

PARASITTSOPPAR

morfologi, taksonomi  
og mykologisk ordliste

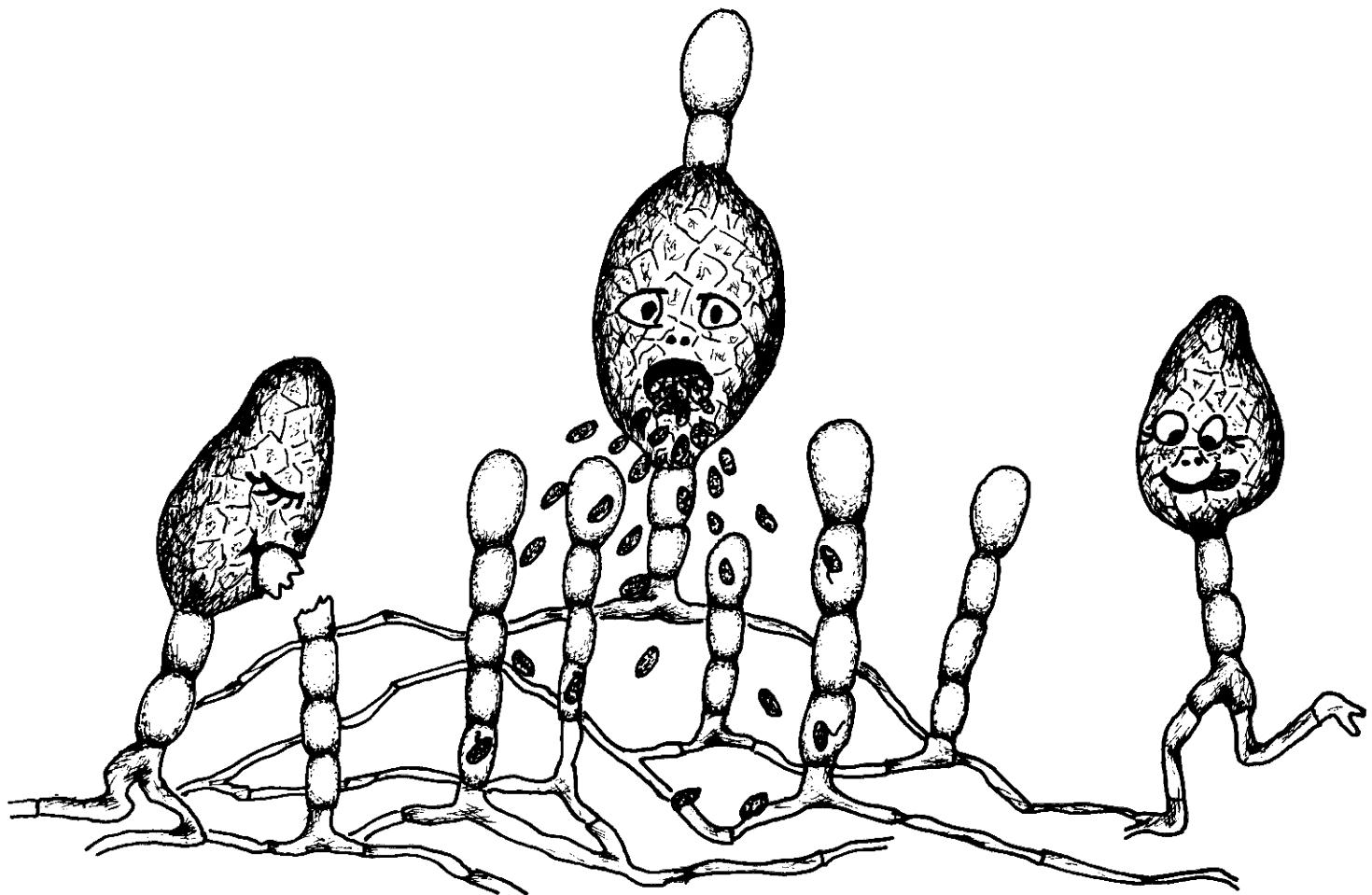
Av

Leif Sundheim

LANDBRUKSBOKHANDELEN

Ås-NLH 1985

ISBN 82-557-0220-2



PARASITTSOPPAR

morfologi, taksonomi  
og mykologisk ordliste

Av

Leif Sundheim

LANDBRUKSBOKHANDELEN

Ås-NLH 1985

ISBN 82-557-0220-2

## F O R O R D

Soppar er årsak til fleirtalet av sjukdomane på jord- og hagebruksvekstane. Eit visst kjennskap til taksonomi og morfologi hjå parasittsoppar er difor eit heilt naudsynt underlag for faget plantepatologi. Det er viktig å vite noko om overleving, spreiing og utvikling av parasittsoppar for å kunne kome fram til effektive planteverntiltak. Mekanismar for variasjon i soppar set dei i stand til å overkome resistensgen i planter og forklarar at soppar kan tilpasse seg kjemiske plantevernmiddel.

Dette kompendiet byggjer mykje på taksonomien i: Hawksworth, D.L., B.C. Sutton & G.C. Ainsworth 1983. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 7th edition. Commonwealth Mycological Institute, London. Sekksporesoppene er klassifiserte etter systemet brukt i sjette utgåva av same ordboka.

Eg takkar professor Finn Roll Hansen og førsteamanuensis Halvor B. Gjærum for gjennomlesing av manuskriptet og verdfulle kommentarar. Likeeins takkar eg Mari Vigerust som har gjort eit godt arbeid med å teikna illustrasjonar til kompendiet.

Ås-NLH, oktober 1985

Leif Sundheim

Framsideteikninga viser pyknidar av hyperparsitten *Ampelomyces quisqualis* i konidiekjedar av agurkmjøldoggen *Sphaerotilotheca fuliginea*.

I N N H A L D

	Side
I N N H A L D .....	1
I N N F Ø R I N G .....	4
Opphav og slektskap .....	5
Karakteristikk av soppar .....	5
 A V D E L I N G A R    A V    S O P P A R .....	14
Avdelingar: .....	14
I. MYXOMYCOTA .....	14
II. EUMYCOTA .....	14
Underavdelingar: .....	14
1. MASTIGOMYCOTINA .....	14
2. ZYgomycotina .....	15
3. ASCOMYCOTINA .....	15
4. BASIDIOMYCOTINA .....	15
5. DEUTEROMYCOTINA .....	15
MYXOMYCOTA .....	16
PLASMODIOPHOROMYCETES .....	16
Plasmodiophorales .....	16
Plasmodiophora .....	16
Spongospora .....	17
EUMYCOTA .....	18
MASTIGOMYCOTINA .....	18
CHYTRIDIOMYCETES .....	18
Olpidium .....	19
Synchytrium .....	19
OOMYCETES .....	20
Saprolegniales .....	22
Aphanomyces .....	22
Peronosporales .....	23
Pythium .....	24
Phytophthora .....	25
Bremia .....	25
Peronospora .....	26
Albugo .....	26
ZYGOMYCOTINA .....	27
ZYGOMYCETES .....	27
Mucorales .....	27
ASCOMYCOTINA .....	29
Klassifisering: .....	34
1. HEMIASCOMYCETES .....	34
2. PLECTOMYCETES .....	34
3. PYRENOMYCETES .....	34
4. DISCOMYCETES .....	34
5. LOCULOASCOMYCETES .....	34
6. LABOULBENIALES .....	35
HEMIASCOMYCETES .....	35
Endomycetales .....	35
Taphriniales .....	35
Taphrina .....	36
EUASCOMYCETES .....	38
PLECTOMYCETES .....	38
Erysiphales .....	38
Erysiphe .....	40
Microsphaera .....	41
Podosphaera .....	41
Sphaerotheca .....	41
Eurotiales .....	42

	Side
<b>PYRENOMYCETES</b> .....	43
Clavicipitales .....	43
Claviceps .....	43
Diaporthales .....	44
Gaeumannomyces .....	44
Hypocreales .....	44
Nectria .....	45
Sphaeriales .....	45
Monographella .....	45
<b>DISCOMYCETES</b> .....	47
Helotiales .....	47
Sclerotinia .....	49
Botryotinia .....	49
Monilinia .....	50
Pseudopeziza .....	50
Drepanopezia .....	51
Rhytismatales .....	51
Rhytisma .....	52
Didymascella .....	52
<b>LOCULOASCOMYCETES</b> .....	53
Dothideales .....	53
Didymella .....	54
Leptosphaerulina .....	54
Mycosphaerella .....	54
Venturia .....	55
<b>BASIDIOMYCOTINA</b> .....	56
Klassifisering: .....	57
1. TELIOMYCETES .....	57
2. HYMENOMYCETES .....	57
3. GASTEROMYCETES .....	57
TELIOMYCETES .....	59
Uredinales .....	60
Chrysomyxa .....	66
Coleosporium .....	66
Cronartium .....	66
Cumminsiella .....	67
Gymnosporangium .....	67
Melampsora .....	67
Phragmidium .....	68
Puccinia .....	68
Uromyces .....	69
Ustilaginales .....	69
Entyloma .....	71
Urocystis .....	72
Ustilago .....	72
Tilletia .....	73
HYMENOMYCETES .....	74
PHRAGMOBASIDIOMYCETIDAE .....	74
HOLOBASIDIOMYCETIDAE .....	74
Exobasidiales .....	76
Aphyllophorales .....	76
Thanatephorus .....	76
Chondrostereum .....	76
Typhula .....	77
Fomes .....	78
Heterobasidium .....	78
Phellinus .....	78
Agaricales .....	79
Armillaria .....	80

	Side
DEUTEROMYCOTINA .....	81
Klassifisering: .....	82
1. HYPHOMYCETES .....	83
2. COELOMYCETES .....	83
HYPHOMYCETES .....	85
<i>Alternaria</i> .....	85
<i>Botrytis</i> .....	86
<i>Cercospora</i> .....	86
<i>Cladosporium</i> .....	87
<i>Drechslera</i> .....	87
<i>Fusarium</i> .....	87
<i>Mastigosprium</i> .....	89
<i>Phialophora</i> .....	89
<i>Ramularia</i> .....	89
<i>Rhynchosporium</i> .....	90
<i>Verticillium</i> .....	90
COLEOMYCETES .....	90
<i>Melanconiales</i> .....	90
<i>Colletotrichum</i> .....	91
<i>Sphaeropsidiales</i> .....	91
<i>Ascochyta</i> .....	91
<i>Phoma</i> .....	92
<i>Septoria</i> .....	92
G E N E T I S K E   S Y S T E M .....	93
LIVSSYKLUSAR: .....	93
BEFRUKTNING .....	98
KOMPATIBILITET .....	98
VARIASJONSARSAKER .....	102
<i>Heterokaryose</i> .....	103
<i>Paraseksualisme</i> .....	104
<i>Haploidisering</i> .....	105
MYKOLOGISK ORDLISTE .....	107

## I N N F Ø R I N G

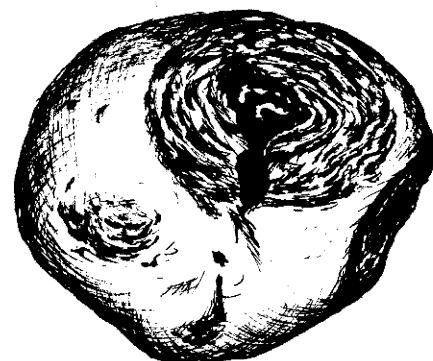
Det finst soppar på nesten alle slags substrat og i nesten alle slags miljø. I naturen bryt soppane ned organisk materiale, og saman med bakteriane er dei heilt nødvendige i omsetjinga av karbon, nitrogen og andre element. Soppar veks inn i andre levande eller daude organismar, både planter og dyr.

Medan det er funne rundt 8000 sopparter som kan framkalle sjukdomar på planter, så er det berre om lag 50 arter som er sjukdomsframkallande på menneske. Eit tilsvarande tal er viktige i veterinærmedisinien. Difor er det mest gjennom sjukdomar på kulturplantene og skadar på lagra planteprodukt, materialar og tekstilar at soppane har verka inn på menneska si historie.

Sjølv om vi fokuserer interessa mest på sjukdomsframkallande soppar, må vi ikkje gløyme at andre soppar er nyttige. Menneska lærte tidleg å bruke viltveksande soppar til mat. Soppar har i uminnelege tider vore nyttige kulturplanter. Gjær-soppar har vore brukt til baking og i produksjon av fermenterte drikkevarer frå karbohydrat i frukter, bær, sukker-røyr og korn.

I seinare tid har industriell produksjon av alkohol som drivstoff til motorkjøretøy vorte eit økonomisk interessant alternativ til bruk av fossile hydrokarbon.

Soppar gjer mange kompliserte biokjemiske syntesar billegare enn kjemikarane kan greie. Industriell mikrobiologi er ein sterkt ekspanderande industri og bruker i stor grad soppar i produksjonen av alkoholar, organiske syrer, enzym, sterolar og antibiotika. Finn ein fram til rett sopp og substrat, kan kompliserte organiske molekyl byggjast opp eller endrast.



Potetknoll med røte framkalla av soppen Phoma exigua.

## O P P H A V   O G   S L E K T S K A P

Soppstrukturane er så lite varige at dei fleste fossile soppane er funne i restar av fossile planter. Dei eldste spor av soppar er funne i 600 millionar gamle prekambriske fossil.

Det har ikkje vore mogeleg å lage ei kronologisk historie over utviklinga av soppane fram til dei artene vi kjenner i dag. Til det er det funne for få fossile restar. Slektskapen mellom soppgruppene er det difor svært delte meningar om. Det er heller inga semje om samanhengen mellom soppane og andre organismar.

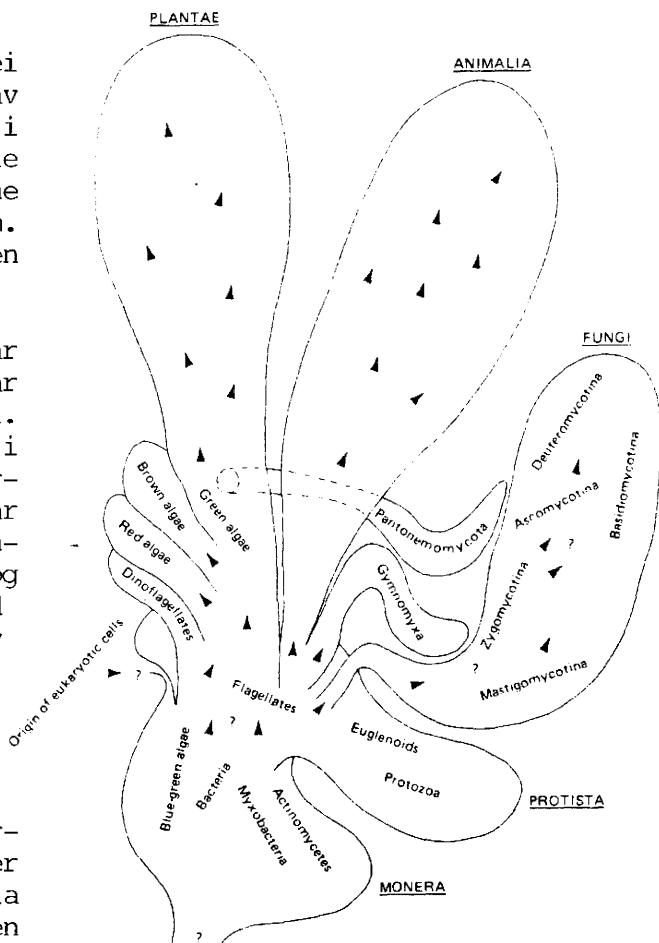
Det har vore hevdat soppar er algar eller andre primitive planter som har mista evna til å produsere klorofyll. Eit par soppklassar har cellulose i celleveggen og visse morfologiske karakterar som kan minne om algar. Dei har vore kalla "algesoppar", men i dag meiner dei fleste fagfolk at både desse og andre soppar har felles opphav med planter og dyr tidleg i utviklinga av livet på jorda.

### Karakteristikk av soppar

Det finst store variasjonar i storleik og bygnad innan soppane. Nokre er eincella, men dei fleste er fleircella arter. Soppar kan vere kuleforma, men trådforma, sterkt greina vekst er karakteristisk for det store fleirtalet av soppar. Det finst alle overgangar frå mikroskopiske arter til store hattsoppar som det er lett å få auga på. Nokre soppar har flagellar og aktiv rørsle, men dei fleste er fastsitjande organismar.

Mange soppar er parasittar, det vil seie at dei tek opp næring frå vertplanter eller vertdyr. Dei fleste parasittsoppane er også patogene, det vil seie sjukdomsframkallande.

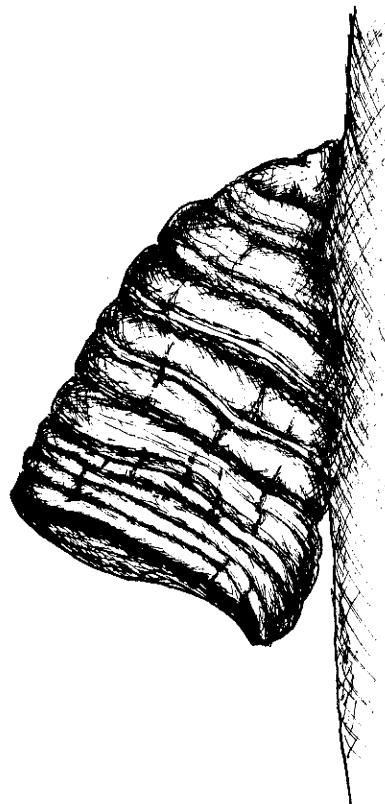
Men det store fleirtalet av soppane er saprofyttar og lever av daudt, organisk materiale.



Sannsynleg slektkap mellom soppar og andre organismar.

Soppar kan karakteriserast ved fem eigenskapar. Dei tre første har soppane felles med alle dyr og nokre planter.

1. Soppar er eukaryote, dei har ekte kjerne.
2. Soppar er heterotrofe, dei treng tilførsel av energirike, organiske sambindingar.
3. Soppar har ikkje klorofyll.
4. Soppar absorberer all næring frå miljøet omkring. Dei har ikkje noko apparat for å "svelgje" føda. Soppene må difor skilje ut enzym som bryt ned substratet til molekyl dei kan ta opp.
5. Soppar er fleirkjerna organismar. Mange soppar har meir enn ein kjerne i kvar celle, og gjennom cytoplasmabruer kan dei utveksle kjernar frå celle til celle i eitt individ og i mange tilfelle mellom individ av same art. Det gir soppene stor genetisk fleksibilitet og tilpassingsevne til ulike substrat.



#### Samanhangande cytoplasma

Dyr og planter er bygde av einkjerna celler. I soppar finst kjernane i eit felles, samanhengande cytoplasma. Kuleforma soppar manglar ofte skiljeveggar og inneheld mange kjernar i eit felles cytoplasma. Nokre soppgrupper med trådforma celler manglar tverrvegger slik at kjernane kan flytte seg fritt. Dei fleste har tverrvegger mellom cellene, men dei har ei eller fleire porer som kjernane kan passere gjennom.

#### Tallus

Den vegetative delen av ein sopp blir kalla tallus. Dette er eigentleg ein fleirkjerna protoplast med fast vegg omkring. Det finst soppar som ikkje i alle fasar av livssyklusen har fast vegg.

Knuskkjuke,  
Fomes fomentarius:  
Kjuka er bere ein del av tallus. Eit vidt nettverk av hyfar inne i trestamma høyrer og til.

Tallus av ein sopp kan vere ei enkel, kuleforma celle eller eit nettverk av greina, trådforma hyfar. Hyfe er namnet på ei rekkje av soppceller.

Eit samanhengande nettverk av hyfar i ei infisert plante eller på eit anna veksesubstrat blir kalla eit mycel. Eit mycel er òg eit tallus eller med andre ord eit individ av ein sopp.

Det vegetative tallus absorberer næring, byggjer opp nye hyfar og lagrar opplagsnæring. Heile tallus kan omvandle seg til eit formeiringsorgan hjå nokre av dei mest primitive soppane. Dei fleste soppane utviklar reproduksjonsorgana på deler av tallus.

Den spesielle veksemåten med sylinderiske, trådforma hyfar gir soppar stor overflate for næringsoptak i høve til volumet.

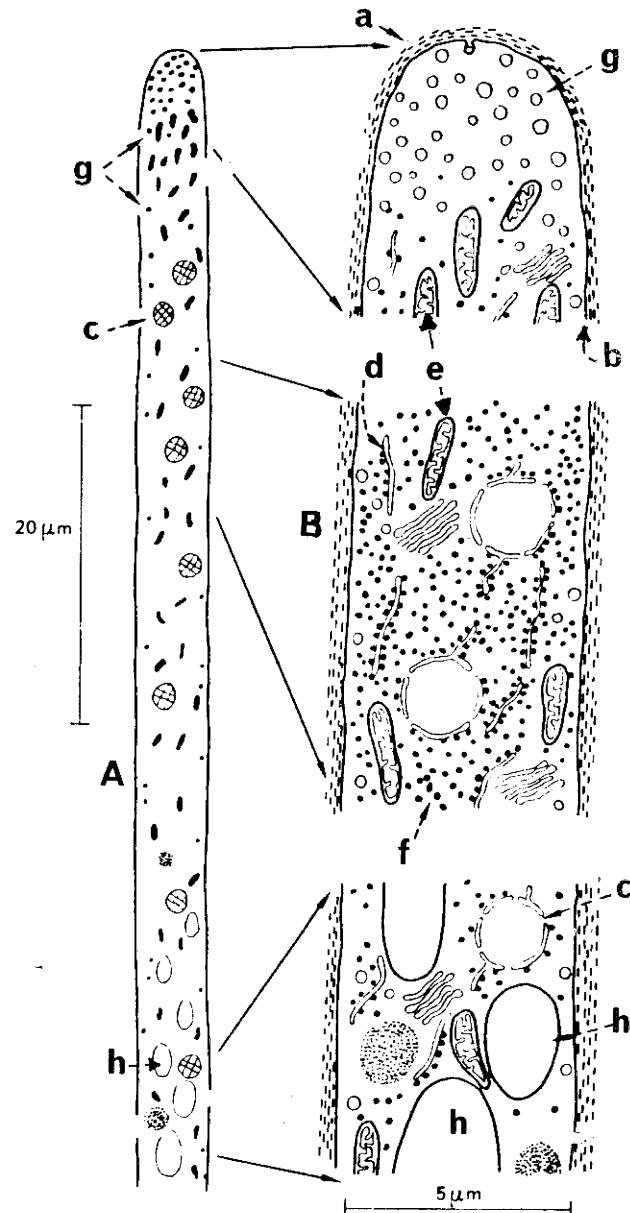
#### Hyfe

Ein hyfe er eigentleg eit rør med ein fast vegg omkring protoplasma. Den apikale cella i hyfespissen kan innehalde mange organellar. Heilt i spissen finst det vesiklar knytte til membransystemet i cella.

Desse vesiklane er viktige for veksten i hyfane ved at dei transporterer materialar fram til hyfespissane. Vesiklane går i ein slags skytteltrafikk fram og tilbake. Frå dei næringssabsorberande cellene i myclet blir det transportert både råmaterial og energirike sambindingar fram til hyfespissen, der veksten er konsentrert.

Lenger bak i hyfane blir det vakuolar som fyller det meste av cellene i eldre hyfar. Cytoplasmaet blir da redusert til eit tynt lag som kler hyfeveggen innvendig.

Cytoplasmaet kan hopast opp i visse celler som blir til tjukkveggja kvilesporar kalla klamydosporar. Dei har ofte vegg impregnert med farge-



Ein sopphyfe inneheld organellar vi kjenner frå andre organismar:

A. Lengdesnitt. B forstørra utsnitt av A.

- a. celleegg
- b. plasmalemma
- c. cellekjerne
- d. endoplasmatiske nettverk
- e. mitokondrie
- f. ribosom
- g. vesiklar
- h. vakuole

I eldre hyfar fyller vakuolane det mest av cellene.

stoff. Det vernar mot nedbryting og held soppen i live gjennom periodar som ikkje tillåt vekst.

### Vekst

Veksten i sopphyfane er konsentrert til eit "vekstpunkt" på om lag 1 µm like bak hyfespissen. Cellene blir gradvis eldre bakover frå spissen og mykje av cytoplasmaet blir brote ned.

I plante- og dyreceller dirigerer ein kjerne aktiviteten til cytoplasmaet i ei celle. Hjå soppar er det derimot inga skarp grense for den cytoplasmamassen som kvar kjerne dirigerer.

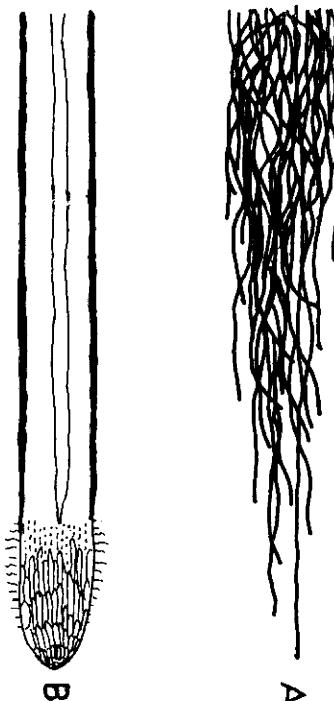
Sidegreiner kan vekse fram frå hyfar ved at "vekstpunkt" blir utvikla på sidene av hyfane. Greiner av første orden produserer sidegreiner av andre orden. Det gir ein karakteristisk radiær vekst av soppar på dyrkingsmedia og andre substrat som inneheld rikeleg næring.

Sopphyfar varierer i lengd og diameter. Det vanlege er diameter mellom 5 og 10 µm, men det finst tynne hyfer ned til 0,5 µm i diameter og sporeberande hyfar opptil 1 mm tjukke. Enkelthyfar kan bli inntil fleire meter lange. Honningsoppen har rhizomorfar, svarte hyfebuntar med vekstpunkt. Dei veks langt gjennom jorda og kan innehalde opptil 10 m lange hyfar.

### Anastomose

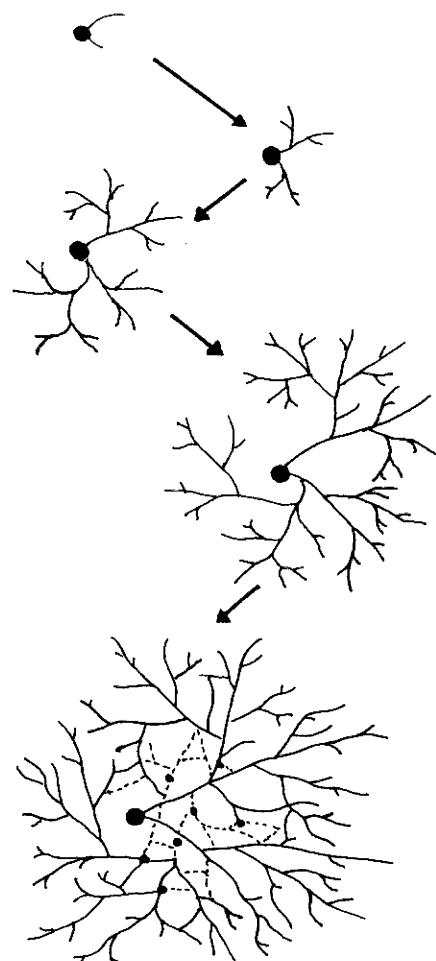
Hjå mange soppartar har hyfane i same eller ulike tallus evne til å vekse saman i ein prosess som blir kalla anastomose. Hyfekontakt fører til at veggen i kontaktpunktet blir nedbrotten, og det blir tverrsambindingar mellom nabohyfar.

Gjennom slike anastomosebru er kjernar og cytoplasma utvekslast. Det gir soppar stor gentisk plastisitet. Dei kan tilpasse seg nye resistensgen i kulturplantene eller nye kjemiske plantevernmiddele.



### Honningsopp, Armillaria mellea:

- A. Samling av rhizomorfar.
- B. Snitt gjennom rhizomorf.



Spiring av soppspore og vekst av hyfar til eit mycel.

## Celleveggen

---

Celleveggen vernar protoplasmaet i cella mot miljøet omkring. Men samstundes må veggen vere så porøs at enzym kan diffundere ut og næringsstoff kan takast opp.

Strukturelle sambindingar gir soppceller den karakteristiske forma. Veksten av ein sopp er eit resultat av syntese av nye veggmateriale.

Det er store skilnader i samansetninga av celleveggen i ulike soppgrupper. Nedanfor er det ein tabell som viser innhaldet av nokre komponentar i veggen hjå tre soppar.

---

Prosent tørrvekt av nokre i stoff celleveggen hjå tre soppar (Burnett 1968).

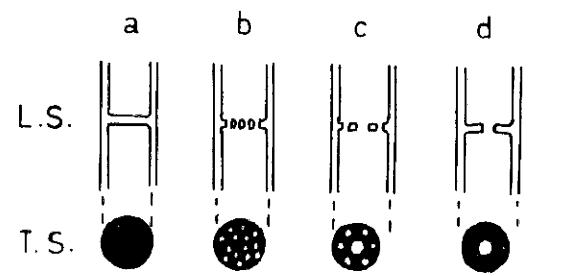
	Phytophthora (Oomycetes)	Neurospora (Pyrenomycetes)	Schizophyllum (Hymenomycetes)
--	--------------------------	----------------------------	-------------------------------

Kitin	spor	11	5
Cellulose	20	0	0
Glucan	68	87	81
Mannan	1	2	0

Visse fungicid verkar selektivt på soppar ved at syntesen av kitin i celleveggen blir hemma. Dette er stoff som ikkje finst i planteceller.

Det er utarbeidd metodar baserte på analyser av kitininnhald for å fastsetje mengda av sopphyfar i infisert plantevev.

Soppar innan klassane Oomycetes og Hypochytridiomycetes har cellulose i celleveggen. Det har ført til spekulasjonar om at dette er algar som har mista evna til å danne klorofyll. Namnet "algesopp" har vore brukt om desse soppane, men i dag meiner dei fleste at algar og "algesoppar" har eit felles opphav.



### Melaninfageststoff i hyfar og sporar

Sporar og eldre hyfar hjå mange sopparter inneholder melanin. Det er brune eller svarte fageststoff som blir til ved oksidering og polymerisering av fenolsambindingar.

Melanin vernar protoplasmaet mot ultrafiolette strålar i sollyset. Mange parasittsoppar på blad og stenglar har pigmenterte hyfar og sporar. Kvilesporar, kvileknollar og andre overlevingsstrukturar hjå soppar er òg ofte mørkfarga. Impregnering med melanin og andre fageststoff vernar soppar mot nedbryting frå andre mikroorganismar.

### Septa

Dei fleste soppane har septa, tverrvegger i hyfane. I klassane Oomycetes, Zygomycetes og nokre klassar av lågre soppar er det septa berre i reproduksjonsorgana. Andre soppar har septa i hyfane, men porer gjennom septa gjer at det blir cytoplasmabruer frå celle til celle. Kjernar kan passere gjennom slike porer.

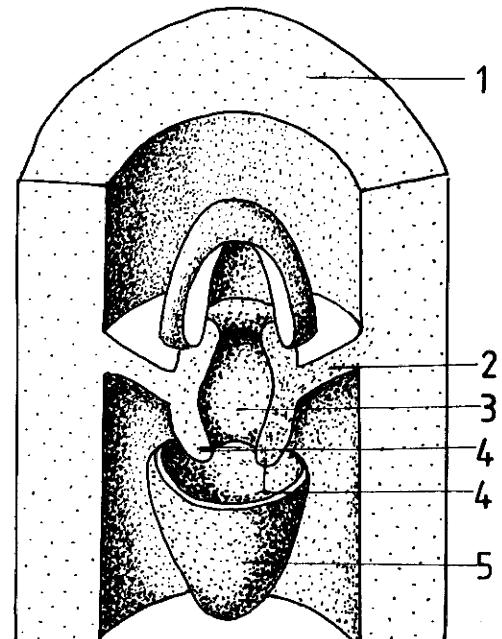
Mange stilksporesoppar har meir komplisert bygde doliporer. Det er røyrforma porer dekte i både endar av parantesliknande kapper av endoplasmatiske retikulum. Det gjer at kjernar ikkje kan passere frå celle til celle.

### Cellekjernen

Kjernane i soppceller skil seg på fleire måtar fra kjernane hjå andre eukaryote organismar. Soppkjernane er runde og måler oftaast berre 2-3 µm i diameter. Som andre eukaryotar har soppar ein dobbel kjernemembran med porer.

Kjernemembranen varar gjennom det meste av delingsfasen, slik at det meste av kernespinndelen ligg innanfor membranen. Berre delar av spindelen stikk ut gjennom membranen til centriolar utanfor.

Tverrvegger i sopphyfar:  
a. Utan pore.  
b., c., d. Ulike slag porar.



### Dolipore, detaljert tverrsnitt :

1. Hyfevegg
2. Tverrvegg
3. Pore
4. Porevegg
5. Kappe omkring poren

Grunnen til at kjernemembranen hjå soppar varar så lenge i delingsfasen, kan vere at det hindrar at spindlar fra fleire kjernar blir vikla inn i kvarandre i celledelinga.

Det er vanskleg å studere soppkjernar med vanlege cytologiske teknikkar fordi kjernane er så små. Talet på kromosom er difor kjent berre for nokre få arter. Det haploide kromosomtalet er oftast under 10. Til dømes har epleskurvsoppen (*Venturia inaequalis*) det haploide kromosomtalet  $n = 7$ , sekksporesoppen *Neurospora crassa*  $n = 7$  og konidiesoppen *Aspergillus nidulans* har  $n = 8$ .

#### Sporar

**S p o r e** er eit generelt namn på formeirings- og spreingsstrukturar hjå bakteriar, soppar og andre kryptogamar. Dei fleste sporar er eincella, men hjå soppar er det vanleg med fleircella sporar.

Det blir lagt stor vekt på morfologi og korleis sporar blir danna i grupperinga av soppene i taksonomiske avdelingar, klassar, ordenar, familiar og slekter.

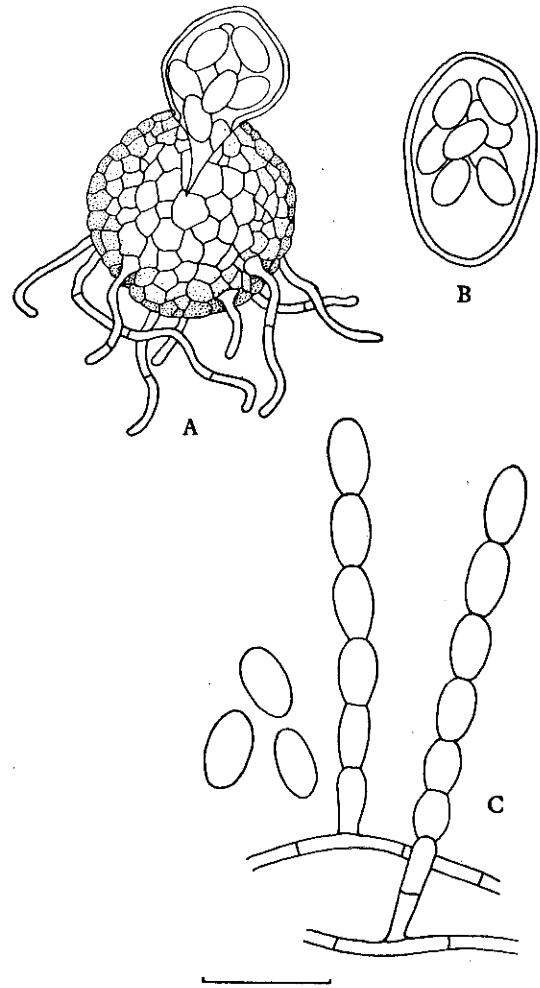
Soppsporar kan bli til ved ein vegetativ u k j ø n n a prosess ved at dei blir avsette frå spesialiserte hyfar. Dei har da same genotype som individet dei blir danna på.

Soppar produserer k j ø n n a sporar etter meiosis. Rekombinasjonar av genotypar kan gi avkom ulike foreldreindividua.

#### Ukjønna sporar

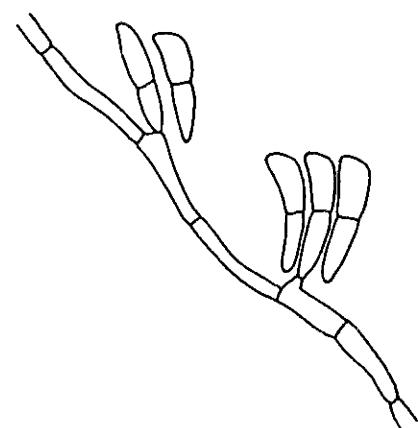
Det finst mange slag vegetative soppsporar. Etter danningsmåten kan dei delast i sporangiesporar og konidiar.

Sporangiesporar blir produserte inne i sporangium. Det er små, spesiialiserte strukturar som utviklar sporar innvendig. Sporangia kan vere krukke-



#### Stikkelsbårdrepar, *Sphaerotheca mors-uvae*:

- Kleistotecium med askus
- Askus med askosporar, kjønna sporar.
- Konidiofor med konidiar, ukjønna sporar.



#### Grå augefleksoppen, *Rhynchosporium secalis*:

Danning av konidiar, ukjønna sporar.

forma eller like vanlege hyfar. Hjå primitive soppar kan heile tallus bli til eit sporangium. Meir vanleg er det at sporangium blir utvikla i spissen av hyfane. Sporangiesporar kan ha flagellar, og blir da kalla zoosporar. Det gjer dei i stand til å symje i fritt vatn på planteoverflater eller i jorda. Andre sporangiesporar manglar flagellar.

