i danske forsøk.

Det videre uttak av prøve fra prøven som er tatt i marken, skjer ved hjelp av en sirkelsag med flere blad, vanligvis fem. Under omtalen av røttenes anatomi, ble det gjort klart at lagringsorganet hos rotvekster ikke er noen homogen masse, men tvert imot bygget opp av forskjellige plantevev som er fordelt på forskjellige steder i roten. Dette medfører at tørrstoffinnholdet varierer tildels betydelig innenfor én og samme rot (se figurer), og dette har igjen betydning for uttak av prøven. Figurene, som vesentlig er bygget på data fra egne undersøkelser, viser fordelingen av tørrstoffet hos en del typer av rotvekster. Hos alle disse faller tørrstoffinnholdet utenfra og innover mot sentrum. De grenser som er satt for oppdeling av roten, har ikke noe klart definert grunnlag, og noen skarp overgang mellom disse partier i tørrstoffinnhold er det ikke. Tallene viser ellers forskjeller mellom gjennomsnittene på opp til 1,5 prosent.

Ved findelingen av røttene i den opprinnelige prøve er det nødvendig at hver rot blir representert i pulpmassen i samme forhold som den utgjør i prøven, og dessuten er det nødvendig at de forskjellige deler av hver rot blir representert etter samme prinsipp. Dette oppnås tilnærmet ved hjelp av en sirkelsag med flere blad. Det er forøvrig påvist i danske undersøkelser at tanding og skarphet, samt sagens fart virker inn på den tørrstoffprosent en kommer fram til. Det er likevel ikke av avgjørende betydning der det gjelder differenser mellom forskjellige forsøksledd. Holdes bare betingelsene konstant gjennom et forsøk,

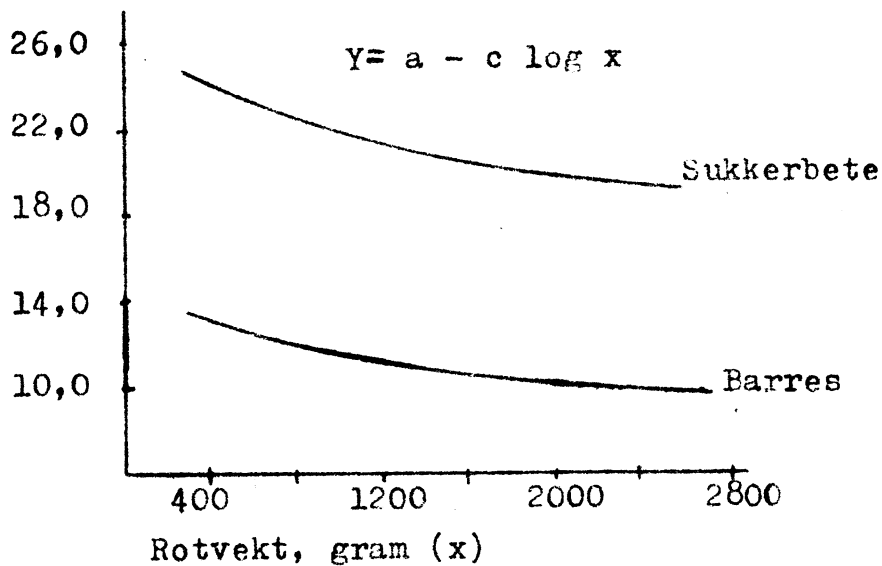
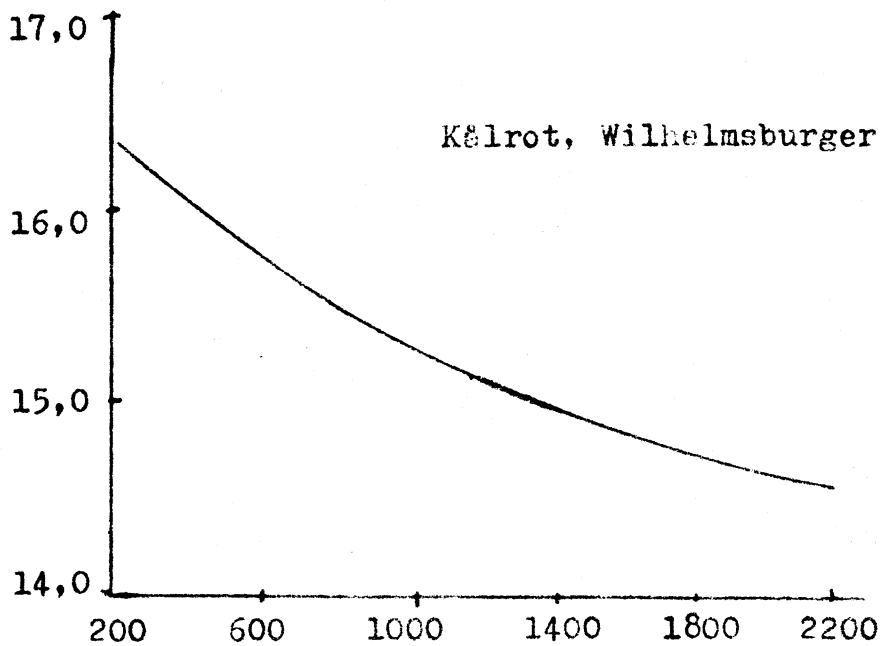
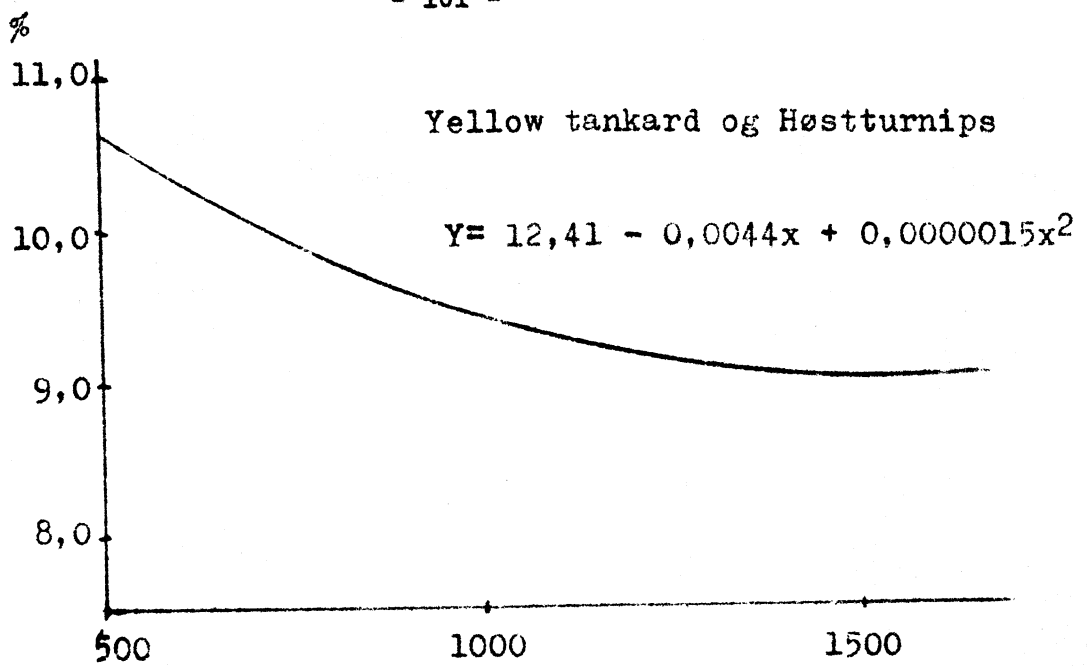
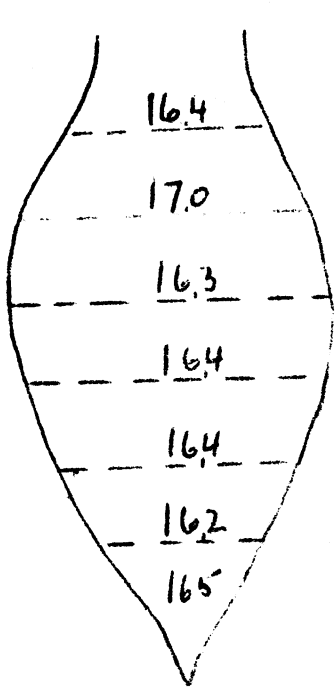
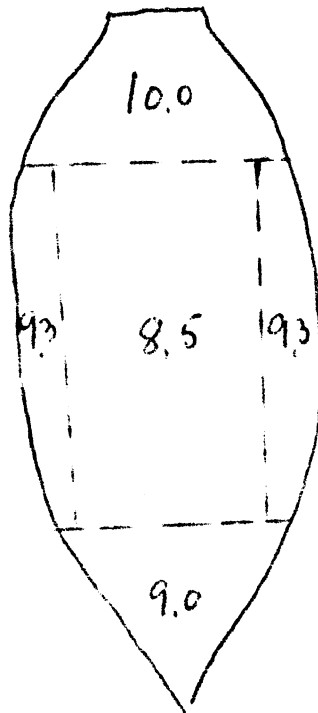


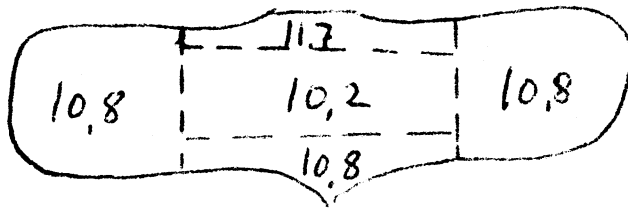
Fig. 83 . Sammenhengen mellom rotstørrelse og og tørrstoffinnhold(Opsahl upubl., unntatt betar).



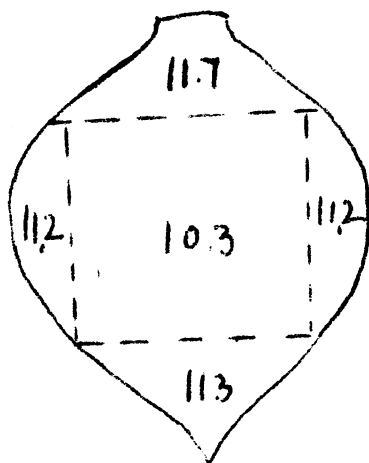
Forsukkerbete



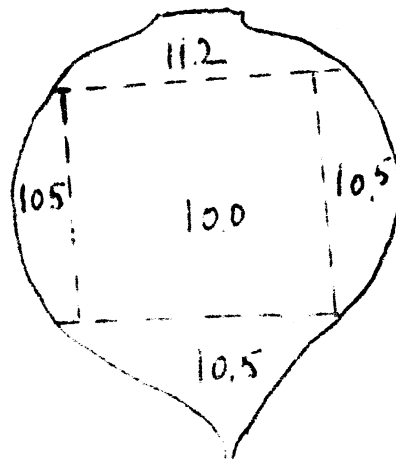
Yellow tankard nepe



Kvit Mainepe



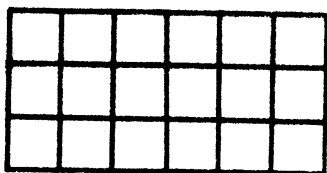
Kålrot



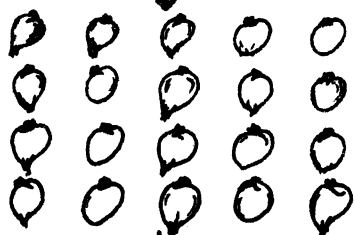
Nepe, rund

Fig. 84 . Eksempler på fordelingen av tørrstoffet innen roten. Tall etter aktuelle tørrstoffanalyser, prosent. (Opsahl upubl., unntatt beten).

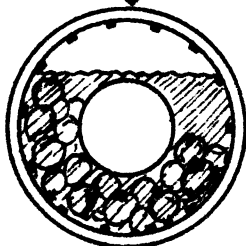
Vanlig metode for tørrstoffbestemmelse
i rotvekster.



Forsøk, ca. 130 røtter/rute



Prøve, 20 røtter pr. rute



Vasking av prøvene
(Veging før og etter vasking)

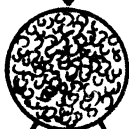


Saging av røttene

Skårne
røtter



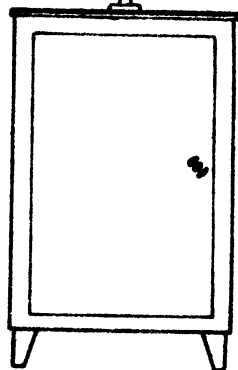
Pulp, ca. 0.5 - 1.0 kg pr. prøve



Røring



Endelige prøver (3 paralleller
å 10 g - 30 g)



Innveging

Tørrking

Utveging

vil disse differenser bli godt nok bestemt, selv om nivået kan være noe forskjøvet.

Etter saging sitter en igjen med 0,5 - 1,0 kg pulp for videre prøveuttak. Denne pulp må blandes omhyggelig. Danske tall for virkningen av mer eller mindre omhyggelig røring av pulpen, på standardavviket, viser følgende:

Håndrøring	2,5 min.	5,0 min.	7,5 min.
Standardavvik	0.054	0.043	0.029

Tilsvarende fant vi i egne undersøkelser der det ble brukt to metoder for røring:

	Standardavvik
a) Kjøkkenmaskin	0.085
b) " + rører	0.061

Det ble brukt samme røretid for både a) og b), og tallene gjelder 20 paralleller. Vanntap under rørearbeidet har liten betydning. Det er i danske undersøkelser funnet 0,1% tap ved 15° C og røring i 7 - 10 min.

Det brukes normalt tre parallelle prøver ved tørking. Disse parallellprøver tjener som arbeidskontroll og gir mulighet for kassering av prøver med sterkt avvikende resultat. Avvik kan fås ved grove vegefeil og ved f.eks. jord i prøven. Forutsatt tilstrekkelig blanding av pulpen, vil en enkel prøve være nok for tørrstoffbestemmelsen dersom en kunne se bort fra de feilkilder som er nevnt. Forøvrig ville en enkel prøve, like stor som summen av de tre paralleller, også utjevne eventuell variasjon i pulpmassen, men nedtørkingen er da vanskeligere.

Størrelsen på den enkelte prøve er ikke likegyldig, og det foreligger danske undersøkelser som viser en virkning av parallellenes vekt på den funne tørrstoffprosent:

Pulp	8 gram	10 gram	15 gram	20 gram
Tørrstoffprosent	8,56	8,66	8,70	8,74

Det er her brukt 24 timers tørketid, og tallene som gjelder kålrot, er gjennomsnitt av 6 paralleller.

Årsaken til økende tørrstoffprosent ved økende prøvestørrelse er antakelig en hurtigere nedtørking og større nedbryting av organisk stoff i de minste prøvene etter at de har tapt alt vann.

Egne undersøkelser over dette spørsmål har gitt samme resultat som tallene ovenfor viser.

En faktor som begrenser prøvestørrelsen ved nedtørking, er kapasiteten på tørkeskapet. De tørkeskap vi bruker, rommer 240 paralleller a 20 g pulp, eller ca. 5 kg. Med 10 % tørrstoff (90 % vann) blir dette 4,5 kg vann som skal fordampes i løpet av 18-20 t.

Virkningen av antall og størrelsen av paralleller på feilen på gjennomsnittet beregnes som for prøvetaking ute i marken. Ved økende prøvestørrelse og ved økende antall paralleller reduseres feilen, men virkningen er sterkest når parallellene gjøres større, fordi vegefeilen da blir mindre.

Innveging av prøvene kan gjøres med forskjellig nøyaktighet, og i mange tilfelle blir det nok overdrevet atskillig. Vanlig brukes det å angi tørrstoffprosenten med 0,1% i tabeller som angår vanlige jordbruksforsøk, og det er da tilstrekkelig å vege prøvene med 10 mg nøyaktighet. Vi fant i en observasjon følgende tall for standardavvik og tørrstoffprosent ved forskjellig avlesningsnøyaktighet.

	10 mg	30 mg	100 mg
Kålrot (kjeglepropper): \bar{x}	10,00%	10,00%	10,07%
s	0,203	0,190	0,290
Neper (pulp) \bar{x}	12,44	12,46	-
s	0,088	0,093	-

Nedgang i s fra 10 til 30 mg avlesning for kålrot er tilfeldig. Ved den groveste avlesning (100 mg) er det en svak øking i s. Det samme er tilfellet for neper ved minsking av nøyaktigheten fra 10 til 30 mg.

Ved nedtørkingen brukte en opprinnelig det prinsipp å tørke til konstant vekt. En regnet da med at alt vann var forsvunnet, og at tørrstoffet holdt seg uforandret. Dette viste seg ikke å være tilfellet, og fortsatt nedtørking førte til vektredgang hos prøven selv etter at alt vann skulle være borte.

De tap en må regne med, er åndingstap som stiger sterkt når prøven oppvarmes, og dessuten en nedbryting av organisk stoff ved høge temperaturer. Åndingstapet kan stanses ved dreping av cellene så hurtig som mulig. Dette kan skje ved dypfrysing eller ved hurtig oppvarming til høg temperatur. Nedbryting av organisk stoff kan hindres ved tørking i vakum.

De forskjellige artene forholder seg noe forskjellig når det gjelder kjemisk innhold, og dette har betydning for valg av riktig tørketemperatur. Hos beten er sukkeret vesentlig til stede som rørsukker, men i løpet av vinteren omdannes dette til drue- og invertsukker. Hos kålrot og neper er sukkeret allerede fra høsten av til stede som drue- og invertsukker. Monosaccharidene tåler mindre av høg temperatur før de nedbrytes, og for høg temperatur under nedtørking kan gi for låg tørrstoffprosent, særlig hos kålrot og nepe om høsten, men også hos beten om våren.

Danske undersøkelser resulterte i disse retningslinjer for tørketid og tørketemperatur:

Beten om høsten: 90 - 95° C i 20 timer.

" " våren: 80 - 85° C i vakum i 15 - 18 timer.

Nepe og kålrot, høst og vår: 80 - 85° C i vakum i 15 - 18 timer.

Forsøk med Foringsforsøkene, NLH, har gitt disse resultatene:

22 t. ved 75° C + 2 t ved 103° C	12,73 %
1 t. ved 103° C + 23 t. ved 75° C	13,11 %
Vakum 100 mm Hg, 6 t. ved 70° C	13,50 %
Vanndestillasjon ved toluen	13,59 %

Tallene fra foringsforsøkene synes å vise at en temperatur over 100 grader i én time straks nedtørkingen begynner, har hindret åndingstap og derfor gitt noe høyere tørrstoffinnhold enn når tørkingen starter ved 75° C. En ytterligere økning i tørrstoffprosenten fås ved vakumtørking som altså har hindret nedbryting av organisk stoff.

Egne undersøkelser tyder på at dypfrysing av småprøvene før de settes til tørking, er effektivt mot åndingstap. Våre erfaringer når det gjelder bestemmelse av tørrstoffinnhold ved vanddestillasjon med toluen, er derimot meget dårlige. Og til tross for spesialundersøkelser utført ved hjelp av kjemikere, har det ikke vært mulig å få en slik metode til å produsere pålitelige tall for tørrstoffinnhold. En slik metode ble prøvet for om mulig å finne fram til et grunnlag for bestemmelse av det virkelige tørrstoffinnhold, slik at en hadde et konkret grunnlag for vurdering av vanlig nedtørking. Det er mulig at Karl Fisher-titrering med alkohol vil vise seg brukbart i så måte. Som vi har vært inne på tidligere, betyr det likevel lite for resultatene av jordbruksforsøk om nivået er noe feil. Det viktigste er også ved nedtørkingen at forholdene holdes ens for alle prøver fra et forsøk. Da blir differensene mellom forsøksleddene riktig bestemt.

En skal kort nevne bruk av andre prøvetakingsmåter for tørrstoffprover. Slik prøvetaking er av interesse i foredlingsarbeid der en ønsker tørrstoffbestemmelse av enkeltrøtter. Hos betertas det i slike tilfeller et skråstilt borstikk, som går inn oppe i skulderen på roten, og som kommer ut nede på den motsatte side. Av den pulpmasse som bores ut på denne måte, tas en refraktometerbestemmelse på saften. Refraktometerverdien er nøye korrelert med tørrstoffinnholdet, men det må korrigeres for rotens størrelse etter en kjent regresjon.

En bestemmelse av tørrstoffinnhold hos kålrot kan utføres på det meste av roten etter at den øverste del med halsen er skåret av for utplanting. Bestemmelsen av tørrstoff kan her gjøres etter vanlig metode.

I sortsforsøk med rotvekster vil transport av tørrstoffprøvene kunne bli et økonomisk problem på grunn av den store masse det dreier seg om. Den danske kjegleproppmetoden (LAND JENSEN & NØRGAARD PEDERSEN 1956) er her et godt alternativ idet prøve-størrelsen reduseres fra ca. 20 kg til 1 kg. Det tas her ut tre plugger fra hver rot i prøven, og disse pluggene samlet fra alle røtter i prøven, utgjør da den prøven som tørrstoff-analysen foretas i.

