

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

Institutt for grønnsakdyrking, Ås

Stensiltrykk nr. 84

ISBN 82-576-5541-4

Frø og spiring

(Anatomi, biologi, spiring og frøformering)

Seed and germination

(Anatomy, biology, germination and seed propagation)

Av

Ottar Røeggen

November 1974

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

Institutt for grønnsakdyrking, Ås

Stensiltrykk nr. 84

ISBN 82-576-5541-4

F R Ø O G S P I R I N G

(Anatomi, biologi, spiring og frøformering)

S e e d a n d g e r m i n a t i o n

(Anatomy, biology, germination and seed propagation)

Av

Ottar Røeggen

November 1974

## INNHOOLD

	side
INNLEDNING .....	1
A. FRØETS ANATOMI	
I. Frøet blir til - befruktningen .....	1
II. Frøets vekst .....	3
III. Modning .....	3
IV. Tørking .....	3
V. Det ferdige frøet	
a. Frøets organer .....	6
1. Kimen, eller embryo (plantefosteret) .....	6
2. Frøkviten, eller endosperm .....	6
3. Perisperm .....	6
4. Frøskallet, eller frøkappen .....	6
b. Frøtyper	
1. Inndeling etter hvilke organer som tjener som forråds-kammer .....	6
2. Inndeling etter hvilket næringsstoff som domi- nerer opplagsnæringen .....	7
3. Inndeling etter frøbladene's stilling i forhold til spiren .....	7
4. Inndeling i virkelige frø og frukt som spred- ningsorgan .....	7
5. Demonstrasjon av frø .....	7
VI. Frøvariasjoner	
a. Variasjon i frøstørrelse fra art til art .....	12
b. Variasjoner innen en art .....	12
B. FRØBIOLOGI - Fra ferdig frø til såing	
I. Definisjoner på evnen til å spire .....	15
II. Metoder til undersøkelse av frøets spiredyktighet ..	16
a. Direkte metoder .....	16
1. Spireevnen under optimale forhold .....	16
2. Spiring ved låg temperatur .....	16
b. Indirekte metoder	
1. Biokjemisk metode .....	17
2. Tetrazolium-metoden .....	17
3. Måling av åndingen .....	17
4. Måling av elektrisk ledningsevne i vannuttrekk	17
III. Frøets levealder og normale spireevne .....	20
IV. Lagring .....	22

	Side
V. Årsaker til utilstrekkelig, dårlig eller manglende spiring	
a. Umodent frø .....	24
b. Skadd frø .....	24
c. Sykt frø .....	25
d. For ungt frø og uferdig frø .....	25
1. Umodent embryo .....	25
2. Frø med behov for ettermodning ved tørrlagring	25
3. Stratifisering av frø med behov for kjøling ...	26
e. For gammelt frø .....	27
<b>C. SPIRING</b>	
I. Opptak av vann .....	30
II. Temperaturens innvirkning på strekningsvekst og ånding ved spiring .....	31
III. Lys .....	36
a. Lys kan fremme eller hemme spiring .....	36
b. Lysømfintlig frø .....	37
c. Lysets innvirkning på spiren .....	38
d. Daglengderekasjoner .....	38
IV. Spirehemming etter såing .....	38
a. Tørke .....	38
b. Saltskade, spirehemming p.g.a. gjødsling og andre spirehemmende faktorer .....	38
c. Dårlig jordstruktur .....	39
d. Låg jordtemperatur og sykdomsangrep .....	39
D. FRØFORMERING - (En disposisjon) .....	40
I. Frøet i verdenshusholdningen .....	40
II. Frøet i skogproduksjonen .....	40
III. Som formeringsmetode i forhold til vegetativ formering .....	40
IV. Bedre vare .....	40
V. Bedre spiring .....	40
VI. Riktig utførelse .....	41
VII. Tillaging av såjorda .....	41
<b>LITTERATUR</b> .....	42

## INNLEDNING

Etter mandatet skal forelesningene omfatte anatomi, biologi, spiring og frøformering. For at studentene skal ha en oversikt over det foreleste, er forelesningene samlet og gitt en form som ligger et sted mellom en disposisjon og et kompendium. I 1976 ble det gjort endel tilføyelser, og med tiden vil forhåpentligvis hele stensilttrykket være et ferdig kompendium.

### A. FRØETS ANATOMI

#### I. Frøet blir til - befruktningen

Befruktningen innledes med bestøvningen (se fig. 1). Det er pollenkornene som kommer fra blomstens hannlig organ - støvknappene, og slår seg ned på arret som er inngangsporten til blomstens hunnlige organ (støvveien). Pollenkornet sender ut en slange - pollenslangen - som vokser seg ned gjennom griffelen og fruktknuten. Fruktknuten kan inneholde ett eller flere frøanlegg. Frøanlegget kalles frøemnet, som foruten to frøemnehinner har en frøemnekjerne som kalles nucellus. Inne i denne kjernen ligger kimsekken som inneholder to hjelpeceller, en haploid eggcelle, en diploid sentral-kjerne og tre antipodeceller.

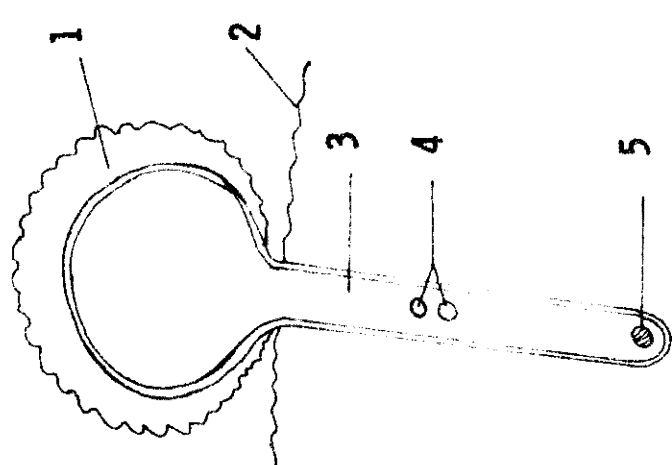
Pollenslangens vekst ledes av en vegetativ kjerne som ligger i spissen av slangen. Bak følger to haploide generative kjerner, som begge deltar i befruktningen. Pollenslangen finner veien inn gjennom frøemnets åpning (frømunnen eller mikropylen) og vokser seg gjennom frøemnekjernen og kimsekken. Den ene generative kjernen i pollenslangen smelter sammen med eggcellen og danner en diploid zygote. Den andre generative kjernen smelter sammen med den diploide sentralkjernen og danner en triploid kjerne. Den triploide kjernen utvikles til en frøkvite som vi kaller endosperm.

Etter befruktningen skjer denne utviklingen:

Eggcelle + gen. kjerne	—————>	embryo eller kimen
Sentralkjerne + gen. kjerne	—————>	endosperm eller frøkvite

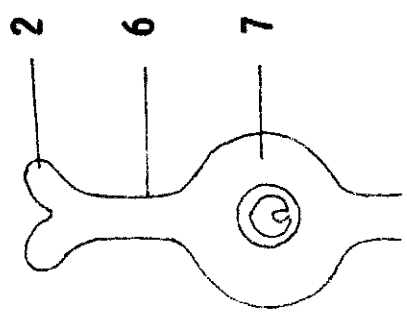
Fig. 1. ILLUSTRASJON AV ORGANER I BEFRUKTNINGSPROSESSEN.

Pollenkorn på arr.



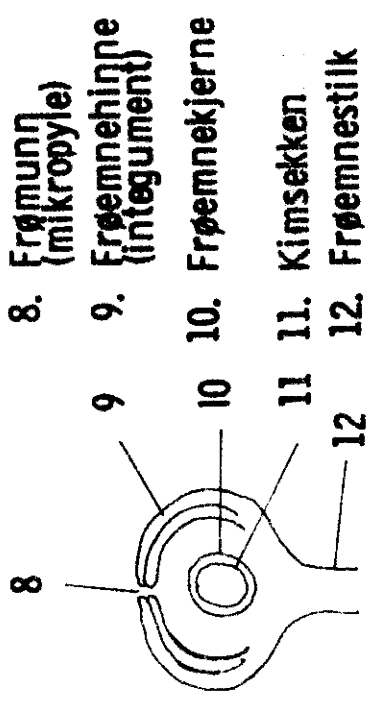
- 1. Pollenkorn
- 2. Arr
- 3. Pollenslange
- 4. Generative kjerner
- 5. Vegetativ kjerne

b. Støveien.



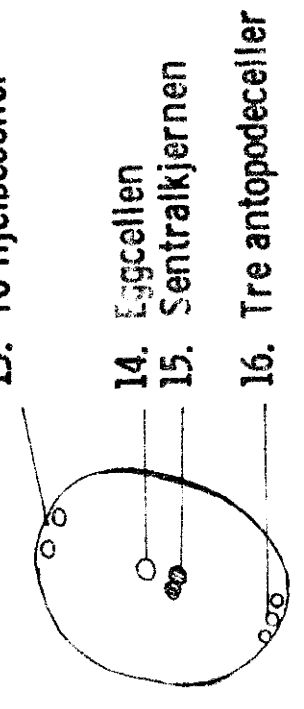
- 2. Arr
- 6. Griffel
- 7. Fruktknute med ett frøanlegg (frøemne)

c. Frøemne



- 2 -

d. Kimsekken.



- 13. To hjelpeceller
- 14. Eggcellen
- 15. Sentralkjernen
- 16. Tre antopodeceller

Frøemnekjerne (nucellus)	→	0 eller perisperm
Frøemnehinner	→	frøskall
Frøemne	→	frø
Frømunn, mikropyle	→	mikropyle (et merke i frøskallet)
Frøemnestilk	→	frøstreng
Frøfruktaknute	→	frøfruktskall

Denne utviklingen skjer ikke for alle arter. De færreste har en utvikling av frøemnekjernen til perisperm (se fig. 10). Noen ser ut til å mangle endosperm, men disse har opplagsnæringen i kimbladene (eks. hagebønner). Noen få mangler både perisperm, endosperm og nevneverdig opplagsnæring i kimbladene (eks. orkidéene). Hos enkelte familier forvandles frøfruktaknuten til frøfruktskall utenpå frøskallet (eks. skjermplantefam.), mens andre familier har ikke frøfruktskall utenpå frøskallet (eks. korsbløst- og ertefam.).

## II. Frøets vekst

Assimilater og joner fra jordvæsken transporteres til frøet, hvor næringsementene går gjennom frøstrengen inn i frøet. Veksten til frøet antas å kunne beskrives med en sigmoid kurve - en vanlig vekstkurve - med svak tiltagende vekst i første fase, sterk vekst i annen fase, og avtagende vekst i tredje fase.

Eksempelvis kan ert nevnes. Mens skolmen utvikler seg, er det svært liten vekst i frøene. Senere tiltar veksten raskt. Når konservertene nærmer seg høsting, er veksten avtagende. I fig. 2 er dette illustrert med tenderometerverdier som kriterier for tiltagende modning.

## III. Modning

I siste del av frøets vekst skjer det en kontinuerlig forandring i stoffenes mengdeforhold. Det er modningsprosessen. I fig. 2 og 3 er konservert brukt som eksempel. Fram mot maksimal avling tiltar stivelse, protein og tørrstoffinnholdet, mens sukkerinnholdet avtar. Betrakter man tørrstoffinnholdet, kan man på et relativt tidlig stadium se at dehydreringsprosessen har begynt. Fra tenderometerverdi 70 til 160 øker tørrstoffprosenten fra ca. 19 til ca. 27 ifølge Ottosson.

## IV. Tørking

Når veksten er avsluttet, tiltar dehydreringsprosessen, og frøets volum avtar fram mot høsting. Etter høsting fortsetter tørkingen til man bare har 11-12% vatn igjen.

Hos frø hvor skallet har f.eks. en brun farge, kan man på et visst stadium av tørkeprosessen se at fargeomslaget fra helt lyst til brunt kommer på noen få dager.



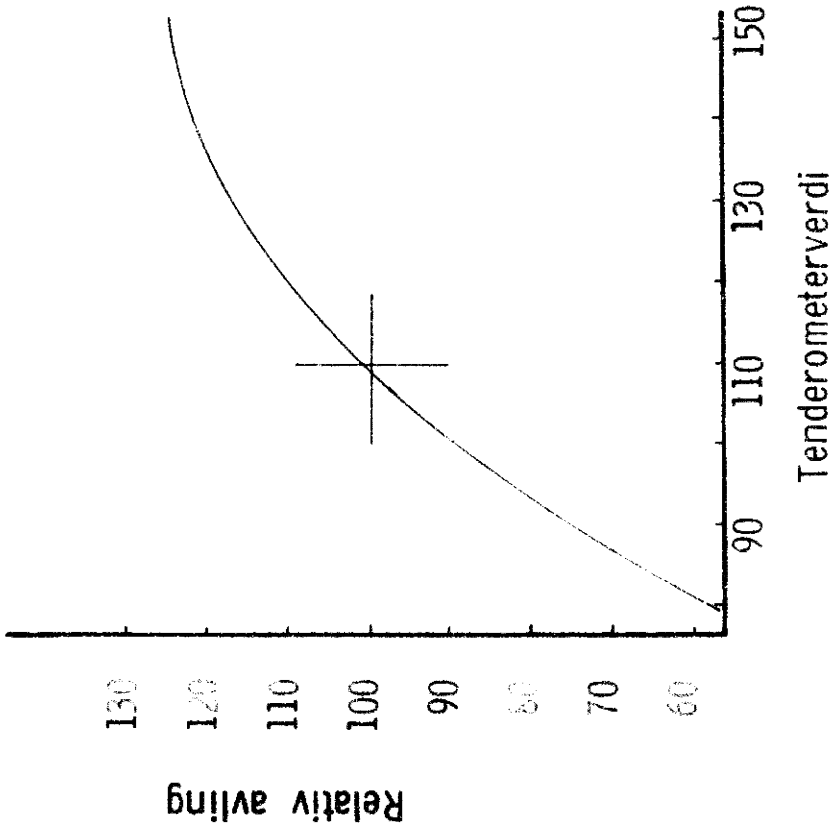


Fig. 2. Avling i relasjon til modningsgrad

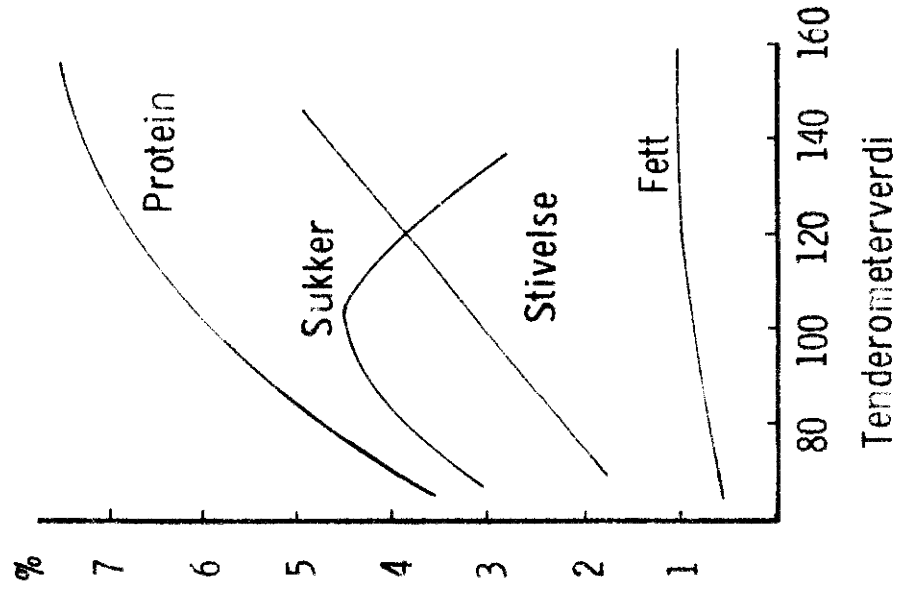


Fig. 3. Mengden av næringsstoffer i relasjon til modningsgrad.