Konidiar blir avsette på spesialiserte hyfar kalla konidioforar. Konidiar manglar evne til sjølvstendig rørsle, med dei kan ha vedheng som held dei flytande i vatn. Mange konidiar blir spreidde gjennom lufta. Dei har så liten masse at verknaden av tyngdekrafta blir nøytralisert om det er merkbar vind i lufta. Difor kan dei halde seg lenge svevande og bli transporterte langt av garde med vinden.

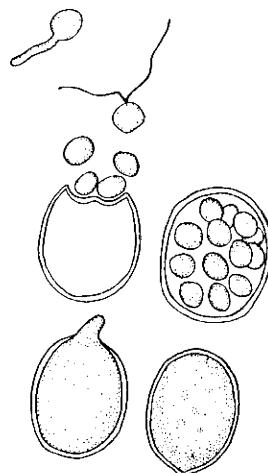
#### Haploid fase dominerer

Dei fleste soppane har haploide kjernar gjennom mesteparten av livssyklusen. Men det er unntak frå denne regelen. Gjærsporar alternerer mellom haploide og diploide generasjoner.

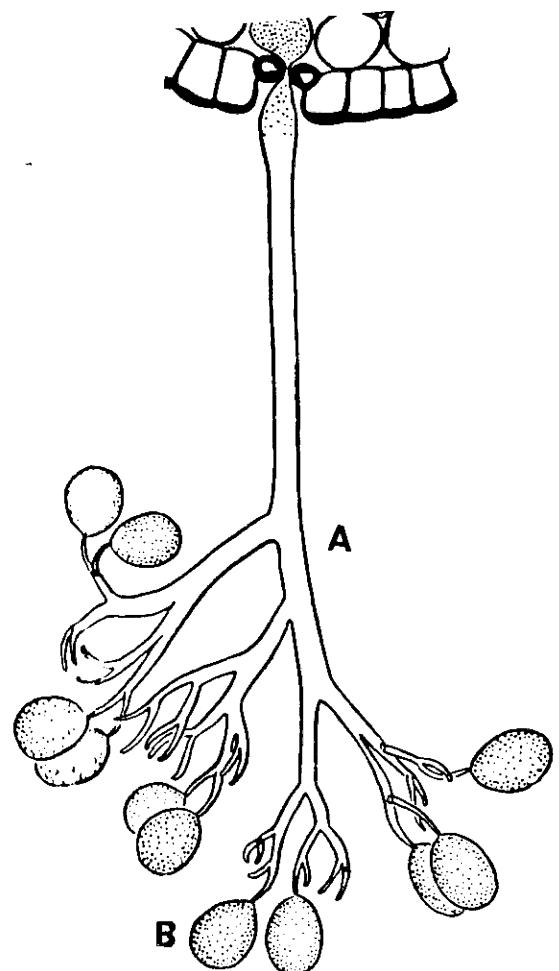
Mange eggsporesoppar er diploide gjennom storparten av livssyklusen sin. Meiosis går føre seg i gametangia slik at den haploide fasen blir like kort som hjå dyr.

Haploide soppar med to eller fleire ulike kjernar i same tallus vil genetisk oppføre seg som ein diploid eller polyploid organisme. Det kan vere fordelar ved at allele gen ligg i ulike haploide kjernar framfor at dei finst i ein diploid kjerne. Recessive gen blir straks utsett for seleksjonspress og kan bli raskt fjerna frå ein populasjon av haploide kjernar.

Haploide organismar eignar seg godt til genetisk forsking. Mutasjonar og andre genetiske endringar vil vise seg med ein gong. I eitt individ kan fleire genetisk ulike kjernar leve i sameksistens i



Utvikling av zoosporar i eit sporangium og spiring av ein zoospore.



Kålbladskimmel,  
*Peronospora parasitica*:

- A. Sporangiofor.
- B. Sporangium.

hyfcellene. Produksjon av konidiar kan gi opphav til reint haploide individ. Dette er heilt unikt for soppar, og nokre sopparter har vore mykje brukte som "bananfluger" av genetikarane.

#### Kjønna sporar

---

I prinsippet er kjønna formeiring lik hjå alle organismar. Etter protoplasma-kontakt, p l a s m o g a m i, mellom to celler vil kjernane eller avkoma av kjernane sameinast i ein prosess som blir kalla k a r y o g a m i.

Den diploide kjernen eller avkom frå han vil i reduksjonsdelinga i m e i o s i s få redusert kromosomtalet til det halve. I denne siste fasen kan gentisk materiale frå dei to opphavlege kjernane bli blanda slik at avkomet blir ulikt dei to foreldrekjernane.

I dyr og planter er plasmogami og karyogami to stadium i same prosess. Hjå soppar kan plasmogami og karyogami vere skilde i tid og plass. Ved protoplasma-kontakt kjem dei to kjernane inn i same celle. Soppar kan ha eit kort eller langt p a r k j e r n e s t a d i u m frå plasmogami til kjernane veks saman i karyogami. D i k a r y o n er eit anna namn på eit slikt stadium.

Hjå soppar er det fleire variasjonar frå mønsteret vi kjenner frå dyr og planter.

## A V D E L I N G A R   A V   S O P P A R

---

Det er i dag brei semje om at soppar ikkje passar inn korkje i planteriket eller i dyreriket. Soppar og andre heterotrofe mikroorganismar har ikkje nært slektskap til nokon av dei to store gruppene av levande organismar. Difor blir soppane skilde ut som eit eige rike.

I siste utgåva av "Dictionary of the fungi" deler Hawksworth et al. (1983) soppane inn i to avdelingar med fem underavdelingar i den eine avdelinga.

### Avdelingar:

#### I M Y X O M Y C O T A

Avdelinga inneholder soppar utan fast cellevegg i vekstfasen, slik at forma endrar seg raskt. Dette blir kalla amøboid vekst på grunn av likskapen med amøbar. Det vegetative tallus er eit plasmodium, ein fleirkjerna, rørleg masse av protoplasma utan fast vegg.

#### II E U M Y C O T A

Vekstfasen er ikkje amøboid. Dei fleste soppane i avdelinga veks med hyfar, men eincella arter finst i nokre klassar.

### Underavdelingar:

#### I M A S T I G O M Y C O T I N A

Tallus er eincella eller eit mycel med grove hyfar utan tverrveggar. Dei fleste har rørlege gametar og zoosporar.

## 2 Z Y G O M Y C O T I N A

Tallus er mycel ofta utan tverrvegger. Kjønna fase resulterer i produksjon av z y g o s p o r a r. Rørlege celler manglar.

## 3 A S C O M Y C O T I N A

Tallus er mycel av hyfar med tverrvegger. Nokre arter er eincella. Kjønna fase endar med produksjon av a s k o s p o r a r inne i a s k u s.

## 4 B A S D I O M Y C O T I N A

Tallus er mycel av hyfar med tverrvegger. Bøylemycel er karakteristisk, men ikkje alle grupper har det. Kjønna fase endar med at b a s i d i e s p o r a r veks fram på b a s i d i a r.

## 5 D E U T E R O M Y C O T I N A

Tallus er mycel av hyfar med tverrvegger. Eincella arter finst. Kjønna fase manglar.

## Avdeling M Y X O M Y C O T A

---

Slimsoppar er det norske namnet på denne avdelinga av soppar. Sporane spirer til amøboide massar av protoplasma. Kjernedeling og vekst gjer at nokre arter kan bli opptil 20-30 cm store slimflak på daude planterestar. Nokre av dei har gilde fargar og har fått namn som trollsmør og ulvemjølk.

Slimsoppar kan røre seg, og det har ført til at somme meiner dei bør grupperast saman med protozoar.

Dei fleste slimsoppene er saprofyttar på daudt organisk materiale i fuktige miljø. Parasittsoppar finst i ein klasse som blir omtala her.

## P L A S M O D I O P H O R O M Y C E T E S

---

Klassen inneheld eit halvt hundre kjende arter som alle er b i o t r o f e parasittar på planter, algar eller andre soppar. Dei lever e n d o b i o t i s k inne i vertcellene. Slektskapen til andre soppar er det delte meininger om.

Zoosporane har ein lang og ein kort flagell. Dei kan også vere gametar og vekse til ein zygote saman for å starte den diploide fasen av livssyklusen.

P l a s m o d i o p h o r a l e s er den einaste ordenen i klassen, og parasittsoppene finst i dei to slektene Plasmodiophora og Spongospora.

### Plasmodiophora

---

Slekta Plasmodiophora inneheld den velkjende klumprotsoppen og nokre andre arter som også fører til utvekstar på røter av vertplantene.

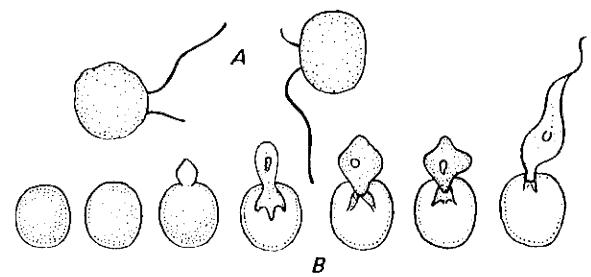
Klumprot (Plasmodiophora brassicae) er den viktigaste sjukdomen på krossblomstra vekstar. Arter i slekta Brassica er mest utsette. Kvilesporane kan overleve opptil 7-8 år i jorda og blir stimu-

lerte til spiring av vertplanterøtene. Kvar kvilespore spirer med ein zoospore som mistar flagellen og blir til ein cyste på oveflata av rothår eller epidermisceller. Gjennom ein tynn infeksjonspigg tømmer cysten innhaldet inn i vertplantecella. Inne i verten veks soppen raskt til eit plasmodium som er amöboid protoplasma med fleire kjernar. Dette formar seg raskt om til eit sporangium som frigjer nye zoosporar. Det produserer såleis ny smitte same vekstsesong.

Samanveksing av zoosporar gir diploide zygotar. Infeksjon med zygotar fører til danning av diploide plasmodium inne i rota. Cellene i rotborken blir stimulerte til sterk delingsaktivitet og vekst. Det viser seg snart som utvekstar på røtene. I unormalt store celler i utvekstane produserar soppen kvilesporar.

#### Spongospora

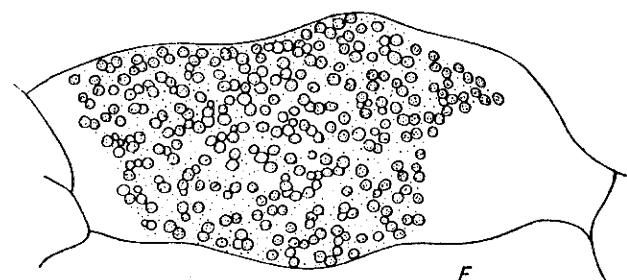
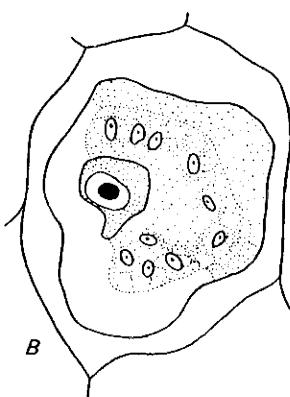
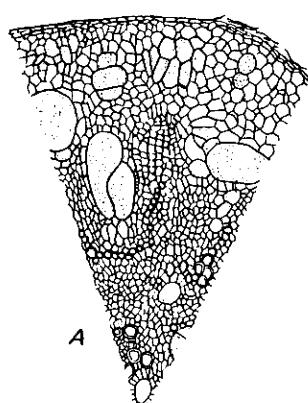
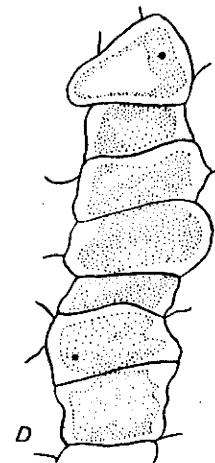
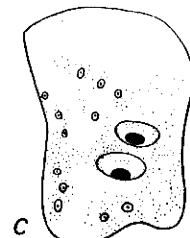
Slekta Spongospora inneheld ei viktig art, vorteskurv-soppen (*Spongospora subterranea*). Dette er ein viktig sjukdom på potet i fuktig og relativt kjølig klima. Men vi veit lite om detaljane i livssyklusen til soppen. Kvilesporane kan overleve i fleire år i jorda og spirer med zoosporar. Soppen kan overføre moptopp virus i potet.



Klumprotsoppen,  
*Plasmodiophora brassicae*:

A. Zoospore.

B. Spiring frå kvilespore.



#### Klumprotsoppen, *Plasmodiophora brassicae*.

- A. Snitt gjennom infisert rot.
- B. Mangekjerna plasmodium omkring kjerna i vertplantecella.
- C. Deling av vertplantecelle.

D. Celler etter deling framkalla av soppen.

E. Kvilesporar i hypertrof celle.

## Avdeling E U M Y C O T A

---

Namnet Eumycota kan omsetjast med "ekte sopp". Avdelinga inneholder alle soppar utanom slimsoppane i Myxomycota. Det store fleirtalet innan avdelinga veks med hyfar, men dei mest primitive artene er eincella, enkle organismar. Alle ekte soppar har vel definert vegg.

## M A S T I G O M Y C O T I N A

Den første underavdelinga innan dei ekte soppene inneholder tre klassar. Viktige planteparasittar finst i dei to klassane Chytridiomycetes og Oomycetes og dei blir nærmere omtal her.

## C H Y T R I D I O M Y C E T E S

---

Dei fleste soppene i denne klassen lever i vatn, men terrestriske arter finst. Somme er parasittar på algar, dyr eller soppar. Andre lever som saprofyttar på daude restar av planter eller dyr i ferskvatn eller i sjøen.

Tallus kan vere enkelt, kuleforma eller eggforma. Andre arter har noko hyfevekst utan tverrvegger i hyfane.

Zoosporane har ein flagell med ein lang basal del og ein kort pisk i spissen. Flagellen sit alltid i bakenden på zoosporen.

Hjå mange arter blir heile tallus om-laga til eit reproduksjonsorgan. Dette kallast h o l o k a r p i. Fordi heile organismen går med til å utvikle zoosporane, blir det ei tydeleg generasjonsveksling.

Dei fleste holokarpe arter lever som endobiotiske parasittar inne i vertcellene. Det sikrar jamn nærings-tilføring. Etter ei tids utvikling i verten startar produksjon av zoosporar for å lage smitte til infeksjon av nye vertar.

Ved kontakt med vertcella mistar zoosporen flagellen og blir til ein kuleforma cyste. Ein tynn infeksjonspigg punkterer vegg i vertcella. Dette er truleg ein reint mekanisk prosess. Innhaldet i zoosporen blir så tømt inn i vertcella.

### Olpidium

Alle arter i slekta Olpidium er endobiotiske og holokarpe parasittar i røter på algar og høgre planter.

Olpidium brassica finst i røter på kålvekstar, salat og andre planter. Soppen gjer liten skade åleine, men han kan overføre eit virus i salat, salatkjempenerve. Det gir misdanna blad slik at salaten må kasserast. Viruset er funne i norske gartneri.

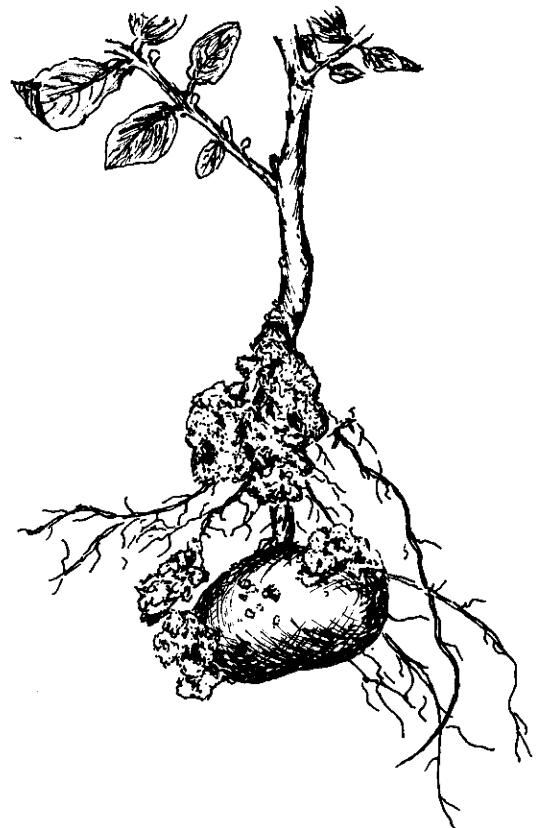
### Synchytrium

Slekta inneholder fleire planteparasittar. Nokre av dei har mange vertplanter, medan andre er sterkt spesialiserte parasittar.

Alle er holokarpe og endobiotiske som Olpidium-artene, men det tek ei tid fra infeksjonen til tallus får fast vegg. Tjukkveggja kvilesporar held soppen i live i mange år.

Potetkreft (*Synchytrium endobioticum*) kom truleg til Europa omkring hundreårs-skiftet. Soppen øydelegg potetplanta så sterkt at det blir lite å hauste frå sjuke planter. Han har dessutan ekstremt seigliva kvilesporar, slik at potetkreft er ein av dei farlegaste potetsjukdomane. Men ein kombinasjon av strenge karantenereglar og dyrking av resistente sortar har vore effektive rådgjerder her i landet.

Kvilesporane kan overleve i jorda i minst 15-20 år. Dei spirer ved å sleppe ut zoosporar med ein flagell. Zoosporane sym i jordvatnet, og om dei møter ein potetknoll eller andre underjordiske delar av potetplanta,



Potetkreft, *Synchytrium endobioticum*: Symptom på knoll og stengel.

mistar dei flagellen og trengjer inn gjennom epidermiscellene. Infiserte potetceller aukar kraftig i storleik, og nabocellene blir stimulerte til deling. Det resulterer i primærgallar. Soppen blir til ein fleirkjerna prosorus som produserer zoosporar. Dei kjem ut i jordvatnet ved at primærgallen rotnar og kan infisere potetplanta i eit nytt punkt. Samanveksing av to haploide zoosporar gir ein diploid zygote. Infeksjon med zygotar fører til kraftig delingsaktivitet og sterkt svulstdanning i potetvevet. Zygoten utviklar ein tjukk vegg og blir til kvilespore.

Dei blomkållknande svulstane kan utviklast på knollar, stolonar og stenglar. Dei er først lysfarga, men mørknar etter ei tid. Bakteriar og andre saprofyttar invaderer svulstane slik at dei rotnar mot slutten av vekstsesongen. Kvilesporane kjem med det ut i jorda.

#### O O M Y C E T E S

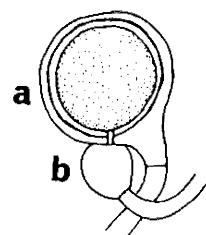
---

Klassen Oomycetes inneholder arter som varierer mykje i morfologi, storleik og levevis. Felles for dei er at celleveggen inneholder cellulose, zoosporane har to flagellar og dei karakteristiske kjønnsorganana.

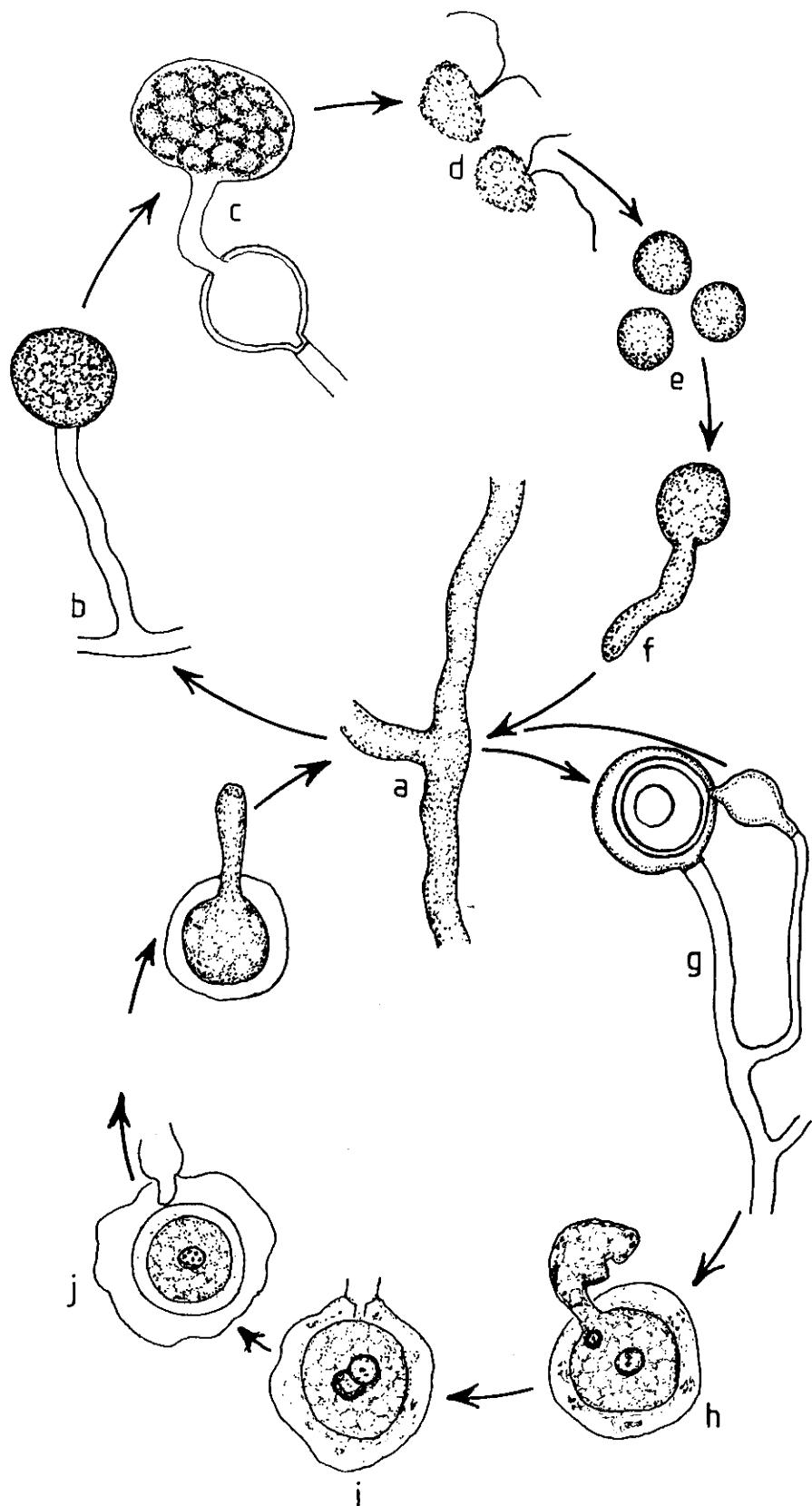
Kitin som finst i celleveggen hjå soppar i andre klassar, manglar i Oomycetes. Men dei har i staden cellulose som gir styrke til veggen. Cellulose er typisk for algar og andre planter, og det er grunnlaget for namnet "algesoppar" på desse soppene.

Zoosporane har ein flagell i kvar ende. Ikkje alle arter har zoosporar. Parasittar på overjordiske plantedelar produserer sporar som spirer med ein spirehyfe. Nokre arter med zoosporeutvikling kan spire direkte med spirehyfar i visse miljø.

Hokkjønnsorganet til soppar i klassen blir kalla oogoniet. Det er ein liten pose med ei eller fleire



Bleikrøtesoppen,  
Phytophthora cactorum:  
a. Oogonium.  
b. Anteridium.



Rotbrannsoppen, *Pythium debaryanum*.  
Livssyklus:

- a. Hyfe.
- b. Sporangium.
- c. Zoosporar i ei bobleliknande hyfe.
- d. Zoosporar.
- e. Zoosporar mistar flagellane.
- f. Spirande zoospore.
- g. Anteridiet befruktar oogoniet.
- h. Plasmogami.
- i. Karyogami.
- j. Oospore.

kjønnsceller. Anteridiet, det hannlege gametangiet, er ein spesialisert hyfe frå same eller eit anna tallus. I kontaktpunktet mellom oogoniet og anteridiet blir veggan oppløyst slik at kjernar frå anteridiet kan kome inn i oogoniet. Det befrukta oogoniet blir til ein tjukkveggja oospore. Dette er ein kvilespore som held soppen i live gjennom vinterhalvåret og andre periodar som ikkje tillèt vekst.

Soppar i klassen Oomycetes er diploide gjennom mesteparten av livssyklusen sin. Meiosis går føre seg i oogoniet og anteridiet. Det blir berre ein haploid kjernegenerasjon ettersom ein haploid kjerne frå anteridiet veks saman med ein haploid kjerne frå oogoniet til ein diploid kjerne.

Livssyklusen i klassen blir såleis i prinsippet lik den vi har i dyreriket. Ingen andre soppgrupper har så dominante diploid fase.

Oomycetes har fire ordenar. Berre to av dei inneheld planteparasittar og blir nærmere omtala her.

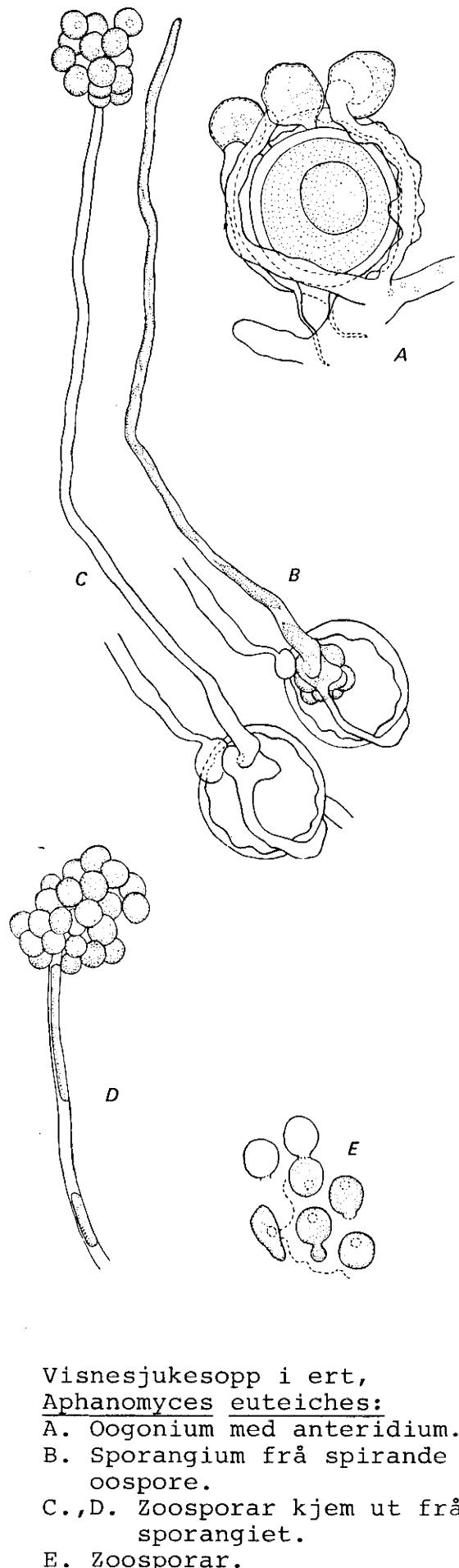
#### Saprolegniales

Artene i denne ordenen lever som saprofyttar eller parasittar i vatn eller fuktig jord. Dei veks med grove, lite greina hyfer. Zoosporane blir utvikla i sporangium som er lite differensierte hyfar. Heile tallus blir til eit sporangium hjå holokarpe arter.

#### Aphanomyces

Slekta inneheld krepsepest-soppen (*Aphanomyces astaci*) og parasittar på viktige kulturplanter. Sporangiane er hyfeendar som startar produksjon av zoosporar. Dei blir støyte ut gjennom hyfespissen og kan symje nokre timer.

Oogonia sit i spissen på korte hyfegreiner. Dei har glatt vegg eller mønster og piggar i overflata. Ein eller fleire anteridium befruktar oogoniet.



#### Visnesjukesopp i ert, *Aphanomyces euteiches*:

- A. Oogonium med anteridium.
- B. Sporangium frå spirande oospore.
- C.,D. Zoosporar kjem ut frå sporangiet.
- E. Zoosporar.

Oosporane blir utvikla enkeltvis og spirer med ein lang spirehyfe.

Visnesjukesoppen (*Aphanomyces euteiches*) er farlegaste parasittsoppen på ert. Oosporane overlever minst 6–8 år i jorda, og vekstskifte er einaste effektive rådgjerda. Oosporane spirer med ein eller fleire hyfar. Dei blir til sporangium og produserer zoosporar som finn vegen til erterøtene. Røtene blir først vasstrekte og rotnar opp slik at plantene visnar om det er mykje smitte i åkeren. Tørkestress forsterkar symptoma. I borken på røtene og i nedre delar av stengelen blir det utvikla runde, tjukkveggja oosporar.

#### Peronosporales

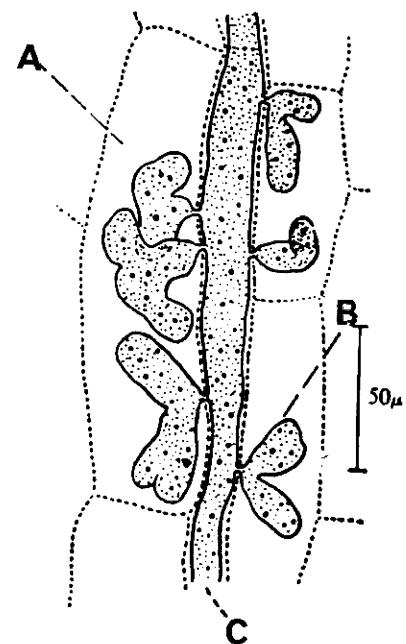
Ordenen inneholder nokre av dei viktigaste parasittsoppene på kulturplantene. Han omfattar sterkt vertsspesifikke bladskimmelsoppar og polyfage, det vil seie med mange vertplanter, rotbrannsoppar. Slike primitive parasittar utgjer overgangen mellom parasittane og saprofyttane i ordenen.

Tallus er bygd av grove hyfar utan septa. Nokre av parasittane i ordenen har haustorium som er hyfegreiner spesialiserte for næringsopptak.

Bladskimmel og nokre andre soppar i ordenen er biotrofe parasittar som aldri har vore dyrka i kultur.

Zoosporar med to flagellar blir produserte i sporangium. Hjå primitive arter blir sporangia sitjande på sporangioforen. Men innan ordenen er det ei utvikling mot arter med sporangium som losnar fra sporangioforen og blir spreidde med vasssprut og vind.

Såleis blir sporangiet ei spreingseinng og hjå nokre arter kan sporangiet anten utvikle zoosporar eller spire direkte. Dei mest spesialiserte parasittane i ordenen har helt mista evna til å produsere zoosporar.



Haustorium av kålbladskimmel, Peronospora parasitica i kålblad:

- A. Vertplante celle.
- B. Haustorium.
- C. Intercellulær hyfe.

Sporangia hjå Peronospora-arter blir spreidde og spirer om lag som sporar av sekksporesoppar.

Anteridiet leverer fleire kjernar til oogoniet gjennom ein trøng hyfe. Ein kjerne veks saman med ein kjerne i oogoniet, og dei andre går til grunne. Oosporen spirer ved å utvikle eit stort tal zoosporar hjå dei fleste soppar i ordenen. Hjå bladskimmel spirer oosporen med ein spirehyfe.

Ordenen Peronosporales er delt i tre familiar. Nedanfor er det ei liste over viktige slekter i desse familiene.

Pythiaceae	Phytophthora
	Pythium
Peronosporaceae	Bremia
	Peronospora
	Plasmopara
	Pseudoperonospora
Albuginaceae	Albugo

Artene i familien Pythiaceae er nekro-trofe planteparasittar eller saprofytтар. Dei fleste er jordbuande. I planter veks dei i ntracellulært, det vil seie i cellemellomromma.

Artene i Peronosporaceae og Albuginaceae er alle biotrofe planteparasittar og veks i intercellulært med haustorium i vertplantecellene. Dei er sterkt spesialiserte til visse vertplanter.

#### Pythium

Soppar i slekta Pythium har vel utvikla mycel av grove, sterkt greina hyfar. Zoosporane blir til ved at ein udifferensiert protoplasmamasse strøymer inn i ei utsvelling i hyfespissen. Etter 15–20 min blir det differensiert ut zoosporar, og hyfen sprekk opp i spissen slik at zoosporane kjem fri.

Oogoniet sit anten terminalt på ein hyfespiss eller i nterkalært i ein hyfe. Eit eller fleire anteridium befruktar kvart oogonium.

Den polyfage rotbrann-soppen *Pythium debaryanum* gjer mest skade i fuktig jord og ved relativt låge temperaturar. Soppen kan drepe frøplanter, men ved fuktige veksevilkår kan han og øydelegge eldre planter. Zoosporane blir tiltrekte av rothår- og strekkingssona på røtene. Såring av røter eller rothals aukar mengda av næring for soppen i infeksjonsfasen.

#### Phytophthora

Mange av dei viktigaste jordbuande soppane høyrer til slekta *Phytophthora*. Nokre arter er sterkt knytte til vertplantene og har dårlig evne til å overleve i jorda.

*Phytophthora*-arter er årsak til viktige sjukdomar på mellom anna dei tempererte kulturplantene potet, eple, pære, tomat og tobakk og dei tropiske vekstane kakao, sitrus og pepar.

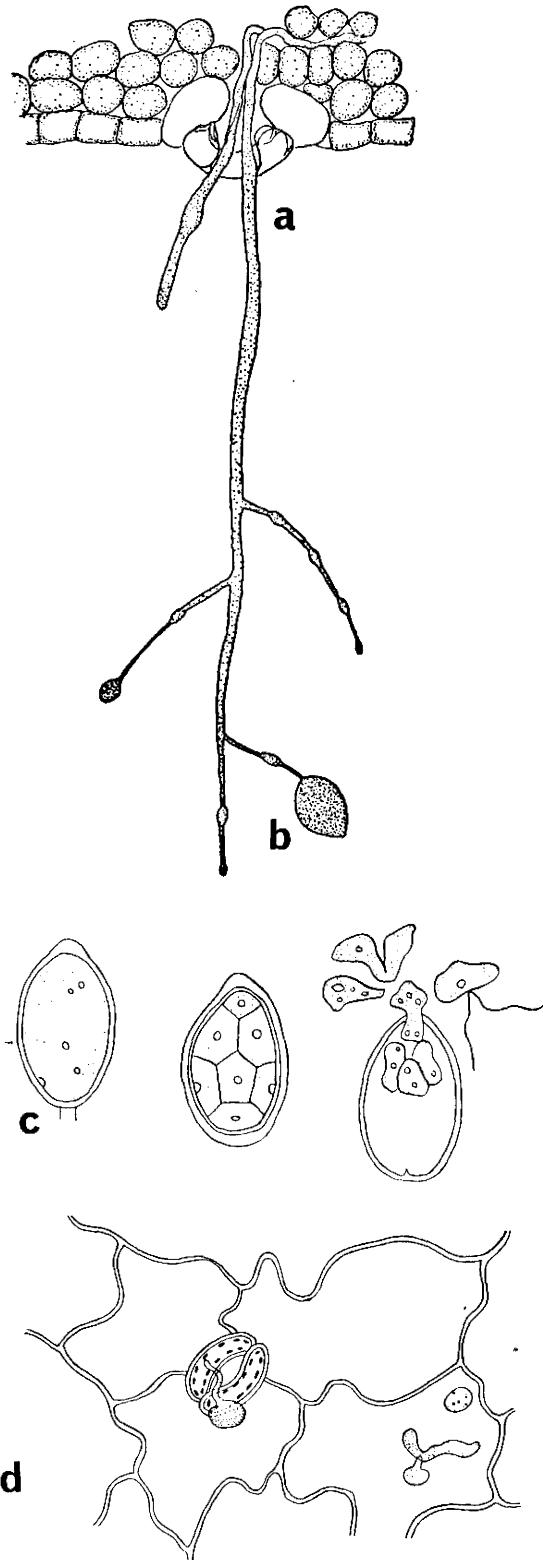
Tørrøtesoppen (*Phytophthora infestans*) produserer sporangium på lite differensierte sporangioforar. Sporangia blir vind- og vassprutspreidde og dannar zoosporar eller spirer direkte med spirehyfe. Optimum temperatur for direkte spiring er 23 C og for zoosporedanning 13 C.

Oosporar blir danna i rikelege mengdar i Mexico, som truleg er heimlandet til soppen. Utanfor Mellom-Amerika finst berre den eine krysningstypen av soppen.

På både dei to vertplantene potet og tomat er tørrøte ein av dei sjukdomane som fører til størst avlingstap. Soppen overvintrar i potetknollar, og frilands-tomat blir smitta frå potet.

#### Bremia

Fra intercellulært mycel veks karakteristiske sporangioforar ut gjennom spaltopeningane. Sporangia spirer oftast direkte, men dei kan også produsere zoosporar. Oosporar blir utvikla i blad og bladstilker, og dei overvintrar i planterestar.



#### Tørrøtesoppen, *Phytophthora infestans*:

- Sporangiofor veks ut gjennom spalteopning på bladundersida.
- Sporangium
- Danning av zoosporar i sporangium.
- Spiring og infeksjon i spalteopning.

Salatbladskimmel (*Bremia lactucae*) er vanleg på frilandssalat. Soppen har mange vertplanter innan korgplante-familien, men han er sterkt spesialisert til vertplanteslektene.