Egne undersøkelser over kjegleproppmetodens nøyaktighet gav samme resultat som de danske. Vi undersøkte dessuten metoden for et stort antall sorter (36 betesorter og 16 kålrotsorter) for å se om forskjellig form kunne ha noen betydning for resultatene. I gjennomsnitt for alle sorter var tørrstoff-prosenten:

	Bete	Kålrot
Sag	17,4	12,4
Propp	17,1	12,1

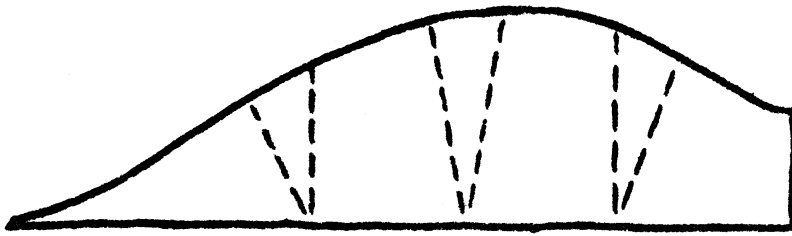
Undersøkelsen er utført ved at hver rot i alle prøver er halvert. Sagmetoden er så nyttet på den ene halvpart, og proppmetoden på den andre. Som i de danske forsøk har proppmetoden gitt litt lågere tørrstoffprosent enn saging. Det var en antydning av samspill mellom sorter og metoder, men det var ikke signifikant. Når det brukes propper, er variasjonen mellom de tre paralleller som tørkes, større enn ved sagmetoden, men dette kan tildels bøtes på ved lenger hakking av proppene. Analysen av metodene tyder ellers på at de små prøvene som tas ved propper, er mer representative for røttenes tørrstoffinnhold enn den pulpmasse som sages ut av prøven.

Vi har forsøkt tilsvarende metoder for neper. Det er der større variasjon i rotform enn hos kålrot og betesorter, slik at kjeglepropper ikke egner seg for alle sorter. Hos runde neper kan kjeglepropper brukes, men pluggene må tas på andre steder enn hos kålrot. For lange neper vil en sektor av en skive som tas 1/3 ned på roten, gi en representativ prøve, mens det hos flate neper må tas en sektor direkte inn i roten. Det foreligger

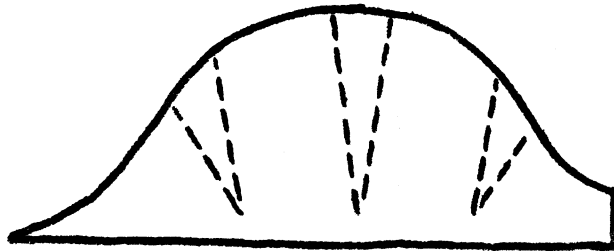
utarbeidet detaljforsrifter for slik prøvetaking. Våre undersøkelser over riktigheten og nøyaktigheten ved bruk av slike småprøver hos neper, tyder på noe større feil enn det en får ved kjegleproppmetoden hos kålrot og betes. En antydning av samspill sorter x metoder er imidlertid ikke signifikant i de forholdsvis omfattende forsøk som er gjort med sorter av alle typer. I motsetning til kjegleproppmetoden synes småprøver hos neper å gi noe høyere tørrstoffprosent enn sag. Det vil antakelig kunne rettes på ved finjustering av prøvetagningen. Korrelasjonen mellom prosentene funnet ved sagemetoden og ved småprøver, har for neper vært $r = 0,95$, som er meget signifikant, men noe lågere enn hos betes der $r = 0,99$.

En vurdering av totalavling for de enkelte forsøksledd forutsetter tørrstoffbestemmelse også i bladene. Uttaking av bladprøver for tørrstoffanalyse kan følge de samme retningslinjer som for rot, idet en tar bladverket av et antall røtter fra sammenhengende rad. Bladprøven hakkes på en hurtighakker med roterende skål slik at blandingen av massen, 20-30 liter, blir god. Uttakingen av småprøver og nedtørking blir som for pulp. Noen spesielle undersøkelser over temperatur og tørketid har vi ikke ennå, men en nedfrysing før tørking vil nok ha samme virkning som for pulp. En har i flere materialer funnet en betydelig korrelasjon mellom tørrstoffinnhold i rot og blad.

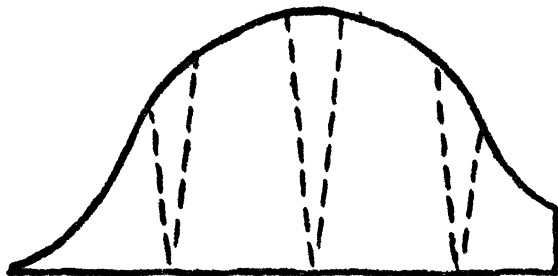
Av praktisk interesse er bruk av små kakeformer av papir til både pulp og bladmasse. Disse har meget nær ens vekt, og tarering gir nettovekt både ved inn- og utveging.



FÖRBETER

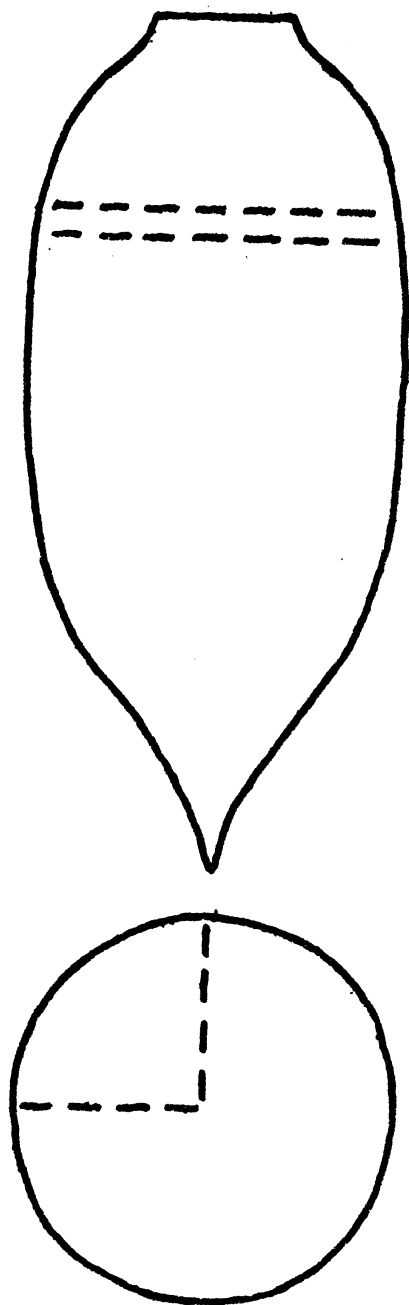


KÅLROT

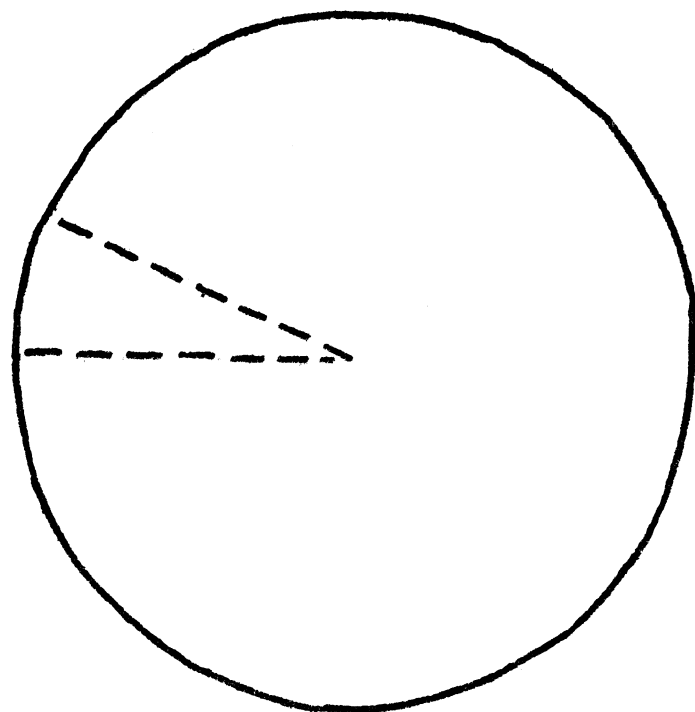
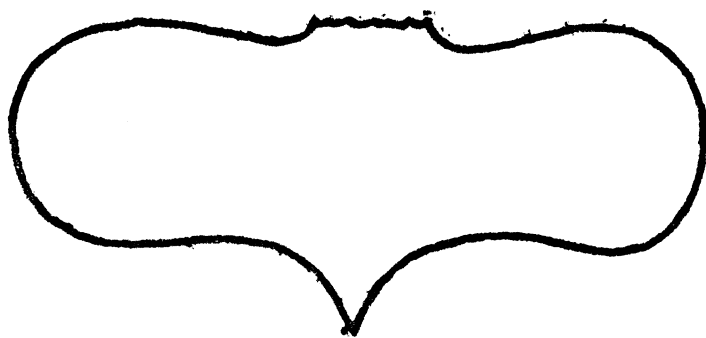


RUNDNEPER

Fig. 85. Uttak av småprøver (kjeglepropper) for tørrstoffanalyser av beten, kålrot og rundneper (Beten og kålrot: Land Jensen & Nørgaard Pedersen 1956, neper: Opsahl unpubl.).



LANGNEPE



FLATNEPE

Fig. 86. Uttak av småprøver for tørrstoffanalyser av lang- og flatneper
(Opsahl upubl.).

D. Sorter av rotvekster.

En gruppering av sortsmaterialet av nepe kan gjøres på følgende måte(se fig. 26, side 38):

Rotkjøtt	Rotform	Eks. på sorter
Gult	lang	Yellow tankard Fynsk bortfelder Weihulls Immuna, m.fl.
	rund	Dales hybrid
	flat	Målselvsnepe
Hvitt	lang	Østersundom
	rund	Brunstad Greystone Høstturnips
	flat	Kvit mainepe Majturnips

Enkelte sorter kan ikke grupperes på denne måten, f.eks. Svaløfs Sirius som har røtter både med hvitt og gult kjøtt. Det samme gjelder Foll.

En gruppering av sorter etter forholdsvis konstante egenskaper er vist nedenfor. Tallene for tørrstoffprosent er omtrentlige middeltall i våre forsøk.

Sorter	Form	Kjøttfarge	Skoltfarge	Tørrstoffprosent	Klumprot resistens
Østersundom, Rosk.	lang	hvit	rødfiolett	9	0
Sval.Sirius, 4x	lang	blandet	blandet	9	0
Yellow.tank.Rosk.	lang	gul	grønn	9,5	+
Høsttrunips, Rosk.	rund	hvit	grønn	11	++
Foll	rund	blandet	grønn	10	++
Majturnips, Rosk.	flat	hvit	grønn	12,5	+++
Kvit mainepe	flat	hvit	grønn	12,5	+++

Kålrotsorter som brukes i Skandinavia og i de fleste andre kålrottyrkende land, har gult kjøtt. Det finnes imidlertid former med hvitt kjøtt, f.eks. i Tyskland. De aktuelle typer med gult kjøtt kan grupperes slik (se fig. 25, side 38):

Farge på overdel av rot	Sortsgruppe	Eksempel på sorter
Rødfiolett	Bangholm	Bangholm Ruta Øtofte " Wilby Øtofte " Pajbjerg Sahna Svaløfs Fenix Bangholm Weibulls Bangholm Bangholm Olsgård
	Trønderkålrot	Trøndersk Hylla " Kvithamar " Brandhaug Hardangerkålrot
Grønn	Wilhelmsburger	Wilhelmsburger Øtofte " Trifolium m.fl.
	Trondheimsk	Gul svensk Haukebø Stenhaug Gøta

Innenfor de typer som har rødfiolett overdel på roten, kan det være betydelig fargevariasjon, og Trønderkålrot er stort sett mørkere farget enn Bangholm. Gruppen Trondheimsk kålrot er noe usikker. Det er sannsynlig at de norske typene i denne gruppe stammer fra Gul svensk. De lokale norske sortene i Trøndelag og Nordland har en rekke meget karakteristiske egenskaper (OPSAHL & RINGLUND 1961, AURANAUNE 1958). En rekke sorter som er foredlet ved krysning, kan vanskelig grupperes etter skjemaet ovenfor. Noen har ofte bronsefarget overdel og avviker gjerne også på andre måter fra en typisk Bangholm eller Wilhelmsburger. Dette gjelder bl.a. Gry som er foredlet ved NLH (OPSAHL 1964). Denne er sterk mot klumprot og står også blandt de beste i tørrstoffavling. Motstandsevnen mot klumprot har den fått fra den svenske sorten Weibulls 0505 som er en av foreldrene.

Vi bruker ofte betegnelsen forbeter for alle typer av beter som brukes til fôr. På grunn av den store variasjon i rotform, voksemåte, farge og tørrstoffinnhold kan det imidlertid være nyttig med en oppdeling innenfor forbedene, og et eksempel på en slik gruppering er vist nedenfor (se fig. 24, side 38):

Gruppe	Rotform	Eks. på sortsgrupper og sorter	Tørrstoffprosent
Lågprosentige forbeter	lange, jevntykke	Forekommer meget sjelden nå	11-16
	halvlange, fyldige	Barres Eckendorfer	
	runde, ovale	Kirsches Koloss Altburger	
	flattrykt	Oberndorfer	
Forsukkerbeter	kjegleformet, noe varierende lengde	Øtofte Pajbjerg Rex " Korsroe Svaløfs Sirius og Nova Weibulls Triumf m.fl.	15-20
Sukkerbeter til fôr	lang, kjegle	Hunsballe Hinderupgaard m.fl.	20-22

Av de mer lågprosentige typene bruker vi fortrinnsvis Barresorter. Ellers er Eckendorfer-sorter brukt mye i Tyskland. Av forholdsvis lange typer har vi hatt med endel hollandske. De har gitt stor avling, men formen er til ulempe ved høstingen. De oppførte sortene av forsukkerbeter er alle vanlige handelsorter som delvis har vært i bruk her i landet. De forskjellige typers voksemåte er delvis omtalt tidligere, og den går også fram av figurene over rotform hos forskjellige typer på side 38.

Pedersen (1927) har undersøkt lengdevekstens lokalesving, størrelse og fart hos forskjellige sorter. Den 10. juli stakk han inn en nål i skillet mellom epicotyl og hypocotyl, samt ved jordflaten. Hver 10. dag seinere ble en nål stukket inn ved jordflaten. Samtidig med plassering av målene ble avstanden mellom dem målt. Det kvantitative uttrykk for veksten er vist i figurene, der omrisset av røttene er satt opp etter måling, og der tallene til høyre gjelder tørrstoffprosent, absolutt og relativt.

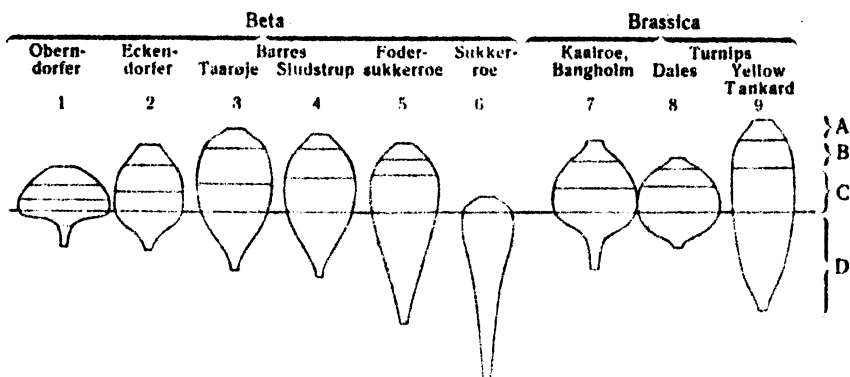


Fig. 87. Omriss av sortene. A. Epicotyl, grensen for denne ble avmerket 10. juli. B. Avstand fra epicotyl til jordflate 10. juli. C. Den delen av "roten" som er vokset opp av jorda etter 10. juli. D. Den underjordiske delen av utvokst rot (Pedersen 1927).

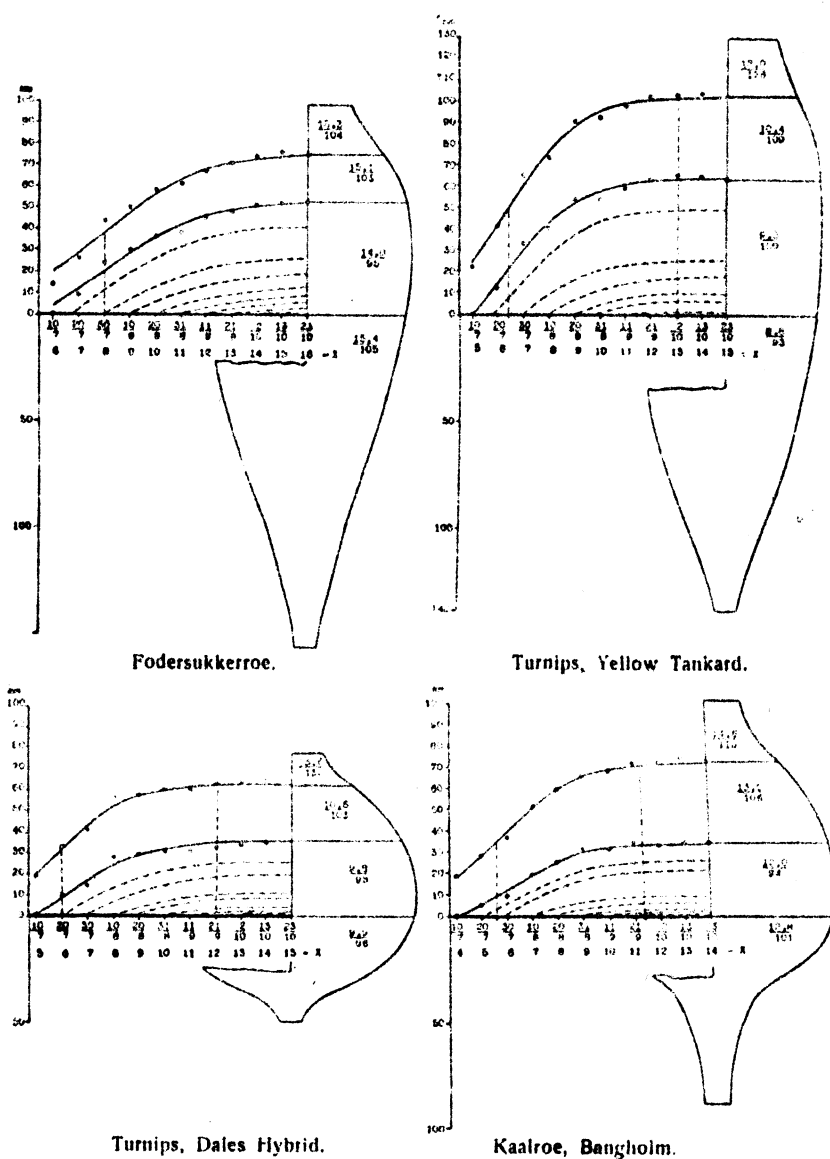


Fig. 88. Observerte punkter og matematiske vekstkurver for fire sorter. Til høyre: tørrstoffprosent og relativt tørrstoffinnhold ("roten" = 100) i de forskjellige deler (Pedersen 1927).

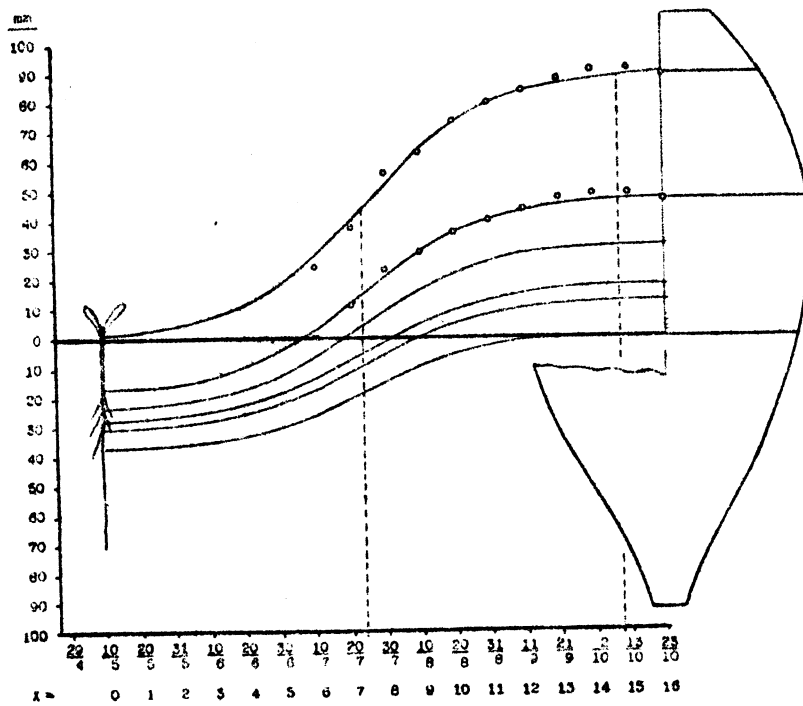


Fig. 89. Det fullstendige forløp av lengveksten hos Barres, Sludstrup, fra frøplante til utvokst rot (Pedersen 1927).