V. Det ferdige frøet

a. Frøets organer

En kort beskrivelse med nødvendige definisjoner og henvisning til figurer.

1. Kimen, eller embryo (plantefosteret)

Enkeltdeler:

Kimblad eller kotyledon.

Kimknopp eller primært vekstpunkt.

Kimstengel eller hypokotyl.

Kimrot eller rotanlegg.

Hos en monocoteledon (enfrøbladet plante) finnes dessuten) (se fig. 9).

Coleoptile. Det er det første bladet og danner en beskyttende slire eller hylse over primærbladet og kimknoppen.

Rotkappe. Det ytterste laget av kimrota.

Coleorhiza. En hylse som bekler kimroten hos noen planter.

2. Frøkviten, eller endosperm

Det er forråds-kammeret hvor opplagsnæringen for mange frøslag ligger (fig. 5,6,7,9 og 10).

I tilknytning til endospermen finner man dessuten hos enkelte arter disse organene:

Scutellum. Det er et skjoldlignende organ som embryo absorberer næringen gjennom fra endospermen (se fig. 9).

Endospermens aleuronlag er et spesielt ytre lag i frøet av bl.a. hvete og andre kornarter, hvor proteinstoffer er tilstede i form av små korn. Aleuronlaget er rikere på protein enn endospermen (se fig. 9).

3. Perisperm

I frø av bete finner man mellom endospermen og frøskallet et ytre forrådsorgan som kalles perisperm. Det er dannet av frøemnekjernen (se fig. 10).

4. Frøskallet, eller frøkappen

Utenfor frøskallet finnes ofte et fruktskall (se fig. 6,8 og 9 for h.h.v. gulrot, salat og mais). Frøskallet og fruktskallet er ofte sammenvokst.

b. Frøtyper

1. Inndeling etter hvilke organer som tjener som forråds-kammer

Opplagsnæringen i frøblada.

Ertefamilien, gresskarfamilien, korsblomstfamilien og korgplantefamilien (se fig. 4 og 8).

Opplagsnæringen i endospermen.

Skjermplantefamilien, syrefamilien, søtvierfamilien, liljefamilien og grasfamilien (se fig. 5,6,7 og 9).

Meget av opplagsnæringen sitter i perispermen.

Melde- og nellikfamilien (se fig. 10).

Ingen opplagsnæring.

Meget smått frø. Orkidéer.

2. Inndeling etter hvilket næringsstoff som dominerer opplagsnæringen

Karbohydrater.

Kornslagene, ris og mais.

Fett.

Nøtter, lin og oljevekster.

Proteiner.

Erter, bønner.

3. Inndeling etter frøbladenes stilling i forhold til spiren

Hypogeisk spiring. (Hypo=under).

Frøbladene blir værende i jorda.

(Erter, prydbønner og mais).

Epigeisk spiring. (Epi=over).

Frøbladene kommer opp av jorda.

(Hagebønner og eple).

4. Inndeling i virkelig frø og frukt som spredningsorgan

Virkelig frø: Korsblomstfam., ertefam., søtvierfam., gresskarfam. og liljefam.

Frukt som spredningsorgan: Korgplantefam. (nøtt), syrefam.

(nøtt), skjermplantefam. (spaltefrukt med to smånøtter), melde-

fam. (nøtt, hos bete sitter flere frukter sammen i et hode av

inntørka blomsterdekkblad), leppeblomstfam. (nøtt) og grasfam.

(skallfrukt, karyopse).

5. Demonstrasjon av frø

Det vises til demonstrasjonen på klassen, og til fig. 11 og 12.

Fig. 4. SNITT AV HAGEBØNNEFRØ

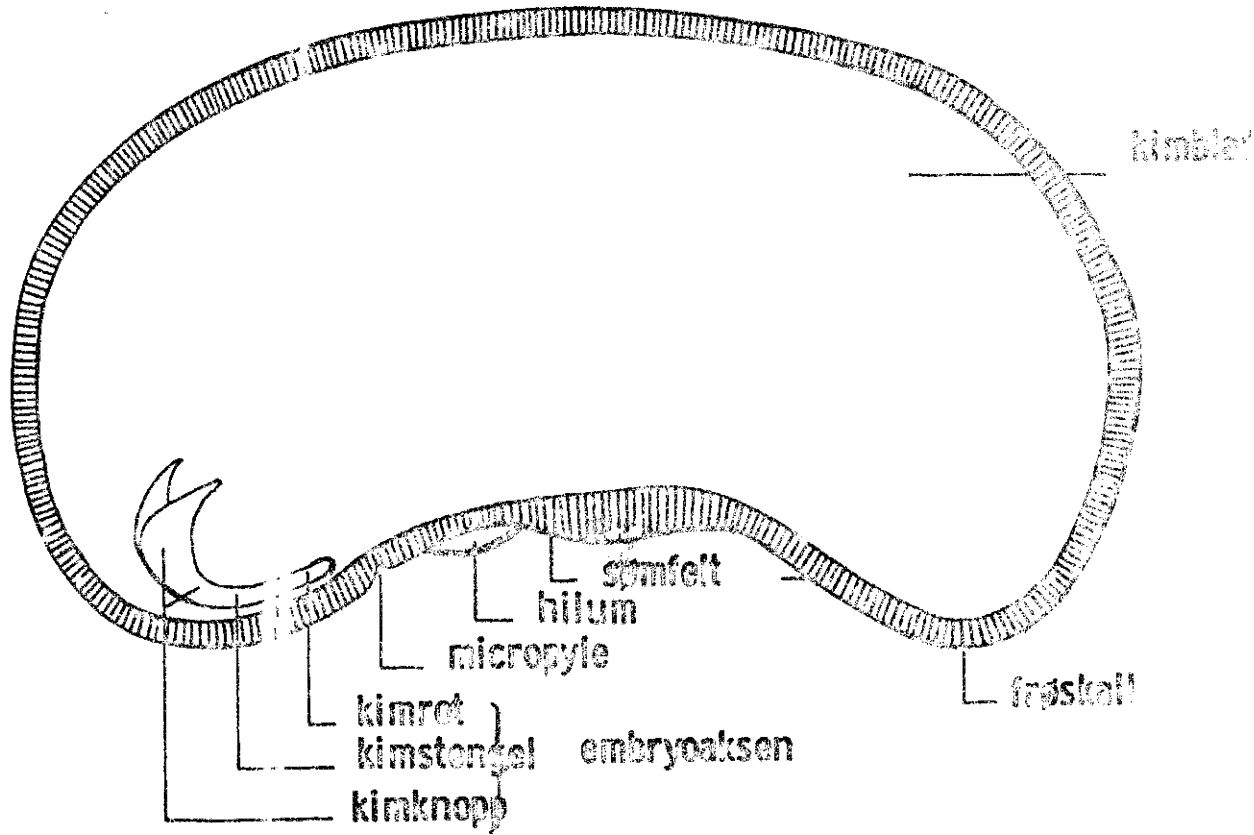


Fig. 5. SNITT AV TOMATERFRØ

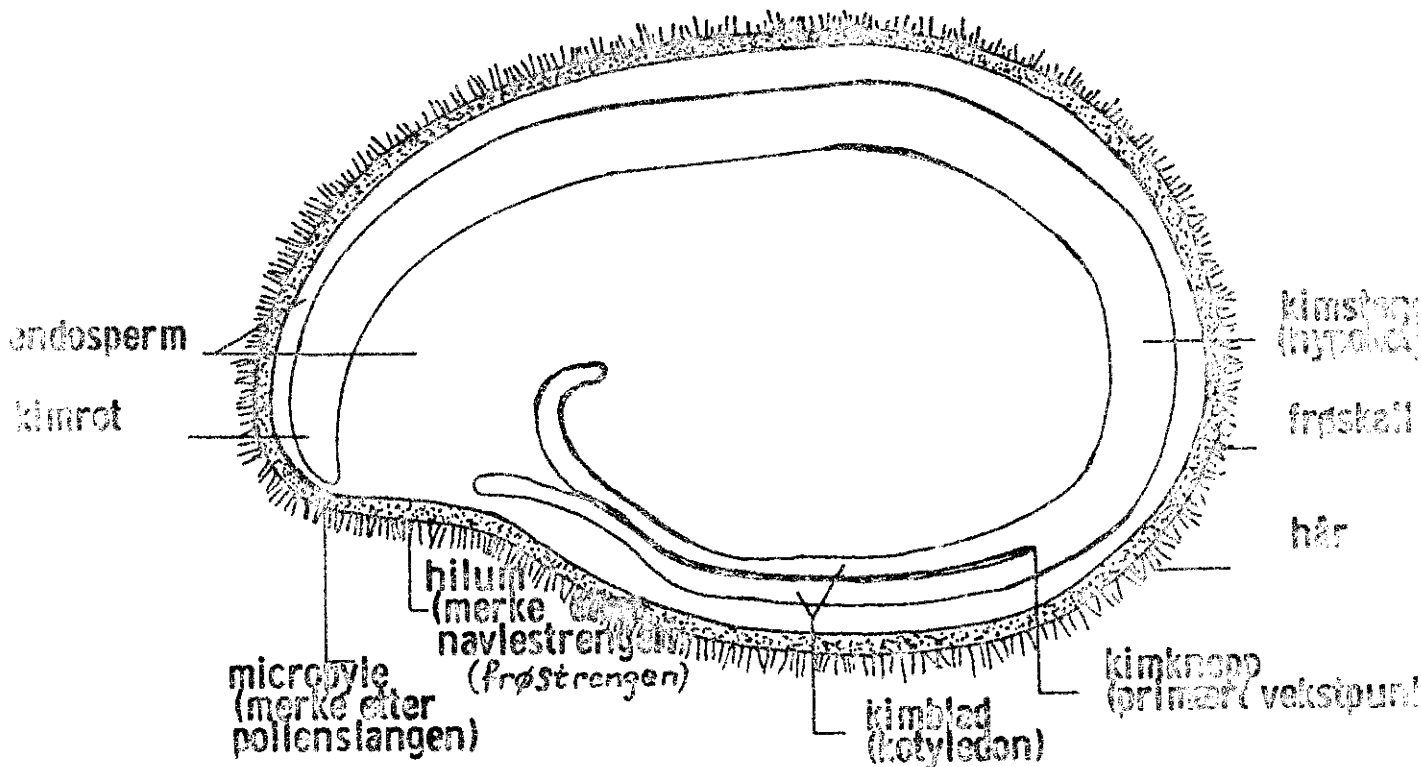


Fig. 6. SNITT AV GULROTFRØ HVOR BØRSTEN<sup>E</sup> ER AVREVET.  
(En frø lignende frukt).