#### Peronospora

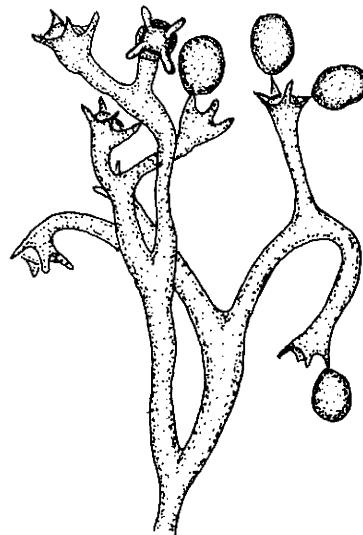
Sporangioforane er gaffelgreina fleire gonger. På spisse greiner sit sporangium som blir vindspreidde. Dei spirer direkte og utviklar intercellulært mycel med greina haustorium i vertcellene. I infisert plantemateriale blir det produsert oosporar. Dei spirer med spirehyfe.

Laukbladskimmel (*Peronospora destructor*) har vertplanter i slekta *Allium*. Han gjer mest skade på kepalauk. Soppen overvintrer som oosporar i planterestar eller som mycel i setjelauk. I fuktige periodar blir han raskt spreidd og kan vere årsak til store avlingstap.

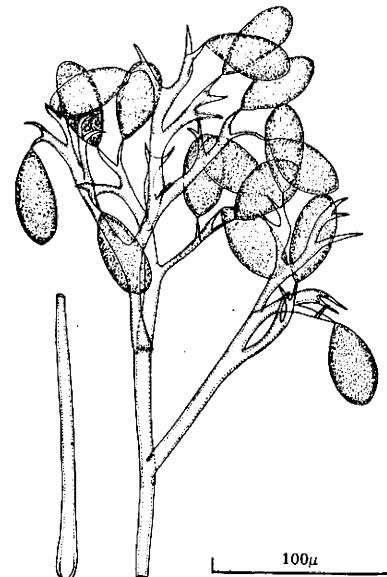
#### Albugo

Korte sporangioforar produserer sporangium i kjeder. Dei bryt fram gjennom epidermis og viser seg som kvite flekker på overjordiske plantedeler.

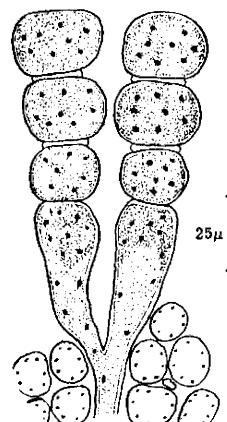
Krossblom-kvitrust (*Albugo candida*) er ein vanleg sopp på både ville og dyrka krossblomstra arter. Symptoma kan minne om bladskimmel, men sporangia i kjeder kan lett identifiserast.



Salatbladskimmel,  
*Bremia lactucae*:  
Sporangiofor med sporangium.



Laukbladskimmel,  
*Peronospora destructor*:  
Sporangiofor med sporangium.

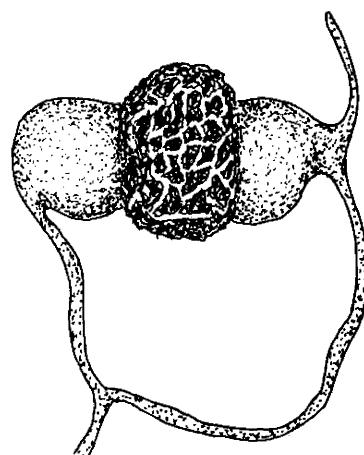


Krossblomst-kvitrust,  
*Albugo candida*:  
Sporangioforar med sporangium.

## Z Y G O M Y C O T I N A

Dei fleste soppar i denne underavdelinga er saprofyttar, men nokre arter kan framkalle røte i bær, frukter og andre planteprodukt. Av dei to klassane blir berre den eine, Zygomycetes, omtala her. Den andre innehold parasittar på leddyrl. Hyfane er utan tverrvegger og rørlege celler manglar.

Z y g o s p o r e n er resultatet av den kjønna fasen i livssyklusen.



Zygospor

## Z Y G O M Y C E T E S

---

Klassen har fleire ordenar. Planteparasittane hører til Mucorales. Ordenen Entomophthorales inneholder sterkt spesiialiserte parasittar på insekt.

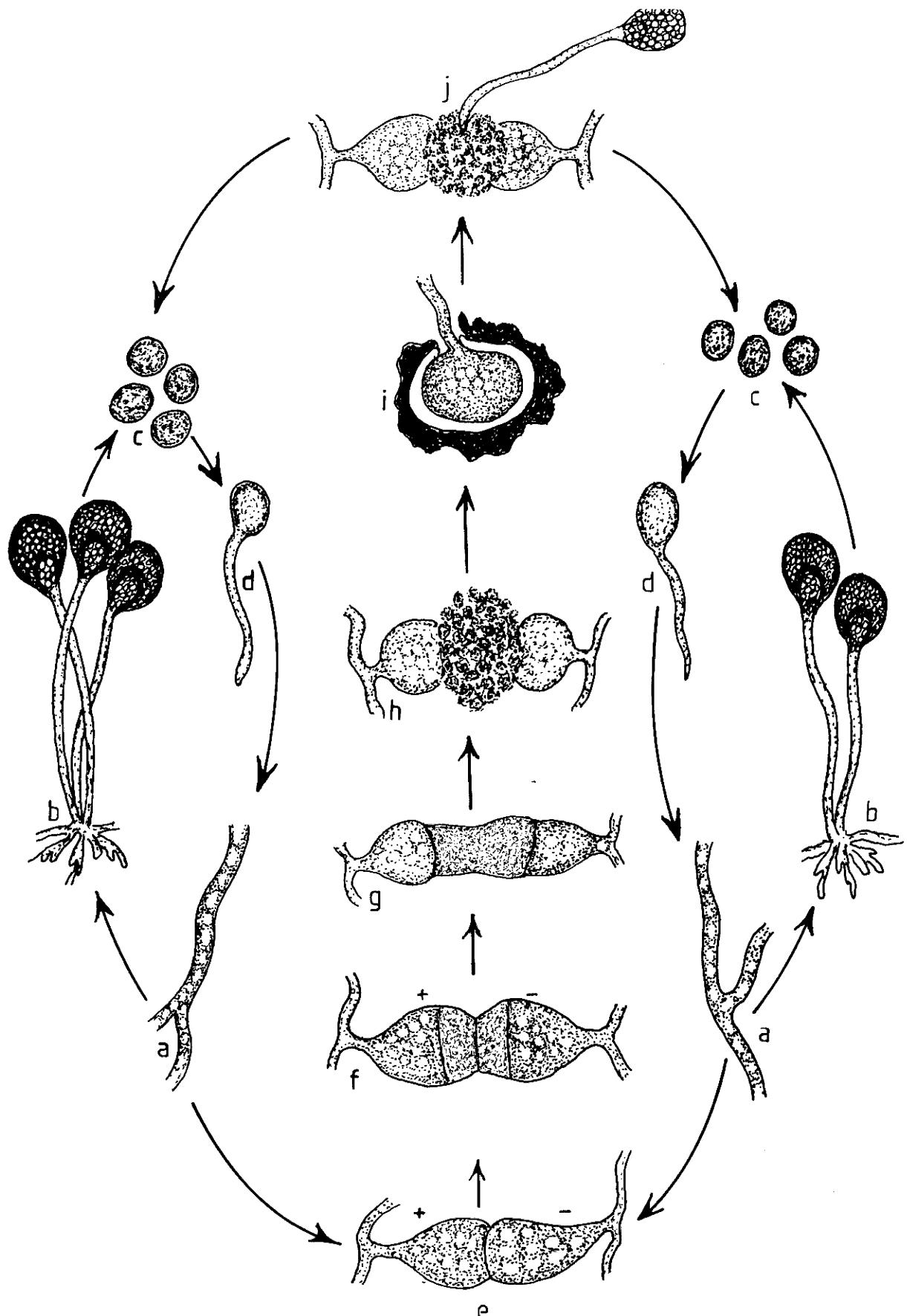
Endogonales omfattar soppar som lever i symbiose med planter. Dei er jordbuande og utviklar endogeen mykorrhiza ved at dei veks inne i planterøtene. Hyfar utover i jorda er med og aukar næringsopptaket. På fosforfattig jord kan endogen mykorrhiza gi auka plantevekst.

## M u c o r a l e s

Soppane i denne ordenen har grove hyfar utan tverrveggjar. Dei fleste er saprofyttar. Nokre er parasittar på andre soppar, dyr, menneske, planter og planteprodukt.

Kontakt mellom hyfer av ulik krysnings-type fører til plasmogami og karyogami. Fleire kjernar frå kvart kjønn veks saman i ein zygote som blir til ein tjukkveggja zygospor. Det er ein kvile-spore som spirer med eit sporangium på ein lang hyfestilk. Sporangiesporane kjem fri ved at sporangiet sprekk opp og sporane blir vindspredde.

Planteparasittære arter finst i slektene *Mucor* og *Rhizopus*.



Rhizopus stolonifer, kulemugg.  
Livssyklus:

- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| a. Somatisk hyfe.                 | f. Plasmogami.                  |
| b. Sporangioforar med sporangium. | g. Ung zygospore.               |
| c. Sporangiosporar.               | h. Moden zygospore.             |
| d. Spirering.                     | i. Zygosporen spirer.           |
| e. Gametangium.                   | j. Sporangiofor med sporangium. |

## A S C O M Y C O T I N A

Sekksporesoppene utgjer om lag ein tredjepart av alle soppar. Talet vil kome opp i over halvparten av alle soppar om vi reknar med arter utan kjent kjønna stadium og slektskap med sekksporesoppene.

**A s k u s** er ei sekklirkande celle. Etter reduksjonsdelinga i meiosis blir det produsert oftast 8 askosporar ved **f r i c e l l e d a n n i n g**. Dette er ein karakteristisk eigenskap for underavdelinga.

I tillegg til det **t e l e o m o r f e** (kjønna) har dei fleste sekksporesoppene eit **a n a m o r f t** (ukjønna) sporestadium.

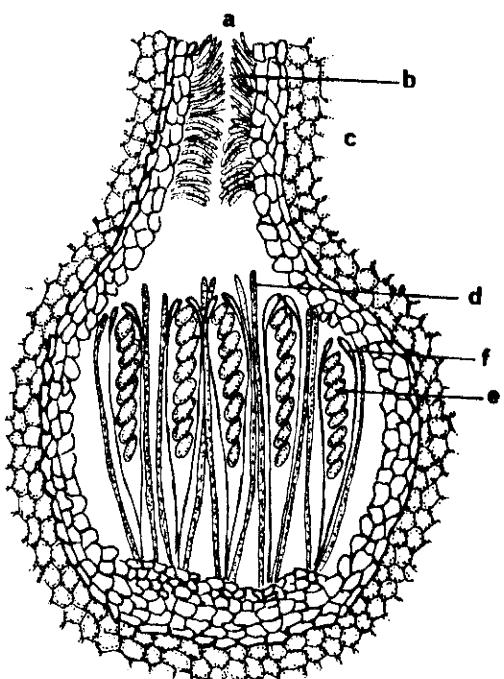
### Askus

-----  
**A s k u s**, sporesekken som askosporane blir danna i etter meiosis, er ein felles karakter for sekksporesoppene. Askus er ulik alle andre celletypar hjå soppar.

**K a r y o g a m i**, samanveksing av to **h a p l o i d e** kjernar til ein kjerne med dobbelt sett av kromosom, går føre seg i askus. Den **d i p l o i d e** kjernen i askus er den einaste diploide kjernegenerasjonen hjå sekksporesoppene.

Like etter karyogami blir kromosomtalet halvert igjen ved reduksjonsdelinga i **m e i o s i s**. Ei mitotisk celledeling følgjer like etter meiosis slik at det vanlegvis blir 8 haploide kjernar i askus. Men det finst sekksporesoppar med færre eller fleire askosporar i kvar askus.

Askus kan vere **u n i t u n i k a t**, med enkel vegg, eller **b i t u n i k a t**, det vil seie med dobbel vegg. Fra ein unitunikat askus blir sporane frigjorde ved at askus sprekk i spissen, eller ved



Snitt gjennom eit peritecium:

- a. Ostiole. d. Parafyse.
- b. Perifyse. e. Askospore.
- c. Hals. f. Askus.

at eit lokk, operkulum, opnar seg. I både tilfella blir sporane kasta ut or askus fordi dei har stått under trykk.

I ein bitunikat askus sprekk den ytre veggan ved eit visst modningsstadium. Den indre veggan er elastisk og strekkjer seg mot opningen i fruktlekamen før han sprekk opp og kastar askosporane.

#### Tallus

-----  
Tallus hos sekksporesoppene er bygd av relativt tynne hyfer med perforerte septa. Det kan vere ei sentral pore eller fleire mindre porer slik at det blir protoplasmakontakt mellom cellene, og kjernar kan passere fra celle til celle.

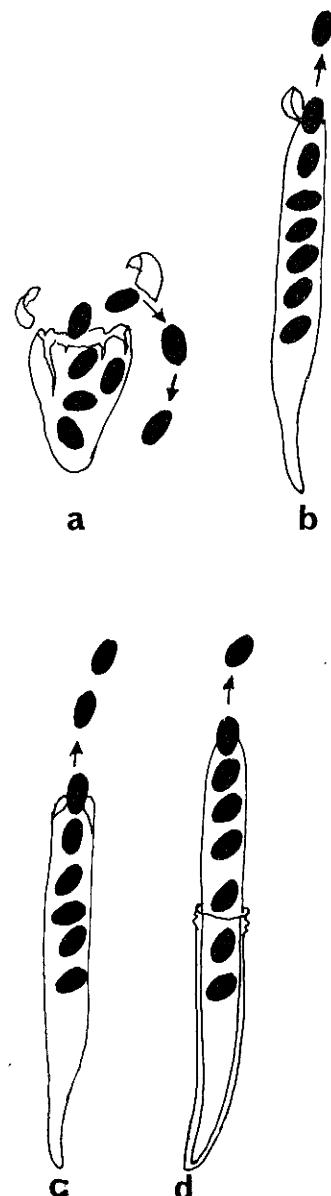
I vegetative hyfar inneheld cellene ein eller fleire kjernar. I den ukjønna fasen av livssyklusen produserar spesialiserte hyfar, konidioforar vegetativt danna sporar, konidiar. Desse blir nærmere omtala i kapitlet om Deuteromycotina.

I den vegetative livssyklusen er kjernane haploide. Tallus må ha ein viss alder eller ei viss fysiologisk modning for å utvikle det kjønna stadiet.

#### Stroma

-----  
Mange soppar produserer stroma. Det er relativt store, tredimensjonale massar av tjukveggja, mørke celler som skil seg fra cellene i vanlege vegetative hyfar.

Stromatisk soppvev i sklerotium tener til lagring av opplagsnæring og til overleving gjennom vinteren eller andre periodar som ikkje gir vilkår for vekst. Nokre sekksporesoppar produserer fruktlekam i stromatisk vev. Hjå andre arter blir fruktlekamen utvikla ved spiringen av sklerotiet.



#### Frigjering av askosporar frå askus:

- Askus sprekk opp.
- Operkulum opnar seg.
- Askus sprekk i spissen.
- Bitunikat askus.

Mange sekksporesoppar har gametangium som kan minne noko om tilsvarende organ hjå eggsporesoppar. Det hannlege gametangiet er ofte ein lang hyfe og blir kalla anteridiet. Askogoniet, det hunnlege gametangiet, er ein- eller fleircella. Det har ofte ei tynn hyfegrein i spissen trikogonet som fangar opp det hannlege anteridiets.

Detaljane varierer frå art til art, men det vanlege er at anteridiets får kontakt med trikogonet og veks saman med det. Etter plasmogami migrerer ein eller fleire kjernar frå anteridiets gjennom trikogonet inn i askogoniet.

Hjå mange arter er det ikkje tydeleg utvikla anteridium. Nokre arter produserer små sporar, spermadium som veks saman med trikogonet og leverar hannlege kjerner til askogoniet.

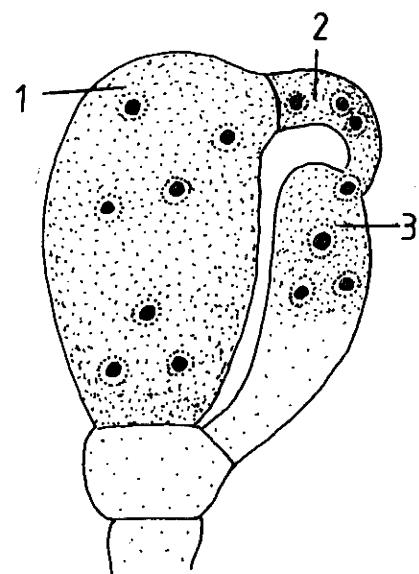
Plasmogami skaffar protoplasmakontakt, og kjernar kan migrere inn i askogoniet. Dette startar ei utvikling både av askogene hyfar som blir til askus og dei sterile hyfane som utviklar seg til fruktlegamen.

#### Det askogene systemet

Etter plasmogami vil kjernar av dei to kjønna bli samla parvis. Dei deler seg samstundes, men det går enno ei tid før dei veks saman.

Dikaryon, parkjernestadiet hjå sekksporesoppane, er kortvarig, og det har ikkje vore dyrka i kultur. Det får næring frå andre hyfar i tallus og er såleis heilt avhengig av dei vegetative hyfane.

På overflata av askogoniet veks det fram små dikaryotiske hyfar som blir til askogene hyfar, og eit kjernepar migrerer ut i kvar askogen hyfe. Når dei askogene hyfane er utvaksne til full lengd, blir det avsett tverrvegger mellom kvart kjernepar.



Gametangium hjå sekksporesopp:

1. Askogonium.
2. Trikogyne.
3. Anteridium.

Hjå dei fleste artene er det cellene i spissen av dei askogene hyfane som blir til aski. Hjå mjøldoggssoppene utviklar cella i hyfespissen seg direkte til askus, men dei fleste artene har nokre mitotiske delingar av kjernepar før det blir utvikla ein spesiell hake på enden av den askogene hyfen. Ved parallelle kjernedelingar blir det eit kjernepar i spissen av haken, og desse to kjernane veks saman til ein diploid kjerne.

Det kan såleis bli utvikla eit stort tal aski i ein fruktlekam ved at det veks fram mange askogene hyfar på kvart askogonium.

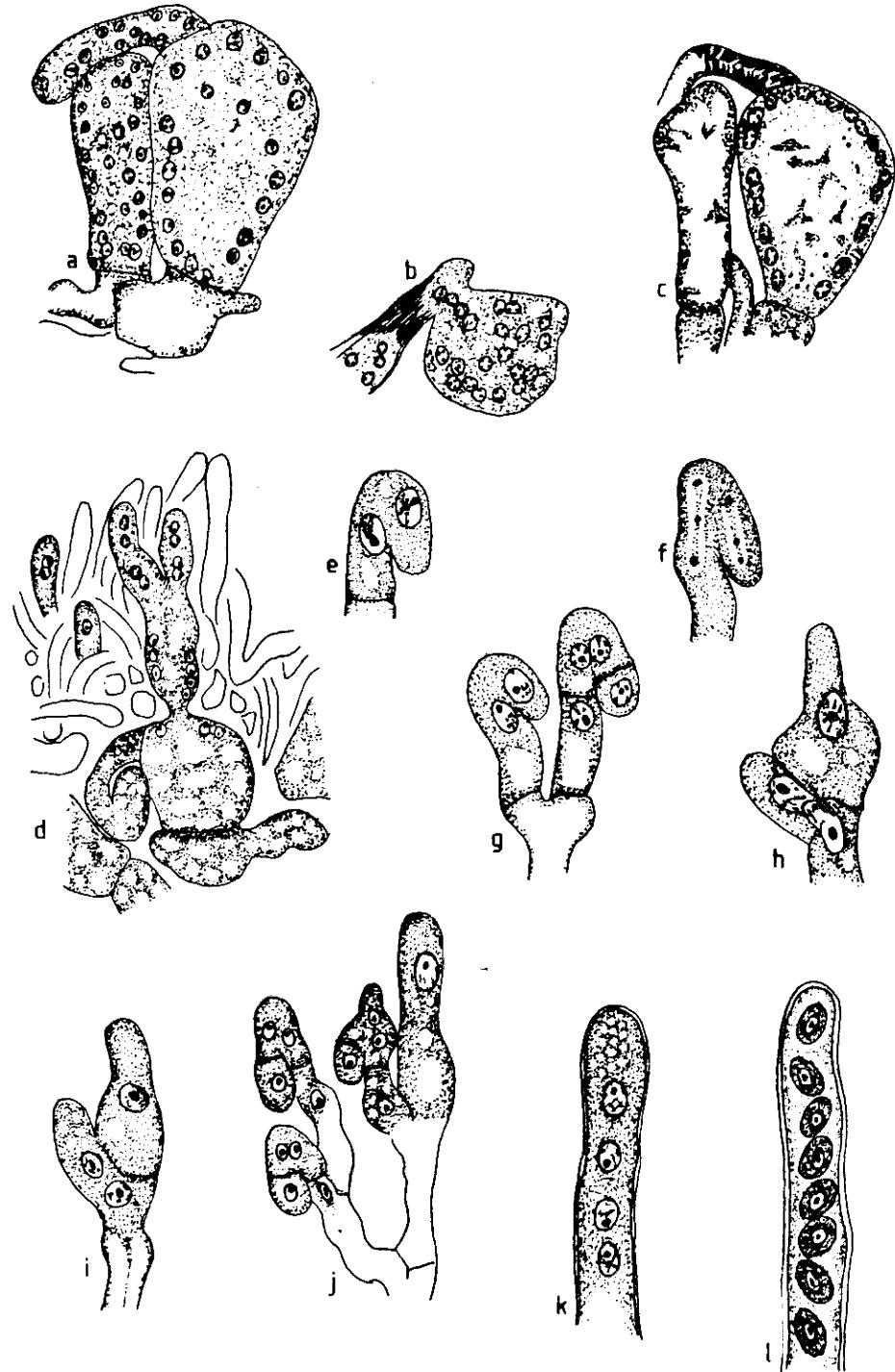
Meiosis følgjer like etter karyogami, og ei mitotisk kjernedeling resulterer i at det blir 8 kjernar i cella i spissen på den askogene hyfen.

Askosporane blir til ved såkalla fri celledanning. Kvar kjerne og noko av cytoplasmaet omkring blir kledd inn med ein vegg. Slik blir det 8 askosporar med kvar sin haploide kjerne. Resten av cytoplasmaet utanfor askosporane tener til næring, og det kan avsettje stoff utanpå veggen til askosporane. Det gir karakteristiske mønster i sporeveggen hjå mange arter.

#### Askokarpen

---

Befruktinga aktiverer både askogoniet og dei sterile hyfane omkring som blir til askokarpen (fruktlekamen). Dei sterile hyfane utviklar seg frå eit tynt nett omkring dei askogene hyfane til ein fruktlekam hjå dei fleste sekksporesoppar.



Befrukting og danning av askosporar hjå ein sekksporesopp:

- Anteridiet er i kontakt med trikogynet på askogoniet.
- Plasmogami.
- Paring av kjernar.
- Askogene hyfar veks fram frå askogoniet.
- Parallell kjernedeling.
- Karyogami i askusmorcella.
- Ung askus.
- Danning av fleire askogene hyfar.
- Reduksjonsdeling
- Ved fri celledanning etter ei mitotisk deling blir det 8 askosporar i kvar askus.

## Klassifisering

Det er fleire system for å dele opp sekksporesoppane i klassar. Veggen i askus, om aski blir utvikla inne i ein fruktlekam, og bygnaden av fruktekamen er dei viktigaste karakterane i klassifiseringa av sekksporesoppane.

### 1. HEMIASCOMYCETES

I klassen Hemiascomycetes manglar fruktekamen. Ask i veks fram på overflata av substratet utan nokon vernande fruktekam omkring.

#### EUASCOMYCETES

Hjå resten av sekksporesoppane blir det utvikla ulike typar av fruktekam. Bygnaden av fruktekamen er basis for oppdelinga av dei i fem klassar.

### 2. PLECTOMYCETES

Fruktekamen i klassen Plectomycetes er eit kleistotecium. Det er ein stengd, kule- eller eggforma fruktekam med askogene hyfer i eit sentralt holrom. Ask i blir danna på ulike nivå i dette holrommet.

### 3. PYRENOMYCETES

Fruktekamen, eit peritecium er kule- eller flaskeforma, ofta med ein opning, ostiolene, i spissen. Dei askogene hyfane finst i eit lag ved basis inne i fruktekamen. Det fertile laget av aski blir kalla hymeniet.

### 4. DISCOMYCETES

Fruktekamen, eit apotecium, er kopp- eller skålforma med eit hymenium som dekkjer den konkave overflata.

### 5. LOCULOASCOMYCETES

Ask i blir utvikla i holrom i stroma. Pseudotecium (falskt peritecium) blir brukt som namn på fruktekamen. Det er ingen differensiert vegg som skil holrommet frå cellene i stroma. Inne i holrommet blir det produsert dobbelveggja aski.

## 6. LABOULBENIALES

Alle artene i denne klassen er sterkt spesialiserte parasittar på insekt. Frå hyfar inne i insektet veks det fram små peritecium på overflata av vertinsektet. Klassen innehold ingen planteparasittære arter og blir ikkje omtala nærare.

## H E M I A S C O M Y C E T E S

---

Soppar i klassen Hemiascomycetes skil seg frå resten av sekksporesoppene ved at dei manglar fruktlegam. Aski veks fram frå hyfar på substratet.

Vegetativ formeiring er ved knoppskyting. Tallus er lite utvikla hjå mange arter.

Dei fleste artene i klassen er saprofytar, men alle dei vel hundre artene i ordenen Taphrinales er planteparasittar.

## E n d o m y c e t a l e s

Gjærssoppene i ordenen Endomycetales har stor økomisk interesse. Denne gruppa har difor vore grundig studert både fysioligisk og genetisk. Den kommersielle gjærssoppen (*Saccharomyces cerevisiae*) som blir brukt til brødbaking, finst i mange stammer om lag som sortane av andre kulturplanter. I brødbakinga er karbondioksid det viktigaste produktet av soppen sin metabolisme.

Fermentert vin, øl og andre drikkevarer har vore produserte gjennom fleire tusen år. I bryggeria er etanol det viktigaste produktet av soppen sin metabolisme. Ulike stammer av villgjær er svært viktige både i vinproduksjon og i fermentering av kakaobønner og mange andre produkt.

## T a p h r i n a l e s

Artene i ordenen Taphrinales er alle parasittar på planter i rosefamilien,

bjørkefamilien, bøkefamilien og seljefamilien. Nokre framkallar heksekostsymptom på plantene ved at dei verkar inn på vekststoffbalansen og framkallar unormalt sterk greining.

Andre arter lagar blærer i blada, som til dømes ferskenblære, pæreblære og gulblære. Plommebung, misdanna steinfrukter, er eit anna symptom på angrep av soppa i denne ordenen.



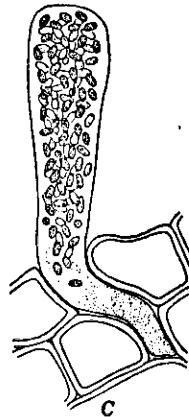
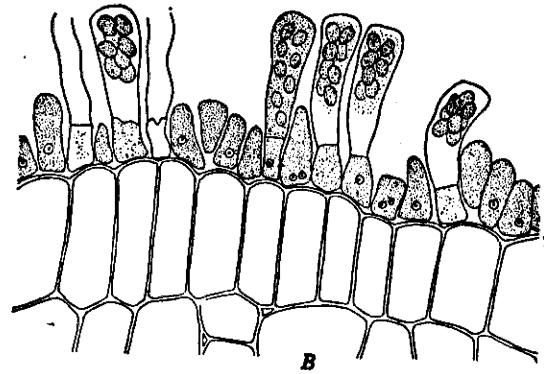
#### Taphrina

Taphrina-arter produserer hyfar intercellulært, under kutikula eller i epidermiscellene. Frå desse dikaryotiske hyfane veks aski fram på overflata av blad eller frukter. Knoppskyting startar i askus og held fram etter at veggan i askus sprekk. Blastosporangia blir brukt som namn på sporane danna ved knoppskyting.

Ferskenblære-soppen (*Taphrina deformans*) overvintrer som gjærliknande koloniar i knoppar. Infeksjonen og etableringa av den parasittære fasen går føre seg i knoppskytinga. Frå dikaryotiske hyfar i blada veks aski fram på overflata. Det viser seg at askus kan innhalde fleire enn 8 sporar fordi askosporane deler seg ved knoppskyting inne i askus. Etter at askus sprekk og frigjer sporane, held knoppskytinga fram på bladoverflata.

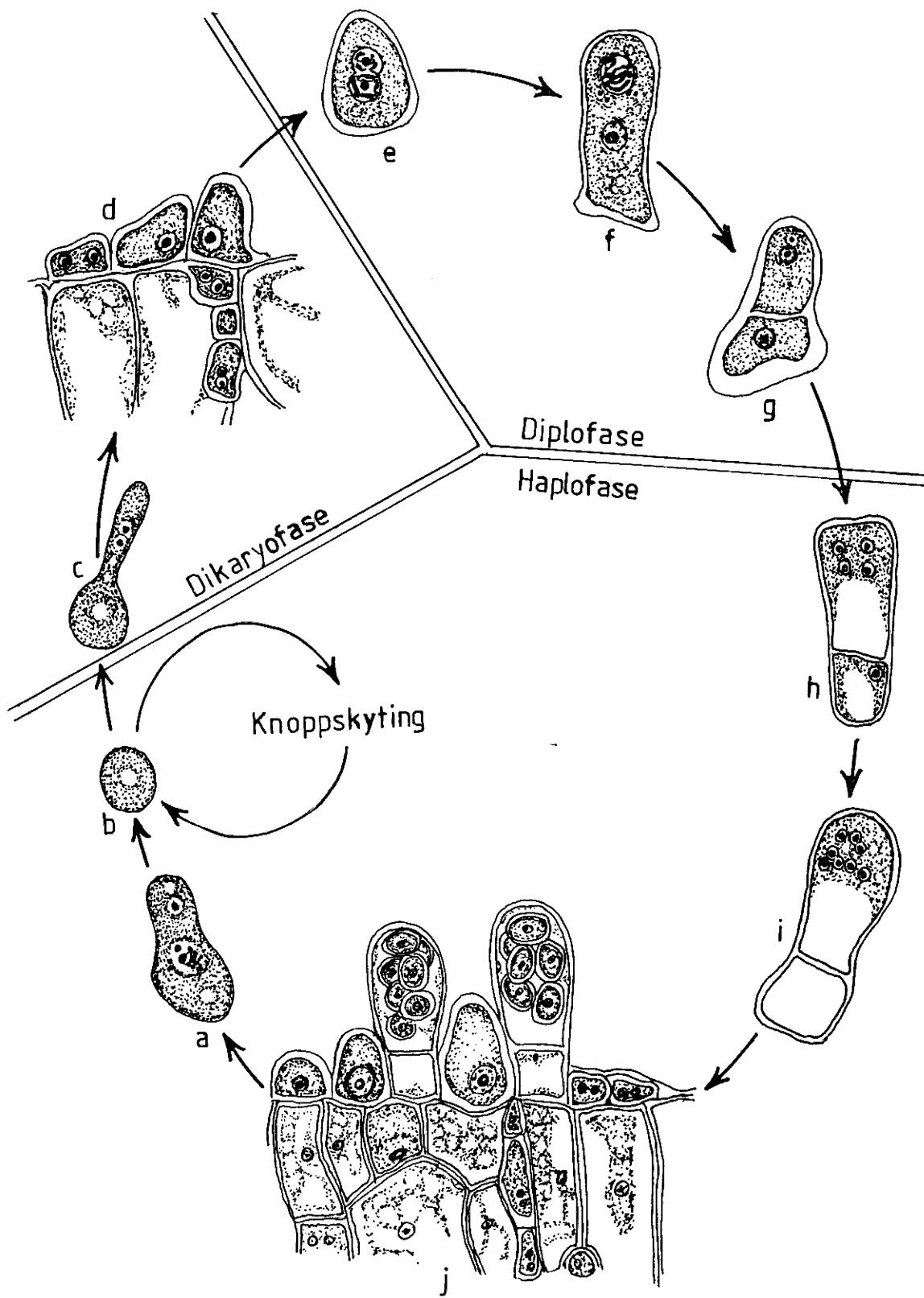
Gjennom sommaren og hausten lever soppen som gjærliknande koloniar på blada. To konidiar kan vekse saman og gi opphav til dikaryotiske hyfar.

Dei dikaryotiske hyfane infiserer unge blad og veks i cellemellromma og under kutikula i blada. Frå dette nettverket av hyfar veks det etter ei tid fram askusmoceller på overflata. Etter karyogami og meiosis blir askosporane utvikla i frittståande aski.



#### Ferskenblære-sopp, *Taphrina deformans*:

- A. Ferskenblad med symptom.
- B. Ask i på bladoverflata.
- C. Knoppskyting i askus.



Ferskenblære-sopp, *Taphrina deformans*:

- a. Askospore.
- b. Knoppskyting gir blastosporar.
- c - d. Infeksjon.
- e - f. Diploid kjerne blir delt.
- g. Diploid kjerne i askus.
- h - i. Reduksjonsdeling i askus gir 8 haploide kjernar.
- j. Ferdig utvikla askosporar i askus på bladoverflata.

## EUASCOMYCETES

Soppar med aski produserte inne i ein fruktlegam er den største gruppa av sekksporesoppane. Euascomycetes blir brukt som namn på underavdelinga som omfattar dei siste fem klassane av sekksporesoppane.

Slektskapen mellom ulike grupper i underavdelinga er uklar. Planteparasittar finst i fire av dei fem klassane i ordenen.

## P L E C T O M Y C E T E S

---

Klassen inneholder planteparasittar i to ordenar, Erysiphales og Eurotiales. Mjøldoggsoppene i ordenen Erysiphales er ei vel definert gruppe, men slektskapen til andre ordenar i klassen er uviss.

### E r y s i p h a l e s

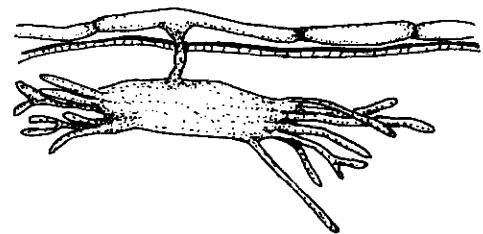
Mjøldoggsoppene er ein vel avgrensa orden av biotrofe planteparasittar. Frå hyfar utanpå vertplanta veks det spesialiserte hyfegreiner, haustorium inn i epidermiscellene. Nokre arter veks inn gjennom stomata og utviklar haustorium i mesofyllcellene.

Kleistotecium med karakteristiske vedheng blir utvikla mot slutten av vekstsesongen. Fruktlegamen kan innehalde eit eller fleire aski.

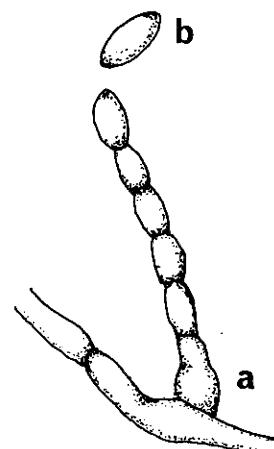
Askus er unitunikat, sfærisk eller eggforma og innhold eincella askosporar.

Konidestadiane blir klassifiserte i slekta Oidium. Mjøldogg på mange veksthuskulturar manglar det kjønna stadiet. Eksempel på det er begoniamjøldogg (Oidium begoniae) og nellikmjøldogg (Oidium dianthi).