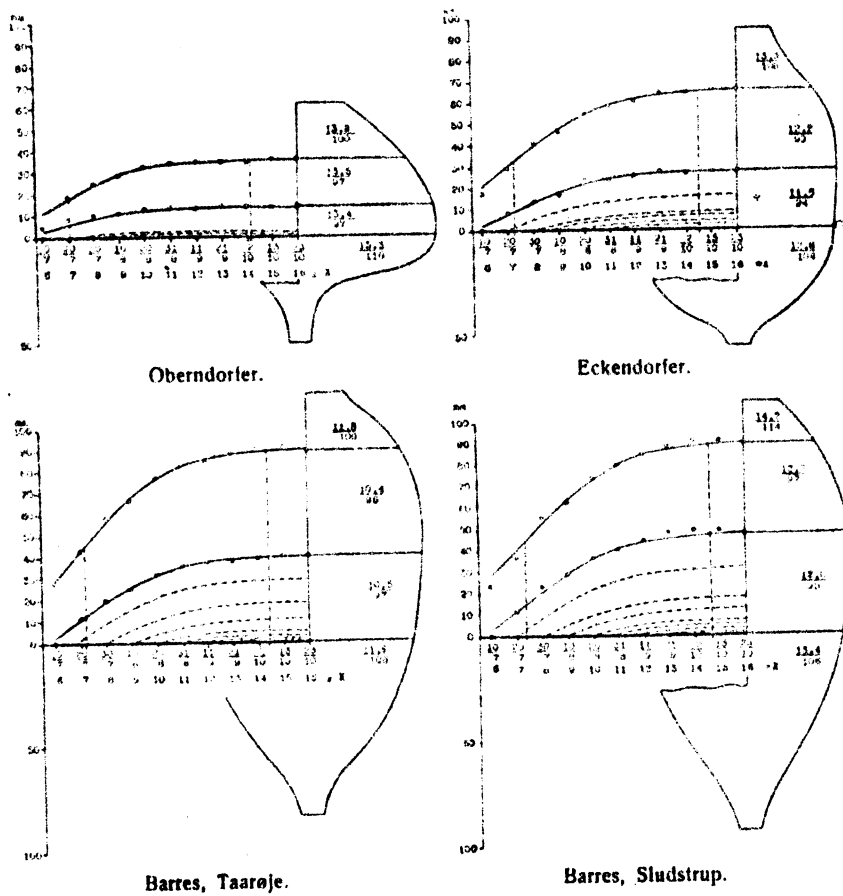


Fig. 89. Observerte punkter og matematiske vekstkurver for fire sorter (Pedersen 1927).

E. Sukkerbeter til fabrikk.

Disse spiller i en rekke andre land større rolle enn beter til for. Her i landet har sukkerproduksjon aldri fått noen plass i jordbruket, og årsaken er vel særlig av handelspolitisk karakter. I forsøk med typiske fabrikkbeter har en i de klimatiske beste strøk av landet produsert en suktermengde pr. dekar som kan måle seg med det som oppnås i andre sukkerproduserende land. Dyrkingsmessig er det derfor ikke noe til hinder for sukkerproduksjon. Teknisk er det heller ikke umulig idet relativt enkle anlegg for konsentrasjon av saften kan opprettes for en foreløbig oppsamling før videre transport. Spørsmålet om sukkerbetedyrking kommer hyppig opp, men det er sannsynligvis riktigere at land som har bedre vilkår for sukkerbetedyrking i stor målestokk, driver denne produksjon. Som argumenter for sukkerbetedyrking her i landet, har en f.eks. betydning som mellomvekst ved ensidig korndyrking, og også forsyningsmessige forhold.

Når det gjelder dyrkingen, er det ingen større forskjell mellom sukkerbeter til fabrikk og andre bete-typer, men som det går frem av neste kapittel, må en regne med større krav til vekstforholdene med økende tørrstoffinnhold. Fabrikkbetene er meget tørrstoffrike, og dermed også meget kravfulle når det gjelder vekstvilkår. Den kjemiske sammensetning av roten, som er av betydning for den mengde sukker som utvinnes, påvirkes av gjødslingen.

Sukkerbetedyrkingen har gitt grunnlag for et omfattende foredlingsarbeid som vesentlig utføres på forretningsmessig basis. Både i Sverige, Danmark og i andre europeiske land, har slike institusjoner investert meget store beløp i utstyr for en moderne foredling av sorter for sukkerbetedyrkerne (Hilleshøg, Maribo, Klein Wanzleben, o.a.). De foredlingsformål som er aktuelle, faller delvis sammen med det vi har for beter til for (polyploidiforedling, ett-kimet frø, sykdomsresistens, utnyttelse av heterosis, bruk av hansterilitet, artskryssninger, etc.) Foredlingsformålet er ellers først og fremst sukkeravling (utvunnet i produksjonen), og i denne sammenheng foredles det ofte for ulike typer (E, N, Z og ZZ i Klein Wanzlebens betegnelse for sukkerprosent, rotavling og veksttid).

VI. ROTVEKSTENES VEKSTKRAV OG DYRKING.

A. Krav til værslag.

Grunnleggende undersøkelser når det gjelder rotvekstenes krav til temperatur og nedbør, ble gjort av VIK (1914). På grunnlag av 85 forsøk med kålrot, neper og beten i perioden 1897-1912 ble artenes (og sortenes) avlinger av tørrstoff gruppert etter temperatur, varmesum = (temperatur x veksttid) og nedbør i forskjellige vekstperioder. Varmemengden for de forskjellige distrikter varierte fra ca. 1700 til 2200 døgngrader, og de forskjellige arters og sorters tørrstoffavling viste forskjellig økning ved de forskjellige varmemengder. Kvit mai nepe reagerte ikke særlig på økende varmemengder, men Dales hybrid øket avlingen noe når varmemengden ble større. Det samme var tilfellet med kålrot, men i sterkere grad. Sterkest reaksjon på varmemengden viste betene som ved minste varmesum (1700 dg) ikke ga mer enn tredjeparten av kålrotas tørrstoffavling. I motsetning til neper og kålrot, økte betene avlingen helt til største varmemengde.

Undersøkelsen viste at hurtigvoksende neper greier seg godt med en varmesum på ca. 1700 døgngrader, mens kålrota ikke øket avlingen særlig over 2000 dg. Betene har som nevnt øket avlingen helt til største varmemengde (ca. 2200 dg).

Avlingen hos de forskjellige arter og sorter ble også gruppert etter juni - juli og august - september nedbøren. De fleste artene greide seg godt med en nedbørsum på 80 mm i juni-juli, men sukkerbetene satte pris på noe større regnmengder (100-150 mm). Også mainepe reagerte positivt på større nedbørsmengder enn 80 mm, sannsynligvis fordi tilveksten begynner tidligere enn hos andre sorter. Økende nedbør i juni-juli gir større bladmasse, men betyr forholdsvis lite for tørrstoffprosenten.

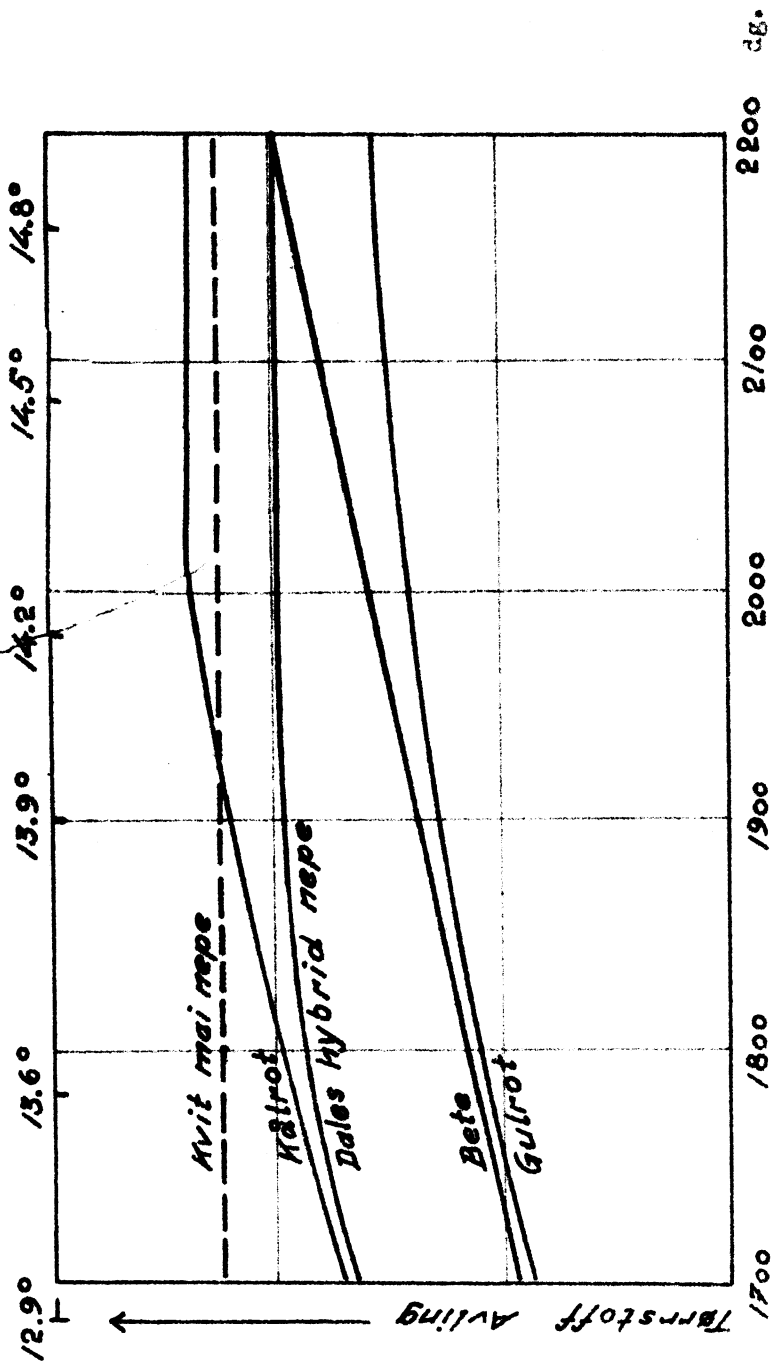


Fig. 90. Virkning av stigende varmesum i vekstida (nede) og stigende middeltemperatur i juni-september (oppe) på tørrstoffavlingen hos rotvekster (modifisert etter Vik 1914).

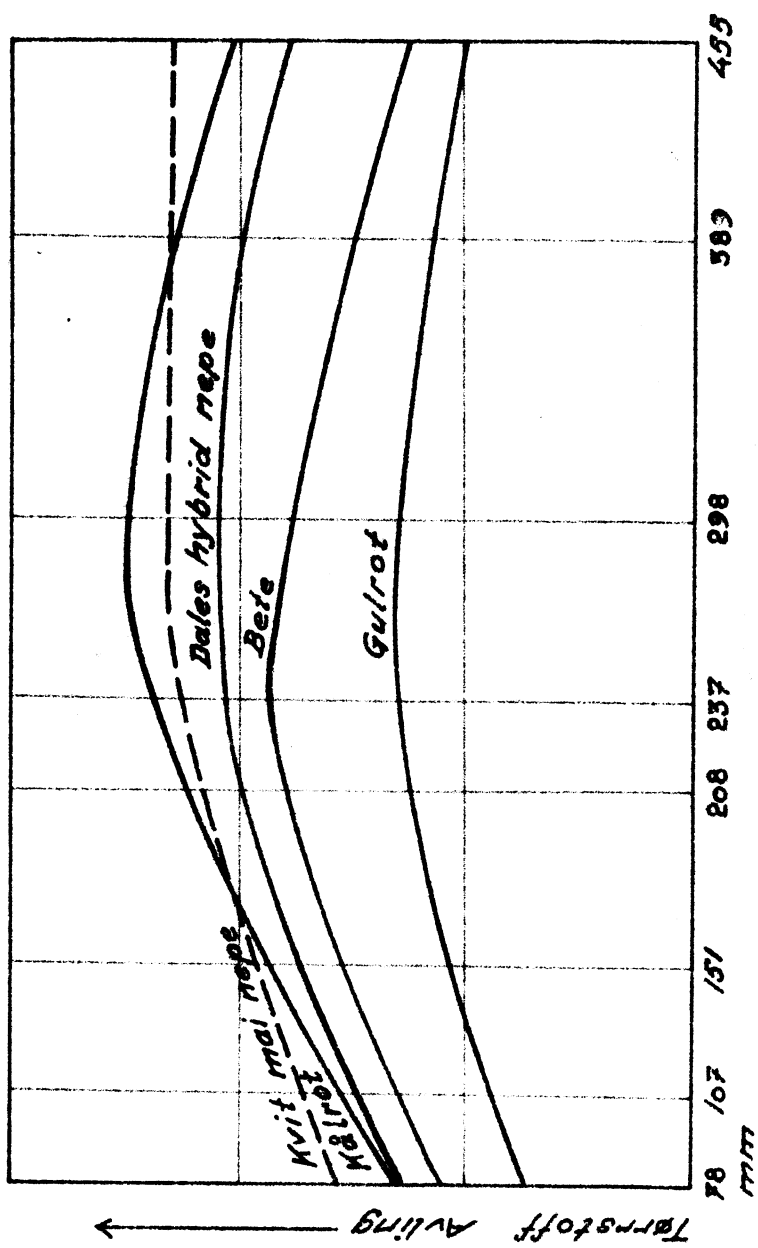


Fig. 91. Virkning av nedbør i august-september på tørrestoffavlingen hos rotvekster (modifisert etter Vik 1914).

I august-september trenger rotvekstene mye vann fordi tilveksten er sterkest på denne tid. Alle arter og sorter øker avlingene sterkt opp til 200-250 mm i disse to måneder. Over denne grense er det heller en nedgang i avling. Bortsett fra Kvit mai så artene ikke ut til å ha forskjellige krav til nedbøren i august-september.

Økende avling med økende nedbørmengde skyldes stigende rotavling. Samtidig synker tørrstoffprosenten. Nedgangen i tørrstoffprosent var særlig tydelig hos kålrot og neper. Den er krumlinjet med avtakende fall ved økende nedbørmengder. Fallet i tørrstoffprosent kan ikke på langt nær oppveie økningen i rotavling, og derfor er det positiv virkning på tørrstoffavlingen.

En undersøkelse av temperaturens og nedbørens virkning er meget vanskelig fordi det både er vekselvirkning mellom disse, og fordi det også er andre faktorer som i høy grad er med og bestemmer avlingen (jordkultur, gjødsling, såtid m.m.). Senere undersøkelser har bekreftet de resultater som er omtalt foran.

I forsøk med betesorter i perioden 1950-1953 (OPSAHL 1954) ble det funnet en regresjon av tørrstoffavling på varmesum på 0.83 kg, dvs. at for en økning i varmesum på en døggrad, øker tørrstoffavling med 0.83 kg pr. dekar. En tilsvarende beregning for veksttid ga 8,7 kg økning i tørrstoffavling pr. dekar for hvert døgns veksttiden ble lenger. Resultatet for virkning av varmesummen er noe sterkere enn i VIK's undersøkelser som ga 0.65 kg pr. dekar pr. døggrad.

I en senere forsøksserie med betesorter (1956-59) (OPSAHL 1960) var reaksjonen på varmesummen betydelig mindre enn det som ble funnet for perioden 1950-53. Årsaken til de ulike utslag er sannsynligvis direkte skadevirkning av varmen (og tørken) i 1955. I den siste perioden er det derimot tydelig utslag for nedbøren. I gjennomsnitt var det således en økning i tørrstoffavling på 1,2 kg pr. dekar pr. mm nedbørsøkning.

Resultatene for kålrot (OPSAHL 1958) viser at også denne art setter pris på lengre veksttid, idet tørrstoffavlingen øket med 6,6 kg pr. vekstdøgn. Det meste av denne virkning faller på såtiden som viste sterk effekt på tørrstoffavlingen. Tørrstoffavling i rot minket med 18 kg pr. dekar for hver dag såtiden ble utsatt (i tiden 5.5 - 7.6).

Kålrotforsøka er utført så langt nord som til Stjørdal, og det er sannsynlig at det meste av utslaget skyldes steder med relativt kort veksttid. I samme periode var det også et positivt utslag for økende nedbørmengder, idet tørrstoffavlingen øket med 0,9 kg tørrstoff pr. dekar pr. mm økning i nedbøren.

Også forsøkene med nepesorter viser stigende tørrstoffavlinger med lengre veksttid. Utslaget var 6,8 kg pr. dekar pr. vekstdøgn. I disse forsøk som ble utført i perioden 1953-1956 (OPSAHL 1957), var feltene plassert så langt nord som til Tromsø, og utslaget skyldes nok særlig resultatene på steder med kort veksttid. Det var ikke noe direkte utslag for stigende gjennomsnittstemperatur i veksttida (mai-september). Nedbøren viste svak positiv sammenheng med tørrstoffavlingen.

I disse serier, som altså omfatter artene enkeltvis, har en også undersøkt de enkelte sorters reaksjon på endel av vekstvilkåra. Det ble f.eks. i nepeforsøkene i perioden 1953-56 funnet at avlingen hos Yellow tankard nepe øket betydelig sterkere enn for Kvit mai og Østersundom når veksttiden ble lengre. Innenfor det området som er aktuelt, øket Yellow tankard avlingen med 1,5 kg tørrstoff for dekar pr. vekstdøgn mer enn Kvit mai, mens det tilsvarende tall sammenlignet med Østersundom var 1,0 kg tørrstoff. Den autotetraploide nepesorten, Svaløfs Sirius, syntes ellers mer tørketålende og mindre varmekrevende enn Yellow tankard. Ved økende gjennomsnittstemperatur for perioden mai-september har Yellow tankard øket avlingen av tørrstoff med 13 kg pr. dekar pr. grad sterkere enn Svaløfs Sirius, og ved økende nedbør i samme tidsrom har Yellow tankard øket tørrstoffavlingen i rot pr. dekar med 28 kg pr. 100 mm sterkere enn Sirius.

Virkingen av klimaforhold på avlingene hos rotvekster er ellers undersøkt ved flere forsøksstasjoner. SLØGEDAL (1938) fant følgende relative tall for avling av forenheter i forsøk på Vågnes:

	F.e. pr. dekar	
	Formargkål	Nepe
Middelavling 1931-1937	591	603
Varme og tørre år	104 %	100 %
Varme og våte år	83 %	100 %
Kalde og våte år	63 %	100 %

Det er under disse forhold klart at formargkål har reagert mer negativt enn nepe når værforholdene har vært ugunstige.

HOVD (1946) fant avlingsutslag for temperaturvariasjoner på Mæresmyra. I gjennomsnitt for 4 nepesorter viste avlingen følgende avvik fra gjennomsnittet i varme og kalde år (juni - september temperatur/varmesum og nedbør).

	Varmesum, dg.	Nedbør, mm	F.e.avling
Varme år (6)	+216	-67	853
Middels år (6)	- 4	+ 4	777
Kalde år (6)	-149	+21	719

EIKELAND (1938) fant disse korrelasjonskoeffisienter for sammenhengen mellom avling hos forskjellige nepesorter og klimafaktorer:

	Fynsk bortf.	Dales hybrid	Kvit mai	Trønder- kålrot
Total r.temp/f.e.	0.62	0.44	0.69	0.76
Partiell r. temp./f.e.	0.46	0.34	0.57	0.67
Total r.nedbør/f.e.	-0.52	-0.30	-0.51	-0.49
Partiell r.nedbør/f.e.	-0.27	-0.07	-0.21	-0.12

$$r_p \text{ } 0.05 = 0.51$$

I tillegg har han gruppert forsøkene etter varme og kalde år. For målestokksorten var resultatet:

	F.e.pr. dekar	
	Kalde år	Varme år
Fynsk bortfelder	559	719

Varme somrer har åpenbart hatt en positiv virkning på nepeavlingen på forsøkgarden i Trøndelag. Resultatet er ellers ikke bare et utslag for varme. I varme år er såtiden blitt tidligere, og ellers har en også en effekt av nedbøren.

I korrelasjonene ovenfor er denne nedbørseffekt eliminert ved beregning av de partielle koeffisienter. En finner her det merkelige forhold at Kvit mai i Trøndelag setter større pris på varme enn andre nepesorter. Dette er ikke i samsvar med resultatene ellers, og må henge sammen med spesielle vekstforhold.

B. Reaksjon på forskjellige avlingsnivå.

Avlingsnivået viser på en måte den totale effekt av alle vekstfaktorer, både klimatiske og jordbunnsforhold. Hvis en sammenlikner en enkelt sorts avlingsvariasjon fra felt til felt med den gjennomsnittlige variasjon for en rekke andre sorter på de samme felter, vil en kunne se om sorten reagerer sterkere eller svakere enn resten av sortene på de vekstvilkår som betinger variasjon i avlingsnivået. Siden nedbør og temperatur har en virkning på avlingsnivået, må en vente at en sorts reaksjon på dette nivå, i noen grad er korrelert med den tilsvarende reaksjon på klimaforhold. VIK (1944) fant disse tall for forskjellige rotvekstarter:

Gjennomsnittavling	Kg tørrstoff pr. dekar:		
	Sukkerbete	Kålrot	Nepe
Liten	600	- 70	- 70
Middels	800	- 190	- 120
Stor	940	- 220	- 160

De absolutte tall bør en her ikke legge større vekt på. Det er således lite sannsynlig at betene gjennomsnittlig vil gi den meravling som går fram av tallene ovenfor, sammenliknet med kålrot og nepe. Det viktigste er her den økende differens mellom betene på den ene siden og kålrot og nepe på den andre, jo bedre vekstvilkårene blir. Dette er en meget viktig konklusjon når det gjelder artenes vekstkrav. Betene står bedre sammenliknet med de andre artene jo høgere avlinger det er, dvs. jo bedre vekstforholdene er.

Den artsreaksjon det her er tale om, er et gjennomsnittsuttrykk for de sorter som har vært med. Det viser seg også når det gjelder reaksjon på avlingsnivå, at sortene innenfor hver art reagerer forskjellig. I de norske forsøksserier med kålrot-, nepe- og betesorter er slike sortsreaksjoner undersøkt (OPSAHL 1954, 1957, 1958, 1960, 1962, 1964). En går ut fra den gjennomsnittlige avling av alle sorter i forsøket som uttrykk for avlingsnivået, og ser da hvordan de enkelte sorter følger forandringer i denne gjennomsnittsavling fra felt til felkt. En del av de resultatene som er påvist, er satt opp nedenfor (gjennomsnitt av alle sorter = 100).