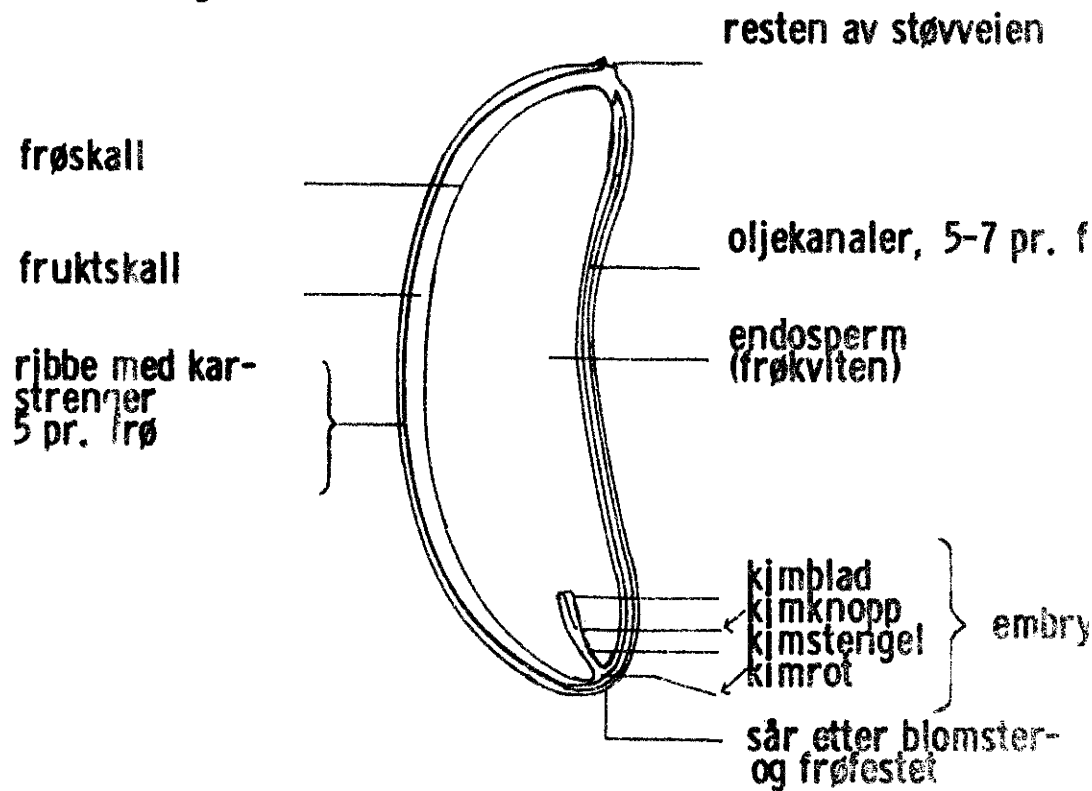
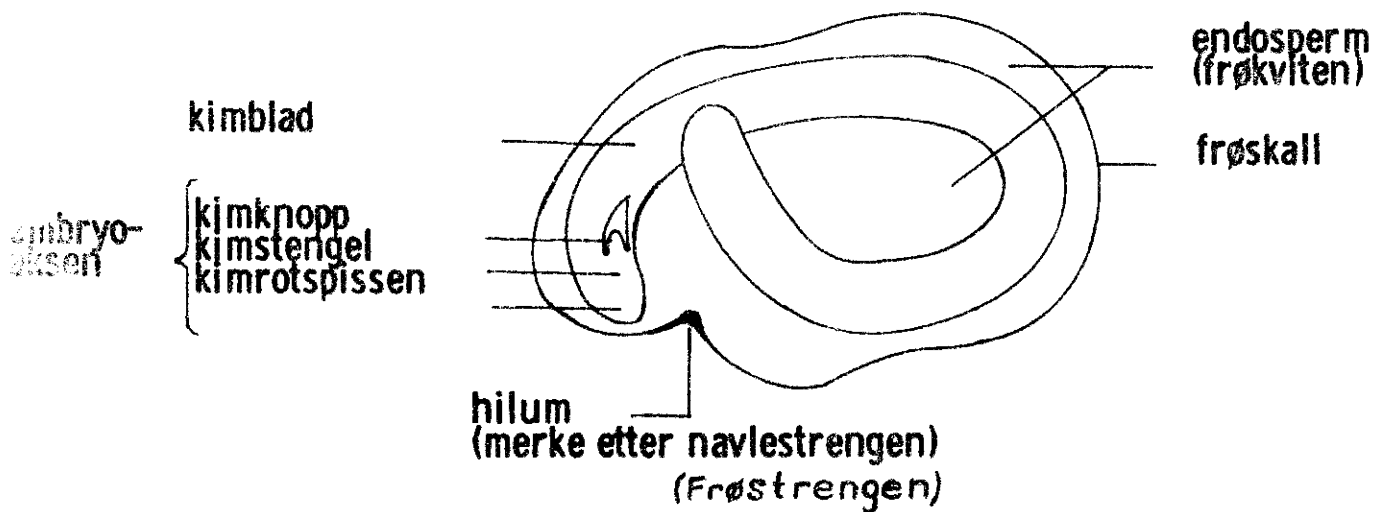


Fig. 7. SNITT AV LØKFRØ.



Etter HARRINGTON.

Fig. 8. SNITT AV SALATFRØ. (En frøliggende frukt).

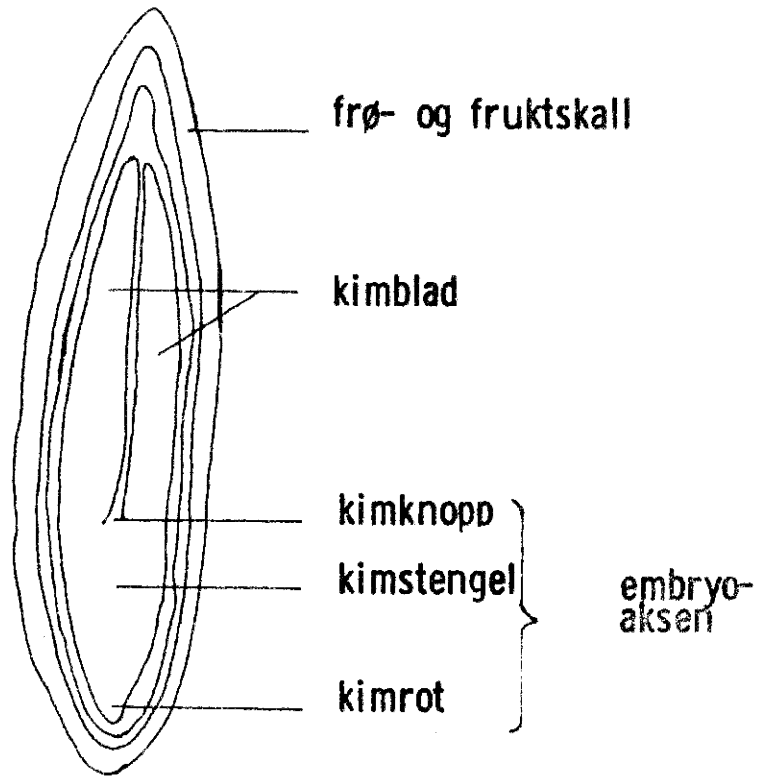


Fig. 9. SNITT AV MAISFRØ. (En frøliggende frukt).

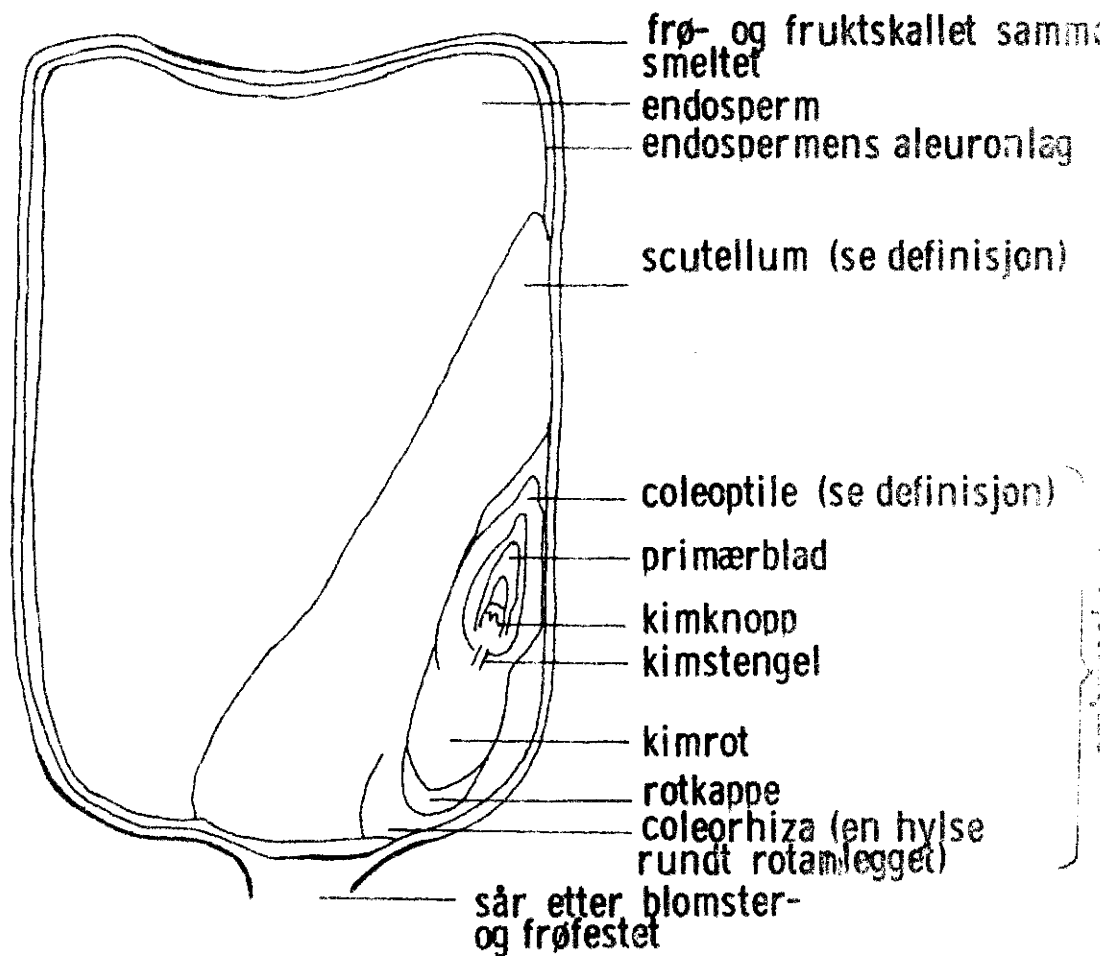
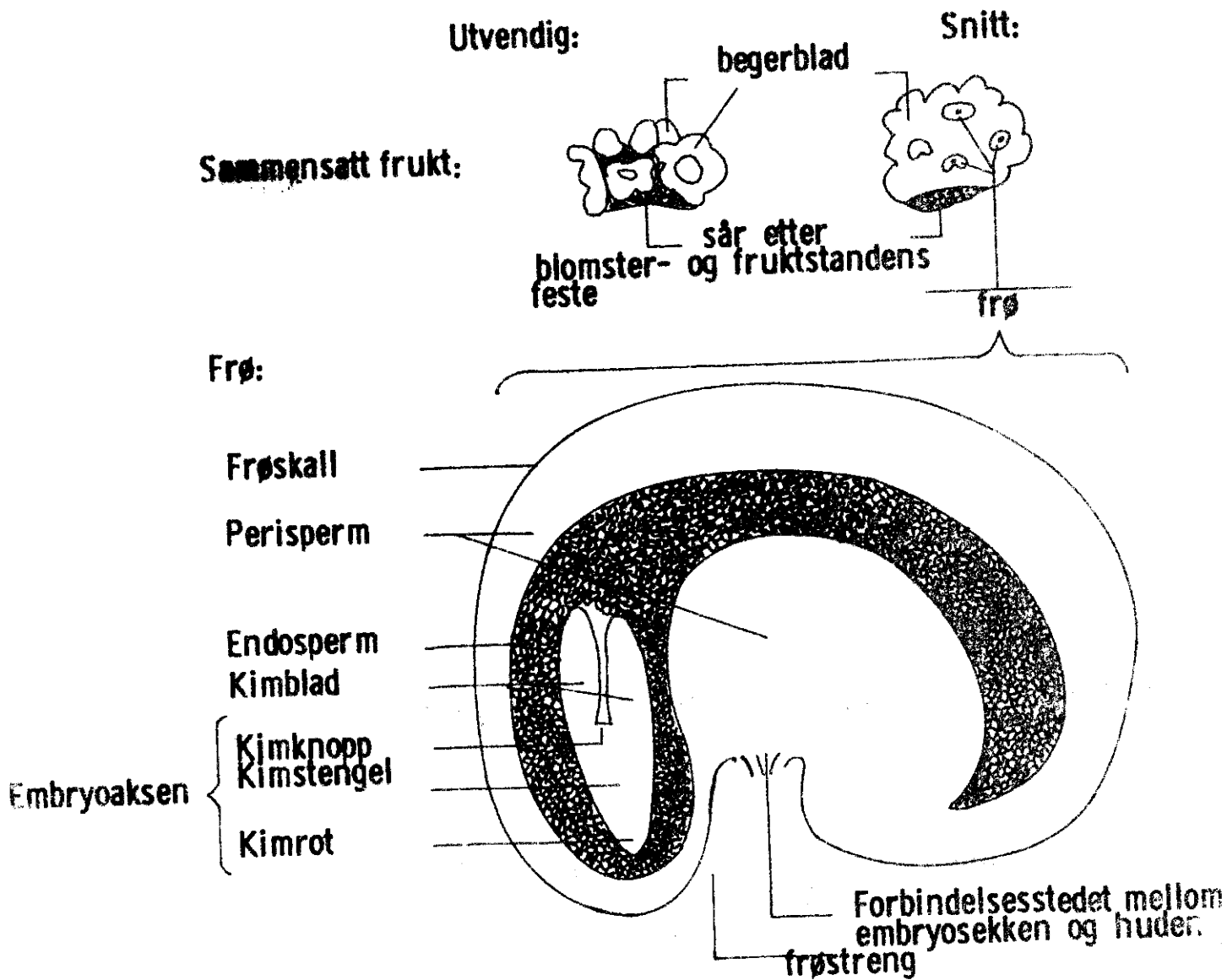


Fig. 10. SNITT AV BETEFRØ. (En frøliggende, sammensatt frukt).



VI. Frøvariasjoner

a. Variasjon i frøstørrelse fra art til art

Noen eksempler:

Gruppe	Art	Frø pr. gram
Grønnsaker	Bondebønner	1-3
"	Hagebønne	1-9
"	Ert	3-4
"	Agurk	30-40
"	Kepaløk	200-250
"	Kvitkål	250-300
"	Gulrot	700-900
"	Salat	800-1200
"	Selleri	2000-2500
Blomster	Alpefiol	80-100
"	Stokkrose	125
"	Ridderspore	350
"	Asters	500
"	Akeleie	600
"	Løvemunn	5000
"	Lobelia	28000
"	Knollbegonia	50000
"	Isbegonia	60000

b. Variasjoner innen en art

Det beste eksempelet her er sikkert hagebønne med en utrolig variasjonsrikdom i farge, form og størrelse.

Dessuten kan det også finnes ganske stor variasjon i frøstørrelsen innen en sort. Gulrotfrø er et godt eksempel. Det har vært på tale å størrelsessortere gulrotfrøet for å få en jevnere plantestand.