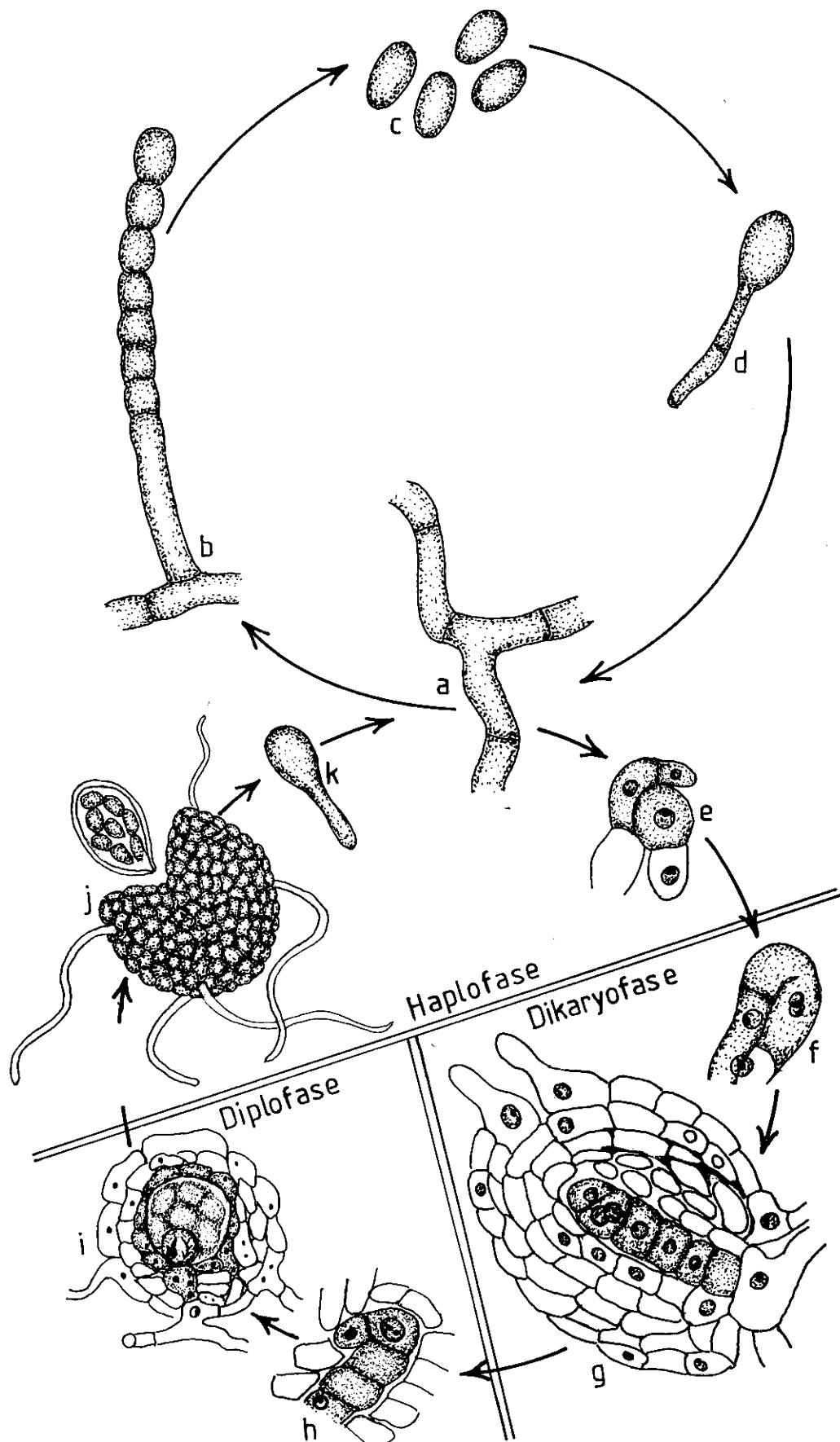
Konidiane hjå alle mjøldoggsoppar blir produserte basipetal, det vil seie at basiskonidien er yngst. i kjeder fra korte konidioforar.



Grasmjøldogg,  
*Erysiphe graminis*,  
haustorium i  
epidermiscelle.



Basipetal produserte  
konidiar hjå mjøldogg:  
a. Konidiofor.  
b. Konidie.



Livssyklus av stikkelsbærdrepar,  
*Sphaerotheca mors-uvae*:

- a. Hyfe.
- b. Konidiofor dannar konidiar.
- c. Konidiar.
- d. Spirng.
- e. Befruktning.
- f - g. Dikaryon.
- h - i. Diploid fase.
- j. Kleistotecium med åskus og askosporar.
- k. Spirande askospore.

Nokre viktige slekter av mjøldoggsoppar kan skiljast frå kvarandre etter tal på aski i kleistoteciet og vedhenga.

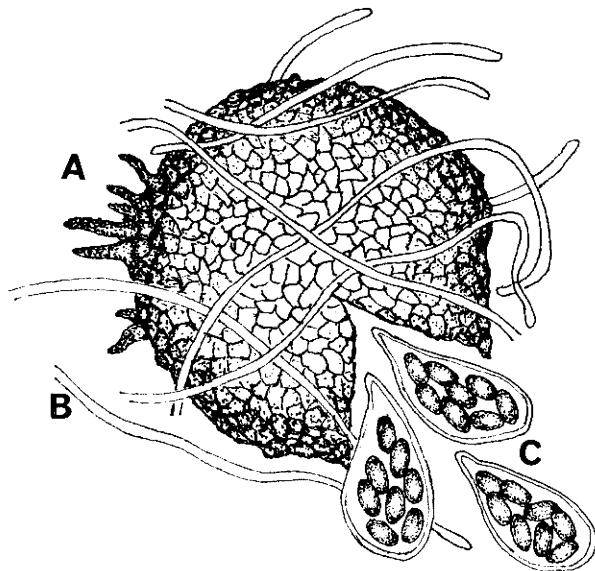
Vedheng	Ein askus	Fleire aski
Ugreina	Sphaerotheca	Erysiphe
Gaffelgreina	Podosphaera	Microsphaera
Krok i spissen		Uncinula
Basis fortjukka		Phyllactinia
Erysiphe		

Mycelet veks på overflata av vertplanta, og haustorium i epidermisscellene skaffar næring til soppen. Basis av konidioforen er fortjukka hjå nokre arter. Kvart kleistotecium inneheld fleire aski, og vedhenga er ugreina.

Grasmjøldogg (*Erysiphe graminis*) er den viktigaste bladsjukdomen på korn her i landet. Soppen har mange vertplanter i grasfamilien, men han er sterkt spesialisert til vertplantene. Såleis vil ikkje mjøldogg frå bygg smitte kveite eller omvendt. Arta *E. graminis* er difor delt opp i formae speciales (f.sp) etter vertplanten. Forma *E. graminis* f. sp. *tritici* overvintrer på haustkveite, og vårkveiteåkrar i nærleiken kan blir tidleg smitta. Men det er grunn til å rekne med at vi får mjøldoggsmitte luftvegen frå Danmark, Sverige og kontinentet inn over Sør-Noreg.

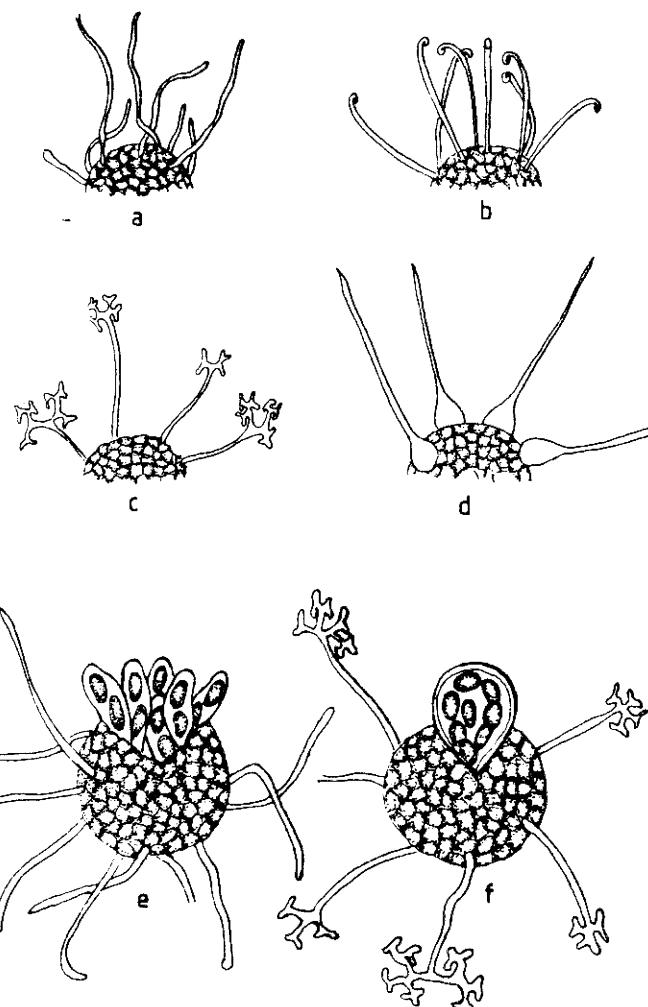
Gjennom vekstsesongen finn vi konidiestadiet av grasmjøldogg på plantene. Mot slutten av vekstsesongen veks det fram

kleistotecium i mycelet. Askosporar blir kasta om hausten, og dei kan vere smittekjelda for haustkorn. Soppen greier truleg ikkje å overvinstre som kleistotecium her i landet.



Grasmjøldogg, *Erysiphe graminis*:

A. Kleistotecium. B. Vedheng .  
C. Ask med askosporar.



Kleistotecium hjå mjøldogg :

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| a. Ugreina vedheng. | d. Fortjukka ved basis. |
| b. Krok i spissen.  | e. Fleire aski.         |
| c. Gaffelgreina.    | f. Ein askus.           |

### Microsphaera

Mycelet veks utanpå epidermis og utviklar kleistotecium med svært karakteristiske vedheng. Dei er fleire gonger gaffelgreina i spissen. Kleistoteciet inneneld fleire aski.

Krossvedmjøldogg (Microsphaera viburni) er vanleg på krossved, og det kan bli sterke angrep på lune vekseplassar. Klestoticia er først lysfarga, men blir mørk brune og har 10-20 vedheng. I kvar fruktlemm kan det vere 10-15 aski. Krossvedmjøldogg overvintrar i knoppar. Det er uvisst om kleistoticia overlever vinteren her i landet.

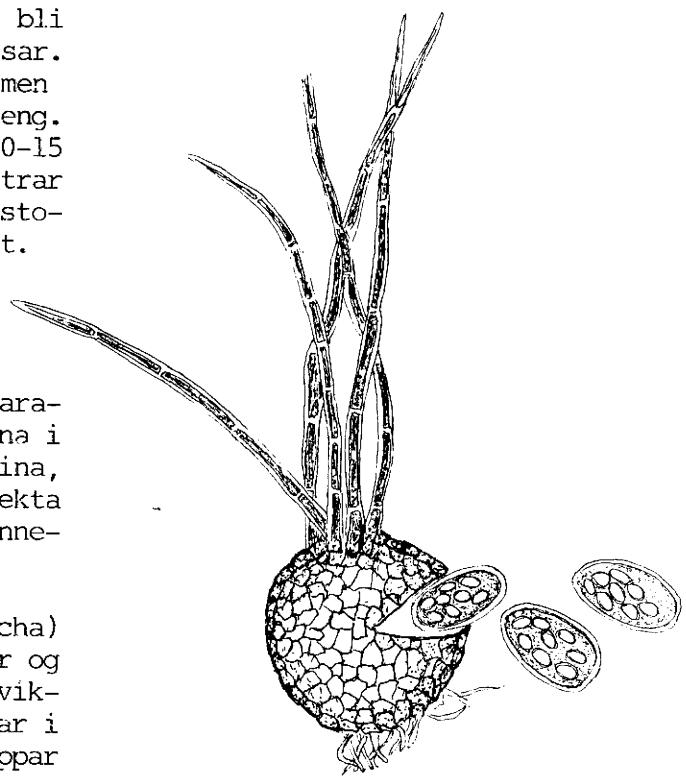
### Podosphaera

Mjøldoggarter i slekta Pososphaera parasitterer treaktige planter mellom anna i rosefamilien. Vedhenga er gaffelgreina, men ikkje så mykje oppdelte som i slekta Microsphaera. Kvart kleistotecium inneholder berre ein askus.

Eplemjøldogg (Podosphaera leucotricha) parasitterer eple, andre Malus-arter og pære. I eple er dette ein av dei viktigaste sjukdomane. Hyfane overvintrar i knoppar. Blada frå infiserte knoppar blir misdanna og kledde med det typiske, kvite mjøldogglaget. Konidiar frå overvintra mycel smittar unge blad og framkallar sekundærinfeksjonar. Rask utvikling av soppen frå infeksjonen til nye konidiar blir produserte, gjer at eplemjøldogg er vanskeleg å bekjempe.

### Sphaerotheca

Slekta Sphaerotheca inneheld også viktige mjøldoggarter. Kvart klestotecium har berre ein askus, og vedhenga er ugreina hyfar. Konidiane veks fram i kjeder som hjå andre mjøldoggsslekter, men dei inneheld lett synlege partiklar, slik at dei relativt lett kan identifiserast.



Eplemjøldogg,  
Podosphaera leucotricha:  
Klestotecium med aski

Stikkelsbærdreparen (*Spaherotheca morsuvae*) blir òg kalla solbærmjøldogg av di han i dag er ein viktigare sjukdom på solbær enn på stikkelsbær. Infeksjon av knoppane er truleg viktigaste overvinteringsmåten for soppen.

#### E u r o t i a l e s

Fruktelekamen er eit sfærisk kleistotecium utan opning. Askosporane blir frikjørde ved at veggen sprekk. Dei kjønna stadia til dei frispora konidieslektene *Aspergillus* og *Penicillium* høyrer til i denne ordenen. Dette er artsrike slekter og nokre av dei mest utbreide soppane.

Tørre konidiar blir produserte i enorme mengder slik at desse muggsoppene vil vekse på mange slag daudt organisk materiale. Høgt osmotisk potensial i cellene hos nokre arter set dei i stand til å vekse på substrat med høgare sukkerinnhold eller mindre vassinhald enn det andre muggsoppa kan greie å leve på.

*Aspergillus*-arter veks på korn som ikkje er godt nok tørka. Mange andre planteprodukt er òg utsette for soppar i denne slekta. *Aspergillus flavus* koloniserer jordnøtter og kan produsere aflatoksin, eit av dei farlegaste mykotoksina vi kjenner.

## P Y R E N O M Y C E T E S

---

Soppar i klassen Pyrenomycetes har uniktunikalet aski i peritecium med vel differensiert vegg. Mange arter produserar peritecium frå mycelet. Andre utviklar peritecium i stroma, men det har alltid ein tydeleg oftast hard og mørkfarga vegg. Askier er sylindriske eller klubbeforma, og askosporane blir frigjorde gjennom ei pore i spissen.

Periteciet er kule- eller flaskeforma med tydeleg ostiole. Ved basis inne i fruktlekamen utviklar dei askogene hyfene seg til eit hymenium med aski.

Hjå mange arter er det sterile hyfar, parafysar mellom aski i hymeniet. Halsen på fruktlekamen er kledd innvendig av perifysar. Hjå nokre arter er halsen på fruktlekamen fototropisk og orienterer seg mot lyset.

## C l a v i c i p i t a l e s

Mange arter i orden Clavicipitales er parasittar på insekter. Nokre er plante-parasittar. Periteciet blir oftast utvikla i eit stroma.

Viktige slekter: *Claviceps*  
*Epichloë*

### Claviceps

---

Soppar i slekta *Claviceps* produserar sklerotium. Når det spirer, veks det fram ein eller flerire stilkar med kuleforma stroma i spissen. I stroma blir det utvikla mange peritecium med opning mot overflata. Askier er sylindriske og inneholdt 8 trådforma askosporar.

Mjølauke (*Claviceps purpurea*) har mange vertplanter i grasfamilien. Rug er mest utsett av kornartene. Sklerotiet overvintrar på bakken og spirer om sommaren slik at askosporane blir kasta samstundes med at vertplantene blomstrar. Askosporane spirer på arret eller frukt-knuten i blomsteren. Soppen veks inn i

fruktknuten, og eit konidiestadium kan smitte nye blomstrar. I infiserte frukt-knutar blir det utvikla sklerotium i staden for frø.

#### D i a p o r t h a l e s

Mange arter i denne talrike ordenen er røtesoppar i treaktige planter, og frukt-lekamane blir utvikla i barken. Andre parasitterer urteaktige planter. Dei fleste har godt utvikla peritecium med tydeleg hals. Hjå nokre arter blir peri-tecia utvikla i eit stroma.

Viktige slekter: *Gaeumannomyces*  
*Gnomonia*

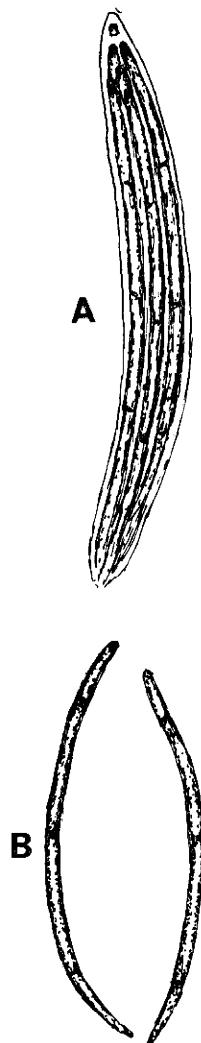
#### *Gaeumannomyces*

Dei kule- eller pæreforma peritecia blir utvikla enkeltvis i substratet med ei pore mot overflata. I kvar fruktlekam er det mange aski. Askosporane er lange og trådsmale og ligg parallelt i sylinderiske aski.

Rotreparsoppen (*Gaeumannomyces graminis*) er delt i fleire varietetar etter små morfologiske skilnader, mellom anna i lengda på askosporane. Varieteten *G. graminis* var. *tritici* er ein viktig kornsjukdom i det som blir kalla fot-sjukekomplekset. Peritecia er vanlege i bladslira over bakken sist i vekstsesongen. Askosporane har nok ein viss funksjon i spreieninga av soppen, men det ser ut til at mycel i restar av strå og røter er vel så viktig smittekjelde.

#### H y p o c r e a l e s

Ordenen Hypocreales er relativt talrik og inneholder både saprofyttar, planteparasittære arter, og arter som parasitterer andre soppar. Hjå nokre av dei planteparasittære artene er konidie-stadiet parasittært og fruktlekamen veks fram på daudt plantmateriale.



Rotrepar,  
*Gaeumannomyces graminis*:

- A. Askus
- B. Askospore.

Peritecia er lyse eller dei har sterke fargar. Dei kan vekse fram i stroma eller enkeltvis på substratet.

Viktige slekter: Giberella  
Nectria

Nectria

I slekta Nectria har peritecia gilde, rauda eller oransje fargar og dei sit i grupper utanpå substratet. Åtte tocella, ovale askosporar blir produserte i unitukate aski. Askosporane blir kasta etter at spissen i askus sprekk opp.

Frukttrekretf (Nectria galligena) er ein alvorleg sjukdom på frukttrø og andre lauvtre. På greiner og stammer blir det innsonkne sår med oftast konsentriske ringar i borken. Dei rauda peritecia sit lett synleg i grupper i kretfsåra. Konidiane blir produserte på små, kvite puter. Infeksjonen kan starte fra askosporar eller konidiar, men soppen må ha sår i borken før å kunne etablere seg. Bladarr, frostsår, insektstikk, sår etter skjering og andre mekaniske skadar er innfallsportar for soppen.

#### Sphaeriales

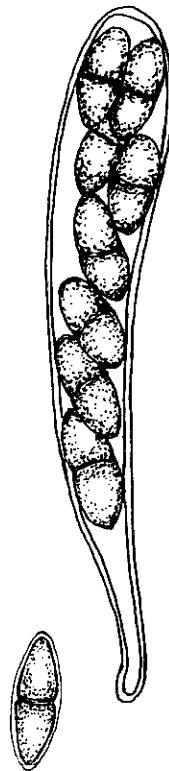
Sphaeriales inneholder omlag 5000 arter og er ein av største ordenane innan sekksporesoppene. Dei fleste artene er saprofyttar, men viktige planteparasittar finst i nokre slekter.

Viktig slekt: Monographella

Monographella

Peritecia er kuleforma og mørkebrune. Dei veks fram i grupper eller spreidde på substratet. Askosporane er spindelforma, to-, tre- eller fleircella og ligg i to rekkr i askus.

Snømuggssoppen (Monographella nivalis med konidiestadiet Gerlachia nivalis syn. Fusarium nivale) utviklar peritecium i bladslira på haustkveite og rugplanter



Frukttrekretf,  
Nectria galligena:  
Askus med askosporar.

som har vore angripne av snømugg. Det synest som om det kjønna stadiet av soppen betyr lite som smittekjelde. Men soppen produserer rikeleg av dei karakteristiske, sigdforma konidiane som blir spreidde med vass-sprut og vind. Snømugg er utbreidd over heile landet og er den viktigaste overvintringssoppen på haustkorn og i engras og plenar.

## D I S C O M Y C E T E S

---

Klassen Discomycetes inneholder nokre av dei største og best synlege sekksporesoppene. Fruktelekamen er eit kopp- eller skålforma apotecium. Det kan ha sterke raud, gule eller oransje farger og kan vere fleire cm i diameter hjå nokre av dei saprofyttiske, jordbuande artene. Mørklar er store matsoppar som høyrer til denne klassen.

Felles for alle soppar med apotecium er at aski er fritt eksponerte når dei er modne. Askosporane blir kasta ut, og nokre arter kastar så mange askosporar samstundes at det blir skyer av sporar i lufta over fruktelekamen.

Hymeniet i eit apotecium er eit lag av aski blanda med p a r a f y s a r . Askier er oftast sylinderiske med askosporane ordna i rekkjer.

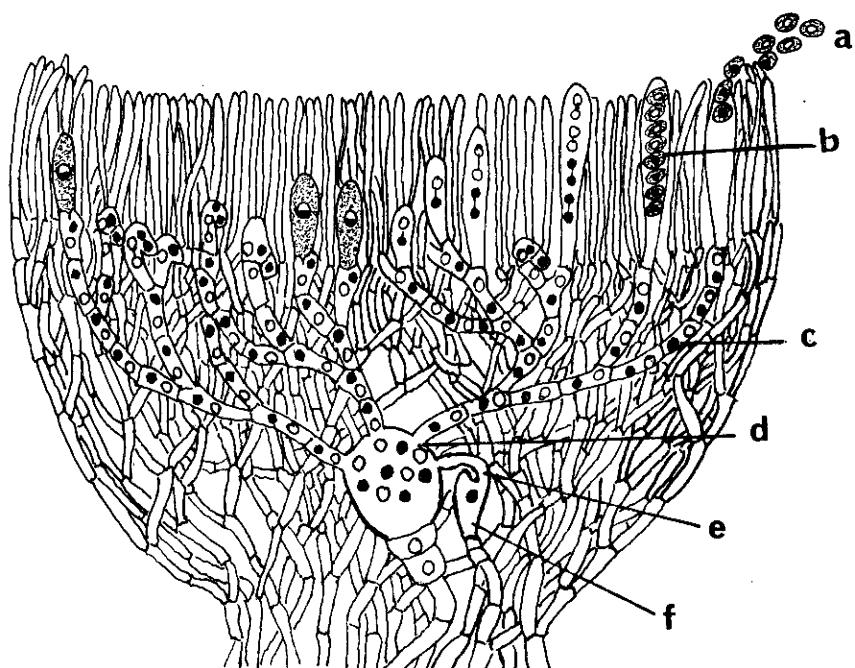
## H e l o t i a l e s

Dei fleste artene i ordenen Helotiales er saprofyttar, men viktige planteparasittar finst i nokre av slektene.

Fruktelekamen er eit typisk apotecium med i n o p e r k u l a t e aski.

Apoteciet kan vere stilka eller sitjande på substratet. Hjå nokre arter veks fruktelekamen fram frå eit sklerotium.

Viktige slekter: Blumeriella  
Botryotinia  
Diplocarpon  
Drepanopeziza  
Monilinia  
Pezicula  
Pseudopeziza  
Sclerotinia



Skjematisk snitt gjennom eit apotecium:

- a. Askospore
- b. Askus
- c. Dikaryotisk askogen hyfe
- d. Askogonium
- e. Trikogyne
- f. Anteridium

## Sclerotinia

Apotecia veks fram frå velutvikla knoll- eller frøliknande sklerotium. Overflata er mørk av melaninfargestoff, men innvendig er sklerotia kvite. Dei veks fram på eller i vertplantevevet. Aski inneheld 8 hyaline, eincella askosporar. Apotecia er stilka og kopp- eller skålforma, men dei blir ofte flatare med alderen.

Frå slekta Sclerotinia er det skilt ut slekter etter bygnaden av apotecia og konidiestadiane. Slekt Botryotinia har konidiar i den frispore konidiesopp- slekta Botrytis og slekta Monilinia har Monilia som konidiestadium.

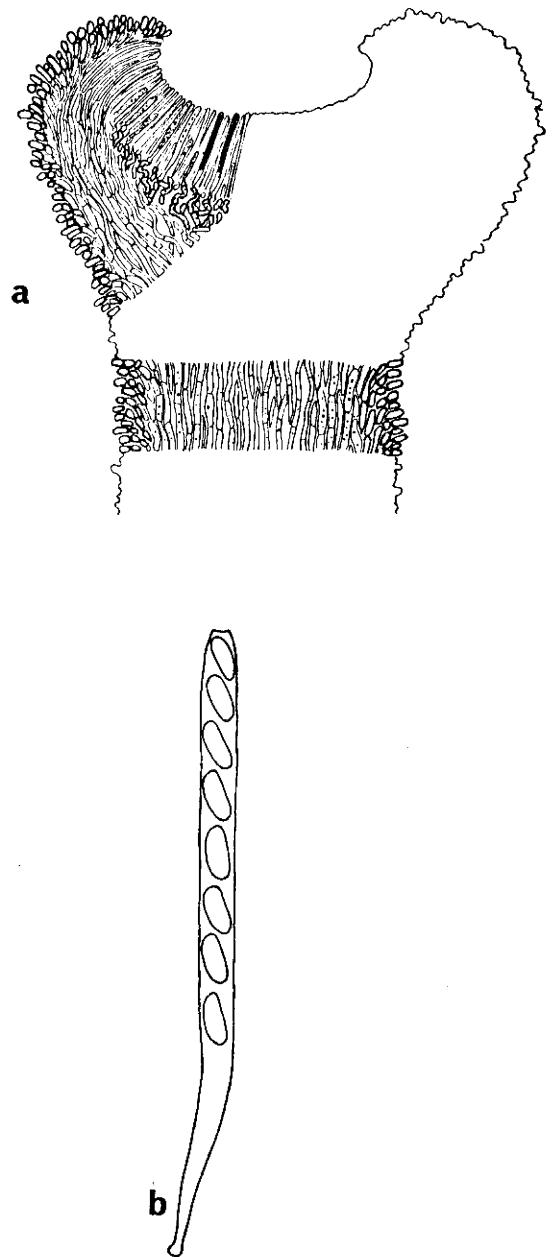
Nokre Sclerotinia-arter er knytte til visse vertplanter, andre, som stor-knolla røtesopp (Sclerotina sclerotiorum) har eit vidt vertplanteregister.

Kløverrøtesoppen (Sclerotinia trifoliorum) er ein av dei viktigaste årsakene til at kløver og luserne går ut i winterhalvåret. Om våren kan ein finne dei svarte sklerotia omkring hovudrota på daude kløverplanter. Apotecia veks fram fra august og utover hausten og kastar askosporar. Fruktlekamane er brunfarga og opptil 8 mm i diameter. Lengda på stilken varierar etter kor djupt sklerotiane ligg nede i bakken. Om dei kjem altfor djupt vil ikkje spire opp i overflata.

Askosporane blir vindspredde og startar infeksjonen ved at dei spirer på blada om hausten. I ei frodig frøeng kan det bli utvikla sklerotium same hausten. Soppen veks etter kvart ned i hovedrota og produserer sklerotium like under jordoverflata gjennom hausten og vinteren. Sklerotia kan overleve opptil 7–8 år i jorda.

## Botryotinia

Slekta Botryotinia er det kjønna stadiet til soppar med konidiar i den frispore slekta Botrytis som inneheld fleire viktige parsittsoppar.



Kløverrøtesoppen,  
Sclerotinia trifoliorum:

- Snitt gjennom apotecium.
- Askus med askosporar.

Hjå fleire arter er apoteciane sjeldsynte og har lite å seie for spreiling og infeksjon av verten.

Sklerotium blir produserte på angrepne plantedeler, og dei er viktige for overlevinga frå ein vekstsesong til neste. Dei stilka apotecia veks fram frå sklerotiane.

Gråskimmel (*Botryotina fuckeliana* med konidiestadiet *Botrytis cinerea*) er ein svært polyfag parasittsopp. I naturen er apotecia sjeldsynte, men dei kan bli utvikla i kultur ved kryssing mellom ulike isolat av soppen.

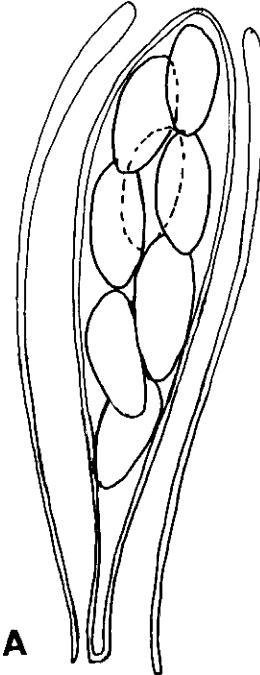
#### Monilinia

Apotecia veks fram frå mumifiserte frukter. Dei fleste artene har vertplanter i rosefamilien eller lyngfamilien. Apotecia liknar dei i slekta Sclerotinia. *Monilinia*-arter på frukt produserer sjeldan apotecium, men dei er vanlege i ei art som parasitterar *Vaccinium*.

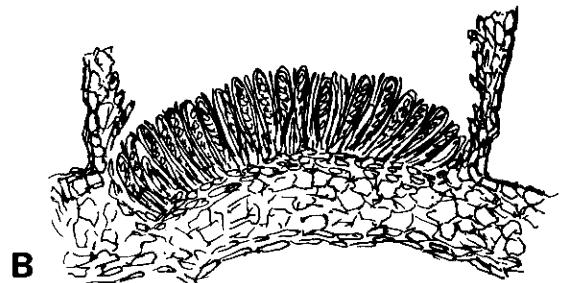
Grå monilia (*Monilinia laxa*, syn. *Sclerotinia laxa* med konidiestadiet *Monilia laxa*) kan angripe både steinfrukt og kjernefrukt. Infeksjonen startar i blomsteren, og soppen veks gjennom blomsterstilkene og inn i fruktgreina. Han kan drepe både fruktgreiner og langgreiner og gjer mest skade i eple og kirsebær. Soppen overvintrer i daude plantedeler og store mengder konidiar blir produserte på sporeputer neste vår.

#### Pseudopeziza

Apotecia bryt fram frå eit stroma i vertplantevevet. Slekta *Pseudopeziza* har ikkje sklerotium og apoteciet er utan stilk. Det er opptil 1 mm i diameter og så vidt synleg for auga. Askosporane er eincella.



A



B

#### Kløverskålsopp, Pseudopeziza trifolii:

- A. Askus med parafysar.
- B. Apotecium.

Kløverskålsopp (*Pseudopeziza trifolii*) er ein av dei vanlegaste bladfleksoppane på raudkløver og kvitkløver. Apotecia blir utvikla ei tid etter infeksjonen i sentrum av brune bladflekker. Soppen har ikkje noko konidiestadium, men i fuktige periodar spreier askosporane han raskt i ei frodig kløvereng.

#### Drepanopeziza

Slekta står nær *Pseudopeziza*, men det blir ikkje danna noko stroma i infisert plantevev. Apotecia er mindre og måler berre opp til 0,3 mm i diameter. Dei blir utvikla under epidermis og bryt fram når askosporane er modne. Askosporane er eincella. Fleire *Drepanopeziza*-arter har konidiestadium.

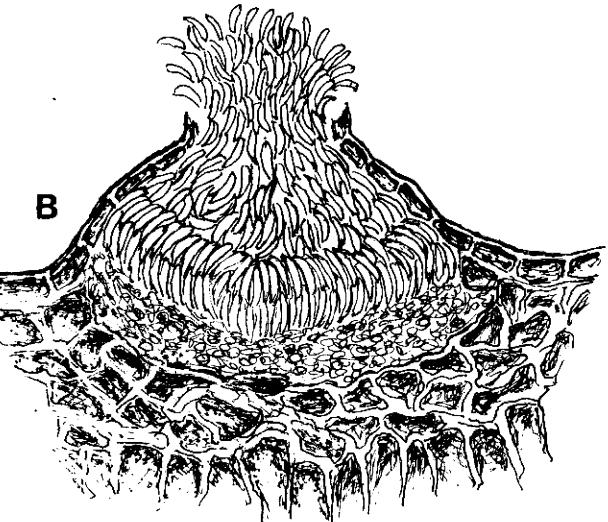
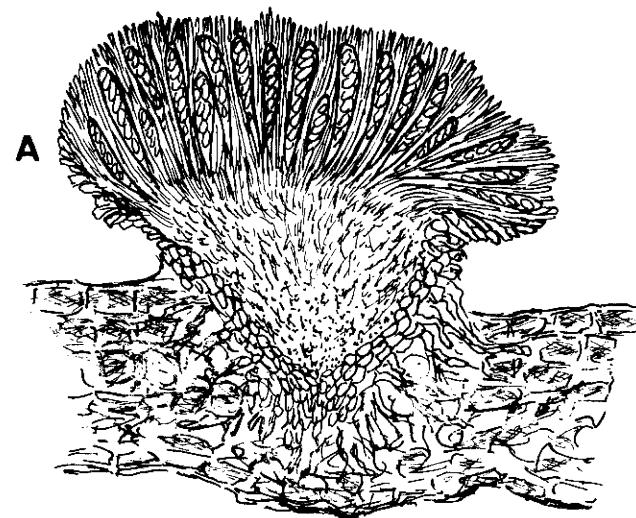
Bærbuskbladfall (*Drepanopeziza ribis* med konidiestadiet *Gloeosporidiella ribis*) er ein av dei viktigaste sjukdomane på solbær og andre Ribes-arter. Apotecia blir utvikla gjennom vinterhalvåret og er ferdige til å kaste askosporane om våren samstundes med at dei nye blada veks fram. Askosporane er såleis primærsmitta og konidiane spreier soppen gjennom vekstsesongen.

#### Rhytidismatales

Ordenen er ei samling av soppar med apotecium nede i substratet. Mange er saprofyttar, men det finst også nokre parasittsoppar på blad, bork og ved i ordenen.

Apoteciet blir utvikla under epidermis hjå arter som parasitterer blad og barånner. Ved modning sprekk apoteciet med ei langsgåande spalte eller ved fleire spalter, slik at hymeniet blir eksponert og sporane kan kastast. Aski er utan lokk og sprekk opp i spissen.

Viktige slekter: *Didymascella*  
*Lophodermium*  
*Rhytidisma*



Bærbuskbladfallsopp,  
*Drepanopeziza ribis*:

- A. Apotecium.
- B. Pyknide.

### Rhytisma

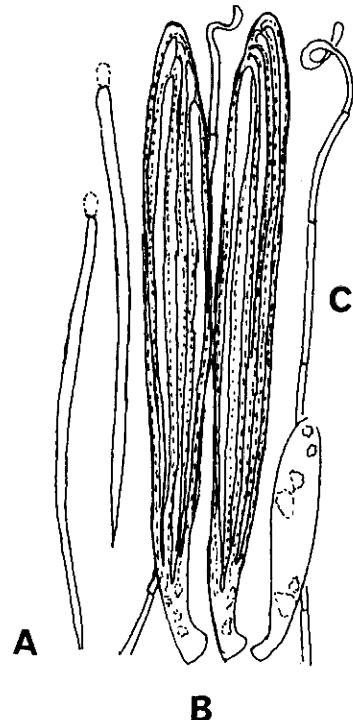
Inne i infiserte blad blir det utvikla sklerotium-liknande stroma. Utanpå er det blankt og svart, men innvendig er stroma kvitt. Apoteciet blir til inne i stroma, som sprekk opp når askosporane er modne. Askus inneheld 8 trådforma askosporar.

Tjæreflekk (*Rhytisma acerinum*) er ein vanleg sjukdom på lønn. Namnet kjem av dei svarte, stromatiske skorpene som er om lag runde og kan bli opptil 20 mm i diameter. Etter bladfall startar utviklinga av apoteciet i stroma. Askosporane er modne og blir kasta om våren.

### Didymascella

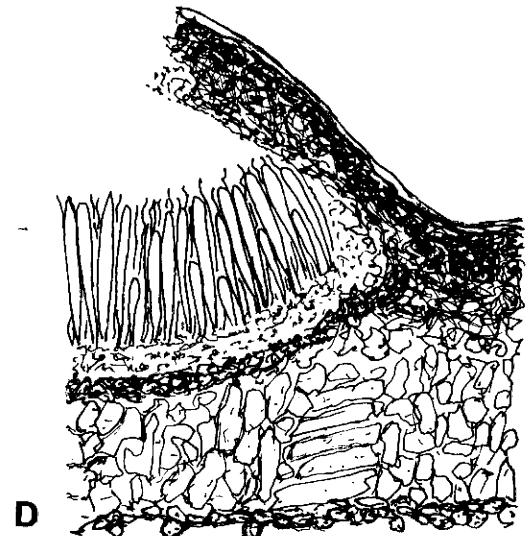
Apotecia sit nede i blada og opnar seg med ein ujamn sprekk eller med eit lokk. Askosporane er eggforma og mørkebrune.

Tujasopp (*Didymascella thujina*) er vanleg på tuja. I kvart blad blir det danna eitt eller to runde til avlange, brune apotecium. Dei måler opptil 1 mm i diameter. Kvar askus har berre to askosporar. Dei er tocella, og tverrveggen er nær den eine enden på askosporen slik at dei to cellene er ulike store. Skadane av tujasopp er størst på små planter.



A

B



D

Tjæreflekk-soppen,  
*Rhytisma acerinum*:

- A. Ascospore. C. Parafyse.  
B. Ask. . D. Apothecium,  
snitt gjennom  
halvparten.

## L O C U L O A S C O M Y C E T E S

---

Pseudoteciet som er frukt-lekamen til soppar i klassen Loculoascomycetes, kan minne om eit peritecium. Viktigaste skilnaden er at pseudoteciet produserer dobbelveggja aski i hølrom i stromatisk vev. Den doble askusveggen er lett synleg i mikroskopiske preparat.

Stroma er vegetativt produsert, ganske kompakt sopphev. Befrukting av askogoniet i stroma startar ein prosess mot utviklinga av pseudoteciet. Holromma i stroma blir til ved at noko av vevet blir oppløyst slik at det blir plass til aski.