Beter

Tørrstoffrike sorter (22 % tørrst.)	109 %
Tørrstoff-fattige " (14 % ")	91 %

Kålrot

Gj.snitt Bangholm-sorter	103 %
" Wilhelmsburger-sorter	95 %

Neper

Yellow tankard	108 %
Kvit mai	82 %

For betene er det her tydelig at de tørrstoffrike sortene har øket avlingen betydelig sterkere enn de tørrstoff-fattige. Dette forklarer i stor utstrekning hvorfor sortene viser forskjellig rekkefølge i danske og norske forsøk.

For kålrot viser resultatene at Bangholmsortene hevder seg relativt bedre jo bedre vekstvilkåra er. Det er forøvrig kjent også fra andre undersøkelser at Wilhelmsberger-sorter står relativt bedre under ugunstige vilkår. For nepene viser tallene en kraftig forskjell på reaksjon på avlingsnivået for Yellow tankard og Kvit mai, der den første utvilsomt blir mer konkurransedyktig jo større avlinger en får. Også mellom andre sorter kan det påvises tilsvarende forskjeller.

Gruppering etter avlingsstørrelse i sortsforsøk med nepe er også utført av EIKELAND (1939). Også han påviste ulik reaksjon fra sortenes side. Spesielt for de to meget nærstående Majturnips, Roskilde B og Kvit mai fant han en interessant forskjell i

reaksjon som tyder på at selv om disse sortene er meget like, er de likevel forskjellige i fysiologiske egenskaper.

C. Artenes reaksjon på jord, forgrøde, gjødsling, jordkultur.

Avlingsnivået er som nevnt et samlet uttrykk for en rekke vilkår, og av disse er de klimatiske faktorer drøftet foran. VIK (1944) har også undersøkt endel andre forhold som er medbestemmende for totalavlingen hos de tre rotvekstartene. Det blir her bare gitt noen korte utdrag av resultatene.

Virkning av jordreaksjon, pH, på tørrstoffavling (kg pr. dekar):

	Beter	Kålrot	Neper
pH 5,5	670	-130	- 50
pH 6,5	810	-250	-170

Også her må vi se bort fra noen sammenlikning mellom artene når det gjelder totale avlinger. Utslaget for økende pH på differensene er ellers grei nok, idet det går tydelig fram at betene setter større pris på en høg pH enn kålrot og nepe. Tallene for bete gjelder sukkerbeter. Tilsvarende tall for forbete synes å vise at denne tåler noe surere jord bedre enn sukkerbeter.

Virkningen av jordart på tørrstoffavlingen (kg pr. dekar):

Glødetap %	Beter	Kålrot	Neper
3,8-6,3	760	-180	-117
6,6-8,2	800	-250	-182
8,5-24,7	760	-229	-123

Jord med midlere glødetap har gitt størst totalavling, og det er også på denne jord at betene er mest overlegne. Kålrot og neper har stort sett greid seg bedre på moldfattig jord.

Virkning av plass i omløpet på tørrstoffavlingene (kg pr. dekar):

	Reter	Kålrot	Neper
Etter potet	830	565	656
Etter korn	-106	+ 89	+ 55

Meravlingen for kålrot og nepe etter korn som forgrøde er sannsynligvis tilfeldig, men tallene viser tydelig den forskjell i reaksjon på forgrøden som bete har, sammenliknet med nepe og kålrot.

Også for virkning av kalking var det en forskjell i reaksjon mellom artene, og da slik at betene viste større utslag enn kålrot og nepe. For sukkerbetene var det signifikante avlingsutslag for kalking på 49 av 62 felter. Forbetene viste påfallende mindre utslag for kalking enn sukkerbeter. Utslaget for sukkerbeter var her 7 %. I tidligere forsøk på Jæren var det tilsvarende tall 23 %. En gruppering av feltene etter gjødselmengden viser følgende:

	Sukkerbete	Kålrot
Sterk gjødsling	837	563
Svakere gjødsling	760	537

Tallene, som gjelder kg tørrstoff i rot pr. dekar, viser igjen at sukkerbetene er mer kravfulle enn kålrot. Også nyere forsøksserier har bekreftet dette forhold.

Såtiden har en kraftig effekt på avlingene i det hele tatt, men i denne sammenheng er det særlig virkningen på ulike arter som interesserer. Fra VIK's (1944) resultater er det gjort et lite utdrag som belyser dette spørsmål:

	Sukkerbete	Forbete	Kålrot	Nepe
Tidlig sådd (11/5)	847	804	707	723
Sent sådd (19/5)	-152	-105	- 81	- 73

Resultatet karakteriserer artenes krav til veksttidens lengde meget klart.

Forholdet mellom artene når det gjelder krav til jordarbeiding i veksttiden, går fram av følgende tall:

	Sukkerbete	Forbete	Kålrot	Nepe
5 og flere hestehakkinger	862	803	561	662
2-3	-202	-139	- 15	- 4

Tendensen her er tydelig den samme som i de andre oppstillinger, nemlig at artene er ulike med hensyn til krav til vekstvilkårene i den rekkefølge som tallene ovenfor viser.

Virkningen av ulik forgrøde til neper er også undersøkt på Mæresmyra (HOVD 1946). I gjennomsnitt for 4 år og 3 sorter var avlingene:

	Etter ompløyd. eng	Etter 2 år korn	Etter 3 år korn
Forenheter pr. dekar	885	818	845
Relative tall	100	92	95

Dette gjelder godt formoldet grasmyr. Under slike forhold vil ompløyd eng være en bedre forgrøde for nepene enn korn. På dårlig myr vil imidlertid korn være en bedre forgrøde enn eng, som tallene nedenfor viser:

	Etter 2 år korn	Etter ompløyd eng
Forenheter pr. dekar	503	396
Relative tall	100	79

D. Praktiske konsekvenser av de omtalte forsøksresultater.

Artenes og sortenes reaksjon på værslag, jordbunnsforhold, forgrøde og jordarbeiding gjenspeiler de krav disse setter, og forsøksresultatene som er omtalt foran, forteller derfor hvilke hensyn som må tas ved valg av arter og sorter i praktisk dyrking.

De korte utdrag som er gitt foran, og i enda høgere grad de detaljerte resultater som finnes i originalarbeidene, gjør det klart at betene er meget kravfulle når det gjelder vekstvilkår. Dette gjelder ikke bare krav til klima, men også til jordbunnsforhold, herunder jordart, grøfting, kalking, gjødsling, forgrøde og jordarbeiding. Klimaforholdene er imidlertid avgjørende for dyrkingsområdet for beter her i landet, og de tall for varmesum som er gitt tidligere, antyder at det bare er i de mest gunstige områder klimatisk sett, at beter kan komme på tale.

De refererte undersøkelser viser ellers at det innenfor betene er betydelig variasjon mellom sorter når det gjelder krav til vekstvilkårene, og stort sett kan en si at de mer lågprosentige typer vil hevde seg bedre her i landet enn de mest tørrstoffrike. De områder der betedyrking er aktuelt, er begrenset til Sør-Vestlandet, Sørlandet, de ytre bygder av Vestfold, bygder ved Oslofjorden og Mjøsa. Men også her kan lokalklimatiske forhold være avgjørende.

Nepene danner den andre ytterlighet når det gjelder rotvekstenes dyrkingsområde her i landet. De forsøksresultater som er referert, viser tydelig at nepene har langt mindre krav til varmesum og også til jord, næringstilstand, forgrøde og jordarbeiding enn betene, og de er heller ikke i stand til å utnytte de vekstvilkår som våre mest gunstige dyrkingsområder byr. Det er imidlertid feil å gå ut fra at nepene absolutt sett ikke betaler for gode vekstvilkår i de dyrkingsområder der nepene har sitt hovedområde. At de er mindre kravfulle enn betene, er klart nok, men rotvekster setter generelt betydelige krav til vekstforholdene. Også nepene øker avlingene når disse forhold forbedres, men de fortsetter ikke denne økning så langt som betene. Nepedyrking er her i landet særlig aktuelt i fjellbygdene, Trøndelag, og i Nord-Norge. På flatbygdene er de særlig berettiget ved sein såing, f.eks. etter tidligpotet eller etter grønnsakkulturer som er høstet tidlig. En vanlig form for nepedyrking har en der eng ompløyes etter siloslått, og tilsås med neper som ofte brukes som grønnsfor.

Kålrot kommer i en mellomstilling mellom beter og neper når det gjelder krav til vekstvilkårene. Dette går fram av de

resultater som er gitt tidligere, for reaksjon på værslag og vekstforhold ellers. Spesielt for varmemengden var dette nokså tydelig. Mens hurtigvoksende neper utnyttet varmemengder på opptil 1700 døgnggrader, og betene mer enn den maksimale varmemengde på 2200 døgnggrader, var det for kålrot ikke særlige utslag utover 2000 døgnggrader. Vi har sett det samme forhold mellom kålrot og de to andre artene når det gjaldt reaksjon på avlingsnivå, på jordreaksjon, og på de fleste andre komponenter som bestemmer avlingen.

Kålrota har sitt viktigste dyrkingsområde på Østlandets flatbygder. Men den kan ellers dyrkes over hele Sør-Norge, bortsett fra høgtliggende strøk der den ikke kan konkurrere med nepene. I Trøndelag vil den også i enkelte områder ha vanskelig for å konkurrere med nepene i avling. På grunn av angrep av kålfluelarver og klumprot, har en tildels måttet bruke beter i distrikter der nok kålrota ville være mer i samsvar med vekstbetingelsene. Kålrotdyrking i strøk der nepene er overlegne, kan ellers henge sammen med den verdi kålrota har som mat til mennesker. Av spesiell interesse i denne sammenheng er et betydelig innhold av ascorbinsyre.

Et avgjørende moment i rotvekstdyrkingen er også kravet om en mest mulig ugrasfri jord. Som regel vil dette krav gjerne falle sammen med en godt grøftet jord i god kultur, og der det er brukt en forgrøde som har tillatt en effektiv ugrasrensing. Det kan imidlertid komme på tale å legge spesiell vekt nettopp på ugrasspørsmålet fordi dette har avgjørende virkning på økonomien. Dette kan da måtte skje på bekostning av de andre krav vedkommende rotvekstart måtte ha. F.eks. kan det være aktuelt å utsette såing for å lette det seinere reinhold i åkeren, selv om det er klart at en forsinket såing kan føre til avlingsnedgang.

Nyere forsøk har forøvrig vist at herbicider kan være ganske effektive ved bekjempelse av ugras i de tre rotvekstartene (Fiveland 1972, 1973).

E. Gjødsling til rotvekster.

De resultater som er nevnt for rotvekstenes næringskrav, er bygget på den reaksjon disse vekster viser på jord av vekslende fruktbarhet. Etter denne indirekte måling kan en si at rotvekstene gjennomgående krever rikelig næringstilgang, og at de betaler for øket næringstilgang. Resultatene tyder også på at artene er nokså forskjellige i sine krav.

Mer direkte mål for rotvekstenes næringsbehov får en ved gjødslingsforsøk, og det skal her kort gis endel resultater fra endel forsøk på dette området, og da med særlig henblikk på mer prinsipielle spørsmål.

Et grunnlag for en bedømmelse av gjødslingsstyrken gir tallene for den mengde plantenæring som føres bort med avlingene. Tilnærmede verdier for slik bortføring er vist i tabell 4. Det er da regnet med avlinger som kan ventes oppnådd under normale forhold innenfor de naturlige dyrkingsområder for artene. Det prosentiske innhold av næringsstoffene er tatt fra tabeller. Tallene i tabellen viser at rotvekstene tar opp atskillig mer nitrogen og kalium enn andre vekster. Hvis en f.eks. tar en kornavling til sammenlikning, vil en finne at en rimelig rotvekstavling inneholder ca. 3 ganger mer N og ca. 5 ganger mer K enn kornavlingen. I tillegg til denne større næringstrang har en også det forhold at innen rimelige grenser behøver en ikke frykte noen direkte skadevirkning ved for sterk gjødsling til rotvekster. Til sammenlikning kan en jo tenke på legdfare hos korn og matkvalitet hos potet ved overdosering av enkelte gjødselslag.

EIKELAND (1957) har gitt resultater av arts- og sortssammenlikning i et faktorielt gjødslingsforsøk som omfatter stigende mengder av både handelsgjødsel og husdyrgjødsel på Sør-Vestlandet. Avlingene er vist nedenfor.

Tabell 4. Beregnet innhold av endel næringsstoffer i en avling av rotvekster.

	Prosent tørrstoff	Anslått avling	Kg tørrstoff	% tørrstoff og kg stoff i alt		
Nepe	9 %	8000 kg rot 2000 kg blad	720 180	1,5 0,3 3,0 0,4	2,5 0,5 3,5 3,3	0,2 0,4 (0,3)
		Kg stoff ialt		16,2 2,9	24,3 9,5	2,9 3,4
Kålrot	12 %	8000 kg rot 2000 kg blad	960 240	1,7 0,3 3,0 0,4	2,5 3,5	
		Kg stoff ialt		23,5 3,8	32,4	
Forbete	17 %	5500 kg rot	935	1,0 0,3	2,2 0,2	0,16 0,13
	10 %	3000 kg blad	300	(2,0) 0,3	3,9 1,6	0,97 0,35
		Kg stoff ialt		15,4 3,7	32,3 6,7	4,4 2,3

Avling ved middels mengde husdyrgjødsel (20 lass/dekar):

	Stigende mengder handelsgj., kg pr. dekar			
	80	160	240	320
<u>Tørrstoff i rot:</u>				
Barres Strynø	792	887	923	924
Gul Dæno	772	896	944	966
<u>Totalavling, f.e.:</u>				
Barres Strynø	922	1049	1133	1167
Gul Dæno	890	1042	1124	1161

Avling ved middels mengde handelsgjødsel (200 kg/dekar):

	Stigende mengder husdyrgjødsel, lass/dekar			
	8	16	24	32
<u>Tørrstoff i rot:</u>				
Barres Strynø	818	875	919	914
Gul Dæno	841	897	918	923
<u>Totalavling, f.e.:</u>				
Barres Strynø	969	1063	1113	1126
Gul Dæno	984	1055	1075	1085

Disse resultatene er vist grafisk i figurer. Et interessant trekk er samspillet mellom betesortene og gjødslingsstyrken når det gjelder avling av tørrstoff i rot. Dette samspillet er et uttrykk for den ulike reaksjon disse sortene viser på gjødslingen, og denne reaksjonen er i samsvar med det som er nevnt tidligere. Det ble da blant annet påvist en sammenheng mellom sortenes tørrstoffinnhold og deres reaksjon på avlingsnivået.

Det er ellers en tydelig forskjell i reaksjon på stigende mengder handelsgjødsel og stigende mengder husdyrgjødsel. Den overlegenhet som Gul Dæno viser ved de største mengder handelsgjødsel når det gjelder avling av tørrstoff i rot, ser en ikke ved store mengder husdyrgjødsel. Resultatene tyder på at de to sortene, hvorav Gul Dæno har en relativt høg tørrstoffprosent, har ulik evne til å nytte næringsstoffer i forskjellige gjødselslag.

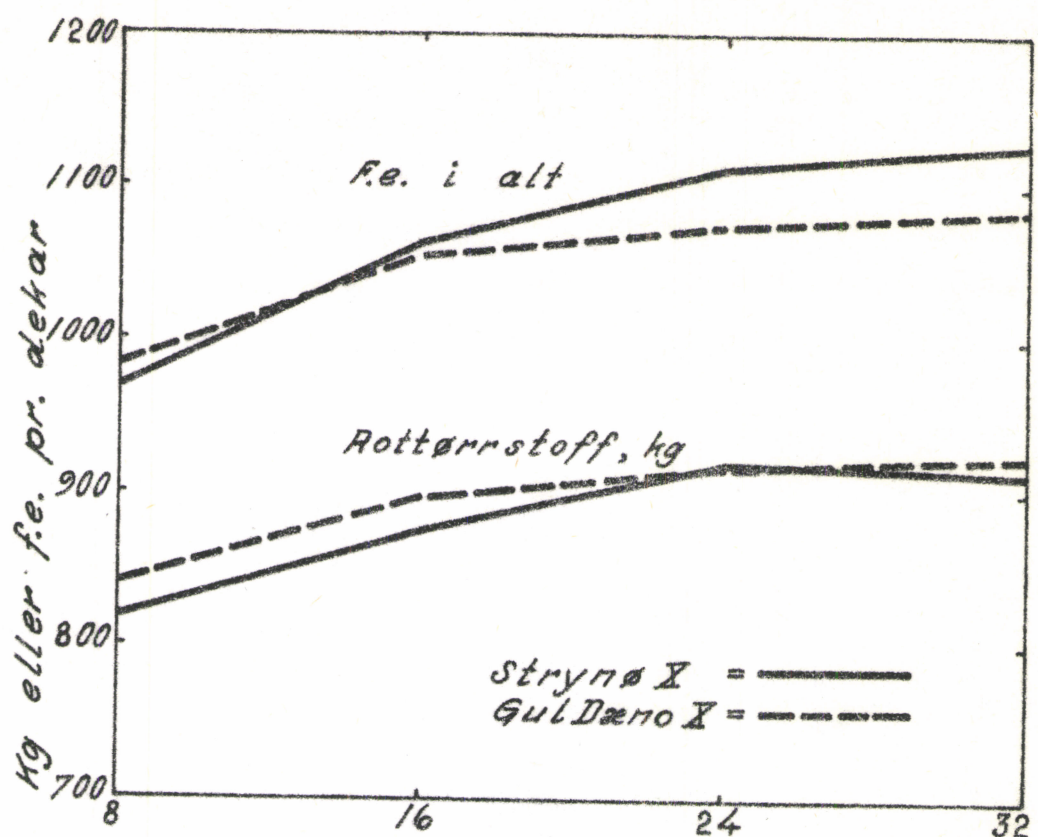


Fig. 92. Avling ved stigende mengder husdyrgjødsel (fra 8 til 32 lass pr. dekar) ved middels mengde handelsgjødsel (200 kg blanding pr. dekar) til betes. Jæren.

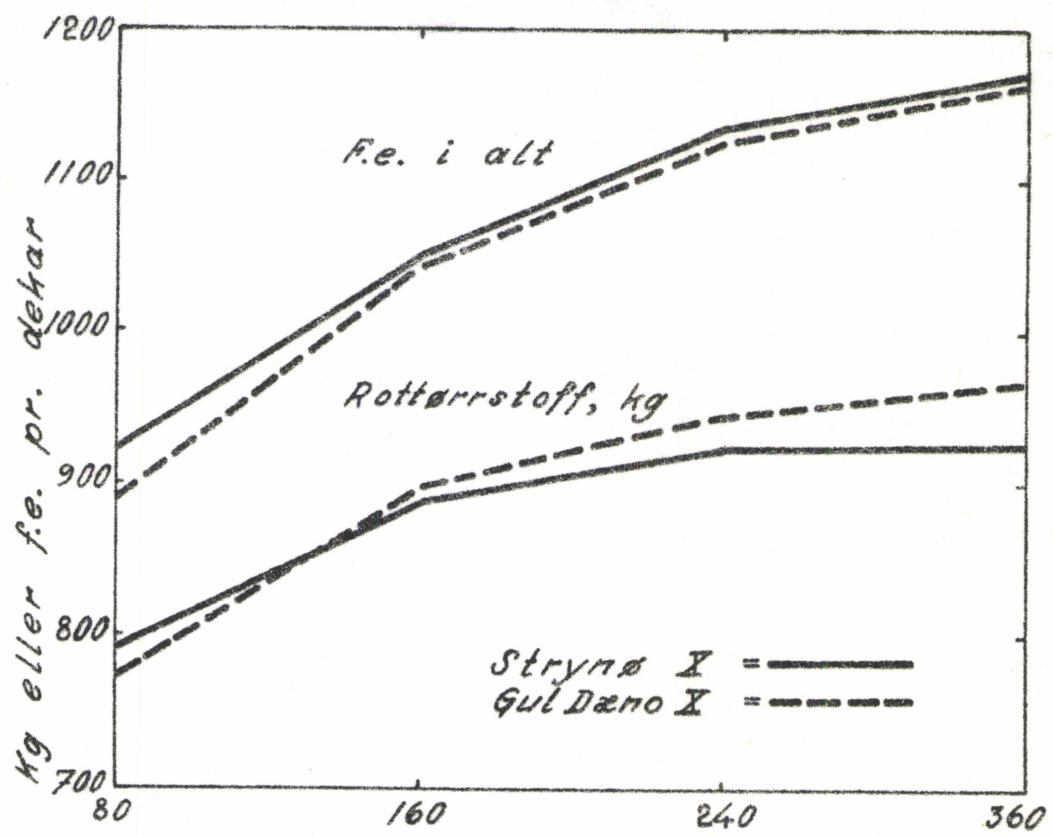


Fig. 93. Avling ved stigende mengder handelsgjødsel (fra 80 til 320 kg blanding pr. dekar) ved middels mengde husdyrgjødsel (20 lass pr. dekar) til betes. Jæren.

