

FRØ, SPIRING, VEKST OG OPPBYGGING HOS NOEN KULTURPLANTER

til bruk i øvingskurs

Av

Birger Opsahl

Kurs: PK 1

Kompendiet er under arbeid.

LANDBRUKSBOKHANDELEN

ISBN 82-557-0122-2
ÅS-NLH 1981

FRØ, SPIRING, VEKST OG OPPBYGGING HOS NOEN KULTURPLANTER

Til bruk i øvingskurs

Av

Birger Opsahl

Kurs: PK 1

Kompendiet er under arbeid.

Ås-NLH, november 1981

ISBN 82-557-0122-2

Innhold

	<u>Side</u>
1. Oppbygging av en tofrøbladet plante	1
2. Navn på de forskjellige deler av fruktknuten	3
3. Frø hos planter med to frøblad	6
a. Frø av hagebønne	6
b. Frø av andre vekster med to frøblad	9
4. Oppbygging av planter med ett frøblad	14
5. Frukt (frø) hos planter med ett frøblad	19
a. Kveite, Phalaris, mais	19
b. Frø hos løk	24
6. Spiring og frøplante, oversikt	25
7. Spiring og frøplante hos vekster med to frøblad	28
a. Spiring og frøplante hos hagebønne	28
b. Spiring og frøplante hos ert	31
c. Spiring og frøplante hos andre vekster med to frøblad	33
8. Spiring og frøplante hos vekster med ett frøblad	37
a. Mais (havre, forgras, ris, Sorghum)	37
b. Kveite, bygg, rug	40
c. Spiring og frøplante hos kepaløk	41 b
9. Blomstringsfasen	42
a. Induksjon av blomstring	42
b. Utvikling av pollen og eggcelle, samt befruktning	51
10. Blomst og frukt	63
a. Kulturplanter med to frøblad	63
b. Kulturplanter med ett frøblad	79
11. Oppbygging og vekst hos andre økonomisk viktige organer	92
a. Rotvekster	92
b. Blad- og stengelvekster	101
c. Andre blad- og stengelvekster	107
d. Vekster med blomsterstand som det viktige produkt	119

1. Oppbygging av en tofrøbladet plante.

De økonomisk viktige plantene er bygget opp omkring en sentral akse som består av hovedrot og stengel (figur 1). En skiller mellom den delen av stengelen som er under frøbladene (hypokotyl), og den delen som er over frøbladene (epikotyl). På et tidlig stadium i utviklingen vokser de forskjellige delene hos planten ut fra denne akse.

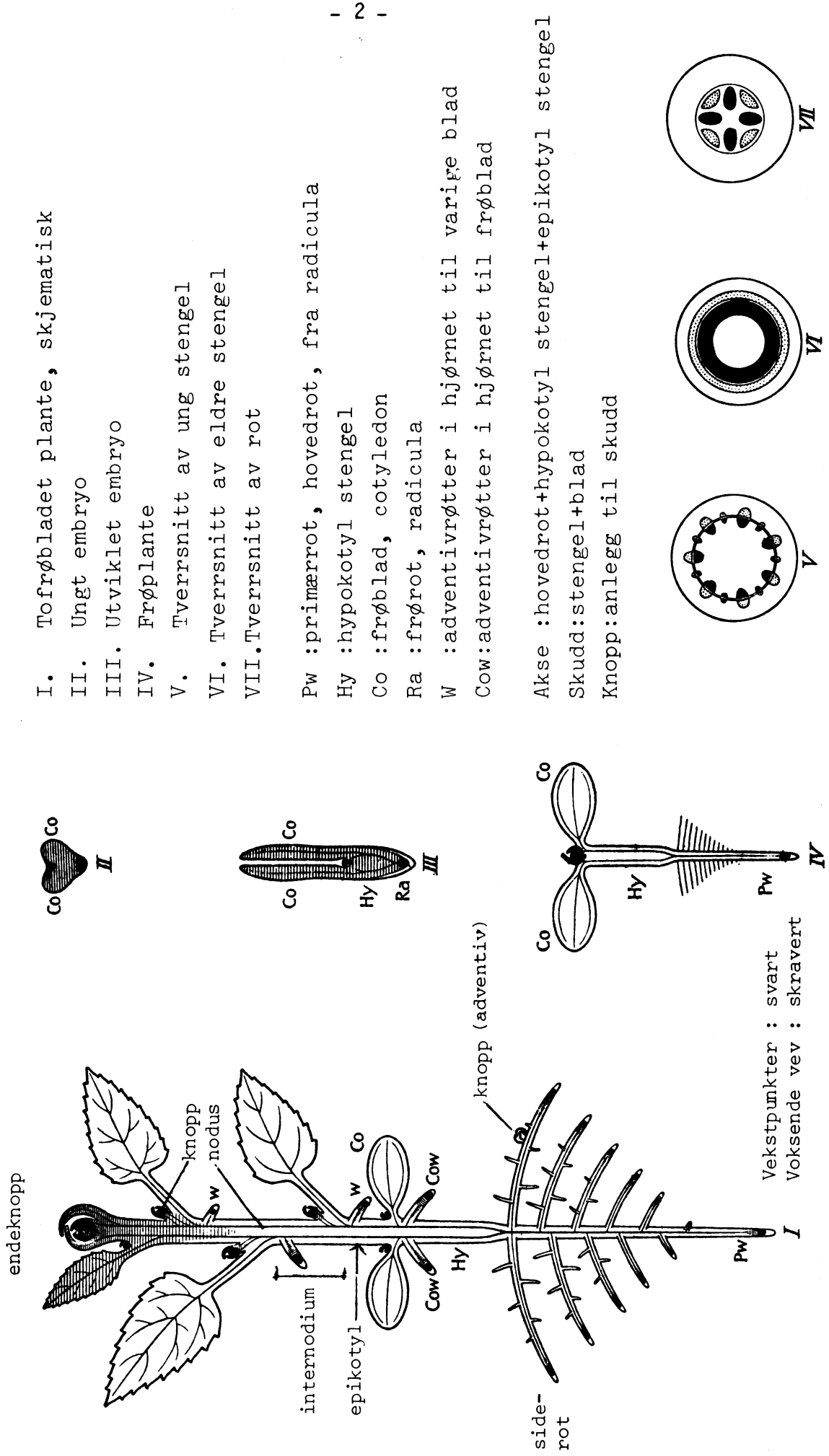
Et skudd består av stengel og blad, og en knopp er et anlegg til skudd. Et bladanlegg kalles ofte et bladprimordium. Bladet vokser fram på stengelen fra leddknuten (nodiet). Stengelstykket mellom leddknutene kalles internodiet.

Rota forlenges nedover ved vekst i området bak rothetta. Hos arter der den hypokotyle stengel forlenges ved spiringen, skjer stengelveksten i den øverste enden som er bøyd tilbake mens den trenger gjennom jorda. Den epikotyle stengel er bygd opp av leddknuter og internodier, og den vokser i lengde ved at internodiene forlenges. Veksten hos internodiene foregår antakelig på noe forskjellig måte hos ulike arter. Hos den skjematiske planten i figur 1 vokser alle de øverste internodiene i hele sin lengde, mens veksten avtar nedover.

Den epikotyle stengel skiller seg fra den hypokotyle stengel og rota ved at den har blad. Den epikotyle har som regel akselknopper med anlegg til sideskudd i bladhjørnet ved hver leddknute. I mange tilfelle vokser de ikke fram uten planten blir skadd eller hrstet. Adventive skudd kan derimot vokse fram fra andre knopper enn de som fins i bladhjørnene. Adventive røtter vokser fram fra andre steder på planten enn fra rota. Røttene på sideskudd fra akselknopper er derfor adventive, men rota kan ha adventive knopper som gir opphav til lysskudd (bringebær, Ⓢp).

Hos kulturplantene er det mange modifikasjoner av den standardtypen som er vist i figur 1, og disse vil bli omtalt etter hvert.

Figur 1. Oppbyggingen av en tofrøbladet plante (Troll 1954).



- I. Tofrøbladet plante, skjematisk
- II. Ungt embryo
- III. Utviklet embryo
- IV. Frøplante
- V. Tverrsnitt av ung stengel
- VI. Tverrsnitt av eldre stengel
- VII. Tverrsnitt av rot

Pw : primærrot, hovedrot, fra radicula
 Hy : hypokotyl stengel
 Co : frøblad, cotyledon
 Ra : frørot, radicula
 W : adventivrøtter i hjørnet til varige blad
 Cow : adventivrøtter i hjørnet til frøblad

Akse : hovedrot+hypokotyl stengel+epikotyl stengel
 Skudd: stengel+blad
 Knopp: anlegg til skudd

Vekstpunkter : svart
 Voksende vev : skravert

Kambium mellom sil (prikket) og ved (svart) (V og VI)

2. Navn på de forskjellige delene av fruktknuten, og hva disse blir brukt til etter befruktning.

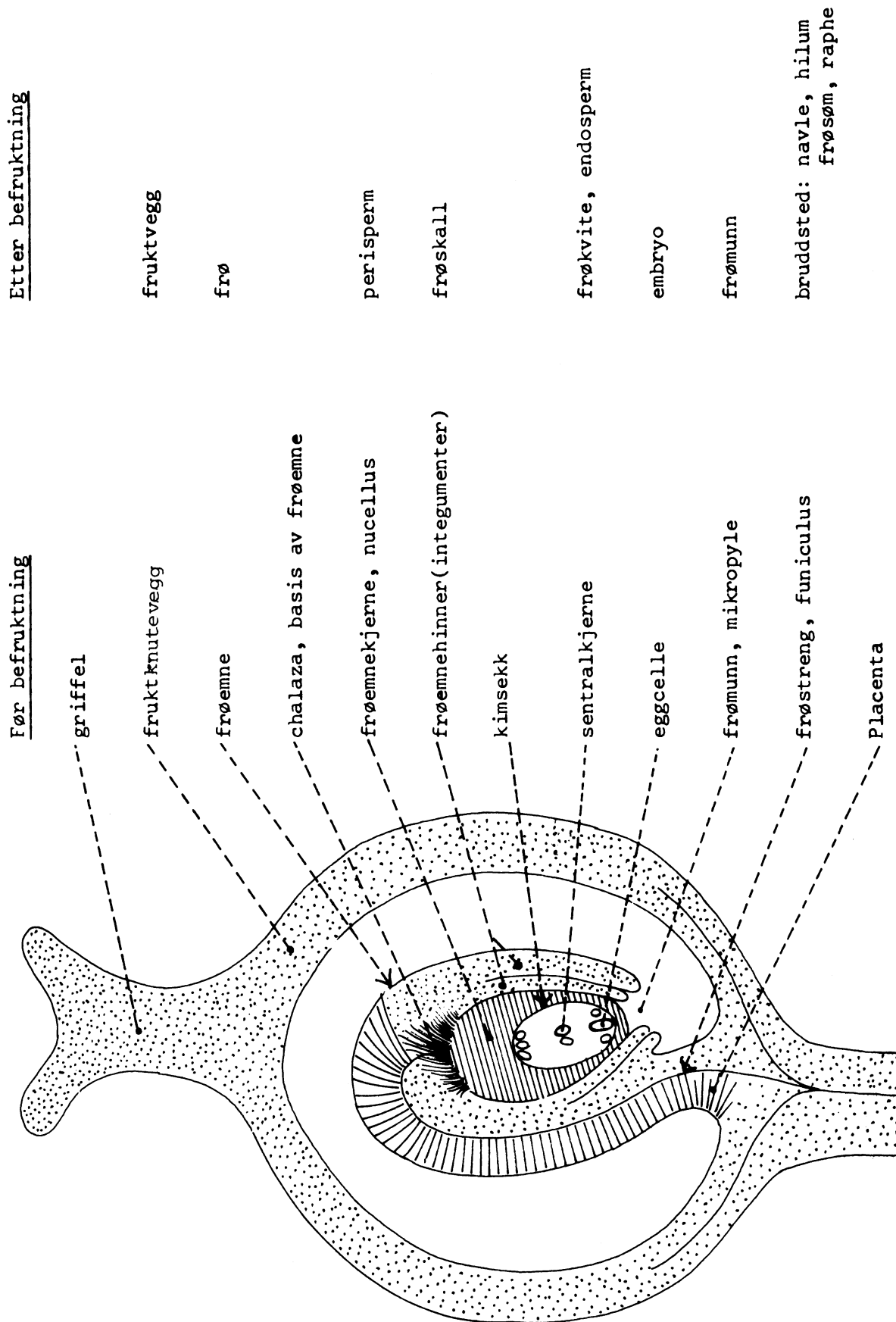
Fruktbladene sitter øverst (innerst) på blomsterbunnen. De (det) er som regel sammenvokst og danner et hult legeme (støvveien) som er plantens hunnorgan. Støvveien består av 3-deler: fruktknuten (nederst) som fortsetter oventil i en trådformet del, griffelen, og på toppen av denne sitter arret. Fruktemnet inneholder ett eller flere frøemner (frøanlegg) som er festet til fruktknuten med frøstrengen. Figur 2 viser en fruktknute skjematisk, og det er satt navn på de forskjellige delene før og etter befruktning. Opprinnelsen til frøemnet er en knopp som differensieres fra placenta.

Forskjellige typer av fruktknuter, frukter og frø vil bli omtalt i samband med plantenes generative fase (blomstringsfasen). Det samme gjelder utvikling av pollen og eggcelle. En nevner at en befruktet eggcelle gir opphav til embryo, mens den diploide sentralkjernen utvikles til den triploide endosperm (frøkvite) etter at sentralkjernen er smeltet sammen med den generative kjerne fra pollenslangen.

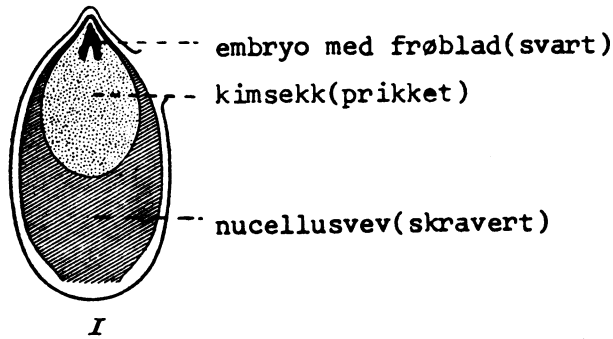
Etter befruktning begynner embryo og endosperm å ta form, men utviklingen kan gå i forskjellige retninger (figur 3). Embryo kan bruke resten av cellene i kimsekken, endosperm og nucellusvev til sin vekst og næringslagring, og ta vare på dette i frøbladene. Eksempel på dette har en bl.a. hos belgplantene, som tilsvarer II i figur 3. En har også det tilfellet at kimsekken selv kan utvikles til næringslager ved gjentatte delinger av sentralkjernen etter befruktning. Kimsekken vil da absorbere nucellusvevet, og vi får endosperm, dvs. næringsvev som dannes innenfor kimsekken (III i figur 3). Denne frøtypen finnes hos bl.a. grasfamilien. Ved en tredje frøtype absorberer nucellusvevet kimsekken og endospermen, og opptar størstedelen av frøet. Eksempel på dette har en hos bete, og dette næringsvevet kalles perisperm (utenfor kimsekken).

I tillegg til næringen i vevet i de forskjellige delene av frøemnet (eller i kimsekk og nucellusvev) får frøet under utviklingen tilført næring til forbruk og lagring fra plantenes fotosyntese og næringsopptak gjennom røttene. Denne næringen passerer gjennom frøstrengen (funiculus).

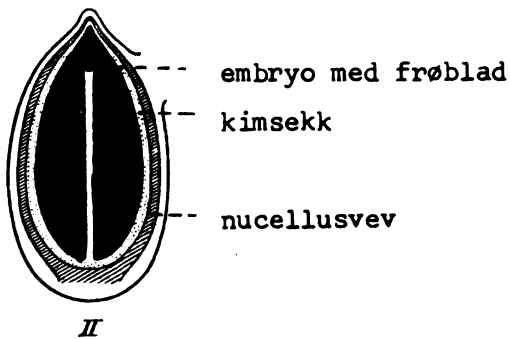
Figur 2. Støveg (fruktknute, griffel, arr). Navn på forskjellige deler før og etter befruktning.



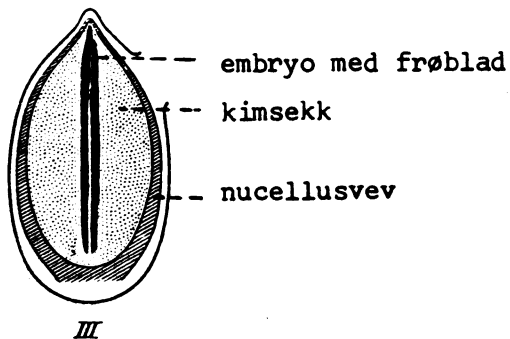
Figur 3. Utvikling av forskjellige former for næringslager i frø.
(Troll 1954).



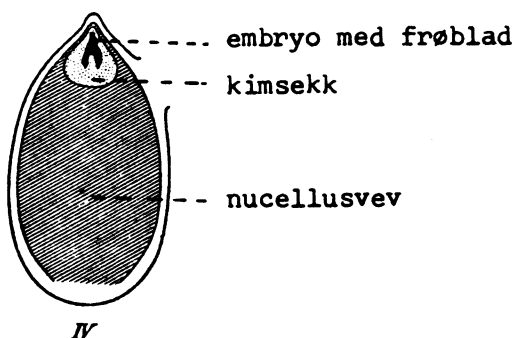
I:
Ungt frø der kimsekken har begynt å fortrenge nucellusvevet. Embryo er lite utviklet.



II:
Embryo har absorbert cellene i kimsekk og nucellusvev, og frøbladene tjener som lagringsorgan. Resten av kimsekk (endosperm) og nucellus (perisperm) finnes under frøskall.



III:
Kimsekken har absorbert det meste av nucellus og tjener som lagringsorgan (endosperm). Resten av nucellus finnes som perisperm under frøskall.



IV:
Nucellusvevet har absorbert det meste av kimsekken. Her er derfor nucellus omdannet til et vev for reservenæring og kalles perisperm. Det er svært lite av endosperm fra kimsekken.

3. Frø hos planter med to frøblad.

Spredningsenheter som tjener til formering av plantene, kalles ofte for frø, selv om de ikke er virkelige frø i botanisk mening. Virkelige frø finnes hos planter i korsblomstfamilien, ertefamilien, søtvierfamilien, graskarfamilien og liljefamilien, og de består av frøskall, embryo og opplagsnæring. Frukt tjener som spredningsenheter hos planter i korgplantefamilien (nøtt, akene), syrefamilien (nøtt) skjermplantefamilien (spaltefrukt med to smånøtter), meldefamilien (nøtt, hos bete sitter flere frukter sammen i et hode av de inntørka blomsterdekkbladene), leppeblomstfamilien (nøtt) og grasfamilien (skallfrukt, karyopse).

Opplagsnæringa fins vesentlig i frøbladene hos ertefamilien, graskarfamilien, korsblomstfamilien og korgplantefamilien. Endosperm er det viktigste stedet for opplagsnæring i skjermplantefamilien, syrefamilien, søtvierfamilien, liljefamilien og grasfamilien. Hos frø av planter i meldefamilien sitter opplagsnæringa i perisperm, et vev som er dannet av nucellus.

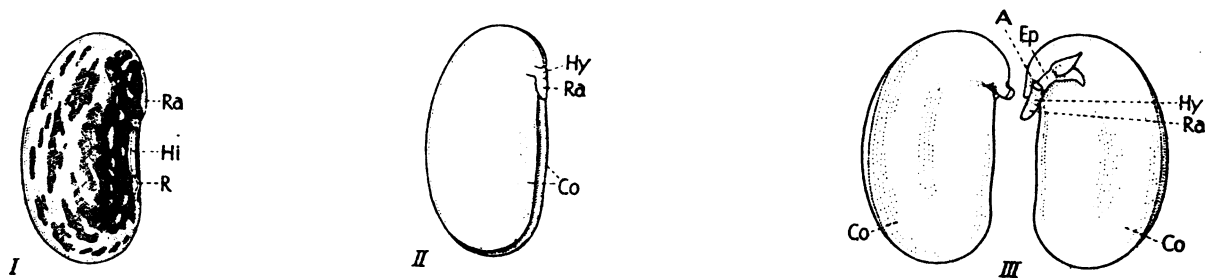
a. Frø av hagebønne

Figur 4 viser frø av hagebønne eller prydbønne, med frøskall på (I), uten frøskall (II) og etter at frøbladene er brukket fra hverandre (III). Hos frø med frøskallet på, ser en hilum (navlen) der frøet har vært festet til placenta med frøstrengen (funiculus). Dessuten er det en utbuling over frørota og den hypokotyle stengel. Mellom denne utbulingen og hilum finner en mikropylen (frømunnen) der pollenslangen vokste inn før befruktningen fant sted. Ved den andre enden av hilum ligger frøsømmen (raphe) der ledningsvevet i frøstrengen går inn i frøet. Hos anatrophe frøemner er frøsømmen langstrakt som en stripe.

De to frøbladene dominerer fullstendig, men frørota er tydelig, og også den hypokotyle stengel kan ses. Ved å brette frøbladene fra hverandre blir anleggene til to varige blad synlige, og det er også råd å finne den epikotyle stengel med stengelende (vekstpunkt) som ligger inne mellom anleggene til varige blad. De to frøbladene er festet ved den første leddknuten på den epikotyle stengel, og de to varige blad ved den andre leddknuten. I tillegg er det anlegg (primordier) for mange andre blad fra mikroskopiske leddknuter i endeknoppen.

Frøskallet kan være ugjennomtrengelig for vann hos noen frøslag, og ofte er dette tilfellet hos belgplantene. Ved spiring blir vannet da tatt opp gjennom hilum og mikropylen. Men også disse kan være tette, og en får da såkalte harde frø. Nederst i figur 4 er vist et snitt på tvers av hilum hos bønnefrø, med forskjellige vevsformer som er aktuelle ved vannopptak hos harde frø av belgplantene. Mangel på spiring hos harde frø kan motvirkes ved mekanisk riping i frøskallet, ved behandling med syre og ved påvirkning av ultralyd, etc.

Figur 4. Frø av hagebønne (Phaseolus vulgaris)

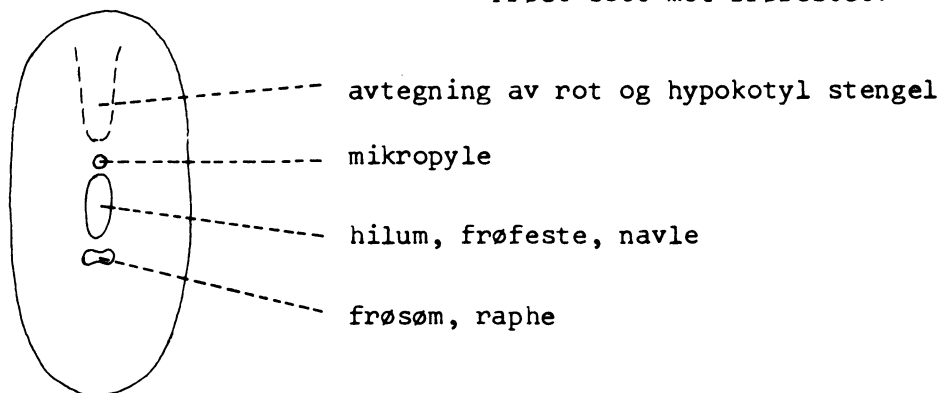


I: helt frø sett fra siden. Ra viser avtegning av hypokotyl og radicula . Hi er navlen eller frøfestet(hilum) og R er sømmen (raphe).

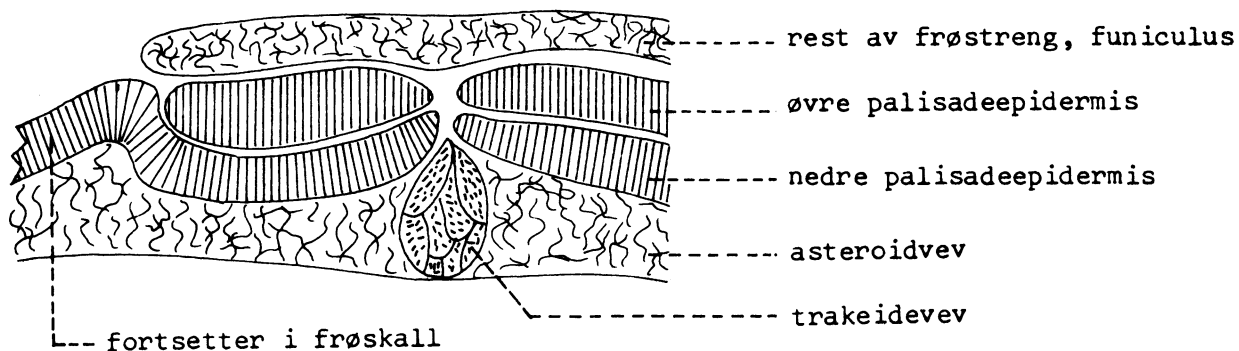
II. Embryo etter at frøskallet er fjernet.

III. Embryo etter at de to frøblad er brukket fra hverandre.Co er frøbladene, A er stedet der de hang sammen, Ep er epikotyl stengel, Hy er hypokotyl stengel og Ra er radicula(frørot).

Frøet sett mot frøfestet:



Snitt på tvers av hilum:



b. Frø av andre vekster med to frøblad.

Figur 5 viser snitt av kålfrø som representant for arter av korsblomstra vekster (kålrot, raps, nepe, rybs, alle kålformene, herunder også formargkål og knutekål, reddik, sennep, m.fl.). Opplagsnæringen ligger i frøbladene og i den epikotyle stengel hos embryo som utgjør det meste av frøet. De to frøbladene som ligger mot hverandre, er først brettet og deretter foldet omkring rota. Frø av korsblomstra vekster er fett- og proteinrike.

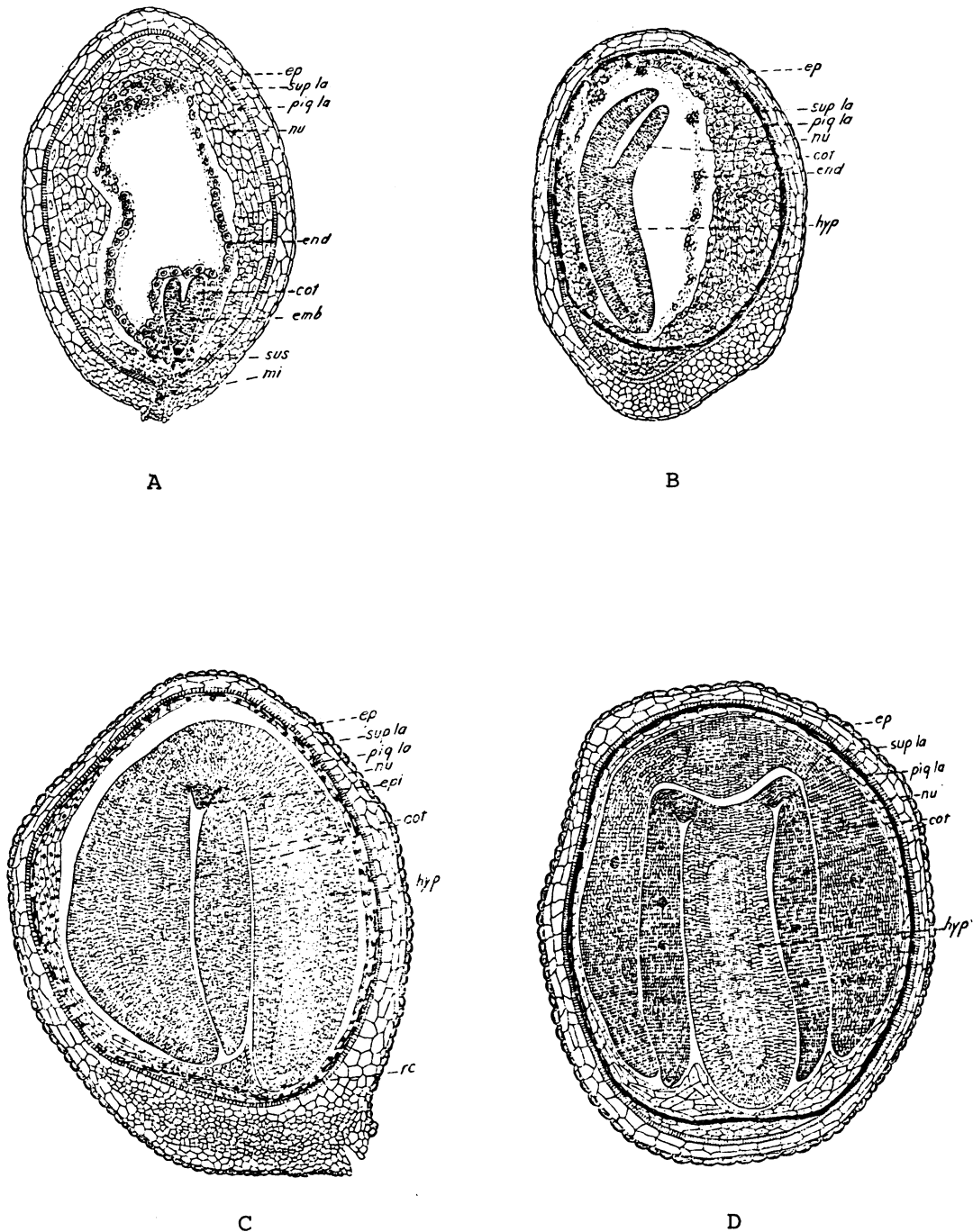
Figur 6 viser snitt av frukt og frø av sukkerbete som representant for meldefamilien (forbeter, bladbeter, spinat). Som vanlig er bildet meget forskjellig avhengig av hvor snittet tas. Embryo med hypokotyl stengel og frøblad, samt opplagsnæring i perisperm (fra nucellusvevet) fyller det aller meste av frøet, og endosperm finnes i bare lite omfang rundt rotenden av embryo.

I figur 7 er tatt med snitt av frø hos potet og tomat, som begge hører til søtvierfamilien, og av frukt og frø hos karve som representant for skjermplantene (gulrot, pastinakk, m.fl.). Hos potet og tomat har frøet håraktige utvekster på frøskallet. Embryo med frøblad er relativt stort, og næringsreserven i frøet er endosperm.

Skjermplantene har lite embryo, og frøet har derfor lang spiretid. I fruktveggen er det oljekanaler, og eteriske oljer i slikt frø avgir en karakteristisk lukt.

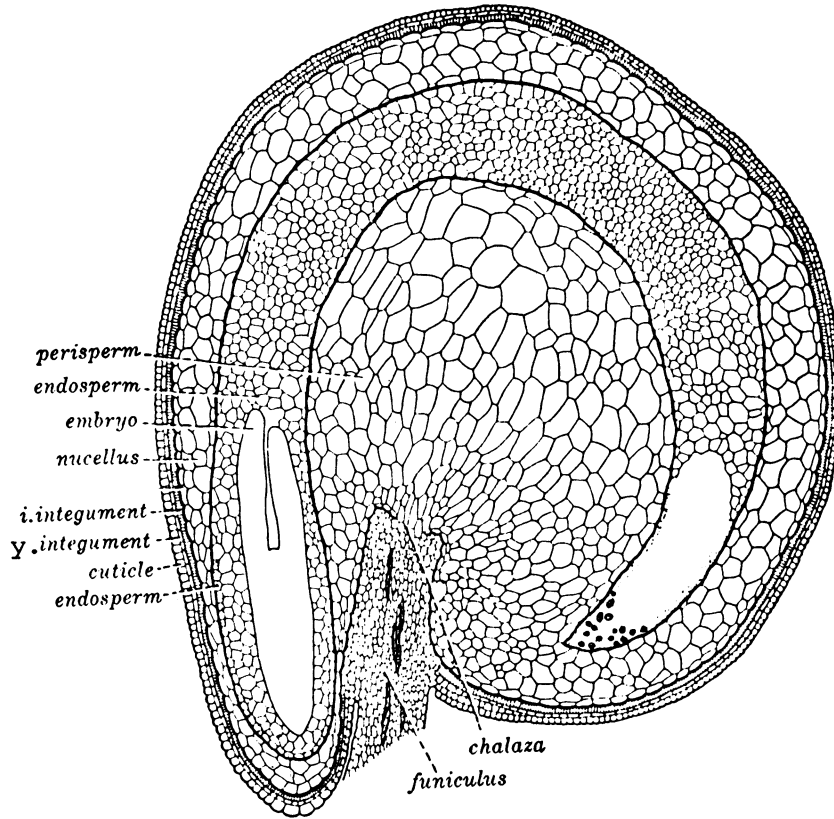
I figur 8 og 9 har en vist mikrofotograferte tverrsnitt av rødkløverfrø (Tutturen 1973). Siden det dreier seg om en belgvekst, er frøet i prinsippet likt det en har omtalt tidligere for hagebønne, med næringslager i frøbladene.

Figur 5. Forskjellige stadier i utviklingen av kålfrø.

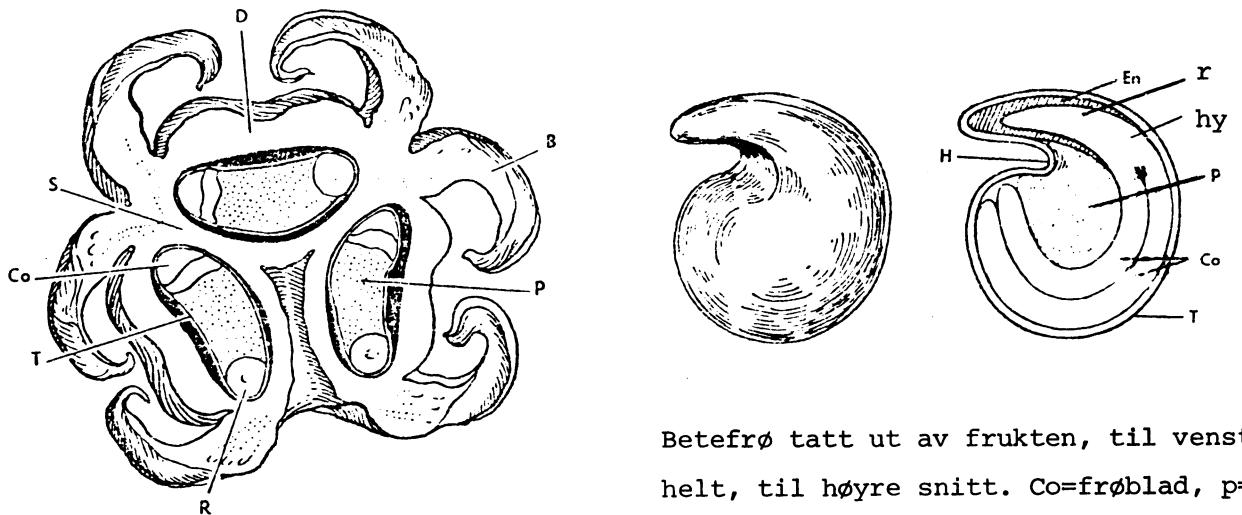


Frøskallet består av epidermis(ep) og to cellelag subepidermalt vev som er dannet av ytre integument, samt av et cellelag støttevev(sup la) og et lag av pigmentceller(pig la) som er dannet av indre integument. nu=nucellusvev, end=endosperm, cot=frøblad, emb=embryo, sus=suspensorceller, mi=mikropyle, hyp=hypokotyl, epi=epikotyl, rc=rothette. I det modne frøet(D) er det innenfor frøskallet 1-2 cellelag som er resten av nucellusvevet. Det meste av dette og av endospermen er absorbert av embryo (Thompson 1933).

Figur 6 . Frø hos beten



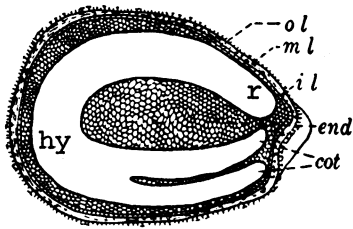
Figuren ovenfor viser et ungt frø der embryo (til venstre) ikke er utvokst. Frøskallet er dannet av de to integumentene. Det meste av nucellusvevet er omdannet til perisperm i sentrum, men rundt denne ligger det fremdeles noe endosperm og nucellusvev (Hayward 1938)



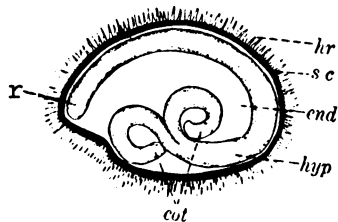
Gjennomskåret samling av frukter hos beten. Snittet av tre frø er loddrett på snittet i figuren til høyre, slik at en ser enden av to frøblad (Co) og enden på rota (R). I mellom ligger perisperm (p). D=fruktlokk, B=rest av blomsterhyllet (Osvald 1959).

Betefrø tatt ut av frukten, til venstre helt, til høyre snitt. Co=frøblad, p=perisperm, hy=hypokotyl, r=rotanlegg, en=endosperm, T=frøskall, H=hilum. Hos det modne frøet har embryo absorbert meste av endosperm slik at det bare er en rest igjen i rotenden. Næringsreserven er i perisperm (Osvald 1959).

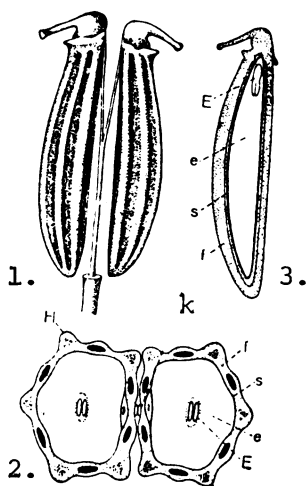
Figur 7 . Frø hos potet og tomat(søtvierfam.) og hos karve(skjermplantefam.).



Frø hos potet. cot=frøblad, end=endosperm. il, ml og ol er indre, mellomste og ytre lag av frøskall, det ytre med hårliknende utposninger av celleveggene, hy=hypokotyl, r=rotanlegg (Hayward 1938).

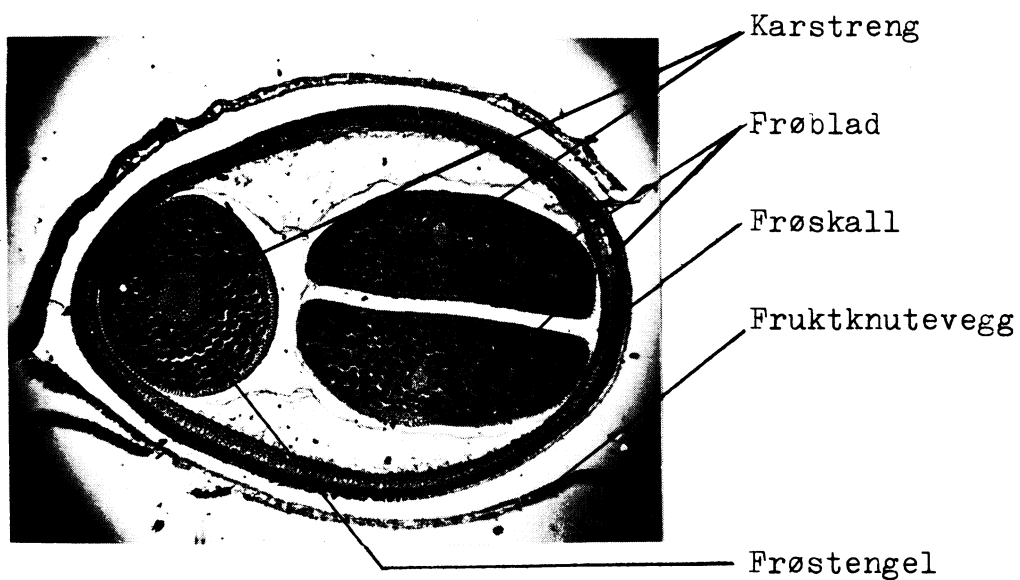


Frø hos tomat. cot=frøblad, end=endosperm, hyp=hypokotyl, r=rotanlegg, sc=frøskall, hr=hår som dannes av celler i det ytre laget i frøskallet (Hayward 1938).

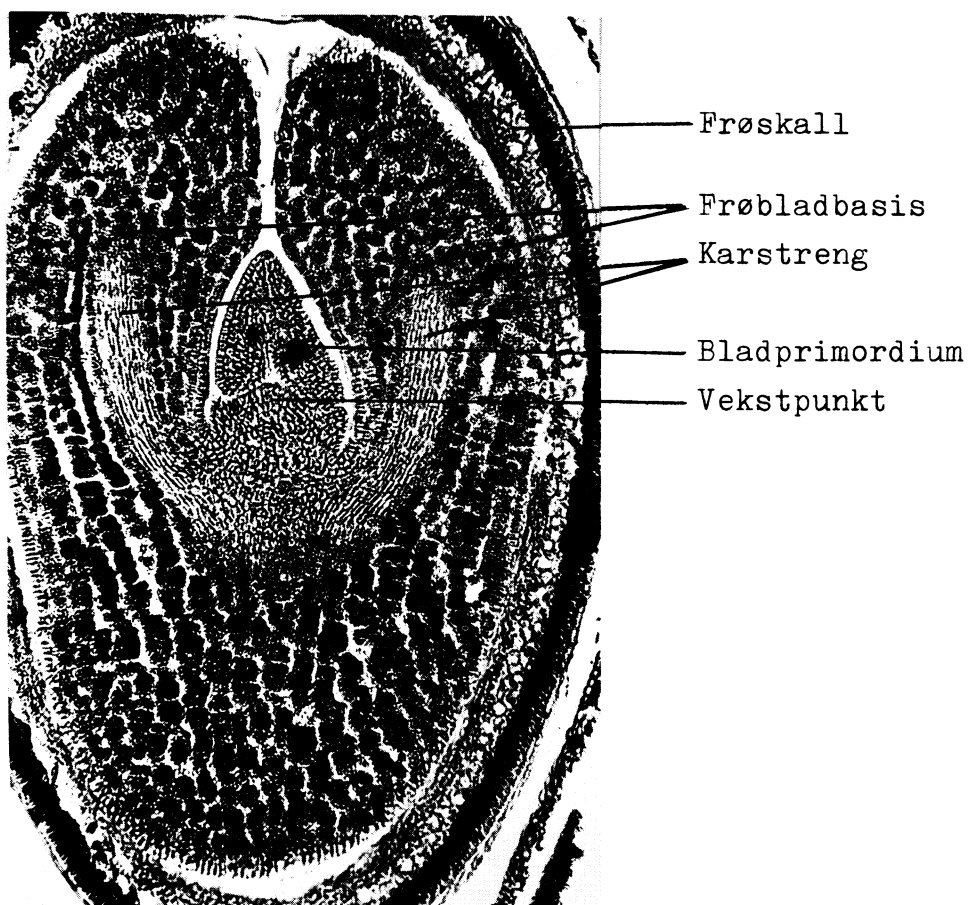


Frukt og frø hos karve. 1. Frukten sett fra siden, 2. Tverrsnitt, 3. Lengdesnitt gjennom en delfrukt. f=fruktvegg, s=frøskall, e=endosperm, E=embryo, H=hovedribbe med ledningsstrenger, k=Oljekanal (Strassburger et al. 1954).

Frø av rødkløver.



Figur 8. Snitt gjennom modent frø, tverrsnitt. 4x, 22 (x 90).



Figur 9. Snitt gjennom modent frø, tverrsnitt. 4x, 22 (x 210).

4. Oppbygging av planter med ett frøblad.

Viktige kulturplanter innenfor gruppen med ett frøblad finnes bl.a. i grasfamilien og liljefamilien. Planter med ett frøblad er, som de tofrøblada, bygget opp omkring en akse som ender i en knopp, der vekstpunktet ligger omsluttet av blad. I bladhjørnene er det i begge tilfelle akselknopper. Det er et karakteristisk trekk hos ettfrøblada planter at de ikke har sekundær tykkelsesvekst verken i rot eller stengelsystem. Betydningen av primærrota blir derfor sterkt redusert. I mange tilfelle overtar de adventive røttene (kronrøttene) fullstendig alle rotfunksjoner, og primærrota forsvinner helt på et tidlig stadium.

I detaljene er det viktige forskjeller mellom ett- og tofrøblada planter. Hos vekster med ett frøblad, tjener frøbladet som haustorium, dvs. et organ som sørger for at frøets næringsreserve i endospermen blir overført til embryo ved spiring. Hos gras er det forskjellige oppfatninger om hva som er frøbladet, men her velger en å betrakte skjoldbladet (scutellum) som frøblad. Navnet kommer av at dette omdanna bladet omgir embryo som et skjold, og det kommer aldri over jorda. Hos enkelte Alliumarter kommer frøbladet opp i lyset, men også hos disse virker det som haustorium.

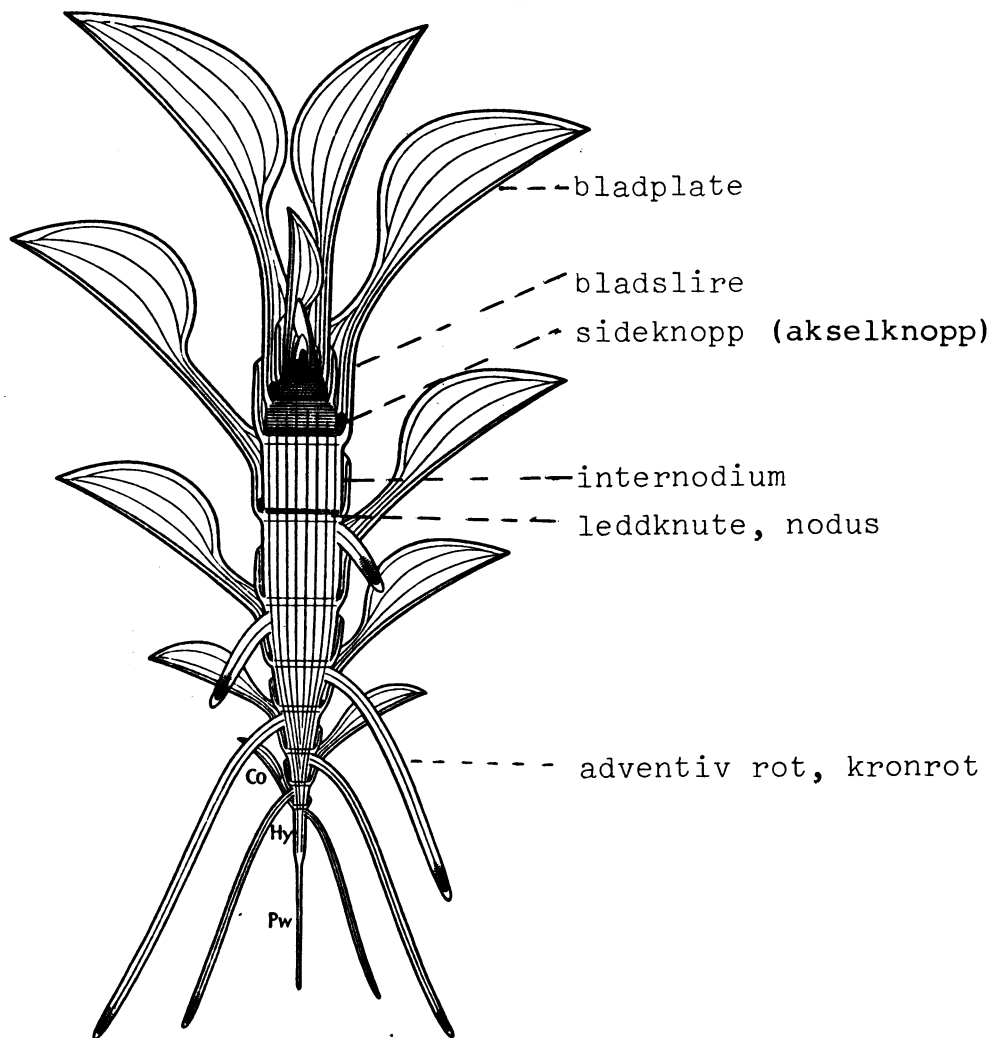
Bladet består av slire, slirehinne og bladplate. Slira omslutter internodiene, og den støtter og verner vekstsoner og knopper i bladhjørnene. Hos unge stengler overlapper bladslirene hverandre, og slirer fra eldre blad verner derfor yngre blad som vokser fram. Slirehinna er en tynn, membranaktig utvekst der slira og bladplata møtes (kransen). Den fatter tett omkring internodiet eller slira til neste blad, og hindrer at insekter, støv og regn kommer inn. Bladet er likenervet og har helst vannrett stilling i forhold til slira. Underjordiske blad består bare av slire. Dette tilsvarer at underjordiske blad hos tofrøblada planter består av øreblad og endel av bladstilken.

Fig. 10 viser skjematisk hvordan en ettfrøblada plante er bygd opp, og av fig. 11 går det fram hvordan en slik plante kan betraktes som sammensatt av elementer (fytomerer) som består av leddknote (nodus) med akselknopp og adventivt rotanlegg, internodium og de forskjellige delene av et blad. Merk at bladene vokser fram vekselvis på hver side fra leddknutene, og at yngre blad kommer innenfor slira til det foregående blad på motsatt side.