Det modne pseudoteciet kan ha ein opning i overflata av stroma som askosporane kan kome ut gjennom. Hjå andre arter sprekk stroma når askosporane er modne.

Askosporane i klassen er oftast fleircella. Dei kan bli kasta ved aktive mekanismar eller pressa ut av frukt-lekamen etter som dei modnast og blir spreidd ved vassprut i regnvær.

## D o t h i d e a l e s

Pseudoteciet til soppar i ordenen manglar parafysar mellom aski. Det har heller ikkje perifysar i opningen.

Med over 6000 arter er Dothideales den største ordenen innan sekksporesoppane. Mange viktige bladparasittar hører til ordenen, men dei fleste artene er saprofyttar, og nokre lever i symbiose med algar i lav.

Viktige slekter: *Cochliobolus*  
*Didymella*  
*Elsinoe*  
*Leptosphaeria*  
*Leptospaherulina*  
*Mycosphaerella*  
*Pleospora*  
*Pyrenophora*  
*Venturia*

### Didymella

Dei runde eller flatklemde pseudotecia sit enkeltvis og bryt fram gjennom substratet når dei er modne. Askus er dobbelveggja og innehold 8 tocella, ovale askosporar.

Svartprikk-soppen (*Didymella bryoniae*) er viktigaste parasittsoppen på vekthusagurk. Infeksjonen startar ofte i bladkanten, og det blir brune sektorar innover i blada etter som soppen utviklar seg. På stenglane veks soppen inn gjennom sår etter skjering, og frukter kan bli infiserte frå spissen. Både pyknidar og pseudotecium blir utvikla på stenglane. Dei er omlag like store, men dei mørke, brune pyknidane blir først utvikla. Svarte pseudotecium opptil 0,2 mm i diameter veks fram ei tid etter infeksjonen. Både konidiar og askosporar spreier soppen i veksthuset.

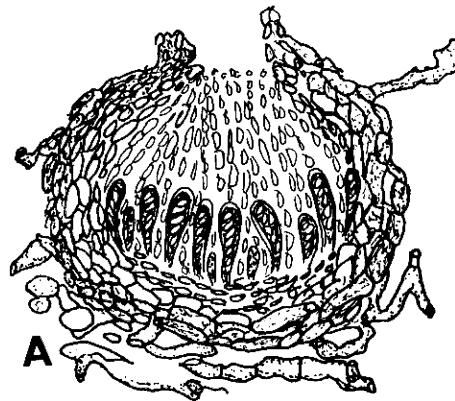
### Leptosphaerulina

Slekta *Leptosphaerulina* inneholder nokre vanlege bladparasittar på engbelgvekstar. Desse soppene har ikkje konidie-stadium. Pseudotecia sit i bladvevet i lite utvikla stroma. Kvar fruktlegam inneholder berre nokre få aski. Askosporane er fleircella. Dei har tre eller fleire tverrsepta og kan ha eitt eller fleire septa i lengderetninga av sporen. Askosporane blir kasta nokre cm opp i lufta når dei er modne.

Peparflekk-soppen (*Leptosphaerulina trifolii*) er vanleg på luserne, kvit-kløver og andre kløverarter. Bladflekkene blir sjeldan over 2-3 mm i diameter og fordi dei er så små, ser det ut som om peparpulver er strødd på blada.

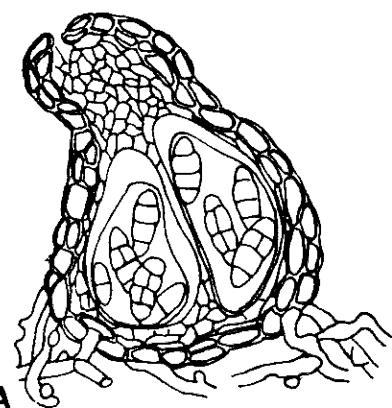
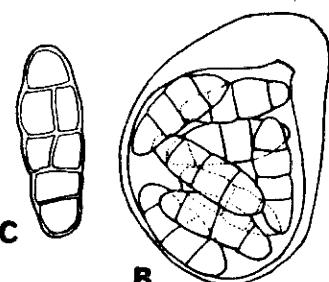
### Mycosphaerella

Dei svarte, kuleforma pseudotecia sit enkeltvis nede i quart sitt stroma og kan lett forvekslast med peritecium. Men i mikroskop-preparat ser ein at kvar fruktlegam inneholder få, men relativt store aski med dobbel vegg. Askosporane

**A****B**

Agurksvartprikk-soppen,  
*Didymella bryoniae*:

-A. Pseudotecium. B. Askus.

**A****C**

Peparflekk-soppen,  
*Leptosphaerulina trifolii*: 119  
A. Pseudotecium. B. Askus.  
C. Askospore.

er tocella med ein tverrvegg litt nedanfor midten.

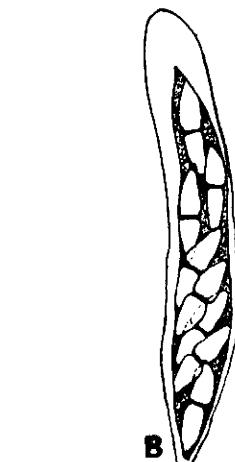
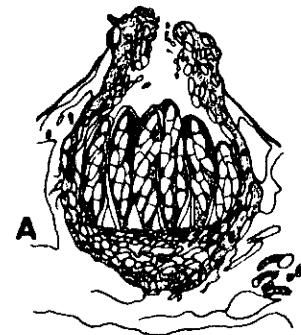
Mange *Mycosphaerella*-arter produserer konidiar. Blant dei mange planteparasittære artene i slekta er ofte konidiene det mest parasittære stadiet. Slektet har meir enn 500 arter og er av dei største soppsektene. Mange arter er saprofyttar på daudt plantemateriale.

Bærbuskbladflekk (*Mycosphaerella ribis* med konidiestadiet *Septoria ribis*) er ein av dei vanlegaste bladsjukdomane på solbær og rips. I dei runde bladflekkene blir konidiestadiet produsert gjennom heile vekstsesongen. Pseudotecia blir utvikla i det gamle bladverket, og askosporane blir kasta om våren.

#### Venturia

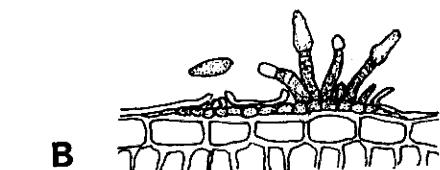
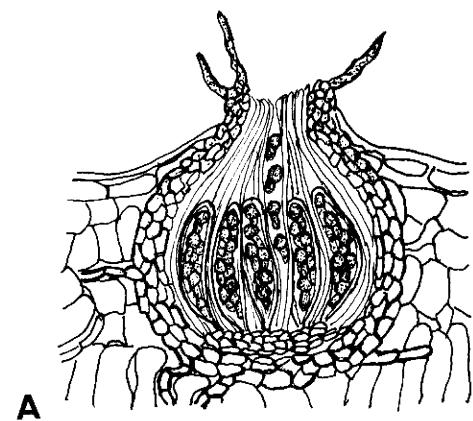
Pseudotecia blir utvikla under epidermis i infiserte blad med ein opning som stikk ut gjennom bladoverflata. Askis har dobbel vegg og tocella askosporar. Venturia-artene har frispora konidiar som hører heime i slektene *Fusicladium*, *Pollaccia* og *Spilocaea*.

Epleskurven (*Venturia inaequalis* med konidiestadiet *Spilocaea pomi*) er viktigaste sjukdomen på eple og andre *Malus*-arter. Artsnamnet kjem av at dei to cellene i askosporen er ulike store. Etter infeksjon med askosporane om våren blir det produsert mange generasjoner av konidiar gjennom vekstsesongen. Pseudotecia veks fram i dei daude blada gjennom vinterhalvåret. Det er viktig å sprøyte bladverket på mottakelege sortar frå askosporane blir kasta om våren.



Ertefotsjuke-soppen,  
*Mycosphaerella pinodes*:

A. Pseudotecium B. Askus



Epleskurv-soppen,  
*Venturia inaequalis*:

- A. Snitt gjennom blad med pseudotecium.
- B. Konidioforar med konidiar.

## B A S I D I O M Y C O T I N A

Denne underavdelinga blir på norsk kalla stilksporesoppar. Namnet kjem av at produktet av meiosis, basidie-sporeane, blir utvikla på korte stilkar, sterigma, utvendig på basidien.

Basidiomycotina er ei heterogen gruppe som omfattar både mikromycetar og dei fleste storsoppene, det vil seie arter med godt synleg basidiokarpa (fruktlekam).

Nokre storsoppar er vel kjende av folk flest og har norske namn. Døme på det er matsoppene sjampinjong, kantarell, saue-sopp og blekksopp og giftsoppene raud og grøn flugesopp.

Om lag ein tredel av alle soppar høyrer til Basidiomycotina. Dei fleste er saprofyttar, men nokre av dei farlegaste parasittsoppene på kulturplantene våre er også stilksporesoppar. Rust- og sotsoppar, svartskurvsoppen, honningsoppen og rotkjuka er døme på plantepatogene arter i denne underavdelinga.

### Basidien

Basidien er ein felles karakter for soppar innan Basidiomycotina. Meiosis går føre seg i basidien, men i motsetnad til hjå sekksporesoppene blir det vanlegvis danna berre 4 sporar frå meiosis. Dei blir kalla basidiesporar og blir avsette på korte sterigma utanpå basidien. Basidien kan vere delt i fire rom eller mangle oppdeling.

### Tallus

Tallus hjå stilksporesoppene er eit septert mycel. Mange arter utviklar fruktlekam. Rust- og sotsoppar og nokre andre grupper manglar fruktlekam.

Dikaryon, dikaryotiske hyfar, utgjer mesteparten av den vegetative fasen. Plasmogami og karyogami er skilde i tid og rom som hjå sekksporesoppane. Men medan det dikaryotiske stadiet hjå sekksporesoppane skaffar seg næring frå dei haploide hyfene, så er dikaryon hjå stilksporesoppane eit sjølvstendig mycel som kan leve temmeleg lenge. Hekseringsopp par har dikaryotisk mycel som kan vekse radiært i mange år og kvart år produsere ei avling av fruktlemakamar.

### Klassifisering

Det er vanleg å rekne med tre klassar av stilksporesoppane. Dei viktigaste taksonomiske karakterane er om soppen har fruktlemak eller om vel definert fruktlemak manglar, bygnaden av fruktlemaken og mekanismen for frigjering av basidiesporane.

#### Klassar innan Basidiomycotina:

##### 1. TELIOMYCETES

Basidiokarp manglar. Sorus produserer kvilesporar som fungerer som pro-basidia.

rustsopp s. 60

##### 2. HYMENOMYCETES

Basidiokarpen er oftast velutvikla. Hymeniet er ikkje dekt når basidiesporane er modne. Basidiesporane blir frigjorde ved aktiv sporekasting.

s. 74

##### 3. GASTEROMYCETES

Basidiokarpen er velutvikla og dekkjer basidiesporane til dei er modne. Mekanismar for aktiv sporekasting av basidiesporane manglar. Klassen inne-held ingen planteparasittære artar og blir ikkje omtala nærare.

### Livssyklus

Livssyklusen hjå dei fleste stilksporesoppane er temmeleg enkel. Rustsoppane er den einaste gruppa som har gametangium og komplisert syklus med fleire ulike sporeslag.

Hjå resten av Basidiomycotina veks hyfar saman om dei er kompatible og plasmogami blir resultatet, men det kan gå lang tid til karyogami.

Sjølv om homotalliske arter finst, så er heterotalli regelen blant stilksporesoppne. Det genetiske grunnlaget for kompatibilitet kan vere bipolare eller meir kompliserte tetrapolare system.

Livssyklusen startar med at ein haploid basidiespore spirer og utviklar monokaryon som er eit haploid mycel.

Plasmogami mellom hyfar i kompatible mycel gir dikaryotiske hyfar. Etter ein periode med vegetativ vekst av det dikaryotiske mycelet produserer det diploide basidiar. Reduksjonsdeling i basidien gir haploide basidiesporar.

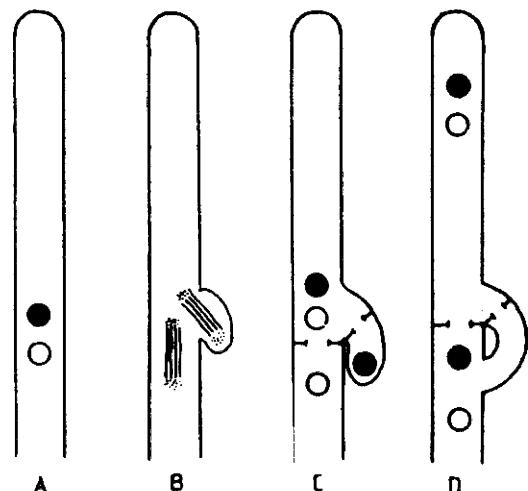
Monokaryon er mindre vital enn dikaryon. Hjå sotsoppar har monokaryon lita evne til å vekse inn i vertplanta. Først etter at dikaryotiske hyfar er utvikla, kan sotsoppar parasittere vertplanta.

#### Kjernevandring

Etter plasmogami mellom monokaryon A og monokaryon B kan kjernar vandre frå monokaryon A inn i monokaryon B og gjere han dikaryotisk. Likeins kan kjernar vandre fra monokaryon B inn i A. Resultatet blir raskt to dikaryotiske talli. Etter plasmogami mellom to kompatible talli startar ei rask deling av cellekjernane samstundes med at ein ukjend mekanisme styrer vandringa av kjernar inn i hyfane. Vanleg fart på denne kjernevandringa er nokre mm i timen.

#### Bøylemycel

Bøylar ved tverrveggene i hyfene hjå mange stilksporesoppar gjer at dikaryon kan skiljast frå monokaryon. Bøylemyelet blir til etter samstundes deling av dei to ulike kjernane eit stykke bak hyfespissane. Like før delinga veks det ut ei bakoverbøygde sidegrein på hyfa.



#### Danning av bøylemycel:

- Dikaryotisk celle.
- Parallel kjernedeling.
- Ein kjerne vandrar inn i sidegreina.
- Nydanna bøyle.

Ein av dei nye kjernane kjem inn i sidegreina og blir avsnørt av ein tverrvegg. Det blir òg laga ein tverrvegg i hovedhyfen. Ved at sidegreina veks bakover og saman med hovedhyfen blir både den nydanna cella i hyfespissen og cella bak tverrveggen dikaryotiske.

Nytten av bøylemyelet er ikkje klarlagt. Det kan vere ein mekanisme for å fordele dei to genetisk ulike kjernane i dikaryon på cellene. Men ikkje alle stilksporesoppane har bøylemycel og dei har likevel ingen problem med å halde det dikaryotiske stadiet ved like.

#### Dolipore

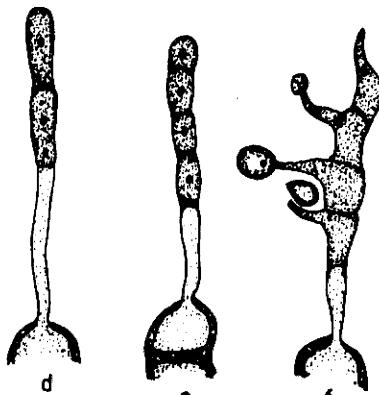
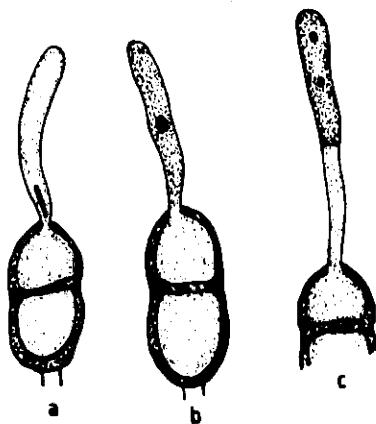
S e p t a, tverrveggene i hyfane er meir komplisert bygde hjå Basidiomycotina enn hjå andre soppar. Pora gjennom tverrveggen er røyrforma, og endane av røyret er kledd av det endoplasmatiske nettverket. Denne spesielle pora blir kalla d o l i p o r e.

#### Vegetative sporar

Med unntak av rustsoppene manglar dei fleste stilksporesoppar vegetativt danna sporar. Nokre arter av Hymenomycetes produsere konidieliknande små sporar. Dei tener til spreying av arta på same måten som konidiane hjå sekksporesoppane.

#### TELIOMYCETES

Klassen Teliomycetes inneheld to ordenar av planteparasittære soppar. Ordenen Uredinales inneheld rustsoppane, og ordenen Ustilaginales inneheld sotsoppane. Soppane i denne klassen har ikkje fruktlegam, men utviklar basidiesporar frå kvilesporar.



Spiraling av teleutospore hjå rustsopp:

- a-b. Diploid kjerne.
- c-d-e. Reduksjonsdeling .
- f. Danning av basidiesporar.

## U r e d i n a l e s

Dei omlag 6000 artene av rustsoppar er alle biotrofe parasittar på frøplanter eller bregnar. Gjørum (1974) skriv at det er om lag 265 arter av rustsoppar i

Norden. Det er delte meininger om kor vide artene av rustsoppar skal vere. For eksempel blir brunrust (*Puccinia recondita*) av somme mykologar delt i 10 arter basert på grasverten. Men ved å leggje vekt på morfologiske karakterar, må ein rekne brunrusten som som ei art.

Nokre rustsoppar har vore dyrka på kuns-tige substrat, men i naturen er alle rustsoppar biotrofe planteparasittar.

Mycelet er utan bøylar og veks inter-cellulært i blad, stenglar og andre overjordiske planteorgan. Nokre arter har systemisk, fleirårig mycel som kan overvintre i røter eller andre plante-deler. H a u s t o r i u m tek opp næring frå vertcellene. Frå mycelet veks det fram sporemassar som bryt gjennom epidermis.

### Livssyklus

---

Rustsoppar kan ha opptil 5 morfologisk ulike sporestadium. Nokre rustsoppar treng verkskifte mellom to ikkje nærskyldne plantearter for å kunne gjennomføre livssyklusen sin.

Somme rustsoppar manglar eitt eller fleire av dei fem sporestadia, og mange har ikkje verkskifte. Sporestadia blir nummerert 0, I, II, III, og IV.

### 0. Spermatium

S p e r m a t i u m er einkjerna, hap-loide sporar produserte i sporehus kalla s p e r m o g o n i u m .

Spermatia veks fram fra sporogene celler i dei pæreforma eller flate spermogonia og tyt ut gjennom opningen i nektarlik-nande dropar.

Insekt blir tiltrekte av nektar frå spermogonia og fører med seg spermatium frå eit spermogonium til eit anna. Hyfar omkring opningen på spermogoniet fangar opp spermatium som så spirer på hyfane. Kjerner fra kompatible spermatium kjem inn i hyfane og startar det dikaryotiske stadiet. Kjernevandring inn i dei haploide hyfane gjer at mycelet blir dikaryotisk.

Det dikaryotiske stadiet kan også kome i stand ved at hyfar av motsett kompatibilitet veks saman inne i bladet

### I. Aecidiesporar

Etter at det dikaryotiske stadiet er etablert, veks det fram aecidiar med tynnveggja aecidiesporar som til vanleg er danna i kjeder.

Aecidiesporane er normalt eit ikkje-repeterande sporestadium. Det vil seie at infeksjon med ein aecidiespore gir opphav til eit anna sporestadium.

Dei fleste aecidiar har ein vegg av soppceller, eit peridium. Når aecidien er utvachsen, opnar han seg og minner om ein kopp eller ei skål. Det er opphavet til det norske namnet skålrust på dette sporestadiet.

Nokre rustsoppar manglar peridiet omkring aecidiesporane. Caeoma er namnet på aecidiar utan peridium.

Hjå rustsoppar med vertskifte er det alltid aecidiesporane som startar infeksjonen på den andre verten. Aecidiesporane har vindspreiing.

### II. Uredosporar

Etter infeksjon med aecidiesporar veks det fram urediniaar som dannar uredosporar. Dei er dikaryotiske, og det repeterande sporestadiet hjå rustsoppar. Det vil seie at uredosporane kan framkalle infeksjon på same planteart dei er produserte på, og om tilhøva er laglege, kan det bli mange

infeksjonsyklusar med uredosporar i ein vekstsesong.

Det norske namnet sommarsporar blir brukt om uredosporane, men det er noko misvisande fordi mange rustsoppar kan produsere uredosporar heile året rundt. I vårt boreale klima er det berre i veksthus vi finn uredosporar vinters-tid, men i tropiske og subtropiske strok vil rustsoppar utvikle uredosporar til alle årstider med vilkår for plantevekst.

Uredosporar er ofta eincella og har to eller fleire spireporer i den relativt tynne, pigmenterte veggen. Etter som sporane modnast blir dei frigjorde frå dei korte stilkene dei veks fram på og spreidde med vinden.

### III. Teleutosporar

Teleutosporane veks fram i teliar og er kvilesporane til ein rustsopp. Teleutosporane er ofta tjukkveggja og varierer mykje i bygnad. Dei kan vere eincella, tocella, fleircella eller samanvaksne. Hjå mange rustsoppar sluttar produksjonen av uredosporar sist i vekstsesongen, og frå dei same hyfane veks det fram teleutosporar.

Teleutosporane er det t e l e o m o r f e, med andre ord det kjønna stadiet av ein rustsopp. Sporane er først dikaryotiske. Ved karyogami veks dei to haploide kjernane i kvar celle saman til ein diploid kjerne. Teleutosporane produserer basidiar med basidiesporar når dei spirer.

### IV. Basidiesporar

Frå kvar celle i teleutosporen veks det fram to- eller firecella basidiar. Etter reduksjonsdeling i basidien blir det utvikla haploide, eincella og tynnveggja basidiesporar. Dei blir frigjorde frå korte sterigma ved ein aktiv mekanisme.

### Langsyklistisk livssyklus

---

Svartrusten (*Puccinia graminis*) er eit eksempel på ein rustsopp med full, langsyklistisk livssyklus. Teleutosporane overvintrar på restar av strå og bladslirer hos korn eller gras. Basidiane veks fram samstundes med at blada på vekselverten berberis (*Berberis vulgaris* og andre mottakelege arter) blir utvikla. Windspreidde basidiesporar som landar på berberisblad, spirer, og spermatium veks fram gjennom øvre epidermis. Soppen er heterotallisk, og etter befrukting kjem dikaryotiske aecidiesporar fram i aecidiar på undersida av berberisblada.

Aecidiesporane kan ikkje infisere berberis, men om dei landar på mottakelege korn- eller grasplanter, vil dei spire, og det dikaryotiske mycelet produserer etter eit par veker store mengder av uredosporar.

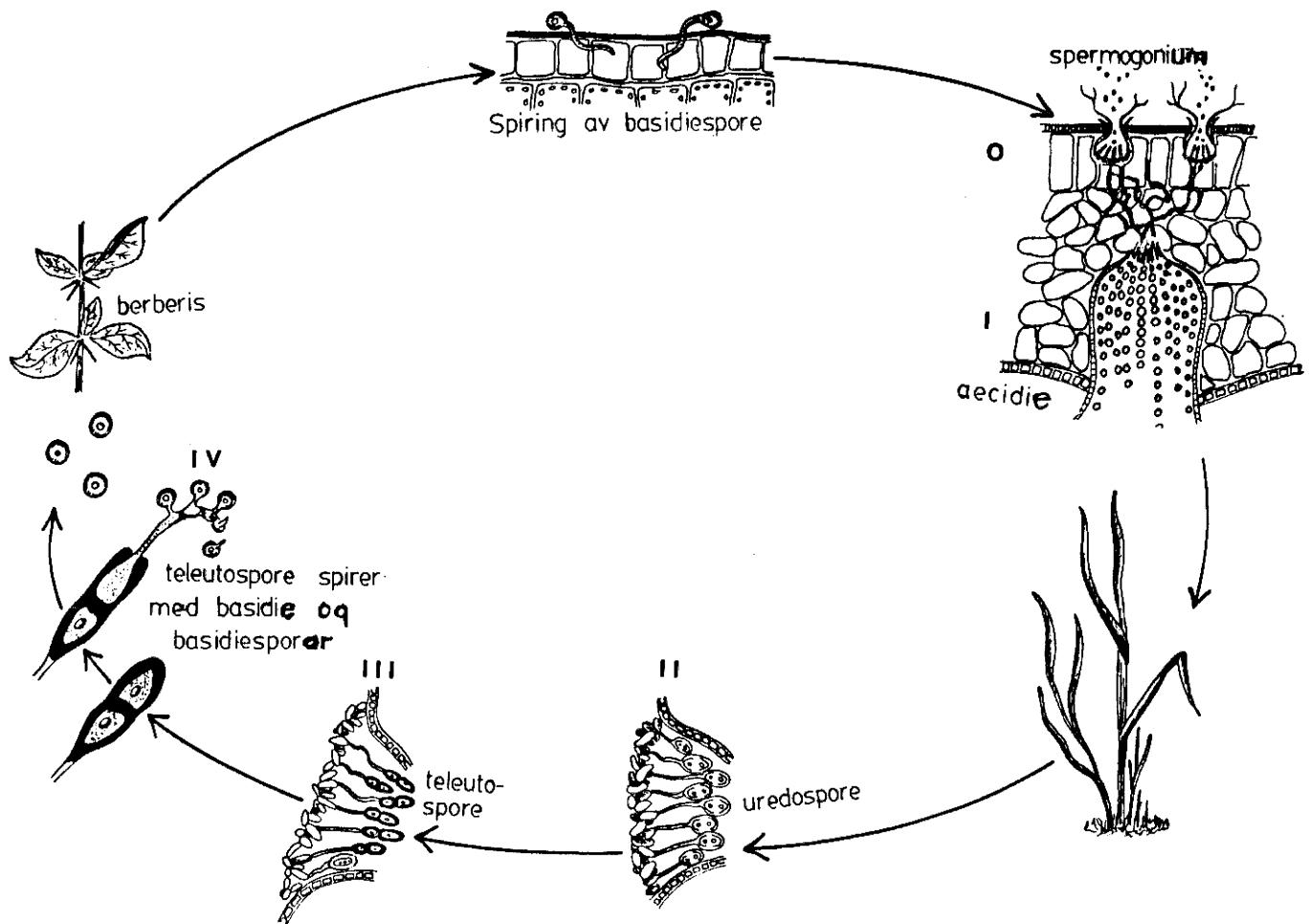
Ein uredinie kan produsere så mange som 100 000 sporar, og på eit kveiteblad kan det vere mange urediniar. Uredosporane blir windspreidde og kan infisere nye planter. Infeksjonssyklusen kan vere ned til 5-6 dagar, slik at det kan bli mange generasjonar av uredosporar gjennom ein vekstsesong.

Mot slutten av vekstsesongen skiftar sporehopane farge frå den rustbrune fargen på urediniane til svartfarga teliar. Teleutosporane veks først fram mellom uredosporane, men seinare blir det utvikla sporehopar med omtrent berre teleutosporar.

### Kortsyklistiske livssyklusar

---

Mange rustsoppar manglar eitt eller fleire av dei fem sporeslaga. Nokre arter, som for eksempel kvit krysantemumrust (*Puccinia horiana*), har berre teleutosporar og basidiesporar. Gulrusten (*Puccinia striiformis*) har sporestadium II og III. Eplerusten (*Gymnosporangium tremelloides*) manglar uredosporar.



#### Livssyklus av svartrust, *Puccinia graminis*:

Basidiar spirer og spirehyfen veks inn i berberis-bladet. Det veks fram spermogonium på bladoversida. Etter befrukting blir det danna dikaryotiske aecidiesporar i aecidia på undersida av berberisblada.

Aecidiesporar smittar korn eller gras, og det blir danna dikaryotiske uredosporar i urediniar.

Mot slutten av vekstsesongen blir det danna teleut-sporar i teliar. Teleutosporane spirer med basidiesporar. Etter overvintring spirer teleutosporane og dannar basidiesporar på basidiar.

Nedanfor er det nokre eksempel på kombinasjonar av sporestadium hjå rustsoppar.

0 + I x II + III	Puccinia graminis
0 + I + II + III	Puccinia violae
0 + I x III	Gymnosporangium tremelloides
0 + I + III	Puccinia difformis
II + III	Puccinia striiformis
III	Puccinia horiana
0 + I	Endophyllum sempervivi

x Vertskifte mellom sporestadia  
+ Ikkje vertskifte

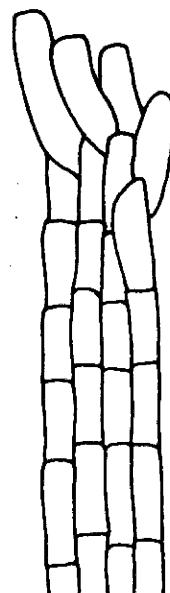
Hjå taklaukrusten (Endophyllum sempervivi) har aecdiesporane teke over funksjonen til teleutosporane og produserer basidiesporar.

#### Spesialisering

Rustsoppene er som regel knytte til visse vertplanter. Arter av rustsoppar blir identifiserte etter morfologiske karakterar hjå teleutosporane. I tillegg blir det òg lagt vekt på bygnaden av spermogonia.

Nokre rustsopparter er funne berre på ei enkelt vertplanteart eller slekt. Andre arter har vertskifte og kan i tillegg finnast på mange nærliggande planteslekter. Døme på det er den morfologiske arta svartrust (Puccinia graminis). I Norden er soppen funnen på i alt 32 slekter i grasfamilien. Men det er ikkje råd å smitte kveite med svartrust frå bygg eller omvendt. Difor er arta delt inn i formae speciales (forkorta f. sp.) etter vertplanteslektene. Vi har såleis Puccinia graminis f.sp. hordei, P. graminis f.sp. tritici og fleire andre.

Gjærum (1974) har med 29 slekter i sin flora over rustsoppene i Norden. Nedanfor er nokre av dei viktigaste omtala nærmare.



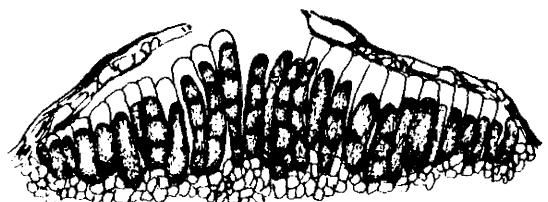
Alperoserust,  
Chrysomyxa ledi var.  
rhododendri:

Samanvoksne teleutosporar.

## Chrysomyxa

Teleutosporane i slekta er eincella og heng saman i tettstilte kjeder. Teliane er puteforma og voksaaktige.

Granrust (*Chrysomyxa abietis*) er vanleg på gran og kan i enkelte år føre til at fjarårsnålene fell av. Barnålene blir smitta så snart dei kjem fram. Neste vår bryt det fram teleutopsorar, som så produserer basidiesporar. Dei smittar så nye nåler. Andre sporestadium har ikkje granrusten.

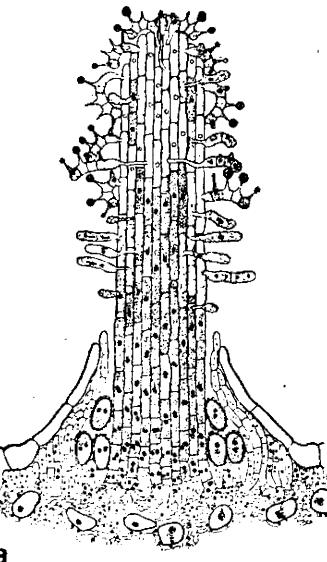


## Coleosporium

Teleutosporane er eincella og heng saman i skorper under epidermis eller kutikula. Urediniane er oransjefarga, men bleiknar etter ei tid.

Furubarskålrust (*Coleosporium tussilaginis*) er ei samleart med aecidiar på Pinus-arter. Urediniar og teliar blir utvikla på mange tofrøbla planter mellom anna i maskeblomfamilien, klokkefamilien og korgplantefamilien. På hestehov er soppen vanleg. Basidiesporane smittar furunåler om hausten, og neste vår er spermogonium og aecidiar ferdig utvikla.

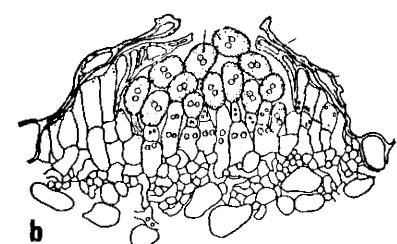
Furubarskålrust,  
*Coleosporium tussilaginis*:  
Teleutosporar



a

## Cronartium

Teleutosporane er eincella og heng saman som murstein i ei pipe i 1 - 2 mm lange trådar. Dei lagar filtliknande sopp-lag på bladundersider. Spermogonium og aecidiar blir utvikla på mottakelege Pinus-arter. Greiner eller stamma kan bli ringa av sår og drepne. Tyritopp er eit vanleg namn på daude furutoppar.



b

Filtrust (*Cronartium ribicola*) har vert-skifte mellom femnåla Pinus-arter og solbær. Andre Ribes-arter er òg mottakelege. Spermogonium og oransjefarga massar av aecidiesporar blir produserte i furubarken. *Pinus strobus*, *P. monticola* og *P. peuce* er mottakelege arter, medan *P. cembra* er sterke. Basidiesporane

Filtrust,  
*Cronartium ribicola*:

- Samanhengande teleutosporar har spirt med basidiar og basidiesporar.
- Uredosporestadiet.

frå teleutosporar på Ribes-blad smittar furunålene, og soppen veks inn i borken. Soppen veks i borken omkring greina eller stamma. Greina eller toppen ovanfor infeksjonen dør.

#### Cumminsiella

Teleutosporane er tocella med to spireporer i kvar celle og skil seg ved det frå slekta Puccinia. Spermogonium og aecidiar blir utvikla under epidermis.

Mahoniarust (*Cumminsiella mirabilissima*) er vanleg på Mahonia og har ikkje vertskifte. Spermogonia kjem fram i raudbrune flekker på bladoversida. Etter ei tid blir det utvikla aecidiar på undersida av blada og på bæra. Urediniar og teliar blir også produserte på undersida av blada.

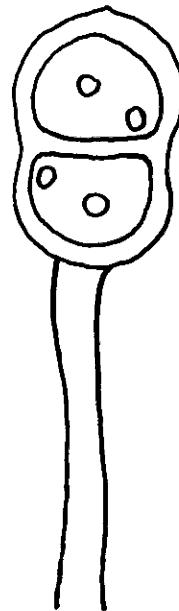
#### Gymnosporangium

Rustsoppar i slekta *Gymnosporangium* har teliar på einer. Om våren svelv stilkene på teleutosporane til geleaktige massar etter fukting i regnvær. Basidiesporane smittar vekselverten, og spermogonium og aecidiar veks fram. Dei rustsoppene i slekta *Gymnosporangium* vi finn her i landet, har ikke urediniar.

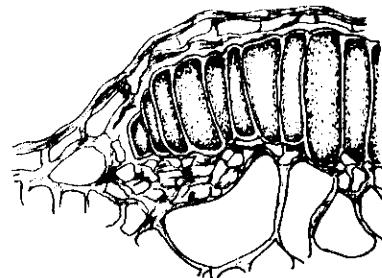
Eplerust (*Gymnosporangium tremelloides*) kan framkalle sterke angrep på eple i strok med einer nær epletrea. Etter regnvær i siste halvpart av mai bryt dei gulbrune, geleaktige massane av teleutosporane fram på infiserte einerkvister og stammer. Windspreidde basidiesporar smittar epleblad og kart. Spermogonia veks fram i gulraude flekker på bladoversida og på fruktene. Aecidane kjem etter ei tid på undersida av blada.

#### Melampsora

Mange *Melampsora*-arter har vertskifte mellom bartre og *Populus*- eller *Salix*-arter. Dei eincella teleutosporane blir produserte tettstilte i skorpeliknande massar under epidermis eller kutikula. Aecidiesporane blir produserte i caeoma.



Mahoniarust,  
*Cumminsiella mirabilissima*:  
Teleutospore



Seljerust,  
*Melampsora epitea*:  
Teleutosporar under  
epidermis

Osperust (*Melampsora populnea*) er vanleg på osp og poppel. Teleutosporane syner seg som voksaaktige skorper på undersida av blada. Osperusten er ein vid art og inneheld ei rad spesialiserte former som av somme blir rekna som eigne arter. Ei slik form er knekkesoppen som øydelegg toppskota på unge furuplanter. Basidiesporane smittar furua om våren, og skotet bøyer seg til side mot infeksjonspunktet. Soppen gjer skade både i planteskolar og i ung furuskog.

#### Phragmidium

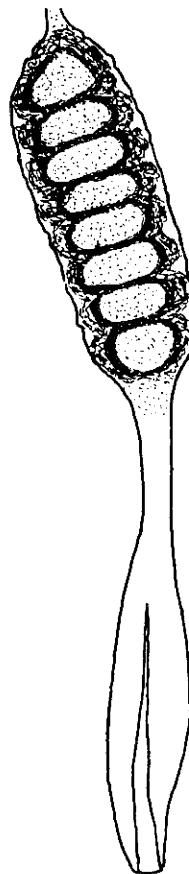
Teleutosporane har to eller fleire celler og kraftig stilk. Veggen er tjukk og mørkfarga i modne teleutosporar.

Roserosten (*Phragmidium mucronatum*) er ei av fleire arter frå same slekt på rose. Roserosten har alle sporestadia på rose.