Forsøket omfattet også en sammenligning mellom kålrot (Wilhelmsburger Østofte) og forbete (Barres Strynø). Dette materialet er tynnere, og det har vært skadevirkning av klumprot som gjør resultatene usikre. Likevel viser tallene at artene reagerer forskjellige på stigende gjødselmengder:

Avling ved middels mengde husdyrgjødsel (20 lass/dekar):

	Stigende mengder handelsgj., kg/dekar.			
	80	160	240	320
<u>Totalavling, f.e.</u>				
Wilhelmsburger	913	921	921	910
Barres Strynø	752	940	1042	1064

Avling ved middels mengde handelsgjødsel (200 kg/dekar):

	Stigende mengder husdyrgjødsel (lass/dekar).			
	8	16	24	32
<u>Totalavling, f.e.</u>				
Wilhelmsburger	845	929	918	973
Barres Strynø	787	940	1008	1063

Resultatet, som også er framstilt grafisk, gir et meget tydelig uttrykk for det ulike næringskrav som forbeter og kålrot har. For kålrot synes det klart at ved en husdyrgjødselmengde på 20 lass pr. dekar, er minste mengde handelsgjødsel tilstrekkelig til å gi toppavling. Forbeten viser på den andre side en avlingsøkning til største mengde handelsgjødsel med samme grunnjødsling.

Ellers tyder tallene på at kålrot har gjort seg relativt god nytte av husdyrgjødsel. Dette er i samsvar med danske forsøk.

De beregninger som er foretatt med hensyn til lønnsomhet ved stigende gjødselmengder i disse forsøk, tyder på at til beten har de maksimale mengder av handelsgjødsel i tillegg til en kraftig grunnjødsling med husdyrgjødsel svart seg. For kålrot er lønnsomhetsgrensen nådd ved langt mindre mengder handelsgjødsel.

En annen forsøksserie er omtalt av LYGSTAD (1961). Denne er utført på Østlandet og omfatter stigende gjødselmengder til kålrot, nepe og bete.

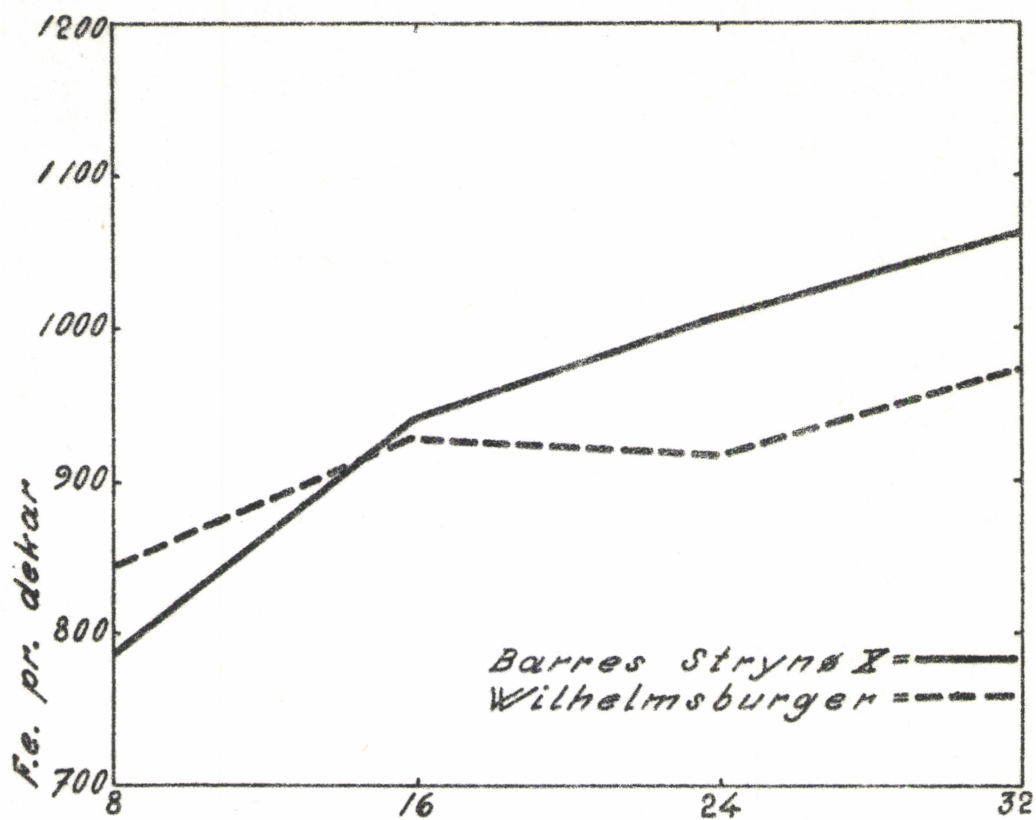


Fig. 94. Avling ved stigende mengder husdyrgjødsel (fra 8 til 32 lass pr. dekar) ved middels mengde handelsgjødsel (200 kg blanding) pr. dekar til bete og kålrot, Jæren.

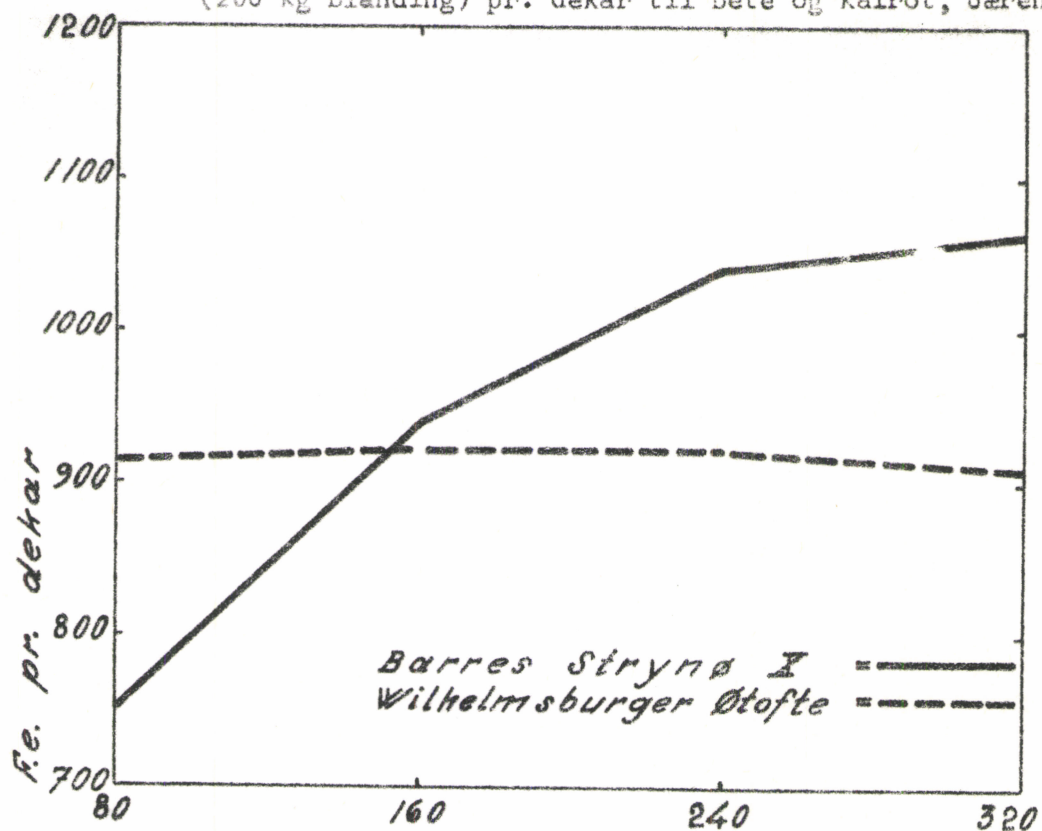


Fig. 95. Avling ved stigende mengder handelsgjødsel (fra 80 til 320 kg blanding pr. dekar) ved middels mengde husdyrgjødsel (20 lass pr. dekar) til bete og kålrot, Jæren.

I gjennomsnitt for 32 kålrotfelter og 2 nepefelter fikk en følgende avlingsutslag for stigende gjødselmengder:

	Stigende mengder handelsgjødsel.				
	a	b	c	d	e
Kg tørrstoff i rot/dekar	690	777	795	786	778
Totalavling, f.e.	692	791	830	338	842

Det har her vært en grunn gjødsling på tre tonn husdyrgjødsel eller 90 kg handelsgjødsel pr. dekar, og de fem forsøks-
gjødslinger representerer like trinn på 20 kg blandingsgjødsel fra 0 til 80 kg pr. dekar.

De tilsvarende gjennomsnittresultater for betær var:

	a	b	c	d	e
Kg tørrstoff i rot	594	772	801	825	834
Totalavling, f.e.	655	875	938	989	1011

Ved sammenlikning av utslagene for kålrot (og nepe) med betær finner vi igjen den samme tendens som vi har sett i en rekke tidligere sammenstillinger, nemlig at betene øker avlingene lenger enn kålrot ved økende mengder gjødsel. Etter disse forsøk tilrås 150 kg blandingsgjødsel i tillegg til en grunn gjødsling på 3 tonn husdyrgjødsel som mest lønnsom til kålrot. På de feltene der husdyrgjødsel ble erstattet med handelsgjødsel, var det knapt noe lønnsomt avlingsutslag utover en totalgjødsling på 165 kg handelsgjødsel. For betene må en bruke noe sterkere gjødsling.

Både i disse forsøk og i forsøkene på Sør-Vestlandet viste stigende gjødselmengder en virkning på tørrstoffinnhold og på forholdet mellom avling av rottørrstoff og bladtørrstoff. I forsøkene på Østlandet er det også utført kjemiske analyser av rot og blad med bestemmelse av total-N, nitrat-N, P og K. Det prosentiske innhold av N øker jevnt i både rot og blad ved stigende gjødselmengder, og det samme gjelder nitratmengden. For nitrat-N er det imidlertid en relativt sterk økning i blad ved de største gjødselmengdene (der avlingsøkningen når det gjelder tørrstoff i rot, har stoppet). Fosforinnholdet er lite

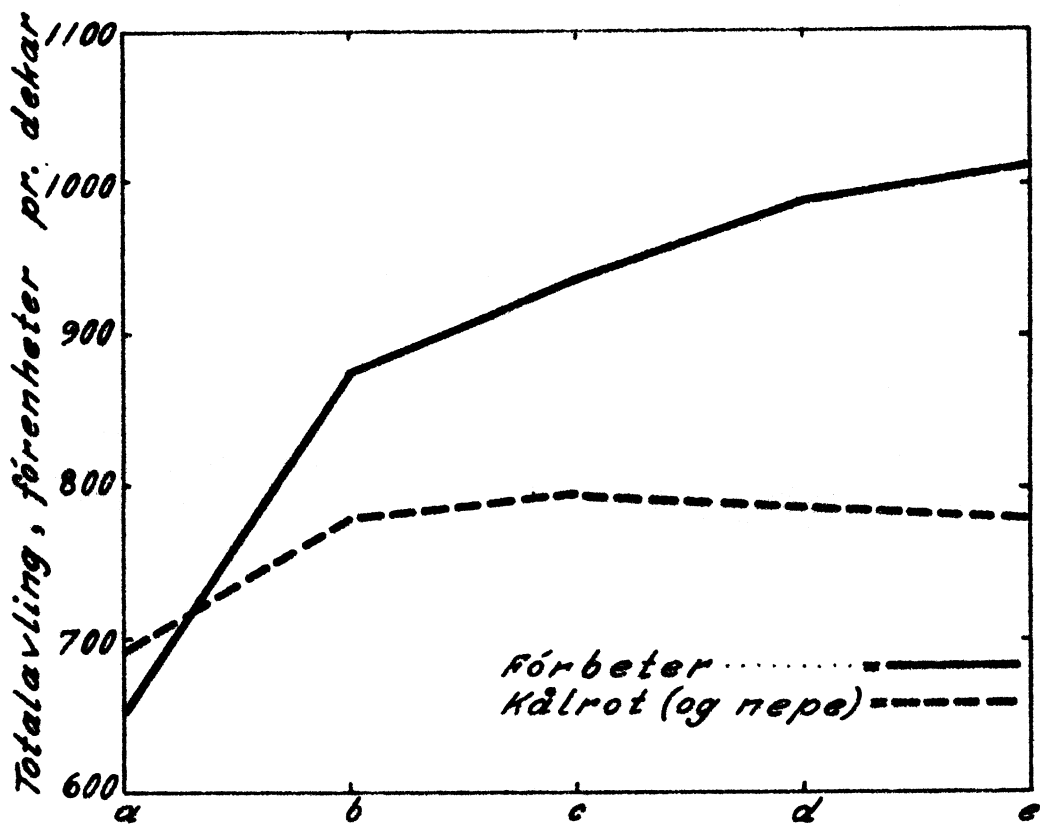


Fig. 96. Avling ved stigende mengder handelsgjødsel (0, 75, 150, 225, 300 kg blanding pr. dekar) ved konstant mengde grunnjødsel (som regel 3 tonn husdyrgjødsel pr. dekar). Sør-Østlandet.

eller ikke påvirket av gjødslingsstyrken, mens kaliuminnholdet øker i røttene med stigende gjødselmengder. I blad stiger kaliuminnholdet til midlere gjødselmengder, for siden å avta.

F. Såfrø.

Svenske undersøkelser over sammenheng en mellom frøstørrelse og størrelse på frøblad hos reddik ga korrelasjonskoeffisienter på 0,70 til 0,95 (CARLSSON 1959). Det var også sterk korrelasjon mellom størrelsen på frøblad og tidlig utvikling av plantene ($r = 0,81$ til $0,95$). Resultatene ble funnet hos 4 reddiksorter.

En tilsvarende undersøkelse er gjennomført for kålrot (Opsahl 1962). Frø av kålrot ble sortert i tre grupper, og frøbladenes størrelse ble målt ved lysgjennomgang. Tallene ble:

Sortering	Frøbladstørrelse (målt ved lyspassering).
Små frø	16,0
Middels frø	13,1
Store frø	11,3

Virkningen av frøstørrelsen på frøbladstørrelsen er meget tydelig. Frø etter de samme sorteringer ble sådd i forsøk, og avlingstallene ble:

Sortering	Kg pr. dekar Tørrstoff i rot	Blad	Prosent tørrstoff
Store frø	643	1540	10,7
Middels frø	638	1540	10,6
Smått frø	578	1480	9,6

Tallene viser at minste frøstørrelse må betraktes som underlegen sammenlignet med stort og middels frø. Det gjelder her utsortering av frø i vanlige handelspartier av god kvalitet.

Det er ellers klart at forskjellige sorter har ulik frøstørrelse. Et utdrag av en større undersøkelse viste f.eks.

	Vektprosent ved samme såld		
	Store	Middels	Små
Bangholm Olsgård	26	69	5
Gro	5	78	17
Bangholm Wilby Øtofte XI	3	94	3
Wilhelmsburger Øtofte XI & F	9	86	5

Variierende frøstørrelse hos forskjellige sorter kan skyldes miljøforhold under frøavl, genetiske forskjeller mellom sortene, og ulik behandling av frøet etter høsting, f.eks. ulik sortering.

En jevn frøstørrelse har betydning for jevnhet i såing med ettfrøsamaskin. Hvis frøet er sortert, vil det bli færre dobbeltplanter. I egne undersøkelser (OPSAHL 1962) ble resultatet:

Sorter	Usortert	Prosent dobbeltfrø sådd når frøet var	
		Sortert	
		Middels store	Middels + store
Gjennomsnitt av to norske	6,0	1,5	4,5
Gjennomsnitt av to danske	11,5	6,5	4,5

Forskjellen mellom sortene kan være tilfeldig fordi det er et lite materiale som ligger bak tallene. Hovedtendensen er likevel at usortert frø gir flere dobbeltfrø, og dermed flere dobbeltplanter enn sortert frø.

Frø av korsblomstra vekster blir nå som regel beiset med insektmidler før det bringes i handelen. Beisingen er særlig virksom mot jordlopper. Egne undersøkelser ga følgende resultat:

	Prosent planter		
	Uten skade	Svak skade	Sterk skade
Ubehandlet frø	13	44	43
Beiset frø	44	52	4

Beisingen har her ført til en sikker nedgang i skade på plantene. Beisevirkningen er imidlertid avhengig av at det brukes bindemiddel:

	Prosent planter		
	Uten skade	Svak skade	Sterk skade
Bare beisepulver	52	40	8
Beisepulver + bindemiddel	76	24	0

Virkningen av bindemiddel skyldes at mer pulver følger frøet i jorda. Mot kålfluer har beising også betydelig virkning, men det må da brukes atskillig større beisemengder (500-800 gram beisepulver pr. kg frø). Utslaget for beising mot kålfluene er imidlertid mer varierende, og i distrikter med lang veksttid, vil beising alene ikke kunne hindre sterke angrep av kålfluenes larver. Det anbefales der tilleggsbehandling ved strøing i veksttida. Utslag for ulike behandlinger i norske forsøk i 1958 er vist nedenfor:

	Kg røtter pr. dekar		
	Ubeiset frø	Beiset frø	Beiset frø + strøing
Friske	1260	2170	3320
Ialt	6470	6950	7180

Omfattende undersøkelser både når det gjelder kålfluenes biologi og bekjempelsen av dem, finnes i meldinger fra Statens plantevern.

Virkningen av forskjellige beisemidler og beisemengder på frøets spiring er undersøkt av OPSAHL & LODE (1961). Det viser seg at virkningen av beising på spireprosenten i høg grad er avhengig av frøets kvalitet, d.v.s. den spireevne frøet har før beising:

	Ubehandlet frø	Spireprosent	
		Nedgang ved beising med	
		Minste mengde	Største mengde
Spiring på papir 1958	88	-13	-54
1959	93	- 5	-23
1960	99	- 1	-13
Spiring i jord 1958	64	- 6	-22
1959	82	0	- 4
1960	96	+ 3	+ 2

Behandling av frø av Brassica-arter mot angrep av jordlopper har gjort det mulig å redusere såmengdene sterkt. Dette har betydelige følger for arbeidsforbruket ved tynning og gjør også at tidspunktet for tynning har mindre å si.

Det har tidligere vært vanlig å så 0,5-1,0 kg frø pr. dekar av kålrot og nepe. En regnet da med at det fremdeles ville være tilstrekkelig med planter igjen selv om det ble sterke angrep av jordloppe. En såmengde på f.eks. 500 gram pr. dekar gir ca. 170 000 planter (1670 m rad med 60 cm avstand), eller ca. 100 planter pr. løpende meter, mens det trenges ca. 4 planter pr. m. Stor såmengde gjør at plantene kommer meget tett opp og trenger hverandre sterkt. De strekker seg hurtig og får lange trådaktige stengler som ikke greier å holde plantene oppe etter tynning. Det er klart at tidspunktet for tynning får mye å si når det brukes slike såmengder. I forsøk på Østlandet ble nedgangen i avling 20-25 % for nepe og kålrot når tynning ble utsett to uker etter normal tynnetid (KROSBY 1927).

"Frøet" hos beten inneholder vanligvis 2-5 frø, og disse spirer tett i hverandre. Plantene fra ett frøhode kommer derfor til å stå i knipper, og dette gjør tynning vanskelig. Forskjellige metoder har vært prøvet for å forenkle tynningsarbeidet for beten, og det er nå meget vanlig å bruke frøhoder som er slipt, og som derfor gir færre spirer pr. hode. Sliping er en nokså hardhendt behandling, og følgen er som regel en reduksjon i spireevne hos frøet. Graden av sliping må derfor innrettes ulik at det ikke blir for sterk nedgang i spireevne. Slipt betefrø gir ca. 1,5 frø pr. hode i gjennomsnitt.

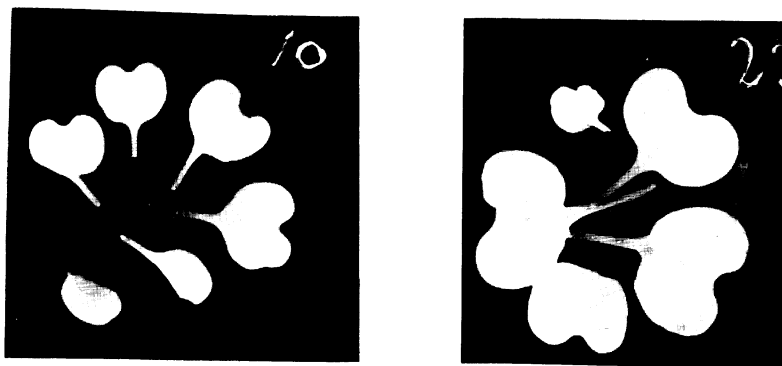


Fig. 97. Til venstre frøblad etter smått frø, til høyre etter stort frø. Avtrykkene er representative for det materiale av kålrot som ble undersøkt.