Figur 12 er en tegning av en ung raigrasplante, og det er satt navn på alle deler av noen betydning. Merk at stengelspissen (vekstpunktet) hos hovedskuddet ligger helt nede og helst litt under jordflaten, og at det på dette tidspunkt er vernet av bladslirer. En nevner ellers at det selvsagt bare er restene av frøet som ligger igjen i jorda, og at embryo nå er utviklet til en voksen plante.

Variasjoner i oppbygningen av planter med ett frøblad kommer i stand ved at delene i fytomeren utvikler seg på forskjellig måte. Bladplata kan være normal eller redusert, og bladslirene kan være normale eller oppsvulma. Stengelleddene kan være lange eller korte, tynne eller ommsvulma, hule eller kompakte, og sideknoppene kan mangle.

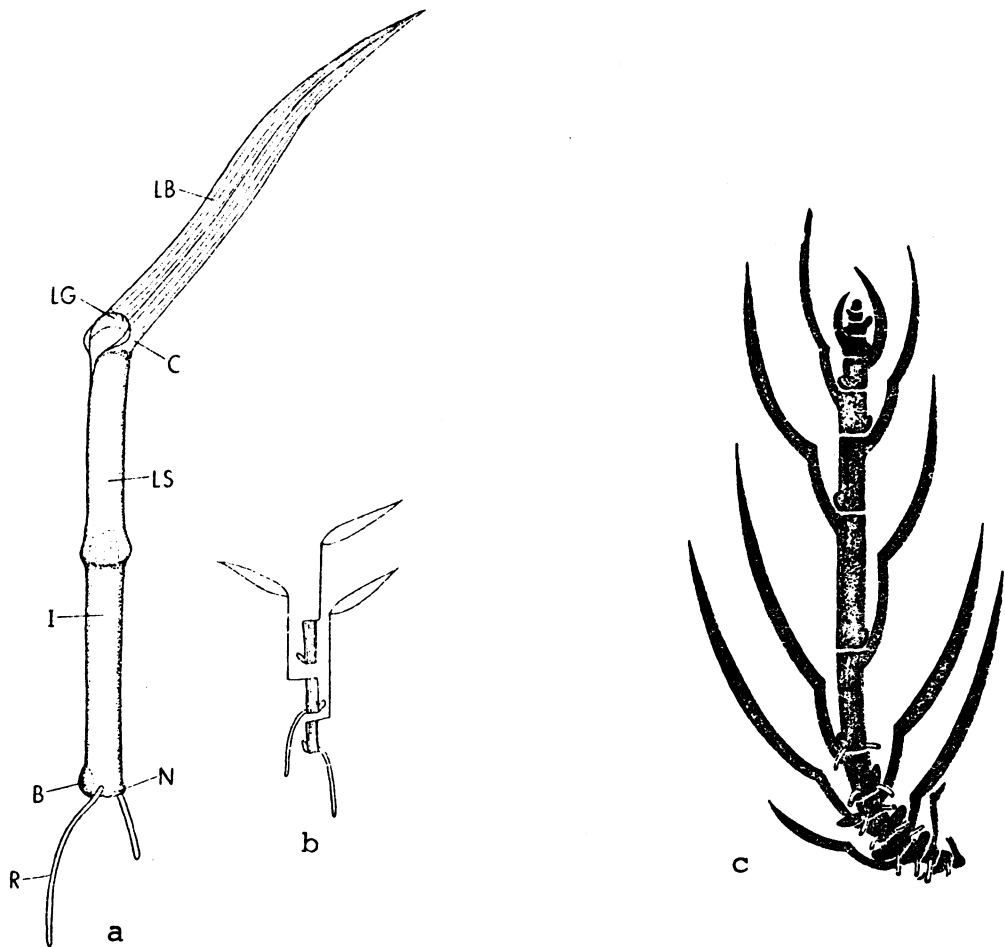
Figur 10. Oppbyggingen av ettfrøbladet plante, skjematisk.
(Troll 1954)



Co : frøblad, cotyledon
Hy : hypokotyl stengel
Pw : primærrot, frørot

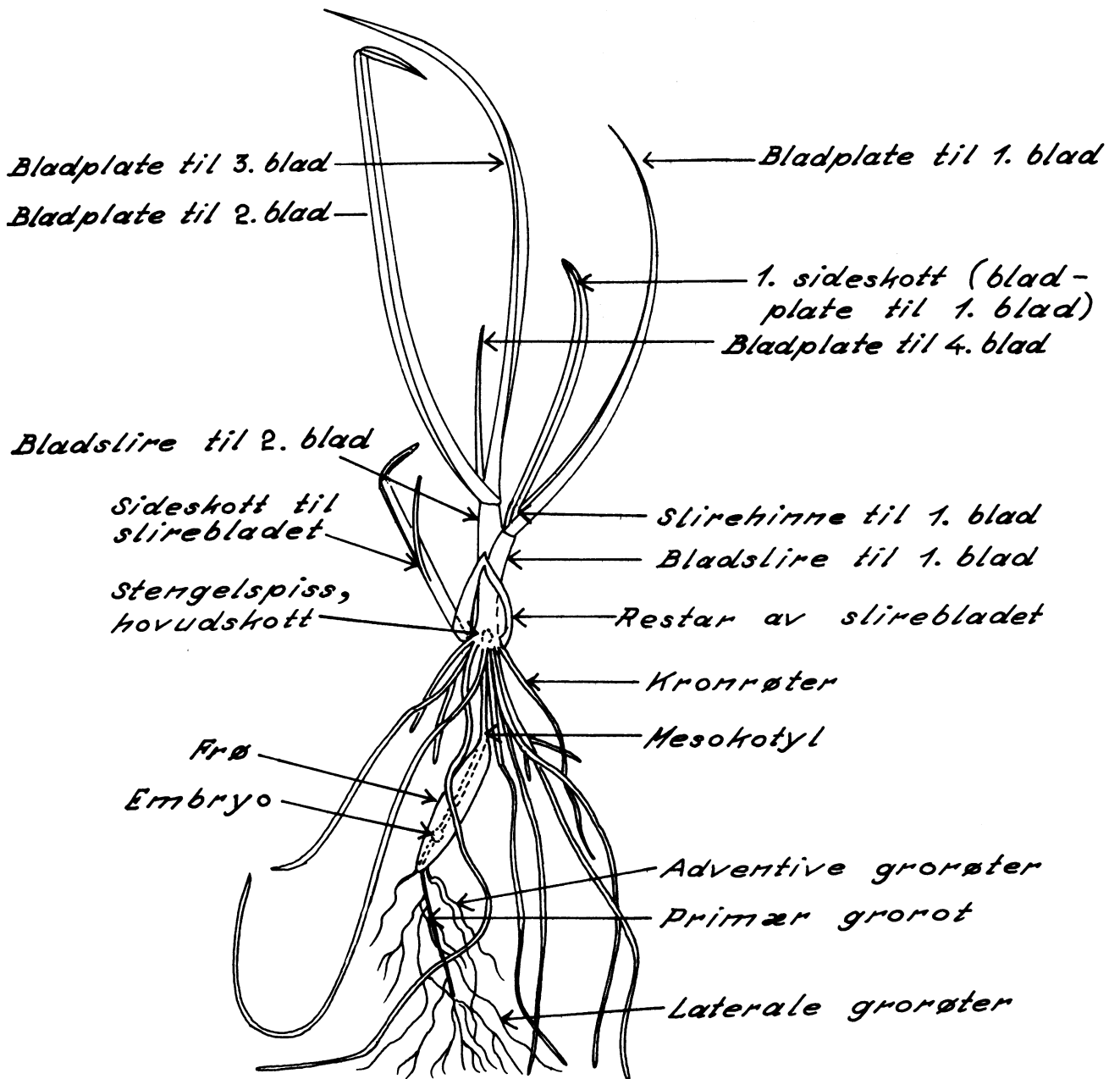
Voksende deler, meristemer, er tegnet svart.

Figur 11. Oppbyggingen av ettfrøbladet plante, skjematisk
(Skjelvåg 1974).



- a: fytomer med nodus(N), rotanlegg(R), akselknopp (B), internodium(I), bladslire(LS), krage(C), slirehinne(LG) og bladplate(LB)
- b. Tre fytomerer satt sammen til en del av planten.
- c. Fytomerer satt sammen til en hel plante. Fytomerene er mer eller mindre modifisert, avhengig av hvor de er på planten.

Figur 12. Ung plante av vanleg raigras med namnsette delar (Skjelvåg 1974).

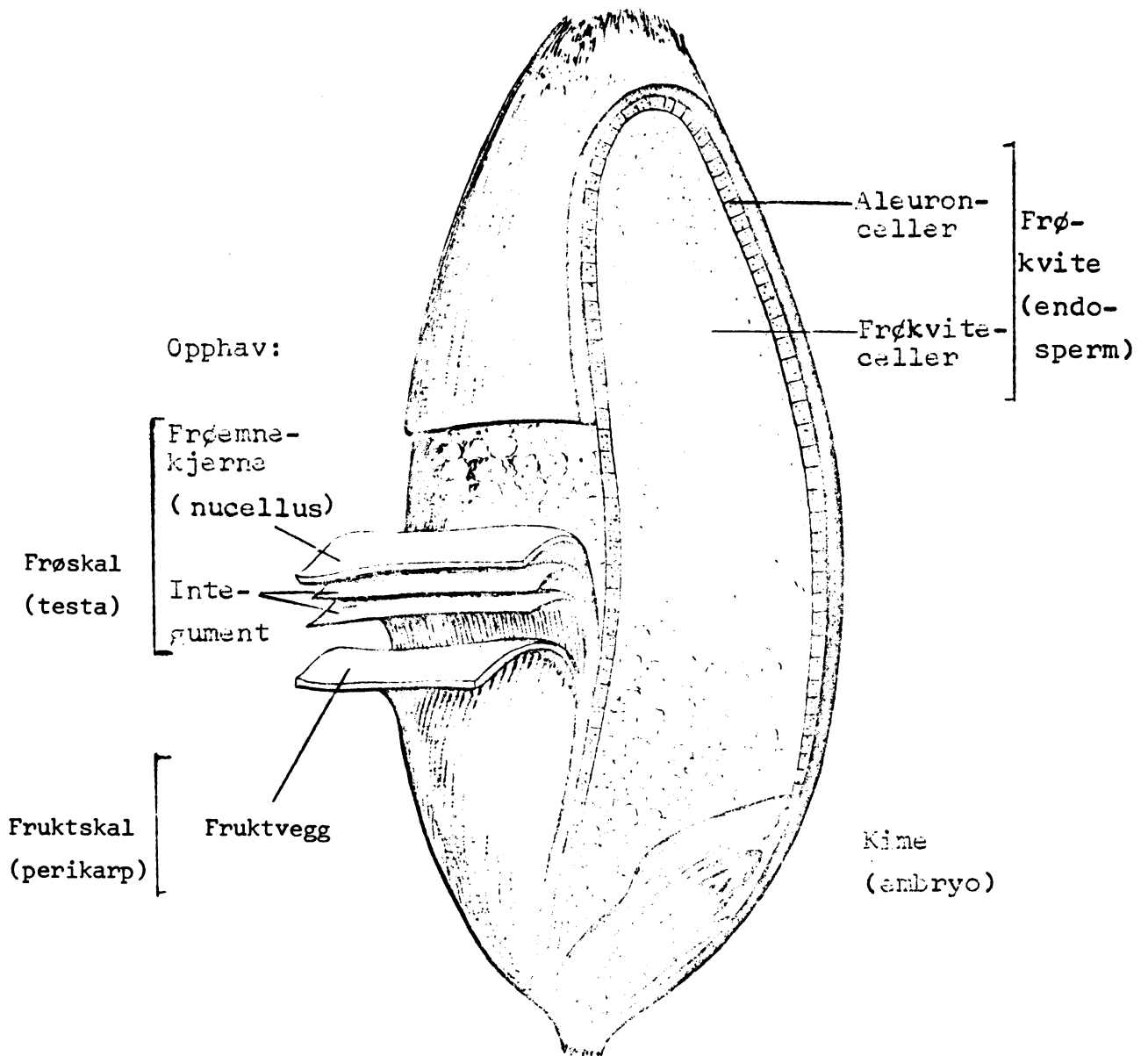


5. Frukt (frø) hos planter med ett frøblad.

a. Kveite, *Phalaris* og mais.

Grasfamilien omfatter mange økonomisk viktige arter, men det er ikke hos alle at frøet er det viktigste produktet. Frøet er imidlertid bygget opp på samme måte hos kornarter og forgras. Grasfrukten (fig.13) er en skallfrukt (karyopse), og det karakteristiske for denne er at fruktskall (fruktvegg, perikarp) og frøskall (testa, stammer fra rester av nucellusvevet samt integumentene er vokst sammen. Innenfor frøskallet opptar frøets næringsreserve det meste av plassen. Denne reserven ligger utenfor selve embryo, i motsetning til hos bønnefrø, der den ligger i frøbladene. Næringsreserven (frøkvite, endosperm) har cellestruktur, og ytterst mot frøskallet har den et lag celler som er særlig rike på protein, mineraler og vitaminer. Dette laget utgjør imidlertid bare ca. 7 vektprosent av kornet, og det blir derfor den øvrige delen av endosperm som bidrar mest til kornets proteinmengde. Likevel har aleuronlaget stor ernæringsmessig betydning. Protein i korn omfatter flere komponenter, og menedeforholdet mellom disse varierer, avhengig av art, sort og vekstvilkår. Det er proteinfraksjonene gliadin og glutenin som til sammen utgjør gluten. Gluten gir bakeegenskapene hos kveite. Hos andre kornarter har en ikke disse proteinfraksjonene.

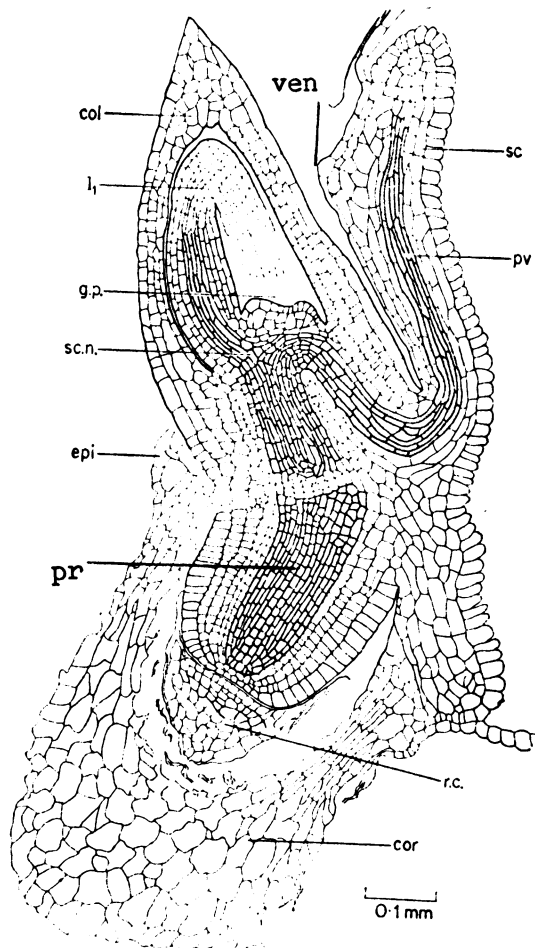
Hos embryo finnes mer eller mindre utviklet de samme delene som hos en voksen plante, dvs. primærakse med rot, hypokotyl og epikotyl stengel, stengelende med vekstpunkt og bladanlegg (primordier). Det går fram av figur 14, 15 og 16 at disse delene og atskillig flere kan identifiseres. Embryo kan løses fra endosperm og frøskall ved å fukte frøet under kjølige forhold i et par dager, fordi det da startes enzymaktivitet fra epitelaget ytterst i skjoldbladet. Embryo er dekket av skjoldbladet, men ved å brette dette ut, kommer aksen til syne. Primærrota er omgitt av rotslira. Den hypokotyle stengel er ubetydelig, mens den første leddknuten der skjoldbladet er festet, er stort. Ovenfor finnes det andre bladet, slirebladet som er konusformet og går ut fra den andre leddknuten på stengelen. Slirebladet inneslutter endeknoppen med flere bladanlegg, leddknuter, ustrakte internodier og vekstpunkt.



Figur 13. Skjematisk lengdeskurd gjennom kveite Korn.

(Skjelvåg 1974)

Figur 14. Lengdesnitt gjennom embryo hos *Phalaris tuberosa*(Barnard 1964).



- col : slireblad(coleoptile)
- l_1 : første grønne blad
- g.p. : vekstpunkt
- sc. n. : leddknote til skjoldbladet(scutellum)
- epi : epiblast
- sc : skjoldbladet(scutellum)
- ven : ventralskjell
- pv : ledningstrenger
- pr : primær frørot
- r.c. : rothette
- cor : rotslire(coleorhiza)

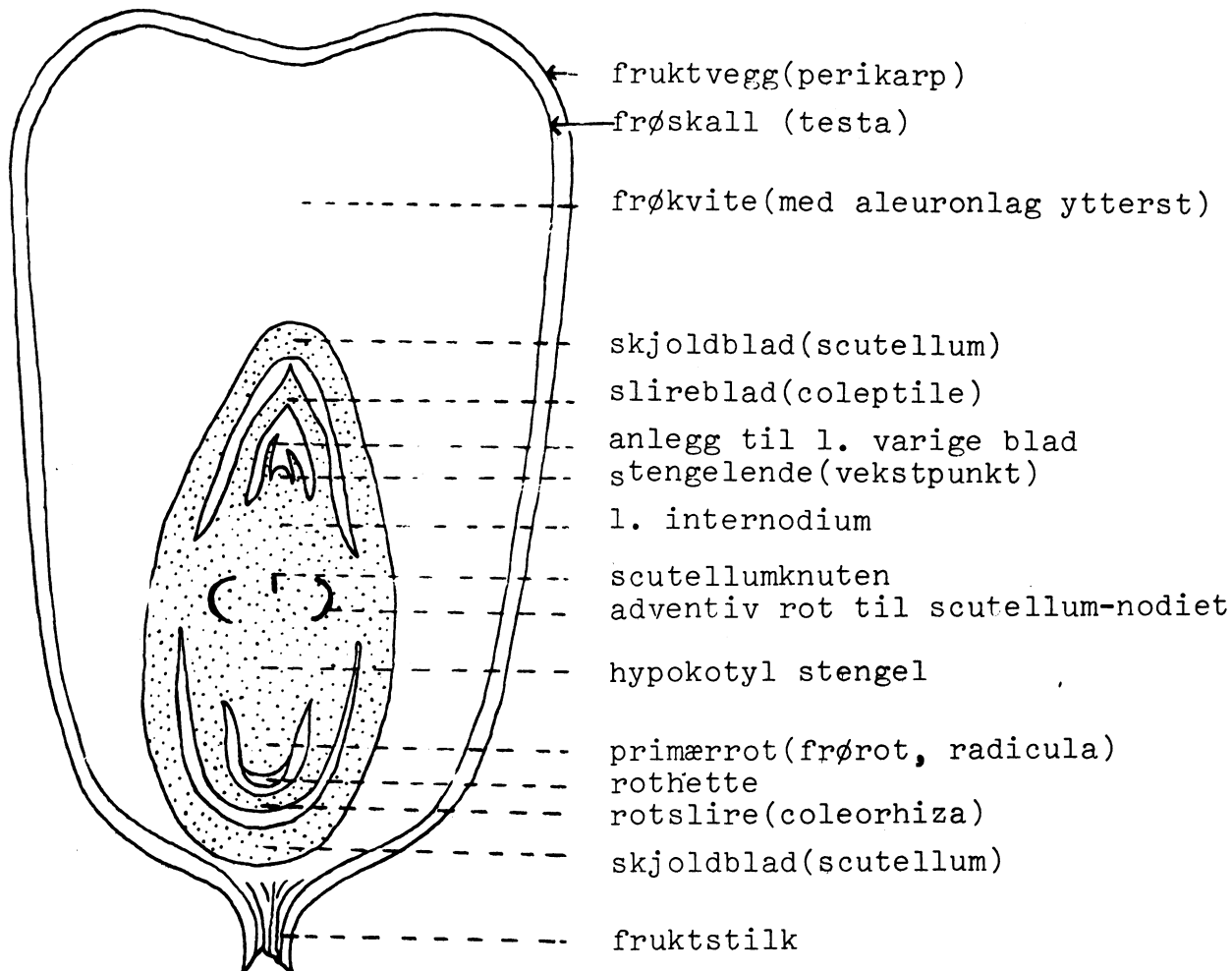
Oppbygging av maiskornet

Jamfør med figur 15 og 16

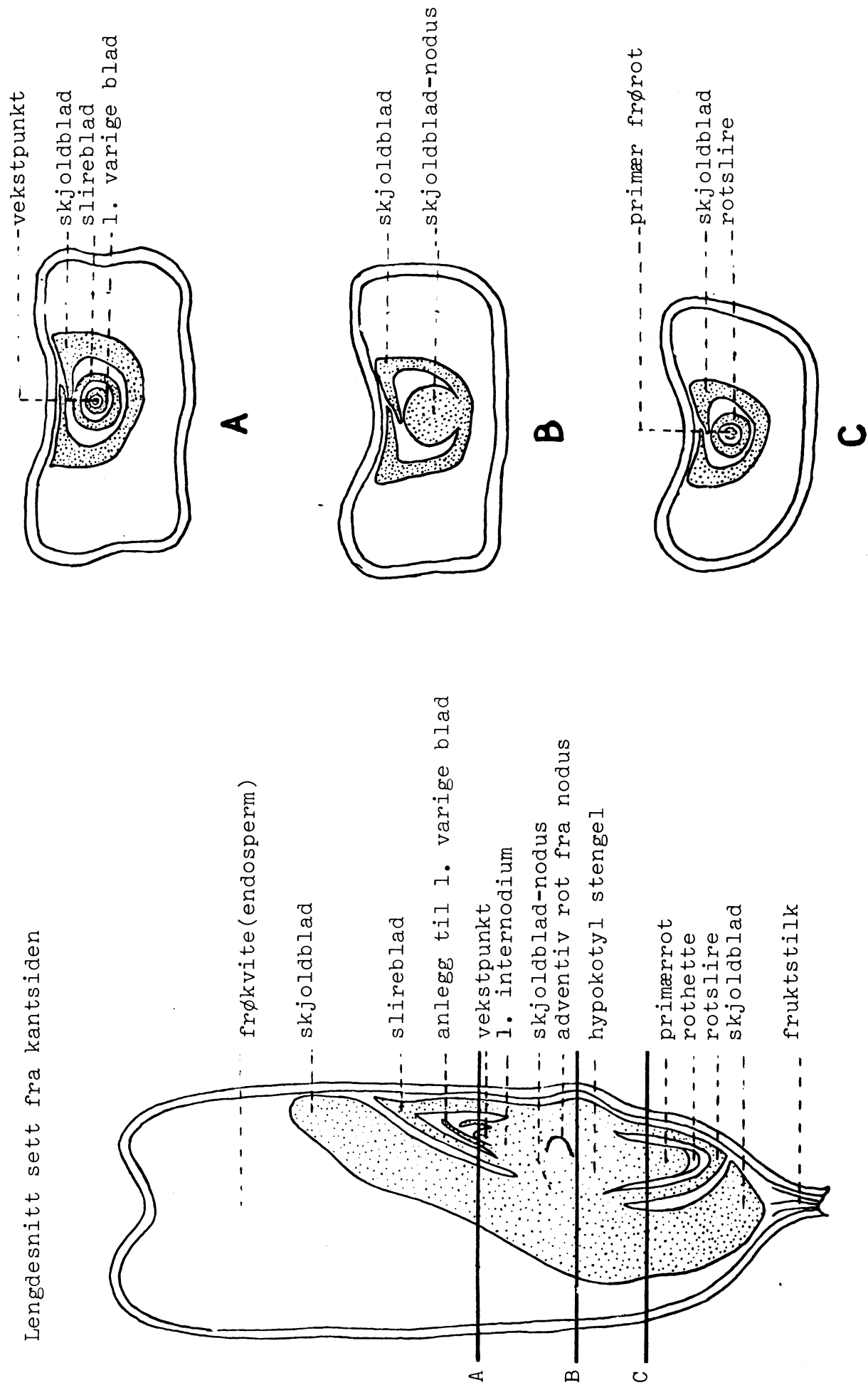
1. Undersøk maiskornet utvendig.
2. Ta av skallet (fruktvegg + frøskall + nucellusmembran).
3. Finn åpningen for slirebladet i skjoldbladet.
4. Atskill embryo og endosperm.
5. Fjern de delene av skjoldbladet som dekker primæraksen.
6. Skjær primæraksen gjennom på langs.
7. Skjær gjennom kornet på tvers tre steder.

Figur 15. Snitt av maiskorn
(Graber & Ahlgren 1942)

Lengdesnitt sett fra buksida



Figur 16. Snitt av maiskorn (Graber & Ahlgren 1942)



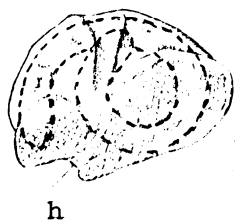
b. Frø hos løk.

Frukten hos løk er en kapsel som er sammensatt av tre fruktblad, og hvert rom inneholder to svarte frø. Under frøskallet ligger et tynt glassaktig lag med perispermceller, og frøet er fylt med en hornaktig endosperm som ligger omkring det krumme embryo. Endospermcellene, som beholder sitt cytoplasma, inneholder små oljedråper og protein som trekkes ut ved spiringen. Sammen med spissen av frøbladet er det endospermcellene som sørger for absorpsjonen og transporten av næring til embryo, og de beholder formen til all reservenæring er trukket ut.

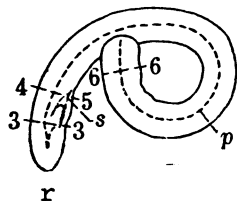
For å få embryo i løkfrøet tydelig fram, må frøet snittes parallelt med den flate siden. Endeknoppen ligger nær rotenden hos embryo og er vanskelig å se. En kan heller ikke se anleggene til varige blad som f.eks. hos bønne.

Figur 17. Frø hos løk.

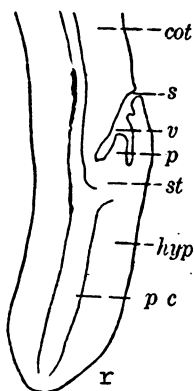
(Hayward 1938)



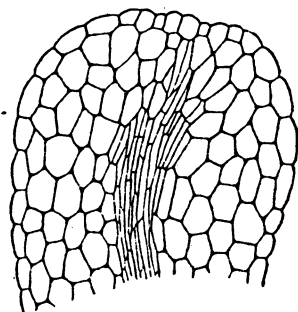
A: løkfrø der plassering av embryo er antydnet med avbrutte streker. h=hilum.



B: embryo tatt ut av frøet. p=ledningsstreng, s=trang åpning i frøbladet, r=frørot. Tallene viser forskjellige tverrsnitt (se nedenfor).



G: lengdesnitt gjennom nedre del av frøbladet. cot=frøblad, s=åpning inn til endeknoppen, v=åpent rom omkring endeknoppen, p=anlegg til varig blad, st=epikotyl stengel, hyp=hypokotyl stengel, pc=ledningsstreng, r=rotanlegg.



H: Lengdesnitt gjennom spissen av frøbladet som tjener som haustorium, absorberer næring fra endosperm og overfører denne til det spirende embryo. Ledningsvevet går helt ut til epidermis som er uten kutikula.

6. Spiring og frøplante, oversikt.

Hos arter med to frøblad er det to hovedtyper av spiring, epigeisk og hypogeisk. Ved epigeisk spiring kommer frøbladene opp av jorda, mens de ved hypogeisk spiring blir liggende i jorda. Arter med ett frøblad har hypogeisk spiring, men de har så mange særdrag at de må omtales for seg. En oversikt over næringsplassering i frøet og spiremåten hos forskjellige arter er satt opp nedenfor.

- | | |
|---|---|
| 1. Frø med opplagsnæring i frøbladene. | Belgplante-, korsblomst-, gras- kar- og korgplantefamilien. |
| a. Frøbladene blir i jorda, omsluttet av frøskallet. | Ert, vikke, åkerbønne, |
| b. Frøbladene vokser opp og assimilerer. | Engbelgvekstene, korsblomst- familien, hagebønne, lupin. |
| 2. Frø med stort embryo og noe endosperm. Frøbladene vokser opp og assimilerer. | Gulrot, lin, |
| 3. Frø med stort embryo, lite endosperm og mye perisperm. Frøbladene vokser opp og assimilerer. | Melde- og nellikfamilien. |
| 4. Frø med lite embryo og stor endosperm. | Gras-, lilje-, søtvier-, syre- og skjermplantefamilien. |
| a. Frøbladet blir i jorda, omsluttet av frøskallet. | Gras- og liljefamilien (merk spesiell spiring hos løk). |
| b. Frøbladene vokser opp og assimilerer. | Søtvier-, syre- og skjerm- plantefamilien. |

Forutsatt at frøet er spiredyktig, er følgende punkter avgjørende for spiringen:

!
lille -
spiring

1. Ikke frøkvile eller inhibitorer.
2. Vann, og at dette er tilgjengelig for frøet (kfr. harde frø i erteblomstfamilien).
3. Tilgang på oksygen.
4. Tilgang på lys er ofte nødvendig.
5. Saltinnholdet i voksemediet.
6. Høvelig temperatur.

Enkelte frøslag, særlig belgvekstfrø, kan spire dårlig hvis de utsettes for mye vann straks de legges til spiring. Når frøet er meget tørt, f.eks. mindre enn 10% vanninnhold, skjer det lekkasje av stoffer ut fra frøet. Det ser ut til at de semi-permeable hinnene i frøskallet først må tilpasse seg forholdene ved f.eks. høg luftfuktighet for å hindre at slik lekkasje skjer. Vann kan antakelig også trenge gjennom frøskallet uten slik preparering ved relativt låg fuktighet, og embryo kan kveles. Dette kommer av at hulrom ved embryo fylles med vann, og oksygen diffunderer 1000 ganger langsommere i vann enn i luft.

Opplagsnæringa i frøet er som regel i uløselig form (stivelse, protein, fett), og den må ved spiring overføres i løselige stoffer som embryo kan gjøre seg nytte av. Dette skjer enten opplagsnæringa ligger i frøbladene eller i endosperm, og det er embryo som sørger for denne omdanning ved hjelp av enzymer.

Spireprosessen hos grasfamilien kan illustreres som vist nedenfor (Lorenzen, 1971):

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. Svelling (imbibering) | |
| 2. Embryo produserer gibberellin | → gibberellin fører |
| 3. Gibberellin induserer enzymsyntese i aleuronlaget | til rotvekst |
| 4. DNA blir fri (Histon) | |
| 5. Aktivert DNA | ↓ |
| 6. Syntese av spesifikk RNA | fruktskallet blir sprengt |
| 7. Syntese av lytiske enzymer (bl.a. protease som "lager" tryptofan av endospermprotein) | ↓ |
| 8. Bunden IAA (auxin) og tryptofan til skuddspissen hos embryo | primærrota kommer ut (spiring) |

9. Slirebladspissen: tryptofan IAA auxintransport ned gjennom slirebladet
10. Oppmjuking av celleveggen (lågt veggtrykk)
11. Amylaser omdanner endospermstivelse til sukker
12. Det osmotiske potensial stiger
13. Vassopptak
14. Cellestrekking (vekst hos slirebladet).

Når spiringa er epigeisk og frøbladene assimilerer, er det viktig at de får utfolde seg fritt. I noen tilfelle kan frøskallet bli hengende fast på frøbladene og holde dem fastklemt i spissen. Hagebønne trekker lettest frøbladene ut av skallet når frøet ligger med navlen opp. I motsatt fall følger det ofte med opp, og dette kan redusere virkningen av beising mot jordboende sopp- sykdommer. Slim og håret eller ru overflate kan feste frøskallet til jorda slik at frøbladene kan trekkes ut. Hos graskarvekstene dannes det under spiringa en hake på undersida av hypokotylen, og denne holder frøskallet fast nede i jorda. Forankring til jorda er også nødvendig for at rota skal kunne trenge ned.

De fleste plantene med to frøblad har akselknopper i alle blad- hjørner fra og med frøbladene. Gras har som regel akselknopp også ved basis av slirebladet (koleoptilen). Hos bygg, kveite og rug blir denne knoppen sittende igjen nede ved frøet, fordi det hos disse er slirebladet og 2. internodium som strekker seg ved spiring. Sideskudd kan derfor dannes forholdsvis djupt under jordflaten avhengig av sådybden. Hos mais, havre og de fleste forgras forlenges 1. internodium ved spiring, og slirebladets leddknote med knopp i koleoptilhjørnet kommer derfor nær jord- flaten. Sideskudd fra denne leddknuten dannes derfor nær jordflaten hos disse artene. Løk danner som regel ikke side- knopper før den har fått 10 blad. Hos planter med hypogeisk spiring kan knopper i frøblad hjørnene hjelpe til at plantene kan overleve selv om alle overjordiske organer blir ødelagt, f.eks. av frost.

7. Spiring og frøplante hos vekster med to frøblad.

a. Spiring og frøplante hos hagebønne.

Hagebønne har epigeisk spiring. Denne spiremåten finner en som nevnt også hos en rekke andre viktige kulturvekster med to frøblad. Når bønnefrøet blir lagt til spiring ved høvelig temperatur, vann- og oksygentilgang, begynner de forskjellige delene av akselen å vokse (figur 18). Først kommer rota til syne, idet den bryter gjennom frøskallet, og den forlenger seg nedover i vekstmediet. Rothåra, som er små utvidinger av epidermiscellene, dannes bak rothetta (bak den delen av rota som vokser). De absorberer vann og næring og øker rotas absorberende overflate meget sterkt. De gir også planten den første forankring i jorda.

Samtidig med at rota vokser nedover, begynner den hypokotyle stengel å forlenges oppover. Da de to store frøbladene og den epikotyle stengel ligger ovenfor den hypokotyle stengel, vil de bli løftet oppover når denne vokser. For å hindre at frøbladene blir revet av, er den hypokotyle stengel bøyet, like under det nodiet der frøbladene er festet. Dette gir frøbladene og den epikotyle stengel med vekstpunktet en gunstig stilling når de trenger fram gjennom jorda. Veksten hos den hypokotyle stengel foregår under oppspiringen like nedenfor nodiet til frøbladene og i selve buen.

Det kreves betydelig kraft for å trenge gjennom jorda ved spiring, og det er derfor nødvendig at den spirende planten er godt forankret med primærrot, siderøtter og rothår. Uten denne forankring ville rota bli presset ned, og spiringen ville blitt forsinket.

Når buen på den hypokotyle stengel har trent fram til jordflaten, blir den utsatt for lys. Lengdeveksten avtar da fort og stanser helt. Undersida av buen, som får mindre lys enn oversida, fortsetter å vokse, slik at buen rettes ut. Samtidig trekkes frøbladene opp, og frøskallet henger da vanligvis igjen i jorda.

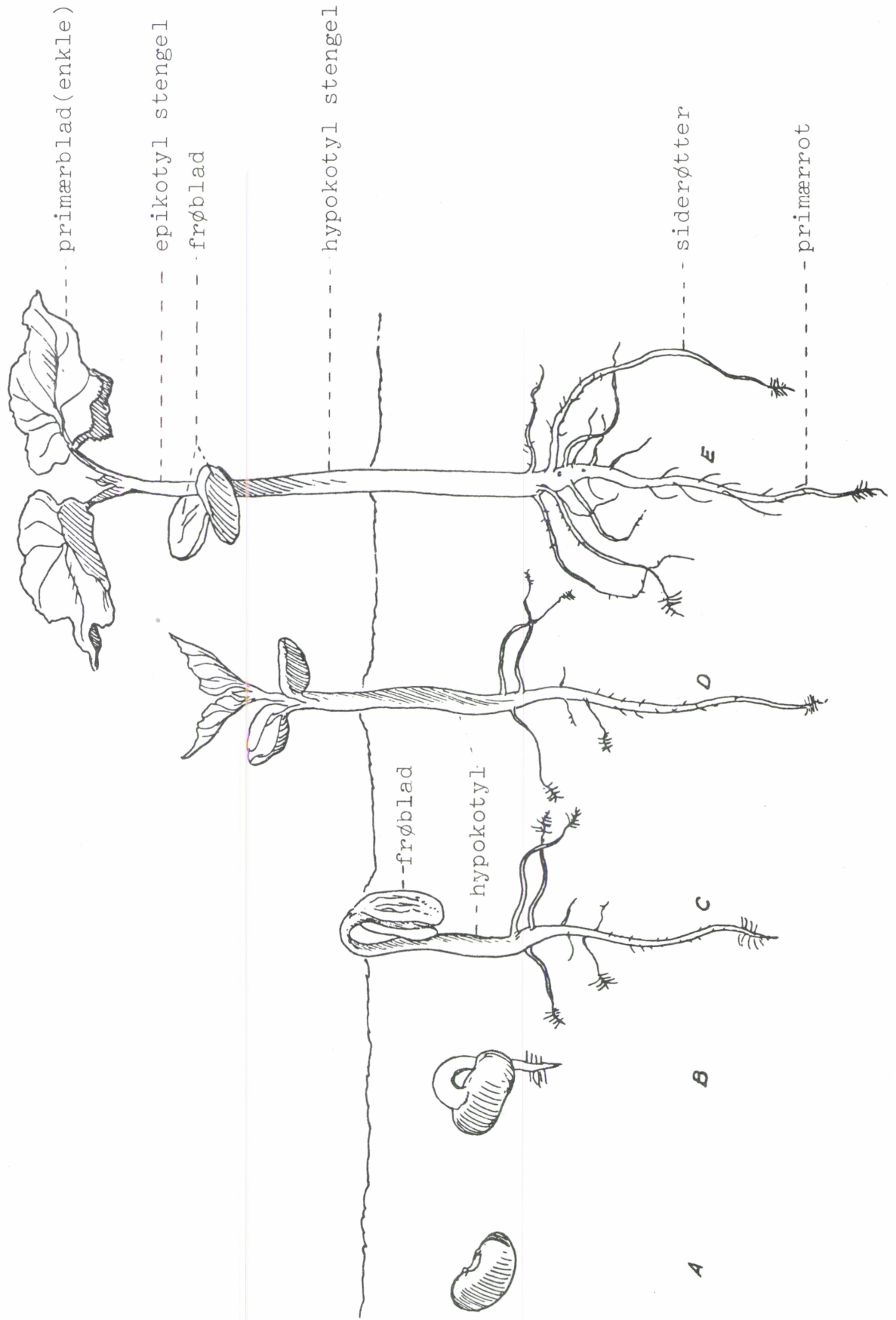
Frøbladene inneholder som nevnt næringsreserven for den spirende planten, og de er dessuten fotosyntetisk aktive når de kommer opp i lyset og blir grønne. Av begge disse grunner er det

o.l. Hos hagebønne vokser ikke frøbladene noe særlig etter at planten har spirt, og de faller nokså tidlig av. Hos andre arter kan frøbladene vokse betydelig og bli sittende lenge på planten, f.eks. hos graskar.

I motsetning til røttene, som vokser ved celledeling og ved økning i cellestørrelse nær rotspissen, vokser stengelen i lengde ved vekst i internodiene. Vekstsonen er på et tidlig stadium i hele internodiet, men lokaliseres seinere ved basis av dette, der det er en innskutt vekstsone (interkalært meristem). Hvilke og hvor mange internodier som strekker seg, avhenger av genotype og miljø.

Mens strekkingen av 1. internodium foregår, vokser de to første varige blad, som kan ses allerede i embryo, i størrelse og folder seg ut. De er enkle i motsetning til de trekobla bladene som seinere vokser ut oppover stengelen. Tilsvarende finner en også hos kløver, mens de hos ert og vikke er skjellaktige. Samtidig utvikles knopper i bladhjørnene, og slike finnes også i hjørnene til frøbladene. Disse akselknoppene bryter ikke fram uten at planten blir skadet. I så fall danner de sidegreiner.

Figur 18. Spiring og frøplante hos hagebønne (*Phaseolus vulgaris*)
(Graber & Ahlgren 1942)



b. Spiring og frøplante hos ert.

Ert har hypogeisk spiring, på samme måte som åkerbønne og vikke. Figur 19 viser spirende frø og frøplante av hageert, og det går fram at frøbladene blir liggende i jorda på såstedet under spiringen og seinere.

Også hos ert er det primærrota som først begynner å vokse og bryte gjennom frøskallet. Men hos ert vokser ikke stengelen under frøbladene (hypokotylen), og frøbladene løftes derfor ikke opp. Derimot begynner stengelen over frøbladene (epikotylen) å vokse i 1., 2. og 3. internodium, slik at endeknoppen kommer opp over jorda. Den øverste delen av stengelen er bøyet i en krok, slik at endeknoppen blir trukket gjennom jorda i stedet for å bli skjøvet. Derved blir den vernet og mindre utsatt for skade. Stengelkroken rettes ut når den kommer opp i lyset, på samme måte som det skjer med den hypokotyle stengel når internodiene overfor er kommet opp i lyset.

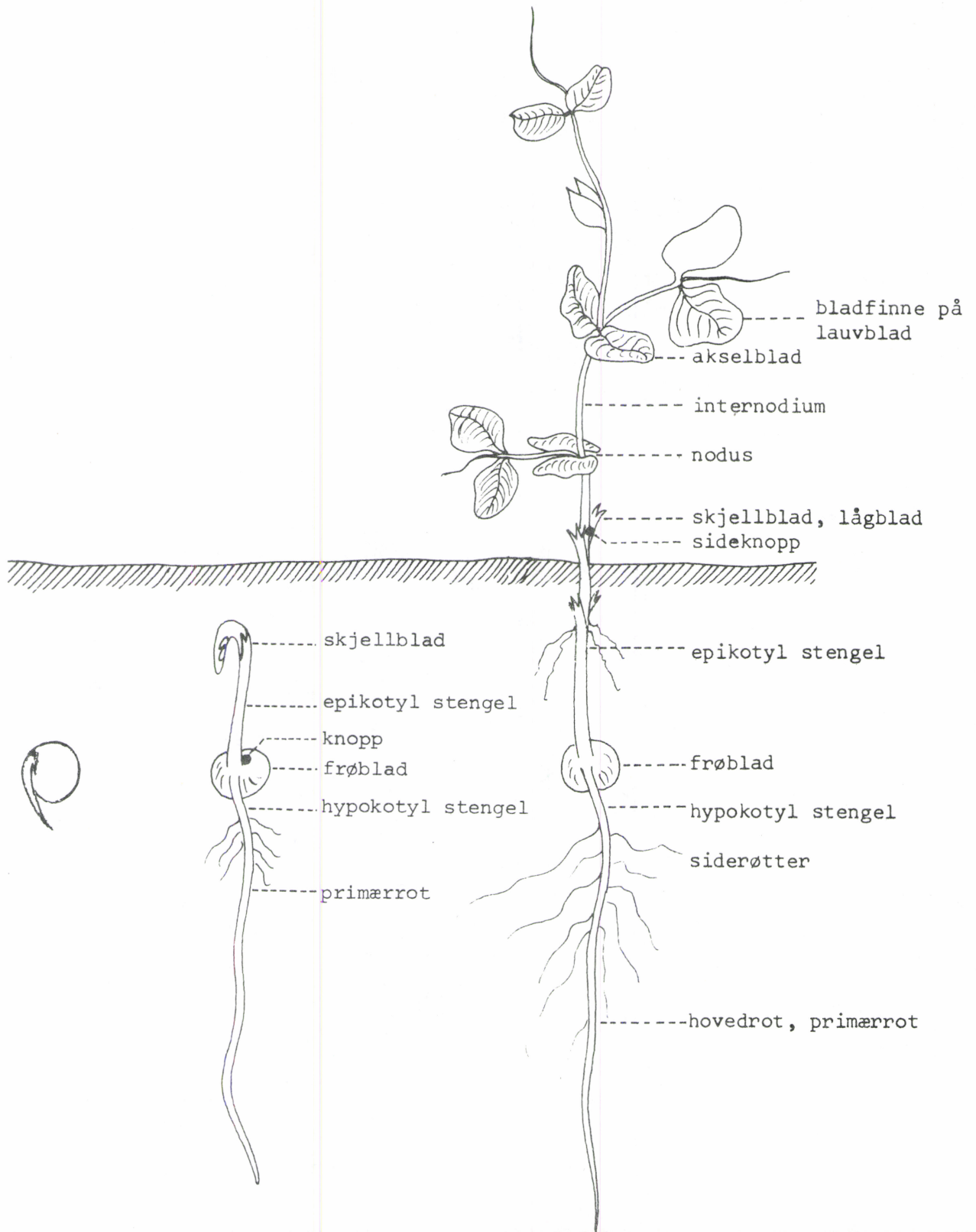
Etter spiring fortsetter endeknoppen å danne nye blad, leddknuter og internodier som utvikles og vokser i lengde i successiv rekkefølge, og det er disse som kommer til å utgjøre den overjordiske delen av primærstengelen. Bladet hos ert har store øreblad, og en lang bladstilk med ett eller flere par småblad. Bladstilken er forlenget i et klatreorgan.

Hos hagebønne og andre arter med epigeisk spiring er hele den epikotyle stengel over jordflaten. Hos ert og andre arter med hypogeisk spiring er derimot endel av den epikotyle stengel nede i jorda. Dette går bl.a. fram av at de første 3-4 blad er underjordiske og ufullstendige skjellblad. Disse skjellbladene har knopper i bladhjørnene. Knoppene dannes tidlig i frøplantestadiet, og en finner seinere slike knopper også ved basis av de øvre overjordiske internodier, der de vokser ut til vegetative og generative greiner.

Hjørneknoppene under jorda kan gi opphav til nye stengler hvis den overjordiske delen av planten blir ødelagt av frost, insekter, eller fjernes på annen måte. Hos arter med epigeisk spiring, der hele den epikotyle stengel er over jordflaten, er slik regenerasjonsevne derfor atskillig mindre.

Hos erter skjer det en viss busking fra knopper nede ved jordflaten når det sås om høsten. Det samme gjelder for åkerbønne. Slik vinterdyrkig forekommer bl.a. i England.

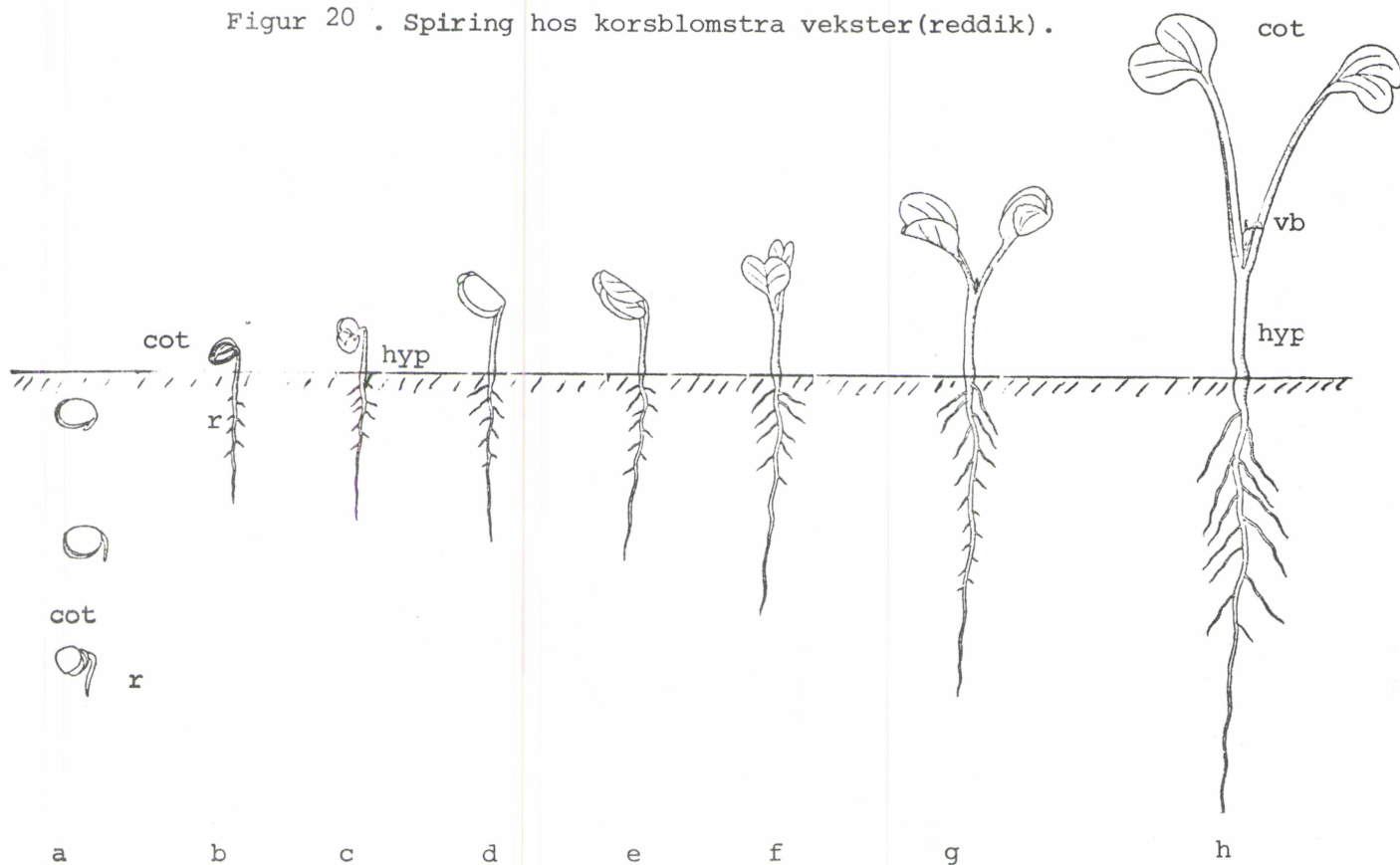
Figur 19 . Spiring og frøplante hos hageert (Pisum sativum).
(Graber & Ahlgren 1942)



c. Spiring og frøplante hos andre vekster med to frøblad.