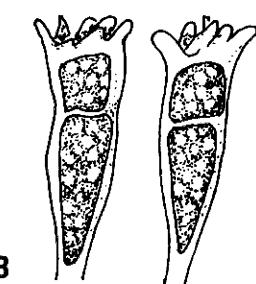
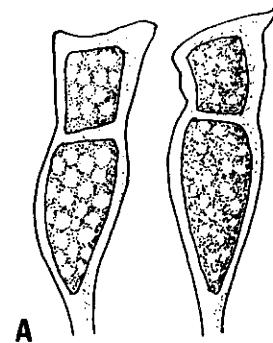
#### Puccinia

Den største slekta av rustsoppar er Puccina. Ein ny flora over rustsoppar reknar med at det er mellom 4000 og 5000 arter i denne slekta i verda. Nokre av dei viktigaste plantesjukdomane i verda er svartrust (*Puccinia graminis*), gulrust (*P. striiformis*) og maisrust (*P. polysora*).

Teleutosporane er stilka og tocella og har ei spirepore i kvar celle. Teliar bryt gjennom epidermis etter som sporane modnast. Basidiesporane smittar vekselverten i arter med vertskifte. Spermatogonia blir utvikla under epidermis, og bryt gjennom når spermatia er ferdig utvikla. Aecidiane har peridium og aecidiesporar i kjeder. Eit eksempel på ein livssyklus hjå ei *Puccinia*-art er omtala tidlegare.



Roserust, *Phragmidium mucronatum*, teleutospore.



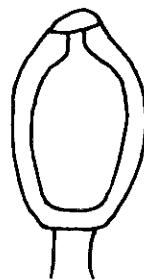
Teleutosporar av:

- A. Svartrust, *Puccinia graminis*.
- B. Kronrust, *Puccinia coronata*.

### Uromyces

Slekta *Uromyces* har eincella teleutosporar, men står elles nær *Puccina*. Slektene inneheld mange viktige plante-parasittar mellom anna på grasarter, grønsakvekstar og prydplanter.

Nellikrust (*Uromyces dianthi*) kan gjere mykje skade på veksthusnellik. Angrepa kjem ofte i kulturar med for høg luftråme i veksthuset. Både uredo- og teleutosporane finst på nellik, men i veksthus er ikkje soppen avhengig av vertskifte.



### Raudkløverrust, *Uromyces fallens*:

#### Teleutospore

### U s t i l a g i n a l e s

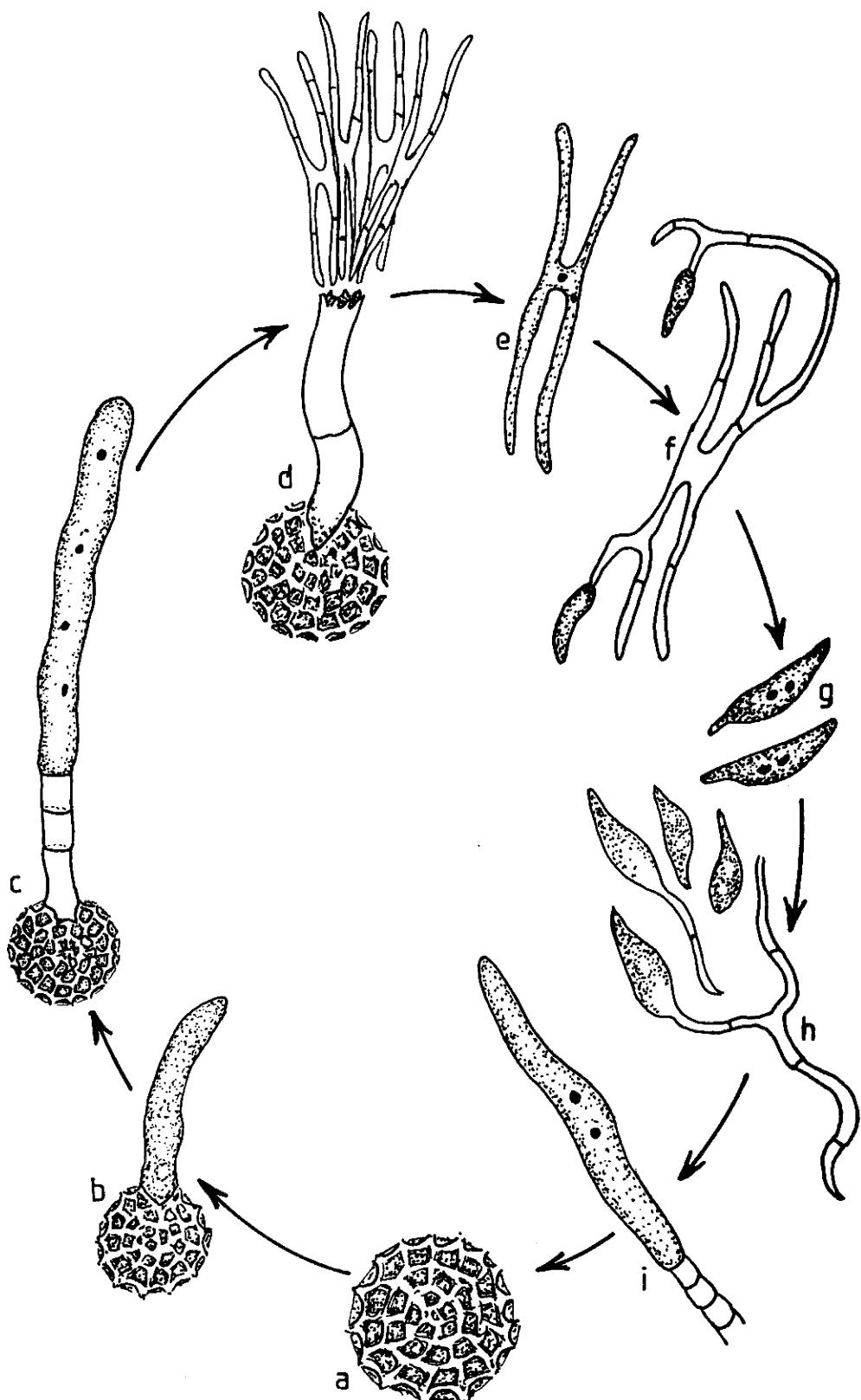
Soppar i ordenen *Ustilaginales* blir kalla sotsoppar. Dei er alle parasittar på dekkfrøa planter med unntak av eit par arter på bregnar. Flesteparten av dei om lag 1000 sotsoppene finn vi på vertplanter i grasfamilien og storrfamilien. Sotsoppene manglar basidiokarp, og dei har ein enkel livssyklus samanlikna med rustsoppene.

### Livssyklus

Frå dikaryotisk mycel blir det utvikla sotsporar, og etter karyogami blir dei diploide. Etter reduksjonsdelinga i meiosis veks det fram ein basidie med fire haploide kjernar.

Frå basidien kan det etter plasmogami vekse fram dikaryotiske hyfar. Hjå andre sotsoppar kan haploide sporidiar vekse fram på basidien, og soppen veks ved gjærssoppliknande knoppskyting ei tid. Dette haploide stadiet er vanlegvis ikkje i stand til å framkalle infeksjon av vertplanta. Først etter plasmogami veks dei dikaryotiske hyfane inn i vertplanta.

Hjå nokre sotsoppar kan det etter plasmogami bli utvikla dikaryotiske sporidiar. Dei spreier soppen og framkallar infeksjon i mottakelege planter.



**Stinksot, Tilletia caries, livssyklus:**

- |   |   |
|---|---|
| a. Sotspore.                                      | d, e. Samanveksing av to og<br>to av dei haploide |
| b. Spiring.                                       | sporidane gir dikaryon.                           |
| c. Reduksjonsdeling gir<br>fire haploide kjernar. | f, g. Dikaryotiske sporidiar.                     |
|   | h. Spiring av sporidiar.                          |
|   | i. Dikaryotiske hyfar.                            |

Sotsoppar kan dyrkast ei tid på kunstig substrat, og i nokre tilfelle har det vore mogeleg å gjennomføre livssyklusen i kultur. Men i naturen er alle sotsoppar biotrofe parasittar.

#### Systemisk infeksjon

---

Sotsoppar kan gi systemisk eller lokal infeksjon. Dei som er systemiske, infiserer anten frøplanta eller fruktknuten i blomsteren. Etter infeksjon i fruktknuten blir soppen etablert i embryo i frøet, og resultatet blir det same som etter frøplanteinfeksjon. Dikaryotiske hyfar veks systemisk saman med veksten av planta. Naken sot på bygg og kveite (*Ustilago segetum* var. *tritici*) er eit eksempel på ein sotsopp med fruktnuteinfeksjon, og stinksot på kveite (*Tilletia tritici*) er ein sotsopp med frøplanteinfeksjon.

#### Lokal infeksjon

---

Sotsoppar med lokal infeksjon kan vekse inn i meristematiske vev i mange plantedelar. Maissot (*Ustilago maydis*) kan infisere strå, blad, hanblomsteren eller maiskolben. Infeksjonen resulterer i hypertrofi. Det veks ut gallar som kan bli opptil knyttnevestore på angripne plantedelar.

#### Viktige slekter av sotsoppar

---

Taksonomien av sotsoppar er vanskeleg fordi det er så få karakterar å leggje vekt på. Morfologien til sotsporane og spiringsmåten blir nytta for inndelinga i slekter.

#### Entyloma

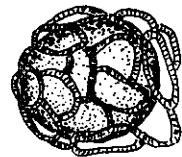
---

Sotsoppar i slekta Entyloma framkallar bladflekker i vertplanta. Symtoma har såleis ingenting til felles med andre sotsoppar. Bladflekkene er først lyse, men mørknar og blir svarte. Sotsporane blir produserte i hyfar i mesofyllcellene i blada.

Fleksot (*Entyloma calendula*) framkallar bladflekker i ringblom, georgine og andre korgplanter. Sotsporane er hyaline eller lysfarga. Sporidiar blir produserte på bladoverflatene og spreier soppen til friske planter.

#### Urocystis.

Sotsporane blir utvikla i sori i blad, bladstilker, stenglar og blomsterdelar. Sterile celler dekkjer det meste av overflata på sotsporane. Fleire av dei mørkfarga sotsporane kan hange saman i sporeballar. Sotsporane spirer omrent som i slekta *Tilletia*.



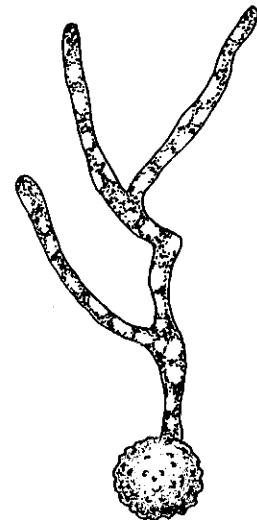
Lauksot (*Urocystis cepulae*) utviklar sori i lange stripel frå basis på blada. Stripene er først sølvglinsande på farge, men dei blir seinare mørke. Infeksjonen startar frå sotsporar i jorda, og berre koleoptilen er mottakeleg. Difor er berre sådd lauk utsett for lauksot.

Lauksot,  
*Urocystis cepulae*:  
Sotspore

#### Ustilago

Dei fleste *Ustilago*-artene er parasittar på planter i grarfamilien, og sotsporane blir produserte i blomsterdelane. Slekt har også arter med lokal infeksjon. Maissota (*Ustilago zeae*) er eit eksempel på det.

Naken sot (*Ustilago segetum* var. *tritici* syn. *U. nuda*) er den viktigaste av sotsoppene på korn her i landet. Vertplantene er kveite og bygg, men det er inga krysssmutting mellom dei to vertplantene. Sotsporane spirer med eit promycel og det utviklar dikaryotiske hyfar som veks inn gjennom fruktnuteveggen. Dikaryotiske hyfar overvintrar i embryo. Dei startar veksten samstundes med at kornet spirer og aksanlegga blir fylte med dikaryotiske hyfar som går over til å bli sotsporar.



Naken sot,  
*Ustilago segetum*  
var. *tritici*:  
Spiring av sotspore

## Tilletia

---

Sotsporane er relativt store og har nettmønster eller anna ornamentering i overflata. Dei fleste *Tilletia*-artene utviklar sori i frøemna i aksa. Sotsporane spirer med eit promycel utan tverrvegger. På spissen av promycelet veks det fram primære, haploide sporidiar som etter kontakt produserer dikaryotiske hyfar og sporidiar.

Stinksot på kveite (*Tilletia tritici*, syn. *T.caries*) var tidlegare vanleg, men effektive beisemiddel har redusert skadane av denne sjukdomen. Svarte, tørre massar av sotsporar fyller korna i aksa på angripne planter. Sotsporane er diploide når dei er modne. Reduksjonsdelinga i meiosis går samstundes med springa av sotsporane. Åtte til 16 haploide sporidiar (basidiesporar) veks fram på promycelet. Kontakt og kjerne-migrasjon mellom to og to av dei haploide sporane resulterer i dikaryotiske hyfar. Dei produserer så dikaryotiske sporidiar som spirer på kveitekorna og gir infeksjon.

## HYMENOMYCETES

---

Klassen Hymenomycetes omfattar dei fleste storsoppane. Basidiane blir alltid utvikla i eit hymenium, det vil seie eit fertilt, sporeberande lag i basidiokarpen. Når fruktlekamen er moden, er hymeniet eksponert, og basidiesporane blir frigjorde ved ein aktiv mekanisme.

Etter bygnaden av basidiane blir klassen delt i to underklasser.

## PHRAGMOBASIDIOMYCETIDAE

---

Underklassen Phragmobasidiomycetidae har namnet sitt på grunn av at basidiane er delte (fragmenterte). Klassen har tre ordenar, men dei er alle saprofyttar.

## HOLOBASIDIOMYCETIDAE

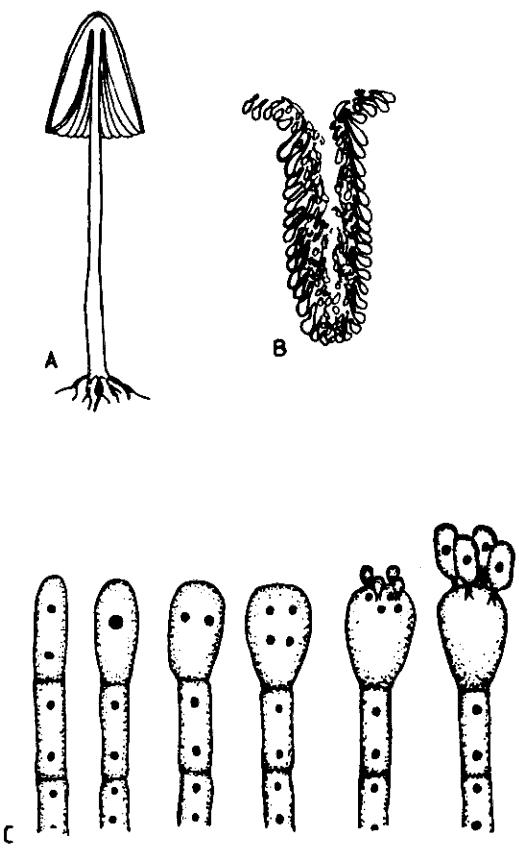
---

Som namnet indikerer, inneheld underklassen Holobasidiomycetidae soppar utan tverrvegger i basidiane. Hit høyrer mesteparten av det vi til dagleg kallar storsoppar, men òg arter med små fruktlekamar. Ein orden, Exobasidiales, manglar fruktlekam.

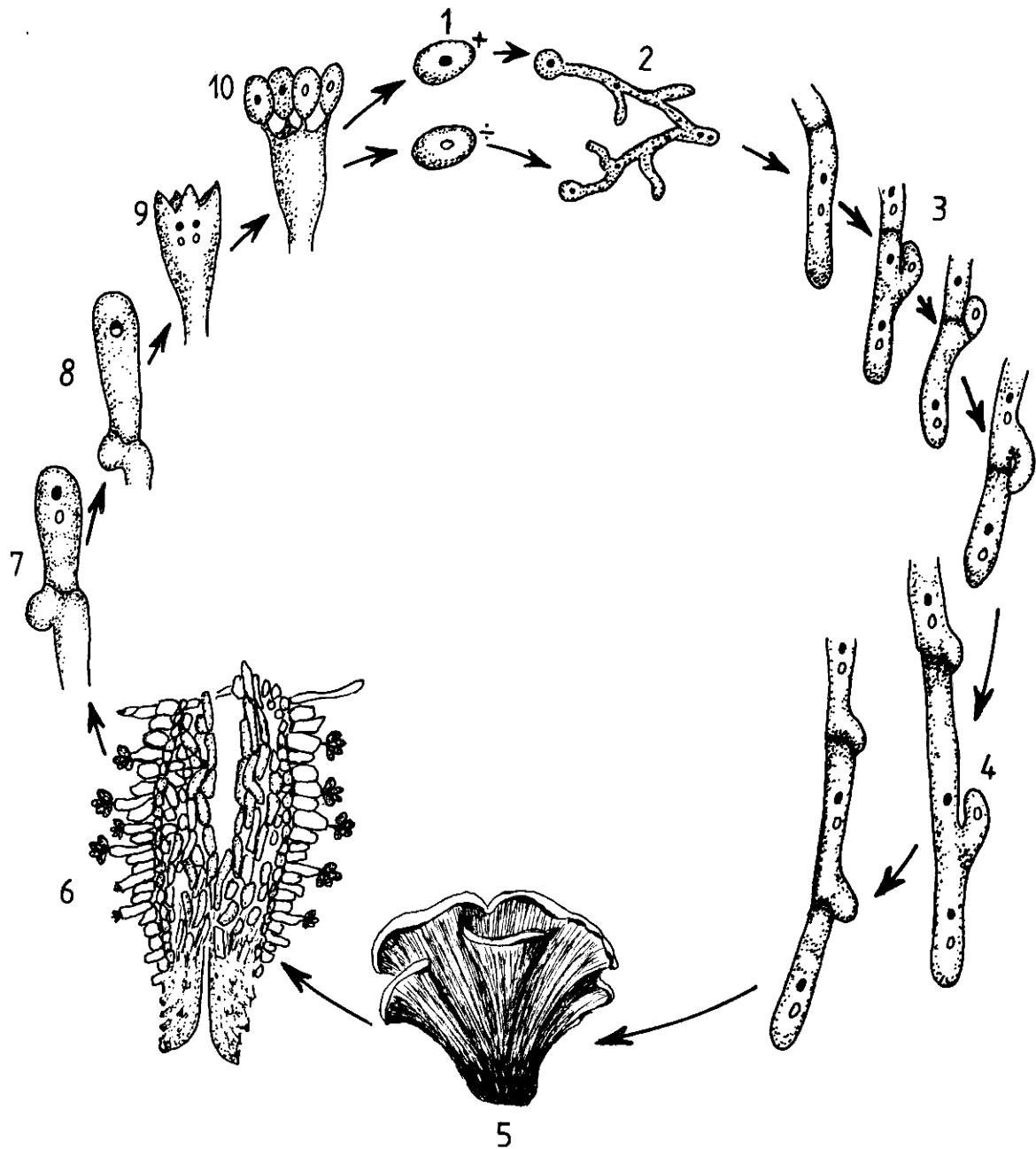
Basidiokarpen varierer mykje i form og bygnad innan underklassen. Hattsoppar, kjuker, gelesoppar, fingersoppar og skorpesoppar er viktige grupper.

Basidiane veks fram i eit fertilt lag, hymeniet. I ordenen Aphylophorales er basidiokarpen naken utan noko vernande hylle omkring. Innan ordenen Agaricales finst det mange arter med hylle omkring den unge basidiokarpen, men orden inneheld overgangsformer og arter utan hylle.

Underklassen Holobasidiomycetidae har 9 ordenar, men berre dei tre som inneheld planteparasittar, blir omtala nærmare her.



- A. Hattsopp med lamellar.
- B. Snitt gjennom lamell.
- C. Karyogami, reduksjonsdeling og dannning av basidiesporar.



Kløyvsopp, Schizophyllum commune, livssyklus:

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Spirering av basidiespore | 7. Dikaryon                  |
| 2. Plasmogami                | 8. Karyogami                 |
| 3,4. Bøylemycel              | 9. Reduksjonsdeling          |
| 5. Fruktlekam                | 10. Danning av basidiesporar |
| 6. Basidiar på ribber        |                              |

## E x o b a s i d i a l e s

Alle dei kjende artene i denne fåtalige ordenen er planteparasittar. Dei fleste har vertplanter i lyngfamilien.

Soppane manglar basidiokarp og hymenium. Frå det intercellulære mycelet veks basidiane mellom epidermisellene og dannar eit lag på overflata. På kvar basidie blir det utvikla fire basidiosporar. Blad og andre angripne planteorgan blir misdanna.

Klumpblad (*Exobasidium japonica*) er ein vanleg sjukdom på asalea og alperose. Blad, skot og blomstrar får lyse gallar og blir misdanna. Ei annan art i same slekta er ofte å finne på tyttebær.

## A p h y l l o p h o r a l e s

Aphyllophorales er ein omfattande orden med om lag 1200 arter. Storleik og bygnad av fruktlemmen varierer mykje. Han kan vere hovliknande, klubbeforma eller skorpeliknande og flatttrykt til substratet. Konsistensen varierer fra treaktig eller korkaktig til kjøtfull innan ordenen.

Hymeniet er utan hylle og veks med veksten i fruktlemmen. Basidiane blir utvikla inne i porer, på piggar, på ribber eller rett på overflata av flate eller klubbeforma fruktlemmar. Basidiesporane blir frigjorde ved aktiv sporekasting.

Moderne taksonomi legg vekt på mikroskopiske karakterar, men tradisjonelt har ordenen vore delt opp i familiar etter bygnaden av fruktlemmen. Plantepatogene arter finst i fleire slekter.

### Thanatephorus

---

Slekta har ei viktig art, svartskurvsoppen (*Thanatephorus cucumeris* med mycelstadiet *Rhizoctonia solani*). Dette er eit eksempel på ei art med fruktlemm som er eit tynt hymenium på planteoverflata.

Soppen har mange vertplanter, men frukt-  
lekamen er lettast å finne på potet-  
stenglar. Mot slutten av vekstsesongen  
veks soppen opp på stenglane i eit kvitt  
belte like over jordoverflata. Basidiane  
med basidiesporar blir utvikla i dette  
hymeniet. Plantene ser ikkje ut til å  
 bli skadde av basidiestadiet. Men mycel-  
stadiet (*Rhizoctonia solani*) kan drepe  
groar og stenglar og føre til sprang i  
potetåkeren.

#### Chondrostereum

---

I slekta *Chondrostereum* er fruktlekam-  
en relativt tynn, lêraktig og kan vere  
klemt flatt til substratet. Men oftare  
er han noko utståande. Det flate og  
glatte hymeniet er på undersida eller  
utsida av fruktlekamen.

Sølvglanssoppen (*Chondrostereum purpur-  
eum*) er ein viktig parasittsopp på  
frukttre og andre lauvtre og busker.  
Soppen er ein sårparasitt og veks i  
stamme og greiner. Eit toksin produsert  
av soppen blir transportert til blada  
og fører til at epidermis losnar frå  
mesofyllcellene. Luftlaget som blir til  
under epidermis, gir dei karakteristiske  
sølvglanssymptoma i blada. Den 2-3  
cm breie fruktlekamen veks fram på stam-  
ma med basidiar i eit fiolett hymenium  
på undersida.

#### Typhula

---

Slektet *Typhula* produserer klubbeforma,  
tynne, nokre cm lange fruktlekamar frå  
sklerotium.

Kvit grastrådkolle (*Typhula ishikari-  
ensis*) er ein av dei viktigaste over-  
vintringssoppane på gras i Noreg. På  
blada av daude planter er dei små  
(1-2mm) sklerotia godt synlege etter  
snøsmeltinga om våren. Dei ligg i kvile  
gjennom sommaren. Om hausten veks den  
2-3 cm lange, tynne basidiokarpen opp  
frå sklerotiet. Hymeniet dekkjer den  
øvre delen av fruktlekamen. Basidiane  
ber to basidiesporar kvar. Dei blir

vindspreidde om hausten og startar infeksjonen av friske grasplanter før vinteren.

#### Fomes

Slekta Fomes er ei av fleire slekter som produserer kjuke, ein treaktig fruktlemkam. Han er fleirårig med porer i fleire lag på undersida.

Namnet Fomes tyder knusk, og knuskkjuke (*Fomes fomentarius*) vart i tidlegare tider brukt til opptenning. Kjuker vart tørka, og det mjuket, filtaktige vevet inne i fruktlemkamen vart brukt til å få eld frå gneistar laga av flint og stål. Knuskkjuka er årsak til røte i mange arter av lauvtre. Fruktlemkamane veks fram på stamma av tre som er gjennomrotne eller drepne. Oversida er dekt av ein hard bork og varierer i farge frå lys grå til mørk brun. Porelaget under kan vere 5-60 mm tjukt alt etter alderen på fruktlemkamen.

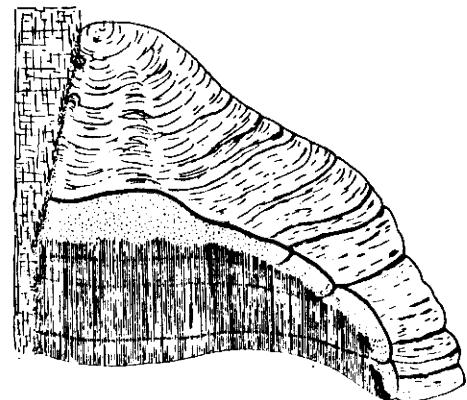
#### Heterobasidium

Slekta Heterobasidium er skilt ut frå Fomes ved at vevet i fruktlemkamen er lysare på farge og ikkje knuskaktig.

Rotkjuk (Heterobasidium annosum) er ein av dei viktigaste røtesoppene på gran, men mange andre bartre kan også bli skadde. Fruktlemkamane veks fram ved basis av stamma eller på røtene og måler vanlegvis fra 1 - 15 cm. Soppen har også eit konidiestadium. Infeksjonen kan starte i sårflater på røter og resulterer i ein brun, sentral røte i stamma.

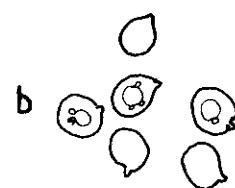
#### Phellinus

Slekta Phellinus har kraftige, lêraktige og oftest hovforma fruktlemkamar. Basidiane blir utvikla inne i porer med opning mot undersida av fruktlemkamen. Fleire arter innan slekta er viktige røtesoppar



Knuskkjuke,  
Fomes fomentarius:

Snitt gjennom fruktlemkam med fire porelag.

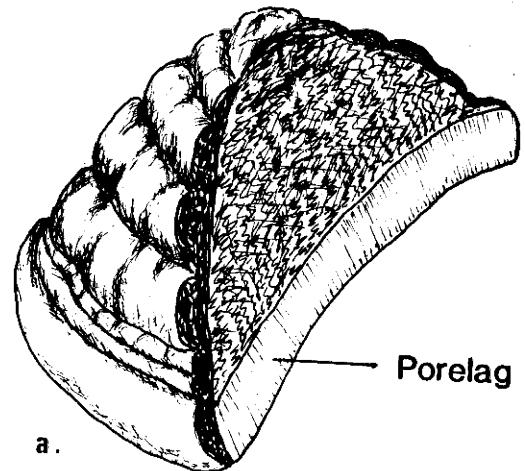


Rotkjuk,  
Heterobasidium annosum:

- Fruktlemkam
- Basidiesporar

Eldkjuke (*Phellinus igniarius*) er ein vanleg røtesopp i lauvtre. Namnet har samanheng med at fruktlekamen vart brukt for å halde elden ved lag av di han kan ligge og gløða i mange timer. Kjukene veks fram på stamma, oftaft mange år etter at soppen har etablert seg i treet. Dei kan bli opptil 20 cm i tverrmål. Kvart år produserer soppen eitt nytt porelag på undersida av fruktlekamen.

Plommekjuke (*Phellinus pomaceus*) er ei nærliggande art som kan framkalle røte i frukttrær.

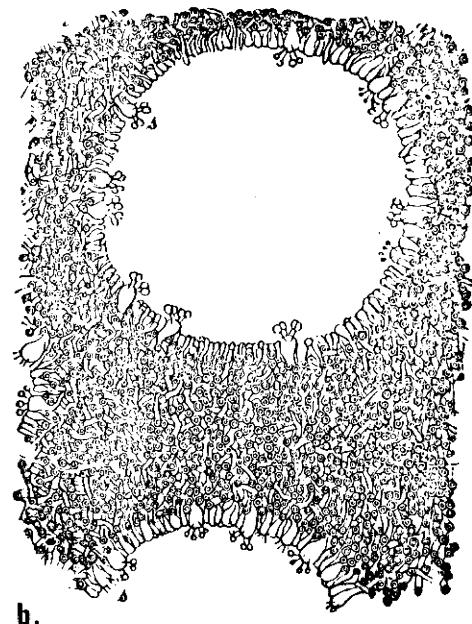


#### Agaricales

Agaricales er ein av dei største soppordenane, med om lag 4000 arter. Nesten alle er hattsoppar, men dei varierer mykje i storleik og bygnad. Basidiane blir utvikla på lamellar eller i porer på undersida av den kjøtaktige fruktlekamen. Stilken er sentralt stilt under hatten. Oftast dekkjer eitt eller to hylle den unge fruktlekamen. Men ikkje alle arter har hylle.

Dei fleste artene innan Agaricales er saprofyttar. Mange arter lever i symbiose og produserer mykorrhiza på unge trerøter. Dei fine røtene aukar i diameter og blir ofte gaffelgreina og kølleforma i spissen. Soppen tappar treet for karbohydrat, men han skaffar vatn, nitrogenbindingar og mineral til planta.

Berre få arter er parasittar. Jordbuande arter kan framkalle hekseringar i vegetasjonen. Ein vanleg sopp i hekseringar er nelliksoppen (*Marasmius oreades*). Plengraset blir avsvidd i ein ring eller halvsirkel. Soppen veks radiært utover, og den sterile sona er eit resultat av kraftig soppvekst i jorda. Konkurranse om vatn og giftstoff produserte av hyfene, er truleg medverkande årsak til at graset dør. Innanfor den sterile sona kan veksten bli stimulert ved at næring blir frigjord frå sopphyfane.



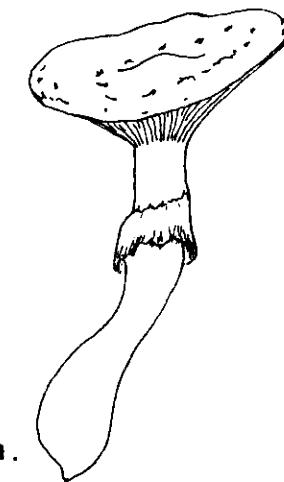
#### Eldkjuke, *Phellinus igniarius*:

- Fruktelekam.
- Tverrsnitt gjennom porelaget.

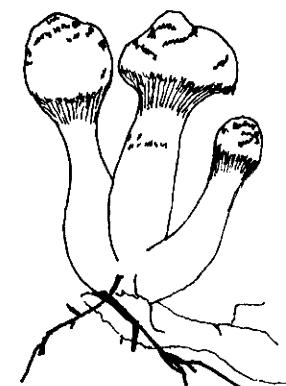
## Armillaria

Slekta *Armillaria* produserer fruktlekamane i knippe på stubbar, trestammer eller på bakken. Fruktlekamane er kjøtfulle, gulbrune eller lysebrune med skal på oversida. Basidiane sit på lamellar under sopphatten.

Honningsoppen (*Armillaria mellea* i vid tyding) er ein av dei vanlegaste hattsoppene både i barskog og lauvskog. Han kan leve som sparofytt i stubbar og daude røter. Fruktlekamane er 5–20 cm høge og 5–10 cm i diameter. Dei gulbrune sopphattane veks fram i knippe og har karakteristiske skal på oversida. Honningsoppen kan infisere levande bartre og lauvtre. Frukttre og bærbusker kan bli drepne av soppen, og om han har ein næringsbase i stubbar eller røter i bakken kan soppen drepe jordbærplanter. Dei 1–2 mm tjukke rhizomorfane er eit slag sklerotium med vekstpunkt. Dei kan såleis vekse gjennom jorda fra infiserte røter og fram til friske tre. Kvite mycelflak mellom borken og veden og rhizomorfane er gode kjenneteikn på angrep av honningsoppen.



a.



b.

Honningsopp,  
*Armillaria mellea*:

- a. Fruktlekam.
- b. Unge fruktlekamar med rhizomorfar.

## D E U T E R O M Y C O T I N A

Mange parasittsoppar og eit stort tal saprofyttar manglar kjønna stadium. Det er difor ikkje mogeleg å klassifisere dei innan taksonomiske system baserte på karakterar ved befruktningsprosessen, fruktlekamen eller utvikling av kjønna sporar etter meiosis.

Dei fleste soppar utan kjønna stadium har så mange karakterar til felles med arter innan Ascomycotina at dei truleg er sekksporesoppar som har mista evna til kjønna formeiring. Eit fåtal av soppene innan Deuteromycotina har slektskap med soppar innan Basidiomycotina eller Zygomycotina.

For mange arter vi i dag berre kjenner på konidiestadiet, kan det tenkjast at det kjønna stadiet finst i naturen utan at samanhengen mellom konidiestadiet og eit kjønna stadium er kjent enno. Nye samanhengar mellom konidiestadium og askusstadiar blir stadig klarlagde.

Men det er grunn til å tru at eit stort tal soppar for alltid har mista evna til kjønna formeiring. Det har vore gjettat på at ein tredel av dei om lag 17 000 artene innan Deuteromycotina er heilt utan evne til kjønna formeiring.

I mange slekter baserte på ukjønna stadium vil det òg kunne finnast nokre arter med kjende kjønna stadium.

Visse grupper av soppar utan kjønna stadium er så karakteristiske at det er relativt lett å finne ut kvar dei høyrer heime i eit soppsystemet.

Nokre grupper blir difor klassifiserte saman med slektingar i ordenar basert på det kjønna stadiet. Muggsoppar kan lett førast til Zygomycetes sjølv om ein ikkje finn kjønna stadium. Mjøldoggssoppane er så spesielle at det ikkje er vanskar med identifikasjonen av dei. Det

er laga ei slekt, Oidium, innan ordenen Erysiphales for mjøldoggssoppar vi berre kjenner ukjønna sporar av. Tilsvarande er slektene Aecidium og Uredo i ordenen Uredinales for rustsoppar utan kjende teleutosporar.

#### Soppar kan ha to namn

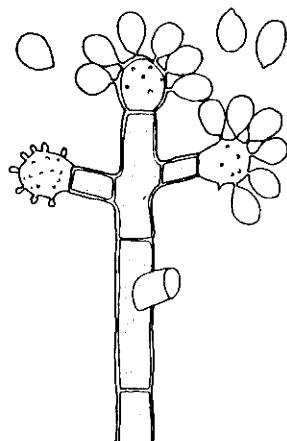
Etter dei internasjonale reglane for nomenklatur kan det setjast vitskapelege namn på ukjønna sporestadium og det fører til at mange soppar har eit namn på det kjønna stadiet og eit anna namn på det ukjønna sporestadiet.

Ebleskurvsoppen *Venturia inaequalis* med konidiestadiet *Spilocaea pomi* er eit døme på ein sopp med to gyldige namn. I vekstsesongen er konidiestadiet det parasittære stadiet av soppen. Askusstadiet blir utvikla i daude blad på bakken, og dei modne askosporane utgjer primærsmitten om våren. Desse to stadia fekk opphavleg namn kvar for seg før det var klarlagt at dei var ulike sporestadium av same soppen.

Eit anna eksempel er snømuggsoppen *Monographella nivalis*. Det er konidiestadiet *Gerlachia nivalis* som parasitterer gras og haustkorn gjennom vinteren, medan det kjønna stadiet blir utvikla i bladslira på gras og kornplanter som overlever eit snømuggangrep.

#### Klassifisering

Oppdelinga av Deuteromycotina i underavdelingar er skjematisk, og fleire ulike klassifiseringssystem har vore brukte. I dag blir det lagt mest vekt på korleis konidiane blir produserte. Tidlegare vart det teke meir omsyn til pigmentering og septering av konidiane.



Gråskimmel,  
Botryotinia cinerea:  
Konidiofor med konidiar.

Det er ikke mogeleg å lage noko naturleg system for klassifikasjon av soppar utan kjønna stadium. Etter måten konidiane blir produserte på, blir slektene i Deuteromycotina delte i to klassar:

## 1. HYPHOMYCETES

I denne klassen blir konidiane produserte på konidioforar som er enkle hyfar eller samlingar av hyfar. Desse soppane blir kalla frispora konidiesoppar.

Arter med sterile mycel utan sporeproduksjon blir også plasserte i denne klassen.

## 2. COELOMYCETES

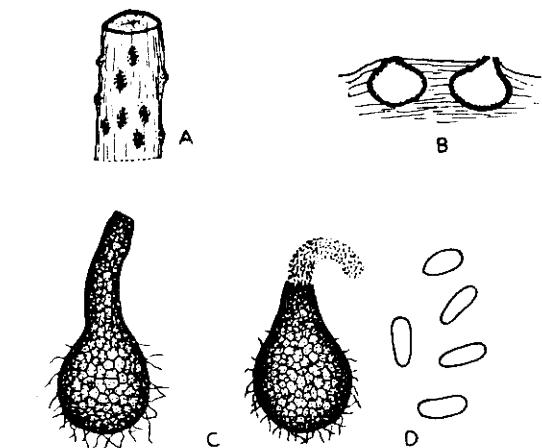
Soppar i klassen Coelomycetes produserar konidiar i pyknidiar som er små sporehus eller på flate akervuli (eit akervuli) som er matteliknande skiver av sopphyfar.