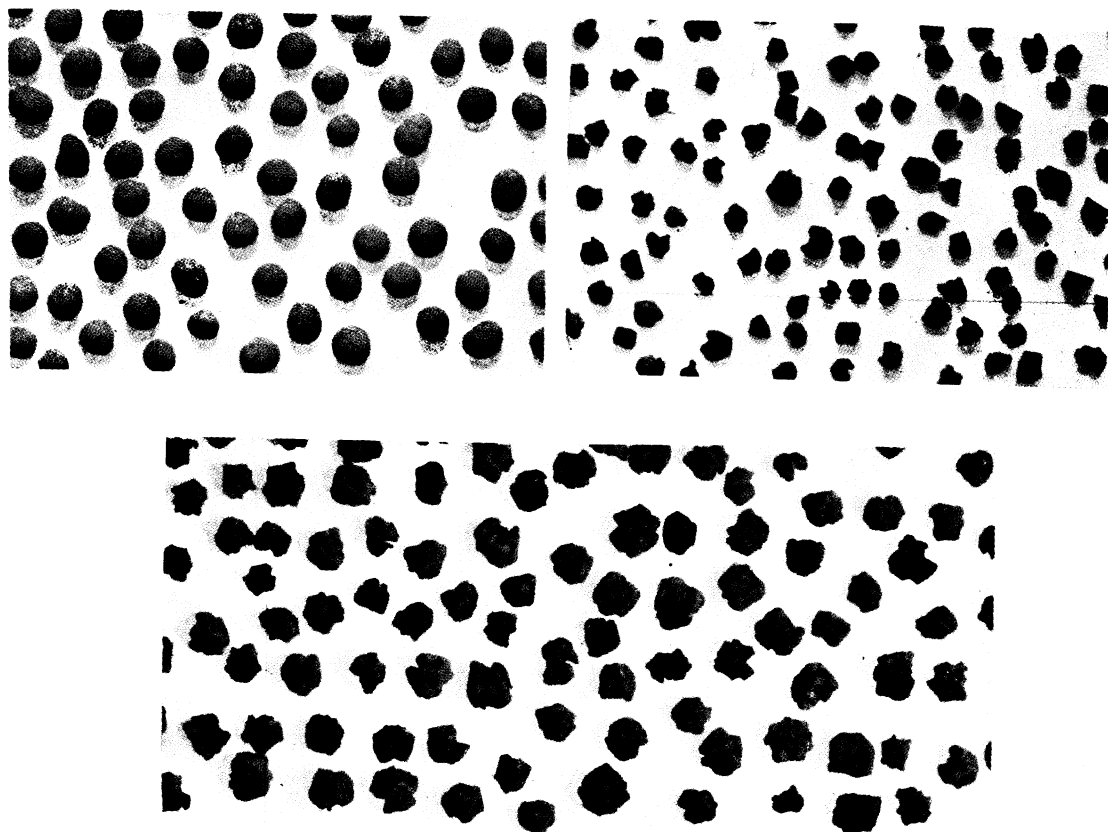


Fig. 98. Oppe til venstre pelletert og til høyre slipt betefrø.
Nede: ubehandlet frø av polygerm bete.

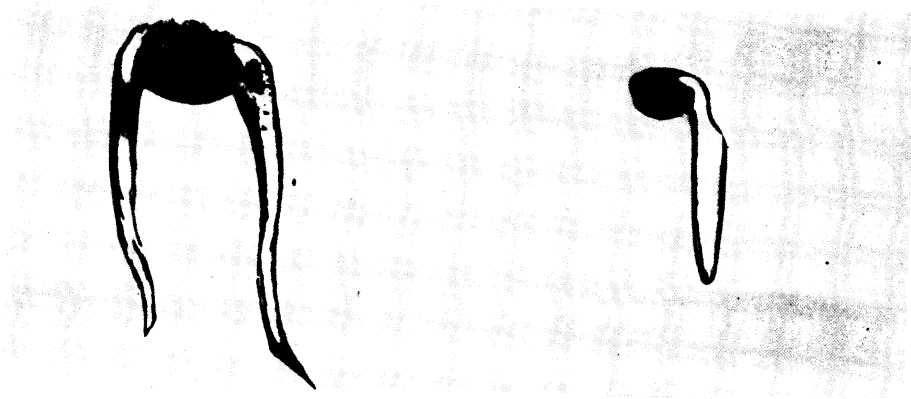


Fig. 99. Spirende frø av bete. Til venstre frøhode med to frø, til høyre med ett.

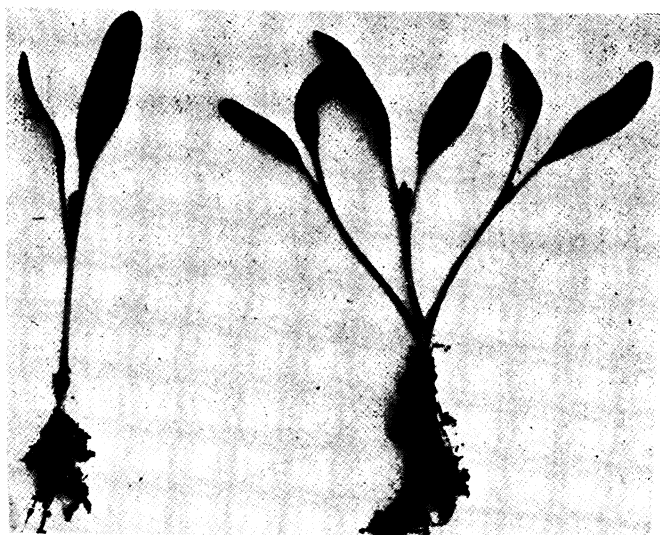


Fig. 100. Frøplanter av bete. Til venstre: frøhodet har inneholdt ett frø. Til høyre: frøhodet har inneholdt tre frø.

Under ugunstige spiringsvilkår vil slipt frø lettere kunne gi dårlig plantebestand enn ubehandlet frø, og metoden har ikke fått den utbredelse en kunne vente av denne grunn. Av arealer med sukkerbeter såes følgende med slipt frø:

Irland	30 %
Storbritania	36 %
Sverige	45 %
Tyskland	30 %
USA	100 %

I Tyskland og USA omfatter tallene også arealer som tilsås med segmentert frø. Segmentering er en annen metode for reduksjon av spirer. Den er mer hardhendt enn sliping og brukes stadig mindre. Frø som er behandlet ved sliping eller segmentering, kalles ofte for "teknisk monogermt".

Forøvrig arbeides det meget sterkt med å fremstille genetisk monogerme sorter i planteforedlingen, og frø av slike er nå i handelen. Et eksempel på dette har en i den danske forbedesorten Kyros Pajbjerg.

G. Dyrkingsmåte, såtid, rad- og tynningsavstand.

Rotvekstene kan dyrkes på flatland eller drill, og spørsmålet om hvilken dyrkingsmåte som er best, er belyst ved flere forsøk i forskjellige deler av landet (FOSS 1916, KROSBY 1927, HAGERUP 1943). Stort sett har det vært liten avlingssskilnad mellom de to måtene. Flatland har jevnt over gitt noe større avlinger på Sør-Østlandet (5-10 % for rotavling), mens resultatene på Mæresmyra går litt i motsatt retning. Årsaken til forskjellig utslag på de to stedene henger sikkert sammen med klimaforholdene. Fordelen med flatland framfor drill på Østlandet var særlig stor i år med tørre forsomrer, og det er utvilsomt de bedre råmeforhold en har på flatland, som er årsak til utslaget i en landsdel der forsommertørke er hyppig. Det framholdes i forsøkene på Mæresmyra at renholdet var atskillig lettere når det ble brukt drill.

Når det gjelder såtiden, er denne såvidt drøftet tidligere. De grupperinger og beregninger som var gjort i sammenheng med arts- og sortsforsøk, viste meget sterk avlingsnedgang ved utsatt såing, og spesielt for kålrot og bete. Disse resultatene bekreftes av et stort antall såtidforsøk som er utført i forskjellige deler av landet (GLÆRUM 1913, FOSS 1933, CHRISTIE 1917, LINLAND 1923, LØVØ 1930, KROSBY 1933, LINLAND 1935, FOSS 1937, EIKELAND 1938, HAGERUP 1943, HOVD 1946).

Det er klart at utslagene for tidlig såing av avhengig av art og sort som brukes i forsøkene, fordi det som nevnt er betydelig forskjell i krav til veksttidens lengde både mellom arter og sorter. Utslagene varierer med det distrikt forsøkene utføres i, fordi det innenfor landet er meget store forskjeller når det gjelder den veksttid som står til rådighet. Vanligvis er tidligst mulig såing en fordel for alle arter innenfor de dyrkingsområder som er naturlige. Jo kortere veksttiden er, desto mer nødvendig er det å ta hensyn til de krav arten og sorten stiller for å nå en tilfredsstillende utvikling.

På den annen side kan tidlig såing i strøk med lengre veksttid enn vedkommende art og sort trenger, virke direkte ugunstig. Slike tilfeller har en f.eks. ved nepedyrking på flatbygdene, og spesielt for en tidlig sort som Kvit mai, der det ofte blir stor råteskade.

Det er spesielle forhold som kan tilsi en seinere såing enn den tidligst mulige. Vi har såvidt nevnt spørsmålet om ugras i rotvekståkeren, og det vil være tilfeller da en utsatt såing kan by på fordeler for ugraskampen.

Den nedgang i avling en har fått ved utsatt såing, varierer som nevnt med distrikt, art og sort, og selvsagt også med år. Et kort utdrag fra forsøk i forskjellige landsdeler er vist nedenfor (relative avlinger).

Art:	Kålrot			Nepe		
	1	2	3	1	2	3
Såtid						
Hedmark	100	84	65	100	87	76
Vestlandet	100	97	77	100	101	92
Fjellbygdene	100	87	81	100	92	86
Trøndelag	100	-	76	100	-	85
Mæresmyra	-	-	-	100	96	81
Sør-Østlandet	100	-	79	100	-	84

I forsøkene på Vestlandet har det vært heller stor variasjon mellom distriktene (Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane), og også mellom sortene. Resultatet ovenfor gjelder Dales hybrid nepe. Kvit mai har tildels gitt meravling ved utsatt såtid. Også i Trøndelag og fjellbygdene er det betydelig variasjon mellom sortene, og Østersundom har tildels tålt sein såing bedre enn f.eks. Bortfelder og Dales hybrid. På Mæresmyra har både Dales hybrid, Fynsk bortfelder og Kvit mai gitt langt mindre avling når såtida er utsatt mye. Kvit mai har bare moderat reduksjon i avling ved andre såtid. I fjellbygdene har formargkål reagert omtrent som kålrot. Tidligste såtid har vært forskjellig på forskjellige steder. Intervallene i tabellen har oftest vært fra en uke til 10 dager.

Rad og tynningsavstand må sees i sammenheng, fordi de begge er med og bestemmer plantenes vokserom. Det er også for disse spørsmål et meget omfattende forsøksmateriale, og det skal også her bare tas et kort utdrag. I litteraturlisten er angitt de viktigste forsøksmeldinger om emnet (FEILITZEN 1912, GLÆRUM 1914, LUND 1914, HELWEG 1912, BREMER 1924, KROSBY 1927, 1929, LINHARD et al. 1928, LØVØ 1929, HAGERUP 1943, NISSEN 1946, INGEBRIGTSEN 1953, LYNGSTAD 1961).

Totalavling, f.e. rel. tall.

	Sør-Østlandet			Mæresmyra			Voll (Trøndelag)		
	15	25	35	15	25	35	20	25	30
Flatnepe	109	100	93	109	100	93			
Rundnepe	103	100	96	104	100	95	100	100	99
Langnepe	102	100	92	105	100	95	95	100	95
Kålrot	100	100	91	-	-	-	103	100	99
Forbete	106	100	86	-	-	-	-	-	-

	Tromsø			
	10	15	25	35
Flatnepe	111	104	100	92
Brunstad	103	100	100	92
Østersundom	110	105	100	96
Fynsk bortf.	104	103	100	95

På Voll gjelder tallene kg tørrstoff i rot. Bladavlingen minket noe ved økende avstand, og vanligvis utgjør bladavlingen en relativt større del av avlingen ved liten avstand. Ellers medfører mindre tynningsavstand mindre røtter med høyere tørrstoffinnhold. I forsøkene i Trøndelag ble det funnet sterkere råteskade ved økende avstand. Den mest gunstige tynningsavstand men hensyn på avling varierer med sorten. Sorter og arter med småvoksne røtter kan ikke nytte mer enn 15 cm avstand mellom plantene, og under forhold med kort veksttid (Tromsø) heller ikke så mye. For flatnepe og forbete vil 15 cm tynningsavstand gi betydelig meravling sammenlignet med 25 cm selv på Østlandets flatbygder, og 35 cm vil gi en tydelig avlingsnedgang for alle sorter og arter, kanskje med unntak av rundnepe.

Kombinerte forsøk med radavstand og tynningsavstand har vist at avlingen blir temmelig konstant når vokserommet holdes omkring 1500 cm^2 , enten dette oppnås ved liten radavstand og stor tynningsavstand, eller omvendt. Ved konstant tynningsavstand (30 cm) ble det i Trøndelag funnet avlingsnedgang for forskjellige nepesorter når radavstanden ble øket fra 60 til 80 cm.

Spørsmålet om radavstand og tynningsavstand kan ikke sees isolert fra selve dyrkingsteknikken. Det ble tidlig registrert at liten tynningsavstand førte til større arbeidsforbruk, og fra et økonomisk synspunkt er derfor tynningsavstanden tøyert oppover på bekostning av avlingsstørrelsen. Det tildels nøyaktige arbeid som er lagt i tynning for å få jevn og riktig planteavstand er meget tidkrevende, og nyere synsmåter og forsøksresultater har i høg grad gjort det aktuelt med en omlegging. En slik omlegging er da også skjedd i stor utstrekning, ikke minst som en nødvendighet på grunn av vansker med arbeidshjelp.

H. Såmåte, såmengde, tynning, planting.

Seinere års forskningsresultater har ført til en sterk omlegging av rotvekstdyrkingen. Særlig viktige punkter i denne sammenheng er de nye insektmidler som gjør det mulig å verne frøplanter av Brassica-arten mot jordloppe, og de moderne maskiner for såing av enkelt-frø. De svære såmengder som ble brukt tidligere, skyltes delvis at en ville hindre total misvekt på grunn av jordloppe, men samtidig fikk plantene en meget ugunstig start fordi de ble stående for tett. Under slike forhold fikk en store utslag i avlingen ved for sein tynning som tallene nedenfor viser:

	Rel. tall for f.e. avling	
	Nepe	Kålrot
1. Tynningstid (planten har 4 blad)	100	100
2. " (en uke seinere)	88	87
3. " (to uker seinere)	73	78

Resultater av forsøk med rasjonalisering av rotvekstdyrkingen, er omtalt i flere publikasjoner (GLEMMESTAD 1961, 1962a, 1962b, 1962c, 1962d, OPSAHL 1958, 1959, OPSAHL & GLEMMESTAD 1960). Også fra utlandet foreligger det en rekke publikasjoner som angår emnet (JOSEFSSON 1958, 1960, BJURLING 1956). Tidsskrift for Planteavl i Danmark har også resultater. Siden den tekniske side av saken blir gjennomgått av andre, skal en her bare gi noe eksempler på utslagene i avling og arbeidsforbruk ved de forskjellige metodene.

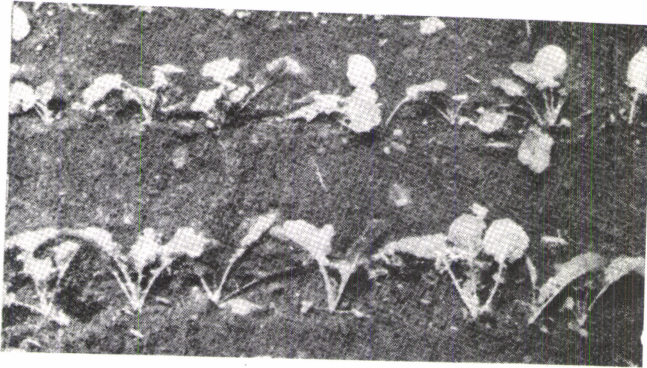


Fig. 101 . Naturlig plantebestand etter ettfrosåing. 160 gram frø pr. dekar.

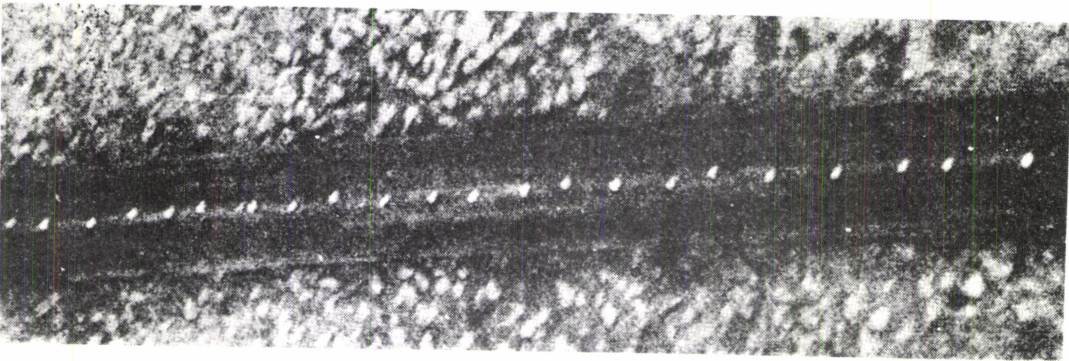


Fig.102 . Slipt og beiset betefrø sådd på limbrett med ettfrosåmaskin. Avstand 4 cm, hulldiameter i såbeltet 6 mm.

Kålrot:

		<u>Kg tørrstoff</u>	<u>Rel.tall</u>
Vanlig såmaskin, 500 g pr. dekar		740	100
" " 160 " " "		850	115
Ettfrøsåmaskin, 160 " " "		860	117
" 110 " " "		830	112
" 55 " " "		870	117
" gruppe 100 " " "		790	107

Nedsatt såmengde har øket avlingen sterkt, men det har ikke betydd noe større om en har brukt ettfrømaskin i stedet for vanlig såmaskin. I praksis vil det antakelig være vanskeligere å innstille en vanlig såmaskin til så liten såmengde, slik at ettfrømaskin der vil vise større positiv forskjell.

Såmengden 160 g/dekar tilsvarer ca. 3 cm avstand. Ved gruppesåing er frøene lagt i grupper á 5 frø i 2,5 cm avstand og 30 cm mellom gruppene. I hovedsaken kan en si at reduksjon i såmengden utover 160 g pr. dekar ikke har ført til større avlingsøkning.

Den tynne såingen reduserer arbeidsforbruket. I produktiv tid i minutter pr. 100 m rad var arbeidsforbruket ved tynning:

Vanlig såmaskin	500 g pr. dekar	42
"	160 " " "	36
Ettfrøsåmaskin	160 " " "	34
"	110 " " "	36
"	55 " " "	37
"	gruppe " "	29

Gunstigst står gruppesåing, og 160 g pr. dekar med ettfrøsåmaskin. Økningen ved tynnere såing enn 160 g (bortsett fra gruppesåing) kan forklares ved større varsomhet på grunn av få planter.

Fordelen med ettfrømaskin overfor vanlig såmaskin, begge med 160 g frø pr. dekar, henger nok sammen med den jevnere fordeling som ettfrømaskinen gir. Når videre økning i avstand mellom frøene ikke har redusert arbeidsforbruket ytterligere, skyldes dette til dels et samspill mellom plantebestand og ugrasmengden.

Blir det for få kålrotplanter i forhold til ugrasplantene, må en passe mer på ved tynninga.

Virkningen av ugrasmengden er undersøkt forsøksmessig idet denne er regulert ved kjemisk behandling av rotvekståkeren. Tidsforbruket i minutter pr. 100 m rad for tynning og 1. gangs ugrashakking var:

Ugrasbehandling	Frøavstand ved såing				
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	Middel
Ubehandlet	35	30	29	24	30
Sprøvtet	20	18	15	14	17
Middel	27	24	22	19	23

Økende frøavstand har her gitt betydelig nedgang i tynne- og rensetid både i gjennomsnitt, og for de enkelte ugrasbehandlinger. Sprøyting har redusert tidsforbruket meget sterkt.

Der det var sprøytet mot ugras, var det en tydelig og rettlinjert sammenheng mellom plantetall før tynning og tidsforbruk. Der det ikke var sprøytet mot ugraset, var det ingen signifikant sammenheng mellom plantetall og tidsforbruk. Her har altså ugrasmengden hatt for stor innvirkning på arbeidsforbruket.

Størst virkning på tidsforbruket ved tynning har bruk av tynnemaskin. Tynnemaskin kan brukes både etter vanlig såmaskin og etter ettfrøsåmaskin, forutsatt tilfredsstillende plantebestand. Det anbefales ikke tynnemaskin når det er mindre enn ca. 20 planter pr. meter rad. Etter to ganger tynnemaskin og fin-tynning med hakke kombinert med ettfrøsåing til 3,1 cm avstand, ble tynnearbeidet redusert med ca. 60 prosent sammenliknet med håndtynning og ugrashakking. Tynnemaskinen har en kraftig virkning mot ugraset.

Svenske forsøksresultater med betes (BJURLING 1956) viser arbeidsforbruket ved tynning og også den avling som oppnås ved bruk av "ettkornfrø". I gjennomsnitt for 63 forsøk i perioden 1950-55 fikk en følgende tall:

Vanlig såmaskin	Vanlig frø	Slipt frø
	18 kg/hektar	10 kg/hektar
Bestand, % frittstående planter	33	52
Tynningstid, min. pr. 100 m rad	20,6	17,1
Plantetall, 1000 pr. hektar	77,0	74,5
Sukkeravling, tonn pr. hektar	6,70	6,67

Disse resultater gjelder når såing av begge frøtyper er gjort med vanlig såmaskin. Sammenlikning av vanlig såmaskin med presisjonssåmaskin (ettfrøsåmaskin) ved såing av "ettkornfrø" er vist nedenfor. Såmengden var 1,0 kg frø pr. dekar.

	Vanlig maskin	Ettfrømaskin.
Plantebestand, % frittst.planter	52	59
Tynning, min. pr. 100 m	16,9	15,4
Plantetall, 1000 pr. hektar	73,6	72,7
Sukkeravling	6,55	6,75

Tynningstiden har gått ned med 9 % ved bruk av presisjonsmaskin, og avlingen var heller større for denne enn for vanlig såmaskin.