I figur 20, 21, 22 og 23 er vist eksempler på spiring og frøplante hos korsblomstfamilien (reddik), meldefamilien (bete), graskarfamilien (graskar) og søtvierfamilien (tomat). Alle disse har epigeisk spiring, dvs. at frøbladene kommer opp av jorda og blir fotosyntetisk aktive. Særlig hos graskar, men også hos korsblomstra vekster vokser frøbladene betydelig i størrelse etter at de er kommet opp.

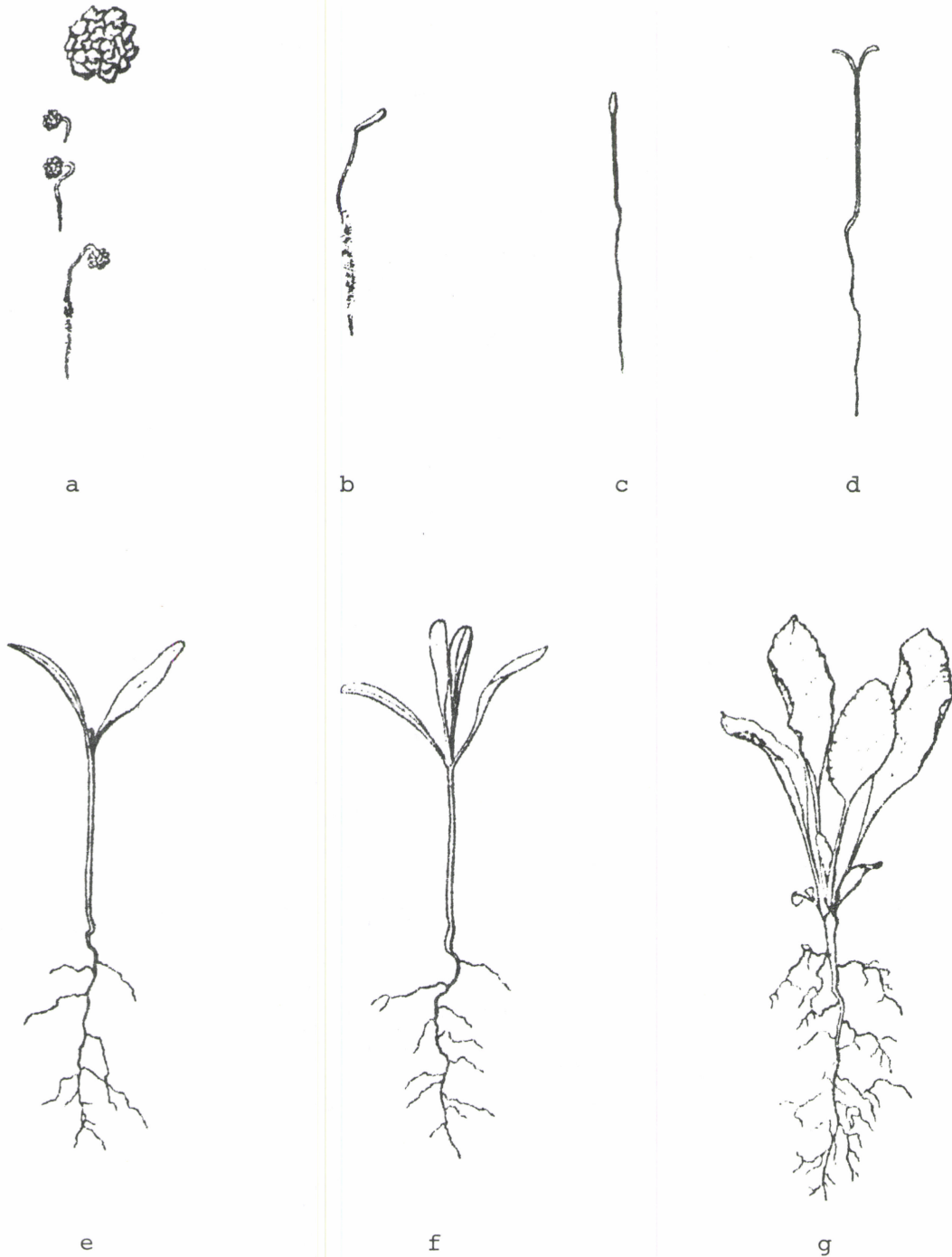
Figur 20 . Spiring hos korsblomstra vekster(reddik).



Frø av korsblomstra vekster har hurtig spiring. Frørota trenger gjennom frøskallet nær mikropylen, og den hypokotyle stengel forlenges og fører frøbladene opp over jordflaten. De blir grønne og er fotosyntetisk aktive. Også frøskallet følger oftest opp. Mens den hypokotyle stengel trenger fram gjennom jorda, er den bøyet nedenfor frøbladnodiet. På denne måten vernes frøbladene og endeknoppen som disse omslutter. Straks etter at den hypokotyle stengel med frøbladene er kommet opp, retter den seg ut, og frøbladene folder seg ut. De to frøbladene har ofte forskjellig størrelse som følge av den måten de ligger på i frøet.

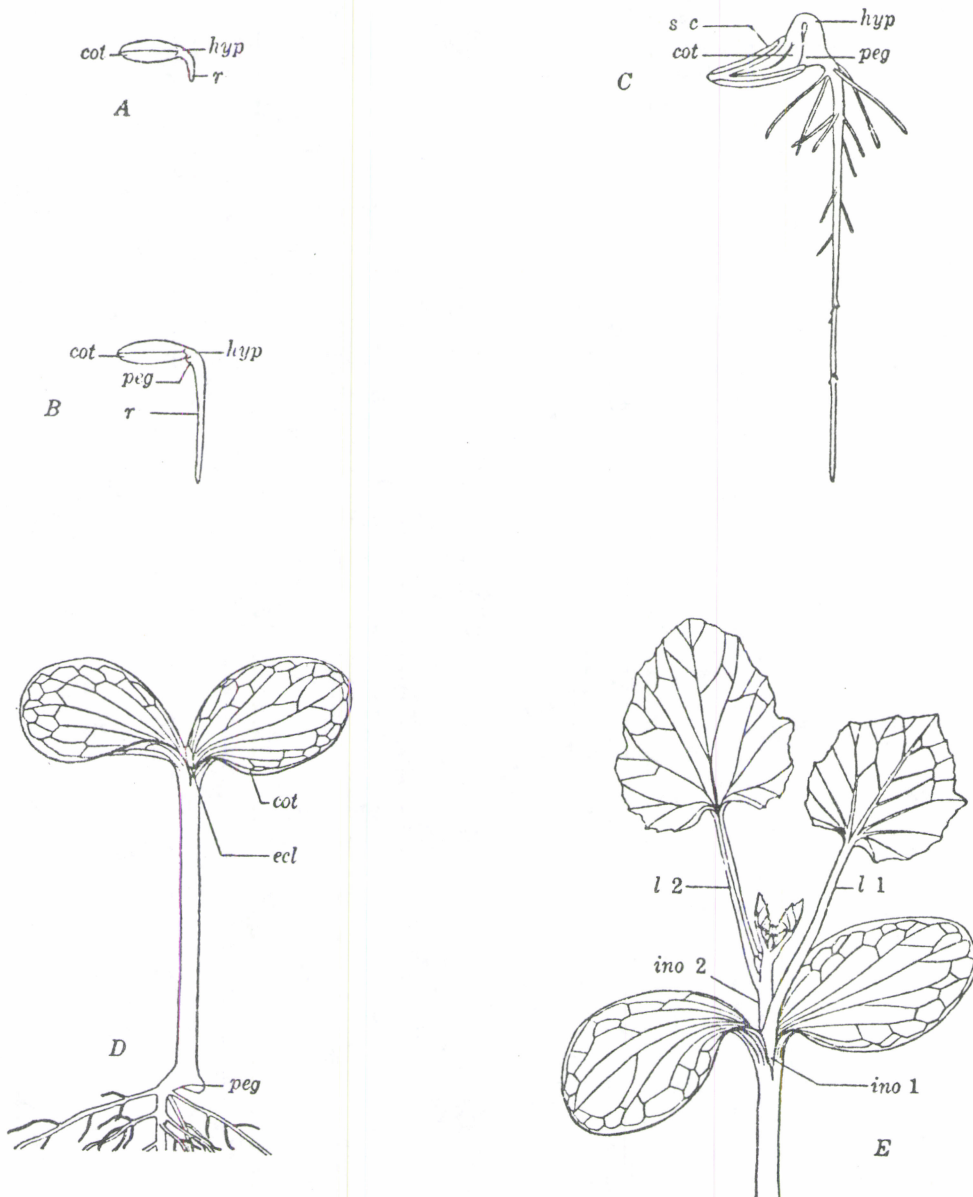
a: tre stadier før frøplanten er kommet opp. b-h: stadier etter at stengel og frøblad er kommet opp. r=rot, cot =frøblad, hyp=hypokotyl stengel. Den epikotyle stengel er meget kort, men stengelenden kan skimtes mellom frøbladene i fig. g, I figur h er det første varige blad synlig(vb) (modifisert etter Hayward 1938).

Figur 21 . Spiring hos betet



Figur a til g viser forskjellige stadier fra spiringen begynner til planten har fått fem varige blad. Øverst i figur a: "betefrøet" er en samling av som regel to til seks frukter (unntatt for monogermesorter). I samme figur spirer frøet i én frukt, med utvikling av frørot, og ved at frøbladene kommer over bakken sammen med frøskall og resten av frukten. I figur e ser en endeknopp og den meget korte epikotyl mellom frøbladene, og i figur g er frøbladene fremdeles til stede på planten (Hayward 1938).

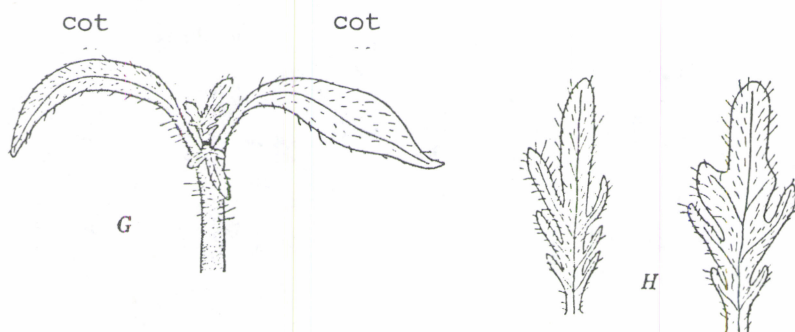
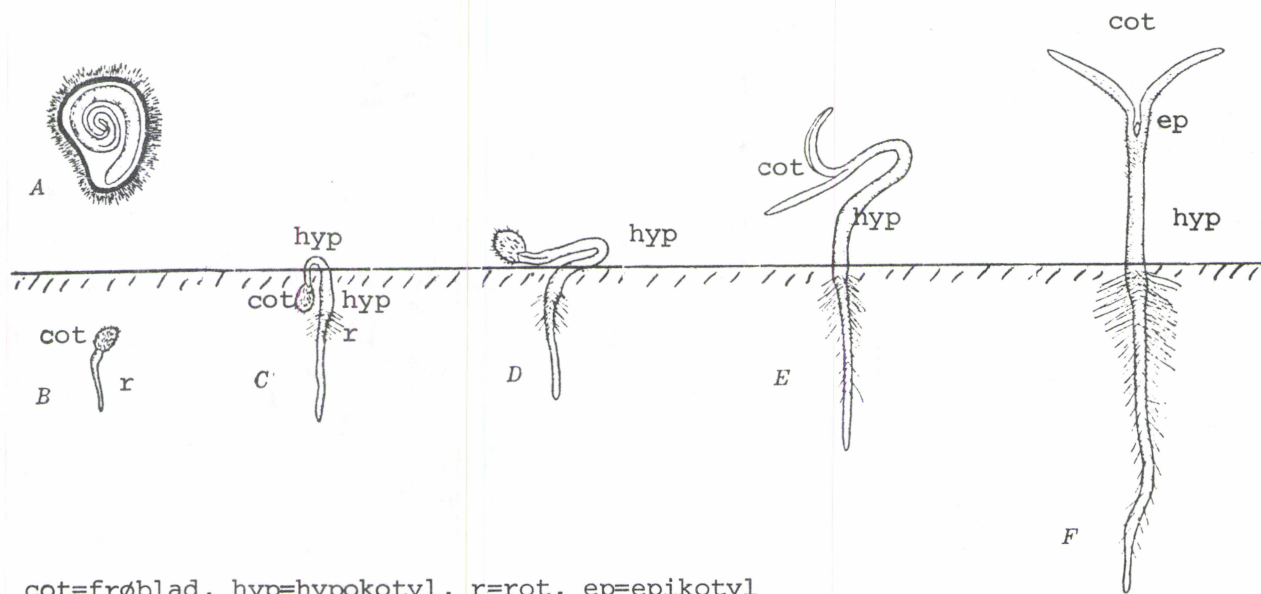
Figur 22. Spiring hos graskarfrø.



cot=frøblad, hyp=hypokotyl, r =frørot, peg= utvekst på undersida av hypokotyl, sc=frøskall, ecl=epikotyl, ino 1 og 2= 1. og 2. internodium, l 1 og l 2=1. og 2. varige blad.

Frørota vokser ut mellom de to halvdelene av frøskallet. Når den er ca. 3 mm lang, vokser det fram en utvekst på undersida av hypokotylen i vinkelen mellom denne og frørota. Når den hypokotyle stengel begynner å vokse, vil den unnerste halvdel av frøskallet holdes tilbake av utveksten, mens den øverste halvdel trekkes med oppover(fig. C). Derved blir frøbladene frie. Ofte glipper den nedre halvdelens løst fra utveksten, og frøskallet følger da med frøbladene opp. Veksten hos frøbladene etter at de er kommet opp, presser da skallet av. Frøbladene hos graskar blir meget store og fotosyntetisk aktive i lyset (Hayward 1938).

Figur 23 . Spiring hos tomatfrø.



A: plassering av embryo i frøet. B-F: stadier i spiringen. G: varige blad vokser fram på den epikotyle stengel mellom frøbladene. H: varige blad.

Som vanlig er det frørota som først trenger gjennom frøskallet, får rothår, og fester frøplanten i jorda. Når den hypokotyle stengel begynner å vokse, danner den en bue, slik at bladene med frøskall blir trukket gjennom jorda. Det er buen på hypokotylen som først kommer opp over jordflaten. Lyset gjør at den retter seg ut, og derved trekkes frøbladene med frøskall opp, men frøskallet trekkes av under denne prosessen. Frøbladene blir grønne og assimilerer (mod. e. Hayward 1938)

8. Spiring og frøplante hos vekster med ett frøblad.

a. Mais (havre, forgras, ris, sorghum).

En bruker her samme terminologi som tidligere, dvs. at skjoldbladet (scutellum) er frøbladet. Når maiskornet spirer, forlenges primærrota slik at den trenger gjennom rotslira (coleorhiza) og ned i jorda. Samtidig begynner internodiet mellom leddknuten (nodiet) til frøbladet (skjoldbladet) og leddknuten til slirebladet (koleoptilen) å forlenges, og dette driver da slirebladet med innesluttet endeknopp gjennom perikarp og opp mot jordflaten. Også slirebladet vokser under denne prosessen, vesentlig ved økning i cellestørrelse. Når spissen av slirebladet kommer opp i lyset, stanser veksten både hos dette bladet og hos 1. internodium som ved sin forlengelse har bragt det opp. Det stengelstykket som 1. internodium utgjør når det forlenges, kalles ofte for den mesokotyle stengel (fig. 24).

I mellomtida har primærrota fortsatt veksten, og det er kommet fram 2-4 adventive frørotter fra basis av 1. internodium (fra skjoldbladets leddknote). Primærrota sammen med disse adventive frørottene danner frørotsystemet. Det har ikke vært noen vekst i den hypokotyle stengel, og frøbladet (skjoldbladet) samt restene av endosperm og skall er derfor blitt liggende i jorda der frøet ble sådd.

Straks etter at slirebladet har nådd overflaten, kommer bladplata til det 3. bladet (1. varige blad) fram av slirebladet, og siden suksessivt det 4. av slira til det 3. bladet, osv.

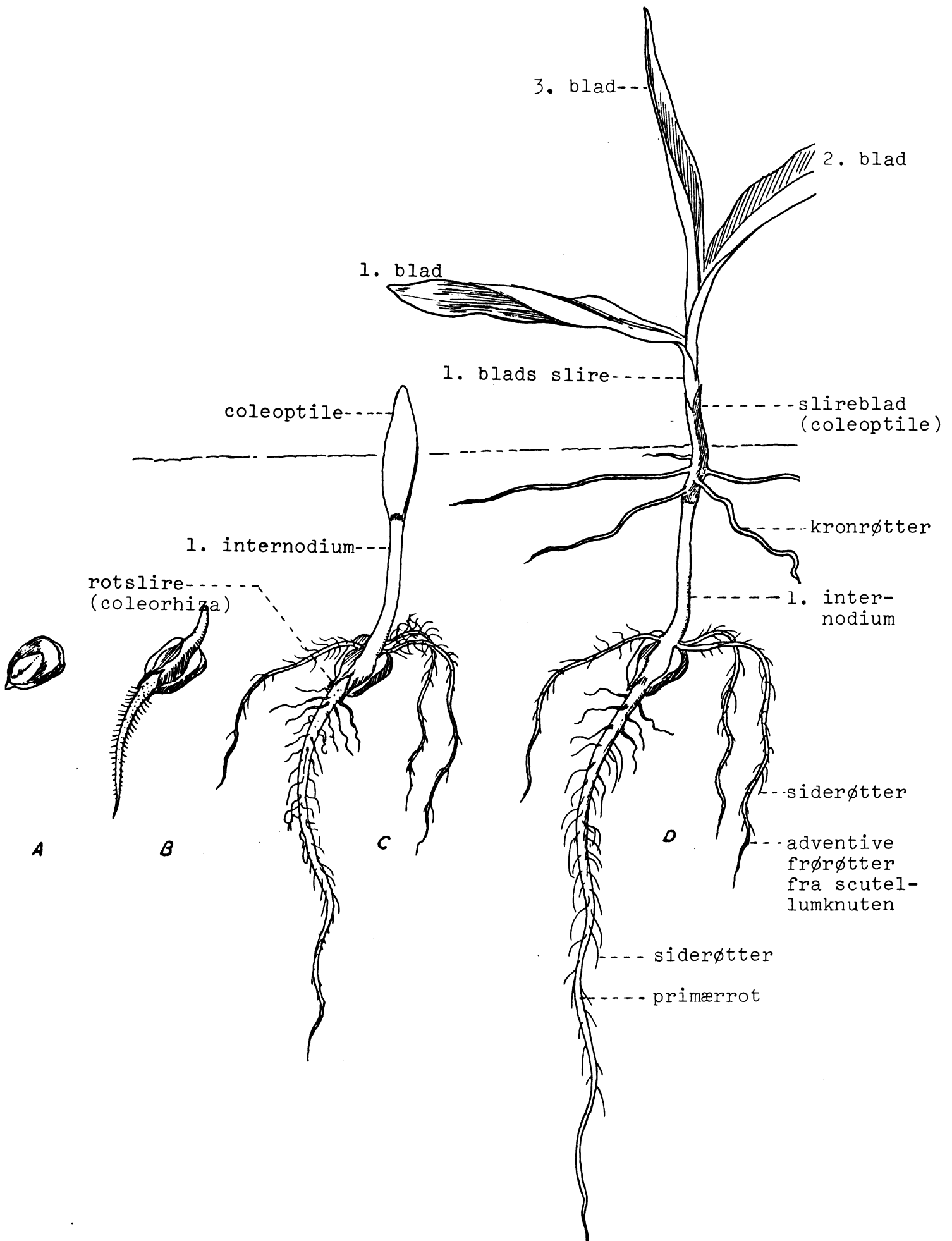
Frøbladet (skjoldbladet) er stengelens 1. blad. Det verner som nevnt om embryo-aksen og tjener som haustorium ved spiringen. Slirebladet er stengelens 2. blad. Det er sterkt, konusformet og spisst, og består bare av slire. Det er velegnet til å trenge gjennom jorda, og beskytter endeknoppen med bladanlegg, leddknuter, internodier og vekstpunkt når det trenger fram.

Lengdeveksten hos 1. internodium stanser når spissen av slirebadet utsettes for tilstrekkelig sterkt lys. Denne reguleringsmekanismen er viktig i praksis, fordi den gir et stort spillerom for sådybden. Endeknoppen blir liggende ved basis av slirebladet noen få cm under jordflaten enten en sår djupt eller grunt. Andre, tredje og fjerde internodium hos mais blir ikke nevneverdig forlenget, og inntil plantene er blitt 15-20 cm høge, ligger endeknoppen i jorda vernet av bladslirer. Om bladene blir beitet eller skadet av frost, insekter etc., kan vekstpunktet derfor fremdeles danne nye blad.

Vanligvis ligger slirebladets leddknote ca. 3 cm under jordflaten. Rett ovenfor dette nodiet vokser det fram en krans av adventive røtter, fra basis av 2. internodium. De vokser gjennom nederste del av slirebladet, og er begynnelsen til det omfattende sekundære rotsystem (kronrøttene), som en finner hos planter med ett frøblad. Tredje, fjerde og femte internodium forlenges bare lite, de blir også liggende under jordflaten, og også fra basis av disse vil det komme suksessive kranser av adventive røtter som vokser fram fra stengelvevet.

Hos mais har det første internodiet som strekker seg, visse trekk felles med røtter, f.eks. knudret overflate.

Figur 24. Spiring og frøplante hos mais
(Graber & Ahlgren 1942)



b. Kveite, bygg og rug.

Disse artene har en spiremåte som er forskjellig fra den en finner hos havre, mais, ris, sorghum, timotei, rapp og mange andre gras. Hos kveite, bygg og rug vokser ikke 1. internodium i lengde, men derimot slirebladet og 2. internodium (inne i slirebladet). Slirebladet, som kan bli 6 cm langt og mer, avhengig av sådybden og belysningen, baner vegen for 2. internodium med endeknoppen, og det stanser i lengdevekst straks spissen når opp i lyset (fig. 25 og 26).

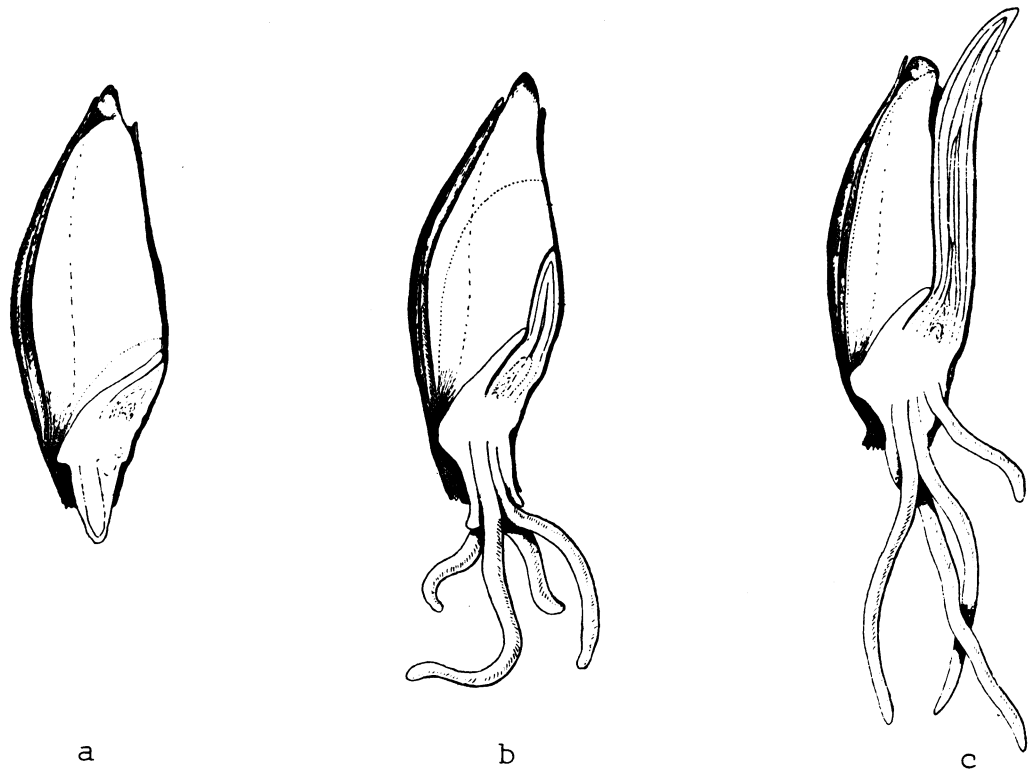
Frørøttene består også hos disse grasartene av primærrota og adventive røtter fra basis av 1. internodium (som ikke strekker seg). Kranser av sekundære adventive røtter (kronrøtter) vokser fram fra basis av 2., 3. og 4. internodium, som ligger under, men nær jordflaten, på samme måte som hos mais.

Det utvikles akselknopper i bladhjørnene ved basis av 2. og følgende internodier, og fra disse knoppene vokser det fram sideskudd. En akselknopp kan også utvikles i hørnet til frøbladet hos kveite og enkelte andre grasarter.

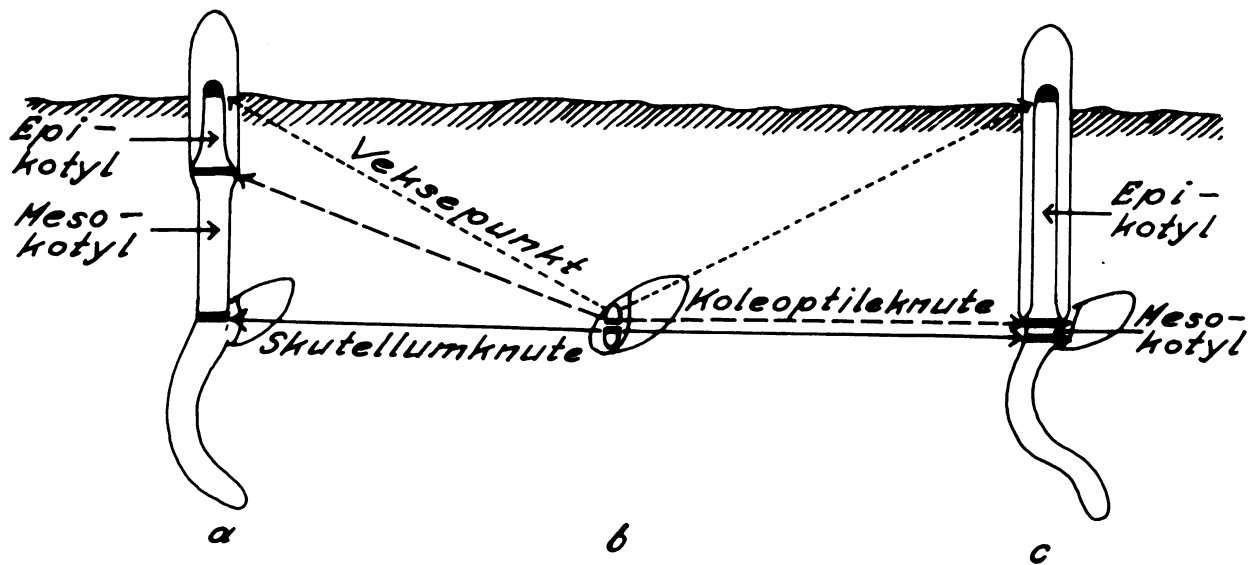
Hvis det er sådd så djupt at slirebladet, som er festet nede ved frøet, ikke greier å nå jordoverflaten, forlenges 2. internodium og det 3. bladet (1. varige blad) begge innenfor slirebladet. Vanlige blad har ikke særlig evne til å trenge gjennom jorda, og hvis det tredje bladet ikke greier å komme opp, prøver det 4. bladet (innenfor det 3.) å fullføre spiringen. Disse mjuke bladene bøyes i slike tilfelle i en bue i spissen, og dette hjelper dem å komme opp.

Evnen til å danne sideskudd er viktig for å få en tilfredsstillende plantebestand uten for stor såmengde hos kornartene, og for å få gjenvekst etter beiting og annen høsting, samt flerårigheit hos gras.

Spireforløpet hos planter med ett frøblad blir således: 1. frørot, 2. slireblad, 3. adventive røtter samtidig med at 1. varige blad kommer opp gjennom slirebladet.



Figur 25. Spiring hos bygg, lengdeskurd. a) strekking i rotslire og primær grorot. b) slireblad og blademe har byrja å strekkja seg. c) slirebladet bryt fram or inneragna (Skjelvåg 1974).

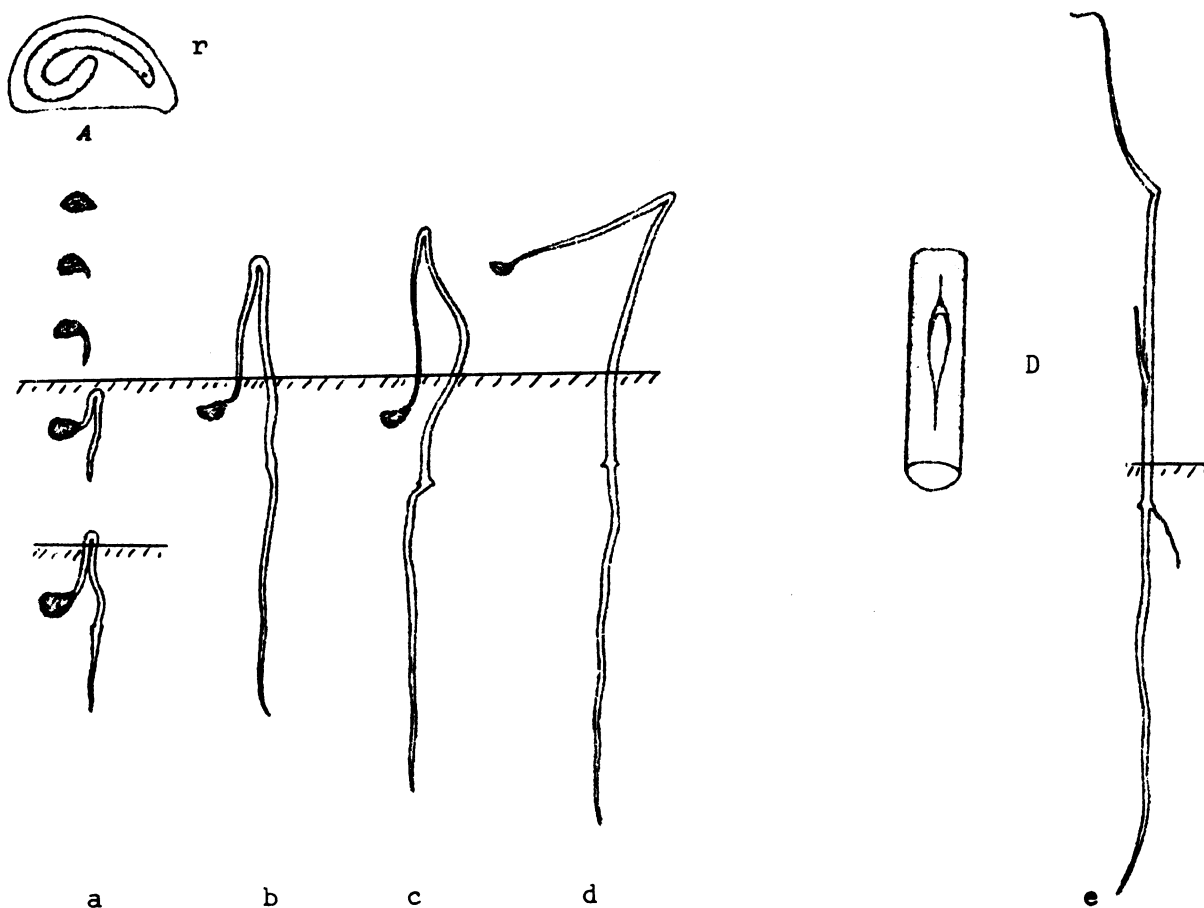


Figur 26. Skjematisk framstilling av strekkingsvekst ved spiring i mørke. a) timotei, havre, mais. b) uspirt frø. c) bygg, kveite, rug (Skjelvåg 1974)

c. Spiring og frøplante hos kepaløk.

Løk har en karakteristisk spiring og frøplante. Spissen av frøbladet tjener som haustorium, og det blir derfor sittende fast i frøet etter at det meste av frøbladet ellers er kommet over jorda. Dette skjer ved vekst i nedre del av frøbladet og hypokotyl (som fører frørot og frøblad med endeknopp ut av frøet), samt i en vekstsone i den øvre delen. Frøbladet kommer derfor opp av jorda som buen på en hårnål. Når buen er kommet over jordflaten, fortsetter veksten bare i den nedre delen av frøbladet, og den spenningen som da oppstår, fører til at spissen trekkes ut av frøet og opp av jorda.

Fig. 26b. Spiring og frøplante hos kepaløk.



A: plassering av embryo i frøet. r=rotanlegg.

a-e: forskjellige stadier fra spiringen begynner til første varige blad er kommet ut gjennom åpningen i frøbladet(Hayward 1938).

b:kroken av frøbladet er kommet opp i lyset, og veksten foregår etter dette i den høyre delen.

c,d:Veksten i den høyre delen av frøbladet fører til spenning og spissen trekkes opp av jorda(d=flaggstadiet).

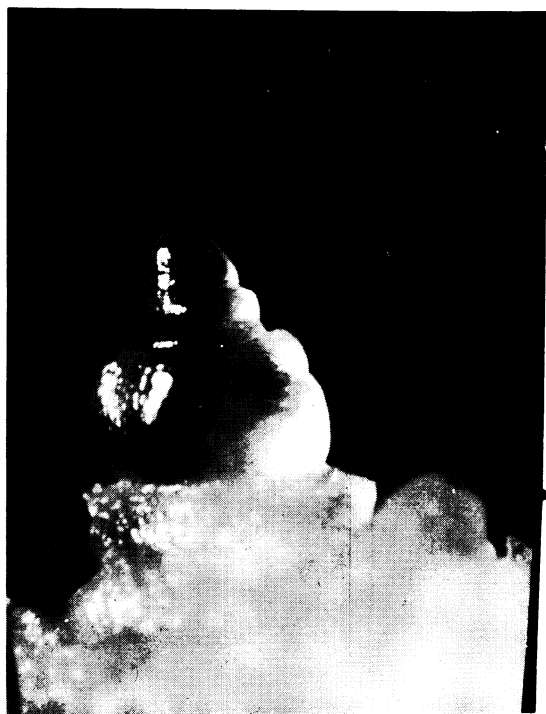
e : det første varige bladet kommer fram gjennom åpningen i frøbladet ved D

9. Blomstringsfasen

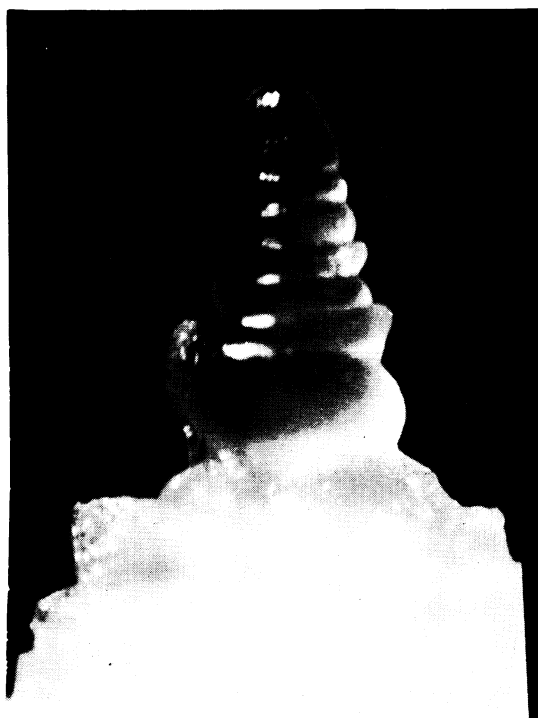
a. Induksjon av blomstring.

Hos ettårige vekster uten vernaliseringskrav blomstrer plantene når dagen har tilstrekkelig lengde. Overvintrende vekster har for det meste behov for vernalisering ved låg temperatur eller kort dag om høsten for å få induisert blomstringen. Denne primærinduksjonen kan føre til et synlig resultat allerede samme høst, idet stengelenden (vekstpunktet) omformes til en mer eller mindre differensiert blomsterstand. Dette har en f.eks. hos nord-norsk engrapp som vist av Rognli og Staver (1979) og Innbjør (1979). Fra disse hovedoppgavene tar en med fig. 27 A-L som viser mikrofotografier av stengelspissen fra det vegetative bladdannende stadium fram til differensiert blomsterstand. I fig. 28-32 er de forskjellige stadiene tegnet, og det er gitt forklaringer til detaljer.

Hos sør-norske typer av disse artene, og hos en rekke andre arter skjer det ingen synlige endringer hos stengelenden om høsten, men om våren finner en tilsvarende utvikling sted. For at den videre vekst hos plantene skal foregå normalt, med stengelstrekning og blomsterutvikling, er det nødvendig med en sekundærinduksjon der daglengde- og temperaturforholdene om våren er avgjørende faktorer. Det er forskjellige reaksjonsformer hos ulike arter og sorter både når det gjelder primær- og sekundærinduksjonen (Håbjørg 1979, Heide 1980).



A (60 x)



B (60 x)

Fig. 27 : Vegetativt vekstpunkt

A - stadium 1

B - stadium 2



C (60 x)



D (60 x)

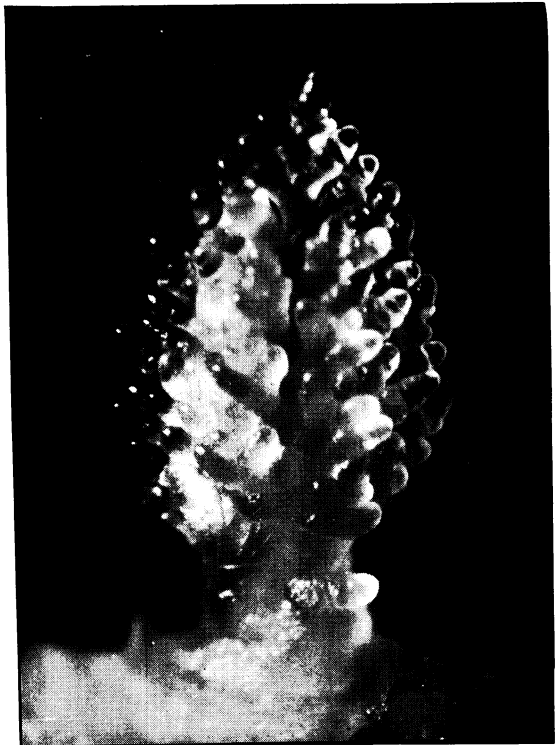
Fig. 27 : Generative vekstpunkt

C - stadium 3 ("Double ridge")

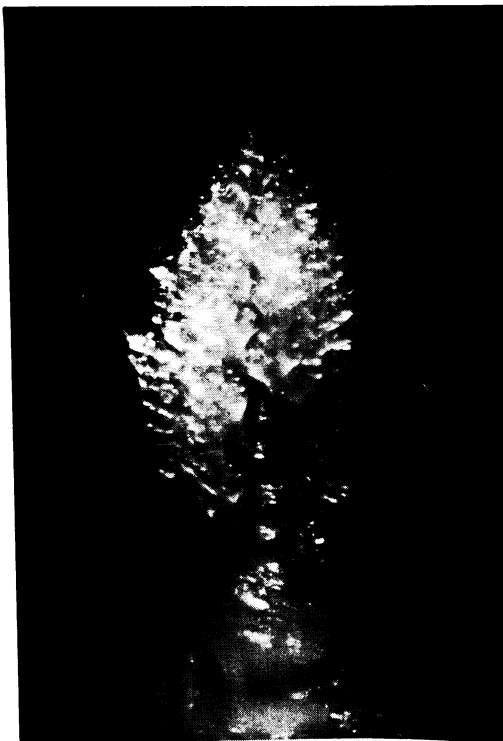
D - stadium 4



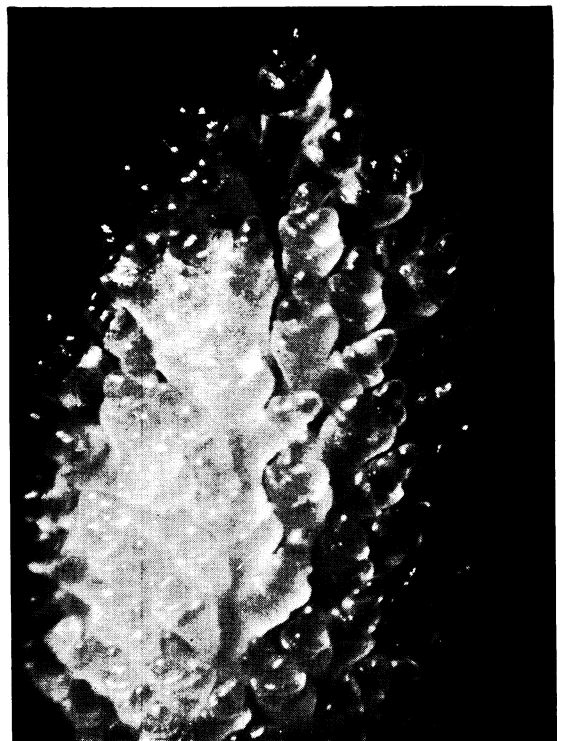
E (60 x)



F (30 x)



G (10 x)



H (30 x)

Fig. 27 : Generative vekstpunkt

E - stadium 5

F - -"- 6

G - -"- 7

H - -"- 8



I



J



K



L

Fig. 27: Generative vekstpunkt

I - stadium 8

J - stadium 8 (Detalj av I)

K - tidlig stadium 9 (Detalj av L)

L - tidlig stadium 9

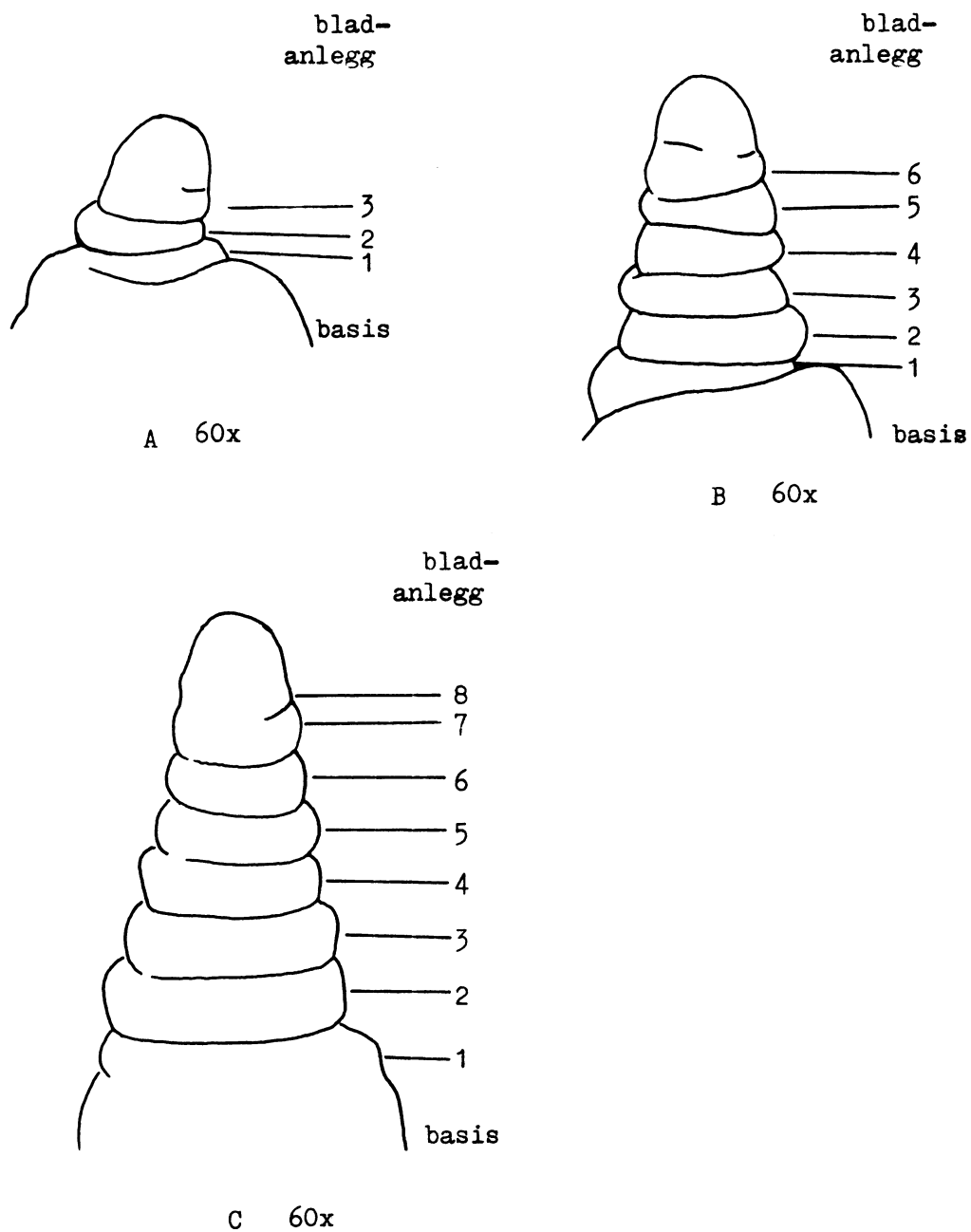


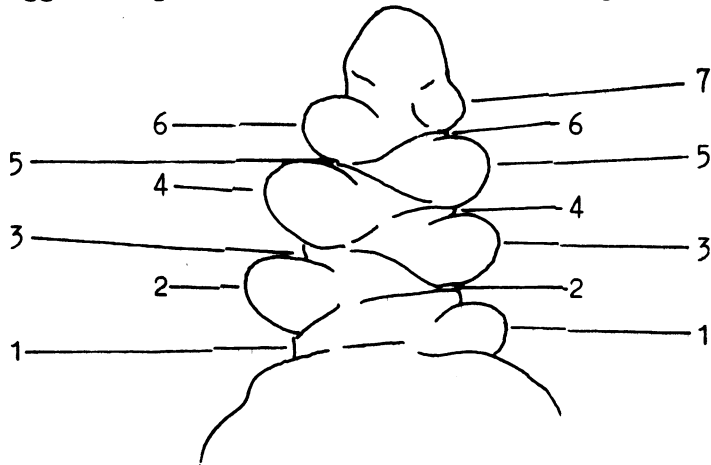
Fig. 28. Engrapp - vegetativ vekstpunkt

Etter Jeater's skala vil vekstpunktene få følgende verdier:

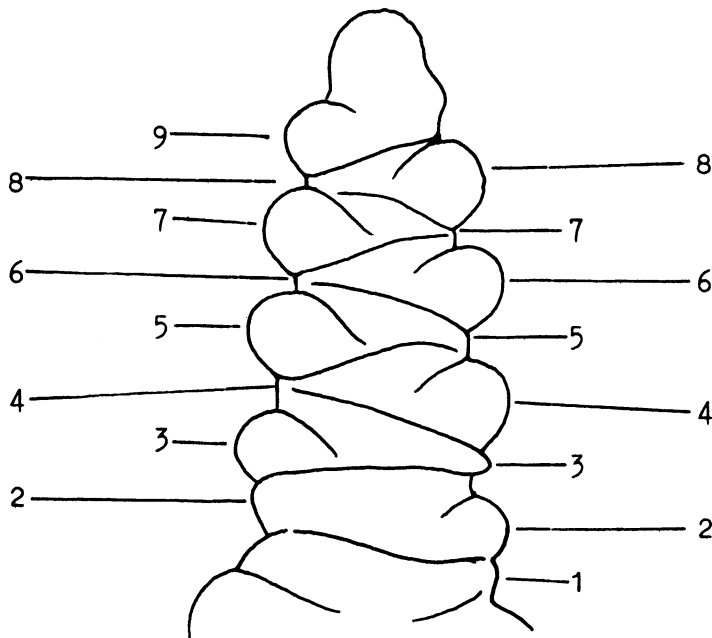
- A - stadium 1 (mindre enn 4 bladanlegg over basis)
- B - " 2 (6 bladanlegg)
- C - " 2 (8 ")

blad- primær
anlegg forgr.

blad- primær
anlegg forgr.