### Systematiske karakterar

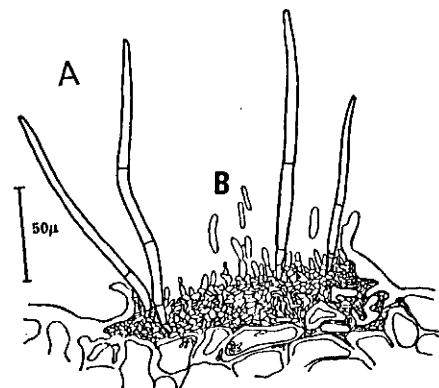
Konidiemorfologi og pigmentering var dei første karakterane som det vart lagt vekt på i klassifisering av soppar i klassen Deuteromycotina. Som innan andre soppgrupper varierer sporane i morfologi. Dei kan vere eincella eller fleircella, runde, ovale eller trådforma. Konidieveggen kan vere pigmentert, det vil seie impregnert med fargestoff eller hyalin, det vil seie utan farge.

### Funksjon

Klamydosporar kan skiljast fra vanlege konidiar ved at dei har tjukkare og ofte pigmentert vegg. Dei blir til ved omdanning av celler i hyfar eller konidiar. Klamydosporar tener til overleving av soppar gjennom periodar som ikkje tillåt vekst.

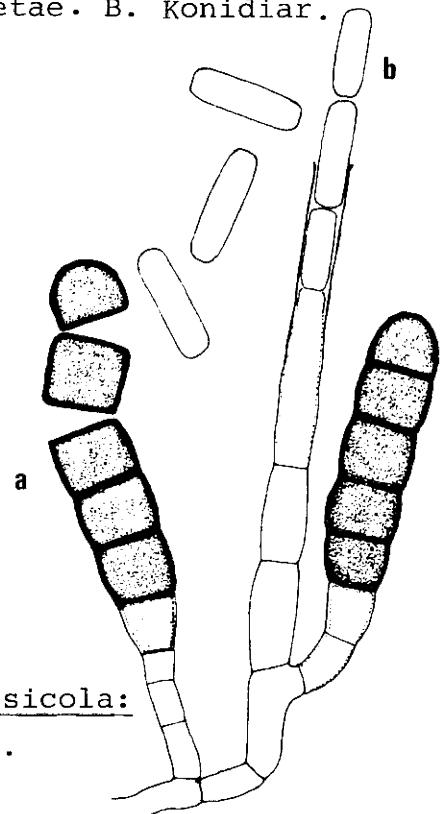


Beteringflekk, *Phoma betae*:  
a. Pyknidar i bladstilk.  
b. Snitt gjennom pyknide.  
c. Pyknidar, d. Konidiar.



Bønneflekk, *Colletotrichum lindemuthianum*, akervulus:

A. Setae. B. Konidiar.



Rotsvartsoppen,  
83 *Thielaviopsis basicola*:  
a. Klamydosporar.  
b. Konidiar

Andre konidiar tener først og fremst til spreieing av soppen.

#### Suksesjon

Konidiar veks fram frå spesielle celler, k o n i d i o g e n e celler. Dei kan vere dei konidieproduserande cellene på ein k o n i d i o f o r, hyfar spezialiserte for konidiedanning, eller celler i ein pyknide eller acervulus.

Etter å ha danna den første konidien kan den konidiogene cella på konidioforen produsere dei neste konidiane på ulike måtar.

Ved b a s i p e t a l suksesjon vil den konidiogene cella halde fram med å støyte ut konidiar eller vekse i lengd slik at det blir arr mellom kvar konidie. Den yngste konidien vil vere ved basis av konidiekjeda, og konidien i spissen vil vere eldst og bli frigjord først.

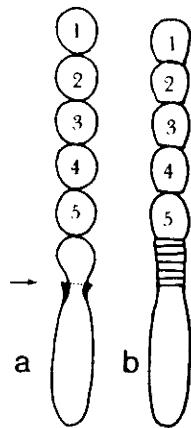
Ved a k r o p e t a l suksesjon vil nye konidiar vekse fram i spissen av eldre konidiar i greina eller ugreina kjeder. Konidien i spissen av kjeda vil såleis vere den yngste.

Ved s y m p o d i a l suksesjon veks konidioforen noko i lengd mellom kvar konidie som blir danna i spissen. Frå eit punkt like under den yngste konidien strekkjer konidioforen seg og produserer ein ny konidie.

#### Konidiotype

T a l l i s k e konidiar blir til ved omdanning av celler i eksisterande hyfar til ein- eller fleircella konidiar. Soppar i slekter med talliske konidiar er årsak til ringorm og andre sjukdomar på dyr og menneske:

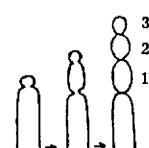
Microsporum  
Trichophyton



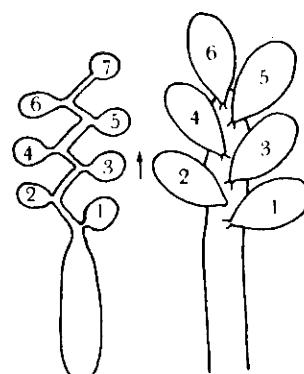
Basipetal danning av konidiar:

a. Fialide.

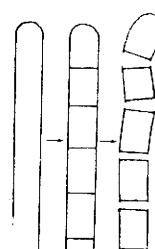
b. Annelid konidiogen celle.



Akropetal suksesjon.



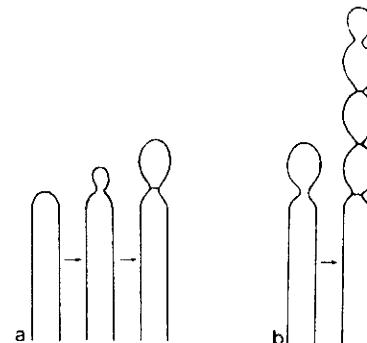
Sympodial suksesjon.



Talliske konidiar.

Blastiske konidiar blir danna ved at veggen i den konidiogene cella blir elastisk i spissen og veks ut til ein konidie eller kjeder av konidiar. Døme på slekter med blastiske konidiar er:

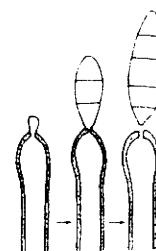
*Botrytis*  
*Cladosporium*



Blastiske konidiar:  
a. Enkeltståande.  
b. I kjeder.

Porokonidiar veks ut gjennom ei pore i spissen på den konidiogene cella. Døme på slekter med porokonidiar:

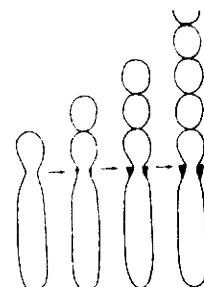
*Alternaria*  
*Curvularia*  
*Drechslera*  
*Stemphylium*  
*Ulocladium*



Porokonidie

Fialokonidiar blir danna inne i fialidalar som er spesielle konidiogene celler. Dei ferdige konidiene blir støyte ut gjennom opningen i fialiden. Mange slekter med plante-patogene soppar har fialidar. Døme på slike er:

*Aspergillus*  
*Cylindrocarpon*  
*Fusarium*  
*Gliocladium*  
*Penicillium*  
*Phialophora*  
*Trichoderma*  
*Verticillium*



Fialokonidiar

Konidiar kan også bli danna frå såkalla annelide konidiogene celler. Konidioforen veks litt i lengd mellom kvar konidie som blir produsert, slik at det blir ringforma arr på konidioforen. Konidiestadiet (*Spilocaea pomi*) til eple-skurvsoppen er eit døme på ein sopp med annelide konidiogene celler.

## H Y P H O M Y C E T E S

---

### Alternaria

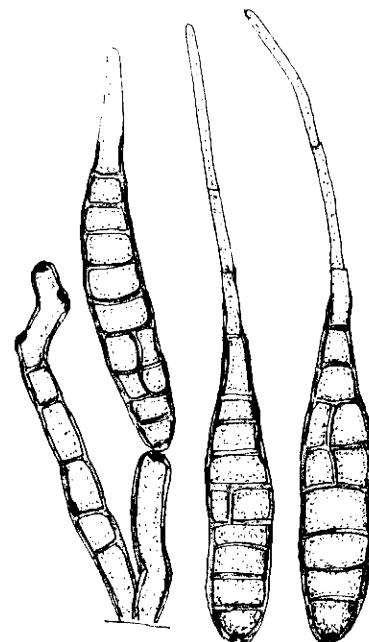
---

Slekta *Alternaria* inneheld både parasittar og saprofyttar. Konidioforane er enkle eller lite greina og veks fram

enkeltvis eller i knippe på substratet. Både hyfar, konidioforar og konidiar er pigmenterte. Gjennom ei pore i den konidiogene cella blir det produsert brune, kjegleforma konidiar, oftast i kjeder. Konidiene har fleire tverrvegger, og kan ha langsgående septa.

Mange bladparasittar hører til slekta *Alternaria*.

*Alternaria brassica*, stor skulpesopp  
*brassicicola*, liten skulpesopp  
*dauci*, gulrotbladflekk-sopp  
*porri*, purpurflekk-sopp  
*raphani*, reddikskulpe-sopp  
*solani*, tørrfleksopp



Purpurflekk-sopp,  
Alternaria porri:

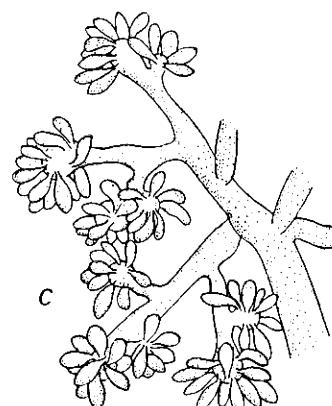
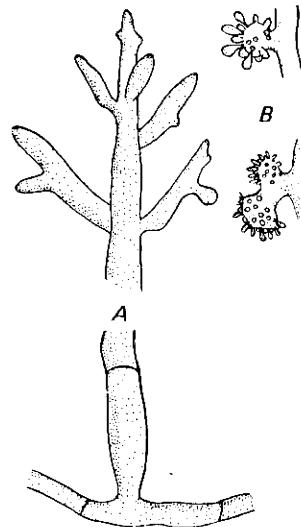
Konidioforar med konidiar.

### Botrytis

Koloniane er tørre og ofte gråfarga. Mycelet produserer sklerotium hjå mange arter både på naturleg substrat og i kultur. Konidioforane er lange og greina fleire gonger i spissen. Blastiske konidiar veks fram frå konidiogene celler ytst på dei finaste greinene på konidioforane. Konidioforane er brunfarga, medan konidiene er hyaline eller svakt farga. Konidiene er ovale eller ellipseforma og oftast eincella, men dei kan ha eitt eller to septa.

Mange viktige planteparasittar hører til slekta *Botrytis*. Nokre av dei har kjønna stadium i slekta *Botryotinia*.

*Botrytis allii*, laukgråskimmel  
*cinerea*, gråskimmel  
*fabae*, sjokoladeflekk  
*galanthina*, snøklokkegråskimmel  
*paeonia*, piongråskimmel  
*tulipae*, tulipangråskimmel



### Cercospora

Mycelet veks mest nede i substratet. Grupper av gråfarga, rette eller knebøygde konidioforar veks fram på overflata. Blastiske konidiar blir produserte i sympodial suksesjon. Konidiene er fleircella, hyaline og smalnar av mot den eine enden.

Laukgråskimmel,  
Botrytis allii:

A. Konidiofor

B,C. Produksjon av konidiar.

*Cercospora beticola*, grå betebladflekk  
*carotae*, gulrotbladflekk  
*violae*, fiolbladflekk

#### Cladosporium

Mycelet veks i substratet eller på overflata. Relativt lange og rette konidioforar, noko greina i toppen, veks opp frå mycelet og produserer blastiske konidiar. Konidiene er fint pigga eller ru i overflata og sit oftast i kjeder.

*Cladosporium allii-cepae*, laukbladflekk  
*cucumerinum*, agurkgummiflod  
*herbarum*, vanleg svertesopp  
*phlei*, timotei-augeflekk

#### Drechslera

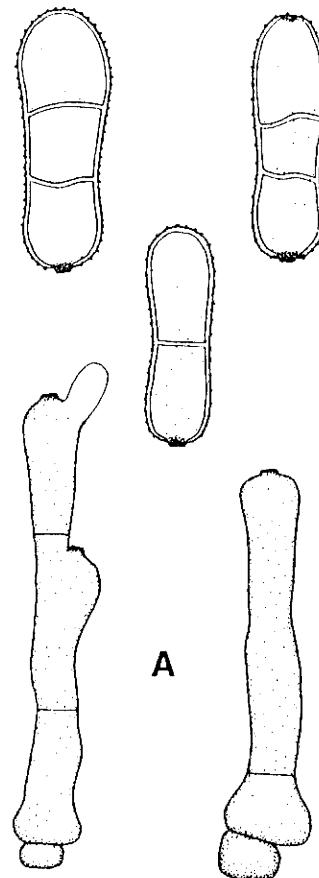
Mørkt brune, lange og oftast krokete konidioforar veks opp frå hyfar i substratet. Gjennom porer i konidioforen veks det fram relativt store, sylinderiske eller bøygde konidiar med fleire tverrveggjar.

Fleire Drechslera-arter er viktige parasittsoppar på planter i grasfamilien. Nokre av dei viktigaste er nemnde nedanfor. Ein del av dei har kjønna stadium i slektene Pyrenophora og Cochliobolus.

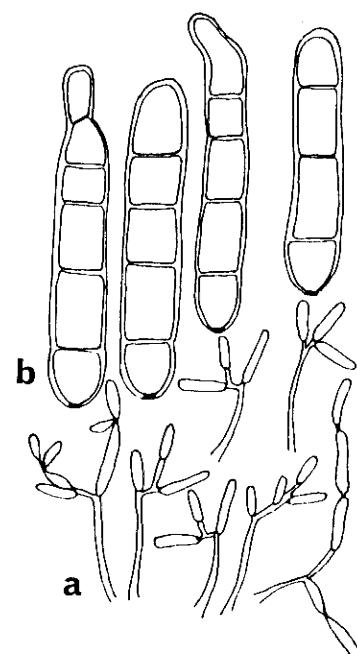
*Drechslera avenae*, havrebrunflekk  
*bromi*, bladfaksbrunflekk  
*dactyliidis*, hundegras-brunflekk  
*dictyoides*, raigrasbrunflekk  
*graminea*, stripesjuke  
*phlei*, timoteibrunflekk  
*poae*, rappbrunflekk  
*teres*, byggbrunflekk

#### Fusarium

På puteliknande hyfemassar blir det utvikla korte fialidar. Båtforma konidiar, spisse i eine enden og med fotcelle i basisenden blir støytte ut i store massar frå fialidane. Nokre Fusarium-arter kan lage opptil tre slag konidiar. Både dei fleircella makrokonidiene

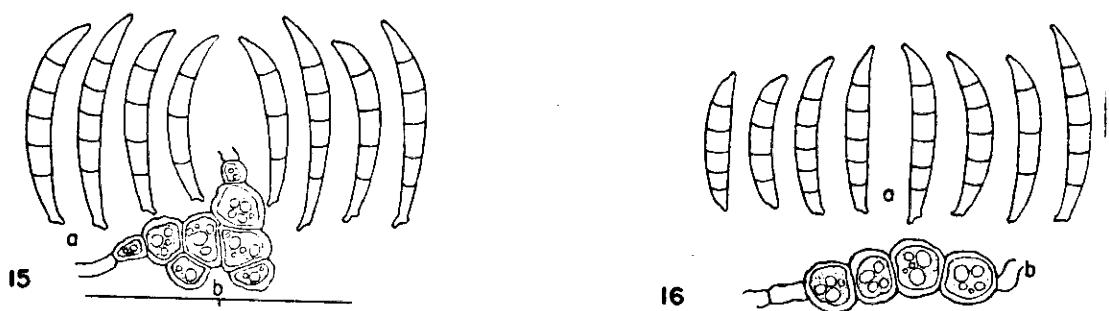
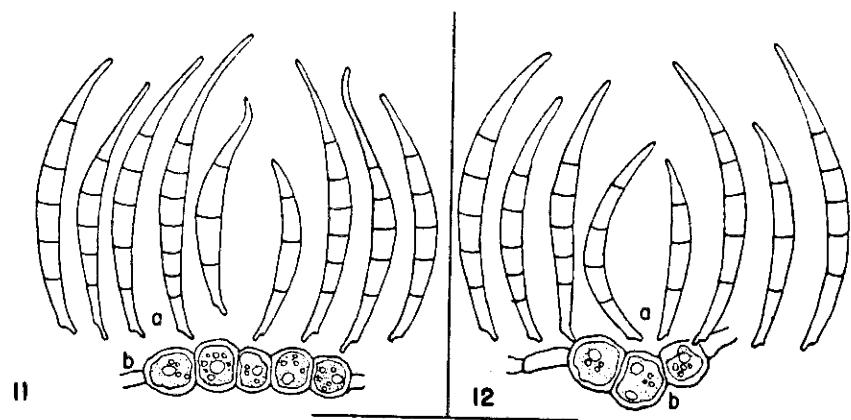
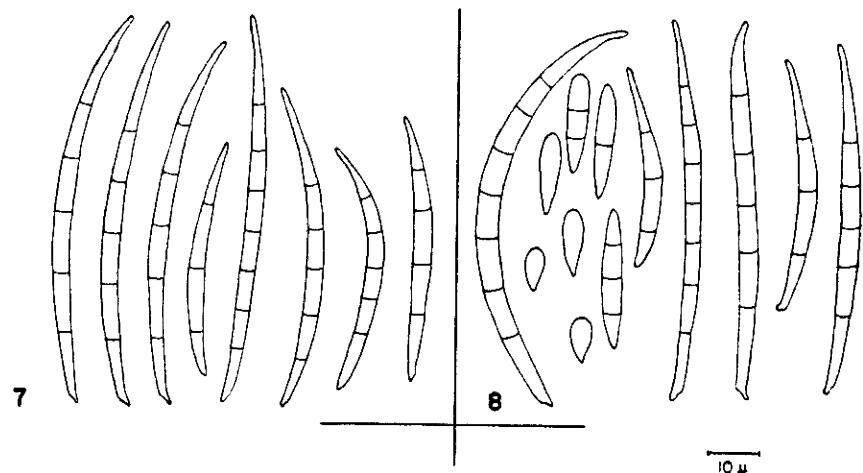


Laukbladflekk,  
Cladosporium allii-cepae:  
Konidiofor med konidiar.



Byggbrunflekk,  
Drechslera teres:

- Konidioforar med konidiar.
- Konidiar



Fusarium-arter: a. Konidiar, b. Klamydosporar

- |                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| 7. <u>F. avenaceum</u>    | 8. <u>F. arthrosporioides</u> |
| 11. <u>F. equiseti</u>    | 12. <u>F. acuminatum</u>      |
| 13. <u>F. graminearum</u> | 15. <u>F. culmorum</u>        |
|                           | 16. <u>F. coeruleum</u>       |

og dei oftast ein- eller tocella mikrokonidiane veks ut frå fialidar. Dessutan kan nokre *Fusarium*-arter produsere meir tjukkveggja klamydosporar frå celler i hyfene eller frå celler i makrokonidiar.

Kjønna stadium av *Fusarium*-arter hører heime mellom anna i slektene *Nectria*, *Calonectria* og *Gibberella*.

*Fusarium avenaceum*  
*caeruleum*  
*cultorum*  
*graminearum*  
*oxysporum*  
*solani*

#### *Mastigosporium*

På korte konidioforar veks det fram konidiar med tre eller fleire tverrvegger i grupper på overflata. Konidiane er hyaline. Arter i slekta *Mastigosporium* er vanlege bladparasittar på gras.

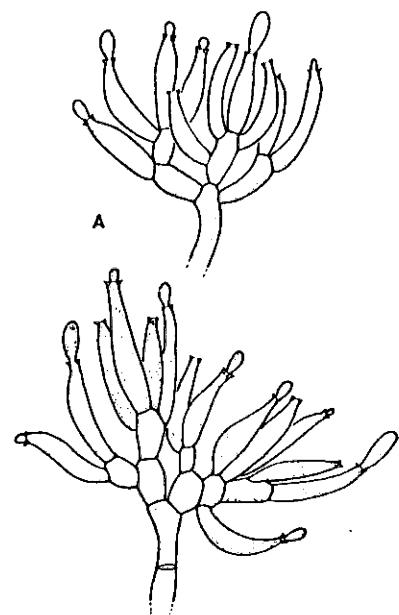
*Mastigosporium kitzbergense*, *timoteiflekk muticum*, *hundegrasflekk rubricosum*, *kveinflekk*

#### *Phialophora*

Konidiane tyt ut frå fialidar i spissane på greina konidioforar. Konidiemassar blir hangande i dropar ytst på konidioforane. Konidiane er hyaline, eincella og kan vere rette eller noko bøyde. Den viktigaste parasittsoppen i slekta er visnesjukesoppen *Phialophora cinerescens*, som framkallar visnesjuke i nellik.

#### *Ramularia*

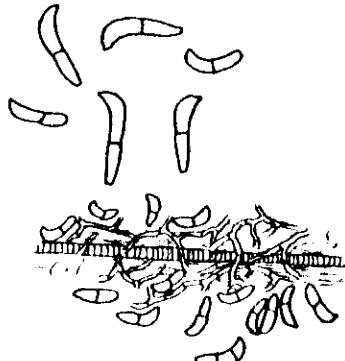
Korte konidioforar veks ut gjennom spalteopningane på infiserte blad. Konidiane er hyaline, sylinderiske eller ovale, eincella eller oppdelte med septa. Mange *Ramularia*-arter er bladparasittar på kulturplanter.



#### *Visnesjukesoppen, Phialophora cinerescens:*

- A. Konidiofor.
- B. Konidiar.

Ramularia beticola, vanleg betebladflekk  
grevilleana, jorbæraugeflekk  
lactea, fiolkvitflekk  
primulae, primulaflekk  
rhei, rabarbraugeflekk



### Rhynchosporium

Frå mycel i mesofyllcellene veks sopp-hyfene under kutikula og produserer små, hyaline, tocella konidiar på mycelmatter. Soppen bryt gjennom kutikula etter som konidiane veks fram. Slektet inneheld bladparasittar på korn og gras.

Rhynchosporium orthosporum, grå augeflekk  
på grasarter  
secalis, grå augeflekk på  
bygg, rug og grasarter

Grå augeflekk,  
Rhynchosporium secalis:

Konidiar veks fram på  
korte konidioforar.

### Verticillium

Dei opprette konidioforane er gaffel-greina, eller fleire greiner veks ut frå kvar led. Den ytste cella på konidioforen er ein relativt lang fialide som produserer hyaline konidiar. Dei heng ofte saman i slimdropar på spissen av fialiden. I slekta er det både arter med stort vertplanteregister og meir spesialiserte parasittsoppar.

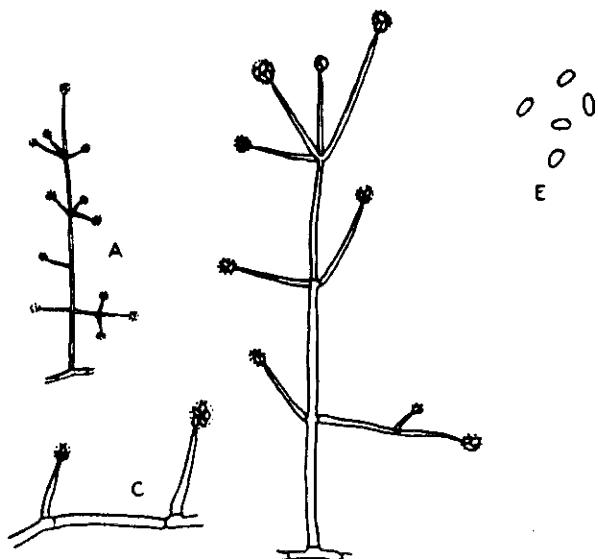
Verticillium albo-atrum er årsak til visnesjuke på mange vertplanter.

### C O E L O M Y C E T E S

Det er som oftast lett å avgjere om ein sopp hører til dei frispora konidiesoppane med konidiar produserte på frittståande konidioforar. Men mellom dei to ordenane innan Coelomycetes finst det overgangsformer.

### M e l a n c o n i a l e s

Skivekonidiesoppar er namnet på soppar i denne ordenen. Dei produserer konidiar på a k e r v u l i. Det er flate matter av sopphyfar i vertplantevevet.



Visnesjukesoppen,  
Verticillium albo-atrum:

A-C. Konidioforar.  
E. Konidiar.

Konidiane veks fram fra konidiogene celler og bryt gjennom epidermis og kutikula etter som dei modnast.

#### *Colletotrichum*

Akervuli blir utvikla under kutikula eller epidermis. Konidioforane er korte og kan vere greina. Konidiane er eincella, hyaline og sylinderiske eller spindelforma.

Fleire *Colletotrichum*-arter er parasittar på blad, bladstilker og stenglar.

*Colletotrichum lindemuthianum*, bønneflekk  
trichellum, lys bergfletteflekk  
*trifolii*, luserneflekk

#### *Sphaeropsidales*

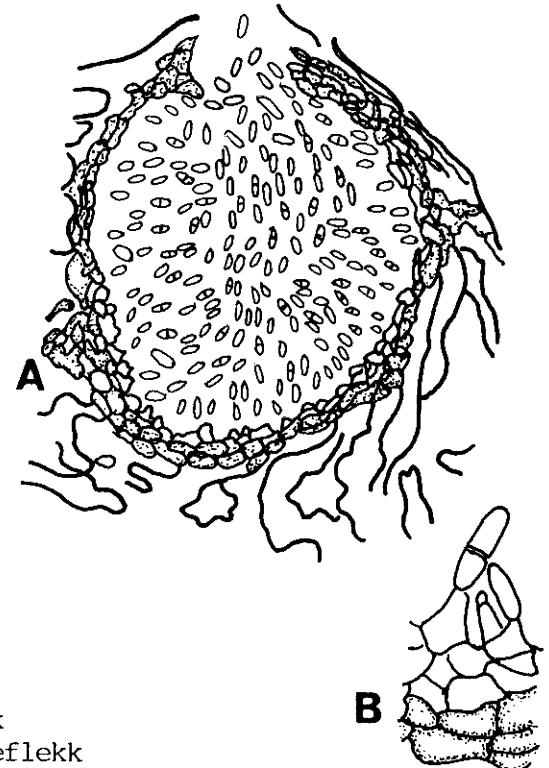
Pyknidesoppar, som soppane i denne ordenen blir kalla, produserer konidiar i pyknider. Det er flaske- eller kuleforma sporehus kledde innvendig med konidiogene celler. Konidiane blir pressa ut gjennom ei pore ved at det stadig blir produsert nye konidiar.

#### *Ascochyta*

Pyknidane er kule- eller pæreformata. Konidiane veks fram basipetalt fra konidiogene celler innvendig i pyknidene. Konidiane er hyaline, sylinderiske og kan vere eincella eller tocella. Det hender at konidiane har tre eller fleire celler.

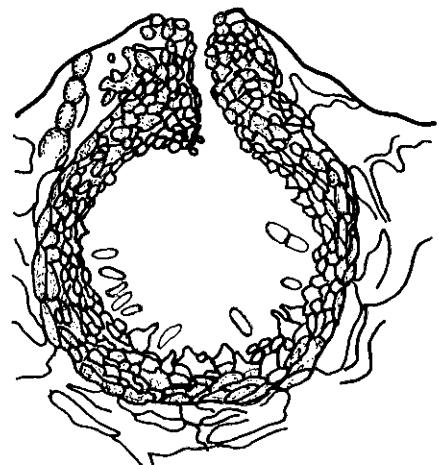
Mange *Ascochyta*-arter er planteparasittar. Nokre av dei har kjønna stadium.

*Ascochyta fabae*, bønnevikkflekk  
hortensis, brunsjuke på bønne  
humuli, lys humleflekk  
phleina, timoteibladprikk  
pisi, erteflekk



Agurksvartprikk-soppen, konidiestadiet,  
*Ascochyta cucumis*:

- Pyknide.
- Konidioforar med konidiar.



Ertefleksoppen, *Ascochyta pisi*:

Pyknide med konidiar.

Phoma

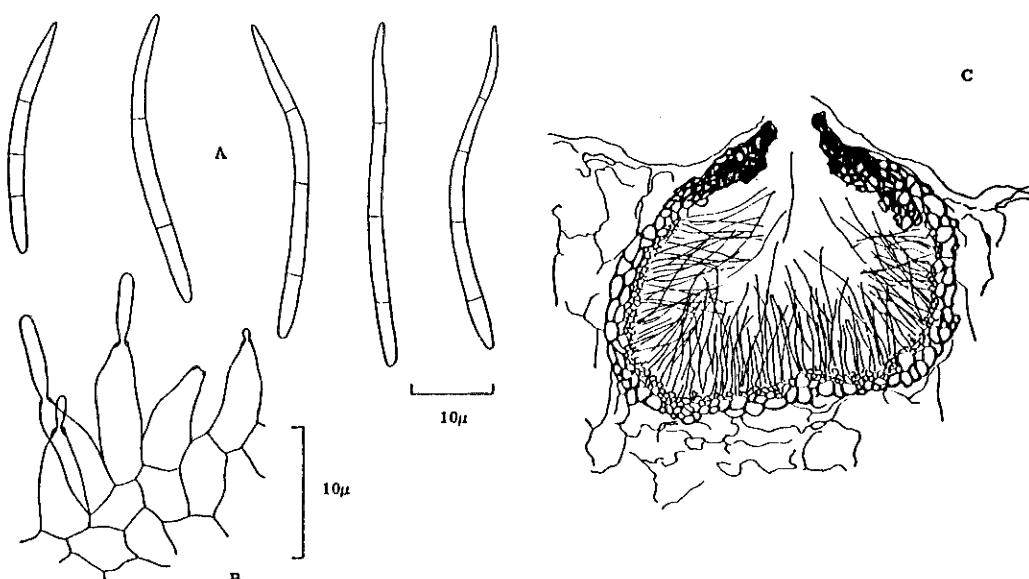
Pyknidane er kule- eller pæreforma og minner mykje om slekta Ascochyta. Men konidiane er eincella, sylinderiske og om lag to diameterar i lengd.

Phoma apiicola, selleriskurv  
betae, beteringflekk  
exigua, phoma-røte i potet

Septoria

Pyknidane er runde eller eggforma og sit enkeltvis i vertplantevevet med opning ut i overflata. Frå konidiogene celler innvendig i pyknidane blir det produsert trådforma, fleircella konidiar. Blant dei om lag 1000 artene i slekta er det mange viktig parasittsoppar.

Septoria apiicola, selleribladflekk  
betulina, bjørkeseptoria  
chrysanthemella, krysantemum-  
flek  
lactucae, salatflekk  
lycopersici, tomatbladflekk  
nodorum, kveiteaksprikk  
petroselini, persillebladflekk  
ribis, bærbuskbladflekk



Selleribladflekk,  
Septoria apiicola:

- A. Konidiar.
- B. Konidioforar.
- C. Pyknide.

## G E N E T I S K E      S Y S T E M

Soppar er eukaryote organismar med vel definerte kjernar innanfor ein kjernemembran. Men kjernane er små, så det er lite informasjon å få fra lysmikroskopiske granskingar. I kjerne-delinga blir det meste av spindelen utvikla innanfor kjernemembranen, og prosessen går raskt unna. Hjå soppen *Fusarium oxysporum* fann Aist (1969) at mitosen tek berre 5 - 6 min. Difor er det vanskeleg å telje kromosoma hjå soppar.

## L I V S S Y K L U S A R

Den kjønna fasen i livssyklusen har to viktige oppgåver hjå soppar. For det første lagar han nye kombinasjonar av gen, og for det andre er sporane frå den kjønna fasen viktige for spreiing av organismen. Ofte blir det kjønna stadiet produsert når veksevilkåra blir därlege. Den umodne fruktkamenen eller dei kjønna sporane er viktige for overlevinga av mange parasittsoppar. Den diploide fasen er kortvarig hjå dei fleste soppar med generasjonsveksling. Men som nemnt ser det ut til at soppar innan Oomycetes er diploide gjennom det meste av livssyklusen.

Hjå alle eukaryote organismar er det tre viktige hendingar som deler livssyklusen i tre fasar.

Hending                          Fase

---

PLASMOGAMI

Dikaryotisk

KARYOGAMI

Diploid

MEIOSIS

Haploid

PLASMOGAMI

Alle soppar med eit kjønna stadium i livssyklusen har ein diploid fase. Men ein liten frekvens av diploide kjernar kan dukke opp hjå soppar utan diploid fase innan Deuteromycotina.

Dei ulike livssyklusane hjå soppar kan delast i seks grupper.

1. Ukjønna syklus
2. Haploid syklus
3. Haploid syklus med kort dikaryon
4. Haploid-dikaryotisk syklus
5. Dikaryotisk syklus
6. Diploid syklus

#### U k j ø n n a s y k l u s

Arter utan endringar i kjernefasane og utan kjønna stadium er vanlege blant soppar. Om lag 20 % av alle kjende arter manglar kjent kjønna stadium. Sjølv om vi reduserer dette talet noko ved at ein del av desse truleg har ein kjønna fase som vi ikkje kjenner i dag, så er det likevel mange soppar med ukjønna syklus.

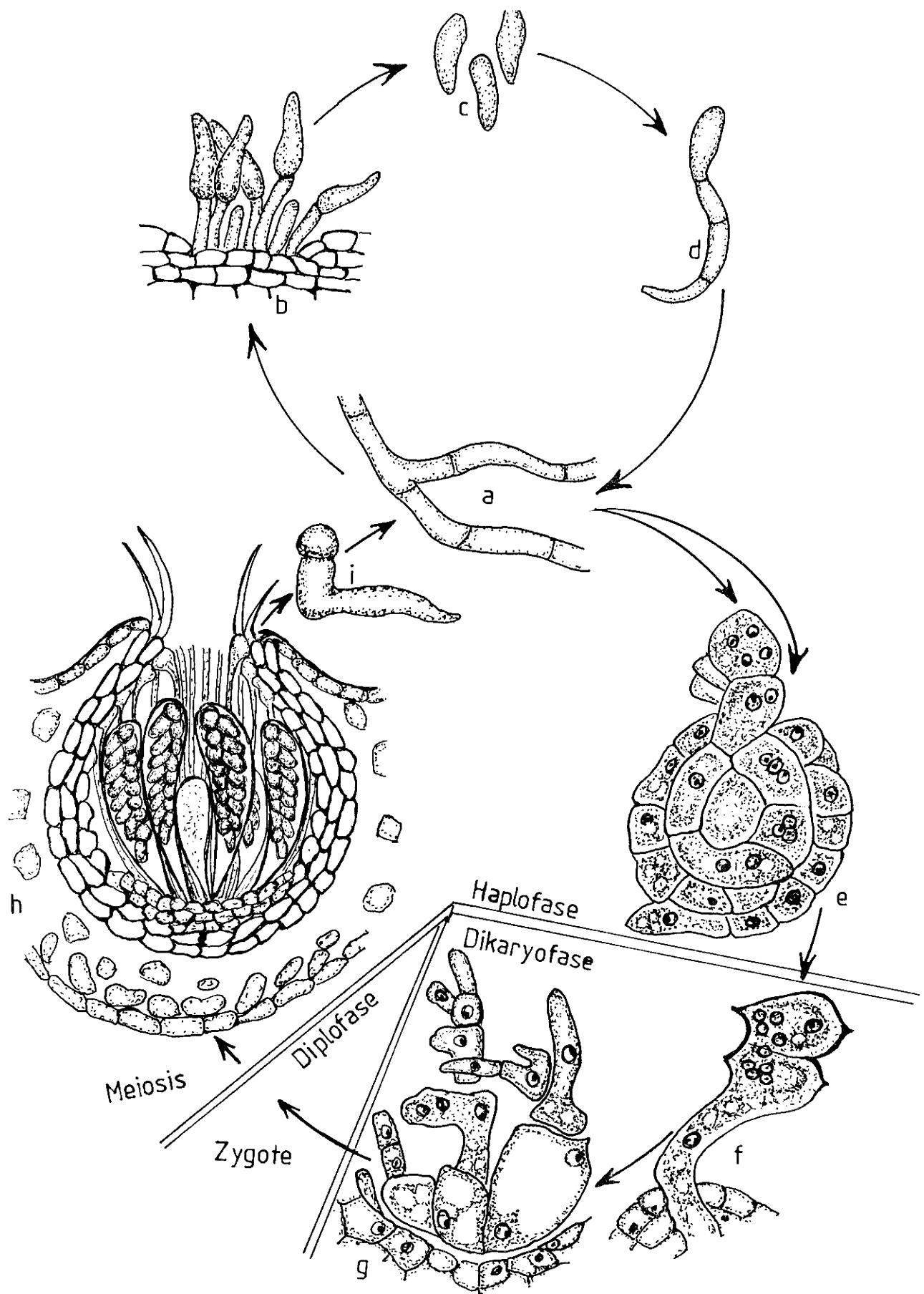
#### H a p l o i d s y k l u s

Den vanlegaste livssyklusen innan dei mest primitive soppane, gjærsoppar og nokre grupper andre primitive arter i Ascomycotina er ein reint haploid syklus med ein diploid kjerne i zygoten.

Dette er den enklaste livssyklusen som innehold fordelane med nye kombinasjonar i ein kjønna fase. Truleg er ein haploid syklus ein primitiv livssyklus som andre meir kompliserte syklusar har utvikla seg frå.