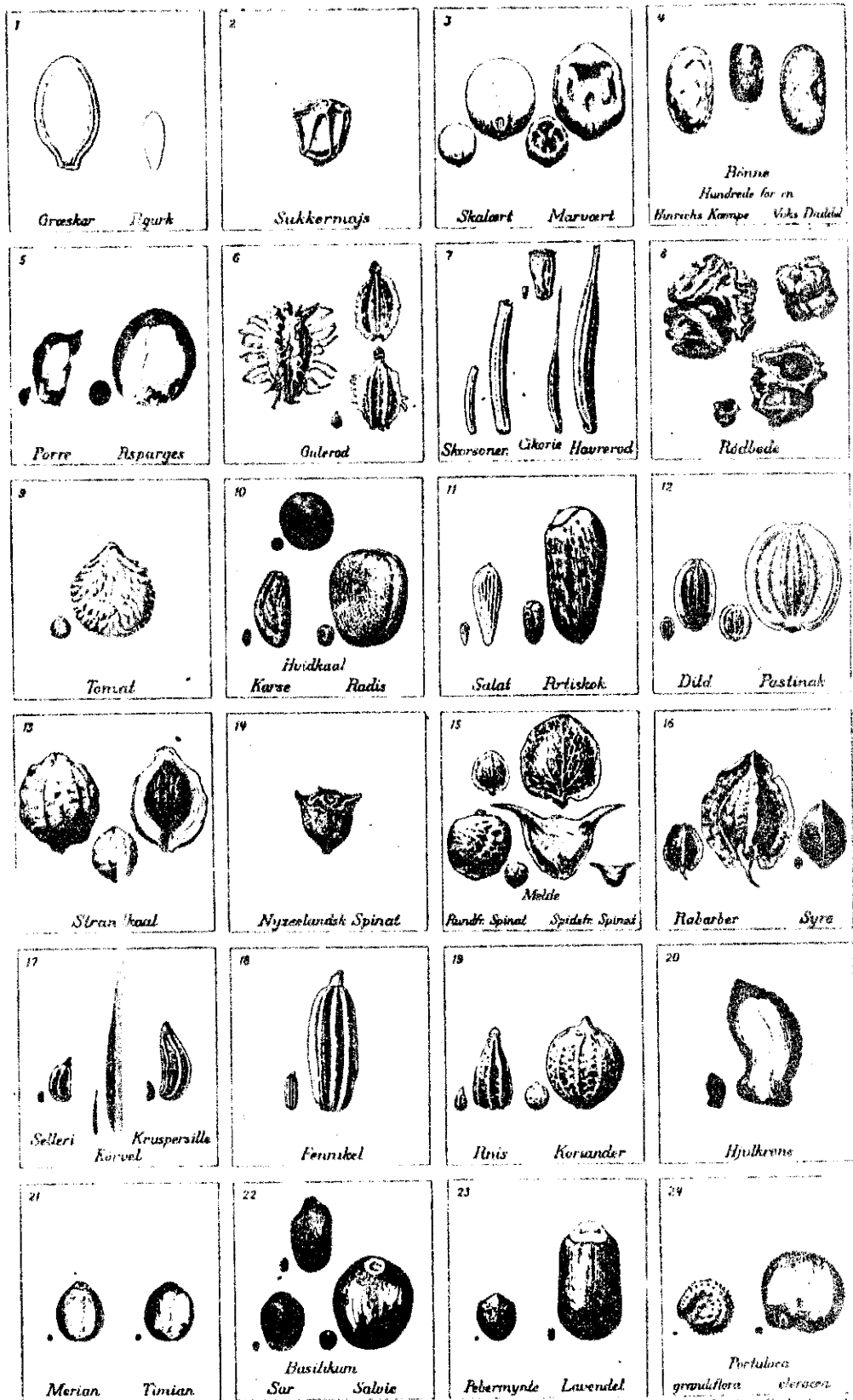
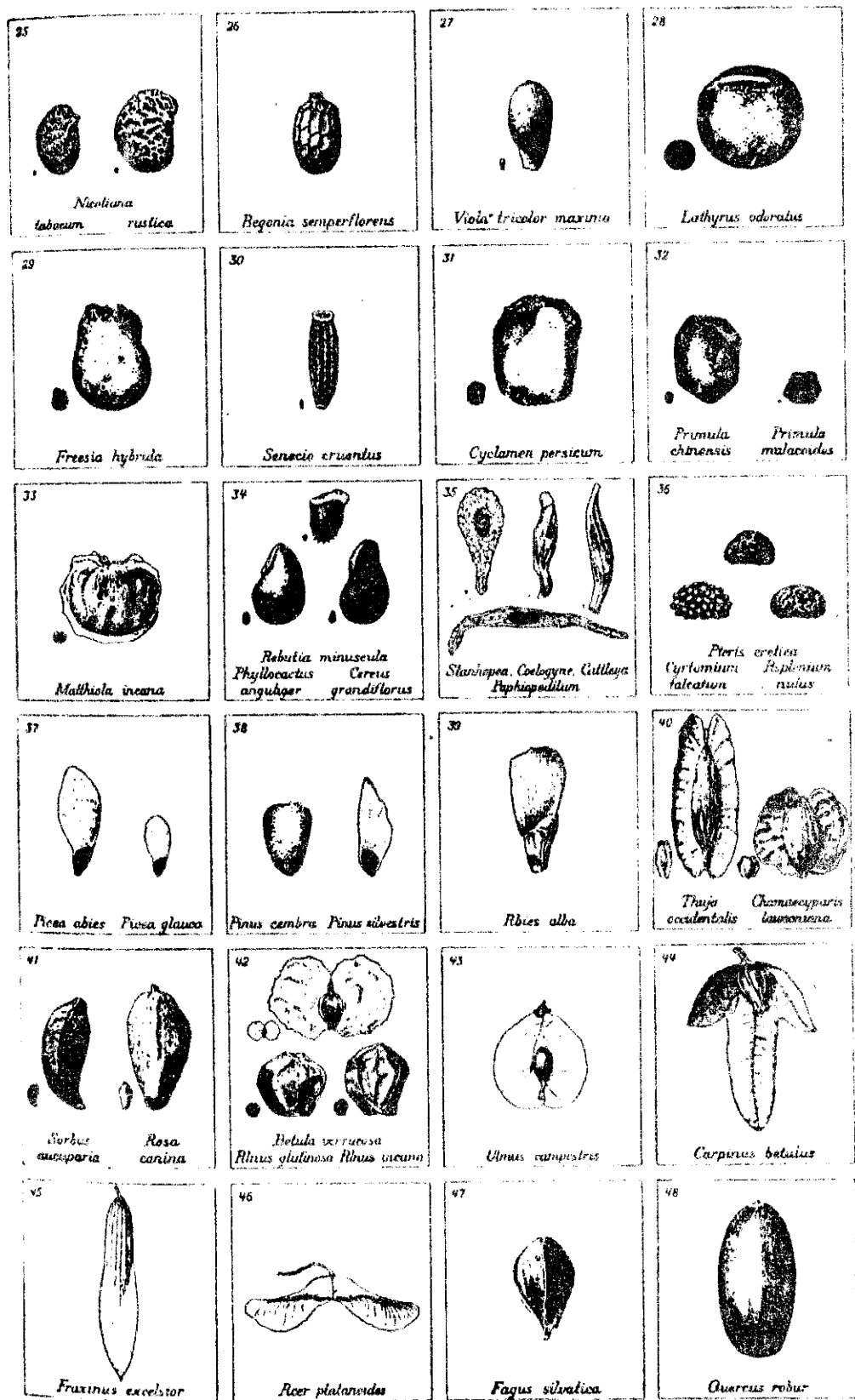


Table I. Urtefrø. Hvor der af den enkelte Frøart kun er gængivet en Figur, angiver denne Frøets naturlige Størrelse. Hvor der af den enkelte Frøart er gængivet to Figurer, angiver den mindste Frøets naturlige Størrelse.



Tavle II. Blomster- og Træfrø. Hvor der af den enkelte Frøart kun er gengivet een Figur, angiver denne Frøets naturlige Størrelse, undtagen for Nr. 36, Bregnespore, som er saa smaa, at naturlig Størrelse ikke kan angives, og for Nr. 46, der er lidt under nat. Størrelse. Hvor der af den enkelte Frøart er gengivet to Figurer, angiver den mindste Frøets naturlige Størrelse.

Ingborg Prætorikow del.

## B. FRØBIOLOGI

### Fra ferdig frø til såing

#### I. Definisjoner på evnen til å spire

Det gjengis her en del av det Overaa har skrevet om definisjoner:

"Spireevne er ikke et entydig begrep hverken i dagligtale eller i fagspråket. Hverken i Forskrifter for handel med såvarer, Kgl. res. av 30. juni 1955 eller i Statens frøkontrolls analyseregler fastsatt av Ldp. 31. mars 1967 er det gitt noen definisjon, men i forskriftene er det sagt at spireevnen er en av de egenskapene som skal angis i prosent ved salg av såvarer.

I Norsk hagebruksleksikon er spireevne definert slik: "Spireevne kalles den prosent av frøet som har spirt ved utløpet av den fastsatte spiretid for frøslaget. Som spirte regnes de frø som har gitt normale spirer."

Her er spireevnen definert som den spireprosenten som er oppnådd for et frøslag under bestemte, optimale spirevilkår i laboratoriet.

Det kan reises mange innvendinger mot en slik definisjon. Overaa oppfatter resultatet av spireanalysen som et estimat av spireevnen, og ikke spireevnen selv. Hvis man gjør flere estimat under vekslende spirevilkår, vil man få et bedre inntrykk av spireevnen.

Spirehastighet brukes for å beskrive hvor raskt frøet spirer. Forskjellige målemetoder og indeksberegninger har vært foreslått. Hos oss betegner det kort og godt den spireprosent som er oppnådd i en avgrenset del av spiretida (1/3-1/2 av spiretida). Det hefter så mange svakheter ved en nøyaktig angivelse at begrepet ikke er anerkjent innen frøhandelen, selv om det i svært mange tilfeller er funnet bedre korrelasjon mellom "spirehastighet" og oppspiring, enn mellom "spireevne" og oppspiring.

Spirekraft (eng.: Vigour, tysk: Triebkraft) er brukt for å betegne frøets evne til å gi planter under vanskelige oppspiringsvilkår. Hittil er det ikke gitt noen alminnelig anerkjent definisjon av Vigour (spirekraft), og det foreligger ingen internasjonalt anerkjent målemetode. Det finnes imidlertid lokale eller regionale metoder som har hatt en del betydning.

For å summere opp, kan vi lage følgende begrepssammenstilling når det gjelder spiring av frø: Levende frø er spiredyktig, døde frø ikke. Det er ikke nødvendig at alle celler i et frø (embryo) er levende for at

det skal være spiredyktig, og spiredyktigheten (spireevnen) forsvinner lenge før alle celler i embryoet (frøet) er døde. Det er helt klart at det er en nær sammenheng mellom forholdet levende vev/dødt vev, og spireevne (spirekraft, Vigour)." - Så langt Overaa.

Den begrepssammenstilling som her er gitt, er et godt utgangspunkt for det som videre skal behandles.

## II. Metoder til undersøkelse av frøets spiredyktighet

### a. Direkte metoder

Det er fysiologiske metoder som tar sikte på å måle spiringen under optimale og/eller under stressede forhold.

1. Det vanlige er å undersøke spireevnen under optimale forhold. Ved Statens frøkontroll foregår f.eks. spiringen under optimale forhold når det gjelder rent spiremedium, fuktighet og temperatur. Dessuten brukes kunstig lys, og for salat brukes det sterkere lys. For storfrøede arter brukes ren pussesand. For spesielt storfrøede slag som erter og bønner, setter man til 150 ml rent vatn til 1 l. sand. For noe mindre frø setter man til 90 ml vatn til 1 l. sand. Smått frø blir lagt på filterpapir under glassklokker på Jakobsens spireapparat. Temperaturen holdes som regel på 20°C konstant, men varierende natt- og dagtemperatur blir også brukt for enkelte slag (h.h.v. 20-25°C eller 25-30°C). Prøven består av 100 frø, og opptellingen av spirene foregår til flere fastsatte tider etter såing (f.eks. løk og gulrot: 7 døgn, 14 døgn og 21 døgn, nepe: 3 døgn, 6 døgn og 9 døgn).

### 2. Spiring ved låg temperatur

Låg temperatur er vanligvis og sannsynlig den mest alminnelige stressfaktoren ved tidlig såing. I maisdyrkende land er den såkalte "cold-test" en del brukt for å skille ut frøpartier som vil gi dårlig oppspiring under bestemte temperaturforhold. Testen utføres på laboratoriet i jord hvor det er dyrket mais et eller flere år tidligere, og som derfor er infisert med mikroorganismer (Pythium). Ved låg temperatur angripes maiskorn som er svekket (eldet) på en eller annen måte, av disse mikroorganismene.

Ellers er frøet ømfintlig for overflod av vatn (se vannopptak). Sammen med låg temperatur, som i seg selv er stressende og med-

fører lang spiretid, vil for meget vatn i tillegg medføre ekstre-  
me stressende forhold. Sår man i tillegg for dypt, og kanskje  
attpå til pakker jorden, kan oppspiringen helt eller delvis ute-  
bli.

b. Indirekte metoder

1. Biokjemisk metode

Her måles enzymaktiviteten.

2. Tetrazolium-metoden

I levende celler reduseres 2.3.5.-triphenyl-tetrazoliumklorid  
til 2.3.5.-triphenyl-formazan. 2.3.5.-triphenyl-tetrazolium er  
fargeløs væske som frøet tar opp ved bløting. Er frøet i live,  
vil enzymene foreta nevnte reduksjon, og fargen blir rødaktig.  
Man vil således kunne skille mellom levende og dødt vev, fordi  
det døde vevet forblir ufarget, mens det levende vevet inntar  
en rødaktig farge (se fig. 13).

Den beste metoden forutsetter individuell preparering av frøet  
for hver art, og i 1972 var det ikke blitt oppnådd internasjonal  
enighet om framgangsmåten unntatt for visse treslag.

3. Måling av åndingen (O<sub>2</sub>-opptak)

Mange har funnet god korrelasjon mellom åndingsintensitet og  
spiringsintensitet. Blant disse er bl.a. J. Vik. Forfatteren har  
også gjort det samme. Det vises her til fig. 21 hvor man for  
temperaturintervallet 6-18°C fant en korrelasjonskoeffisient på  
0,997.

Skal åndingsintensiteten bli brukt som mål for spiredyktighet,  
må man kunne sammenligne prøven med en prøve som har fullgod  
spiredyktighet. Man er dermed oppe i store vanskeligheter, og  
metoden har ikke fått noen praktisk betydning.

4. Måling av elektrisk ledningsevne i vannuttrekk (støpevann)

Når frø legges i vatn, vil en del av frøets innhold trekkes ut  
i vatnet. Dette uttrekket kan lede elektrisk strøm. Jo mer ut-  
trekk, desto bedre ledningsevne. Når meget av frøets innhold  
lekker ut i vatnet, er det et tegn på dårlig frø og dårlig spi-  
reevne. Man har derfor gjort forsøk med å finne sammenhengen  
mellom spireevne og elektrisk ledningsevne i væske fra støpsatt  
frø (frø lagt i vatn). Fig. 14 illustrerer hvilken sammenheng

man fant i en undersøkelse. Det var en klar sammenheng mellom avtagende spireevne og tiltagende ledningsevne.