A 60x



B 60x

Fig. 29. Engrapp - differensiering av vekstpunktet, I
Etter Jeater's skala vil begge få verdien 4

A - anlegg til 7 sidegreiner av 1.orden

B - " 9 " " "

sek. forgr. primær forgr. primær forgr. sek. forgr.

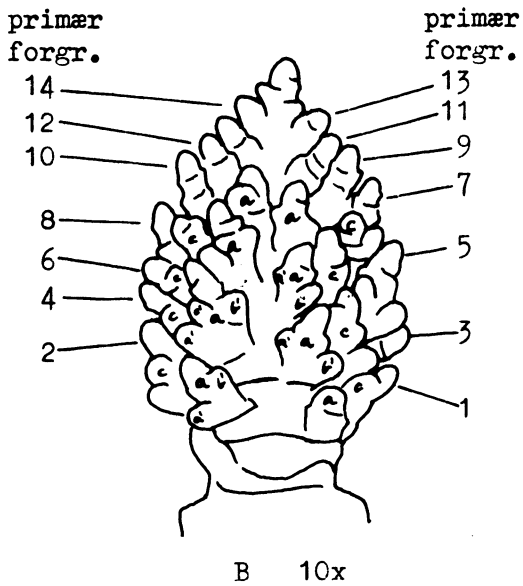
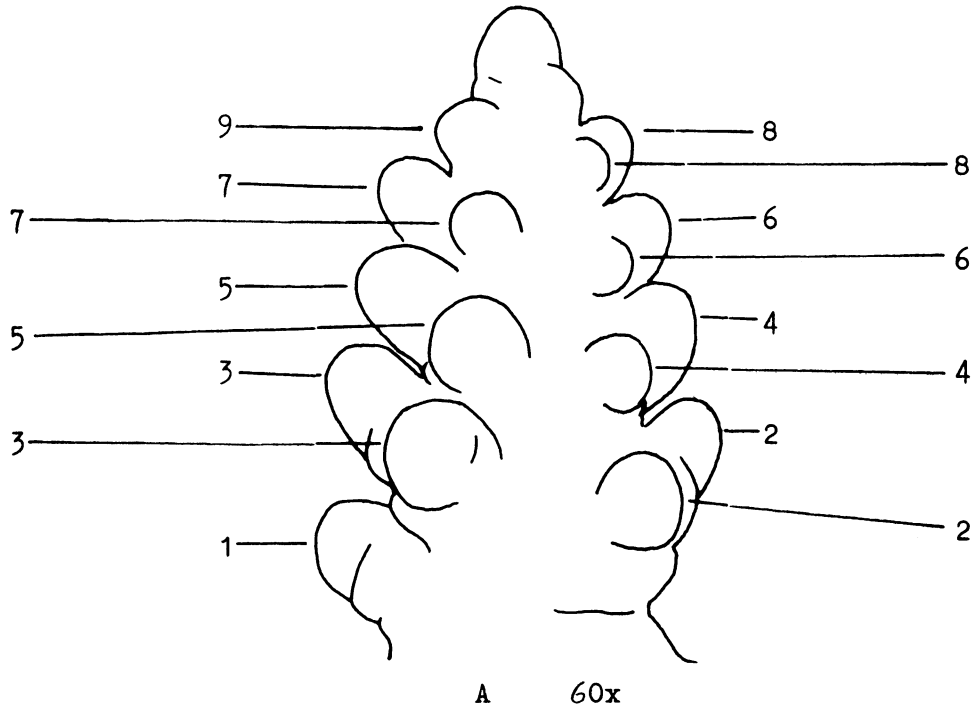


Fig. 30. Engrapp - differensiering av vekstpunktet, II
Tegning A og B viser ulike stadier. Tegning C er detalj av tegning B.

A - stadium 5

B - stadium 6

Forklaring: a,b,c - sekundære forgreininger
a',b',c' - tertiære "
y - ytteragn

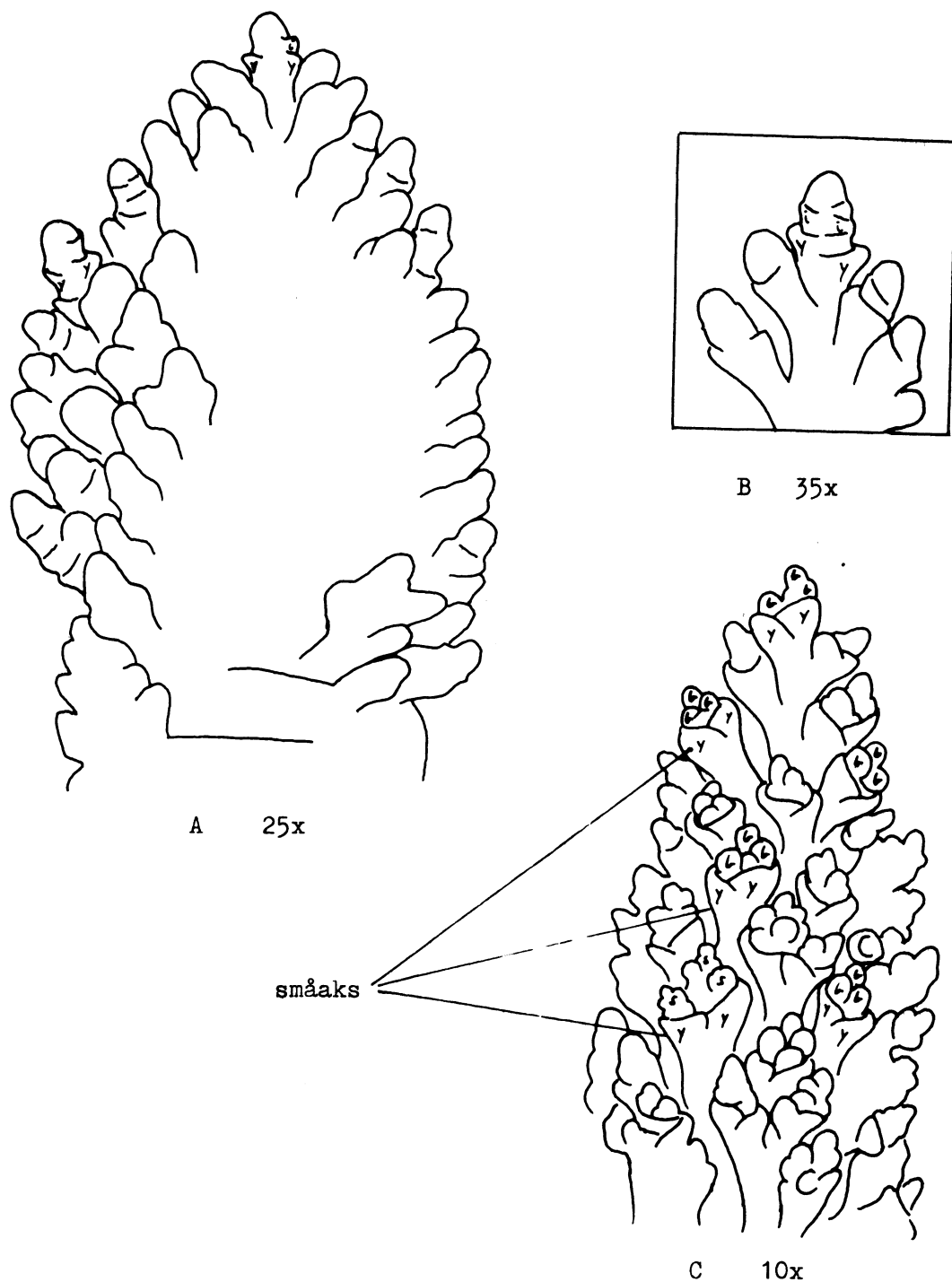


Fig. 31. Engrapp - differensiering av vekstpunktet, III
Tegning A og C viser ulike stadier. B er detalj
av vekstpunkt i stadium 7

A - stadium 7

C - " 8

Forklaring: b - blomsteranlegg

s - differensiert blomsteranlegg, støvb.anl.

y - ytteragn

i - inneragn

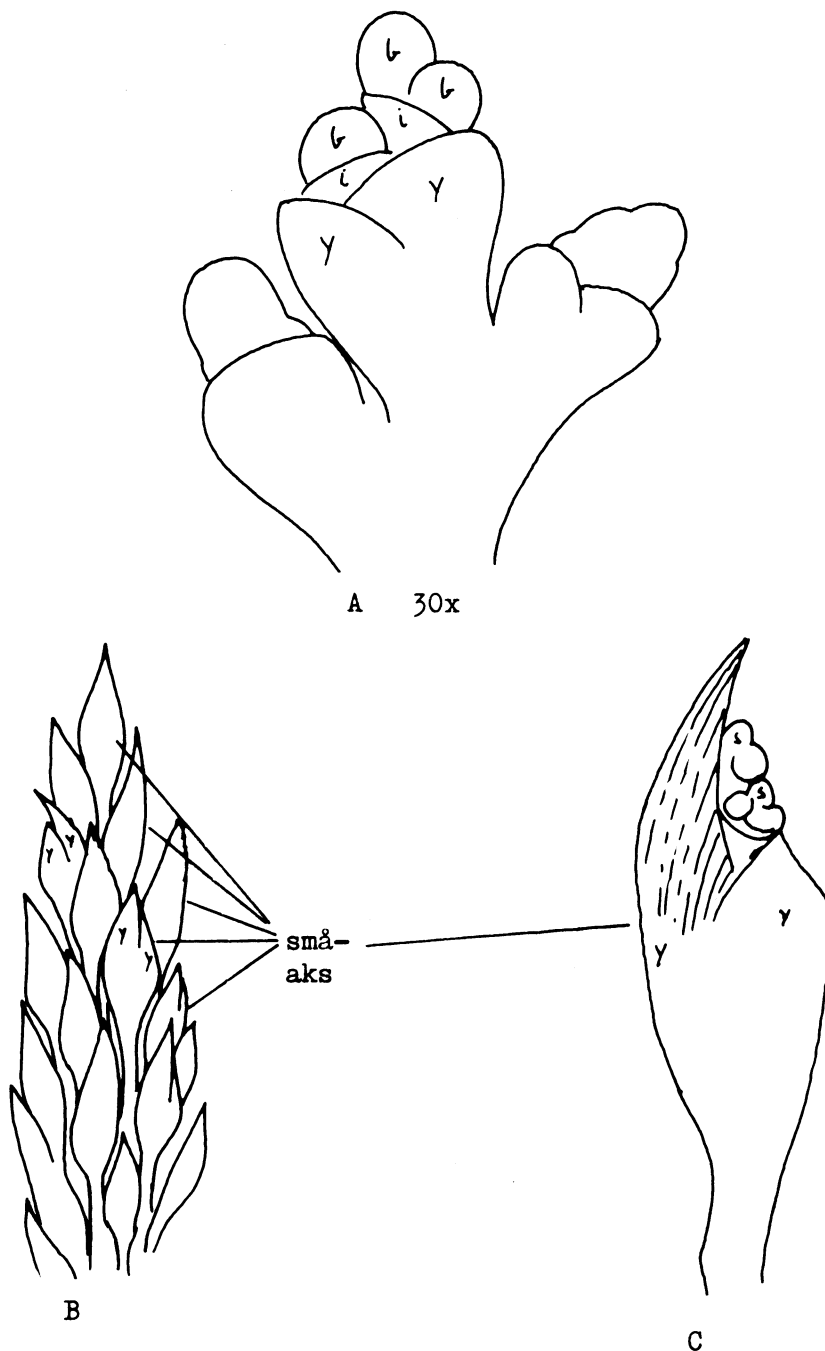


Fig. 32. Engrapp - differensiering av vekstpunktet, IV
Tegning A viser detalj av vekstpunkt i stadium
8. Tegning B er stadium 9 og C er detalj av
vekstpunkt i stadium 9.

Forklaring: b - blomsteranlegg
s - differensiert blomsteranlegg
y - ytteragn
i - inneragn

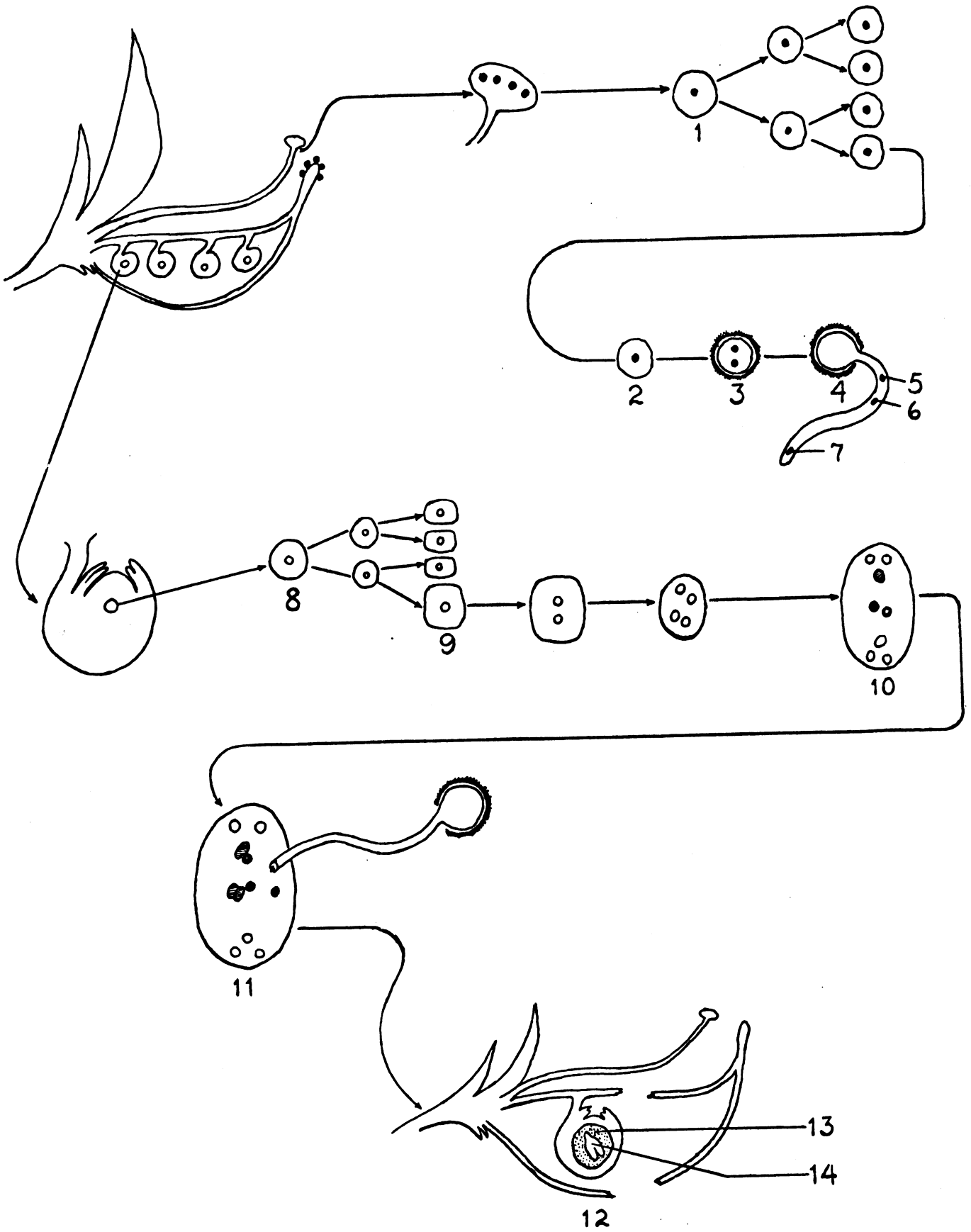
b. Utvikling av pollen og eggcelle, samt befruktning.

Figur 33 viser skjematisk utviklingen av pollenkorn med sædkjerner og vegetativ kjerne (øverst), av kimsekk med eggcelle, hjelpeceller, antipodeceller og sentralkjerne (midt på siden), samt befruktning og utviklet embryo og endosperm (nede på siden). Figuren gjelder en tofrøbladet plante med normal kjønned formering, og i eksemplet har fruktknuten fire frøemner. Hvert av disse må befruktes for seg. Som nevnt vil endospermen absorberes av frøbladene hos belgplanter og korsblomstfamilien, m.fl.

Mikrosporegenesen. I støvknappen er det fire støvsekker som hver inneholder mange protoplasmarike celler (pollenmorceller) med det somatiske kromosomtallet. Hver av disse cellene gjennomgår en reduksjonsdeling i to trinn og gir opphav til en tetrad, dvs. fire pollenkorn (1 i figuren). På et tidlig stadium er pollenkornet en-cellet med en kjerne (2), men denne deler seg snart slik at et modent pollenkorn er to-cellet med to kjerner (3). Den ene cellen er stor og kalles den vegetative eller støvrørcellen, den andre er liten og kalles den generative cellen. Når pollenkornet spirer, går begge cellene over i støvrøret som vokser ned gjennom griffelen (4). De ligger like bak spissen av støvrøret, og støvrørcellen først (7). Underveis deler den generative cellen seg i to sædkjerner (5, 6). Så snart støvrøret har nådd inn til kimsekken gjennom mikropylen, oppløses spissen, og de tre kjernene kommer inn i kimsekken der eggcelle med hjelpeceller, antipodeceller og sentralkjerne finnes (11). De to sædkjernene smelter sammen med henholdsvis eggcelle og sentralkjerne, mens støvrørcellen absorberes.

Makrosporegenesen. I fruktknuten ligger ett eller flere frøemner som er festet til fruktknuten med frøstrengen (se også figur 2). I midten av frøemnet ligger frøemnekjernen (nucellus), og åpningen til denne er gjennom mikropyle (frømunnen). I midten av frøemnekjernen ligger en stor protoplasmarik celle, kimsekkmorcellen (8 i figuren). Denne gjennomgår en reduksjonsdeling i to steg, og gir opphav til fire celler. Av disse går tre til grunne, mens den fjerde blir til kimsekken (9). Kjernen til kimsekken deler seg først i to, så i fire, og til slutt i åtte, fire ved hver pol (10). En kjerne fra hver pol går mot sentrum av kimsekken og smelter sammen til sentralkjernen (10, 11), som derved blir diploid (hos en diploid plante). Av de tre kjernene som da er igjen ved frømunnen, blir en til eggcellen. De to andre kalles hjelpeceller. De tre kjernene ved motsatt pol kalles antipodeceller. Som nevnt foran, befruktes eggcelle og sentralkjerne av de to sædkjernene fra støvrøret (11). Siden sentralkjernen er diploid, vil endospermen (13), som sentralkjernen gir opphav til etter befruktning med den ene sædkjernen, blir triploid (hos en diploid). Hva de forskjellige delene hos fruktemnet ellers gir opphav til, går fram av figur 2.

Det vanligste er at frøemnene ligger med frømunnen vendt nedover (anatropt) som i figur 2. Slike omvendte frøemner gir frø med lang frøstreng, og dette viser seg som en fure i frøskallet. Erteblomstra og korsblomstra vekster har krummet (camylotropt) frøemne, mens bartrær har opprett (atropt) frøemne.



Figur 33. Mikrosporegenesen (oppe), makrosporegenesen (i midten) og befruktningen (nede) (Graber & Ahlgren 1942).

Til ytterligere belysning av disse spørsmål tar en med mikrofotografier av pollenslangens vekst hos timotei og engsvingel i fig. 34 til 40 (Wølner 1971). Med vanlig mikroskopi kan en bare følge pollenslangen et lite stykke etter at den har vokst inn gjennom arret, fig. 34 og 35. De resterende bilder, fig. 36 -40, er tatt i fluorescensmikroskop.

Fig. 34 - 36 viser at 20 minutter etter bestøving hadde pollenet spirt og pollenslangen allerede trengt et stykke inn i griffelen både i timotei og engsvingel. Etter 90 minutter var en pollenslange i timotei kommet nedenfor det punkt på griffelen der de fjærformede arrene begynner, fig. 38. Mellom denne ytterlighet og pollen som ikke hadde spirt, sees pollenslanger i alle lengder, fig. 37. Etter 5 timer var pollenslangen kommet inn i fruktknuten, fig. 40.

En har videre vist mikrofotografier av fruktknuten fra bestøvning til fullt utviklet embryo hos engsvingel i fig. 41 til 55 (Wølner 1971). Nedenfor er gitt en forklaring på hva bildene viser. Etter hvert fig. nr. er angitt antall dager etter bestøvning og forstørrelse.

I forbindelse med figurene er det brukt følgende forkortelser på de forskjellige organer:

ap: antipodecelle	l: bladprimordium
c: koleoptile	m: mikropyle
ch: chalaza region	po: sentralkjerne
co: rotslire	pr: primær rot m. rothette
e: eggcelle	sc: skjoldblad
em: embryo	scb: karstrenger
en: endosperm	sr: frørøtter
env: endospermvegglag	sv: sentralvakuole
ep: epiblast	st: vekstpunkt
ii: indre integument	sy: synergidecelle
iy: ytre "	vs: ventralskjell

- Fig. 41. Kimsekk med eggcelle og ei antipodecelle med flere kjerner.
- Fig. 42. Oversiktsbilde som viser at frøemnet er hemianatropt og at nucellus består av mange celler.
- Fig. 43. Forstørret detalj av kimsekken på fig. 42. En kan se en antipodecelle, sentralkjernene, eggcella og ei synergidecelle.
- Fig. 44. Viser de første, frie endospermkjerner.
- Fig. 45. Eggcelle og tre antipodeceller, hvorav den ene bare delvis er kommet med i snittet.
- Fig. 46. Femcellet embryo og delvis forskjøvet, nukleær endosperm.
- Fig. 47. Flercellet embryo og nukleær endosperm.
- Fig. 48. Snitt gjennom embryo fra siden. Begynnende differensiering av scutellum, coleoptilen og stengelens apikale meristem.
- Fig. 49. Snitt forfra av like gammelt embryo som på fig. 48.
- Fig. 50 og 51. Snitt fra siden (50) og forfra (51) av like gamle embryo. Første bladprimordium er blitt synlig.
- Fig. 52 og 53. Snitt forfra av samme embryo. Fig. 52 viser best utviklinga i den øvre del, mens rotutviklinga går best fram av fig. 53.
- Fig. 54 og 55. Snitt fra siden i fullt utviklede embryo.
- En tilsvarende utviklingsserie hos rødkløver er vist i figur 56 til 62 (Tuttoren 1973). En merker seg at det hos kløver kan være ett eller to frøemner i fruktknuten.

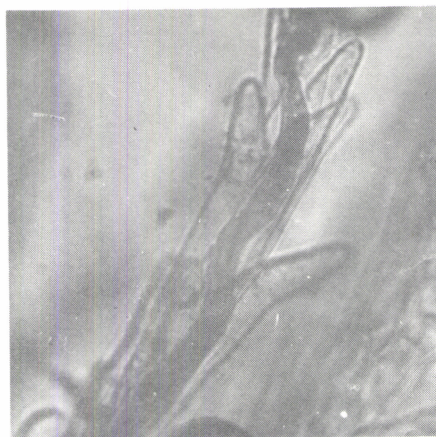
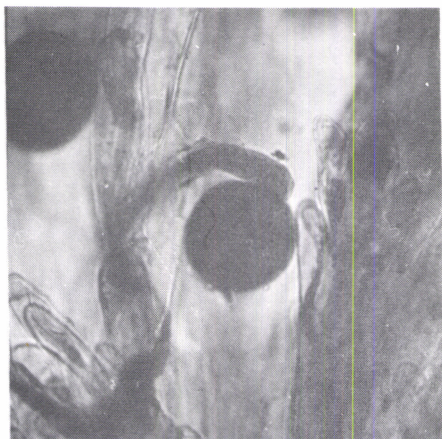


Fig. 34. Engsvingel. (x 500).

Fig. 35. Timotei. (x 500).

Fig. 34 og 35 viser pollenslangens vekst 20 minutter etter bestøving. Bildene er tatt i vanlig mikroskop.

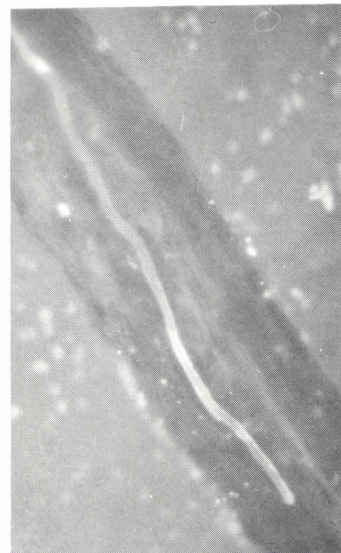
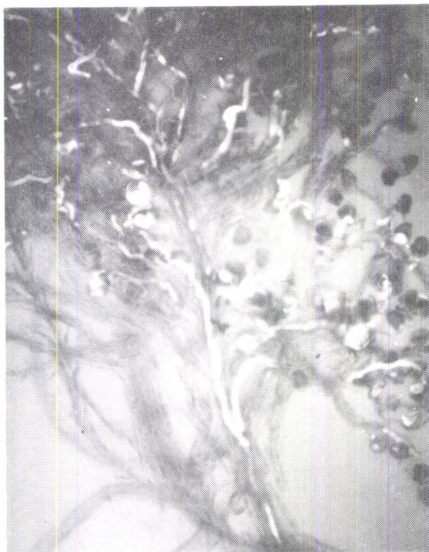
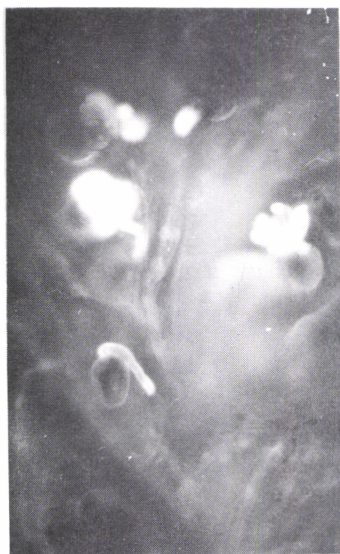


Fig. 36. Engsvingel, 20 min. e. best. (x 200).

Fig. 37. Timotei, 1½ t. e. best. (x 85).

Fig. 38. Som fig. 37. (x 320).

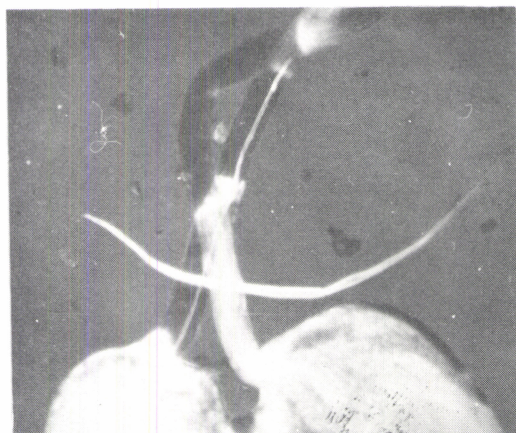
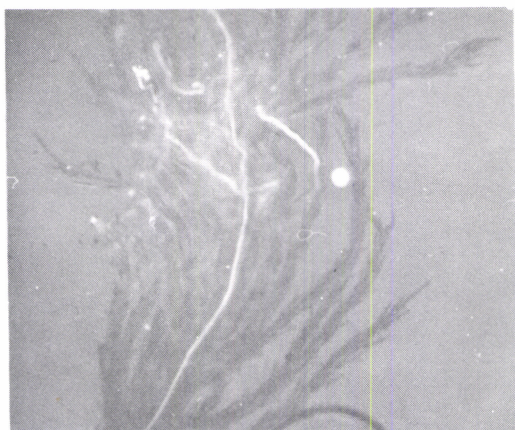


Fig. 39. Timotei, 5 t e. best. (x 85).

Fig. 40. Som fig. 39. (x 85).

Fig. 36 - 40 viser spiring av pollen og pollenslangens vekst til forskjellig tid etter bestøving. Etter fem timer har pollenslangen nådd inn i frukt-knuten, fig. 40. Bildene er tatt i fluorescensmikroskop.

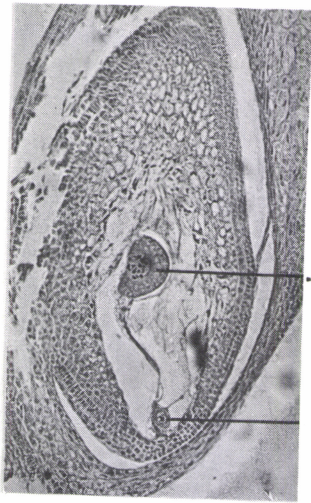


Fig. 41. 1 (x 105).

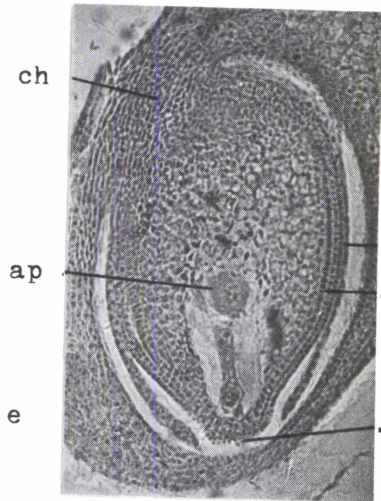


Fig. 42. 1 (x 105).

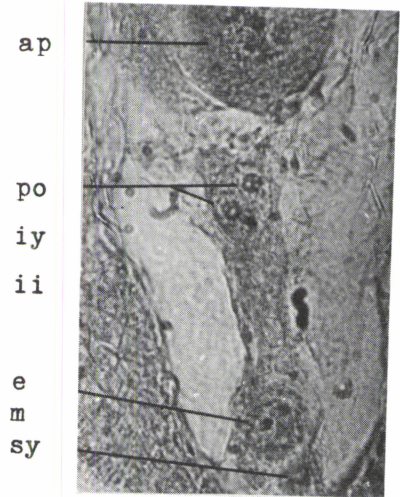


Fig. 43. 1 (x 420).



Fig. 44. 1 (x 105).

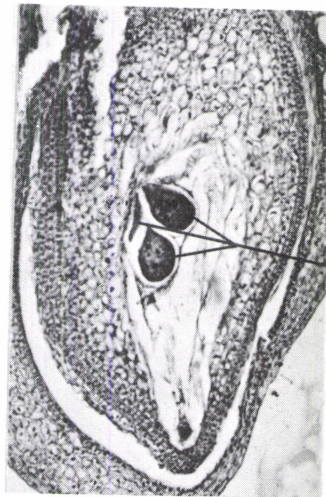


Fig. 45. 2 (x 105).

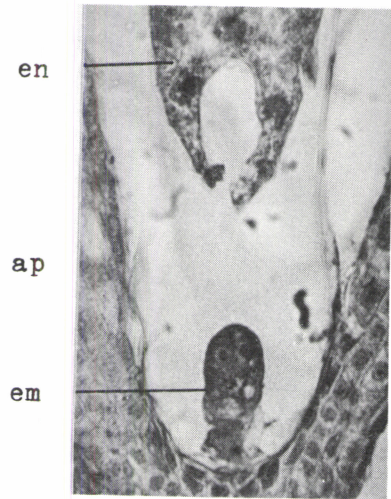


Fig. 46. 2 (x 420).

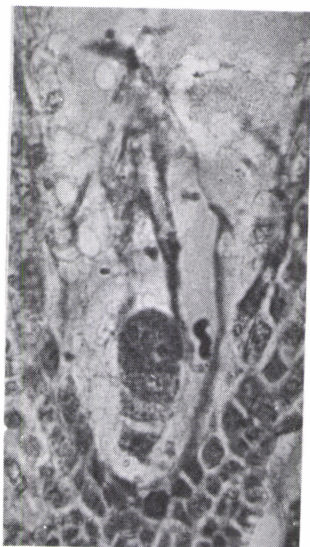


Fig. 47. 3 (x 420).

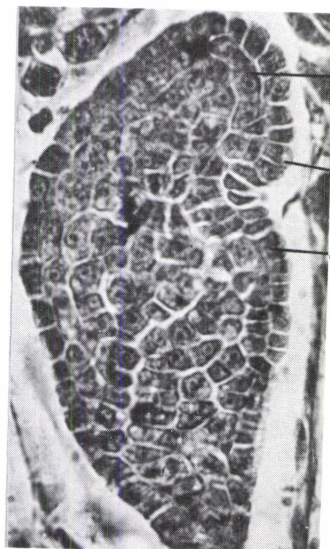


Fig. 48. 7½ (x 420).

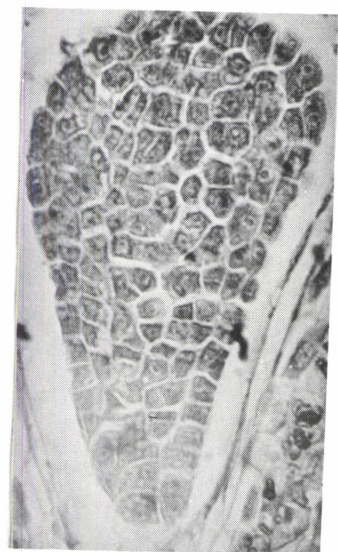


Fig. 49. 7½ (x 420).

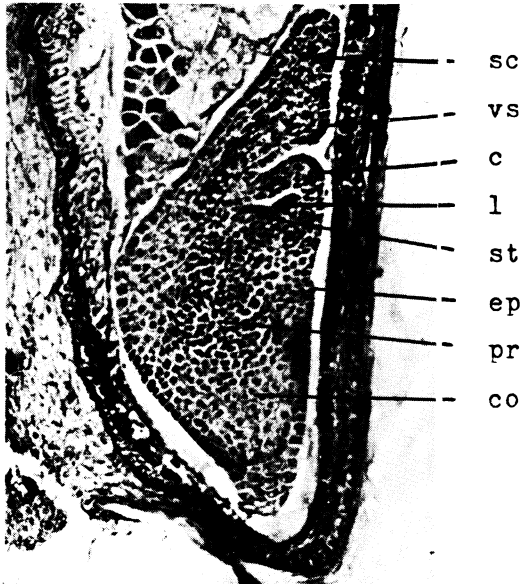


Fig. 50. 11 (x 130).



Fig. 51. 11 (x 130).

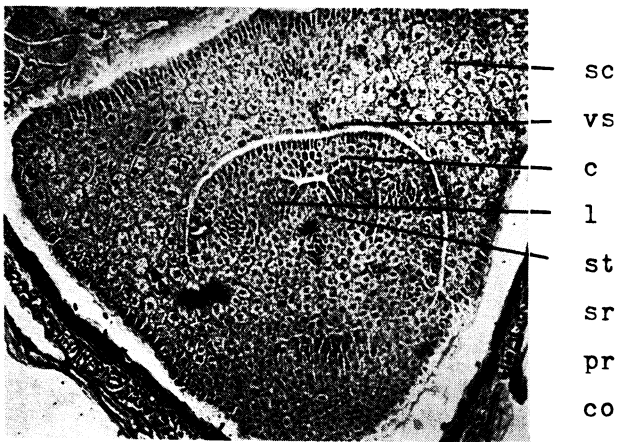


Fig. 52. 14 (x 130).

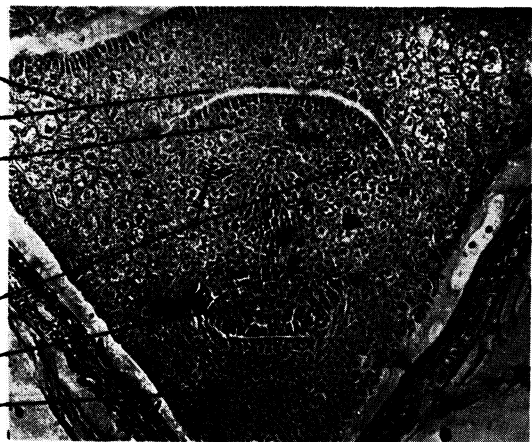


Fig. 53. 14 (x 130).

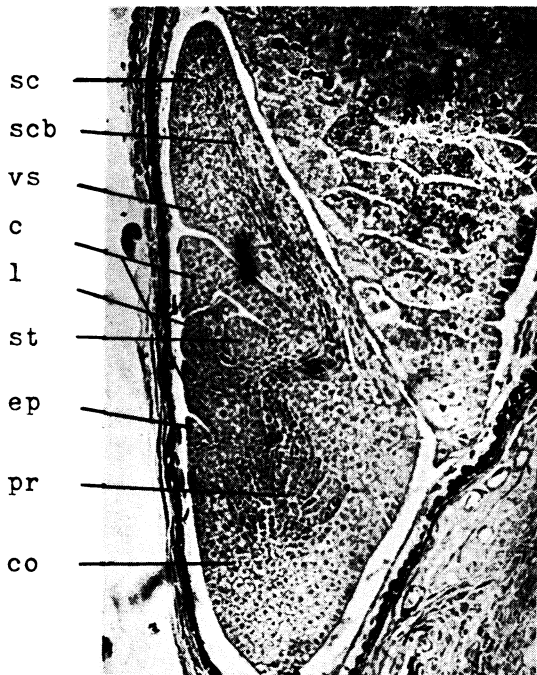
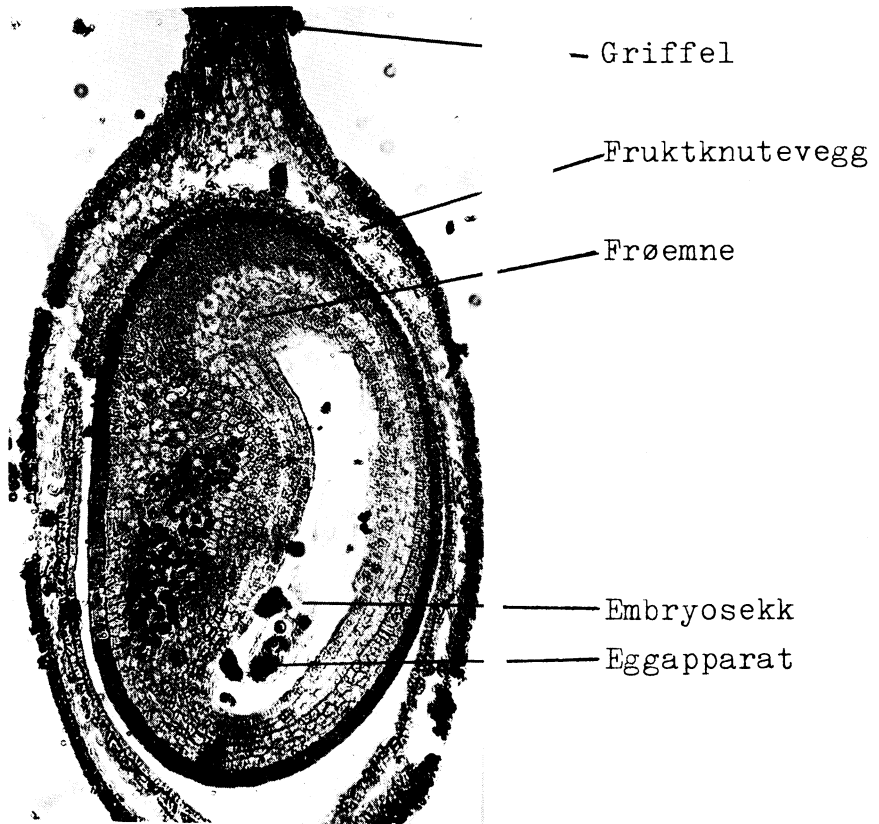
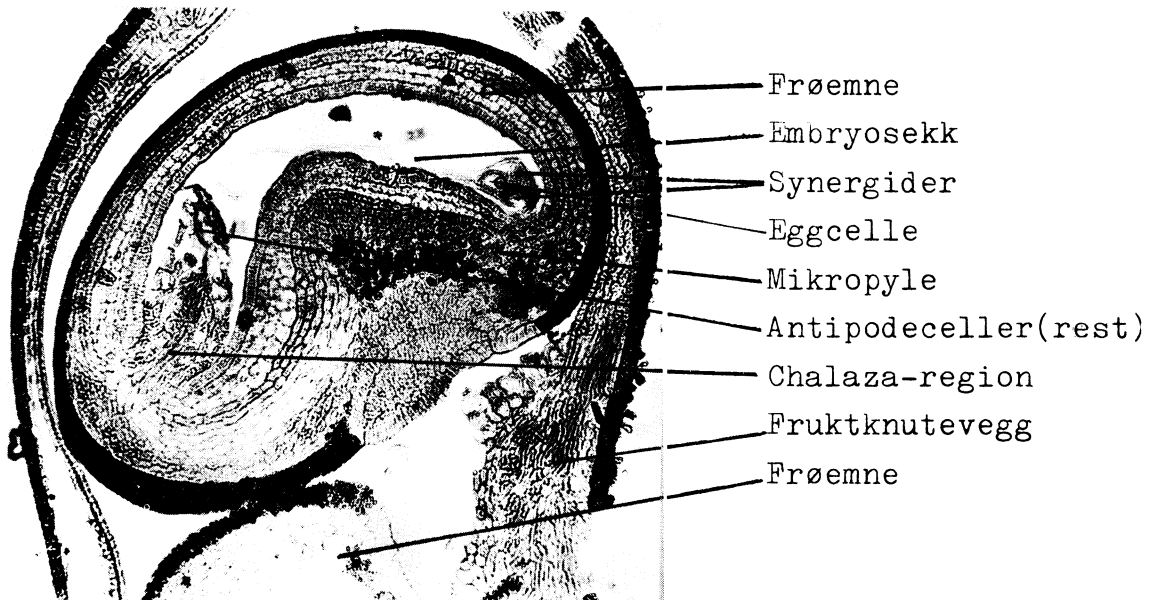
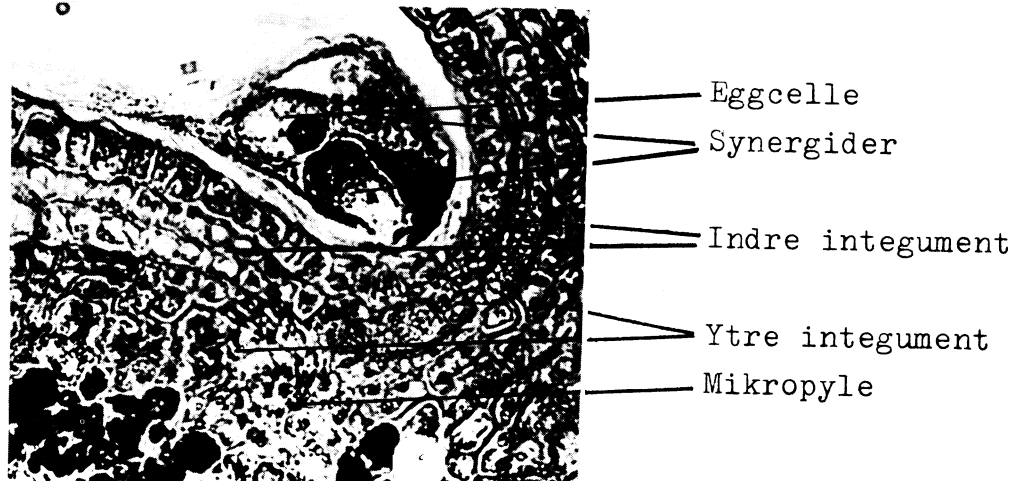


Fig. 54. 14 (x 130).

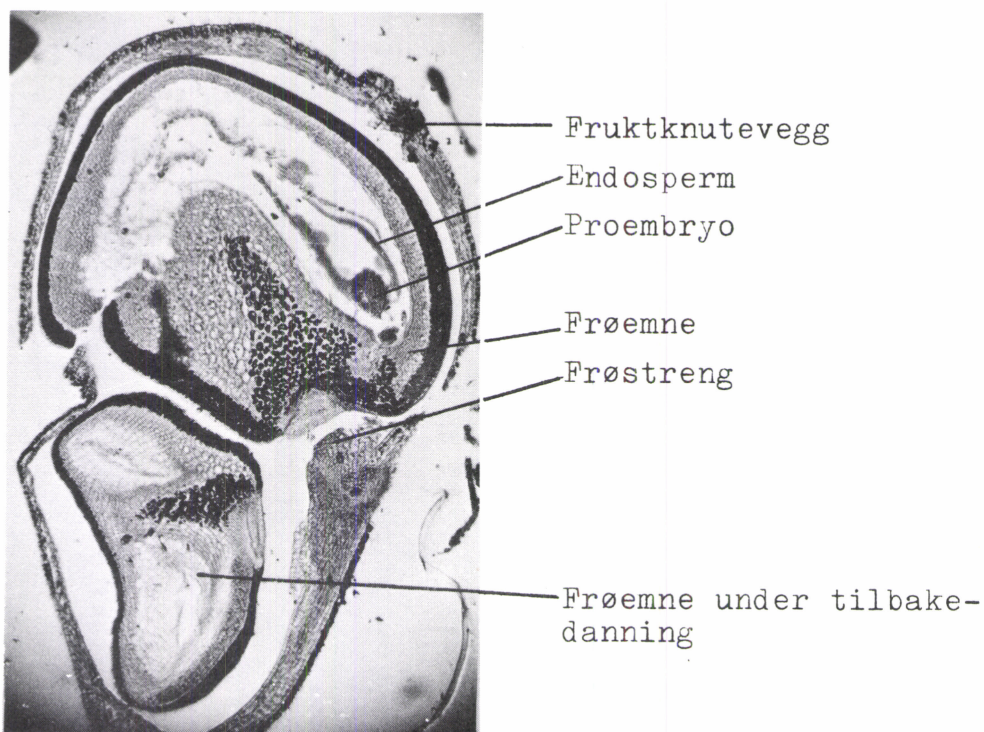


Fig. 55. 17 (x 130)

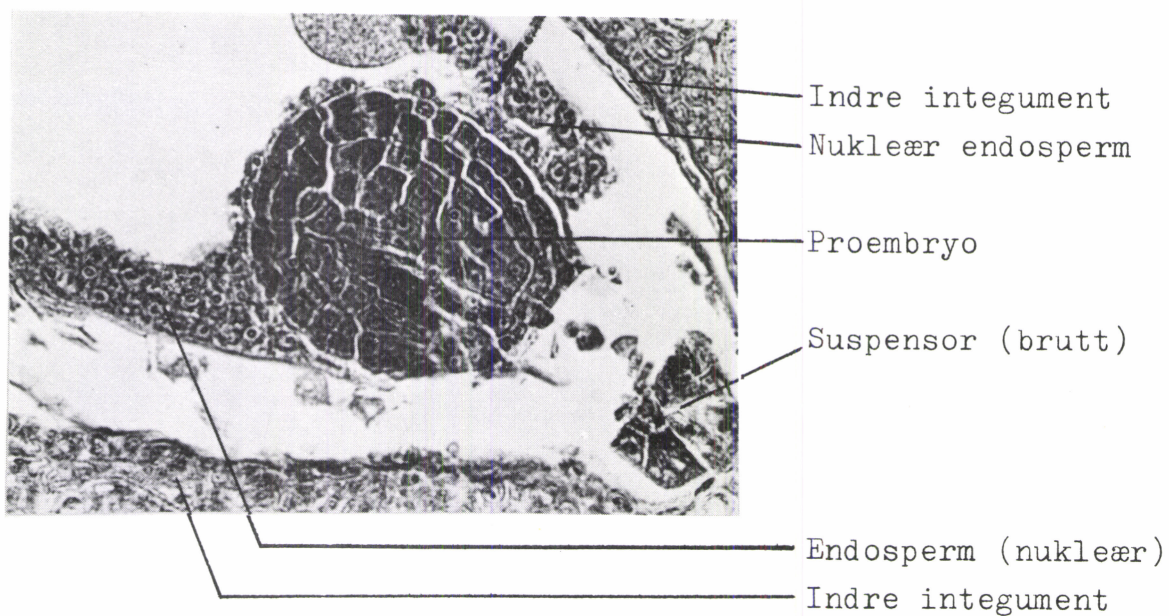
Rødkløver

Figur 56. Fruktknote med ett frøemne. 4x, $\frac{1}{2}$ (x 210).Figur 57. Fruktknote med to frøemner. 4x, $\frac{1}{2}$ (x 210).Figur 58. Detalj av figur 57. 4x, $\frac{1}{2}$ (x 870).