Virkningen av dobbel-planter i rotvekståkeren er undersøkt i svenske forsøk (JOSEFSSON 1960). Det ble ved tynningen sørget for at dobbelplanter ble stående for hvert sekstende, åttende, fjerde og andre plantested. Radavstand var 45 cm og planteavstand 25 cm. Undersøkelser ble utført med tre bete- og to kålrotsorter. De forskjellige sortene reagerte ikke forskjellig på forsøksspørsmålene, og i gjennomsnitt for alle sorter ble resultatet:

	Prosent dobbelplanter				
	0	6,25	12,5	25	50
Beter, kg tørrstoff	1435	1420	1439	1443	1449
Kålrot, " "	868	874	871	847	848

Hos beter er det neppe noen virkning i det hele tatt av økende antall dobbelplanter når det gjelder tørrstoffavling i rot. I blad er det en stigende tendens ved økende antall dobbelplanter, og det samme gjelder derfor også totalavling.

Hos kålrot er det en tendens til fallende tørrstoffavling i rot når antall dobbelplanter kommer over 12,5 %, men nedgangen er ikke signifikant. På bladavlingen er det liten eller ingen virkning.

Ved stigende antall dobbelplanter øker tørrstoffprosent i rot, og det samme gjelder jordprosenten. Dette kommer av at røttene blir mindre.

Utvalg av planter under tynning. Både danske og norske undersøkelser har vist at utvalg under tynning, slik at de kraftigste planter blir stående, har en positiv effekt på avlingen. I de danske forsøk var virkningen sterkest for kålrot der utvalget medførte en avlingsøkning på 112 kg tørrstoff pr. dekar. For forbete var økningen 52 kg og for neper 33 kg pr. dekar.

I norske undersøkelser var det en tilsvarende økning i avling, og en samtidig undersøkelse av tidsforbruket viste at dette også øket. Merarbeidet ved fintynning med utvalg var 43 minutter pr. dekar.

Metoder i tynningsarbeidet. Detaljert beskrivelse av metodene er gitt av BERDAL & BERNHARDSSEN 1946, BERNHARDSSEN 1952, GLEMMESTAD 1961, 1962b. Nå blir det jo overveiende brukt hakketynning selv om også denne har hatt vanskelig for å slå gjennom i endel distrikter. Bruk av tynnemaskin har ikke slått gjennom, selv om en slik tynnemetode viser betydelige fordeler arbeidsmessig sett. En tynnemaskin er meget effektiv mot ugras, og det er spesielt på jord med endel ugras at den viser fordeler framfor hakketynning. Et vilkår for bruk av tynnemaskin er en jevn og ikke for tynn plantebestand. Ved bruk av vanlig såmaskin anbefales 250 g frø pr. dekar når en vil bruke tynnemaskin. Brukes ettførsåmaskin, anbefales derimot 3 cm avstand (160 g) og to gangers kjøring. Første gangs kjøring foretas når plantene har fått to varige blad. Det brukes da 8 kniver som er ca. 4 cm breie. Andre gangs kjøring foretas 2-5 dager seinere, og en bruker da 16 kniver som er ca. 2 cm breie. For kjøring to ganger bør det være minst 20 planter pr. meter rad, og bestanden bør som nevnt, være regelmessig.

Tynnemaskin blir oftest etterfulgt av en fintynning med langhakke. Langhakke bør også brukes når det er sådd tynt. Den krever da liten øvelse, og gir en bekvem arbeidsstilling. Tidsforbruket ved tynningsarbeidet når forskjellige tynningsmåter og såmåter er brukt, er vist i diagrammer.

De resultatene som er nevnt i sammenheng med såing og tynning, gjør det klart at de eldre normer for kvaliteten av tynningsarbeidet knapt kan anbefales lenger. Det avgjørende i en produksjon av dette slag vil være lønnsomheten. Dessuten må en også ta i betraktning de muligheter som finnes for i det hele tatt å få utført de forskjellige arbeider med det mannskap som står til rådighet. Siden de svenske resultatene når det gjelder dobbeltplanter, endatil viser bare ubetydelige virkninger av lite nøyaktig tynning, må en uten videre kunne anbefale en overgang til de nye metoder i rotvekstdyrkingen.

Planting av rotvekster har tildels vært drøftet, og en rekke forsøk er utført for å belyse dette spørsmål (LINLAND 1939, NISSEN 1946, INGEBRIGTSEN 1953, FOSS 1937, FLADBERG 1951, ELLE 1939). I prinsippet viser forsøkene at planting av betar gir positive avlingsutslag selv i distrikter med den lengste veksttid her i landet. Det samme gjelder tildels også for kålrot. Når planting ikke har slått gjennom, til tross for ganske betydelig arbeid med saken, henger dette sammen med et forholdsvis krevende arbeid med tiltrekning av planter, og også med mangel på billige og effektive plantemaskiner. Planting har en fordel ved at den gir høve til en mer effektiv ugrasbekjempelse om våren. På den andre siden vil ugunstige værforhold med tørkeperioder på forsommeren være skadelige.

Planting krever i det hele tatt mer arbeid enn tynning etter tynn såing eller når det brukes tynnemaskin. For at planting skal være lønnsom, må den medføre en avlingsøkning på ca. 150 kg tørrstoff pr. dekar (GLEMMESTAD 1962 b).

I. Arbeid i vekstida.

Arbeidene i veksttida, samt utstyr for slikt arbeid, omtales av andre. Det samme gjelder spørsmål om kjemisk ugrastyning i rotvekståkeren behandling mot skadedyr og sjukdommer. Kjemisk ugrastyning i rotvekståkeren er nå mulig (Fiveland 1972, 1973, Time 1974). Av sjukdommer som det er særlig aktuelt å bekjempe i veksttida, har vi jordloppe (som nå tildels holdes under kontroll ved beising av frøet), beteflue og kålbladkveps. Bekjempning av kålfluelarvene byr på mange problemer, og spørsmålet er langt fra løst.

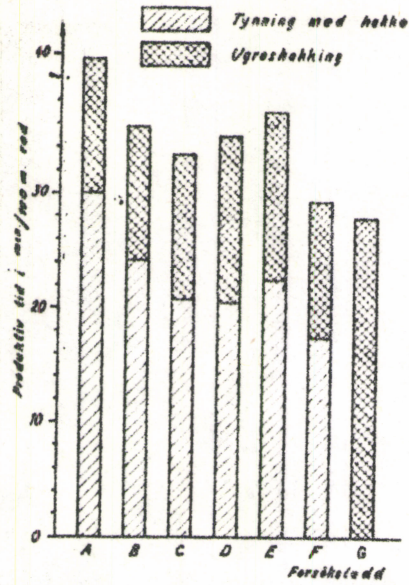
J. Høsting og lagring av rotvekster.

Rotveksthøsting og lagring er i høg grad et spørsmål om tekniske hjelpemidler, og det er utført et betydelig arbeid for å belyse de forskjellige metoder forsøksmessig (GLEMMESTAD 1964). En skal her repetere de viktigste konklusjoner fra de undersøkelserne som er utført. En del av resultatene er vist i diagrammer.

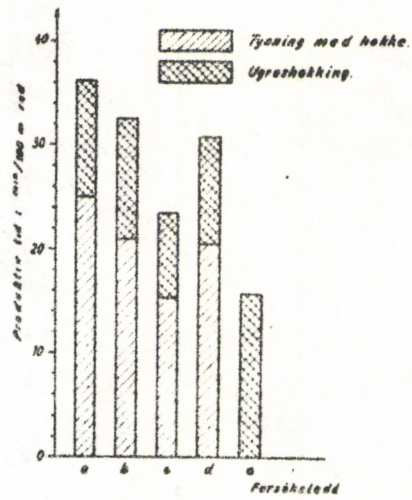
Høsting av bladene hos kålrot med slagghøster reduserer arbeidsforbruket med 78 prosent sammenliknet med bladskyffel og håndlessing. Slagghøsteren er økonomisk ned til arealer på 5-10 dekar når 1/8 av dens faste kostnader belastes rotvekstene.

Opptaking av rotvekster med hand er meget arbeidskrevende, og selv ned til arealer på to dekar og mindre er andre metoder billigere. Det mest nærliggende er her å bruke bladskyffel og rotvekstskjær på "Troll" som betyr en kraftig innsparing sammenliknet med rotvekstkniv.

Rotvekstarealet og lagringsmåten er avgjørende for valg av høstemetode. Ved lagring i kuler på åkeren vil oppkjøring med rotvekstskjær og sammenkjøring med frontmontert rotvekstsvans, være den billigste måte for arealer opp til 30 dekar. Denne bør brukes i sammenheng med rist og glideforskaling. På større arealer vil Underhaugs belteopptaker med tilleggsutstyr blir billigere og gir også minst arbeidsforbruk.



A = vanlig såing 500 g. B = vanlig såing 100 g. C = enfrø 3,1 cm (100 g). D = enfrø 5 cm. E = enfrø 10 cm. F = enfrø gruppe. G = plantet.



a = bare langhakke. b = en gang tynnemaskin + langhakke. c = 2 ganger tynnemaskin + langhakke. d = tynning med salpeter + langhakke. e = to ganger tynnemaskin med utsett flatynning til normal tid for 2. gangs hakking.

Fig. 103. Arbeidsforbruk ved fintynning og ugrasrensing med handhakke. Til venstre ved forskjellige såmetoder og planting, til høyre ved forskjellige tynnemetoder (Glemmestad 1958).

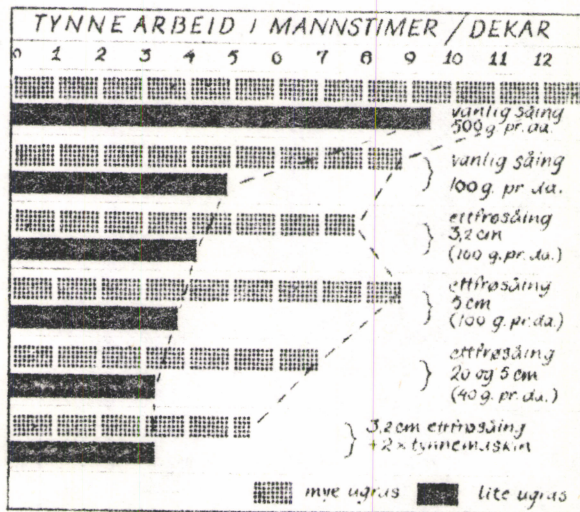


Fig. 104. Arbeidsforbruk ved fintynning og ugrasrensing. Virkning av ugrasmengden ved forskjellige såmetoder (Glemmestad 1962).

Transportavstanden virker sterkt inn på arbeidsforbruk og kostnader.

Ved mer enn 250 m transport av røttene er torades automatisk opptaker der transportvogn kjøres ved siden med egen traktor, den gunstigste løsning. Ved avstander på ca. 500 m er dette utstyret mest lønnsomt helt ned i arealer på 25 dekar.

Med forhøster og automatisk rotveksthøster kan en greie høstearbeidet med et forbruk på ca. 2 mannstimer pr. dekar. Håndopptaking og sammenkjøring med frontmontert rotvekstsvans krever til sammenlikning 12-20 mannstimer, mens bruk av skyffel og rotvekstskjær ligger på ca. 6 mannstimer.

Lagringstapet kan ha en avgjørende virkning på lønnsomheten i rotvekst dyrkingen. Tapet skyldes ånding, groing og råtning, og siden disse livsytringer dels fra røttene selv og dels fra mikroorganismer, er avhengige av temperatur og fuktighet, er det særlig disse forhold en må ta hensyn til ved lagringen. Det er ellers klart at skade på røttene både øker åndingen og gir innfallsveier for mikroorganismer.

Lagring i haug eller kule har vært meget vanlig her i landet, og metoden er også god hvis en tar de nødvendige forholdsregler for å holde temperaturen så lågt som mulig, men uten at røttene fryser. Innelagring i kjeller eller provisoriske lagerrom, der veggene gjerne blir laget av halmballer, kan også gi gode lagringsforhold hvis en tar de samme forholdsregler som for kule. Ved innelagring kan dette være verre fordi mulighetene for ventilasjon reduseres når lagringsmassen er stor.

Når det gjelder lagring i haug ute, er det gjennomført en undersøkelse som skal omtales (GLEMMESTAD 1964). Fra denne undersøkelse foreligger lagringsresultater for jord og plastdekket haug med temperaturmålinger på forskjellige steder i haugene. Endel diagrammer fra disse undersøkelser er tatt med.

Temperaturen i haug dekket med halm og plast viser betydelige avvik fra de tilsvarende temperaturer målt i haug dekket med

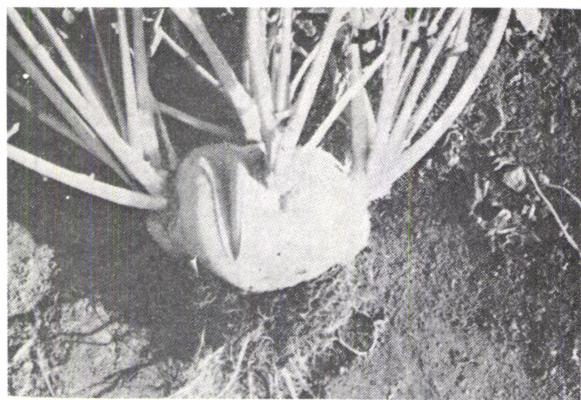


Fig. 105. Røtter med flere bladfester kompliserer avbladingsarbeidet. Bildene representerer typiske planter hos to norske lokal-sorter (Opsahl & Ringlund 1961).

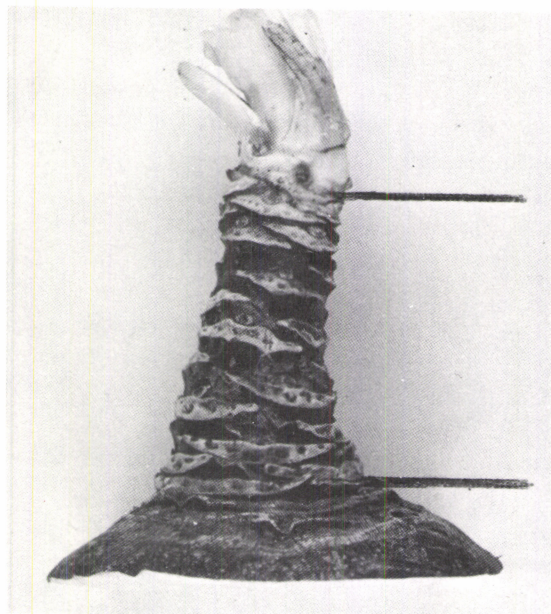


Fig. 106. Halsen hos kålrot er den epikotyle stengel. Bildet viser del av rot som er ideell for mekanisk avblading (Frandsen 1958).



Fig. 107. Kålrot med helrandet blad. Se også fig. 39.

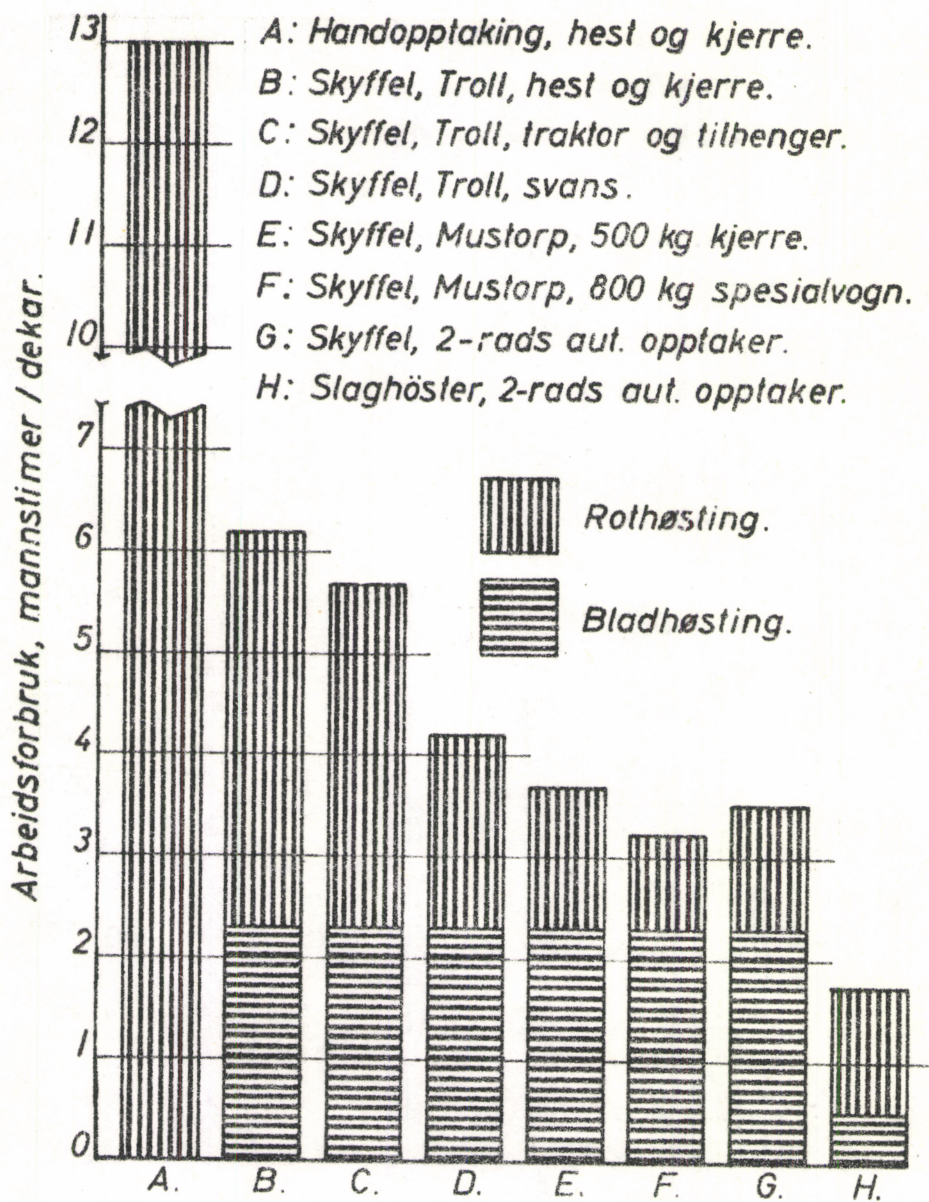


Fig. 108. Arbeidsforbruk i mannstimer pr. dekar for forskjellige høstemetoder ved lagring i hauger på jordet. Lessing av blad og stabling av haugene er medreknet, derimot ikke innkjøring av blad. Det er reknet med 6000 kg rot og 2000 kg blad pr. dekar (Glemmestad 1964).

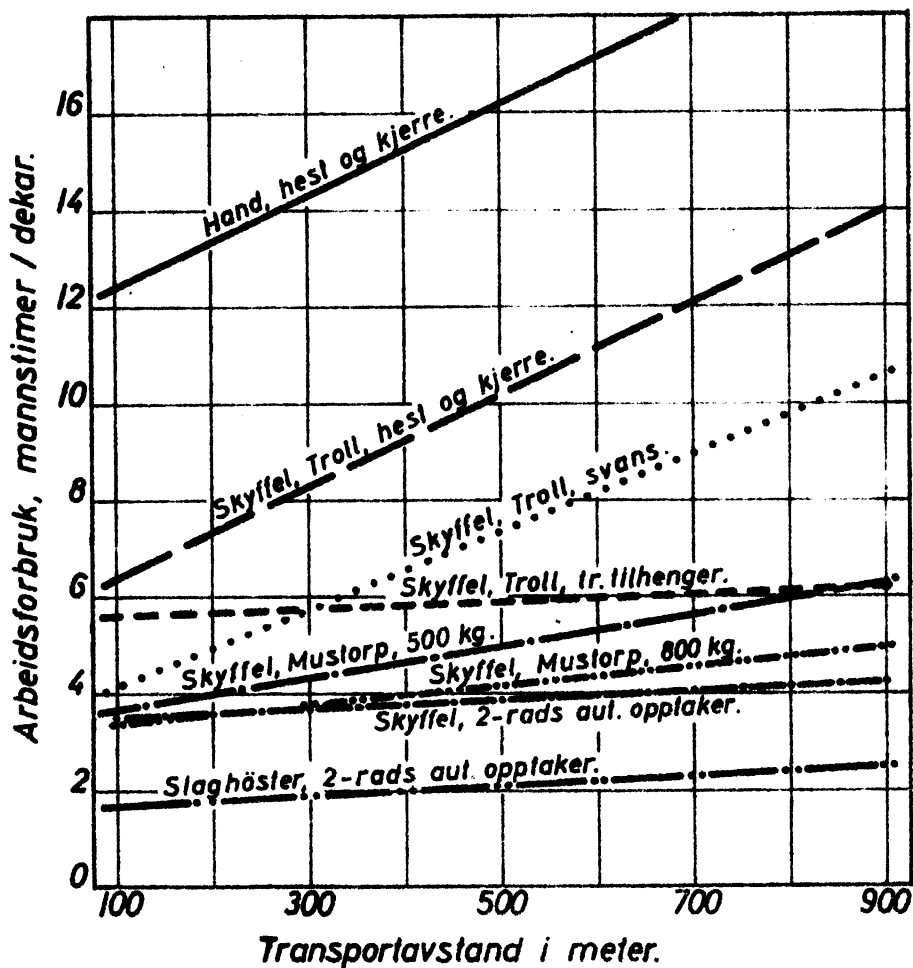


Fig. 109. Arbeidsforbruk i manntimer pr. dekar for en del ulike høstemetoder når rota lagres inne. Lessing, men ikke innkjøring av blad er medreknet. Det er reknet med 6 000 kg rot og 2 000 kg blad pr. dekar.

halm og jord. Jorddekket haug var åpen langs ryggen, bortsett fra halmdekket, og dette ga om høsten avløp for varmen som i den plastdekkta haugen ble samlet opp langs ryggen. Fra høsten av viste derfor haug dekket med plast betydelig høgere temperatur enn haug dekket med jord. På etterjulsvinteren ble dette jevnet ut. Dette gjelder alle steder som ble målt i haugen, bortsett fra øverst i selve ryggen, og den nederste halvdel av sidene. I den nederste del av sidene var det liten forskjell mellom metodene i den første halvdel av lagringsperioden, mens temperaturen var betydelig høgere i haug dekket med jord i den siste del da det var lågest utetemperatur. Dette betyr at røttene i plastdekket haug er mest utsatt for frost her, fordi varmen stiger opp og isolasjonen er i svakeste laget.