Så langt man vet, har ikke denne metoden fått noen praktisk anvendelse hos oss enda.

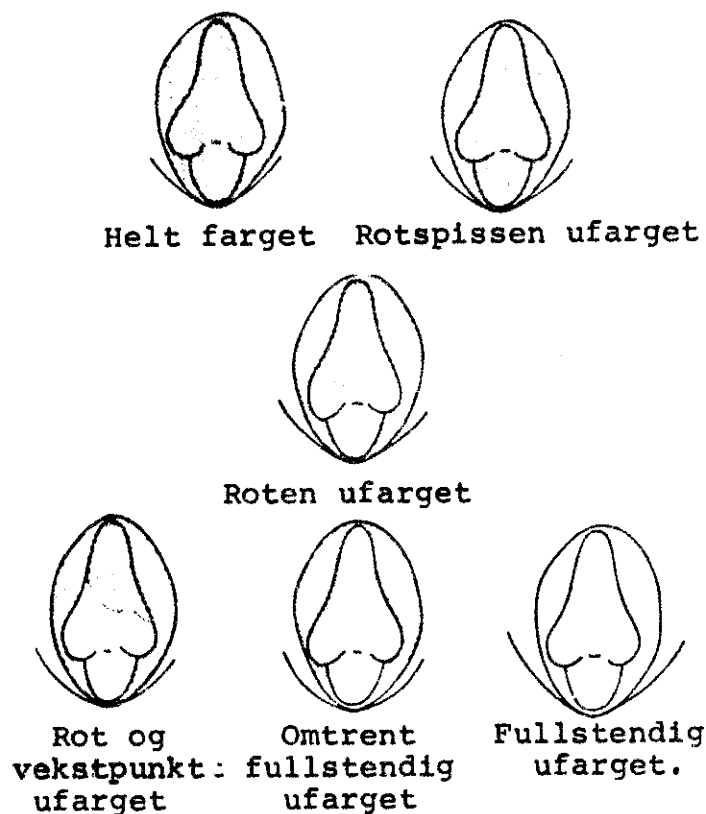


Fig. 13. Fordelingen av farget (levende) og ufarget (dødt) områder av embryo hos rug etter behandling med tetrazolium klorid. De to øverste frøene var levedyktige, de andre ikke. (Etter MacKay og Flood, 1968)

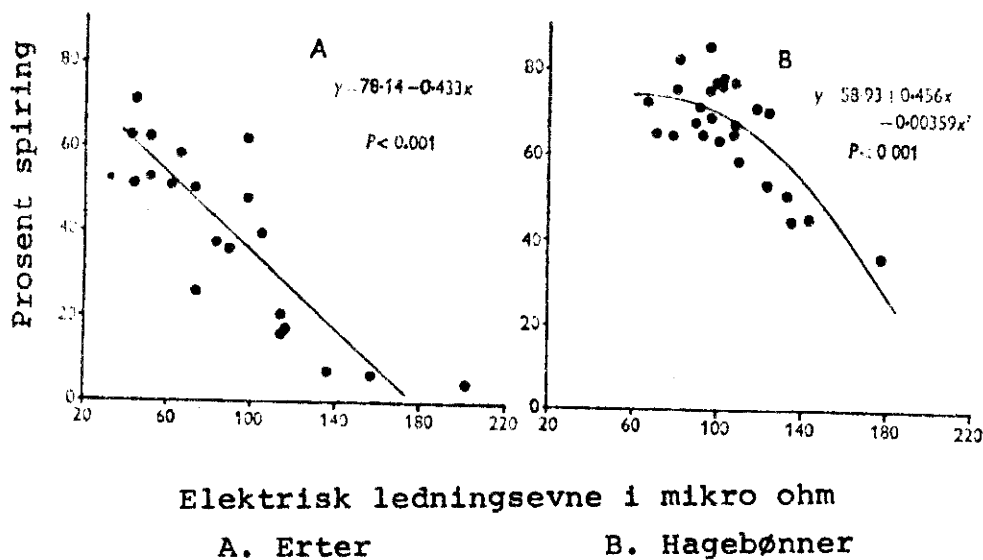


Fig. 14. Forholdet mellom spiring på åkeren og elektrisk ledningsevne i væske fra støpsatt frø (frø lagt i vatn).

### III. Frøets levealder og normale spireevne

Med levealder menes frøets evne til å holde på spireevnen, og spireevnen er uttrykt som normal spireprosent innen levealderen.

Det er tildels stor forskjell på de enkelte artene når det gjelder levealder og spireevne. For hagebruket gis det derfor her noen eksempler innenfor de ulike plantegruppene. Data er hentet fra Norsk hagebruksleksikon, Reisæters forelesninger og R. Kristensen.

Tabell 1. FRØETS LEVEALDER OG NORMALE SPIREEVNE

Planteslag	Holder spireevnen i	Normal spireevne i %
<u>Lauvtrær og busker</u>		
Salix, Populus	Noen dager	(-, -)
Ulmus	1 mnd.	30
Magnólia, Fagus	6 "	(-, 80)
Betula	9 "	30-40
Aésculus	1 år	20
Daphne	1 "	70
Weígela	1 "	-
Cornus	1-2 "	-
Ligústrum	1-2 "	25
Cotoneaster	2 "	10-75
Ribes	2-3 "	35
Caragána	3 "	75
Genista	4 "	-
Rhus	4-6 "	40
Cýtisus	10-20 "	-
Robínia	30 "	40-60
<u>Grønnsaker</u>		
Pastinakk	1-2 "	70
Bønner	2-3 "	83
Gulrot	2-3 "	65
Løk	2-3 "	70
Purre	2-3 "	73
Sukkermais	2-3 "	85
Ert	2-4 "	90
Spinat	3-4 "	87
Selleri	4-6 "	72
Agurker	5-6 "	86

forts.



forts.

Planteslag	Holder spireevnen i	Normal spireevne i %
<u>Blomster på friland</u>		
Clarkia	2 år	80
Phlox drummondii	2 "	75
Salpiglossis	2 "	75
Centaurea	2-3 "	74
Ageratum	2-3 "	80
Delphinium	3 "	80
Lobelia	3 "	90
Myosotis	3 "	80
Tageteserecta	4 "	75
Lathyrus odoratus	4 "	85-90
Antirrhinum majus	4 "	90
Petunia		

Man ser av tabell 1. at lignosene skiller seg ut med lågere spireprosent og større variasjon i frøets levetid.

Grønnsaker og blomster på friland har meget tilfelles når det gjelder frøets levetid og spireprosent. Gulrot skiller seg ut med dårlig spireevne. Av grønnsaker er det bare dill som er oppført med lågere spireprosent(64,5).

#### IV. Lagring.

Frøets levetid er sterkt avhengig av lagringsvilkårene. Gode lagringsvilkår er antagelig ikke noe entydig begrep, men de fleste frøslagene har stort sett de samme krav til gode lagringsvilkår. Det gjelder f.eks. grønnsakfrø, blomsterfrø og korn. Man kan som en hovedregel si at lagringsvilkårene er de motsatte av spirevilkårene. Mens frøet vil ha vatn, rel. høg temperatur og oksygen til spiringen, må det motsatte være tilfelle skal frøet kunne lagres noen tid. Det viktigste her er fuktigheten. Får man tørket frøet tilstrekkelig ned (til f.eks. 10 % vatn eller mindre) før lagring ved låg luftfuktighet, faller igrunnen surstoffaktoren bort av seg selv. Temperaturen er det heller ikke så farlig med bare den holder seg noe under vanlig romtemperatur.

Fig. 15 er tatt med for å vise hvor radikalt vanninnholdet og temperaturen virker inn på spireprosenten ved lagring for ris. Forandres vanninnholdet i frøet fra 13,5 % til 12,0 %, kan spireprosenten holdes oppe i dobbelt så lang tid. Det ser ut til at innenfor et kritisk område fra 15 - 10 % vann i frøet vil lagringstiden for god spireevne økes til det dobbelte ved å senke vanninnholdet  $1\frac{1}{2}$  %.

Dette er kanskje for sterke konklusjoner å trekke av resultatene i fig. 15 fordi det her dreier seg om nokså ekstreme temperaturer. I det temperaturintervallet man her har (fra 47 - til 27°C), har utslaget for temperatursenkning vært stor. Stort sett kan man si at spireevnen har holdt seg i dobbelt så lang tid ved å senke temperaturen 5°C.

Vanlige gode lagringsvilkår er under 10 % vatn i frøet og under 50 % relativ fuktighet i rommet. Temperaturen bør være lågere enn vanlig romtemperatur.

For langtidslagring bør vanninnholdet ned på 5 %, og temperaturen bør ned på 2°C. For meget verdifullt frø (f.eks. genetisk verdifullt materiale) har det her i landet vært lagret meget godt tørket frø ved + 18°C. Frø lagret på denne måten kan holde spireevnen i 10 - 20 år. Dersom dette frøet senere blir liggende ved vanlige betingelser, taper det fort spireevnen.

For lignoser (trær og busker) er lagringsvilkårene tildels svært anderledes. Reisæther nevner således at frø av *Acer saccharinum* mistet spireevnen når vannprosenten i frøet kom ned i 32. Noe tilsvarende mener han også er tilfelle for slag som *Quercus*, *Carya* og *Juglans* med store kjøttfulle frø.

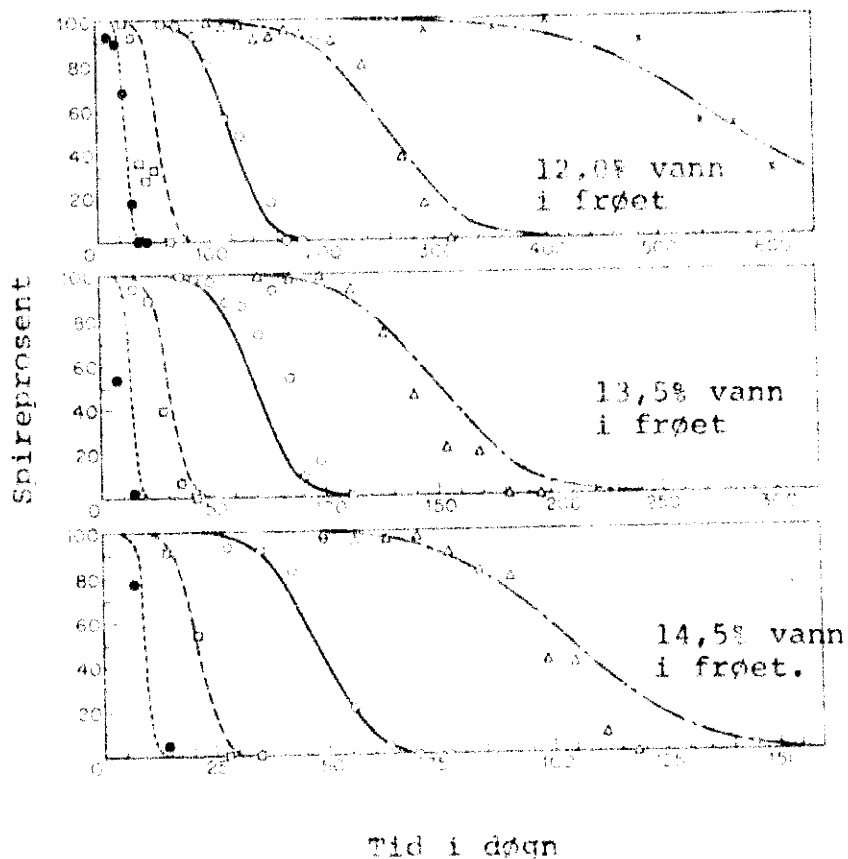


Fig. 15. Frø av ris av ulikt vanninnhold lagret i luftatmosfære i hermetisk lukkede beholdere ved ulike temperaturer. Lagringstemperaturene var: 27°C (\*); 32°C (Δ); 37°C (C); 42°C (□) og 47°C (•). Legg merke til at tidsskalaen er forskjellig for hvert vanninnhold.

Hovedregelen for lignoser er imidlertid som for grønnsak- og blomsterfrø. En vannprosent under 10 (4 - 6 %) er best. Lignosefrø, som man anser for å ha svært kort levetid (f.eks. almefrø), har holdt spireevnen i 15 år når det var lagret tørt ved låg temperatur.

V. Årsaker til utilstrekkelig, dårlig eller manglende spiring.

a. Umodent frø

Praktisk talt alle undersøkelser viser at full spirekapasitet og levedyktighet ikke oppnås før frøet er helt modent. Modningen er da definert til den tiden da tørrvekten ikke lenger øker. Ifølge noen undersøkelser har nok spireprosenten i laboratoriet nådd sitt maksimum før tørrstoffmengden i frøet har sluttet å øke. Spiringen i åkeren kan også gi tilsvarende resultater, mens kaldtestmetoder viser at skikkelig spiring først oppnås når frøet er høstet modent. En av grunnene til dette synes å være at modent frø er større enn umodent frø. Flere undersøkelser viser at det største frøet har størst spirekraft og klarer ugunstige forhold noe bedre enn mindre frø.

Under våre forhold kan frødyrking ofte være vanskelig for flere slag p.g.a. kort vekstsesong og for låg temperatur. For vanskelige slag oppstår det om høsten et vanskelig avveiiingsproblem. Høster man for tidlig, går det ut over frøets spireevne, og høster man for sent kan fuktig og kaldt vær eller frost forringe frøets kvalitet og nedsette spireevnen på den måten.

I tillegg til dette kommer sykdomsangrepene under ugunstige vekstvilkår. Disse forhold gjør at en overveiende del av grønnsakfrøet ikke dyrkes her i landet.

b. Skadd frø.

Under høsting, tørking, tresking og handtering av frøet kan det oppstå ulike mekaniske skader. Den sterkeste skaden reduserer levedyktigheten straks. Små skader gjør seg mer gjeldende med alderen. I ekstremt tørt frø er brekking den dominerende type skade, mens knusing av cellevevet er mest alminnelig for frø som har tilstrekkelig vanninnhold for seighet. Dybden av det knuste området er ofte mer kritisk enn stedet for skaden. Oftest er det rotspissen eller roten som blir skadet ved knusing.