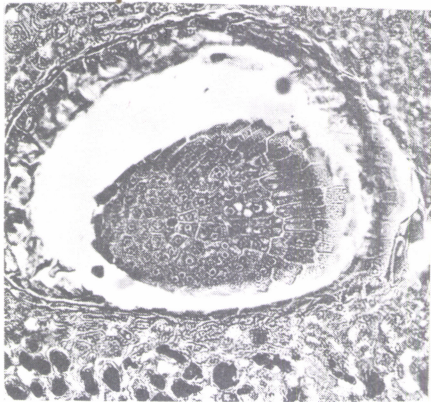
Rødkløver



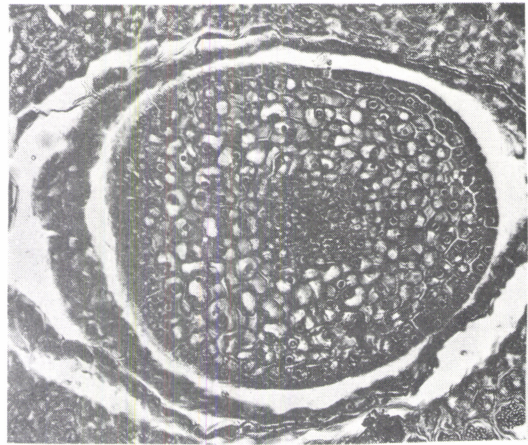
Figur 59. Fruktknote med to frøemner. Det nederste frøemnet er under tilbakedanning. 2x, 4 (x 105).



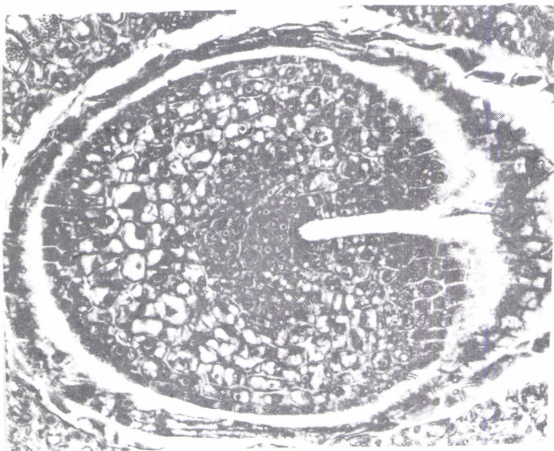
Figur 60. Detalj fra samme preparat som figur 12. 2x, 4 (x 740).



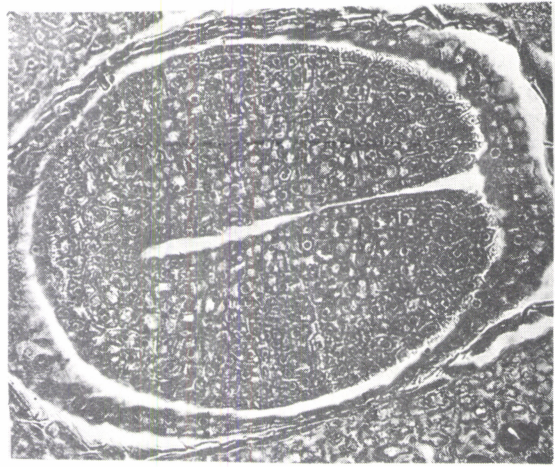
a



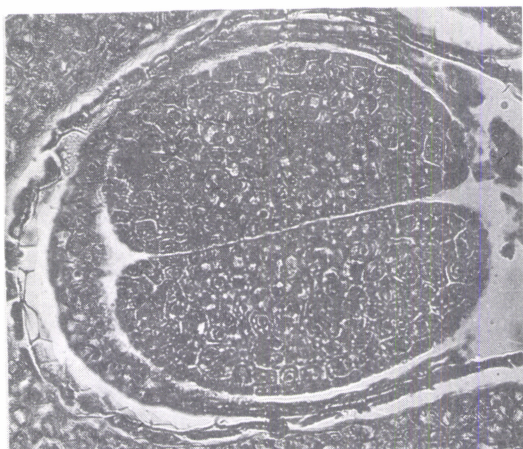
b



c



d

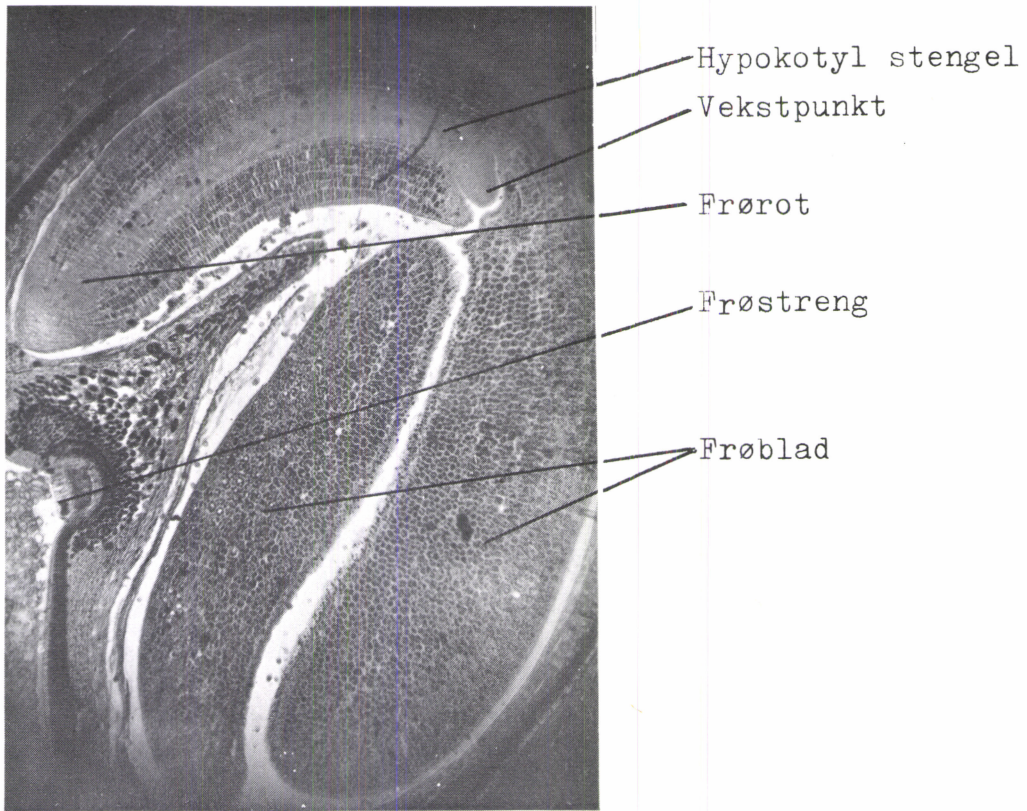


e

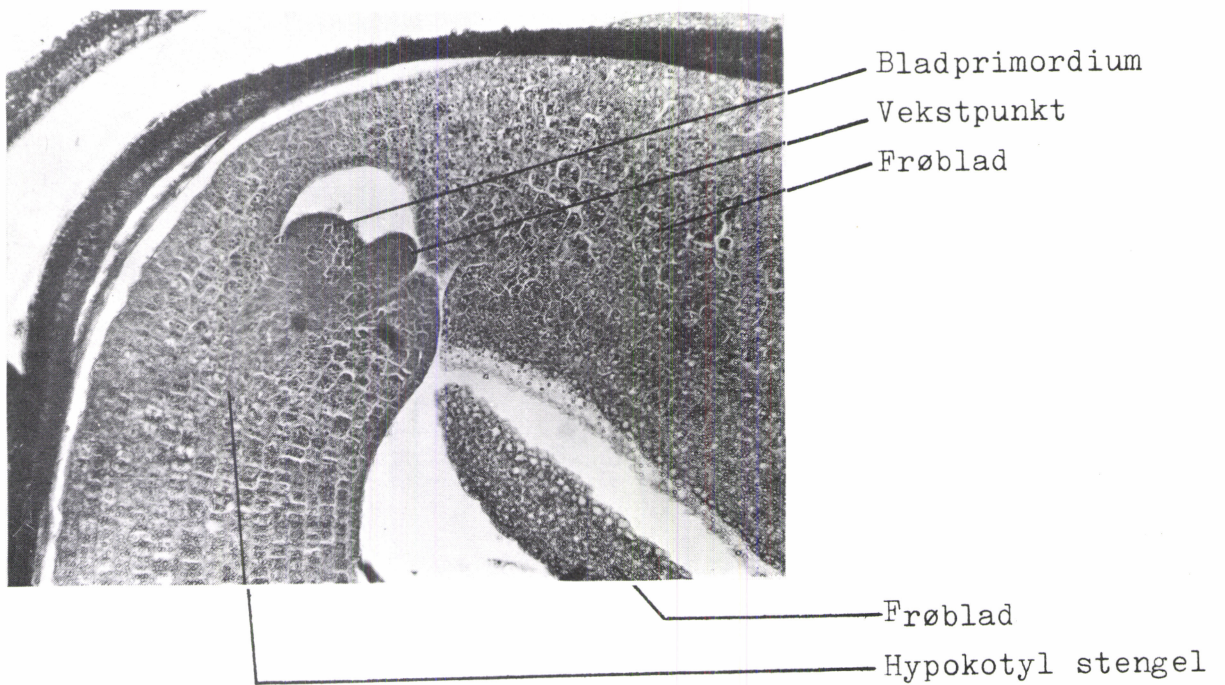


f

Figur 61. Tverrsnitt gjennom et embryo fiksert 5 døgn etter pollinering. 4x. Fra a til e: snitt i stigende høyde fra rotspiss til frøblad (x 350). f: oversiktsbilde viser frøbladene omgitt av endosperm i frøemnet (x 90).



Figur 62. Snitt gjennom embryo. 4x, 15 (x 90).



Figur 63. Detalj fra figur 62. 2x, 11 (x210).

10. Blomst og frukt

a. Kulturplanter med to frøblad.

På figurene som følger, er det gitt endel opplysninger om blomst og frukt hos noen arter. Blomsten er som regel bygd opp av begerblad, kronblad, pollentråd med pollensekk og støvvegen som omfatter arr, griffel og fruktknute. Ved basis av kronbladene finner en ofte nektarceller. Støvvegen kan være bygd opp av ett eller flere fruktblad, som kan inneholde ett eller flere frøemner. Hvert enkelt frøemne må befruktes for seg, dvs. at om det er flere frøemner, må det også være flere pollenkorn som spirer på arret.

Det er mange varianter av den "normale" blomsten som er nevnt ovenfor (tvekjønna, einkjønna, sambu, særbu, blandingsformer). Oppbyggingen av blomsten er mye brukt i den systematiske inndeling av planteartene.

Frøhuset kan være tørt som f.eks. hos kapsel og nøtt, eller saftig som tilfellet er med steinfrukt og bær. En inndeling av forskjellige fruktformer er vist i tabell 1. Samtidig tar en med en oversikt over typer av frøvare hos forskjellige plantearter (tab.2)

Korsblomstfamilien

De korsblomstra plantene har 4-tallsblomst med fire begerblad og fire kors-stilte kronblad (fig.64). Av de seks pollenbærerne er fire lange og to noe kortere. Ved basis av pollenbærerne finnes nektarkjertler med lett synlige nektardråper. Sekretet kommer fra silvevet, men sukkerinnholdet i nektar er mye større enn i silrørsaften. Dette kommer av en tilbakeresorpsjon av enkelte stoffer etter at saften er kommet fram til kjertelcellene.

Frukten er en skulpe, dvs. en kapsel med flere frø og tørt frøhus som åpner seg (fig. 65). Den er laget av to fruktblad, og mellom disse er det en skillevegg som deler frøhuset i to rom. Vevet i ytterveggene hos skulpa ligger på skrå, og ved modning og tørking fører dette til spenning og vridning i fruktveggen som derved springer opp. Frøa er festet til frøstolen langs kantene av skilleveggen.

Tabell 1 . Inndeling av frukter.

Fruktform	Oppbygning			
	Ett fruktblad	To eller flere fruktblad	To eller flere fruktblad pluss blomsterbunn	Fruktblad, blomsterbunn og andre deler
Tørr, åpner seg ikke	Karyopse ^x	Karyopse ^x (gras) Akene (korgplanter) Spaltefrukt (skjermplanter) Skulpe (korsblomster) Nøtt (spinat)		Bete
Tørr, åpner seg	Belg (belgvekster)	Kapsel (løk) Skulpe (korsblomster)		
Tørr-saftig	Steinfrukt (plomme)		Falsk frukt (eple, pære, jordbær)	
Saftig		Bær (søtvierfam.)	Bær (graskarfam.)	

Skulpe (korsblomstfamilien): kål, kålrot, nepe, raps, rybs, reddik, sennep, m.fl.

Bær (søtvierfamilien): tomat, potet, paprika, eggplante

^xKaryopsen (grasfrukten) blir ofte oppgitt å stamme fra ett fruktblad, men opprinnelig er det antakelig tre fruktblad.

Tabell 2. Typer av frøvare hos forskjellige arter.

<u>Typer av frøvare:</u>	<u>Finnes hos:</u>
1. Frøvare = frø uten vedheng	Belgplanter med belg som springer opp (erter, vikker, lupin, åkerbønner, hamset, rødkløver, kålrot, nepe
2. Frøvare = frø omgitt av fruktskall	
a. Fruktskallet omslutter frøet løst	Seradel, esparasett
b. Fruktskallet sammenvokst med frøskallet	Kveite, rug, naken havre, naken bygg
3. Frøvaren = frø omgitt av frukt- skall og agner	
a. Agner fastvokst	Bygg, raigras, svingel, faks
b. Agner omslutter frøet løst	Havre, timotei, kvein
4. Frøvaren = hele småaks	Revehale (énblomstra småaks + ytteragner)
5. Frøvaren = frø + fruktskall + blomsterbunn	Gulrot, sikori
6. Frøvaren = frø + fruktskall + blomsterdekkblad, flere frukter sammen	Bete
7. Spesielle egenskaper	Poa: dusk ved frøgrunn Gulrot: børster med haker Kløver: hams

Belgplantefamilien

Erteplantene har 5-tagget beger og fem uregelmessige kronblad. Hos den typiske erteblosten danner kronbladene fanen (seglet), vinger og kjøl. Kjølen består av to blad som er sammenvokst. Ni av støvtrådene er vokst sammen til en renne, og i denne ligger støvveggen. Den 10. støvtråden ligger langs åpningen i rennen. Slik er det også hos kløver, selv om blomsterstanden er meget forskjellige fra f.eks. ert (fig. 66, 67, 68).

Pollineringa hos erteplantene foregår ofte ved hjelp av insekter, men måten dette skjer på kan være forskjellig hos ulike arter (fig. 69). Hos kløver presses vinger og kjøl ned når insektet lander. Derved treffer arr og pollenknapper buken hos insektet. Etterpå går kjøl og vinger tilbake på plass igjen. Denne formen for pollinering kalles klaffetypen.

Kronbladene hos kløver er delvis sammenvokst til et rør, kronrøret. Hos tetraploid rødkløver er kronrøret lengre enn hos diploid, og dette gjør polleneringen vanskeligere for insektene.

Vikke og åkerbønne har en form for pollinering som kalles feietypen. Pollenet blir her tømt i kjølen før åpning, og griffelen, som har feiehår, soper pollenet ut når kjøl og vinger blir presset ned av insektet.

Hos tiriltunge finner en pumpetypen. Også her blir pollenet tømt i kjølen før åpning, men denne har en spalte i enden der pollenet presses ut når kjølen bøyes av insektet.

En fjerde polleneringsform kalles eksplosjonstypen, og den finnes hos bl.a. luserne, sniglesholm og gyvel. Griffel og pollenbærere står i spenn inne i kjølen, og denne åpner seg ved en "eksplosjon". Arr og pollenknapper spretter da fram, og blomsten blir værende åpen etterpå.

Frukten hos erteplantene er en belg (skolm) som er en tørr frukt med ett rom. Den er laget av ett fruktblad og åpner seg både langs rygg- og buksøm. Frøa er festet til frøstolen langs buksømmen. Også hos belgen ligger styrkevevet på skrå. Derfor vrir den seg og åpnes når veggen tørker.

Forskjellige belgtyper er vist i fig. 70. Mens det f.eks. hos ert er flere frø i belgen, er det hos rødkløver bare ett. Hos rødkløver er det imidlertid to frøemner, men som regel utvikles bare det ene til frø etter befruktningen (fig. 71 og 72) (Tuttoren 1973). Alsikekløver har 4-5 frø i belgen, og kvitkløver 5-6.

Skjerimplantene

Skjerimplantene har 5-tallsblomst med to grifler. Blomstene er små, oftest kvite, og de sitter i et hode, eller i enkle eller sammensatte skjermer (fig. 73). Frukten er en spaltefrukt som deler seg i to nøttfrukter, som til slutt blir hengende i hver sin streng med flatsida mot hverandre. Frukten har ribber og oljekanaler, og de eteriske oljene gir en karakteristisk lukt (fig. 65).

Potet, tomat (søtvierfamilien)

Plantene har regelmessig 5-tallsblomst med fem pollenknapper. Begeret har fem fliker, og kronbladene er sammenvokst. Pollenknappene sitter som en kjegle midt i blomsten (fig. 74). Hos potet kommer pollenet ut i en pore i pollenknappen, mens det hos tomat er renner i den.

Frukten er et bær som er laget av to fruktblad. Frøhuset er saftig og kjøttfullt helt igjennom, og det inneholder mange frø (fig. 65). Det grønne vevet omkring frøa utvikles få timer etter befruktningen, og det blir geleaktig ved modning. Manglende befruktning gjør at dette vevet ikke utvikles.

Graskar, agurk (graskarfamilien)

Graskar har til vanlig enkjønna blomster, og både hann- og hunnblomstene sitter på samme plante (sambu, enbo). Hos agurk finnes former med tvekjønna blomster, men det er som hos graskar utviklet sorter med bare hunnblomster. Disse er partenokarpe, dvs. at frukten utvikles uten bestøvning. Hvis det skulle bli bestøvning av slik slangeagurk, får frukten uønsket form, helst som en flaske. Figur 75 viser hunn- og hannblomster hos disse vekstene. Det er fem begerblad og fem gule kronblad som er mer eller mindre sammenvokst. Hos hunnblomsten er støvbærerne reduserte, og det finnes nektarkjertler ved basis av arret. Den oversittende (epigyne) hunn-

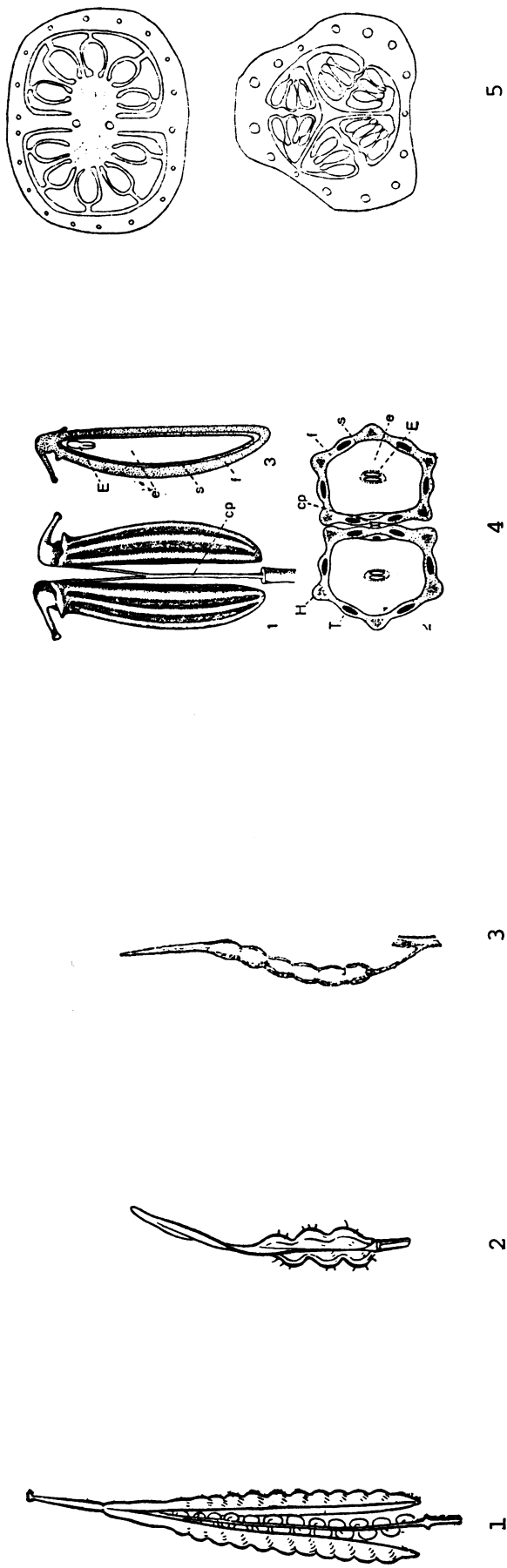
blomsten har en fruktknute som vanligvis er bygd opp av tre fruktblad, men det kan også forekomme to, fire og fem av disse. Hannblomsten har rudimentære fruktblad og arr.

Hos sorter av sylteagurk som må bestøves, foretrekker en slike som har svært mange hunnblomster og bare få hannblomster. Hvis sortene har bare hunnblomster, blander en inn noen få frø av en sort som også har hannblomster for å få bestøvning. Bruker en partenokarpe sorter, faller dette bort.

Frukten er en spesiell type av bær som utvikles av en epigyn blomst. Vevet fra blomsterbunnen ligger omkring den modne fruktveggen som et skall. Fruktknuten inneholder svært mange frøemner, og frukten får følgelig mange frø. Fruktbladene som frukten er bygget opp av, kan lett skilles fra hverandre. Ved å skjære en skive på ca. 1 cm av en slangeagurk, snitte gjennom skallet der fruktbladene støter sammen og presse lett med fingrene, skiller delene lag. Studer nøye tverrsnittet av agurken før snittet i skallet tas, fordi plasseringen av frøa lett kan villedes til deling midt gjennom fruktbladet. Det er også mulig å skille fruktbladene ved å presse tommelen gjennom sentrum i skiven. Slange- og sylteagurk hører til samme art, *Cucumis sativus*, mens graskar hører til slekten *Curcubita* som omfatter flere arter (fig.65).



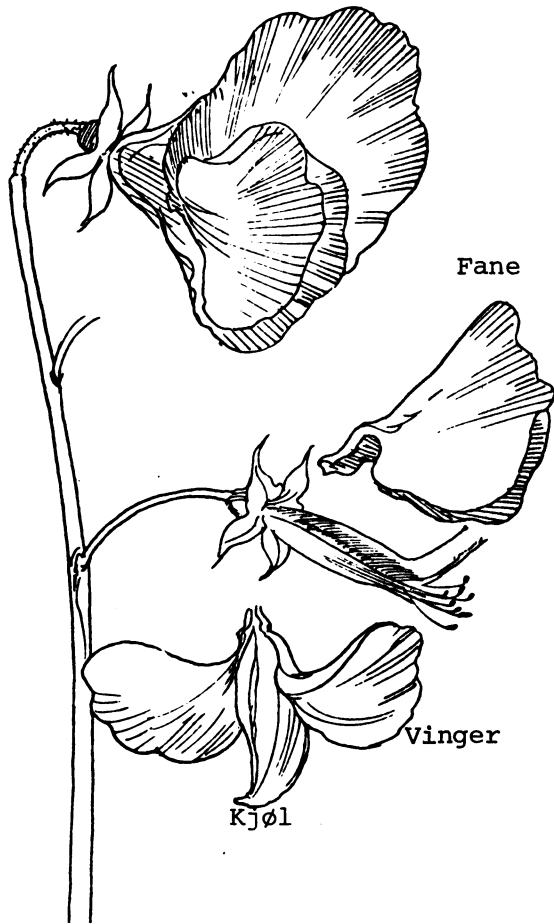
Figur 64. Blomsterstand og blomst hos en korsblomstret plante (reddik).
A: grein med blomsterstander. B: blomst sett fra siden. C: blomst sett på skrå ovenfra. D: kronblad. E: støvbærere (4 lange og 2 korte) og støvveg (modifisert etter Hayward 1938).



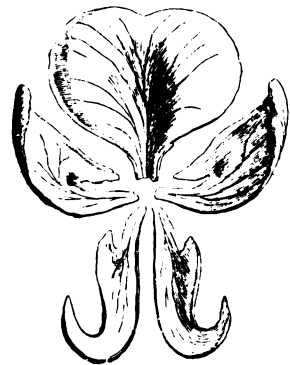
Figur 65 . Frukttyper hos korsblomstra vekster(1,2,3) , skjermplanter(4) og hos tomat (oppe) og agurk (nede) (5)

- 1: skulpe hos nepe er bygd opp av to fruktblad og har to rom. Mellom de to fruktbladene er det en skillevegg som frøa er festet til.Frukten åpner seg langs begge sømmene. Denne frukttypen finnes hos alle Brassica-arter.
- 2: Skulpe hos kvitsennenp. Ellers som ovenfor.
- 3: Leddskulpe hos reddik er bygd opp av to fruktblad, men den åpner seg ikke.
- 4: Spaltefrukt hos skjermplanter(gulrot, karve m.fl.)inneholder flere frø. Ved modningen åpner den seg ikke, men deler seg i så mange nøtter som det er frø. Det typiske for en nøttfrukt er tørt frøhus som ikke åpner seg, og ett frø. Frukten er bygd opp av to fruktblad.
5. Frukten hos agurk og tomat er et bær som har et helt gjennom kjøttfullt frøhus. Det inneholder mange frø med tykk vegg. Utvendig er det en fastere hinne. Tomatfrukten er laget av 2 fruktblad, hos agurk 2-5.

Grein med ertebloinster

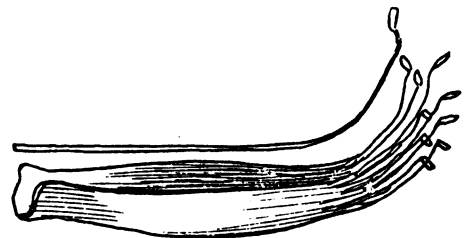


Fane

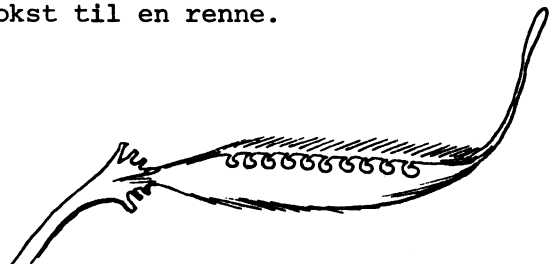


Vinger

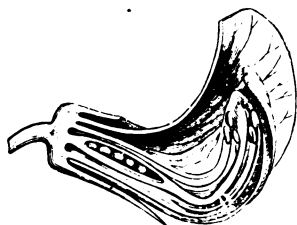
Kjøl, to blad sammenvokst



En fri støvbærer, og ni sammenvokst til en renne.



Støvvegen

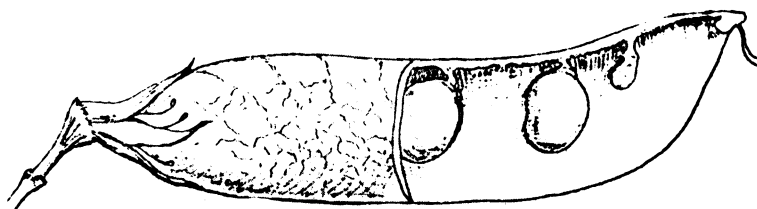


Gjennomskåret blomst



Blomst der begerblad og kronblad er fjernet.

Frukten: belg med frø

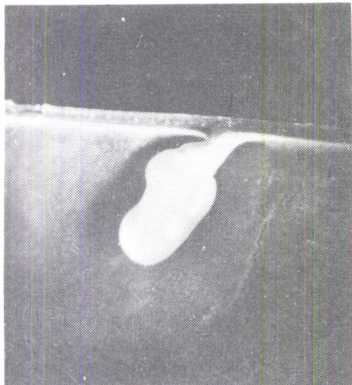


Figur 66. Blomst, frukt og frø hos ert. Støvvegen ligger nede i renna som de ni sammenvokste støvbærerne danner, og den fri støvbæreren fyller ut langs åpningen av renna (Graber & Ahlgren 1942)

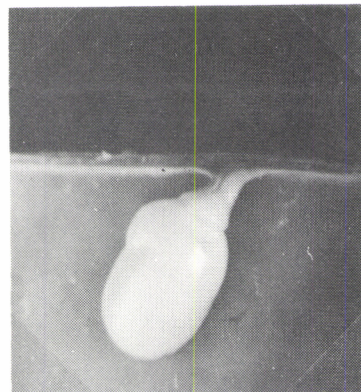
Fig. 66b. Utvikling av ert i skolm fra 5 til 45 dager etter befruktning (5x)
(Havstad, J. 1956. Frøutvikling hos hageert. Hovedoppg. NLH).



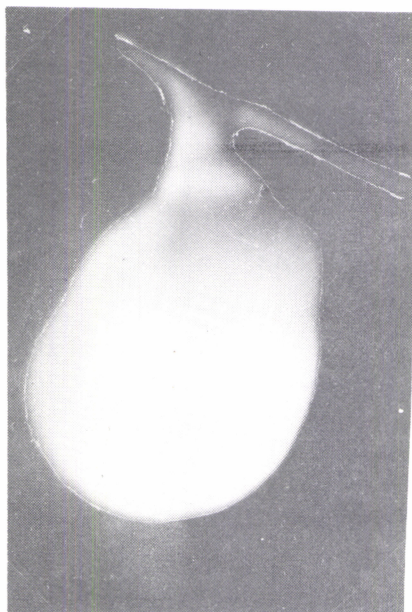
Fem dg.e. poll..



Seks dg.e. poll..



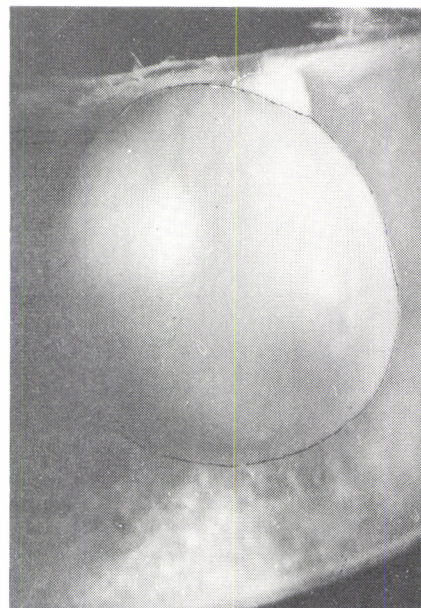
Åtte dg.e. poll..



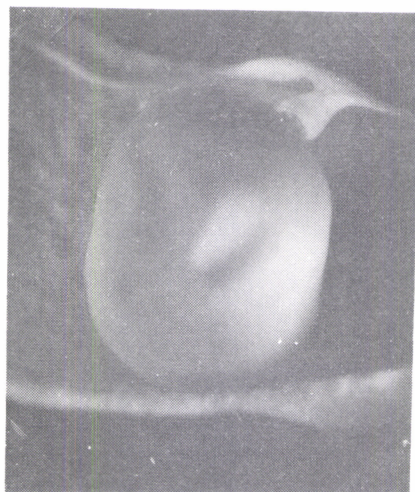
13 dg.e. poll..



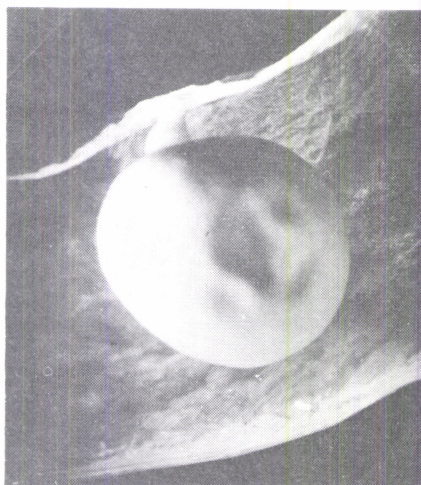
17 dg.e. poll..



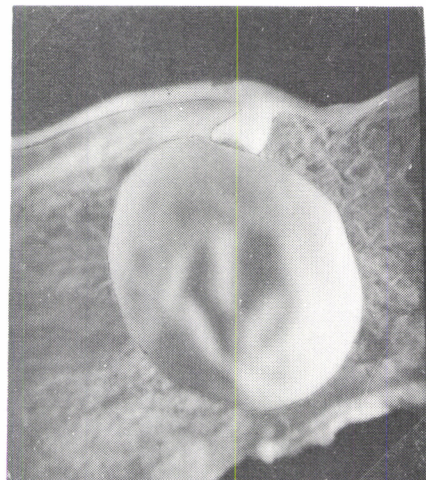
24 dg.e. poll..
Maksimalt frøvolum.



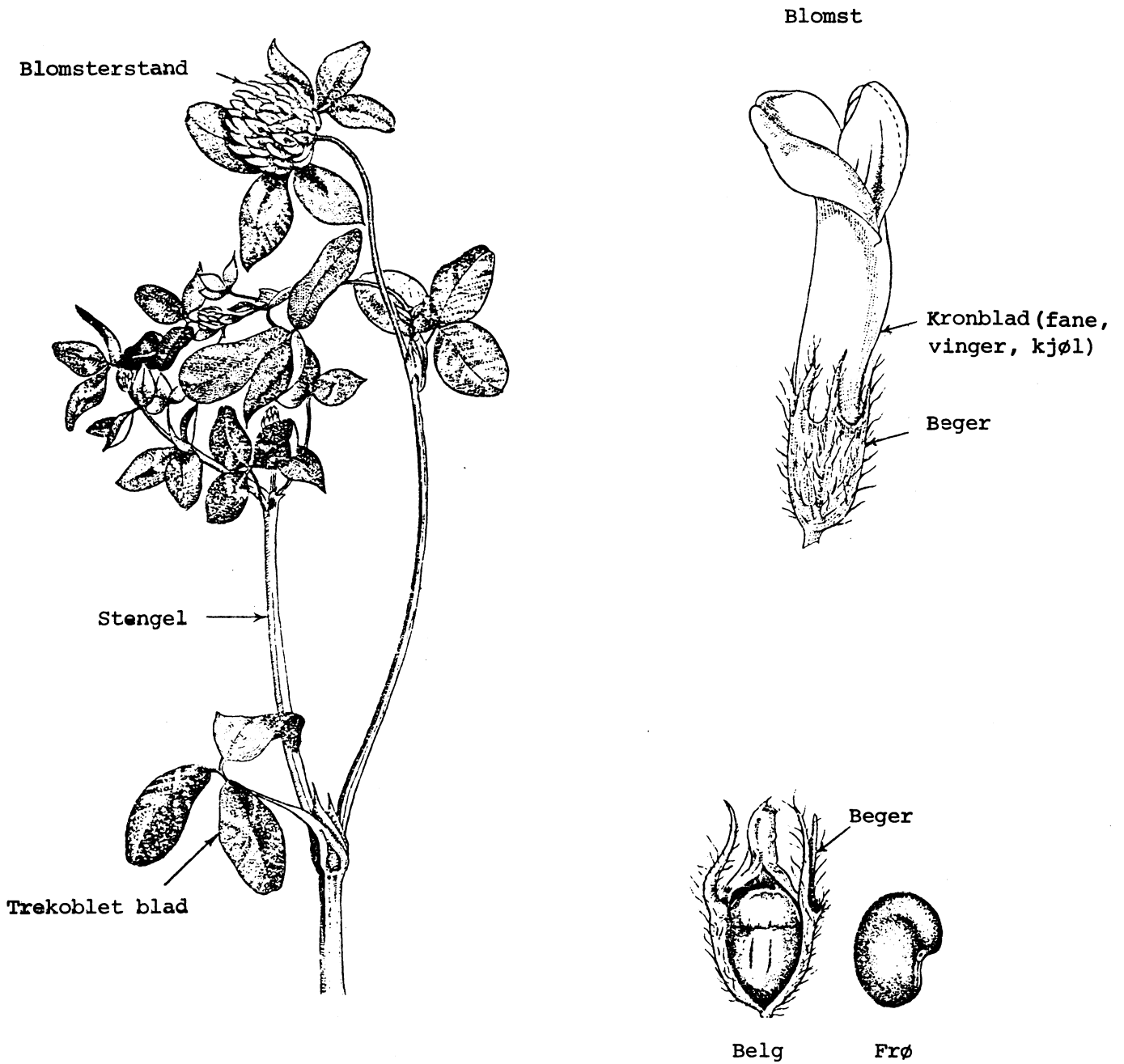
31 dg.e. poll..
Alt tørrstoff akkumulert



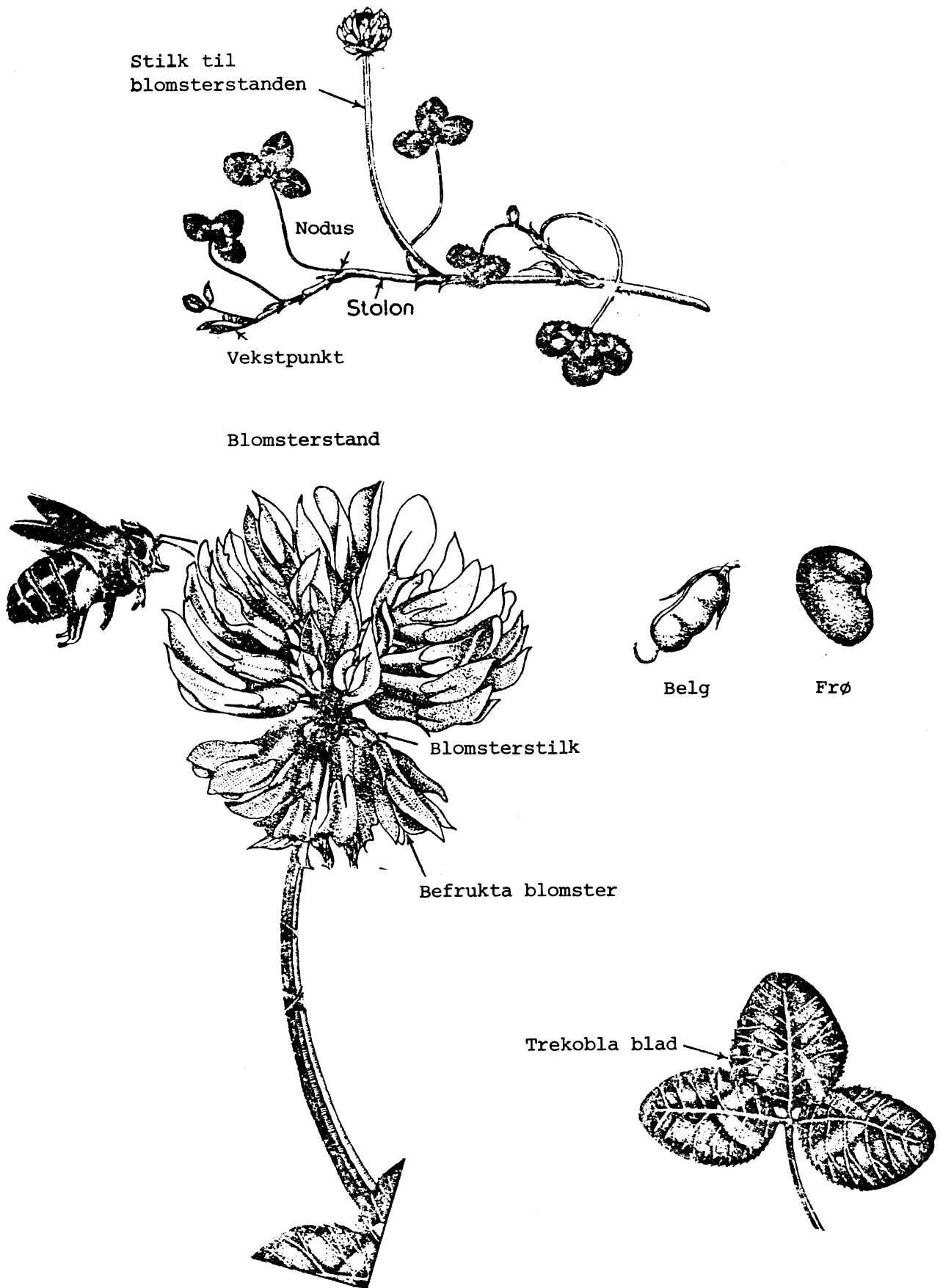
38 dg.e. poll..



45 dg.e. poll..



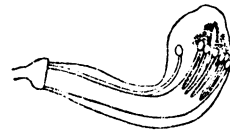
Figur 67. Grein av rødkløverplante med blomsterstand, stengel og trekoblet blad, samt blomst, belg og frø. Blomsten er i prinsippet bygget opp som hos ert(Griffith et al. 1967).



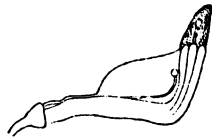
Figur 68. Deler av plante av kvitkløver (*Trifolium repens*) (Griffith et al. 1967).



Klaff
(kløver)



Feie
(sommervikke)

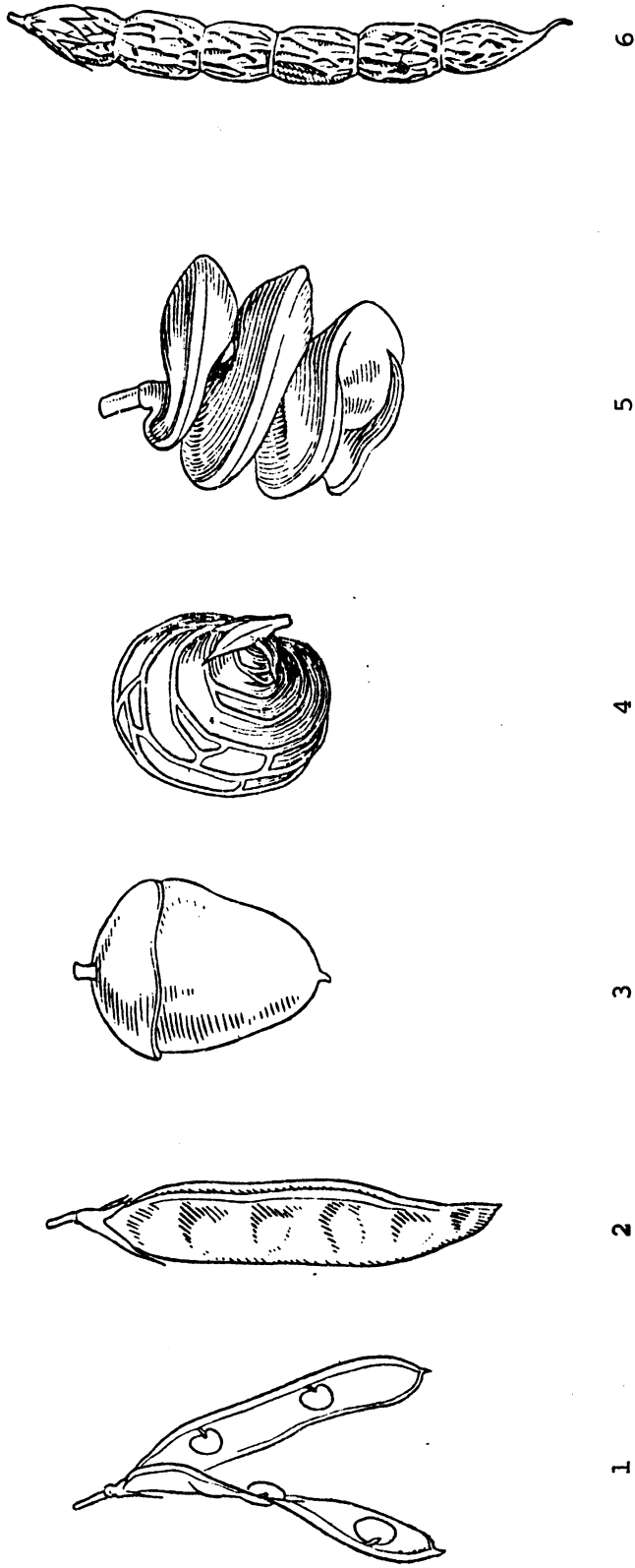


Pumpe
(tiriltunge)



Eksplosjon
(luserne)

Fig. 69. Pollineringsmekanismer hos belgplanter. For detaljert beskrivelse, se: Fægri, K. 1958. Norges planter, s. 294 m. fl.



Figur 70. Frukt hos enkelte arter av erteplantefamilien. Frukten er laget av ett fruktblad og har tørt frøhus.

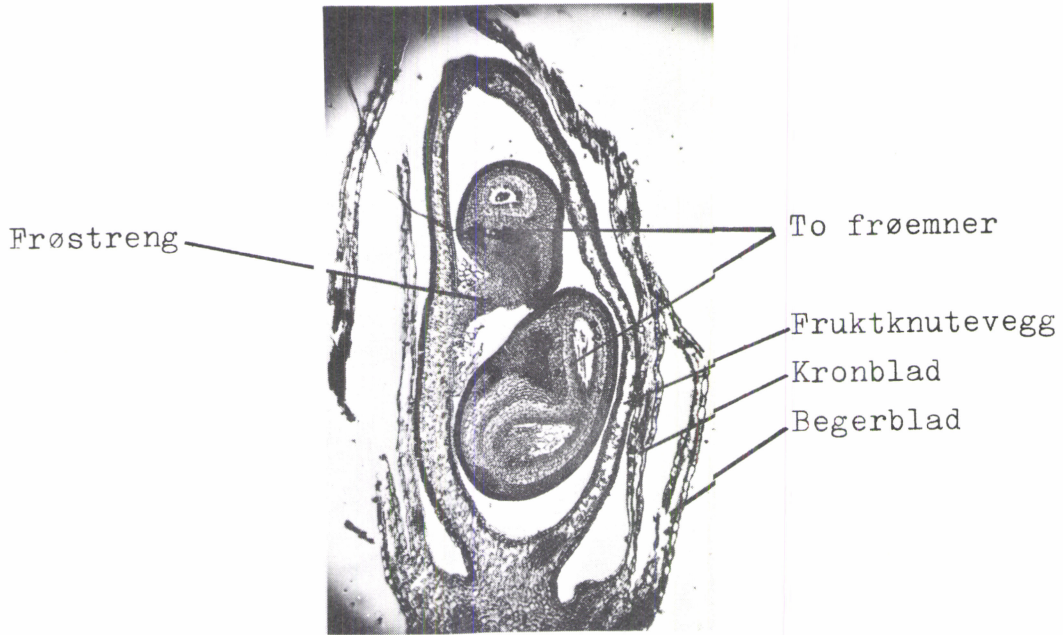
1,2: Belg hos ert har flere frø, og den åpner seg langs både buk- og ryggsum. Frøa er festet til buksøm.

3 : Belg hos rødkløver inneholder ett frø og åpner seg langs en linje på tvers av frukten.

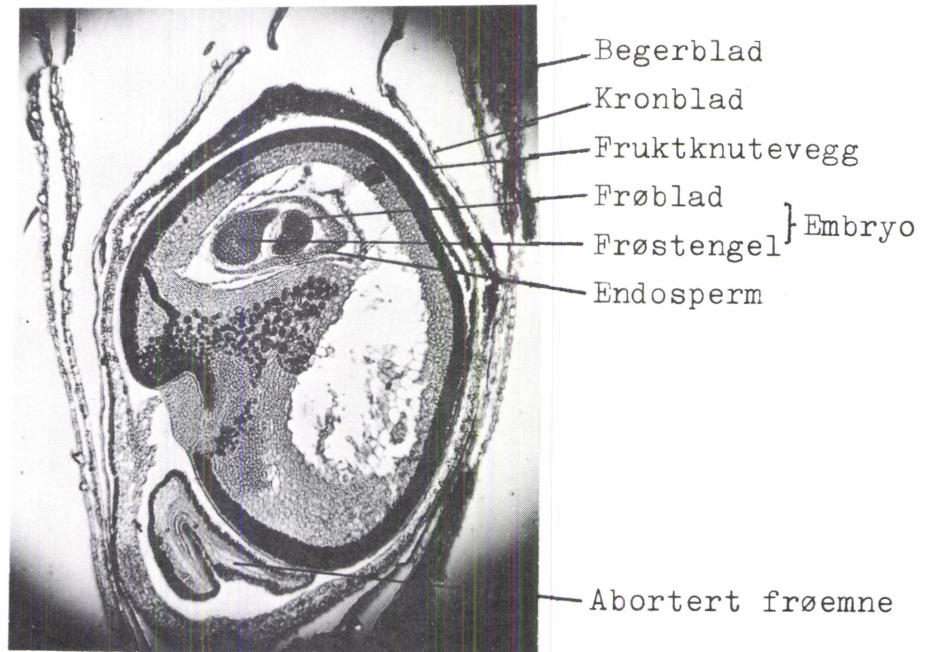
4 : Akene hos sneglebelg (*Medicago lupulina*). Det typiske for denne frukten er tørt frøhus som ikke åpner seg, og som har ett frø. Typen er et unntak hos erteplantene.