I jorddekket haug var toppen sterkt utsatt for frost i kalde perioder, og ved sterk kulde etter regn fryser røttene langs ryggen og nedover. Ved opptining får en råtning med følgende sterk varmeutvikling. I plastdekket haug var røttene i toppen godt vernet mot frost. Ved lufting av plasten i tverrendene gikk temperaturen raskt ned fra ca. $12-14^{\circ}$ til $0-3^{\circ}$, mens stenging førte til en tilsvarende rask stigning.

Det er trukket den konklusjon av temperaturmålingene at en ved plastdekking må lufte ofte, men kortvarig i kalde perioder, og halmdekket langs nederste halvdel av sidene må være tykkere enn på haugen ellers. Kanten må dekkes med et godt lag jord. Haugen som dekkes med jord, må ha et ekstra lag halm på toppen så frosten ikke trenger ned. Dette må fjernes under mildvær.

Lagringstapet var 24 prosent for jordekket haug i middel for 2 år. Det tilsvarende tall for plastdekket haug var 15 prosent. Røttene var betydelig reinere i plastdekket haug.

Hvis en bruker traktor med lesseapparat for dekking med jord, vil selve dekkingen kreve om lag samme arbeid for begge metoder. Med spade vil dekkingen bli svært kostbar for jordhaug. Den største innsparing av arbeid ved bruk av plastdekket haug har en ved innkjøring. Åpning av plasthaugene har tatt 0,5 minutt pr. tonn, mens åpning av jordhaugene har tatt 29 minutter pr. tonn. Det var her tele i jorda på haugene, og jorda måtte

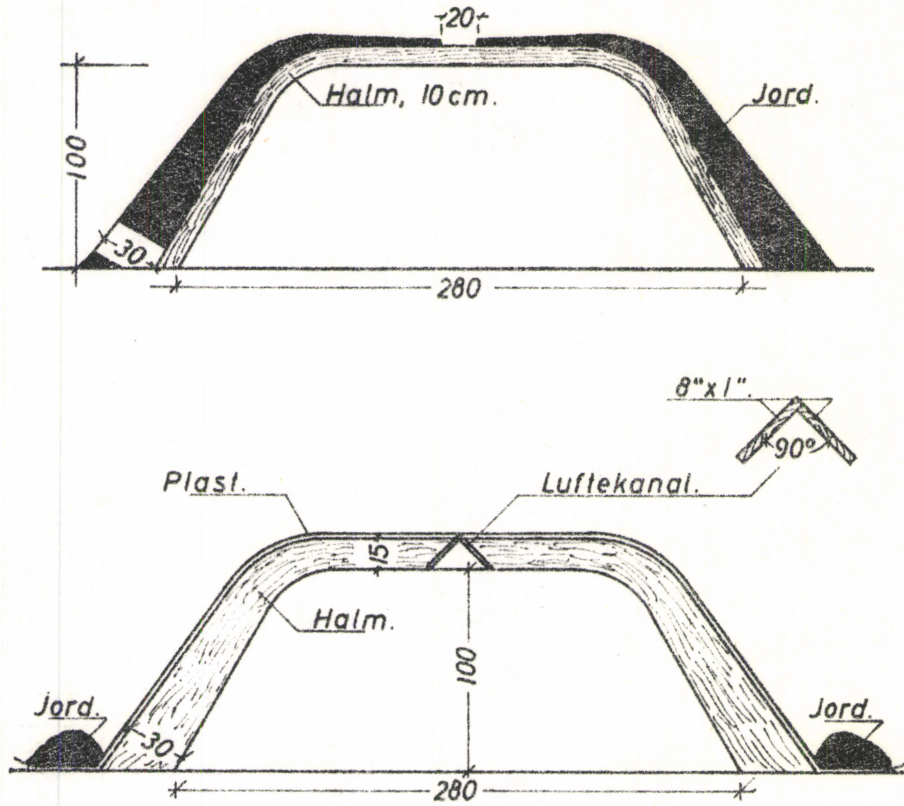


Fig. 110.

Øverst snitt gjennom jordhaug.
Nederst snitt gjennom halm-og plasthaug.

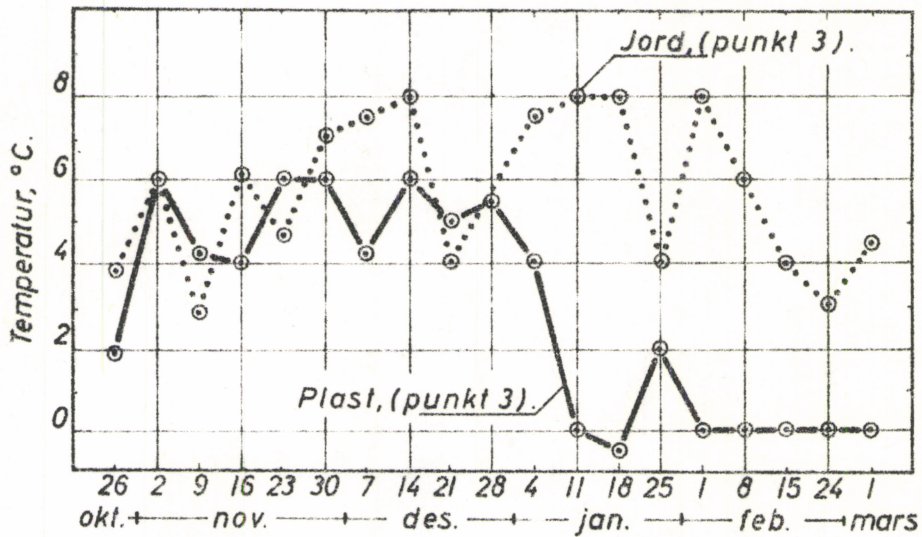
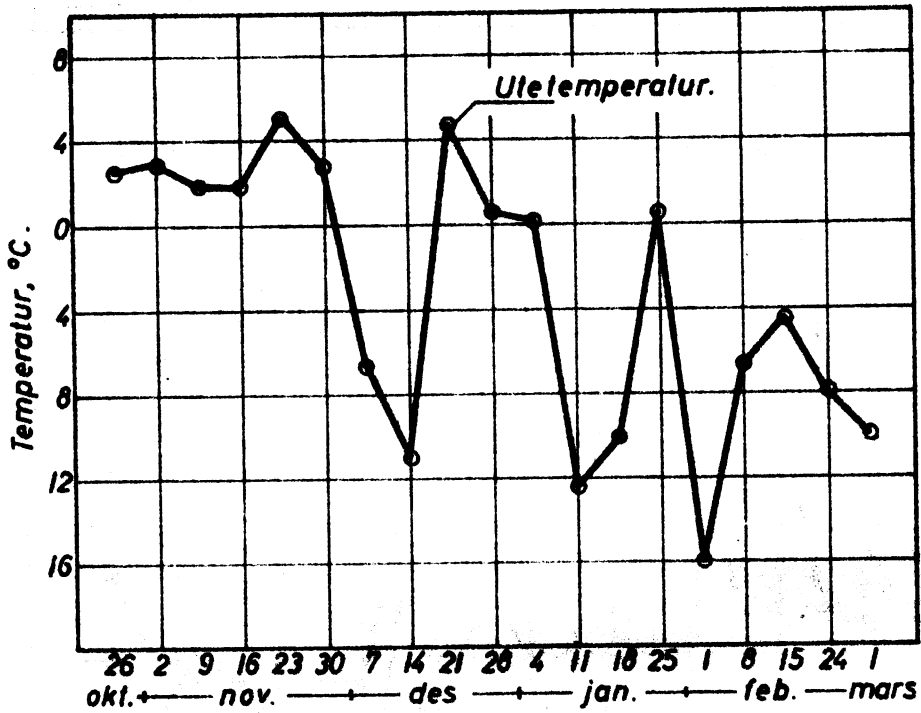


Fig. 111. Temperaturen nederst på siden av rotveksthaugene (punkt 3).



Utetemperatur under lagringsperioden.

Fig. 112.

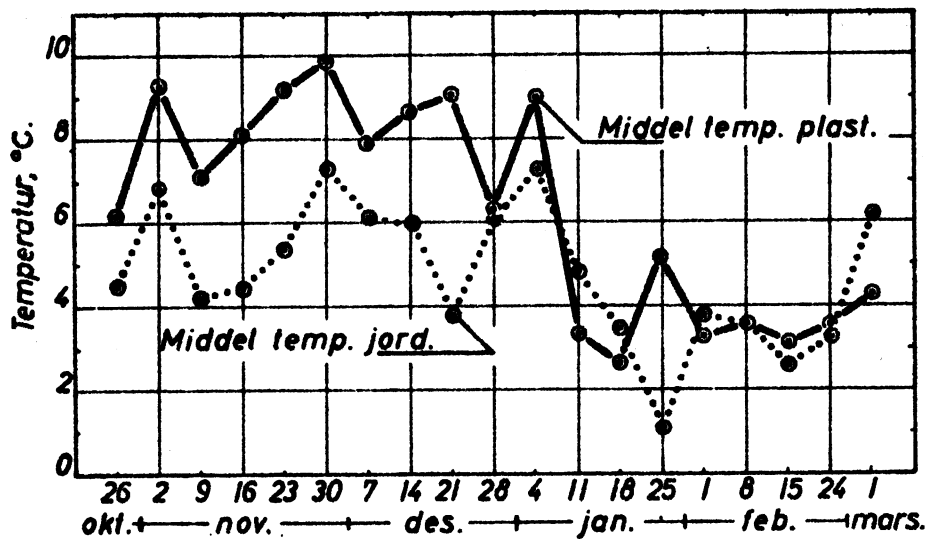


Fig. 113. Den midlere temperaturen i rotveksthaugene under lagringen.

fjernes med hakke og spett. Uten tele vil arbeidet ta langt mindre tid. Også lessinga tar lenger tid når haugen har vært dekket med jord, fordi jord faller ned mellom røttene under avdekking.

Et vesentlig moment er det også at plastdekket haug ikke byr på større opprydningsproblemer før våronna, i motsetning til jorddekket haug.

Resultater fra danske forsøk i 1961-1963 (STATENS FORSØGSVIRKSOMHED I PLANTEKULTUR, 720 medd.) viser også tildels mindre tap ved plastlagring. Dette gjelder imidlertid én av vintrene. Den andre vinteren var det liten eller ingen forskjell.

Plastdekning av rotveksthauger er således et mer økonomisk alternativ enn jorddekking, men en bør ha i minnet hvor viktig det er med luftsirkulasjon når temperaturen blir for høg. Dette er også et meget viktig punkt ved lagring i rom. Her kan dette bli et problem fordi det er så mye større masser det dreier seg om, og også fordi en hurtig og effektiv nedkjøling om høsten krever ordentlig ventilasjonsanlegg, helst med vifte.

For grønnsaker har lagring ved 100 prosent luftråme og i uisolerte lagerhus vært drøftet. Den friskhet som røtter bevarer i kuler, henger sammen med høg luftråme. Ved overrisling med vann som holder 2-4 grader, vil det ikke bli frost i haugen, og det er også rimelig å anta at angrep av sopp og bakterier vil reduseres. AAMLID (1960) har gitt foreløpige resultater for gulrot. Ved lagring av frørotter av kålrot og nepe som brukes i foredlingsarbeidet, har en ellers fått meget god lagring etter dusjing med vann med ca. en ukes mellomrom.

AUSTEGARD (1960) undersøkte om respirasjonsmåling med Orsatapparat kunne gi en mening om lagringsevne hos sorter av forbeter. Forsøkene var av orienterende art, og det ble prøvd 7 sorter som samtidig lå i lagringsforsøk. Det ble brukt 5 kg prøver med tre paralleller som ble satt i luft-tette beholdere, og ved hjelp av Orsatapparatet ble karbondioksydutviklingen målt ved hjelp av en 25 % kaliumhydroxyd-oppløsning som absorpsjonsmiddel. Metoden er følsom for temperaturforandringer.

Det var en meget klar sammenheng mellom respirasjonskvotienten og tørrstoffinnholdet hos de enkelte sorter. Lågprosentige sorter viste sterkere åndingsintensitet enn høgprosentige. I gjennomsnitt var det sterkere ånding om høsten, og særlig om våren, enn midt i lagringsperioden.

Den tydelige sammenheng mellom åndingsintensitet og tørrstoffprosent hos sortene samsvarer med den oppfatning at tørrstoffrike typer har bedre lagringsevne enn tørrstofffattige. Det var imidlertid ikke råd å påvise en slik direkte sammenheng i disse forsøk. Dette kan nok henge sammen med usikkerhet når det gjelder bestemmelse av lagringstapet.

Respirasjonen ble også målt hos hele og skadde røtter for den lågprosentige Barres Strynø. Det var særlig utpå vinteren da de skadde røttene var begynt å råtne, at de viste sterkere ånding enn friske røtter. Ellers økte åndingsintensiteten sterkt med temperaturen både i friske og skadde røtter.

Åndingsundersøkelser har vært utført i en rekke forsøk med betes i andre land (STILES & LEACH 1960, STOUT 1940, 1954b). Spørsmålet har også stor interesse i sammenheng med frukt- og grønnsaklagring.

Lagringsforsøk med sorter av rotvekster blir regelmessig gjennomført her i landet i sammenheng med forsøksseriene, og det påvises som regel forskjeller i lagringsevne. Selv om lagringsforsøkene varierer sterkt når det gjelder det totale tap eller tapsnivået, vil differensene mellom sortene være bestemt relativt nøyaktig. Det totale tap vil ellers i høg grad være betinget av hvor lenge lagringen varer, og frem på vårparten vil tapet stige meget sterkt. Normalt ligger tapet hos betes på 5-15 prosent av tørrstoffet, hos kålrot ligger det antagelig på samme nivå.

I våre forsøk har det vært en økning i røttenes tørrstoffprosent under lagringen, men dette henger nøye sammen med den fuktighetsgrad som sortene lagres under.

Lagringsevnen til forskjellige sorter rotvekster er også under-

søkt i svenske forsøk (NILSSON & BJØRKLUND 1952). Omfattende undersøkelser over lagringssvinn er videre utført i Danmark (STATENS FORSØKSVIRKSOMHED I PLANTEKULTUR medd. 431, 1948). Disse omfattet en sammenlikning av oppbevaring i kule og hus, samt forskjellige typer av forbeter og kålrot. Lagringen varte ca. 5 måneder, og tapet av tørrstoff i prosent var:

	Kule	Hus
Sukkerbete og forsukkerbete	10	11
Forbeter	13	13
Kålrot	13	14
	Kule	Kjeller
Sukkerbete og forsukkerbete	7	11
Kålrot	9	13

Disse forsøk ble supplert med undersøkelser over lagringssvinn under forskjellige lagringsforhold på danske gårdsbruk. Svinnet varierte her mye med typen av lagringsrom, og de svinnprosent som ble funnet, lå mellom 3 og 24. Det blir antydnet at temperaturen ved lagring av forbeter bør være 5-8 grader C i november, og 4-6 grader C i desember-mars. Ved sterk ventilering kan røttene tørke for sterkt ut og derved bli mer utsatt for gråskimmelangrep. Dette kan motvirkes ved å dusje røttene med vann en gang i måneden.

VII. ROTVEKSTENES KJEMISKE INNHOLD OG FORVERDI. DYRKINGENS OMFANG I FORHOLD TIL BEHOVET.

A. Rotvekstenes tørrstoff - og kjemiske innhold, forverdi.

Tørrstoffinnholdet hos rotvekster er av betydning fordi forverdien er nær proporsjonal med tørrstoffprosenten. Dessuten betyr en høy tørrstoffprosent at det blir mindre transportarbeid ved samme avling. Det er sannsynligvis også en sammenheng mellom lagringsevne og tørrstoffinnhold, selv om dette ikke så lett kan påvises i lagringsforsøk.

Det er meget stor variasjon i tørrstoffinnhold både mellom arter og mellom sorter innen samme art. I tabellen nedenfor er satt opp noen omtrentlige middeltall for tørrstoffprosent og kjemisk

innhold hos nepe, kålrot og bete.

I prosent av tørrstoffet

	Tørrst.	Råprotein	Fett	N-fri	Sukker	Trevler	Aske
<u>Røtter:</u>							
Nepe	7-13	12	2	65	31	12	9
Kålrot	10-13	9	1	73	58	10	7
Forbete	13-20	8	1	77	67	7	7
Sukkerbete	20-25	4	1	88	70	5	3
<u>Blad:</u>							
Nepe	11-13	15	2	55	-	13	15
Kålrot	12-14	10	4	45	-	13	18
Forbete	10-12	20	4	44	-	14	18

Tørrstoff- og kjemisk innhold veksler med vekstforholdene. Tallene viser at rotvekstene særlig er et karbohydratfor. Hos kålrot og neper finner en mest invertersukker, mens det hos beten er mest rørsukker som imidlertid går over til invertersukker under lagringen.

Forverdien er undersøkt i foringsforsøk både her i landet og i andre land. Det regnes vanlig 1,1 kg tørrstoff i rot og 1,3 kg tørrstoff i blad til 1 n.f.e. Dette betyr at tørrstoffet i rotvekster kan sidestilles med kraftfor i foringen, og da spesielt tørrstoffet i røttene.

B. Omfanget av rotvekst dyrkingen.

Omfanget av rotvekst dyrkingen er her i landet lite, og det har vekslet sterkt gjennom årene. Totalarealet av nepe, kålrot, forbete og formargkål var i 1939 ca. 225 000 dekar. I 1949 var det falt til ca. 155000 dekar. Seinere har det stort sett vært stadig nedgang, og arealet var i 1973 sunket til 45000 dekar.

En kan stille spørsmålet om det omfang rotvekst dyrkingen har her i landet, er tilfredsstillende for det behov som er, og de fordeler som rotvekstene kan by i et vekstskifte. Utfra antall melkekyr kan en beregne et behov under den forutsetning at

rotvekstene nyttes til disse. Antall melkekyr var i 1972 ca. 415.000 som med 2,0-2,5 f.e. pr. dag i rotvekster (20-30 kg kålrot), og en inneforingsperiode på 150 dager, krever ca. 1,5 millioner tonn rot. Med 6000 kg rot pr. dekar, kreves ca. 250000 dekar eller 3/4 dekar pr. ku. Verdien 2,0-2,5 f.e. pr. dag angis av foringseksperter som den rotvekstmengde som kan utnyttet likeverdig med kraftfor av kyr i høg produksjon. På dette grunnlag skulle det være naturlig med en økning i arealene.

En tilsvarende konklusjon kommer en til hvis en betrakter den verdi rotvekstene har i omløpet. Selv om en ikke skal bruke rotvekstene som et direkte ledd i ugraskampen, fordi dette fordyrer dyrkingen, vil mulighetene for radrensing og ugrashakking virke positivt på etterfølgende grøder. Den kraftige gjødsling som rotvekstene krever, kommer i betydelig grad etterfølgende vekster til gode. Av spesiell betydning her i landet, der gårdene gjennomgående er meget små, er det forhold at knapt noen andre vekster kan konkurrere med rotvekstene i avling.

Når dyrkingen likevel ikke har det omfang som kanskje kunne ventes, henger dette sammen med en rekke forhold. Disse vekstene er ikke de enkleste å dyrke, og de er heller ikke de mest robuste mot uheldige somrer med stort overskudd av regn som gir mye ugras og dårlig vekst på grunn av bløyte. Med gamle dyrkingsmetoder er de dessuten arbeidskrevende, og dette er vel det verste problem der en ikke har maktet en omlegging til rasjonell dyrking og høsting. Rotvekstene har ellers fått sterk konkurranse av andre vekster som riktignok gir mindre avlinger, men som er langt enklere å dyrke. Det gjelder her først og fremst gras til ensilering, og grønnforvekster (formargkål, forraps, m.fl.) som også legges i silo. En enklere og mindre arbeidskrevende vekst, som dertil er mer årssikker, vil bli foretrukket i en tid da arbeidskraften er kostbar, selv om ensileringstap og avlingsstørrelse skulle veie mot. Rotvekstene må også konkurrere med en kordyrking som er basert på garanterte priser, og som samtidig er mekanisert og rasjonell.

VIII. LITTERATUR

Som det går fram av tekst og figurer foran, omfatter kompendiet et meget stort antall litteraturhenvisninger. For å unngå utgiftene til opptrykking av disse, er de ikke tatt med her. De er imidlertid tilgjengelige ved henvendelse til forfatteren av dette kompendium.