Tetrazaliumtesten har vist seg meget godt egnet til påvisning av mekanisk skade.

c. Sykt frø.

Soppangrep på frø er meget vanlig og kan være en årsak til dårlig spiring, men dette emnet skal ikke behandles her. Litt om sopp på låger skal nevnes. Her er spesielt to grupper framhevet. Det er Aspergillus og Penicillium. Aspergillus er den verste fordi den kan angripe frø med et lågere vanninnhold enn Penicillium. Arten *A. restrictus* er blant de verste fordi den kan angripe frø ned til 12 % vanninnhold. Disse data er gitt:

Vekstslag	Nedre fuktighetsgrense for vekst
Hvete og mais	13,5 - 14,5 %
Soyabønner	12,0 - 12,5 %

Det er derfor en absolutt nødvendighet å tørke frøet så meget at vannprosenten i frøet kommer under den kritiske grensen. Nedtørkingen av frøet og lagring i tørre og rel. kjølige rom gir full beskyttelse mot sopp på lageret samtidig med at man da har de beste vilkår for lang levedyktighet for de fleste frøslag.

d. For ungt frø og uferdig frø.

Høstemodent frø er nødvendigvis ikke "modent" for såing. Mange arter, deriblant mange av kulturplantene våre f.eks. erter, bønner og mais vil kunne spire umiddelbart etter høsting hvis de får passe fuktighet, temperatur og oksygen (luft). Andre arter trenger en kvile eller en forberedelsestid før de kan begynne å spire. Det er påvist en rekke forskjellige typer av kvile.

1. Umodent embryo.

Hos enkelte arter er embryo umodent når frøet høstes. Kvitveis (*Anemone nemorosa*), Bekkeblom (*Caltha palustris*) og Ask (*Fraxinus excelsior*) har en slik frøutvikling. Slikt frø kan ikke spire før embryo er helt utviklet. Det må ha en kvile, eller man kan si at det må forberede seg på spiring gjennom modningen av embryo.

2. Frø med behov for ettermodning ved tørrlagring.

En rekke frøslag som er i kvile når de høstes, har behov for en viss tørrlagringsperiode (uker - måneder) ved normal romtemperatur

for å kunne spire. Kvilen oppheves gradvis i løpet av lagringsperioden. Mange av våre kornslag f.eks. bygg, havre og hvete har denne form for kvile.

I mange tilfeller viser slikt frø relativ frøkvile. For eks. vil nyhøstet frø av noen byggsorter ikke spire ved 15°C, men ved 10°C, mens andre frøslag spirer kun innenfor et bestemt temperaturområde. Etter tørrlagring vil slikt frø være istand til å spire over et mye større temperaturområde. Hos mange frøslag vil ettermodninga være mest effektiv ved høg temperatur. Kvile hos kornslaga kan fjernes ved å lagre dem 2 - 4 dager ved 35 - 40°C. Slik kvile kan normalt overvinnnes ved å fjerne frøskallet.

### 3. Stratifisering av frø med behov for kjøling.

Mange planteslag som vokser i den tempererte sone har en frøkvile som kan brytes ved kjøling. Herunder kan tas med en rekke treaktige planter (trær og busker) f.eks. bjørk, or, hassel, lind, furu, gran, eple, pære, plomme, rips, roser. I denne forbindelse er det utarbeidet en spesiell behandlingsteknikk av frøet som kalles stratifisering. Stratifisering består i å legge frø og fukta materiale (sand, torvstrø, jord) lagvis (f.eks. i en kasse) og at dette oppbevares på et kjølig sted (kjølelager eller ute). Det er klarlagt at følgende forhold må være tilstede for å få effekt av kjølingen.

- a) Temperatur like under eller over 0°C, Den optimale temperatur ligger som regel mellom 2 og 7°C.
- b) Opptak av fuktighet i frøet (vann).
- c) Lufttilførsel (O<sub>2</sub>).
- d) En viss lengde av kjøleperioden.

Det er nå vel kjent at temperaturen like over frysepunktet (0 - 5°C) er mest effektiv til å bryte kvila. Dette er klart vist i figur 16 for eplefrø. Den beste spiring ble oppnådd etter en kjøleperiode ved 2 - 4°C.

Imidlertid er det klarlagt for flere arters vedkommende at dersom frø blir utsatt for høg temperatur før kvilen er fullstendig brutt ved låg temperatur, så kan dette føre til ingen spiring eller at det utvikles sekundær kvile, (f.eks. eple, roser). Figur 17 illustrerer dette meget klart hos ufullstendig stratifisert frø av eple som ble satt til spiring ved forskjellige temperaturer. Kjølebehovet for å bryte kvila varierer meget hos ulike arter,

sorter og provenienser. Videre kan det være variasjoner i ulike år, og endog blant forskjellige frø i samme frøparti. Hos de fleste frø er kjølebehovet 1 til 3 måneder (unntaksvis 5 - 6 måneder). Det er videre klarlagt at ufullstendig kjølt frø av fersken fører til dvergvekst hos frøplanter (abnorme frøplanter), men at 6 uker kjøling av frøplantene førte til normal vekst.

Hos enkelte arter har det intakte frø behov for kjøling, men dersom frøskallet fjernes, vil embryo straks spire (f.eks. flere gras- og kornslag, bjørk og lønn). Hos andre arter er selve embryo i kvile og kvilen må brytes ved kjøling (f.eks. rogn, pære, alm). Men forskjellen mellom disse to formene for kvile er ikke skarp, siden det er funnet at det eksisterer begge disse former for kvile hos hasselfrø. Hele hasselfrøet behøver 12 uker kjøling for at spiring kan finne sted, mens selve embryoet behøver bare 4 uker kjøling dersom frøskallet er fjernet.

En rekke undersøkelser har vist at gibberellene kan erstatte behov for stratifisering. Thiourea har også vist å ha samme effekt.

e. For gammelt frø.

Godt utviklet, modent, velberget og godt tørket frø fri for sykdom og skade er til å begynne med fullt ut levedyktig. Etter hvert som tiden går fra høsting kan man forestille seg en gradvis forringelse. Denne forringelse er illustrert i fig. 18. Størrelsen på tidsenhetene vil bero på lagringsvilkårene.

Antagelig er ikke fig. 18 helt god. Når alle frøene har betydelig membranskade, kan man heller ikke vente særlig spiring. Skal man få slikt frø til å spire må jordråmen antagelig være relativ liten. Mer om dette i neste avsnitt.

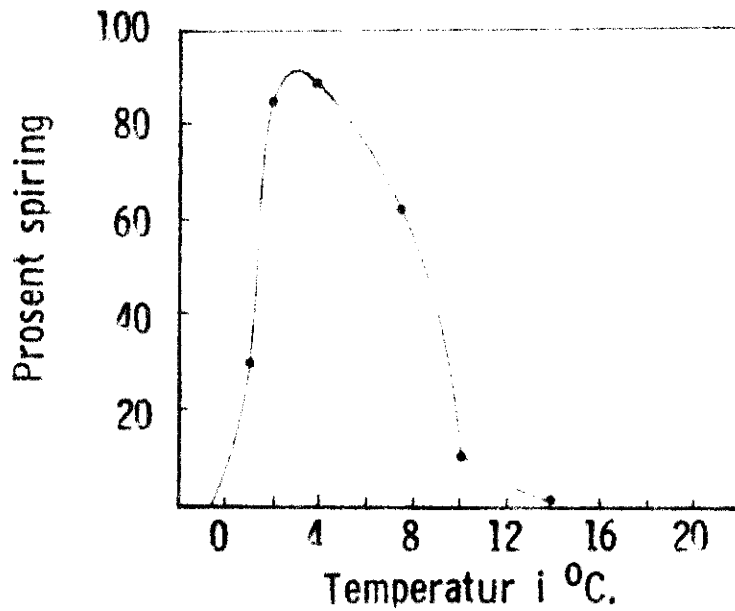


Fig. 16. Spiring av eplefrø etter at frøene var stratifisert i 85 døgn ved forskjellige temperaturer. (Schander, 1955)

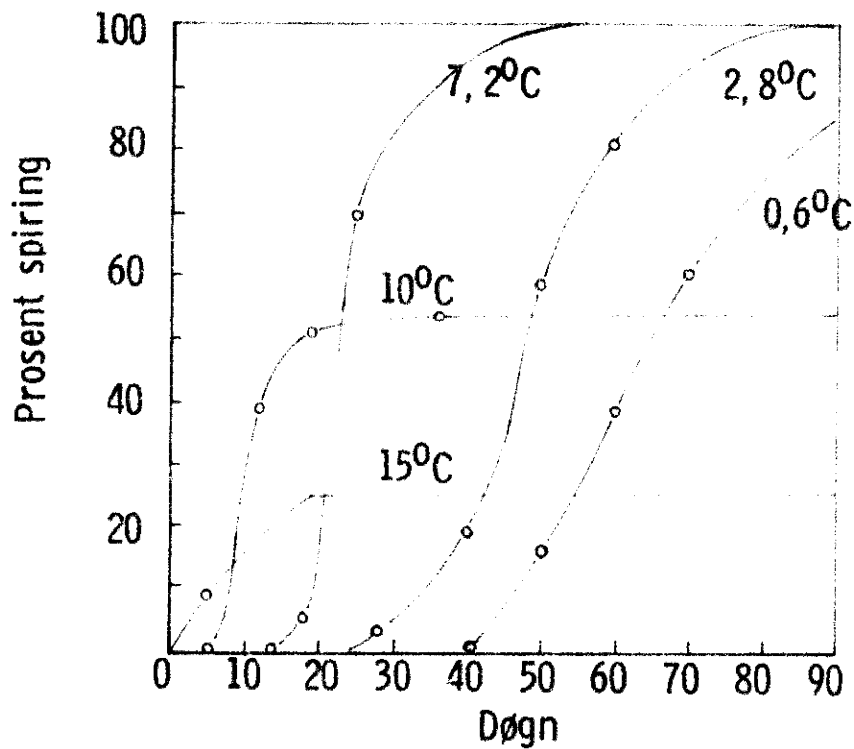


Fig. 17. Effekt av forskjellig temperatur under spiring av eplefrø som var stratifisert i 65 døgn ved 3°C. (DeHaas og Schander, 1955)



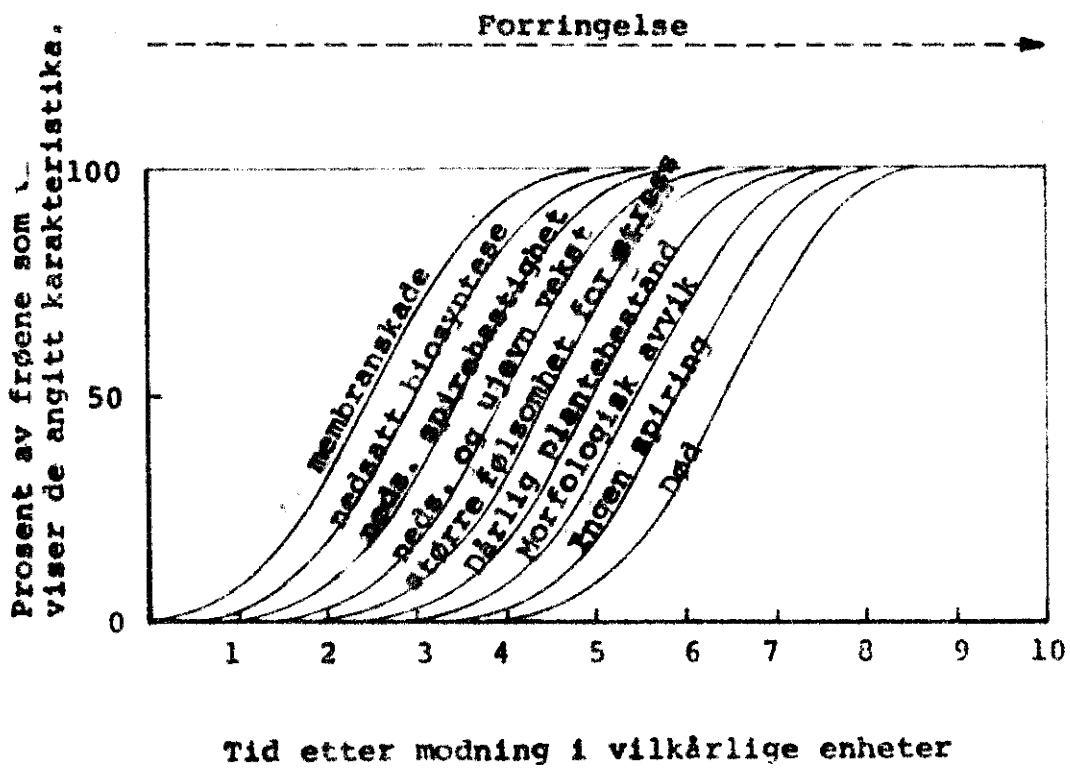


Fig. 18. Diagrammet representerer et typisk tidsforløp av hendinger i kvalitetsforandringene i et frøparti. Kurvene er ment å representere kumulativ normalfordeling. Selv om det er bevis for at en slik kurve passer for dødskurven, er det ikke bevist at de andre kriteriene har samme fordeling. (Etter W. Heydecker, 1972, i Viability of seeds).

## C. SPIRING

### I. Opptak av vann.

Spiringen kommer igang ved at frøet tar opp vann ved en høg nok temperatur. Vannopptaket øker turgortrykket i frøet, samtidig med at frøskallet og evt. fruktskallet blir mykere og lettere å trenge gjennom. Kimroten overviner denne motstanden, og spiringen er igang.

Jordas vannpotensial er lavere jo tørrere jorda er og jo høgere saltinnholdet er. For å få opp turgortrykket i embryo, må embryos osmotiske potensial være lavere enn jordas vannpotensial. Jorda må således inneholde en viss mengde vann for at frøet skal klare å ta opp vann.