5 : Belg hos blåuserne (*Medicago sativa*). Den inneholder flere frø, og den åpner seg.

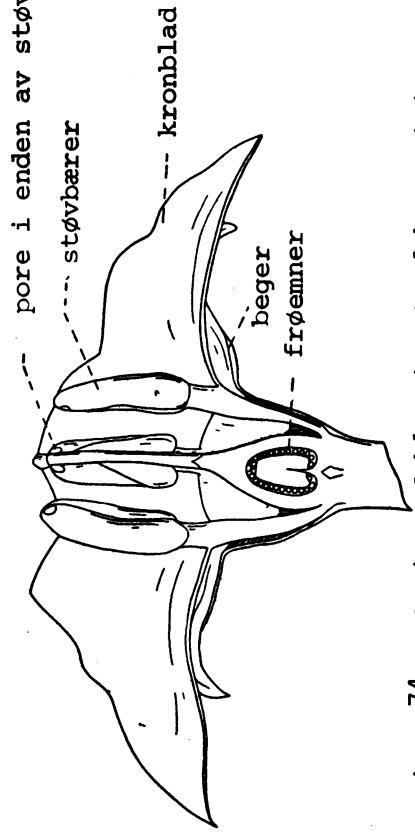
6 : Leddbelg hos seradella (*Ornithopus sativus*). Den inneholder flere frø, ett for hvert ledd, og den splittes i leddene ved modning.



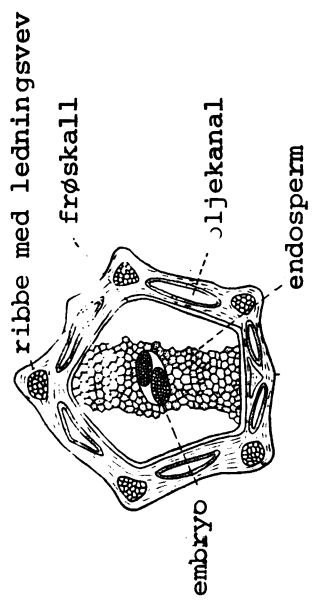
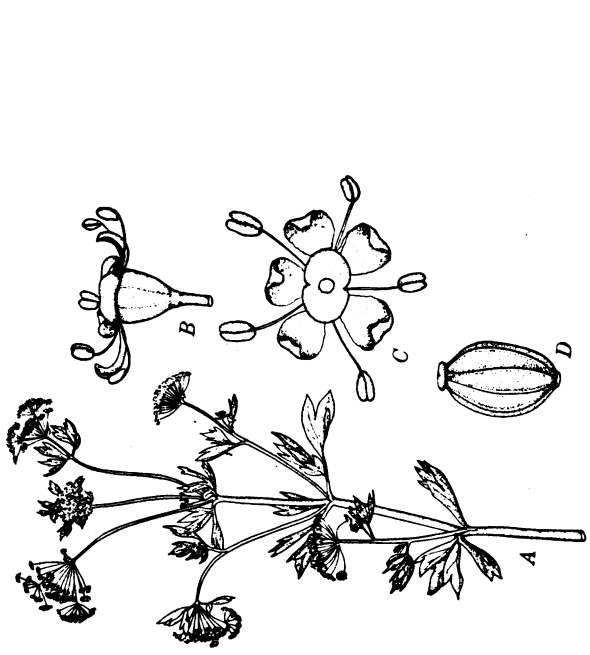
Figur 71. Fruktknote med to frøemner, 4x, 2½ (x90).



Figur 72. Lengdesnitt gjennom fruktknote med ett frøemne under utvikling. Embryo skåret igjennom på langs. 2x, 6 (x 90).



Figur 74. Grein med blomsterstand hos potet (øverst), og gjennomskåret blomst (nederst). Blomsten har fem støvbærere, og griffelen med arr stikker fram mellom dem (Hayward 1938).



Figur 73. Grein med blomsterstander hos en skjærplante (selleri). B og C: blomst sett ovenfra og fra siden. Begerbladene er rudimentære. D: frukt som det nedenfor er vist et tverrsnitt av. (Hayward 1938)

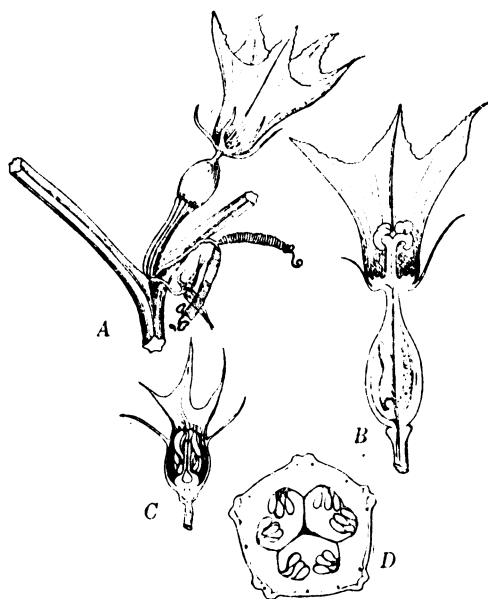


Fig. 75 a. Den oversittende hunnblomst hos agurk (A og B).
Lengdesnitt av hannblomst med rudimentær griffel (C).
Tverrsnitt av fruktknute med tre fruktblad (D).
(Hayward 1938)

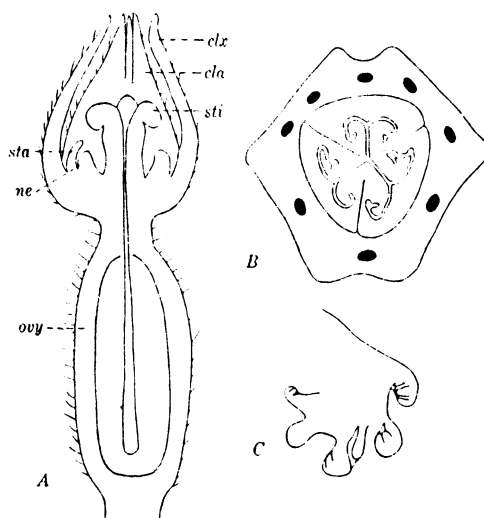


Fig. 75 b. Lengdesnitt (A) og tverrsnitt (B) av ung oversittende hunnblomst hos agurk (A og B). I C er vist placenta og utvikling av frøemner.
cla = kronblad, clx = begerblad,
ne = nektarceller, ovy = fruktknute,
sta = steril pollenbærer, sti = arr
(Hayward 1938).

b. Kulturplanter med ett frøblad.

Grasfamilien

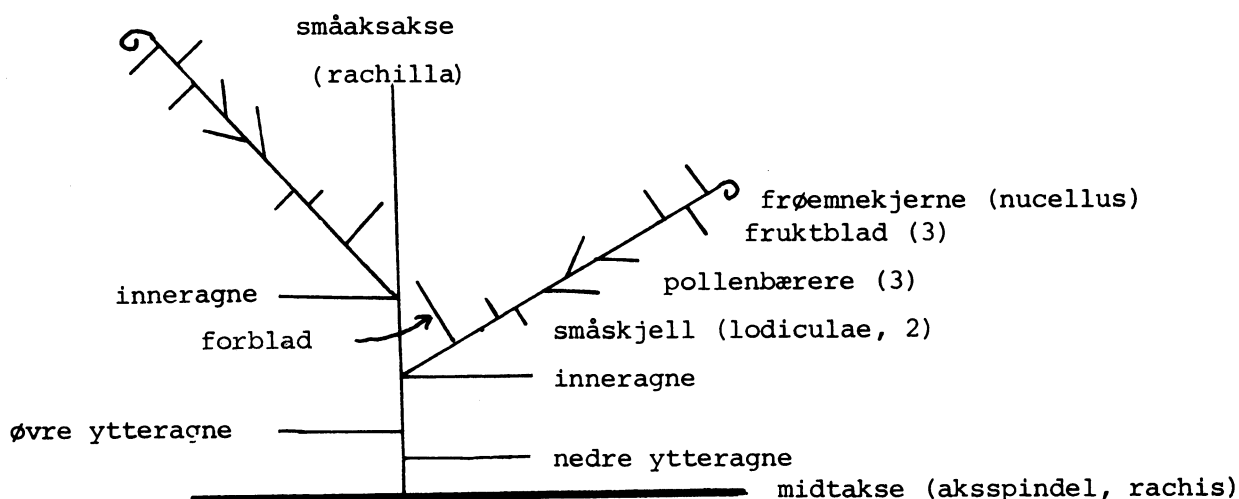
En fullstendig blomst hos gras består av støvveg og tre støvbærere som er omsluttet av to slireaktige blad, inneragne og forblad. Støvvegen er bygd opp av ett fruktblad med ett frøemne. Når en enkelt blomst eller en gruppe på to til flere blomster er omsluttet av to reduserte blad, ytteragnene, får en et småaks. Hos enkelte gras kan en eller begge ytteragnene være sterk redusert og tildels mangle.

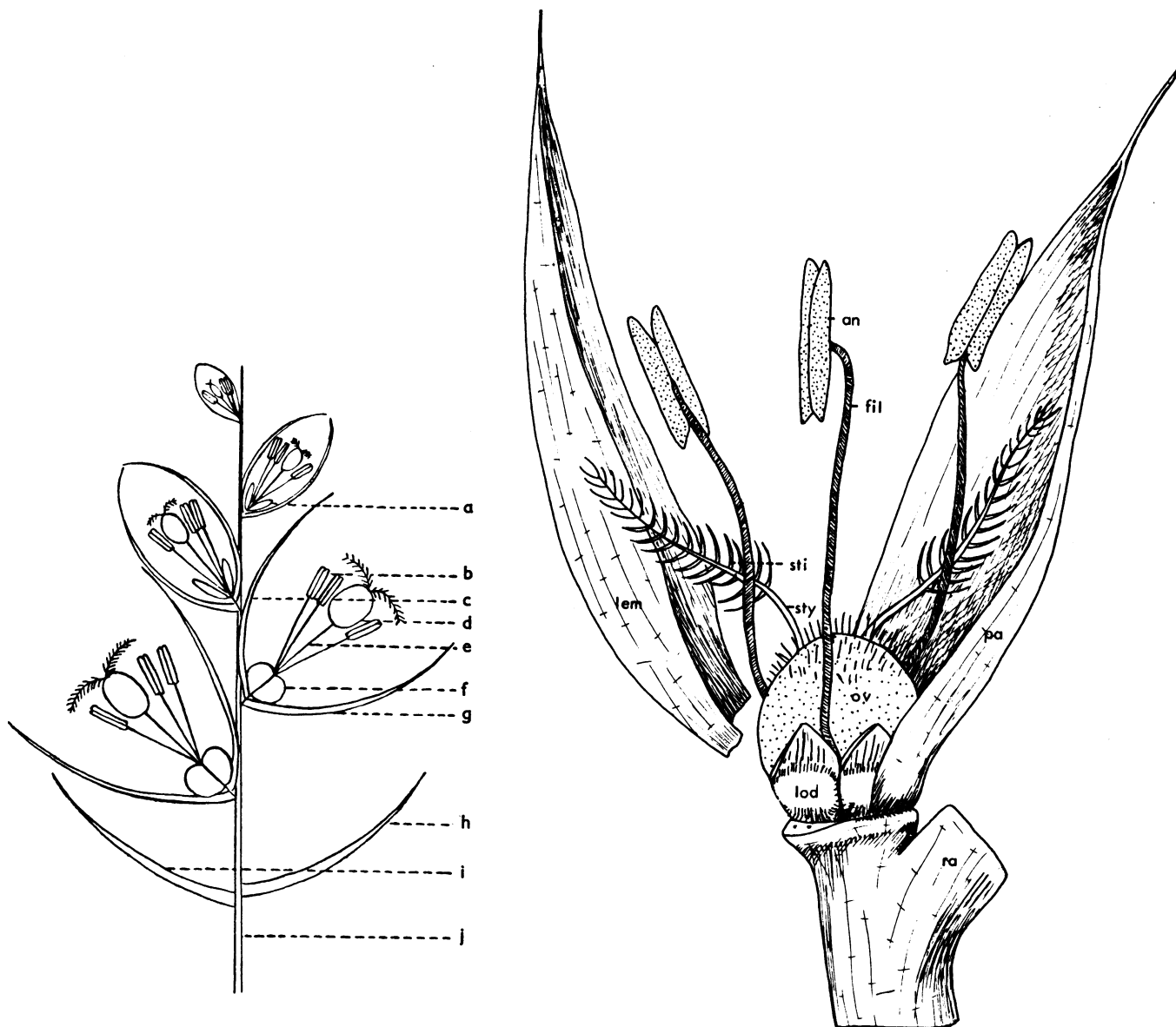
Småakset er enheten i blomsterstanden, og ytteragnene avgrenser det. Blomsten er enheten i småakset, og den er avgrenset av inneragne og forblad (fig. 76).

Blomsten eller blomstene i et småaks utvikles på en enkel ugreina akse, småaks-aksen (rachilla). Den finnes innenfor småakset og kan betraktes som en sidegrein til hovedaksen (aksspindelen, rachis) hos grasarter med aks. Hos arter med greinet blomsterstand er småaks-aksen en forlenging av sidegreina (stilken) som småakset er festet til terminalt. Men også her ligger aksen innenfor småakset.

Småaksa er samlet i en blomsterstand som kan være meget ulik hos forskjellige grasarter. Figur 77 viser de tre hovedtypene aks, dusk og topp, samt forskjellige typer av topp.

Som nevnt er småakset enheten i blomsterstanden, og blomsten er enheten i småakset. Blomstene er sideskudd på stengelen (aksen) i småakset (rachilla), og skjematisk kan oppbyggingen av et småaks med blomster illustreres som vist nedenfor. (Skjelvåg 1974).





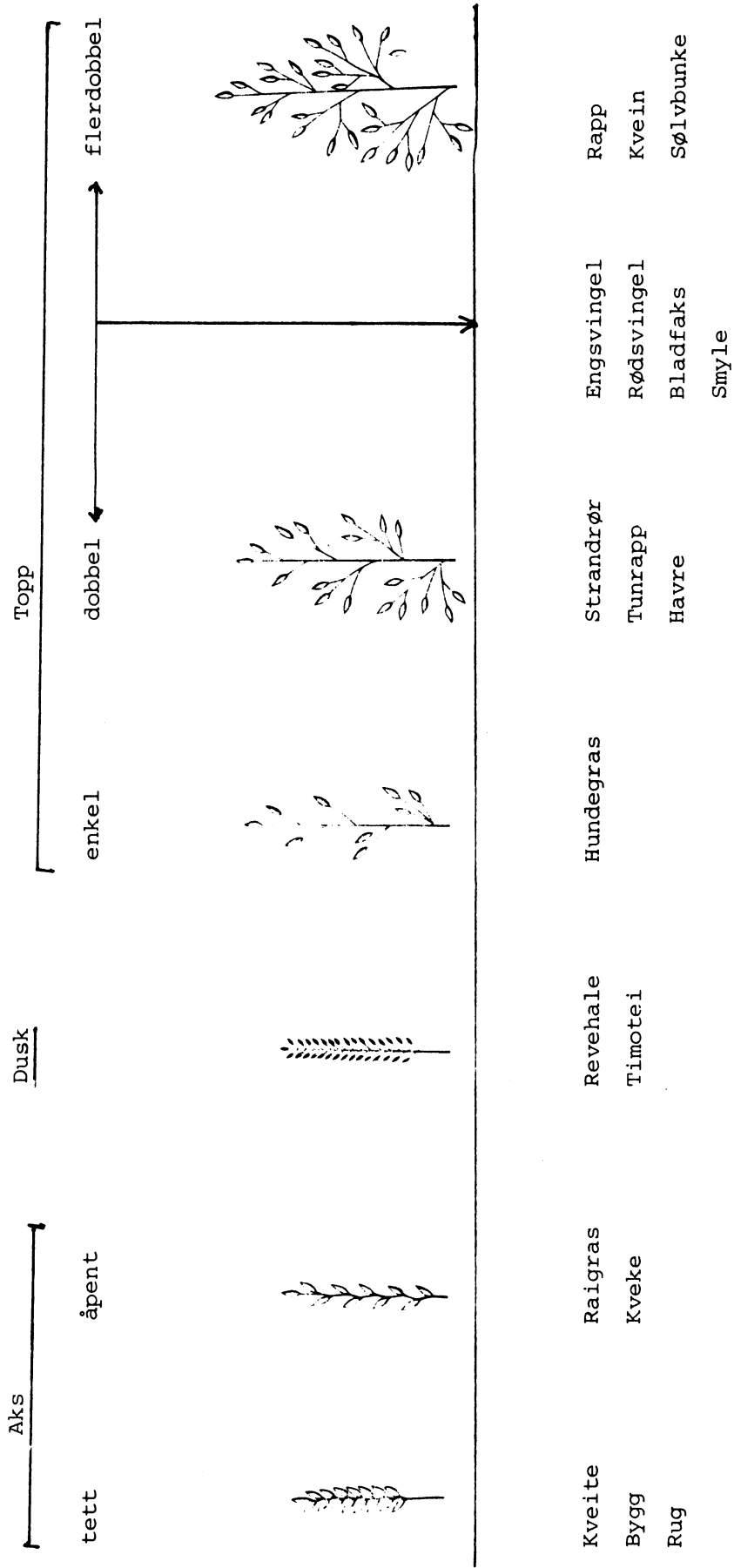
Figur 76 . Småaks og blomst hos gras (se også Skjelvåg 1974, s. 91-97).

Småakset til venstre:

- a: inneragne
- b: pollenknapper
- c: forblad(øvre inneragne)
- d: fruktknute med arr
- e: blomsterakse
- f: lodiculæ
- g: inneragne
- h: øvre ytteragne
- i: nedre ytteragne
- j: småaks-akse (rachilla)

Blomsten til høyre:

- an: pollenknapp
- fil: pollentråd
- sti: arr
- sty: griffel
- pa : forblad(øvre inneragne)
- lem: inneragne
- lod: lodiculæ
- ov : fruktknute
- ra : småaks-akse (rachilla)



Figur 77. Skjematisk framstilling av blomsterstanden hos forskjellige grasarter.

Antall blomster i småkset varierer mye fra art til art, og også innenfor den enkelte grasart er det en viss variasjon. Nedenfor er gitt en oversikt over blomsterstander og antall blomster i småkset hos noen vanlige gras. Se også figur 77 - 85.

Aksgras

Disse har sittende småaks som vi finner det hos raigras og kveke, samt hos kornartene unntatt havre.

Flerårig raigras har 6-8 blomster pr. småaks. Småaksa er ca. 1 cm lange og sitter i to motstilte rader med kanten vendt mot aksens. Nedre ytteragene finst oftest bare på toppsmåkset.

Kveke har 3-5 blomster pr. småaks. Småaksa sitter i to motstilte rader med flatsida vendt mot aksens. Pollenknappen er 5-6 mm. Ytteragnene er jamstore og smalere enn inneragne og forblad.

Bygg har en blomst pr. småaks, og småaksa sitter i grupper på tre og tre, vekselvis oppetter aksens. Hos 2-rads bygg er bare den midtre blomsten i hver gruppe fertil, og derfor får en bare to rekker korn, i motsetning til hos 6-rads bygg. Ytteragnene er smale, ca 1 mm. De sterile blomstene i siderekken hos 2-rads bygg har bare ytteragner og forblad, som er sterkt redusert.

Kveite har 2-4 (5) blomster pr. småaks. Småaksa sitter vekselvis på hver side oppetter aksens med flatsida mot denne.

Rug har som regel 2 blomster pr. småaks. Småaksa sitter vekselvis på hver side av aksens med flatsida mot denne.

Duskgras

Hos duskgrasa sitter småaksa på korte stilker langs aksens.

Timotei har enblomstra småaks som tilsynelatende er sittende som hos aksgras. Dette kommer av at den korte stilken som småkset sitter på, er vokst sammen med aksens. Timotei har strihåra ytteragner med brodd, og de blir sittende igjen når småkset faller av.

Engrevehale har en mjuk, smal dusk med enblomstra småaks. Ytteragnene er uten brodd og mjukt kvithåra, og de faller av sammen med småakset. Inneragna har knebøyd snerp.

Toppgras

Hos disse sitter småaksa i enden av greiner som kan være mer eller mindre greinet.

Hundegras har som regel enkel topp med 2-5 blomster pr. småaks. Småaksa som er ca. 6 mm lange, sitter i noe ensidige knipper. Ytteragnene er sylspisse, og inneragna har kort snerp, ca. 1,5 mm. Forbladet er omtrent så langt som inneragna eller litt kortere.

Strandrøyr har dobbelgreina sammenknepen topp som likner en dusk. Den har grønne til fiolette enblomstra småaks som sitter på korte stilker og vender til samme side. Ytteragnene er store og grønnkvite, og de er lengre enn inneragne og forblad som er blanke og bruskaktige.

Havre har en dobbelgreina åpen topp som kalles risle. Den har 2-3 blomster i småaksa.

Engsvingel har dobbel til flerdobbel greina topp, avhengig av plassen i toppen. Småaksa har 5-10 blomster, og agnene ligger som et tett taktekke. Inneragnen er vanligvis uten brodd.

Rødsvingel har dobbel til flerdobbel greina topp. Småaksa er til vanlig rødfiolette, sjeldnere grønne, og de har 5-10 blomster. Inneragna har 2 mm lang snerp.

Bladfaks har dobbel til flerdobbel greina utbredt topp med 6-10-blomstra 2 cm lange småaks. Agnene som er uten snerp, danner et tett taktekke. Inneragna har flat eller noe skarp rygg.

Smyle har dobbel til flerdobbel greina topp med 2 (3) blomstra småaks. Ytteragnene er kortere enn småakset.

Rappartene har som regel flerdobbel greina topp som varierer i utseende mellom forskjellige arter. Engrapp har småaks med fra 2 til flere blomster og med taklagte agner uten snerp.

Ytteragnene er kortere enn småkset, og nedre ytteragne er kort og brei uten brodd.

Kvein har flerdobbel greina topp med enblomstra småaks. Ytteragnene er smale og spisse. Inneragna er uten snerp, og både denne og forbladet er fine og hinnetynne.

Sølvbunke har flerdobbel greina åpen topp med 2 (?) blomstra småaks. Ytteragnene er jamstore og mørke på ryggen, ellers blanke og hinnetynne. Inneragne og forblad er blanke, og inneragnene er kortere enn småkset.

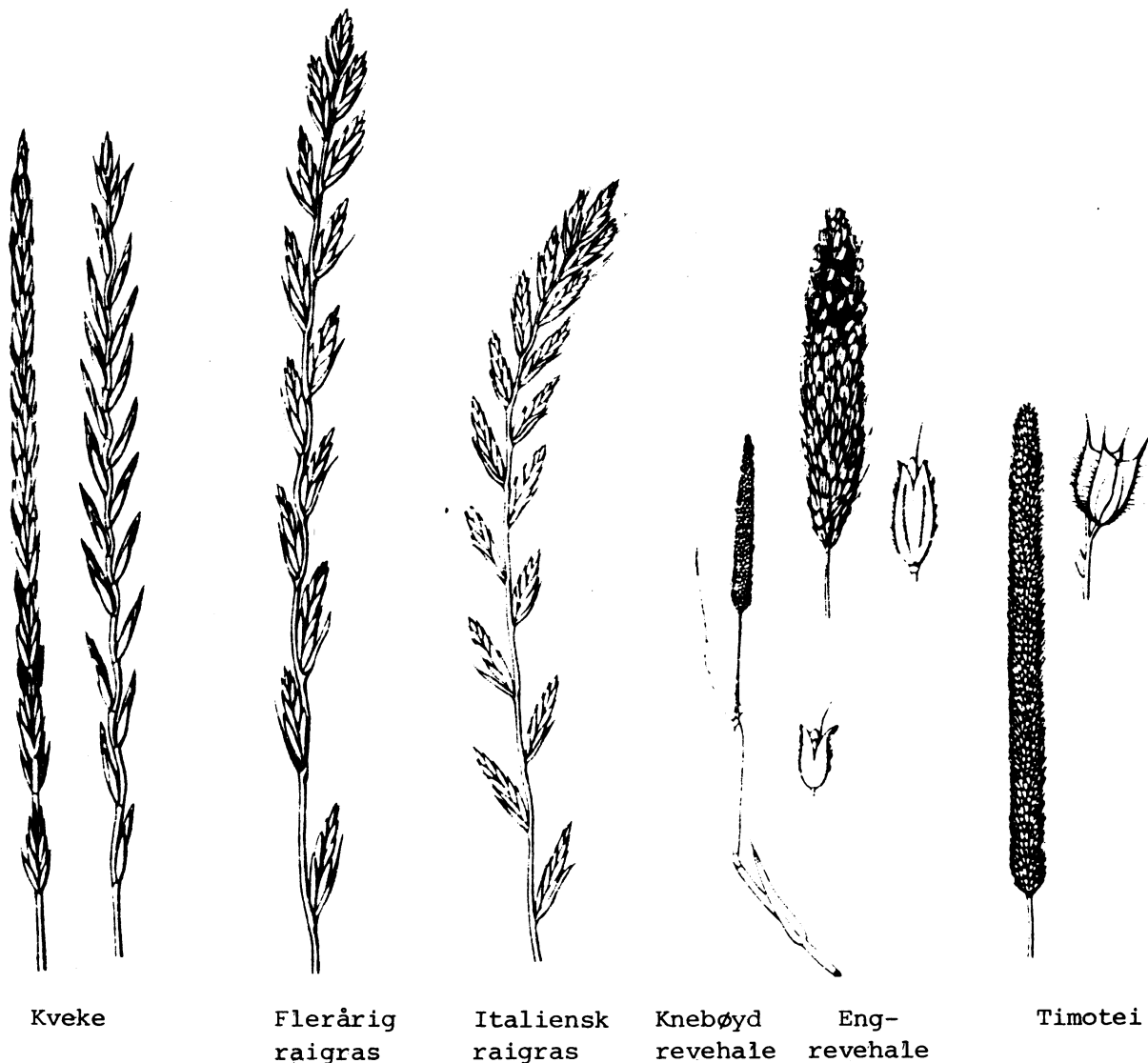
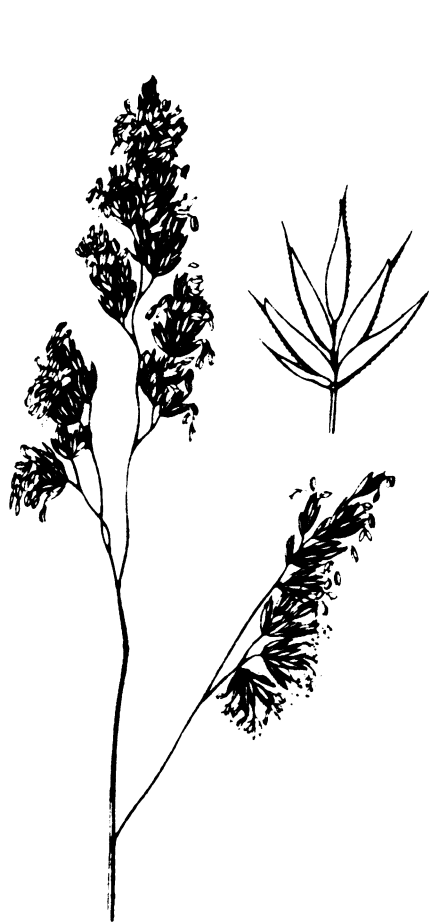


Fig. 78 Toppen hos noen grasarter (Klapp 1978).



Hundegras



Strandrøyr



Engsvingel

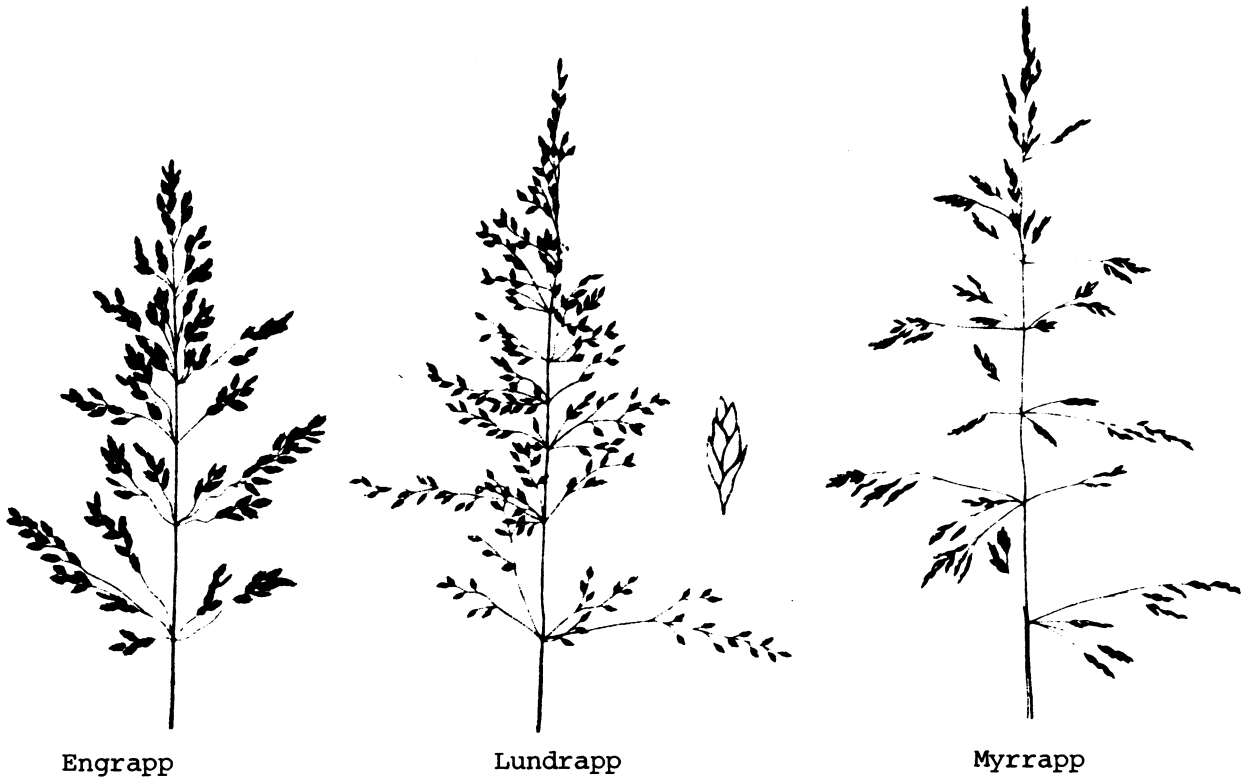


Sauesvingel



Tunrapp

Fig. 79 Toppen hos noen grasarter (Klapp 1978)



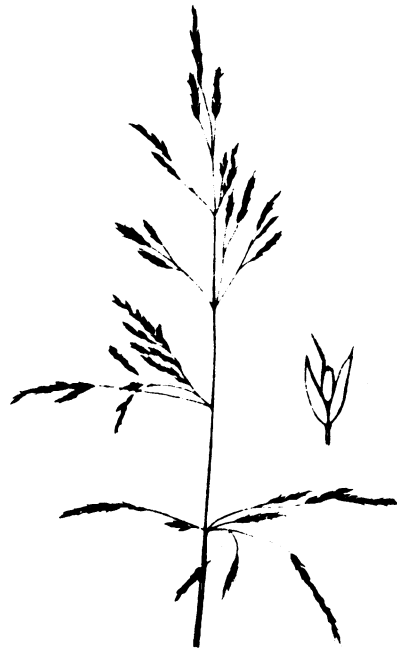
Engrapp

Lundrapp

Myrrapp



Engkvein



Hundekvein

Fig. 80 Toppen hos noen grasarter (Klapp 1978).



Rødsvingel



Bladfaks

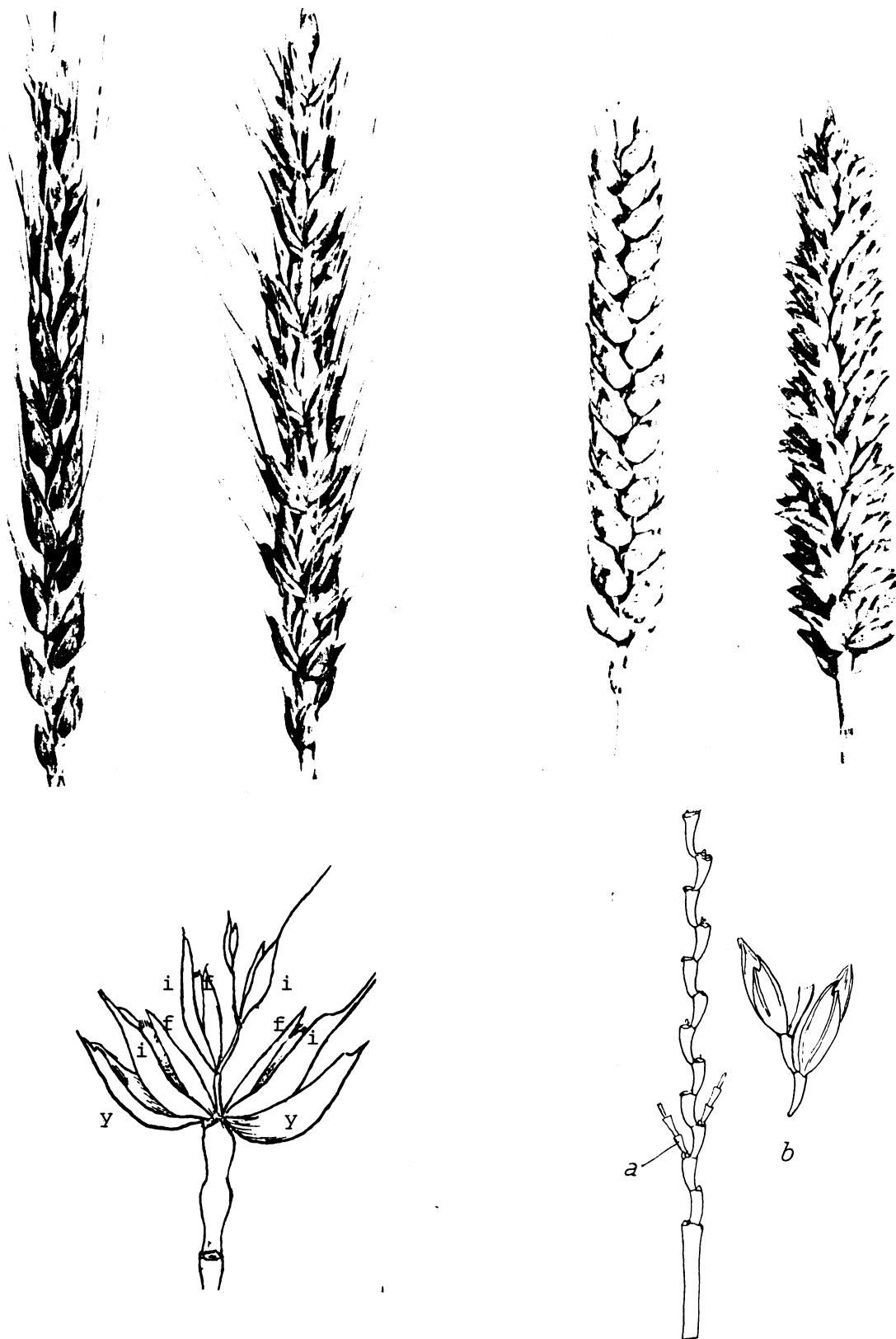


Smylebunke

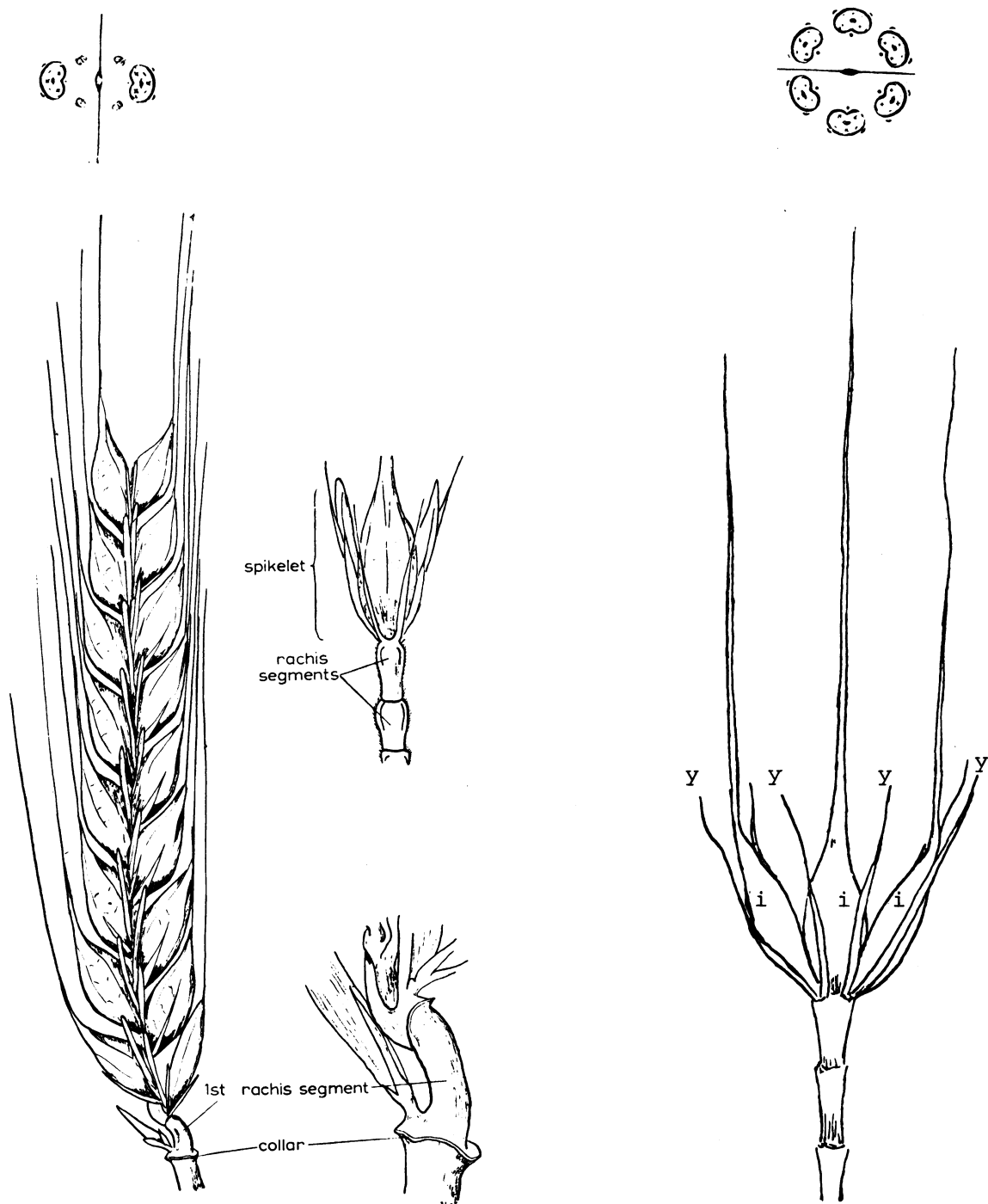


Søvbunke

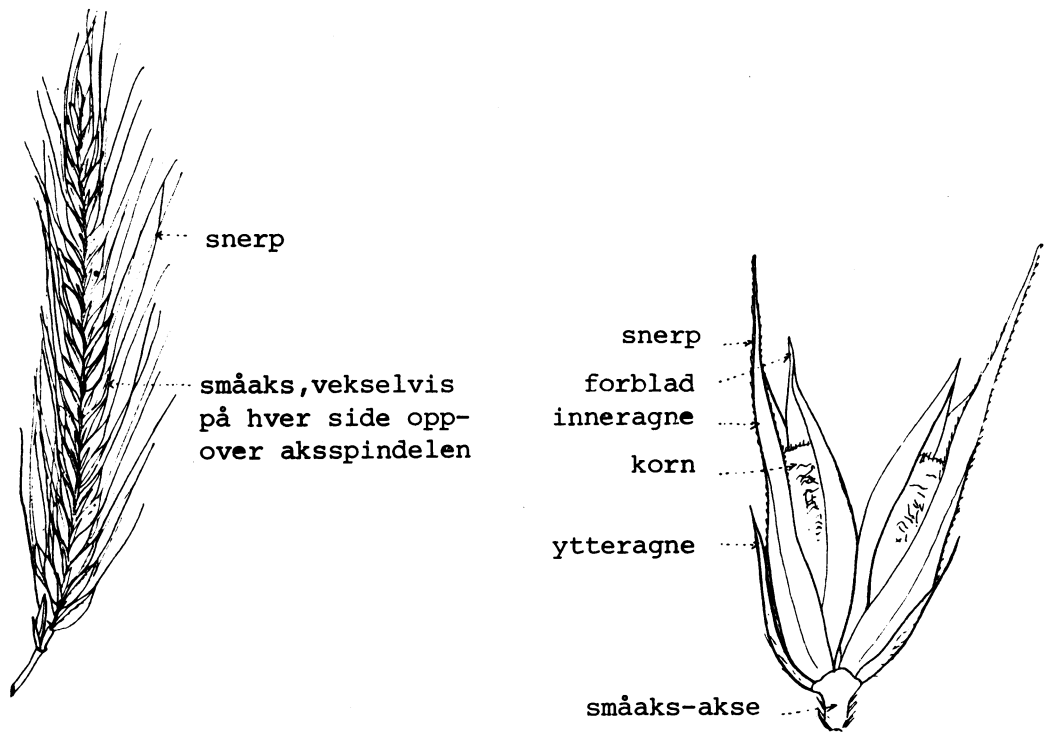
Fig. 81 Toppen hos noen grasarter. (Klapp 1978)



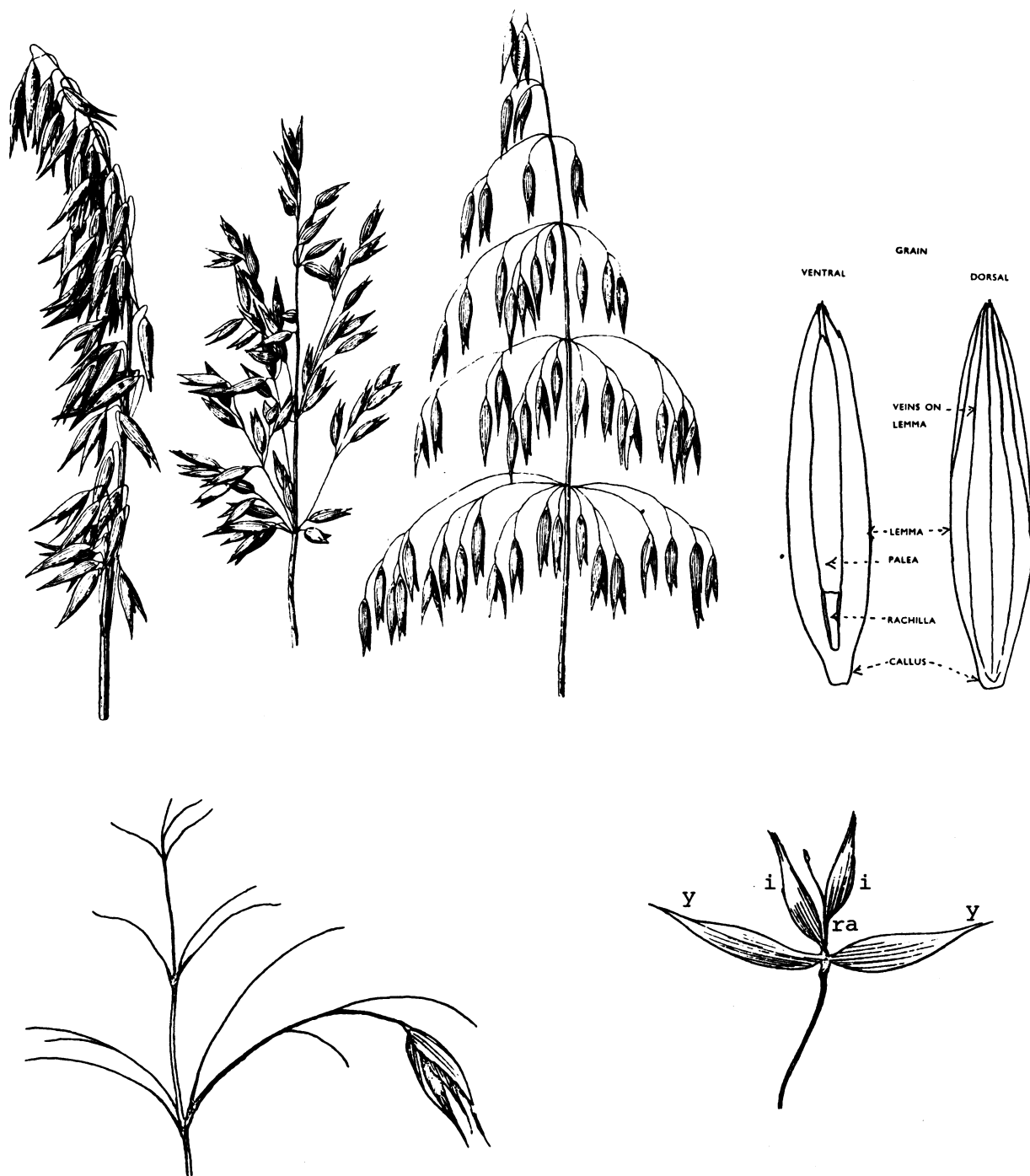
Figur 82. Side og front av kveiteaks med og uten snerp(oppe). Nede til venstre: småaks med 5 blomster, det vanlige er 2-4. y=ytteranger, i=inneragne på noen av blomstene, f=forblad. Til høyre: aks-spindelen med leddknuter og internodier. Det sitter et småaks ved hver leddknute vekselvis på hver side oppover. Blomstene i hvert småaks sitter på småaks-aksen, rachilla(a). Over b er vist en del av aksspindelen der det sitter 2 småaks.



Figur 83 . Aks av toradett bygg (til venstre) og småaks av seksradett bygg (til høyre). i: inneragne med snerp, y: ytteragner. Småakset (spikelet) har én blomst, og småaksene sitter i grupper på tre og tre, vekselvis oppetter aksspindelen (hovedaksen, rachis). Hos toradett bygg er bare den midtre blomsten i hver gruppe fertil, og derfor får en bare to rekker korn, i motsetning til hos seksradett bygg. Se tverrsnittene øverst. Ytteragnene er smale, ca. 1mm. De sterile blomstene i siderekken hos toradett bygg har bare ytteragner, inneragne og forblad som er sterkt redusert.



Figur 84. Aks (til venstre) og småaks (til høyre) hos rug. Småakset har som regel to blomster, og de vanlige sortene hos oss har sneerp på inneragnen. Siden småaksene har to korn og sitter vekselvis på hver side av aksspindelen (hovedaksen, rachis), får akset et firkantet tverrsnitt.



Figur 85. Blomsterstanden hos havre er en risle som kan være meget forskjellig hos forskjellige sorter. I motsetning til akset, som har sittende småaks, sitter småaksene hos havre i enden av en stilk som kan være en primær, sekundær eller tertiær grein fra hovedaksen. Greinene på hovedaksen er ordnet i 5-7 kranser over hverandre, og de avtar i lengde oppover. Det er 2-3 blomster pr. småaks, og disse sitter på småaksaksen (rachilla). Oppe til høyre: veins on lemma = nerver på inneragne, palea = forblad. Nedenfor: y = ytteragner, i = inneragne på to blomster, ra = rachilla = småaksakse.

11. Oppbygging og vekst hos andre økonomisk viktige organer.

a. Rotvekster

Rotvekster finner en bare hos arter med to frøblad, dvs. planter med hovedrot og siderøtter. Det er imidlertid ikke alltid rota alene som lager det økonomisk viktige organet. Også den hypokotyle stengel og tildels også den epikotyle stengel kan være med i utformingen av rotfrukten, men i forskjellig grad hos ulike arter.

Kålrot (nepe, reddik)

I figur 86 er vist en korsblomstra frøplante og hvordan de forskjellige delene av denne utvikler seg til en kålrot. Det er også vist tverrsnitt og lengdesnitt for å illustrere den indre oppbygging. Ved hjelp av figuren og plantemateriale skal en finne fram til følgende morfologiske og anatomiske egenskaper.