Det gjelder for frøet å kunne holde på det vannet som blir opptatt, samtidig som frøet hindrer for meget vann å komme inn. Det er membranens oppgave å klare dette. Hvis ikke, skjer det et brått vannopptak, materialer fra frøet lekker ut, turgortrykket i frøet vil øke lite og sakte og spiringen går senere hvis den i det hele tatt kommer igang. Det er som å pumpe opp en punktert fotball. I den senere tiden er det skrevet mye om strukturmekanismen til fosforlipidene i membranen og deres evne til å omstille seg når frøet tar opp vann. Er membranen funksjonell intakt, skal fosforlipidene kunne klare omstillingsprosessen raskt og hindre raskt vannopptak, lekkasje av materiale ut av frøet, holde på opptatt vann og øke turgortrykket. Dersom frøet er for sterkt tørket, kan fosforlipidene få problemer med å klare omstillingsprosessen. Er membranene delvis ødelagte p.g.a. endel dødt vev, vil materialer fra frøet lekke ut i vannet omkring frøet (jamfør med tetrazoliumtesten og måling av elektrisk ledningsevne).

Vi har erfaringer både fra spireundersøkelser i veksthus og såing på friland som viser at spiresvakt frø nesten ikke spirer hvis fuktigheten i spiremediet blir for stor. Sår man samme frøet i medium med nesten minimal fuktighet, blir spiringen god. Dette tyder på at fosforlipidene har fått nok tid på seg til omstillingen.

Dersom tørt frø av limabønne blir lagt til bløyting ved temperaturer under 25°C, oppstår det lett skade i den første perioden av svellinga (POLLOCK og TOOLE 1966 og POLLOCK 1969). Praktiske erfaringer tyder på at man kan ha tilsvarende forhold i ert og hagebønne. Ellers synes de fleste frøslag å tåle bløyting før såing ganske godt.

## II. Temperaturens innvirkning på strekningsvekst og ånding ved spiring.

Temperaturen er den ytre drivkraften for mesteparten av den biokjemiske aktiviteten under spiring. Man bør derfor ha en viss for-  
mening om hvordan temperaturen virker inn på spiringshastigheten og på biokjemiske prosesser i frøet. Dette er vist i fig. 19, 20 og 21. Under øvelsene lærte man å finne den rene temperatureffekten på strekningsveksten. Det ble gjort ved å finne hvor lang tid roten og spiren brukte på samme strekningsvekst (10 - 40mm). Undersøker man tiden fra såing til en bestemt dato, får man innblandet tiden som feilkilde både fra såing til begynnende spiring og fra begynnen-  
de spiring til en fastsatt dato.

Spirekurvens form for margerter (fig. 19 og 20) er svakt sigmoid opp til største strekningsvekst hvor man har optimumtemperaturen. For roten ligger optimumtemperaturen på 28 - 30°C, mens spiren har sin største strekningsvekst mellom 26 - 28°C. Det er det fore-  
løbige resultatet man kan trekke av undersøkelser av 7 margertscrter. Bli-  
rer temperaturen høyere enn optimumtemperaturen, reduseres strek-  
ningsveksten radikalt. Maksimumtemperaturen (dødtemperaturen) ligger antagelig på ca. 36°C. Minimumtemperaturen ligger antagelig mellom -1 og -2°C. Ved -½°C er det registrert tydelig streknings-  
vekst (ved -3°C spirte ertene ikke etter 3 mnd. De fleste døde).

Ser man strekningsveksten i relasjon til åndingsintensiteten, er det grunn til å snakke om en fjerde temperatur. La oss kalle den en ideell energiøkonomisk temperatur. Det er der hvor spirekurven og åndingskurven skiller lag. For fig. 21. ligger denne temperaturen på ca. 18 - 20°C. Øker man temperaturen ytterligere, får man stadig mindre igjen i strekningsvekst for 1°C temperaturøkning. I tillegg til dette vil en økning av temperaturen fra 20°C medføre et voldsomt forbruk av frøets energi gjennom en sterk økning i åndingsintensitet-  
en.

Ut fra en energiøkonomisk ressursmessig vurdering er det derfor meget betenkelig å øke temperaturen nevneverdig over 18 - 20°C. Ved død-  
temperaturen på 36°C, får man ingen strekningsvekst, men maksimal ånding og forbruk av frøets ressurser, samtidig som man forbruker energi ved oppvarming. Man taper altså maksimalt på tre områder. Maksimumtemperaturen fortjener således navnet sitt fullt ut.

Mellom 6 og 17,6°C er det funnet en meget høy korrelasjon ( $r = 0,997$ ) mellom strekningsvekst og åndingsintensitet.

En videst mulig oversikt over temperaturkravet til hagebrukets vekster kan ikke gis her. Det må komme under de enkelte fagområdene. En god oversikt finnes neppe heller. Eksempelvis kan nevnes noen data for grønnsaker. Disse er gjengitt i tabell 2. Her er det lagt vekt på minimumstemperaturen da denne bl.a. er et godt uttrykk for varmekravet til et vekstslag.

De fleste grønnsakslaga i tabell 2 synes å starte spiringen ved en lavere temperatur enn før antatt.

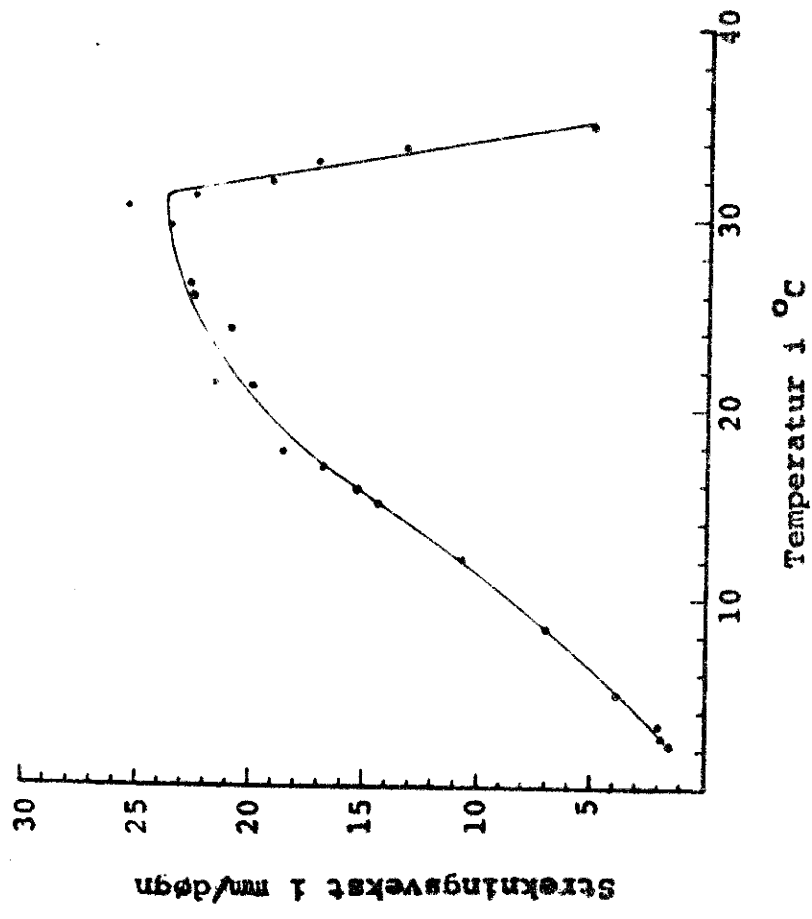


Fig. 19. Notens strekningsvekst mellom 10 og 40 mm ved ulike temperaturer hos margertsorten 'Alma'.

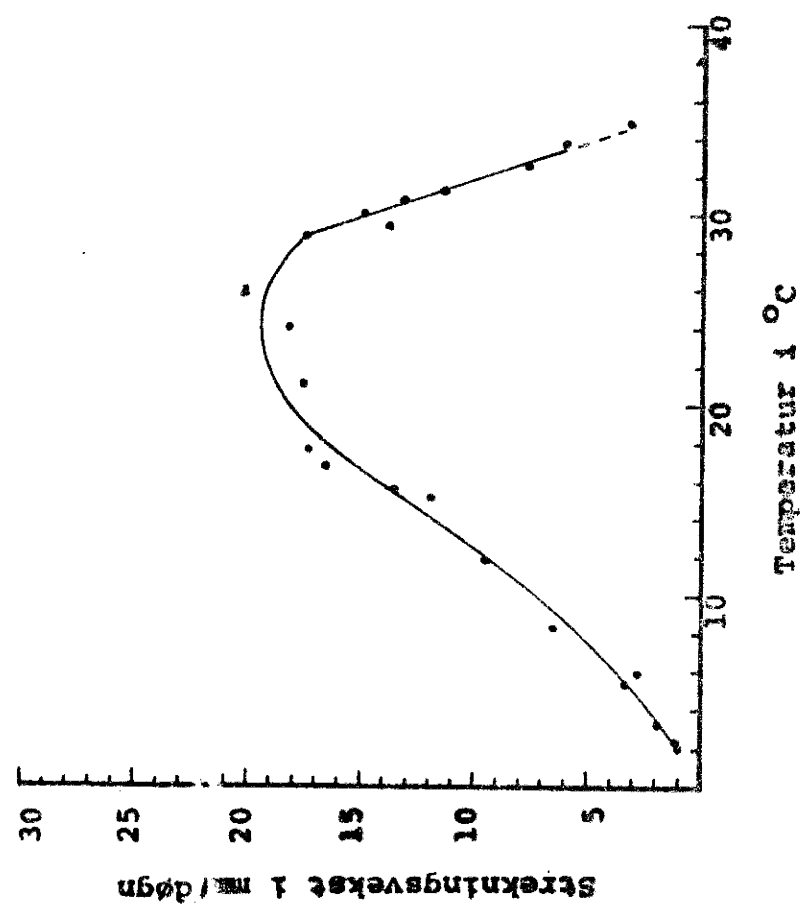


Fig. 20. Spirans strekningsvekst mellom 10 og 40 mm ved ulike temperaturer hos margertsorten 'Alma'.

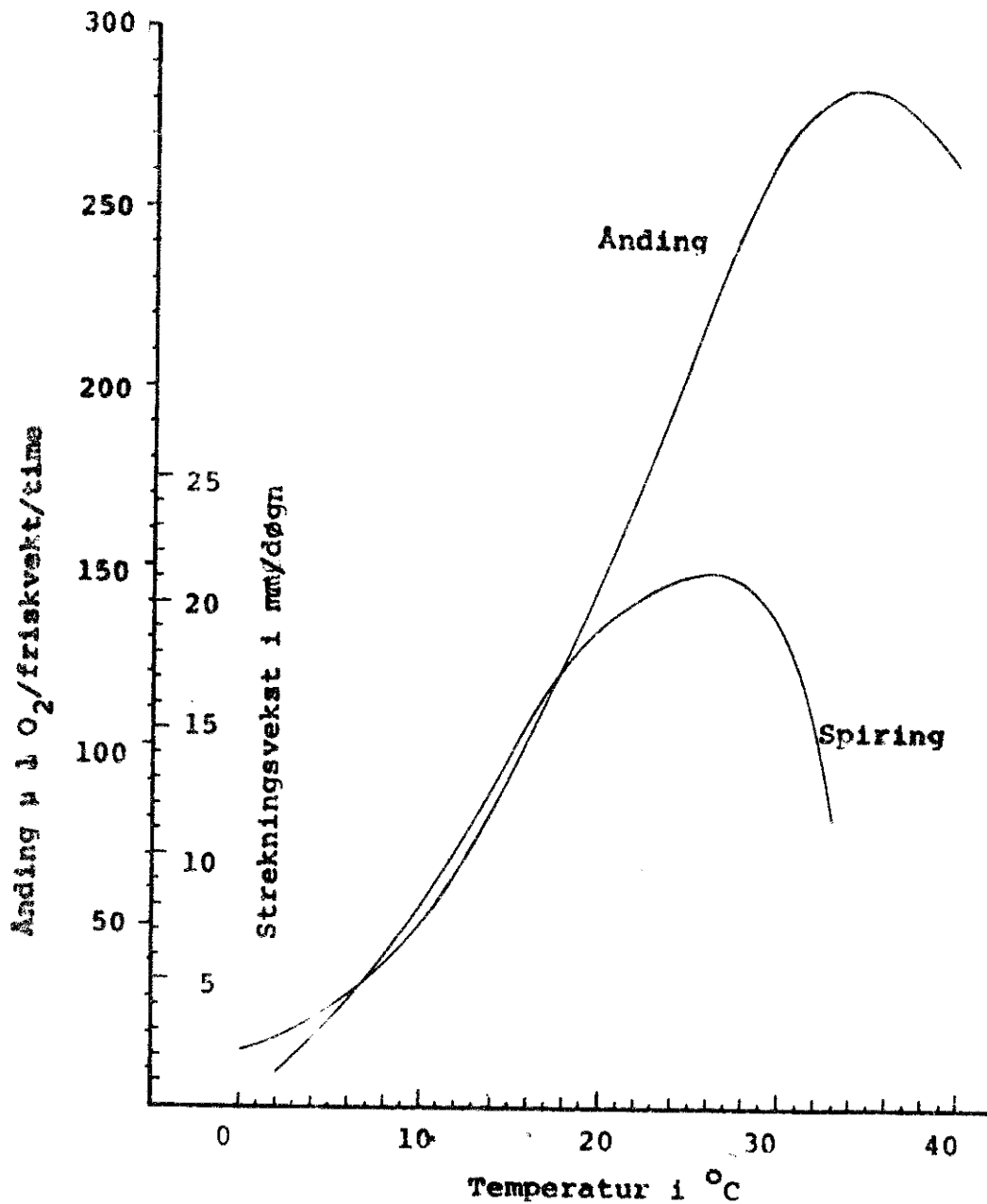


Fig. 21. Temperaturens innvirkning på strekningsvekst og åndingsintensitet hos mangelwortsorten 'Alma'. Strekningsveksten er gjennomsnitt av rotens og spirens strekningsvekst mellom 10 og 40 mm. Andingen gjelder spirende erter hvor roten såvidt har gått gjennom frøskallet. (O. Røeggen. Foreløbig upubliserte resultater fra 1966).

Tabell 2. Minimum spiretemperatur i °C for en del grønnsakslag ifølge egne undersøkelser. De fleste minimumstemperaturene er foreløpige og vil bli korrigert senere.

Grønnsak- slag	Sort	Latinsk navn	°C
Kepaløk	Merit	Allium cepa	- 0,6
Purre	Titan	Allium porrum	- 0,5
Spinat	Medania	Spinacia oleracea	- 2,0 ?
Blomkål	Albert	Brass. ol. botrytis	- 0,3
Brokkoli	Rex F-1	Brass. ol. gemmifera	0,0
Grønnskål	Verdora	Brass. ol. acephala	- 0,5
Kinakål	Hiratsuka No. 1	Brass. pekinensis	- 0,6
Knutekål	Lamo	Brass. ol. gongylodes	- 0,4
Kvitkål	7201-1 TK704	Brass. ol. cap. alba	- 0,5
Kålrot	Østgøta II	Brass. napus napobrassica	- 0,5
Nepe	Altasweet	Brass. rapa	- 0,4
Reddik	Ronde Srt. Gem. Broei	Raphanus sativus	- 0,5
Rosenkål	Focus nr. 34	Brass. ol. gemmifera	- 0,7
Rødkål	Holdbar vinter	Brass. ol. cap. ruba	- 0,6
Savoykål	Dobies Early Ballhead	Brass. ol. sabauda	- 0,5
Karse		Lepidium sativum	< 0,0
Karve	K-73	Carum carvi	- 1,0
Hagebønne	Stella	Phaseolus vulgaris	8,0
Hageert	Syv sorter	Pisum sativum	- 1,0
Agurk	Rhinsk Drue NF	Cucumis sativus	12,0
Tomat	Eurocross BB	Lycopersicum esculentum	9,0

### III. Lys.

Behovet for lys under spiring er godt beskrevet i forelesningskompendier av S. Sæbø og av R. Moe. Lyset kan virke inn på spiringen på flere måter. Her blir virkningen delt i fire grupper.

a: Lys kan fremme eller hemme spiring. Allerede i 1926 satte Kinzel opp en tabell over planteslag hvor en plantegruppe spirte best i lys, en annen spirte best i mørke og en tredje spirte like godt i lys og mørke. Oppstillingen er gjengitt i tabell 2.

Tabell 2. Ulike arters reaksjon på lys under spiring.

Gruppe A. Spirer best i lys	Gruppe B. Spirer best i mørke	Gruppe C Spirer like godt i lys og mørke.
Adonis vernalis	Ailanthus glandulosa	Anemone nemorosa
Alisma plantago	Aloe variegata	
Bellis perennis	Cystus radiatus	Bryonia alba
Capparis spinosa	Delphinium elatum	Cystisus nigricans
Colchicum autumnale	Ephedera helvetica	
Erodium cicutarium	Evonymus japonica	Datura stramonium
Fagus silvatica	Forsythia suspensa	Hyacinthus candicans
Genista tinctoria	Gladiolus communis	
Helianthemum chamaecistus	Hedera helix	Juncus tenagea
Iris pseudacorus	Linnaea borealis	Linaria cymbalaria
Juncus tenuis	Mirabilis jalapa	
Lactuca scariola	Nigella damascena	Origanum majorana
Magnolia grandiflora	Phacelia tanacetifolia	Pelargonium zonale
Nasturtium officinale	Ranunculus crenatus	Sorghum halepense
Oenothera biennis	Silene conica	Theobroma cacao
Panicum capillare	Tamus communis	Tragopogon pratensis
Reseda lutea	Tulipa gesneriana	Vesicaria viscosa
Salvia pratense	Yucca aloipholia	
Suaeda maritima		
Tamarix germanica		
Taraxacum officinale		
Veronica arvensis		
	Moe har tilføyet disse:	
Kalanchee blossfeldiana	Cyclamen persicum	
Mattiola incana	Cineraria hybrida	
Petunia hybrida	Viola cornuta	
Calceolaria x herbrohybrida	Primula veris	

NB. (Artene og deres plassering er selvsagt ikke pensum).



Det er blitt framhevet at en slik klassifikasjon over lysbehov er overforenklet, siden lysbehovet forandrer seg i løpet av lagringen. Noen arter har et lysbehov bare straks etter høsting, mens for andre vedblir behovet i minst et år. For noen arter utvikler lysbehovet seg i løpet av lagringen (Meyer og Poljakoff - Meyer, 1963).

Felles for de fleste her nevnte artene er at det antagelig dreier seg om en svakere reaksjon på lys.

b. Lysømfintlig frø.

Standardeksemplet for lysømfintlig frø er salat. Tabell 3 viser hvordan rødt lys og mørkerødt lys virker på spireprosenten.

Tabell 3. Virkningen av ett minutt behandling med rødt lys (R) og 4 minutters behandling med mørkerødt lys (MR) på spireprosenten av salatfrø (var. Grand Rapid) i mørke ved 20°C. Lyset er gitt ved 26°C og 6 - 8°C.

Behandling	26°C	6 - 8°C
R	70	72
R-MR	6	13
R-MR-R	74	74
R-MR-R-MR	6	8
R-MR-R-MR-R	76	75
R-MR-R-MR-R-MR	7	11
R-MR-R-MR-R-MR-R	81	77
R-MR-R-MR-R-MR-R-MR	7	12

(Etter Bortwick og andre, 1952).

Forklaring: Frøet inneholder et pigmentsystem som absorberer rødt lys, og går dermed over i en fysiologisk aktiv form som til slutt setter spiringen igang.

Denne fysiologiske aktive form går ved absorpsjon av mørkerødt lys igjen over til inaktiv form. Overgangen fra aktivt til inaktiv form skjer spontant i mørke, og hurtigere ved høg temperatur enn ved låg temperatur, som er vanlig for kjemiske reaksjoner. Naturlig kvitt dagslys vil virke som rødt lys selv om det kvite lyset inneholder både rødt- og mørkerødt lys.

Pigmentet er blitt isolert og har fått navnet fytckrom. Ved bølglengden for rødt lys (660 mμ) ble frøspiringen sterkest fremmet, og

ved bølgelengden for mørkerødt lys (730 m $\mu$ ) ble spiringen mest hemmet.

c. Lysets virkning på spiren.

Fytokromene virker også på strekningsveksten. Spiring i mørke gir lange tynne gulbleke spirer med små blad. Lys setter fytokromene i aktivitet, og strekningsveksten blir drastisk redusert og bladene blir store.

Et annet eksempel på fytokromenes medvirkning gjelder utrettingen av den kroken hypokotylen har når spiren bryter opp av jorda. Hypokotylen får lys, og kroken retter seg ut.

d. Daglengdereaksjoner.

Noen frøslag er avhengig av et skifte mellom lengre lys- og mørkeperioder for å spire. Man kan snakke om langdagsfrø og kortdagsfrø. Bjørkefrø og frø av Begonia evansiana er langdagsfrø. Sistnevnte må ha minst 12 timers dag. Frø av orientveronika (Veronica persica), spirer ikke når dagen er for lang (kortdagsfrø).

Sannsynligvis er de aller fleste frøslagene dagnøytrale. Mangel på opplysninger om frøenes reaksjon på daglengde tyder på det.

#### IV. Spirehemming etter såing.

a. Tørke.

Tørke som årsak til spirehemming forekommer. Sandjord blir p.g.a. sin struktur og tidlighet ofte brukt til grønnsaker, men faren for uttørking er her størst. Grønnsakslag som bør såes grunt (f.eks. kepaløk), er derfor særlig utsatt for tørke på slik jord. (Av denne grunn og av kravet til tidligst mulig såing for å oppnå en lang nok vekstperiode og en lengst mulig vekstperiode med kort daglengde og rel. lav temperatur, blir kepaløk sådd så tidlig at råmen i jorda som regel er tilstrekkelig).

Ved all frøformering gjelder det derfor å ha tilstrekkelig fuktig jord. Tildekking av såkasser og benkejorda for å hindre fordamping, tromling av jorda og regulering av sådybden er rådgjerder til sikring av tilstrekkelig råme. Ved bruk av pilletert gulrotfrø er det særlig viktig med tilstrekkelig råme i jorda.

b. Saltskade, spirehemming p.g.a. gjødsling og andre spirehemmende faktorer.

Tørr jord og saltskade bør sees i sammenheng. Saltskadeproblemet er derfor størst hvor man har en oppadgående vannstrøm i jorda.

Det fører til opphoping av salter hvor jorda attpåtil ofte er for tørr.

Hos oss er det gjødsling i kombinasjon med opptørking av jorda som er en vanlig årsak til saltskade og spirehemming. Nitrogengjødsling, som fører til stor konsentrasjon av frie joner, har lettest for å gi saltskade. Gulrot på sandjord og også på silt er således utsatt for saltskade hvis man gjødsler med nitrogen før såing. Her bør man overveie overgjødsling en tid etter oppspiring hvor man vatner etterpå. Vatning før oppspiring kan tilslemme jorda og hindre spiring.

Sur jord og jord med for høgt aluminiumsinnhold kan også hemme spiringen sterkt. Slike forhold vil i tillegg virke hemmende på veksten etter oppspiring. Ettervirkning av gjødsling kan derimot ha en positiv virkning på veksten senere selv om man hadde spirehemming. Mange forsøk viser også at for sterk gjødsling kan både medføre spirehemming og redusert vekst senere.

Foruten spirehemming av saltskade fra gjødsel, kan man få spirehemming av jordherbicider, og ved frøbeising med skadedyrmidler. Ved utprøving av midlene blir slikt som regel registrert, og advarsler, rådgjerd og anbefalinger blir gitt i samsvar med resultatene.

#### c. Dårlig jordstruktur.

Ved tidlig såing kan det komme værromslag med regn og tildels snø. Da vil spiringen praktisk talt stanse opp selv hos de minst varmekrevende grønnsakslagene.

Har man før værromslaget tromlet jorda, og attpåtil kanskje sådd dypt, vil spiringen bli svært dårlig særlig på tung jord. Der hvor traktorhjula har gått, kan man under slike forhold neppe vente oppspiring i det hele tatt for et vekstslag som erter.

#### d. Låg jordtemperatur og sykdomsangrep.

Oppspiringen går langsomt når temperaturen er låg. Soppene derimot får både god tid og ideelle muligheter særlig under stressende forhold som nevnt ovenfor. Det er derfor viktig at frø som kan bli utsatt for slike påkjenninger, er beiset.

## D. FRØFORMERING

(En disposisjon)

### I. Frøet i verdenshusholdningen.

- a. Store mengder
- b. Konsentrert mat
- c. Grei å lagre
  1. Lite energikrevende
  2. Lite ressurskrevende
- d. Ypperlig som matforråd

### II. Frøet i skogproduksjonen (av enorm betydning)

---

### III. Som formeringsmetode i forhold til vegetativ formering.

#### Bedre

1. Viktigst og mest utbredt (av enorm betydning)
2. Ofte den eneste
3. Lettvint
4. Relativ billig.

#### Dårligere

1. Når det gjelder å ta vare på spesielle egenskaper og å holde dem konstante, er vegetativ formering ofte den eneste mulighet.
  2. Mulighet for frøformering er ikke til stede.
- 

### IV. Bedre vare

- a. Frøkontroll
    1. Spireevne
    2. Renhet
    3. Sunnhet
  - b. God lagerplass
  - d. Årlig kontroll med spireprosenten
  - e. Pilletering for letting av såingen.
- 

### V. Bedre spiring

- a. Spiring og fuktighet
  1. Skade av for lite vann (saltskade)
  2. Skade av for meget vann
- b. Bløyting av frø (staupsetting)  
En spiringsstart
- c. Øking av mikrotemperaturen  
Plast

VI. Riktig utførelse

1. Frøstørrelse og sådybde (3 - 5 ganger frøets diameter for stort frø)
2. Frøstørrelse og såmengde
3. Spireprosent og såmengde

VII. Tillaging av såjorda

I åkeren

I benken

I veksthuset i formeringsrommet.

LITTERATUR

- BAUGERØD, H. 1973: Spiring. Internt arbeidsdokument ved Inst. for grønnsakdyrking, NLH.
- " 1973: Frø og frøspiring. Internt arbeidsdokument ved Inst. for grønnsakdyrking, NLH.
- FRIES, N. 1973: Fysiologisk botanik. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- GREULACH, V.A. 1973: Plant Function and Structure. The Macmillan Co., New York, Collier-Macmillan Publishers, London.
- HARRINGTON, J.F. 1970: Vegetable seed production. Stensiltrykk.
- KOZLOWSKI, T.T. 1972: Seed biology. Academic Press, New York, London.
- LYE, K. 1974: Generasjonsveksling hos Angiospermae. Forelesninger ved Botanisk institutt, NLH.
- MATTHEWS, S. & W.T. BRANDNOCK 1968: Relationship between seed exudation and field emergence in peas and french beans. Hort. Res. 8, 89-93.
- MAYER, A.M. & A. POLJAKOFF-MAYBER 1963: The germination of seeds. Pergamon Press, Oxford, London, New York, Paris.
- MOE, R. 1972: Forelesninger i blomsterdyrking. Stensiltrykk, Inst. for blomsterdyrking, NLH.
- OVERAA, P. 1974: Tilleggsopplysninger om frøets spireevne. Personlige opplysninger, NLH.
- OTTOSSON, L. 1958: Growth and maturity of peas for canning and freezing. Almqvist & Wiksells Boktryckeri AB, Uppsala.
- PERSSON, A.R. 1973: Grønnsakfrøavl. Internt arbeidsdokument ved Inst. for grønnsakdyrking, NLH.
- POLLOCK, B.M. & V.K. TOOLE 1966: Imbibition period as the critical temperature sensitive stage in germination of lima bean seeds. Plant Physiol. 41: 221-229.
- POLLOCK, B.M. 1969: Imbibition temperature sensitivity of lima bean seeds controlled by initial seed moisture. Plant Physiol. 44: 907-911.
- REISÆTER, O. 1968: Planteskoledrift I. Stensiltrykk, s. 18-26. Inst. for dendrologi og planteskoledrift, NLH.

- ROBERTS, E.H. 1961: The viability of rice seed in relation to temperature, moisture content, and gaseous environment. *Ann. Bot.* 25, 381-90.
- RUGE, U. 1966: *Gärtnerische Samenkunde*. Paul Parey, Berlin, Hamburg.
- RØEGGEN, O. 1968: Temperaturenens innvirkning på spirehastigheten og åndingsintensiteten hos spirende margert. Internt arbeidsdokument ved Inst. for grønnsakdyrking, NLH.
- " 1975: Grønnsakslagenes spiretemperatur i relasjon til dyrkingsmulighetene. Særtrykk av Nordisk jordbr.forskn. 57 (1975): 433-440. Norges landbrukshøgskole, Inst. for grønnsakdyrking, Ås, Rettleiing nr. 119.
- SÆBØ, S. 1973: *Plantefysiologi*. Stensiltrykk, s. 169-211. Forelesninger ved Botanisk inst., NLH.

Referansene er ufullstendige. Se forøvrig i teksten.