A. Utenpå kålrota finner en

1. Bladarr på den epikotyle stengel (rothalsen)
2. Glatt del nedenfor (hypokotyl stengel)
3. Rotdel med siderøtter (fra frørota)

B. Skjær kålrota på langs gjennom rothalsen og finn

4. Rothalsen med marg (epikotyl)
5. Hypokotyl med vedvev
6. Rotdelen med vedvev

C. Skjær rothalsen på tvers og finn

7. Bark, silvev, vedvev og marg (som i formargkål og knutekål).

D. Skjær den hypokotyle stengel og rotdelen på tvers og finn

8. Vedvev, kambium, silvev, bark, spredte ledningsstrenger i vedvevet (øyer).

Som det går fram, er det vedparenkym som dominerer i kålrota, og det samme vil en finne hos andre rotvekster av Brassica-slekten (nepe, reddik). Det er imidlertid store forskjeller i utvikling av rot del og hypokotyl stengel (fig. 87-89). Fig. 90 viser skjematisk differensiering av forskjellige vev i en rot (Lorenzen 1972), og i figur 91 er gitt nærmere beskrivelse av hvordan disse rotfruktene vokser i tykkelse.

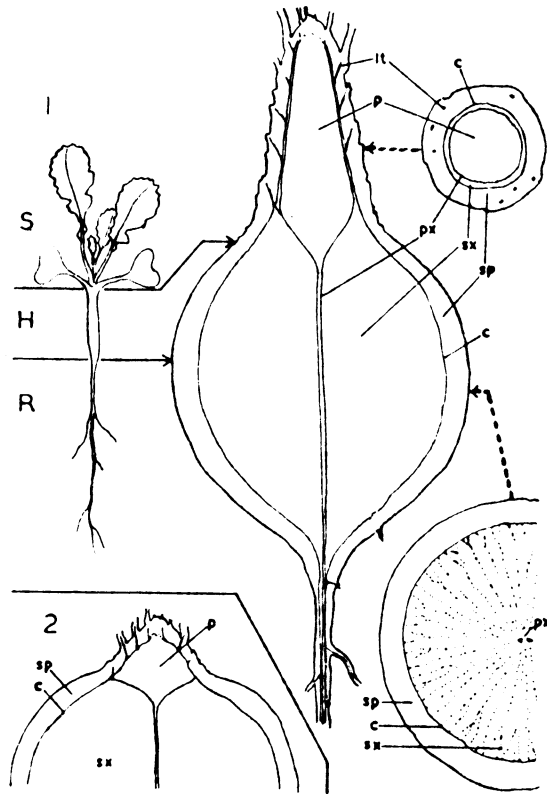


Fig. 86. Kålrot. 1. Frøplante med frøblad og 3-4 varige blad. S: epikotyl stengel med blad, H: hypokotyl, R: kimrot. Til høyre: lengde- og tverrsnitt av kålrot: c: kambium, lt: bladarr, p: marg, px: primær ved, sp: sekundær sil og bark, sx: sekundær ved. 2. Snitt gjennom øvre del av nepe som har kortere hals. Bokstavene betyr det samme som ovenfor. (Gill & Vear 1958)

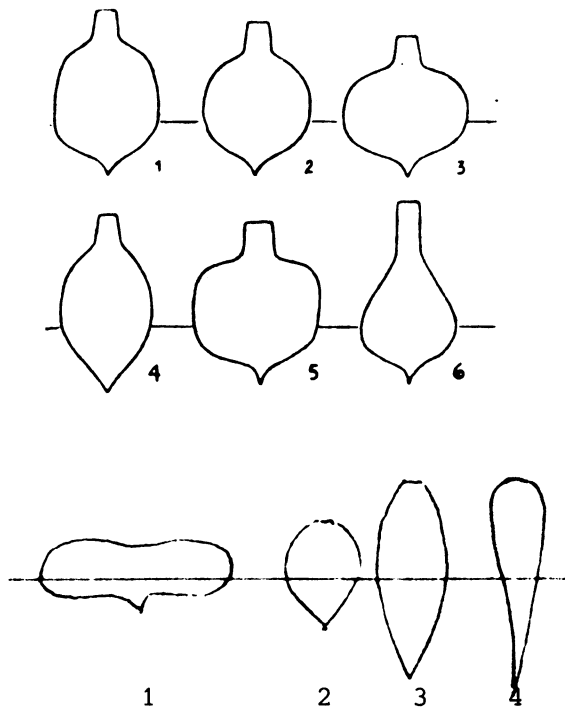


Fig. 88. Typer av nepe. 1 Kvit mai, 2 Foll og Dales hybrid, 4 Yellow tankard, 5 Fynsk bortfelder.

Fig.87(til venstre). Typer av kålrot. 1 og 2 vanlig for Bangholm, 2 og 3 Wilhelsburger, 2 Gry.

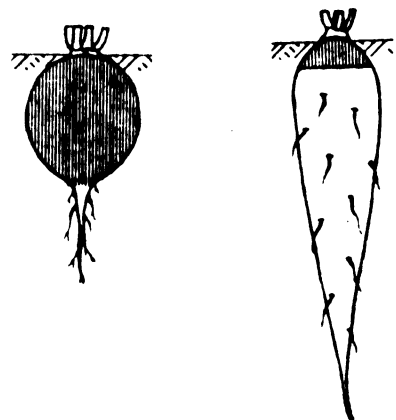


Fig. 89. Månedsreddik til venstre (hypokotyl) og vinterreddik til høyre (rot)

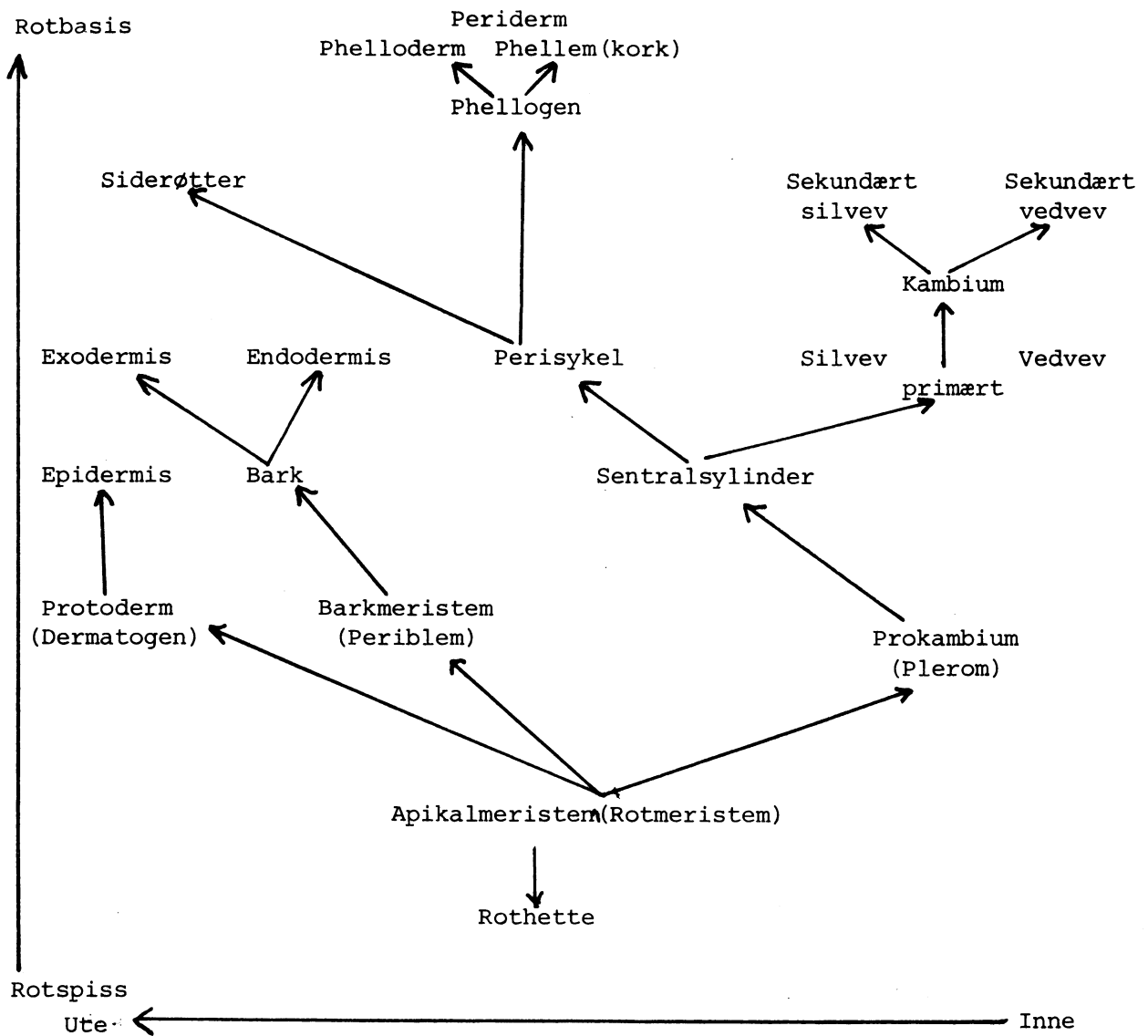
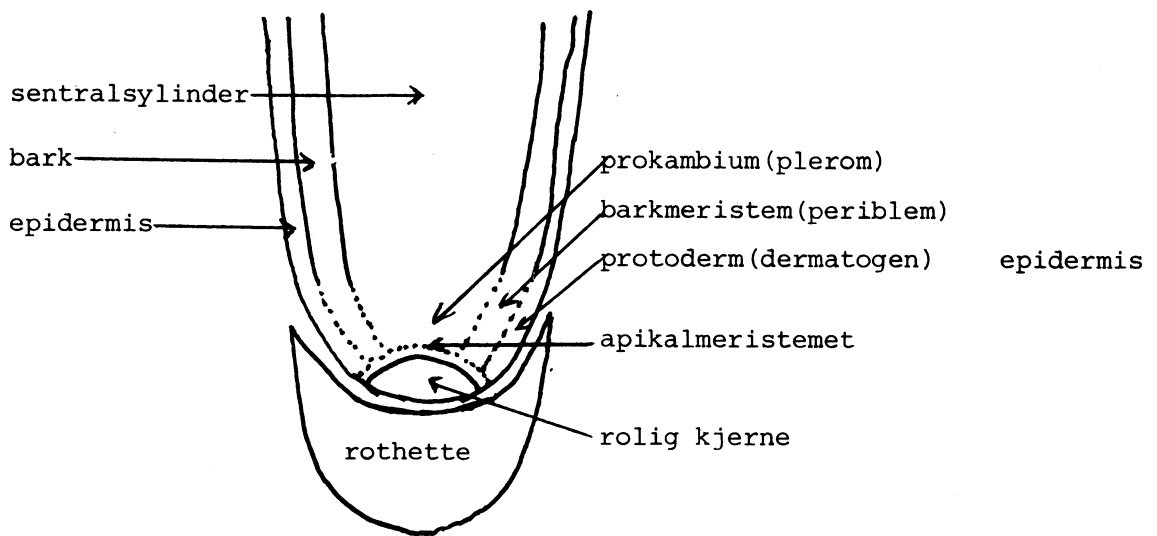
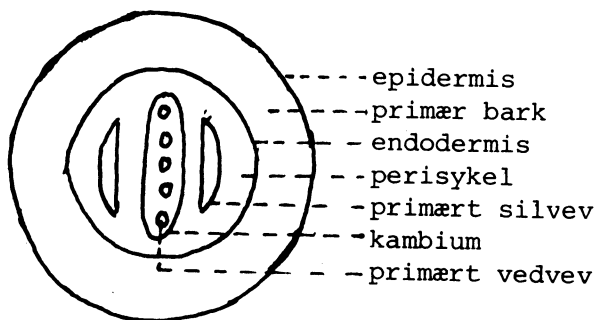
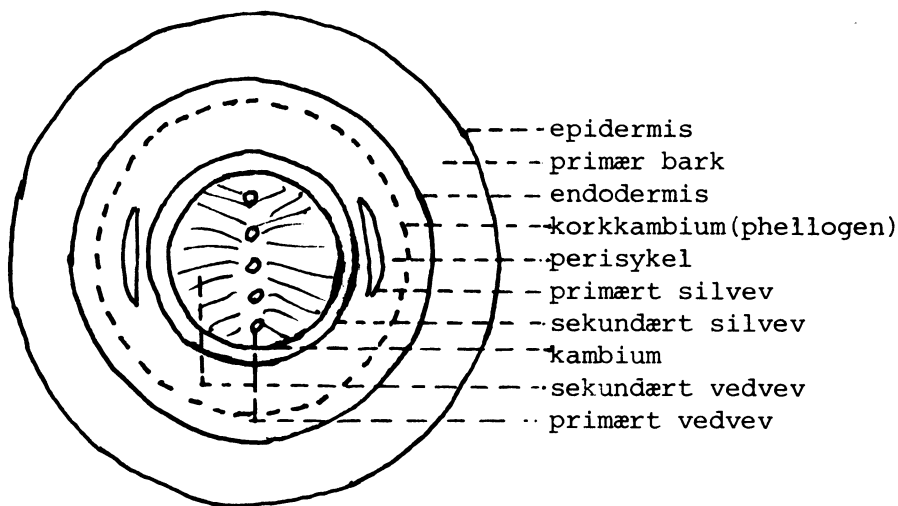


Fig. 90. Opphavsvev i røtter (Lorenzen 1971)

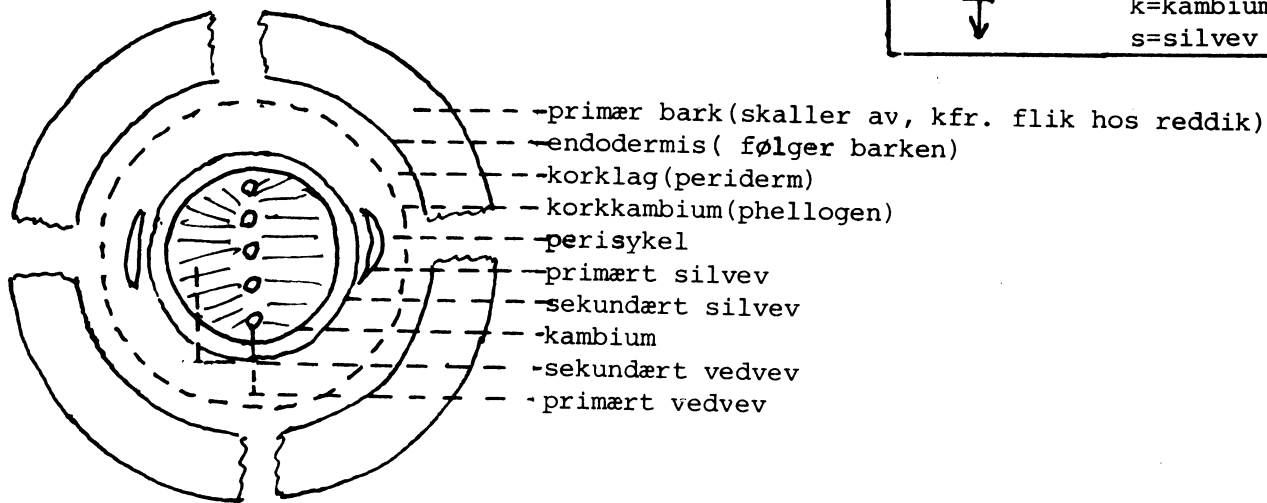
Fig. 91. Skjematisk framstilling av tykkelsevekst hos rotvekster.



- epidermis
- primær bark
- endodermis
- perisykel
- primært silvev
- kambium
- primært vedvev



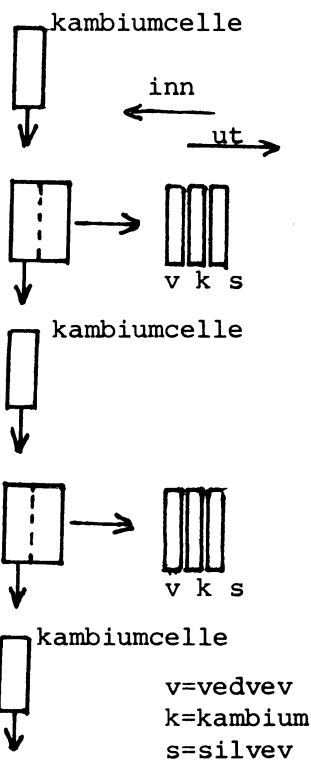
- epidermis
- primær bark
- endodermis
- korkkambium (phellogen)
- perisykel
- primært silvev
- sekundært silvev
- kambium
- sekundært vedvev
- primært vedvev



- primær bark (skaller av, kfr. flik hos reddik)
- endodermis (følger barken)
- korklag (periderm)
- korkkambium (phellogen)
- perisykel
- primært silvev
- sekundært silvev
- kambium
- sekundært vedvev
- primært vedvev

Konsentriske ringer hos bete, jfr. fig. 97.

sekundær tykkelsevekst tar til som vanlig, deretter dannes det i perisykel et nytt kambium, og vedvevet fra dette ligger i en ring rundt silvevet fra det første kambiet. Dette gjentar seg 8-9 ganger, og det ytterste kambiet er yngst. Mellom de konsentriske ringene med silvev utover og vedvev innover er det parenkym (forrådsvev). Delingsprosessen kan illustreres slik:



Gulrot (pastinakk, rotpersille, selleri, sikorirot)

Gulrota er hovedsakelig utviklet fra primærrota (frørota). En mindre del stammer fra den hypokotyle stengelen, mens den epikotyle stengelen der bladene er festet, bare utgjør en ubetydelig del (fig. 92-94). Tilsvarende utvikling finnes hos andre skjermplanter som pastinakk og rotpersille, mens det hos sellerirot er mye mer fra den epikotyle stengelen (fig. 95).

Tykkelsesveksten foregår i prinsippet på samme måte som hos kålrot. Det meste av vedvevet som avsettes av kambiet innover, består av vedparenkym og margstråleceller med tynne vegger. Vedrørene utgjør bare en liten del, og de ligger ordnet i radiære rekker med vedparenkym og margstråleceller imellom. Silvevet som avsettes av kambiet utover, er silrør, følgeceller og silparenkym. Ved å bryte det ytre lag (sildelen) fra det indre (veddelen), kan en på overflaten av sildelen se vedrør og vedparenkym som et kvitt nettverk. Tilsvarende nettverk finnes også der sildelen ligger inn til kambiet.

Siderøttene hos frøplanterota ligger i fire rekker midt mellom de primære silvevsstrengene og endene av den primære vedvevstrengen. Vedrør som går til siderøtter, må passere gjennom sildelen i primærrota. Kambiet i primærrota tøyer seg da ut omkring dette sporet og avsetter nye vedrør etter hvert som gulrota vokser i tykkelse. De gamle finnes ofte som spiraler etter å ha vært strukket og revet av på grunn av tykkelsesveksten. På overflaten ender de nye som et øye der det er vekstvev som gir opphav til nye siderøtter i andre leveåret. Under svært fuktige forhold og ved stokkløping blir siderøttene utviklet alt i såringsåret (skjegget gulrot).

Med utgangspunkt i figur 92-94 og plantemateriale skal en undersøke gulrot på samme måte som for kålrot.

A. Studer rota utenpå og finn

1. Bladfeste (epikotyl)
2. Glatt del (hypokotyl)
3. Rotdel (med øyer)

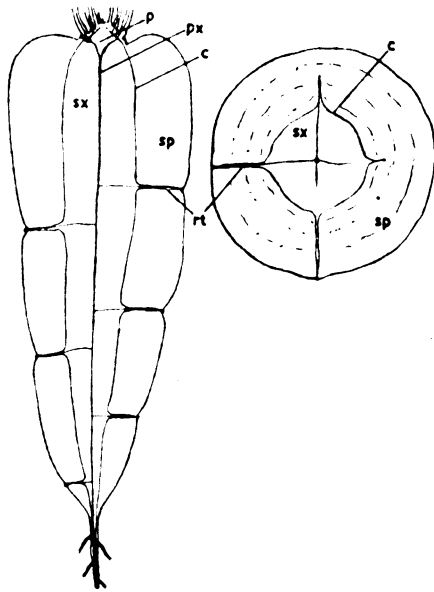


Fig. 92. Lengdesnitt og tverrsnitt av gulrot. c: kambium, p: marg, px: primær ved, rt: rotspor, sp: sekundær sil, sx: sekundær ved (Gill & Vear 1958).

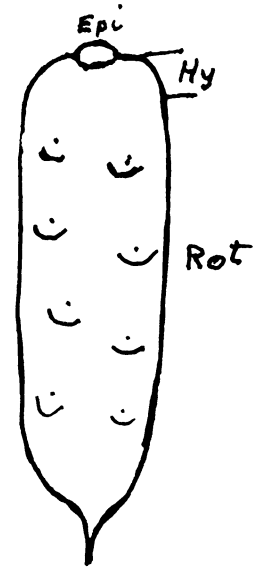


Fig. 93. Skisse av gulrot. Antyder hvor mye som er laget fra den epikotyle og hypokotyle stengel, og fra primærrota.

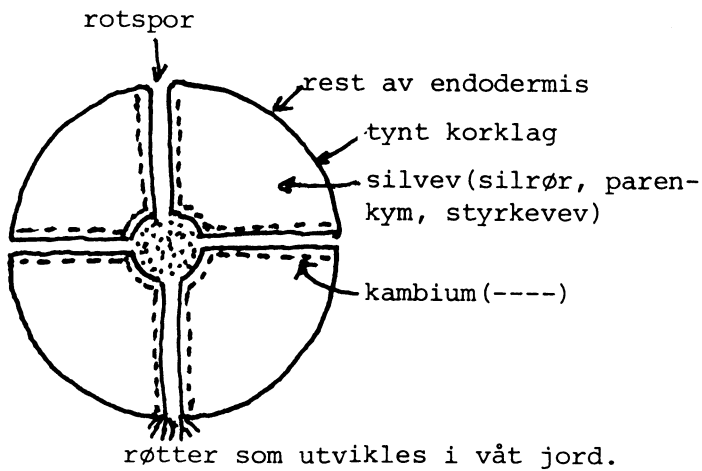


Fig. 94. Skjematisk tverrsnitt av gulrot. Det er fire rekker røtter som dannes fra pericykel. I sentrum sekundær vedvev med spredte vedrør. I de fire rotsporene kan en finne spiraler av vedrør som er sprenget av rotas vekst.

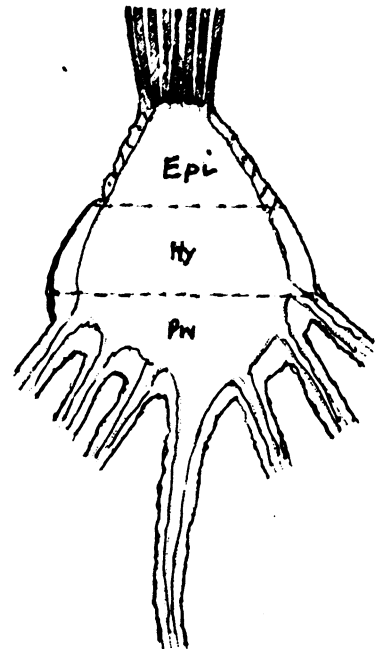


Fig. 95. Sellerirot. De tre opphavsdelene utgjør omtrent like mye av den voksne knollen. (Rauh 1950)

- B. Skjær gulrota på tvers og finn
4. Veddelen med vedrør som er ordnet radiært.
 5. Kambiet
 6. Sildelen med silrør (ytterst) som er ordnet radiært.
 7. Oljekanaler
- C. Skjær av en ring på ca. 1 cm og bryt sildelen fra veddelen og finn
8. Fire rotspor
 9. Nettverk på ved- og sildelen mot kambiet.

Skjerimplantene har oljekanaler i sildelen. De er omgitt av kjertelceller som produserer eteriske oljer (terpener). Ytterst er de langstrakte på grunn av rotas vekst. Fettløselige sprøytemidler kan bli opptatt i kanalene, men skraping av røttene fjerner disse stoffene. Sterk brunfarging av snittflater hos knollselleri skyldes oksydasjon av eteriske oljer.

Tilsvarende undersøkelser som for gulrot blir gjort med pastinakk og rotpersille, og en finner at hos disse tre artene utgjør sildelen en mye større del av rota enn hos korsblomstra rotvekster.

Gjennomskjæring av rotselleri viser et mer rotet utseende enn hos de andre, og den må helst reknes til vedvevsrøttene. Sikoriro (korgplante) er mer en silvevsrot.

Beter

Rotvekster av slekten Beta er sukkerbete, forbete og rødbete (fig. 98). Både av forbete og rødbete har en kvite, gule og røde sorter. Hos enkelte går fargen (betanin) inn i rotkjøttet (f.eks. hos rødbete), hos andre er fargen bare i skallet. Også hos bete er det opprinnelig fire rekker med siderøtter. Men da disse ligger nærmere endene av vedvevsstrengen, og den sekundære tykkelsesvekst hos bete er sterkest ut fra silvevsstrengene, blir to og to rekker presset sammen i hver sin rotfure. Hos utvikste røtter finner en derfor bare to rekker med siderøtter.

Typisk for betene er utvikling av konsentriske kambier etter at sekundære tykkelsesvekst har begynt. Disse kambieringene

har opprinnelse i pericykel, og selve prosessen er vist i fig. ^{9/} x .
De avsetter silvev utover og vedvev innover, og mellomrommet er fylt med parenkym (lagringsvev). Ved hjelp av plantemateriale og figur på side 96-97 skal en undersøke beteroetter.

A. Studer beterota utenpå og finn:

1. Bladarr (epikotyl)
2. Glatt del (hypokotyl)
3. Rotdel (med siderøtter)
4. Merk de to motstående rekker av siderøtter

B. Skjær rota på langs gjennom rotfurene.

C. Skjær rota på langs vinkelrett på første snitt

5. Merk ledningsstrengenes passasje fra røtter og blad

D. Skjær rota på tvers

6. Finn kambialringene og tell dem

E. Skjær en rødbete på tvers helt ute ved overgangen fra knoll til rot

7. Finn rest av primære vedrør (kvite ringer)

Sammendrag

<u>Vedvevsrøtter</u>	<u>Silvevsrøtter</u>	<u>Beterøtter</u>
kålrot (h+r+e)	gulrot (r)	forbete (h+r)
nepe "	pastinakk (r)	sukkerbete (r)
månedsreddik (h)	rotpersille (r)	rødbete (r+h)
vinterreddik (r+h)	sikorirot (r)	
rotselleri (e+h+r)		

r = rot del hos frøplanten

h = hypokotyl stengel

e = epikotyl stengel

Bokstavene viser hvilken del som utgjør mest av den utviklede rota.

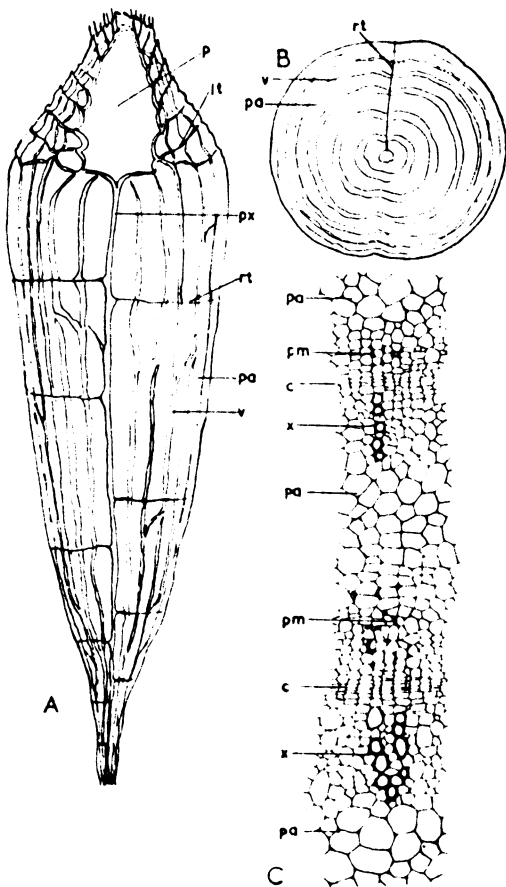


Fig. 96. Lengde- og tverrsnitt av beterot. c: kambium, lt: bladarr, p: marg, pa: parenkym, pm: silvev, px: primær ved tett omgitt av sekundær ved som er dannet av det første kambiet, rt: rotspor, v: ledningsstreng, x: vedev (Gill & Vear 1958)

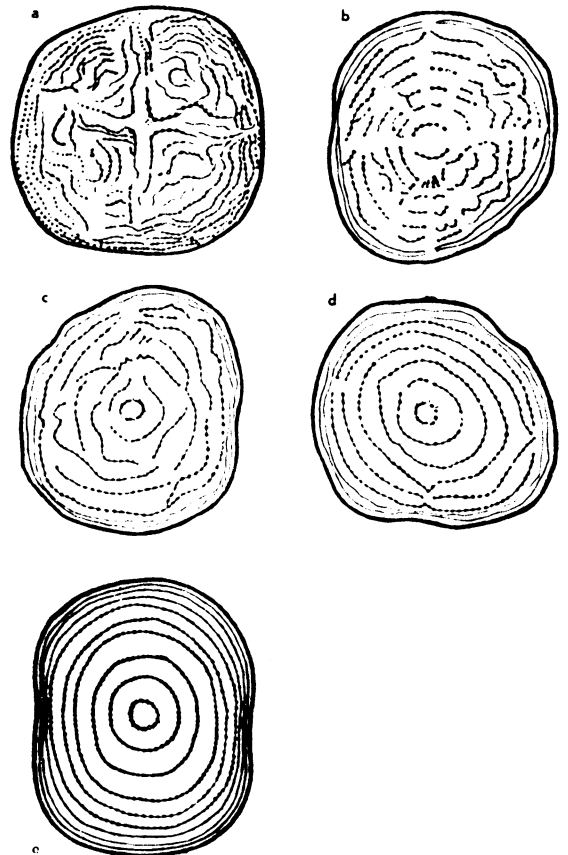


Fig. 96b. Tverrsnitt gjennom beterota. a: øvre, b: mellomste, c: nedre del av epikotyl stengel, d: overgang mellom epikotyl og hypokotyl, e: mellomste del av hypokotyl, (Osvald 1959).

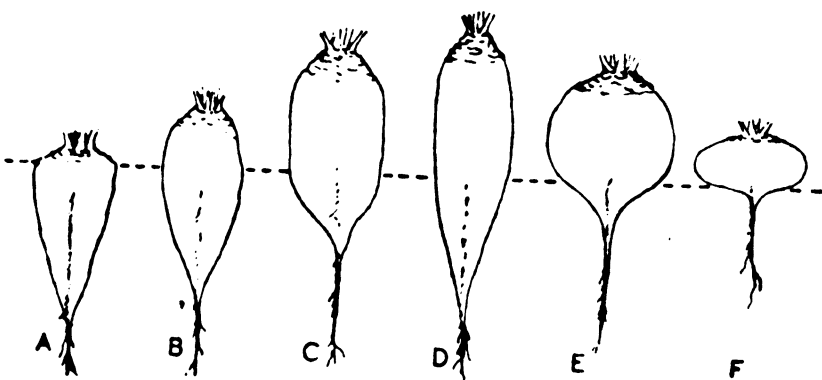


Fig. 98. Rotformer hos bete. A: sukkerbete, B: For sukkerbete, C: forbete og lange rødbeter, D og F: sjeldne former, E: rødbete. Den hypokotyle stengel overtar en større del av "beterota" fra venstre mot høyre (Gill & Vear 1958)

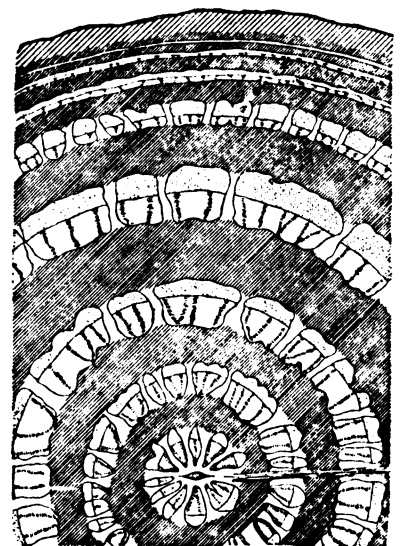


Fig. 97. Tverrsnitt av bete Parenkym (forrådsvev) skravert, ledningsvev kvitt (ved) eller prikket (sil, ytterst i hver ring) (Müller 1946)

b. Blad- og stengelvekster

Hos mange kulturvekster er det stengel og/eller blad som utgjør det økonomisk viktige produktet. Den viktigste av disse er gras, men ellers finst det andre forvekster som hører til her, f.eks. kløver, formargkål og forraps, og dessuten en rekke grønnsaker. Bladene og tildels stenglene har som primær oppgave å ta vare på mest mulig av solenergien, og når dette er gjort i kortere eller lengre tid, utgjør de mer eller mindre viktige produkter for mennesker og dyr.

Gras

En seksdel (15,6%) av alle kulturartene hører til grasfamilien. Her finner vi alle de viktige kornartene og dessuten enggras og viltvoksende grasarter. Meget viktige vekster i denne familien er også sukkerrøyr og bambus.

Frøet med endosperm og embryo er omtalt tidligere, og det samme gjelder spiringsmåte og funksjonen til frøbladet (skjoldbladet) og slirebladet (koleoptilen). Se figurer i tidligere avsnitt og i Skjelvåg (1974).

Med nysådd raigras som øvingsmateriale skal en finne: 1) frø, 2) frørøtter (antall), 3) kronrøtter, 4) slireblad, 5) første grønne blad.

Forklar mesokotyl-strekking (timotei, havre, mais) og epikotyl-strekking (bygg, kveite, rug) ved spiring.

Med eldre øvingsmaterialer skal en finne: 1) frørøtter, 2) kronrøtter fra hoved- og sideskudd, 3) blad på hovedskuddet (antall), 4) bladstilling i hoved- og sideskudd, 5) forblad til sideskudd.

Med samme plantematerialer skal en se nærmere på bladdanning og vekst hos blad og slire, røtter og rhizom. Dessuten skal en finne forskjellige stadier i utviklingen av stengelspissen, fra helt vegetativt til det er utviklet blomsterstand (jfr. fig. 27A-L og fig. 28-32). Stråstrekking følger oftest faseskiftet, men kan også skje i vegetative skudd. Undersøk hvilke internodier som strekker seg og studer leddknuten. Hos timotei vil en med høvelig materiale kunne finne haplocorm og proakse.

Kløver

I motsetning til kjernebelgvekstene (ert, bønne, vikke, soya, jordnøtt) har engbelgvekstene små frø, og det er de vegetative plantedelene som har økonomisk betydning. I andre land er det flere arter av slektene *Medicago*, *Melilotus*, *Trifolium*, *Lespedeza* og *Lotus* som er aktuelle, mens det hos oss vesentlig er rødkløver, kvitkløver og alsikekløver som er på tale. Også blålusern har interesse, og i de seinere år har tiriltunge vært prøvd som et alternativ. Disse vekstene har fått økt interesse fordi de samler luftnitrogen ved hjelp av bakterier på røttene. En skal her se på enkelte trekk ved de tre kløverartene.

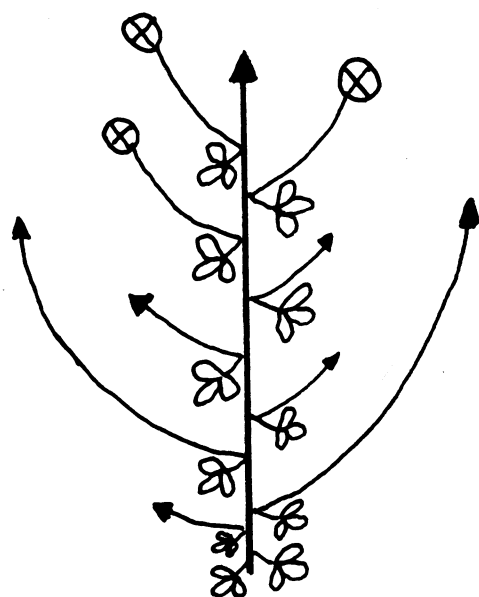
Blomsterstand, blomst, frø og spiring er omtalt tidligere. Hos alle engbelgvekster er det et enkelt blad (spadebladet), som først vokser fram etter frøbladene. Etter dette kommer det sammensatte blad, hos kløver trekobla (fig. 100, A). Frøplanten utvikler en pølerot som hos den voksne planten kan gå langt ned i jorda, særlig hos rødkløver (og luserne).

På et tidlig stadium kan rødkløver kjennes fra de to andre ved at bladstilker og blad er håret. Dette gjelder også spadebladet. Frøplantene hos kvit- og alsikekløver er nokså like å se til, men seinere utvikler kvitkløver overjordiske utløpere (stoloner). Både rød- og kvitkløver kan ha et hesteskoformet lyst merke på bladene, noe som en ikke finner hos alsikekløver.

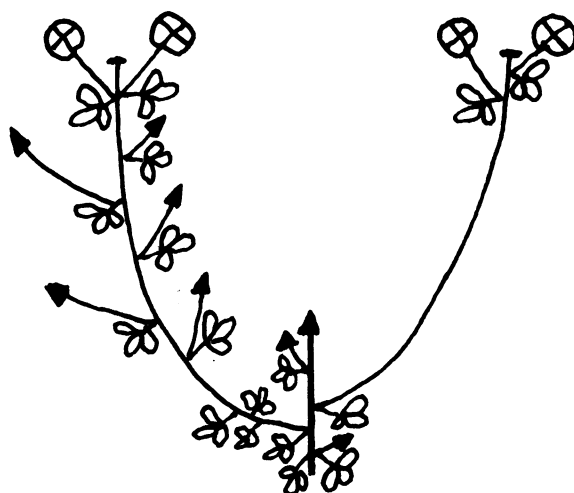
Hos rødkløver (*Trifolium pratense*) skjer det ingen strekning hos hovedaksen (fig. 100). I såingsåret kommer mange bladstilker med blad fram fra knoppene på den meget korte stengelen, og sideknoppene i hjørnene til disse bladstilkene blir liggende i jordoverflaten. Neste vår kommer det fra disse sideknoppene opprette stengler som ender i en blomsterstand. Fra leddknuter på disse stenglene vokser det ut blad og sidegreiner med blomsterstand. Disse skuddene er ettårige og dør etter blomstring. Plantene er flerårige ved at nye sideknopper med bladanlegg overvintrer i enden av den korte stammen. Tidligkløver kan blomstre i såingsåret.

Hos alsikekløver (*T. hybridum*) vokser hovedaksen opp til en greinet stengel, med blad og blomster, også på sidegreiner som kommer fra leddknutene (fig. 101). Den blomstrer i såingsåret, og overvintrer ved knopper som sitter ved basis av hovedstengelen.

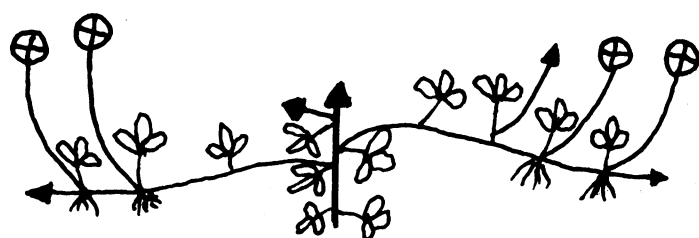
Hos kvitkløver (*T. repens*) vokser det opp en liten rosett med blad fra hovedaksen på et tidlig stadium. Men snart vil det fra knopper i hjørnene til rosettbladene vokse ut kypende stoloner med blad, og seinere blomsterstilker fra leddknutene. Fra leddknutene utvikles også adventive røtter (fig. 102). De forskjellige voksemåtene hos kløver er også vist i fig. 99.



Alsikekløver



Rødkløver



Kvitkløver

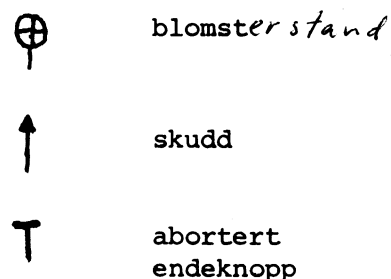


Fig. 99. Vekst hos kløver. Litt modifisert etter Baugerød (upublisert).

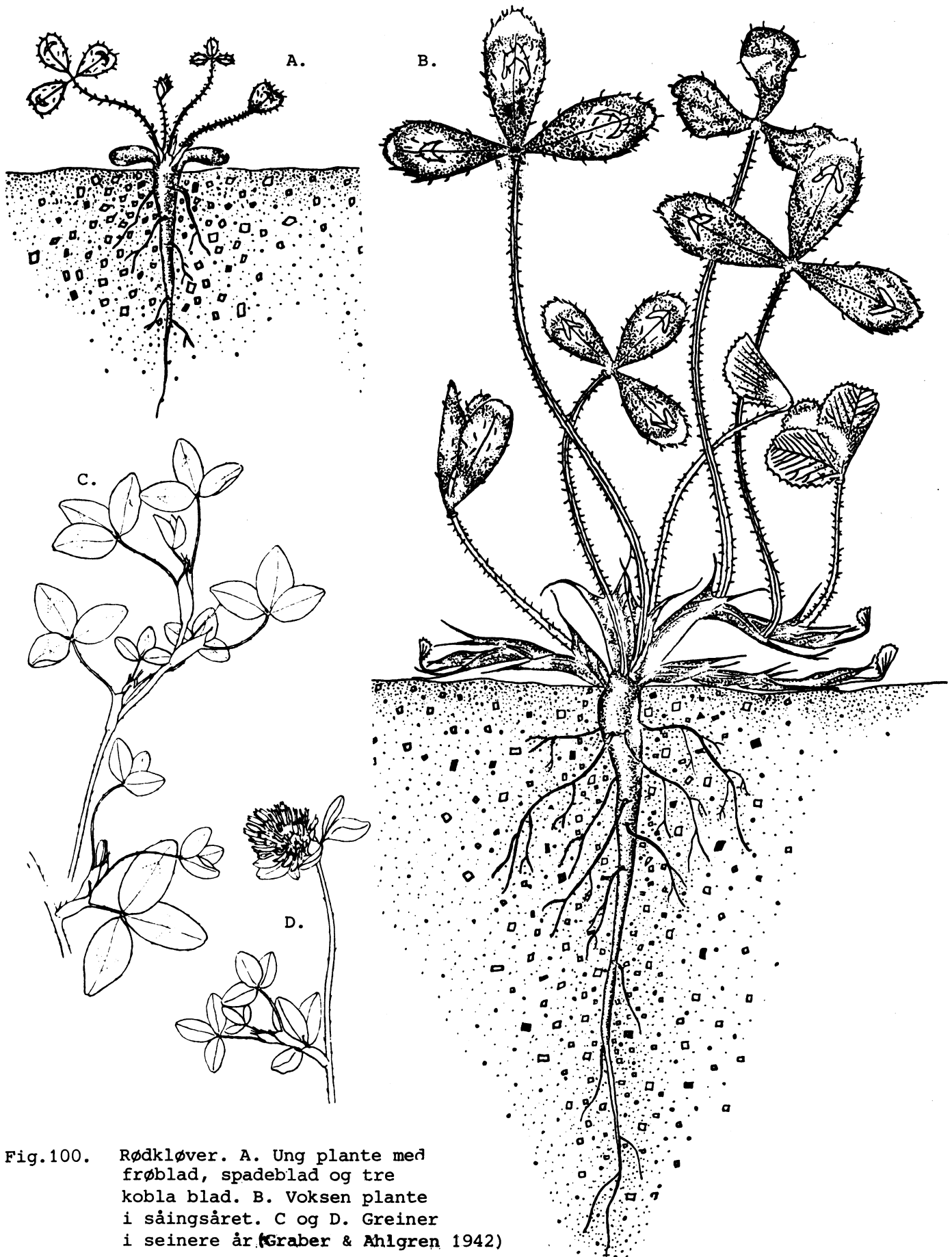


Fig.100. Rødkløver. A. Ung plante med frøblad, spadeblad og tre kobla blad. B. Voksen plante i såingsåret. C og D. Greiner i seinere år (Graber & Ahlgren 1942)

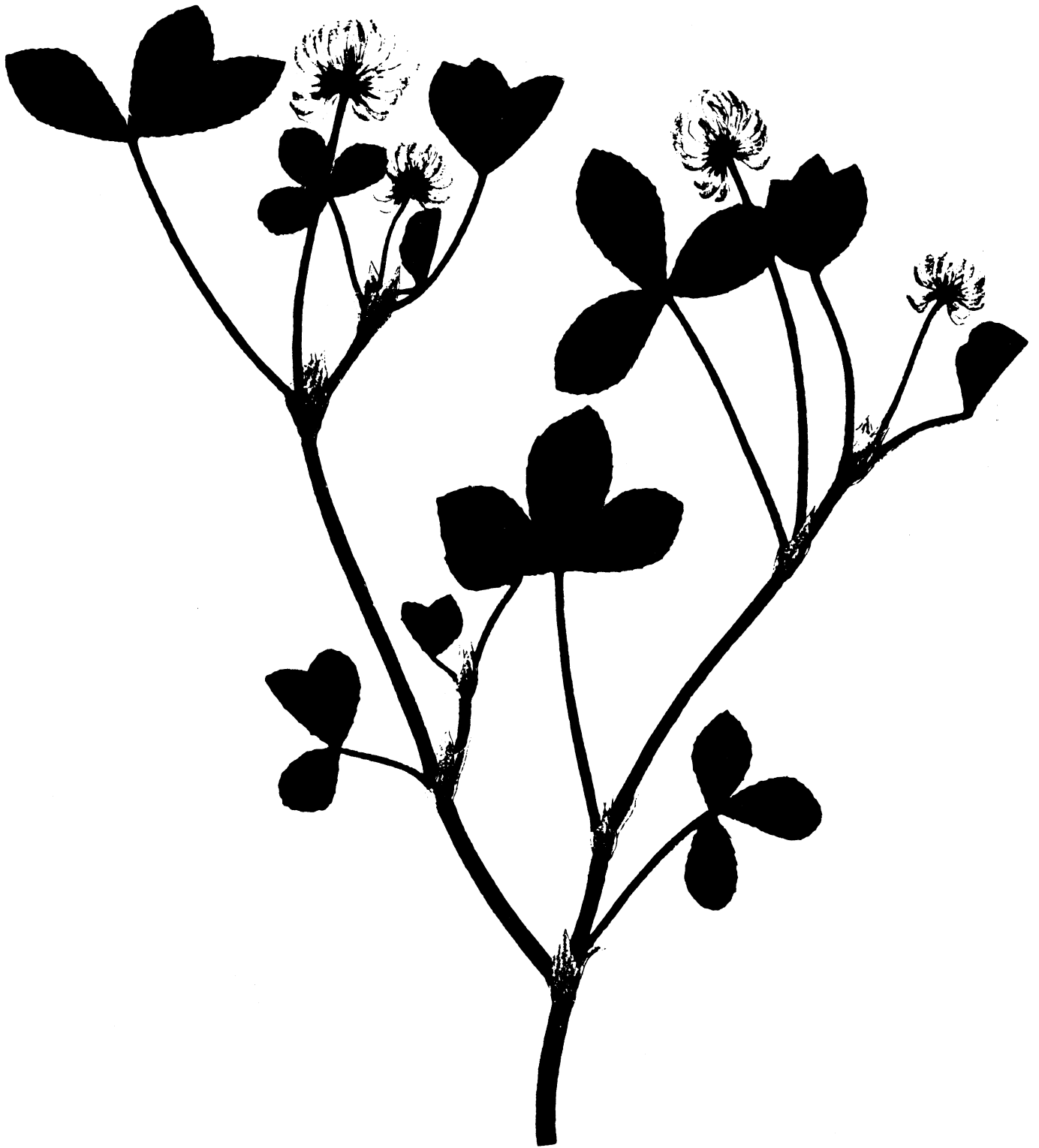


Fig. 101. Alsikekløver (Stebler & Schröter 1883)

Fig. 102. Kvitkløver, plante og stolon
(Graber & Ahlgren 1942)



c. Andre blad- og stengelvekster

Det er forskjeller i mange karakterer som gjør at planter ser ulike ut, f.eks. bladform, stilking, størrelse, bølging, krusing, behåring, vokslag etc. En av de egenskaper som kanskje sterkest påvirker en plantes utseende er graden av stengelstrekking. Nedenfor har en gruppert en rekke arter etter denne egenskapen, og det er i alle tilfelle tale om den epikotyle stengel.

<u>Sterk strekking</u>	<u>Litt strekking</u>	<u>Svært lite strekking</u>
Formargkål	Kvitkål	Salat
Grønnkål	Savoykål	Purre
Rosenkål	Rødkål	Kepåløk
Forreddik	Knutekål	Stilkselleri
Forraps		Kinakål
		Sikorisalat
		Persille
		Bladbete

Strekking av stengelen hos en rekke grønnsaker vil i praksis si at de er ødelagt som det produkt de er beregnet til (stokkløping). Hos mange får en strekking i andre året (blomstringsfasen).

Kålvekster

Det økonomisk viktige produktet er hos hodekål endeknoppen, hos rosenkål sideknoppene, hos knutekål den modifiserte stengelen, hos grønnkål bladene, og hos blomkål og brokkoli blomsterstanden. I tillegg kommer at avfallet kan brukes til for. Hos formargkål, forreddik og forraps fortæres som regel både blad og stengler av dyra.

Stengelen er bygd opp som vist i figur 103. Utenfra og innover har en epidermis, bark, silvev, kambium, vedvev og marg. Margvevet utgjør således en relativt stor del, og det er i høg grad spiselig. Ledningsvevet ligger som en ring rundt margen. De indre vedrøra er omgitt av margparenkym, mens de ytre ligger

i vedparenkym som forvedes og gjør stengelen treaktig. Vedvevet ligger i bunter med margstråler mellom. Knutekål (fig 105, 106D) er en oppsvulmet epikotyl stengel, og den er bygget opp som nevnt ovenfor, men med en sterk økning i margvolumet. I eldre knoller kan det utvikles sekundære kambier inne i margen, og fra disse får en dannet et nytt ledningsvev som kan gjøre gamle "knoller" treaktige. Fra figuren ser en at "knollen" hos knutekål har blad eller bladarr som er typisk for en epikotyl stengel. Formargkål (fig. 106A) er tilsynelatende meget forskjellig fra knutekål, men i den indre oppbygging er de like. Det knutekål har fått i tykkelse, har formargkål fått i lengde. Grønnkål er nok kortere enn formargkål, og har krusete blad, men er ikke vesensforskjellig fra denne i oppbygging. Grønnkål er rik på A- og C-vitamin.

Hos hodekål sitter bladene i en spiral oppover stengelen. De nederste er breistilket, mens bladene i selve hodet er sittende. Før hodet begynner å utvikles, vokser det fram ca. 40 blad som folder seg mer eller mindre ut. Selve hodedanningen skjer fordi bladnervene er krumme, fordi det ikke skjer nevneverdig vekst i internodiene, og fordi de indre (yngste)bladene vokser, samtidig som de ytre stenger. Ved rimelige vekstvilkår vokser det fram ett blad annenhver dag. Det går fram av fig. 104 at det for hvert blad er en akselknopp. Ved normal utvikling av endeknoppen (hodet) holdes sideknoppene i sjakk, men etter tidlig høsting forekommer det ofte at sideknopper på resten av stengelen som står igjen på åkeren, kan danne små kål. Også skadd endeknopp og angrep av teiger kan gi flere hoder.

De vanlige formene av hodekål er kvitkål, rødkål og savoykål. Kvitkål inneholder 30-40 mg C-vitamin pr. 100 gram kål. Fargen hos rødkål finnes bare i epidermis. Typisk for savoykål er bølgete bladplater. Bølging av blad skyldes ulik vekst langs ribber, kant og bladkjøtt.

Hos rosenkål (fig. 104, 106, 107) er det sideknoppene som utvikles til det viktige produktet, og dette skjer på samme måte som hodedanning hos hodekål. Endeknoppen hos rosenkål er helst en løs rosett i toppen, og den knipes som regel av for å fremme veksten hos sideknoppene. Siden bladene sitter oppover stengelen som i en spiral, vil også sideknoppene ha liknende plassering. Rosenkål

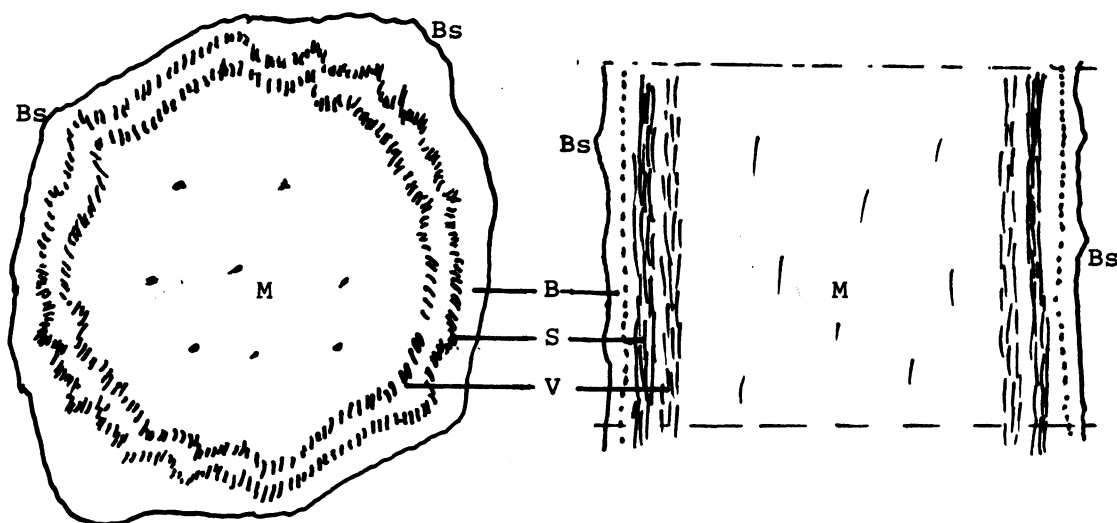


Fig. 103. Tverrsnitt (til venstre) og lengdesnitt av kålstengel. M: marg med spredte ledningsstrenger, B: bark, S: silvev, V: vedvev, Bs: bladspor. Ytterst og mellom ledningsstrengene er det styrkevev.

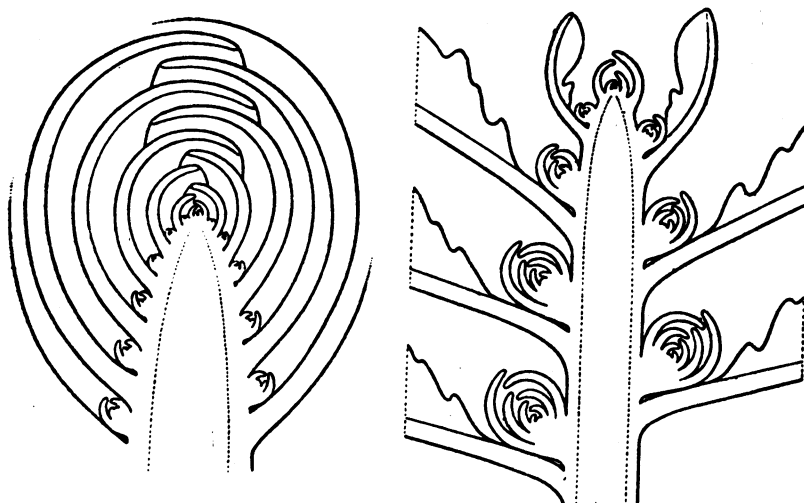


Fig. 104. Hos hodekål (til venstre) holder endeknoppen sideknoppene i sjakk, mens det ved manglende hodedanning hos rosenkål skjer en sterk utvikling av sideknoppene. (Troll 1954).

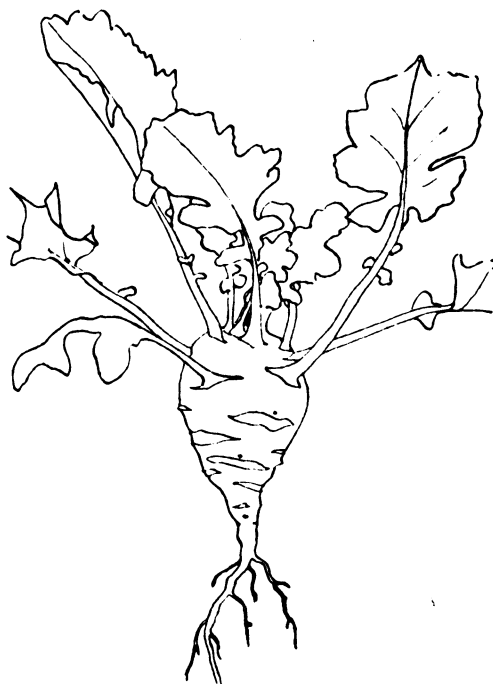


Fig. 105. Knutekål. Det matnyttige organet er utviklet fra den epikotyle stengel, og det er blad eller bladarr på hele knollen. (Gill & Vear 1958)

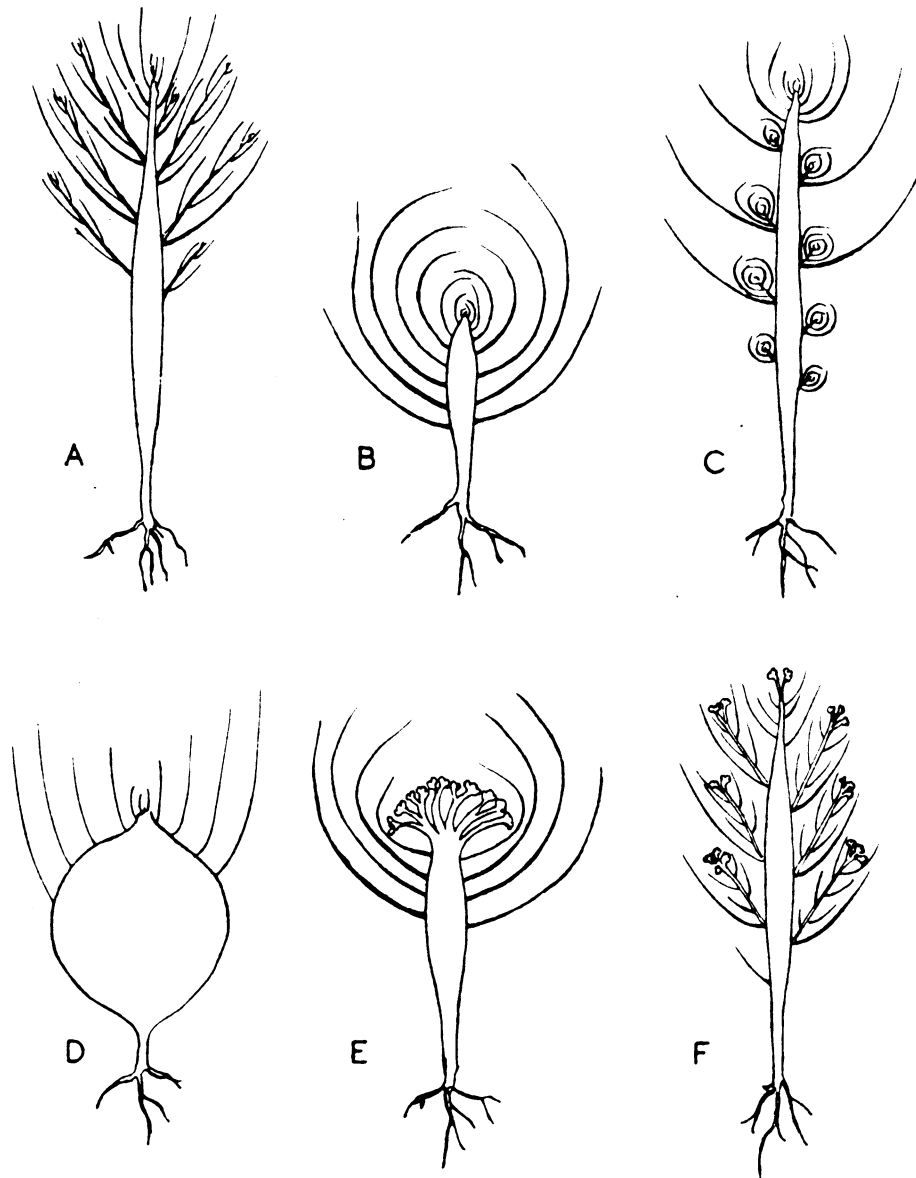


Fig. 106. Dyrka former av kålslekten. A: formargkål, B: hodekål, C: rosenkål, D: knutekål, E: blomkål, F: brokoli. Hos alle disse er den epikotyle stengel bygd opp som vist i fig. 103. (Gill & Vear 1958)

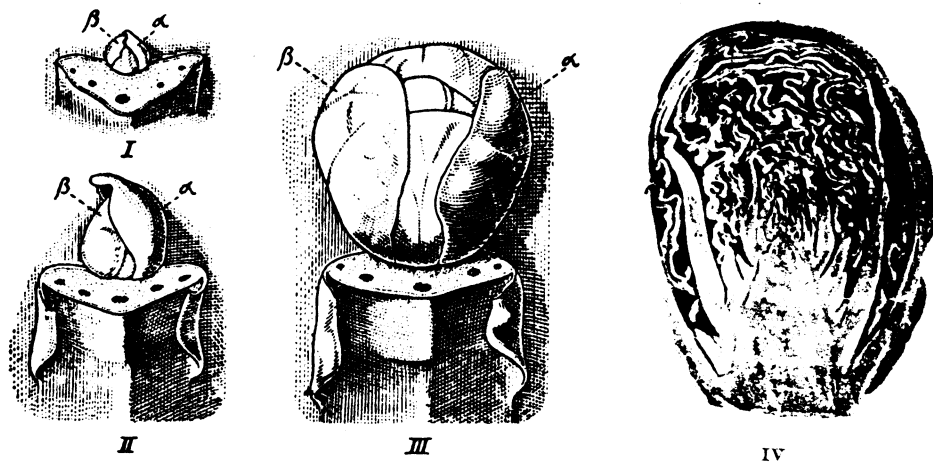


Fig. 107. Utvikling av akselknoppen hos rosenkål (I, II, III). IV: lengdesnitt gjennom knoppen. (Troll 1954).

kalles på engelsk for Bry^ussel sprouts, og den ble laget i Belgia for et par hundre år siden. Den er særlig rik på karotin og askorbinsyre.

Kepaløk

Veksten hos kepaløk minner mye om det en finner hos et enkelt vegetativt skudd hos gras. Stengelen (løkkaka) er meget kort, og bladene vokser fram vekselvis på hver side av denne. Bladdanningen starter med at slira kommer fram som en ring på stengel-spissen. Deretter begynner bladplata å vokse, og denne gjør seg ferdig med veksten før bladslira tar til å strekke seg. Bladene er hule ned til der slira begynner.

Under rimelige vekstforhold vokser det fram ca. ett blad pr. uke, og de 5-7 første av disse er vanlige blad som visner fram mot modning. De tynne tørre skjella utenpå løken er laget av slira til om lag tre av disse bladene. De 3-5 følgende blad som vokser fram, har vanlig bladplate, men slira til disse sveller ut. Også de 3-4 bladene som dannes etterpå får oppsvulmet bladslire, men bladplata hos disse er sterkt redusert. De yngste blademner innerst i løken er lite utvikla. Det kan være 3-5 av disse og de eldste kan være noe oppsvulmet. De bladene som har redusert bladplate, er lukket i toppen, i motsetning til de eldre som er visnet (fig. 108, 109, 110). De tørre løkskjella og lukka blad er viktige for lagringen. Fjernes skjella, blir det lettere oksygenpassasje, og respirasjonen øker.

Etter at ca. 10 blad har vokst fram, finner en sideknopp i blad-hjørnet, og denne gir opphav til sideløk inne i morløken. Hos kepaløk dannes bare få sideløk, i motsetning til hos sjalottløk og hvitløk.

Adventivrøttene utvikles fra barken et stykke inne i stengelen. De kommer fram ovenfor basis av slirene og må derfor trenge gjennom disse. Horisontal- og vertikalsnitt gjennom løkkaka viser røttene som små mørke prikker.

Det er vanlig å definere daglengde-reaksjoner hos løk ut fra sortene sin evne til å utvikle løk ved ulike daglengder. Kortdagsorter setter løk alt ved 10-12 timers dag, de intermediære

ved 12-14 timer, og langdagsortene ved minst 14-16 timers dag i en viss periode. Det er de siste som vanligvis brukes i Nord-Europa.

Lang dag i en periode er et vilkår for å få utviklet løkskjell uten bladplate, og dette sammen med høy temperatur gir mange slike lukka blad, oppsvulming av bladslirene og nedsatt rot-danning. Fram mot modning dør røttene nesten helt bort, og dette er viktig for lagringa.

Planter som har begynt å danne løk, kan gå tilbake og utvikle vanlige blad igjen ved å plasseres ved kort dag i en periode. Det er dette som utnyttes ved dyrking av stikkløk.

Purre

Også purre har en meget kort stengel der internodene ikke strekker seg. Bladene kommer fram på stengelspissen vekselvis på hver side, ca. ett pr. uke under gode vekstvilkår, og bladplata vokser seg omtrent ferdig før veksten hos den sølvkvite slira tar til. Manglende strekking hos internodiene gjør at slirene kommer til å ligge tett inni hverandre, og de former på denne måten skaftet som er en falsk stengel (fig.111). Slirene skal normalt ikke svulle opp som hos kepaløk, men under spesielle vekstforhold kan det likevel skje en større eller mindre svelling (f.eks. ved låg jordtemperatur).

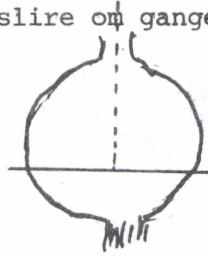
Adventivrøttene vokser ut fra den indre del av barken i nodiene i den korte stengelen, de eldste nederst. Det kommer flere røtter fra samme leddknote, og det kan være 50 røtter (mot 10-12 blad). Rotdanning hos purre blir ikke hemmet av høy temperatur, som en finner det hos kepaløk. Et innsnitt i stengelen viser hvordan røttene går inn til barken i stengelen.

Hvis purreplantene er store ved utplanting og været kjølig, kan det skje vernalisering (blomstringsinduksjon), og vekstpunktet (stengelspissen) omformes til blomsteranlegg som kan ses om høsten. Det vanlige er imidlertid at vekstpunktet er vegetativt om høsten. Etter overvintring vil blomsterstengelen strekke seg på forsommeren under normale forhold.

Fig. 108. Ved øvelsen.

Snitt en slire om gangen

Skjær løken over



Tell:

tørre skjell



saftige åpne



saftige lukka



anlegg til slire og blad

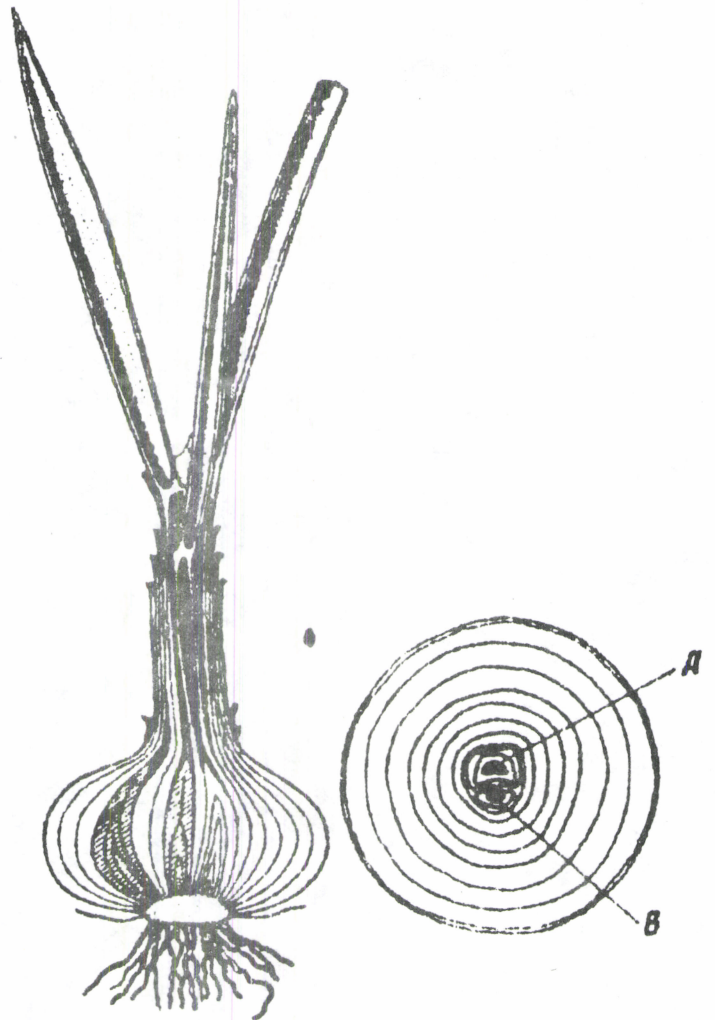


Fig. 109. Lengdesnitt av kepaløk til venstre. Sideknoppene er skravert. Hovedknoppen inne i slira til det ynste bladet er ikke skravert. I tverrsnittet til høyre er A hovedskudd og B sideskudd til det 10. bladet (Troll 1954)

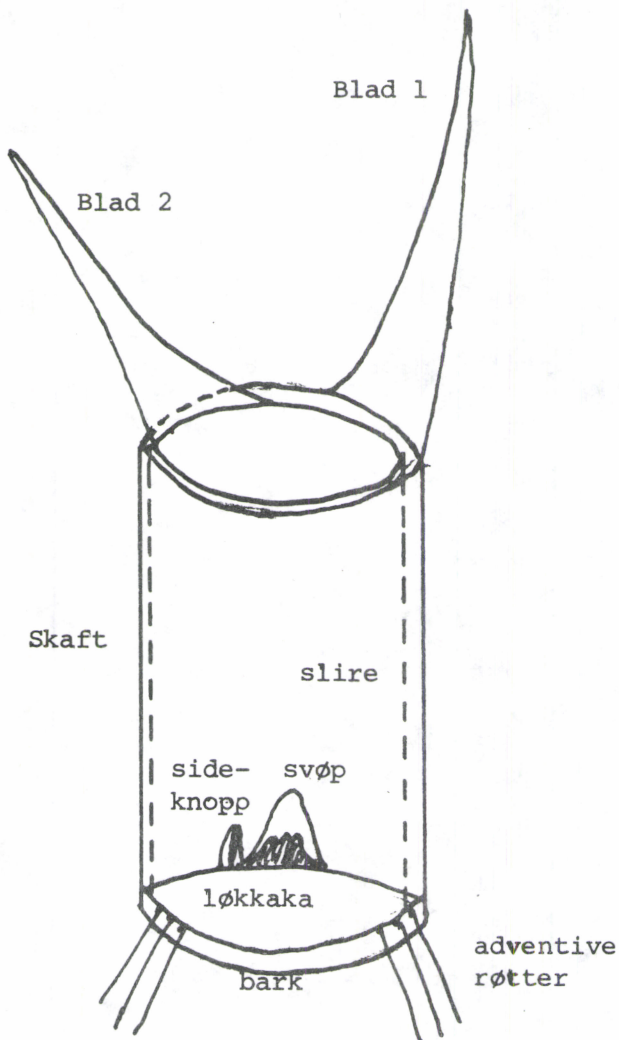


Fig. 111. Purreplante, lengdesnitt. Under "svøpet" er vekstpkt.

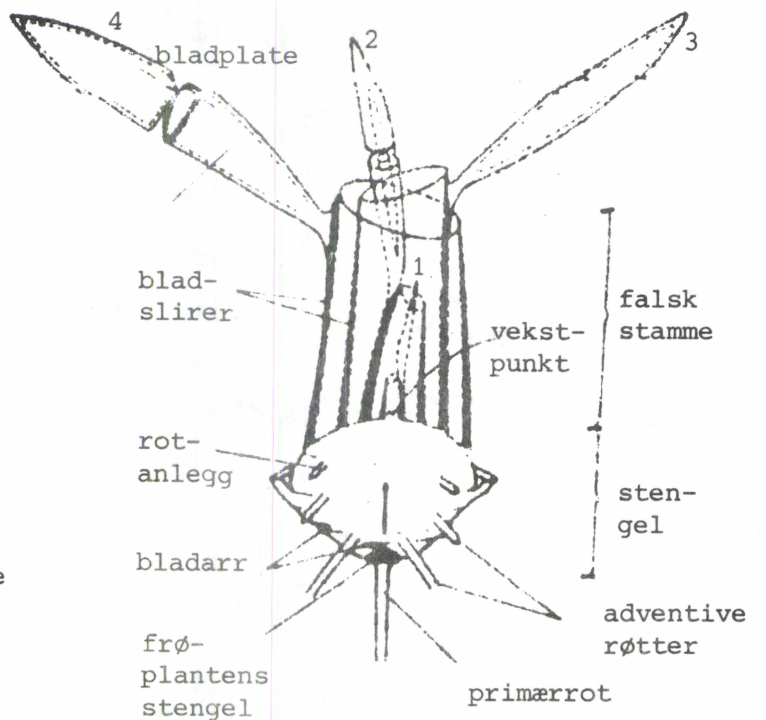


Fig. 110. Kepaløkplante, lengdesnitt (Troll 54)

Mann ?

Salatvekster

Det finst som kjent en rekke vekster der bladene eller bladstilkene spises. Hagesalat, issalat og sikorissalat hører til korgplantefamilien og har melkesaft i ledningsvevet. Krusersille og stilkseileri hører til skjermplantene, mens kinakål er en korsblomstret vekst. Bladbete (mangold) hører til meldefamilien. Felles for dem er at de har en meget kort stengel, men ellers kan det være store forskjeller på grunn av bølging eller krusing av blad, blad med stilk kontra sittende blad, og i noen tilfelle en mer eller mindre utpreget hodedanning. Sikorirot, som drives til julesalat i mørke, brukes også til kaffeerstatning. Dens nære slektskap med løvetann og det franske navn på denne, antyder enkelte virkninger når bladene spises. Noen av salatvekstene kan ha en meget sterk vekst, 2-3 blad pr. dag, i solrikt, varmt vær. Antall blad bestemmes særlig av lys og temperatur, mens arealet av det enkelte blad i tillegg bestemmes av vann og plantenæring. Utseende og oppbygging demonstreres i øvelsene.

Potet, jordskokk

De underjordiske stengelutløperne (rhizomene) hos potetplanten vokser ut fra akselknopper på stengelen under jordflaten. De har leddknuter med skjellblad, og fra disse leddknutene kan det vokse ut underjordiske sidegreiner. Når rhizomene er 10-15 cm lange, stopper lengdevæksten, og den apikale delen, eller 10-15 internodier i enden av rhizomet, begynner å vokse i tykkelse på grunn av opphoping av stivelse (fig. 112-115). Knoller utvikles også på sidegreiner på rhizomer.

Hos en potet i hvilestadiet kan en se øyne med øyebryn på overflaten. Øyebrynet er skjellbladfestet, mens øyet er en liten grop der en finner skjellbladets akselknopp (fig. 112). Når det til vanlig finnes tre (fem) av disse, henger det antakelig sammen med at den ene akselknoppen som et blad normalt har, har utviklet små sideskudd før den gikk i hvile.

Knollen har nodier (leddknuter) og internodier på samme måte som den delen av rhizomet den stammer fra. Mot enden av knollen er internodiene kortere, og det er tettere med nodier der (fig. 113). Det er i denne enden en finner endeknopen. I den andre enden

(navlen) finnes ofte en rest av rhizomet som forbandt knollen med morplanten.

Knollen er et overvintrings- og formeringsorgan, og næringen som lagres, brukes dels om vinteren og dels ved formeringen. Formeringen skjer i dette tilfelle ved at en eller flere av akselknoppene vokser fram til en ny plante.

Potet- og jordskokk-knollens stengelkarakter kan en vise ved å skjære bort de overjordiske delene av planten før rhizomene har begynt å danne knoller i enden. De underjordiske stengelutløperne vil da bøye oppover og vokse fram til lysskudd. Dette forhold kan også vises hos frøplanter av potet (fig. 114). Potet har epigeisk spiring, og den epikotyle stengel er helt over jordflaten. Det dannes her ikke knoller før akselknoppene til frøbladene har vokst ut til utløpere som bøyer ned i jorda og blir til knolldannende rhizomer. Hvis frøplantene plantes djupere, vil det utvikles rhizomer også fra høgere leddknuter (fig. 115).

Der det er tale om frøplanter, har en primærrota som vokser ut fra embryo, men også adventive røtter fra leddknuter på hovedstengel og rhizomer (fig. 115). Kommer planten fra en settepotet, finst det bare adventive røtter (fig. 112).

En potetknoll er bygd opp som vist i fig. 116. Ytterst er et korklag (periderm), 6-15 cellelag tykt, som erstatter epidermis allerede mens knollen er ca. 5 mm i diameter, og utvikles fra korkkambiet (phellogen). Slike kambier er aktive under hele veksten og sørger for ny kork etter hvert som knollen øker i størrelse. Det er viktig at korklaget ikke blir ødelagt, fordi det hindrer fordamping fra knollen. På den andre siden er det nødvendig for denne levende plantedelen å ha gassveksling med luften utenfor, og dette skjer gjennom korkporene, lenticellene (fig. 117). Disse utvikles i vevet under stomata, og de har porøst vev inn i knollen. De kan ses som små kvite prikker på overflaten hos en ny potet, og særlig tydelig på knoller fra fuktig jord. En viss passasje inn i knollen har en også i øynene der det ikke skjer forkorking.

Rekkefølgen videre innover i knollen er (fig. 116):

barkparenkym, ytre silvev, vedvev, indre silvev og marg.

I barken finst fargepigment hos farga sorter. Margen er den

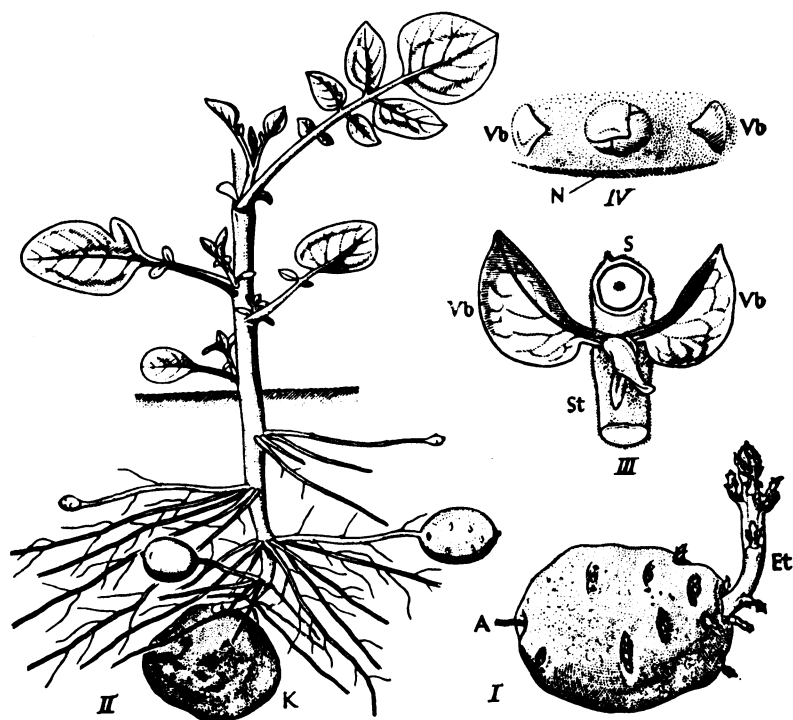


Fig. 112

I. Lysgrodd potetknoll. A. Rest av underjordisk stengelutløper. Et: endeknopp. II. Ung plante utviklet fra knoll(K). Fra den underjordiske del av hovedstengelen er det dannet utløpere fra knopper i bladhjørner der det også utvikles røtter. III. Del av skudd(S) med blad og hjørneknopp. St:bladstilk,Vb:forblad til hjørneknoppen. IV. Hjørneknopp fra knollens overflate.N:nerve til skjellblad.Vb: de to skjellforma forblad som er trukket ut til siden på grunn av den sterke for- tykning av aksen(Kaussmann 1969).

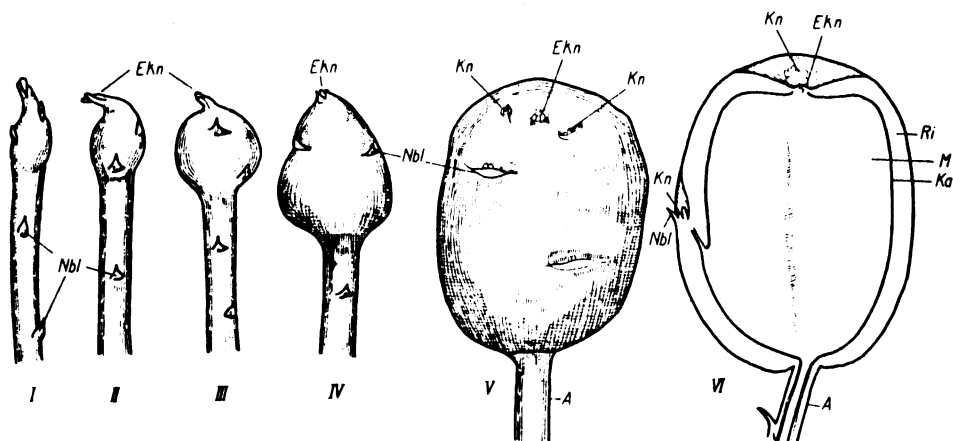


Fig. 113. Utvikling av potetknollen i enden av rhizomet. A: utløperrest, Ekn: endeknopp, Kn: akselknopper, Nbl:skjellblad, Ri:bark, M: marg, Ka: kambium (Kaussmann 1969).

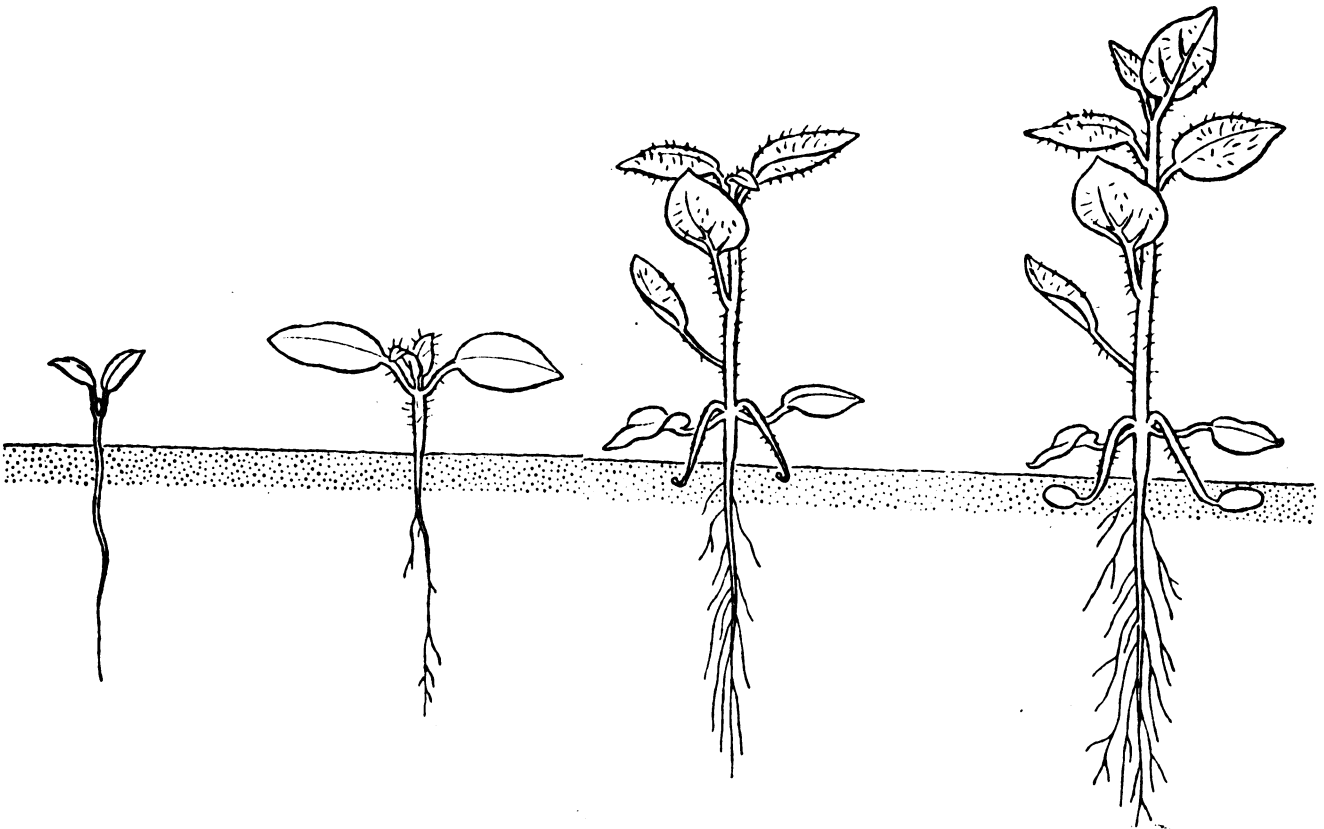


Fig.114. Frøplante hos potet. Sideskudd fra frøbladhjørnene blir til rhizomer som danner knoller (Nelson 1946).



Fig. 115. Frøplante hos potet, med underjordiske stengelutløpere fra hjørnene til frøblad(Co) og de nederste blad(A). Hy:hypokotyl, Pw:primærrot. II. Spirende potetfrø(Sa) (Kausmann 1969)

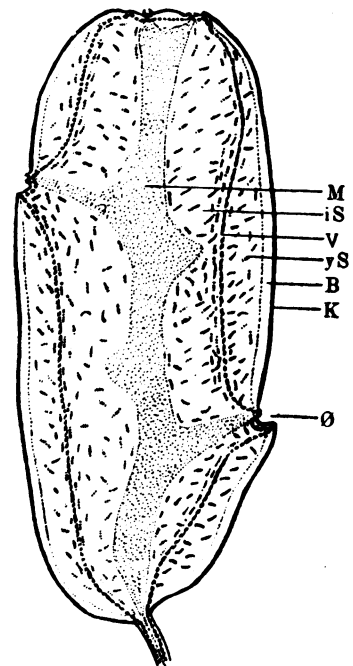
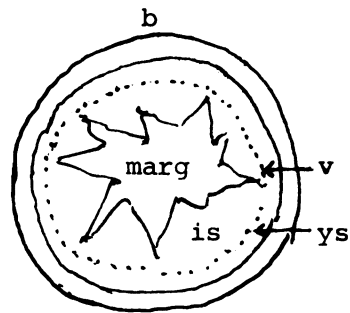
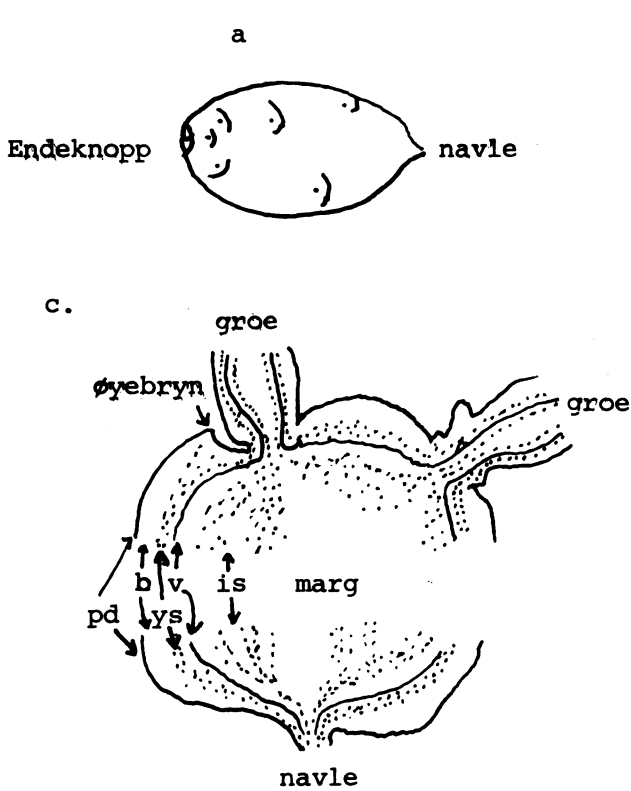


Fig.116. Lengdesnitt av potetknoll. K:korklag, B: bark, yS: ytre silvev, V: vedev, iS: indre silvev, M:marg, Ø: øye. (Artschwager 1924)

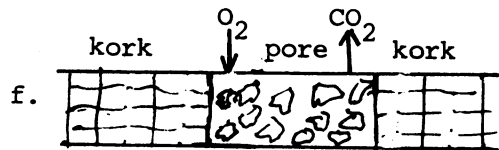
Fig. 117. Tilleggsopplysninger om potet



- a. Internodiene er kortere i den terminale enden av knollen.
- b. Tverrsnitt av knoll, som viser margens stjerneform. Det er lite av vedvev, og mye av silvev på begge sider av vedvevet. Silvevet er parenkym, med ledstrenger og følgeceller spredt inni.
- c. Lengdesnitt av grodd potet. For c og b: pd=periderm, b=bark, ys=ytte silvev, v=vedvev, is=indre silvev (tegnet etter Gill & Vear 1958)

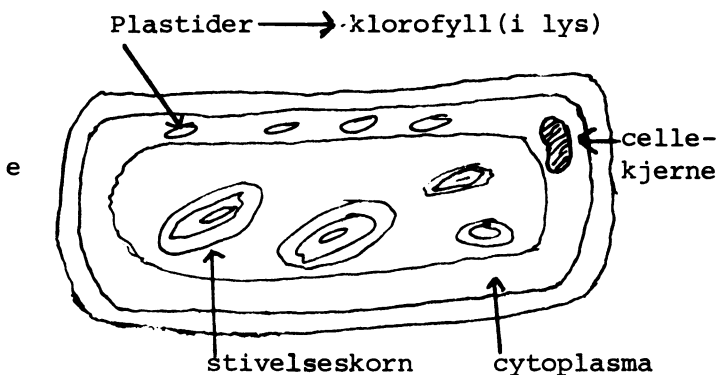


- d. Snitt gjennom den ytre delen av en potetknoll. 1. kork, 2. korkkambium, 3. barkparenkym, 4. kambium, 5. karstremg. 6. margparenkym (Osvald 1959)



- f. Lenticel (korkpore) hos potet.

- e. Forråds celle hos potet



- g. Stivelseskorn hos potet, ca. 300 x (Osvald 1959).

centrale delen som det går ut radiale armer fra, og disse består av margparenkym. Det er derfor uregelmessig stjerneformet, inneholder relativt lite stivelse, mer vann, og virker mer skinnende enn vevet omkring. En merker seg at knollen har et ekstra silvev innenfor vedvevet, og dette letter transporten. Selve veksten hos knollen skjer ikke ved hjelp av kambium, men ved at parenkymcellene fortsetter å dele seg. Dette gjelder særlig parenkymet i indre silvev. I det hele tatt er det grunnvevceller (parenkym) som utgjør det meste av knollen.

Vekst, knolldanning og utvikling av blomsterknopper hos potetplanten er påvirket av daglengde og temperatur. Stort sett er det slik at lang dag fremmer den vegetative vekst og blomstring, mens kort dag fremmer knolldanning. Det er et samspill mellom temperatur og daglengde, slik at høy temperatur forsterker virkningen av lang dag, og omvendt for låg temperatur.

Potet har fått økt aktualitet i varme områder i verden, og da på bekostning av andre knollvekster med dårligere kvalitet. Ett av problemene med slike knollvekster i varme strøk er lagringen, og spesielt for knoller som skal brukes som settepoteter. For potet er en nå kommet langt med å bruke frøplanter til utplanting. Disse tiltrekkes fra frø fra potetplantens frukt, "toppeplet" og plantes ut på åkeren når de har fått en viss størrelse. På denne måten kan en også unngå sykdommer som overføres med settepoteten.

Knollene hos jordskokk (*Helianthus tuberosus*) er i prinsippet lik potetknollen. Den inneholder imidlertid ca 7% av polysakkaridet [?] inulin i stedet for stivelse, og anbefales derfor til diabetikere.

d. Vekster med blomsterstand som det viktige produkt.

Blomkål

Et blomkålhode er en tett samling av forgreina stengler med en en naken stengelende (vekstpunkt), som er i et tidlig generativt stadium. Hos den unge blomkålplanten (av den typen som dyrkes her), er den apikale dominans så sterk at det ikke kan ses sideknopper i bladhjørnene nederst på stengelen. Etter et visst antall blad brytes denne dominans, og sideknoppene kommer til syne, men de setter sjelden sidegreiner.

Etter at vekstpunktet i endeknoppen har produsert et visst antall blad, som kan variere mellom 25 hos tidligsorter til 45 hos seine sorter ved høstdyrking, vil alle anlegg til sideskudd i endeknoppen vokse til saftige korte greiner, og på disse vil en få en tilsvarende forgreining. Slik forgreining fortsetter opp til 7. orden. Det blir ei grein for hvert bladanlegg i vekstpunktene, men bladanleggene selv utvikles bare til et lite bleikt skjell.

Veksten hos et blomkålhode er i høg grad et spørsmål om temperaturvirkninger. Varmt vær er et vilkår for å få mange blad som igjen er en betingelse for å få et stort blomkålhode. Men hvis temperaturen er konstant over ca. 24 grader, blir det bare blad. Høg temperatur kan også føre til "gjennomvoksing" av skjellblad. Låg temperatur fremmer forgreining og hodedanning. Men den fremmer også den generative utvikling, og kan føre til for tidlig blomstring (moset blomkål). Forøvrig vil noen greiner av høg orden strekke seg og føre til blomstring etter vanlig høstetid.

Det er å merke seg at temperaturvirkningene i forbindelse med utvikling av blomkålhodet er avhengig av at plantene har en viss alder. Det er også betydelige sortsforskjeller i reaksjoner.

Brokkoli

Hos brokkoli er det den ferdige blomsterstand med tykke blomstergreiner og blomsterknopper som er matnyttig. Brokkoliplanten har relativt lange internodier og blad. Det er sidesknopper i bladhjørnene til alle blad, men disse vokser ikke ut før det er dannet 20-30 blad. Dvs. at også her brytes den apikale dominans når et visst minimum av blad er utviklet. Der sidegreiner vokser ut, blir bladet under greinen mindre, og det skjer gjentatt forgreining på sidegreinene der disse har sine blad. Når de øverste blomsterstandene høstes, vil nye komme til utvikling lenger nede på stengelen.

Hos brokkoli finner en av de samme temperaturvirkninger som hos blomkål, men ikke så sterke.

Litteratur

- Artschweiger, E. 1924. Studies on the potato tuber. Jour. Agr. Res. 27, 809-836.
- Barnard, C. 1964. Grasses and grasslands. Macmillan, London.
- Baugerød, H. 1973. Morfologi og anatomi hos forskjellige kulturvekster. Stensiltrykk, 13 sider + figurer.
- Gill, N.T. and K.C. Vear, 1958. Agricultural Botany. Gerald Duckworth & Co. LTD., London.
- Graber, L.F. and H.L. Ahlgren, 1942. Laboratory Manual for Students of agronomy. John Swift & Co. St. Louis.
- Griffiths, D. J. et al. 1967. Principles of herbage seed production. Welsh Plant Breeding Station. Technical Bull.
- Hayward, H.E. 1938. The structure of economic plants. The MacMillan Co., New York.
- Heide, O.M. 1980. Studies on flowering in *Poa pratensis* L. ecotypes and cultivars. Meld. Norg. LandbrHøgskole 59(14), 27 s.
- Håbjørg, A. 1979. Studies on adaptation in *Poa pratensis* L. and in some Scandinavian ornamental trees and shrubs. Agr. Univ. of Norway. Avhandl. for Dr. agric. graden.
- Innbjør, H. 1979. Blomsterdifferensiering og utvikling hos to sorter (økotyper) av engrapp dyrket på tre steder i Norge. Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole.
- Kaussmann, B. 1969. Botanik für Landwirte. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Klapp, E. 1978. Gräserbestimmungsschlüssel. 2. Auflage. Verlag Paul Parey.

- Lorenzen, H. 1971. Physiologische Morphologie der höheren Pflanzen unter Berücksichtigung der anatomischen Grundlagen. Verlag Ulmer Stuttgart.
- Müller, D. 1968. Planteanatomi. København.
- Nelson, A. 1946. Principles of agricultural botany. Thomas Nelson and Sons LTD. London.
- Osvald, H. 1959. Åkerns nyttoväxter. AB. Svensk Litteratur.
- Rauh, W. 1950. Morphologie der Nutzpflanzen. Heidelberg.
- Rognli, O.A. og E. Staver, 1979. Virkning av så- og plantetid på blomsterdifferensiering og viktige avlingsbestemmende karakterer ved frøavl av engrapp i Bardu og på Ås. Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole.
- Skjelvåg, A.O. 1974. Vekst og utvikling hos gras. Landbruksbokhandelen.
- Stebler, S.G. und C. Schröter, 1883. Die besten Futterpflanzen. I. Teil. Druck und Verlag von K.J. Myss.
- Strassburger, E. et al. 1954. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Thompson, R.C. 1933. A morfological study of flower and seed development in cabbage. Jour. Agr. Res. 47, 215-232.
- Troll, W. 1954-57. Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie.
1. Der vegetative Aufbau.
2. Die blühende Pflanze. Jena. 2 bd.
- Tuttoren, M. 1973. Frøproduksjon og frøutvikling hos rødkløver. Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole.
- Wölner, K. 1971. Vekst, utvikling og frøproduksjon hos timotei og engsvingel, og virkninger av gjødsling og enkelte andre faktorer på disse egenskaper. Lic. avhandling. Felleskjøpets forsøks- og stamsædgard. Meld. nr. 15.