#### H a p l o i d med kort d i k a r y o n

Hjå dei fleste soppar innan Ascomycotina er plasmogami og karyogami skilde i tid og plass. Etter plasmogami blir det danna eitt eller fleire par av haploide kjernar i dikaryotiske hyfar. Fleire mitotiske delingar fører til at det



Haploid syklus med kort dikaryon hjå epleskurvsoppen,  
Venturia inaequalis:

- a. Hyfar
- b,c,d. Konidiar
- e. Plasmogami

- f,g. Dikaryofase
- h. Pseudotecium
- i. Spirering av askospore

hjå mange arter blir eit stort tal askogene hyfer. Karyogami i dei lagar diploide kjernar, som så med det same kvar får fire haploide avkom i meiosis. Den dikaryotiske fasen har kort levetid og greier ikkje å vekse på eigen hand. Dei haploide hyfane held liv i det dikaryotiske stadiet.

I evolusjonen blir dette rekna som ein mellomting mellom ein haploid syklus og dei meir kompliserte syklusane hjå soppars innan Basidiomycotina.

#### H a p l o i d - d i k a r y o t i s k

I den vanlegaste livssyklusen hjå stilksporesoppars har den dikaryotiske fasen sjølvstendig og uavgrensa vekst. Både den haploide og den dikaryotiske fasen kan vekse heilt uavhengig.

Hjå rustsoppars er den haploide og den dikaryotiske fasen ulike, og dei to fasane kan parasittere same eller ulike vertplanter.

#### D i k a r y o t i s k

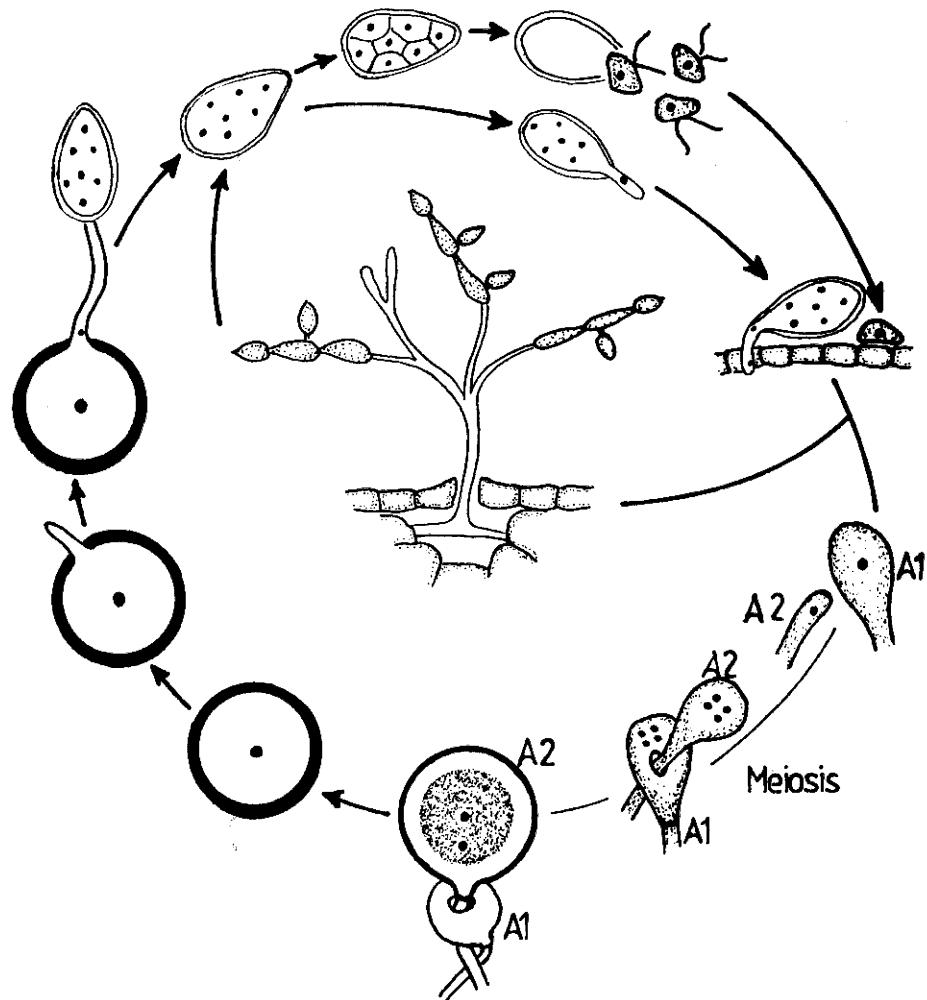
Den ekstreme utviklinga av ein dikaryotisk fase finn vi hjå sotsoppene. Like etter meiosis fører plasmogami to haploide kjernar inn i same celle. Både den haploide og den diploide fasen er redusert til ein kjernegenerasjon. Hjå mange sotsoppars er den haploide fasen ein saprofytt. Berre etter at det dikaryotiske stadiet er etablert, greier soppen å parasittere verten.

Nokre gjærspoppars har òg ein dominerande dikaryotisk livssyklus.

#### D i p l o i d

Diploid livssyklus er typisk for dyreriket. Den einaste haploide fasen er produktet av meiosis.

Arter innan Myxomycota, Oomycetes og mange gjærspoppars har ein diploid livssyklus.



Diploid livssyklus hjå ein Phytophthora-art.  
Meiosis går føre seg i gametangia, og det meste  
av livssyklusen er diploid. Befruktinga skjer  
i det anteridiet kjem i kontakt med oogoniet.  
Karyogami følger rett etter plasmogami.

## B E F R U K T N I N G

Det er fire ulike mekanismar for befruktning hjå soppar.

1. Kopulasjon av gametar. Hjå nokre av dei mest primitive soppene veks to einkjerna gametar saman. Innan klassane Plasmodiophoromycetes og Chytridiomycetes veks to rørlege gametar saman til ein diploid zygote.
2. Gametar veks saman med gametangium. Ein differensiert gamet veks saman med gametangiet til dømes hjå rustsoppar og mange soppar innan Ascomycotina.
3. Kopulasjon mellom to gametangium. Oomycetes, Zygomycetes og mange arter innan Ascomycotina produserer tydeleg han- og hokjønnsorgan, gametangium som så veks saman.
4. Kopulasjon mellom somatiske hyfar. Dette er den mest vanlege metoden innan Basidiomycotina. Hjå lægre soppar vil berre hyfar i kjønnsorgana vekse saman, medan soppar i Ascomycotina og Basidiomycotina vil kunne ha anastomose mellom vanlege somatiske hyfar.

## K O M P A T I B I L I T E T

Hjå soppar er befruktningsprosessen styrt av to ulike system. Det første regulerer graden av kryssing og innavl. Det andre styrer utviklinga av gametar, kjønnsorgan, og dei morfologiske stadia i befruktningsprosessen.

Blakslee (1904) viste at det måtte til to talli, med andre ord to individ av kulemuggsoppen *Rhizopus nigricans* for å få kopulasjon og dannning av zygosporar av soppen. Heterotalliske kalla han soppar som var sjølvsterile. To genetisk ulike individ måtte til for å gjennomføre den kjønna delen av livssyklusen.

Men det viste seg at andre soppar kunne produsere kjønna sporar på same tallus. Slike sjølvfertile soppar blir kalla homotalliske.

### H o m o t a l l i

Homotalli er det vanlegaste mønsteret hjå soppar. Det dominerer i alle dei store sopppgruppene med unntak av Basidiomycotina. Difor må det vere eit livskraftig system.

Homotalli vil seie at same tallus differensierer ut både kjønnsorgana. Det kan føre med seg plasmogami mellom naboceller i eit soppmycel og karyogami mellom kjernar frå desse cellene.

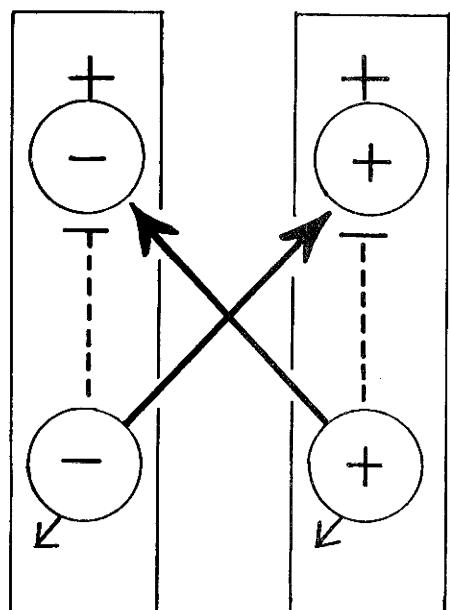
Det kan sjå ut som om eit slikt system fører til innavl og lite av nye kombinasjonar av genetiske faktorar. Men hjå soppar treng ikkje alle kjernar i same mycel vere identiske. Mutasjonar og vandringar av kjernar i eit mycel kan gi variasjon nok til å halde oppe og utvikle ei art vidare.

Soppar har i tillegg evne til å utveksle kjernar ved anastomose mellom sopphyfar frå ulike individ innan same art. Det at homotalli er så utbreidd hjå soppar, tyder på at systemet er svært så levedyktig.

### H e t e r o t a l l i

To talli må til for å fullføre den kjønna livssyklusen hjå heterotalliske soppar. Dette er ein gjennomført kryssingsavl.

Morfologisk heterotalli vil seie at han- og hoorgana blir produserte på ulike individ. Eit tallus produserer til dømes anteridium og eit anna berre oogonium. Difor må det til to talli for å gjennomføre befruktning.



Bipolar kompatibilitet

Fysiol og i sk heterotalli er utvikling av både kjønna på same individ, men sjølvsterilitet hindrar sjølvbefrukning, slik at to individ trengst for å gjennomføre den kjønna fasen av livssyklusen.

Fysiologisk heterotalli kan bli styrt av to allel i same locus eller av fleire allel i eitt eller to loci. Bipolar kompatibilitet vil seie at allela ligg i eitt locus. Om allela ligg i to loci, blir det kalla tetrapolar kompatibilitet.

#### Bipolar kompatibilitet

Med to allel i eit locus vil 50 % av dei haploide avkoma etter ein diploid kjerne kunne krysse seg med kvarandre. Halvparten av individua i ein populasjon vil òg kunne krysse og gjennomføre den kjønna fasen av livssyklusen.

Om det er fleire enn to allel i same locus, vil framleis halvparten av avkoma etter ein diploid zygote kunne krysse seg med kvarandre, men i ein populasjon av soppar kan opp mot 100 % av tilfeldig valde individ kryssast.

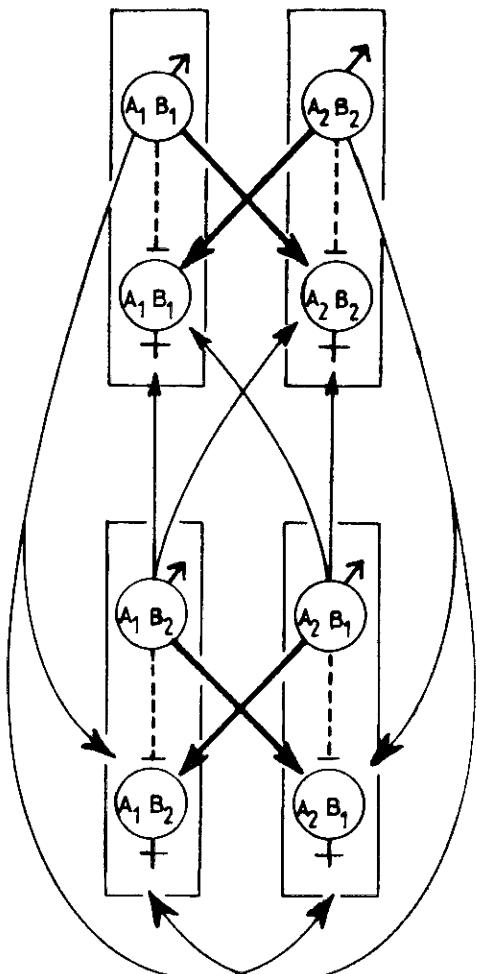
Bipolar kompatibilitet er vanleg innan Oomycetes, Ascomycotina og hjå rust- og sotsoppar.

#### Tetrapolar kompatibilitet.

Soppar med tetrapolar kompatibilitet har allel i to loci som er avgjerande for kryssing og utvikling av den kjønna delen av livssyklusen.

Med to allel i kvart locus vil 25 % av avkoma etter ein zygote eller tilfeldig valde individ i ein populasjon vere kompatible. Fleire allel i dei to loci for kompatibilitet aukar prosenten av vellykka kryssingar mellom tilfeldig valde individ i ein populasjon.

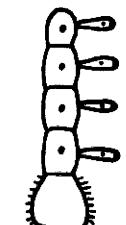
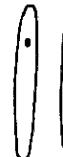
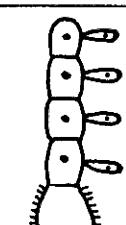
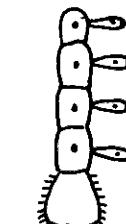
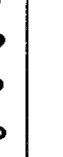
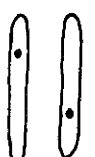
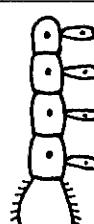
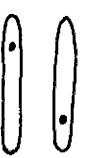
Innan Hymenomycetes er det mange døme på at det er fleire allelar i kvart locus. I kløyvsopp (*Schizophyllum commune*) er



#### Tetrapolar kompatibilitet med to allel:

$A_1 A_2$  og  $B_1 B_2$  i kvart locus.

Tjukk strek er kompatibel og tynn strek er ikkje-kompatibel kombinasjon.

	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>				
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>				
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>				
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>				

Skjematisk framstilling av tetrapolar kompatibilitet hjå stinksot. Både A<sub>1</sub> og A<sub>2</sub> trengs for plasmogami og B<sub>1</sub> og B<sub>2</sub> trengs for dannning av sporidiar.

det funne 96 allel i A-locus og 56 allel i B-locus i ei samling av soppisolat frå ulike verdsdelar.

Det blir rekna med at innan Hymenomycetes er 10 % av alle arter homotalliske, 35 % er heterotalliske og bipolare og 55 % heterotalliske og tetrapolare.

#### V A R I A S J O N S Å R S A K E R

I den kjønna fasen i livssyklusen kan soppar lage nye kombinasjonar av gen. Meiosis er same prosess hjå alle eukaryotar. Genetiske forsøk med soppar har gitt grunnleggjande informasjon om meiosis og biokjemisk verknad av gen.

Beadle og Tatum (1941) testa for første gong hypotesa "Eit gen - eit enzym" i forsøk med sekksporesoppen *Neurospora crassa*. Resultata deira støtta denne teorien, og seinare forsøk med soppar og andre organismar har utvida kunnskapen vår om kva eit gen er og korleis det verkar.

M u t a s j o n a r er det ein viss frekvens i alle levande organismar. Hjå soppar er mutasjonar om lag like vanlege som hjå bakteriar og andre mikroorganismar.

C y t o p l a s m a t i s k arv synest og å vere eit generelt fenomen i biologien. Hjå soppar er det fleire døme på at faktorar utanom kromosoma kan gå i arv til avkomet. DNA-molekyl utanom kromosoma er mellom anna funne som plasmid i gjærssoppar, men det er uvisst kor utbreidd cytoplasmatiske arv er hjå soppar.

Soppar har utanom dei meir generelle mekanismane for genetisk variasjon to heilt unike metodar for å lage nye kombinasjonar av genetisk materiale. Dei to er heterokaryose og paraseksualisme.

## Heterokaryose

Eit tallus av ein sopp er som tidlegare omtala, eit nett av hyfar med mange kjernar. Protoplasmabruer gjennom tverrveggene i hyfane gjer det mogeleg for kjernar å strøyme frå celle til celle hjå dei fleste soppar. Nokre soppggrupper manglar tverrvegger i hyfane.

Heterokaryose blir brukt om det fenomenet at soppar kan ha genetisk ulike kjernar i same cella. Ein d i k a r y o n vil etter definisjonen innehalde to genetisk ulike kjernar, og er difor ein spesiell type av heterokaryon.

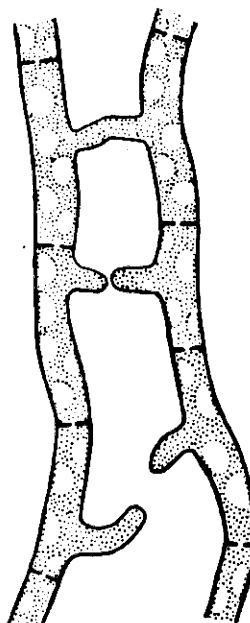
Eit tallus kan innehalde fleire millionar eller milliardar kjernar. Om det har starta med ei einkjerna, haploid spore, vil alle kjernar i eit ungt tallus vere genetisk like. Men med ein vanleg mutasjonsfrekvens vil det i eit nokolunde stort tallus snart finnast kjernar med mutasjonar i eitt eller fleire gen. Mutasjonar er såleis ein mekanisme for å starte heterokaryose.

I dei fleste organismar vil mutasjonar i somatiske celler ikkje få nokon konsekvens for avkomet. Men hjå soppar kan både ukjønna og kjønna sporar føre med seg resultatet av mutasjonar i somatiske celler.

Mutante kjernar vil kunne overleve i eit tallus og i visse tilfelle gi fordelar for individet. Seleksjonstrykk frå miljøet soppen veks i, vil gjere at visse kjernar blir raskare formeira enn andre.

Sektordanning er vanleg i soppkulturar på dyrkingsmedia. Det er vist at hjå gråskimmel (*Botrytis cinerea*) kan slike sektorar vere resultatet av endringar i frekvensen av ulike kjernar. Talet på kjernar hjå denne soppen kan ofte vere opptil 6 - 8 i kvar celle.

A n a s t o m o s e, samanveksing av hyfar, vil gi heterokaryose om genetisk ulike kjernar kjem inn i same celle. Soppkjernar kan etter anastomose starte ein rask delingsaktivitet og vandre inn i



Anastomose,  
samanveksing av  
sopphyfar.

celler i eit anna tallus. Mekanismane for denne kjernemigrasjonen kjenner vi ikkje, og det synest som kjernar kan gå mot straumen av cytoplasma. Det støymer framover mot hyfespissen, og kjernevandringa går ofte bakover frå kontaktpunkt i hyfespissane.

Heterokaryose er funne i plantepatogene soppar, og det er truleg ein viktig mekanisme for å endre ein populasjon av soppar slik at individ kan tilpasse seg endra miljøfaktorar. Slike faktorar kan vere resistensgen som er kryssa inn i ein kulturplantesort, eller eit nytt kjemisk middel som blir brukt i plantevernnet.

#### P A R A S E K S U A L I S M E

Pontecorvo (1952) oppdaga eit system for rekombinasjon av gen i haploide soppar utanom det kjønna stadiet. Han kalla dette p a r a s e k s u a l i s m e . "Para" er latin og tyder "ved sida av". Han viste at i ein haploid sopp fanst det eit lite tal diploide kjernar.

Om utgangspunktet er ein heterokaryon, kan genetisk ulike kjernar vekse saman til diploide kjernar, og nye kombinasjonar av gen vil kunne kome i stand i meiosis, som reduserer kromosomtalet til det haploide.

Ved å bruke mutantar som kvar for seg ikkje voks på eit visst dyrkingsmedium, var det mogeleg å fastleggje kor ofte diploide kjernar dukka opp i ein populasjon av haploide kjernar. Om mutant 1 treng vitamin A, men greier å syntetisere vitamin B, og mutant 2 treng vitamin B men har dei enzyma som er nødvendige for å lage vitamin A, vil ingen av dei vekse på eit dyrkingsmedium som manglar både vitamin A og B.

Ein sopp med ein kjønna fase i livssyklusen vil kunne lage villtypen ved å rekombinere gen for syntese av dei to vitamina. Men det viser seg at i ein heterokaryon av haploide kjernar vil det dukke opp diploide kjernar som kombi-

nerer den evna mutant 1 har til å greie seg utan vitamin B med evna hos mutant 2 til å greie seg utan vitamin A. Frekvensen av slike diploide kjernar viste seg å vere frå 1 av 1000 000 til 1 av 10 000 000.

Den frispora konidiesoppen *Aspergillus nidulans* produserer normalt grøne konidiar. Ein mutant av soppen har kvite konidiar, og ein annan har gule konidiar. Både er recessive overfor villtypen med grøn farge. Soppen dannar lett heterokaryon ved anastomose mellom hyfar. Ved danning av konidiar får kvar konidie berre ein kjerne.

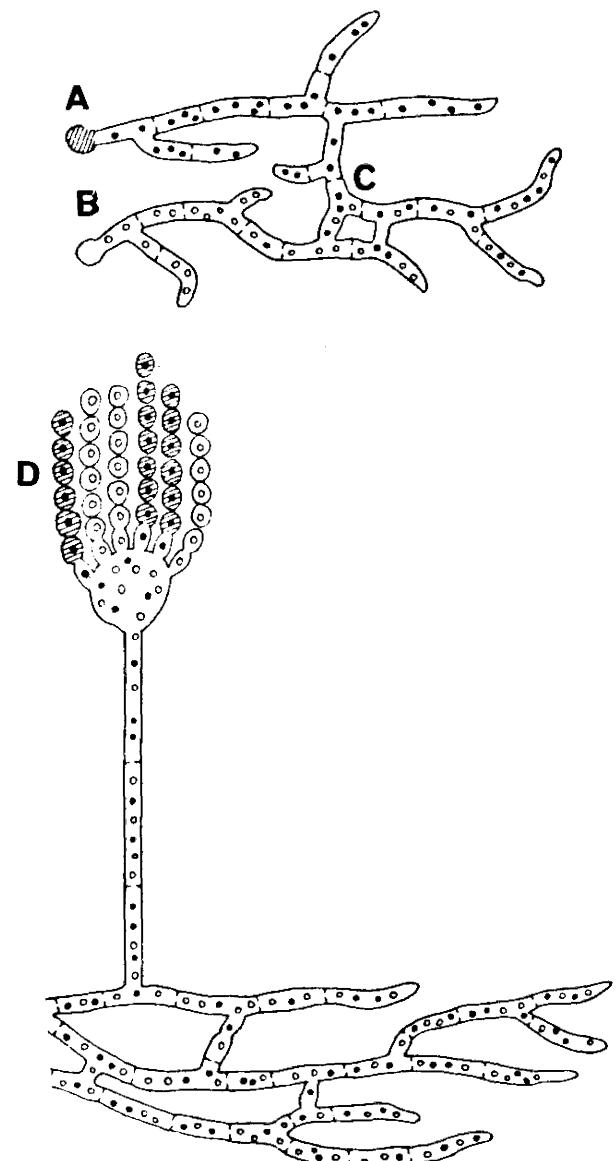
Eit isolat med gule konidiar veks saman med eit isolat med kvite konidiar til ein heterokaryon på eit dyrkingsmedium. Men det kan så kome sektorar med grøne konidiar i kulturen. Ettersom konidiane er einkjerna, må det vere diploide kjernar i dei grøne konidiane. I denne typen forsøk er det funne omlag same frekvens av diploide kjernar som i forsøket med næringsmutantar referert ovanfor.

I koloniar med grøne, diploide konidiar blir det sektorar med kvite eller gule konidiar. Det tyder på at diploide kjernar har mista kromosom og vorte haploide.

#### Haploidisering

I diploide stammer av *Aspergillus nidulans* er opptil 1 % av alle kjernane aneuploide, det vil seie at kromosomtalet er ulikt det haploide eller multiplum av det haploide. Ved mitotiske delingar blir dei to dotter-kromosoma trekte mot kvar sin pol av spindelen. Ved uhell kan både bli ført til same pol, og det gir aneuploide kjernar.

Det haploide kromosomtalet til soppen *A. nidulans* er 8 og diploide kjernar vil ha 16 kromosom. Normal mitotisk deling av diploide kjernar vil gi to kjernar med 16 kromosom. Men ved mistak kan det i staden bli to avkom med 15 og 17



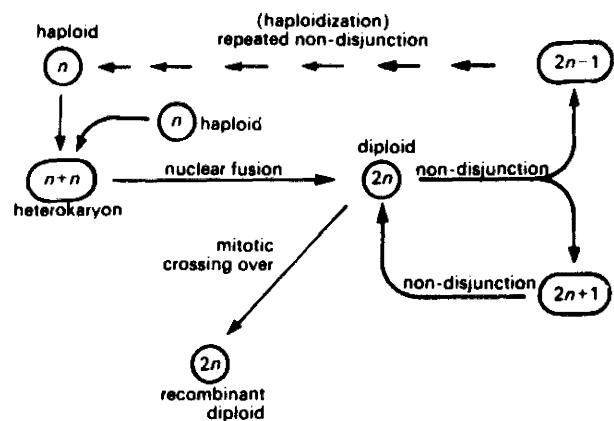
Heterokaryose i soppen *Aspergillus nidulans*.

Ein grøn (A) og ein kvit (B) konidie spirer til haploide hyfar. Anastomose i punkt C gir opphav til heterokaryotiske hyfar. Konidiane som blir danna (D), er haploide og anten gule eller kvite.

kromosom. Slike aneuploide stammer har vanlegvis liten vitalitet og blir raskt overvaksne av haploide eller diploide stammer.

Fleire slike arbeidsuhell i kjernedelinga kan tilslutt gi stammer med det haploide kromosomtalet. Denne prosessen blir kalla h a p l o i d i s e r i n g. Oftast vil dette kunne gå føre seg utan overkryssing mellom kromatidar. Men av og til vil det bli nye kombinasjonar av gen. Frekvensen av slik overkryssing har vore estimert til 1 av 200 haploide kjernar.

Med det store talet på kjernar som kan finnast i eit mycel i ei soppinfisert plante, eller det enorme talet soppkjernar i ein kornåker med eit kraftig mjøldoggangrep, vil sjølv låge frekvensar av genetiske nykombinasjonar kunne gi opphav til nye sopprasar.



Samandrag av den parasekssuelle syklusen. Samanveksing av kjernar i ein heterokaryon gir diploide kjernar. Rekombinasjonar kan forekome og haplidesering gir haploide kjernar.

## MYKOLOGISK ORDLISTE

<b>Abiotisk</b>	ikkje levande, om sjukdom som er framkalla av ikkje levande faktor.
<b>Actinomycetes</b>	gruppe av bakteriar med trådforma vekst.
<b>Aecidie</b>	hjå rustsoppar, kopp eller skålforma struktur som produserer aecidiesporar i kjeder.
<b>Aecidiespore</b>	hjå rustsoppar, spore produsert i aecidie.
<b>Aerob</b>	som treng oksygen for vekst.
<b>Aflatoksin</b>	giftstoff produsert av stammer av soppen <i>Aspergillus flavus</i> , som veks på jordnøtter, korn c.l.
<b>Agar</b>	geleliknande karbohydrat, stivnar ved 40 C og smeltar ved 100 C, blir brukt i dyrkingmidia.
<b>Akaryot</b>	hjå Plasmodiophoromycetes, stadium med lite synleg kromatin i kjernen.
<b>Akervulus</b>	hjå konidiesoppar, matte av hyfar som produserer konidiar, som bryt fram gjennom epidermis.
<b>Algesopp</b>	forelda namn på eggsporesoppar og nokre andre klassar av lægre soppar.
<b>Allel</b>	eitt av to eller fleire gen i same locus på kromosomet.
<b>Amøboid</b>	protoplasma uten fast form.
<b>Anaerob</b>	som kan vekse utan fritt oksygen.
<b>Analog</b>	likskap i form, struktur eller funksjon utan at det tyder på slektskap.
<b>Anamorf</b>	ukjønna sporestadium av ein sopp.
<b>Anastomose</b>	samanveksing av sopphyfar innan eit individ eller mellom ulike individ innan ei art.
<b>Androgyn</b>	med anteridium og oogonium på same hyfe.
<b>Aneuploid</b>	med kromosomtal som er ulikt eit multiplem av det haploide kromosomtalet.
<b>Angiokarp</b>	fruktlekam som er stengd til sporane er modne.
<b>Anisogami</b>	samanveksing av gametar som er ulike i form eller fysiologi.
<b>Annelide celler</b>	celler som produserer konidiar og veks litt i lengd kvar konidie som blir avsett.
<b>Antagonisme</b>	samliv mellom organismar til skade for den eine organismen.
<b>Anteridium</b>	hannleg gametangium.
<b>Antibiose</b>	samliv mellom organismar ved at den eine produserer antibiotikum til skade for den andre organismen.
<b>Antibiotikum</b>	stoff produsert av mikroorganismar, og som skader andre mikroorganismar.
<b>Antiklinal</b>	vinkelrett på overflata.
<b>Antimetabolitt</b>	stoff som liknar på livsviktig, naturleg sambinding, og som hemmar den biologiske verknaden av han.

<b>Apikal</b>	på enden av eit objekt.
<b>Apotecium</b>	hjå sekksporesoppar, kopp- eller skålforma fruktlekam med fritt eksponerte aski.
<b>Appressorium</b>	utsveling i spissen på ein spirehyfe for å få kontakt med overflata i infeksjonsfasen.
<b>Art</b>	i namnsettjing, morfologisk like individ.
<b>Artrokonidie</b>	konidie som blir til ved omdanning av eksisterande celler i sopphyfar.
<b>Ascomycotina</b>	underavdeling av ekte soppar, veks med hyfar med tverrvægger, kjønna fase endar med askosporar.
<b>Aseksuell</b>	ukjønna, utan kjønnsorgan eller kjønna sporar.
<b>Aseptisk</b>	rein for mikroorganismar.
<b>Askogonium</b>	hjå sekksporesoppar, celle eller gruppe av celler i fruktlekam, befrukta med kjernar frå anteridium.
<b>Askokarp</b>	fruktlekam med aski.
<b>Askospore</b>	spore produsert i askus ved fri celle-daning etter meiosis og oftast ei mitotisk deling.
<b>Askus</b>	hjå sekksporesoppar, sekk- eller pølse-liknande celle med meiosis og dannning av, oftast 8, askosporar.
<b>Autotrot</b>	som har evne til å syntetisere organiske sambindingar frå uorganiske molekyl.
<b>Avdeling</b>	i namnsettjing, samling av klassar med visse fellestrekke.
<b>Basal</b>	ved grunnen.
<b>Basidie</b>	hjå stilkesporesoppar, celle som etter karyogami og meiosis produserer, oftast 4, basidiesporar på korte stilker.
<b>Basidiespore</b>	spore produsert på korte stilkar utvendig på basidie.
<b>Basidiokarp</b>	fruktlekam med basidiar.
<b>Basidiomycotina</b>	underavdeling av ekte soppar, veks med hyfar med tverrvægger, kjønna fase endar med basidiesporar.
<b>Basipetal</b>	den yngste konidien er ved basis av konidiekjeda.
<b>Bionom</b>	vitskapeleg namn på organismene, samansett av slektsnamn og artsnamn.
<b>Biotrot</b>	organisme som berre kan leve som parasitt.
<b>Bipolar</b>	eit genpar i eit locus styrer kompatibilitet.
<b>Bitunikat</b>	hjå sekksporesoppar, dobbel vegg i askus.
<b>Blastisk</b>	veggen i den konidiogene cella blir elastisk i spissen og veks ut til ein konidie.
<b>Blastokonidie</b>	konidie som blir til ved at veggen i den konidiogene cella blir elastisk og veks ut til ein konidie.
<b>Blastospore</b>	soppspore danna ved knoppskyting.
<b>Bøylemycel</b>	hjå stilkesporesoppar, dikaryotisk mycel med bøylar ved tverrvæggene.

Caeoma	aecidiesporar utan vegg av soppcelle omkring.
Celle	eining av cytoplasma med ein, eller hos soppar ofte meir enn ein kjerne.
Centriole	organell i cytoplasmaet like utanfor kjernemembranen, knytt til spindelen i kjernedelinga.
Chytridiomycetes	klasse av ekte soppar, eincella eller med noko hyfevekst.
Coelomycetes	klasse innan Deuteromycotina, konidiane blir produserte i sporehus eller på flate skiver.
Cytoplasma	protoplasma som ligg utanfor cellekjernen.
Dermatofytt	sopp som parasitterer hår, skinn eller negler på menneske eller dyr.
Deuteromycotina	underavdeling av ekte soppar, veks med hyfar med tverrvegger, manglar kjønna fase.
Dikaryon	celle med to genetisk ulike kjernar.
Dikaryotisk	med dikaryon.
Dimorfisk	med to ulike former.
Diploid	med to sett kromosom.
Discomycetes	klasse av sekksporesoppar, fruktlekamen er eit apotecium.
Dolipore	hjå stilksporesoppar, røyrfotforma pore i tverrvegg i sopphyfe.
Dorsal	oversida, overflata lengst vekk frå aksen.
Ektotrof	om sopprot, symbiotisk sopprot, soppen veks utanpå røtene.
Endobiotisk	om parasitt, som veks inne i levande vertceller.
Endogen mykorrhiza	sopprot som blir til ved at soppen veks inne i planterøtene.
Endoparasitt	parasitt som veks inne i verten.
Endotrof	om sopprot hjå orkidear og planter i lyngfamilien, soppen veks noko inn i røtene.
Epidemi	sjukdom i rask spreiing.
Epitet	den artspesifikke delen av eit vit-skapeleg dobbeltnamn på ein organisme.
Euascomycetes	sekksporesoppar med fruktlekam.
Eukarp	berre ein del av organismen blir til reproduksjonsorgan.
Eukaryot	organisme med cellekjernen avgrensa av ein kjernemembran frå cytoplasmaet.
Eumycota	ekte soppar, eincella eller fleircella, har ikkje amøboid fase, dei fleste veks med hyfar.
Fakultativ parasitt	organisme som kan leve anten som parasitt eller saprofytt.
Fialokonidie	hjå konidiesoppar, konidie danna i fialide.
Fialide	celle som produserer konidiar og støyter dei ut gjennom ein opning.
Flagell	piskliknande vedheng til rørleg celle, zoosporar kan symje ved hjelp av ein eller to flagellar.

Forma specialis (fl.formae specialis, forkorta f.sp.)	oppdeling av ein parasitt etter smitteforsøk på slekter eller arter av vertplanta.
Fungi imperfecti	forelda namn på konidiesoppar.
Fysiologisk rase	oppdeling av eit patogen etter smitteforsøk på sortar av vertplanta.
Gamet	kjønnscelle danna i eit gametangium.
Gametangium	gamet-morcelle, kan produsere gametar eller to gametangium kan vekse saman.
Haploid	med eit sett kromosom.
Haploidisering	reduksjon av kromosomtalet til det haploide.
Haustorium	hyfegrein spesialisert for næringsopptak.
Hemiascomycetes	klasse av sekksporesoppar, manglar fruktlegam.
Heterokaryon	celle med to eller fleire genetisk ulike kjernar.
Heterotalli	to ulike individ må til for befrukting.
Heterotrof	som manglar evne til å syntetisere organiske sambindingar frå uorganiske molekyl.
Holokarp	heile organismen omvandlar seg til eit reproduksjonsorgan.
Homolog	likskap i form eller struktur, men ikkje nødvendigvis i funksjon, tyder på slektskap.
Homotalli	same individ kan danne både han- og hokjønnsorgana.
Hyalin	heilt eller nesten gjennomsiktig, fargelaus.
Hyfe	samanhangande rekkje av røyrforma soppceller.
Hylle	hjå Holobasidiomycetidae, vernande hylster omkring den unge frukt-lekamen.
Hymenium	det fertile, sporeberande laget i ein fruktlegam.
Hyperparasitt	parasitt som parasitterer ein annan parasitt.
Hyperplasi	unormalt rask celledeling.
Hypersensitiv	resistensrekasjon som drep infiserte celler og kan stoppe patogenet.
Hypertrofi	unormal auke i cellestorleik.
Hyphomycetes	klasse innan Deuteromycotina, konidiane blir produserte på enkle hyfar eller på samlingar av hyfar.
Imperfekt stadium	hjå soppar, ukjønna stadium
Infeksjon	innitrenging av parasitt i verten.
Inkompatibel	ikkje kryssfertil, manglar evne til kryssbefrukting.
Inokulum	den delen av mikroorganisme eller virus som startar ein infeksjon.
Intercellulær vekst	vekst inne i vertcellene.
Interkalær vekst	vekst mellom basis og spissen, blir brukt om soppsporar som blir til frå celler i ein hyfe.
Intracellulær vekst	vekst i mellomromma mellom vert-cellene.

Isolat	hjå mikroorganismar, reindyrka kultur.
Karyogami	samanveksing av kjernar, kan hjå soppar vere skild i tid og rom frå plasmogami.
Kitin	karbohydrat, karakteristisk for dei fleste soppgupper.
Kjønna spore	soppspore som blir til etter meiosis.
Klamydospore	tjukkveggja, ukjønna spore som tener til overleving av soppen.
Klasse	i namnsetjing, samling av ordenar med visse fellestrekk.
Kleistotecium	hjå sekksporesoppar, fruktlemkam utan opning.
Koloni	hjå mikroorganismar, avgrensa vekst på eit substrat.
Kolumella	sentral, steril akse i ein fruktlemkam.
Kompatibel	kryssfertil, med evne til kryssbefruktning.
Konidie	ukjønna soppspore utan sjølvstendig rørsle.
Konidiogen	som produserer konidiar.
Konidiofor	spesialisert hyfegrein som produserer og ber konidiar.
Kromosom	sjølv-reproduserande berar av genetisk informasjon.
Kultur	dyrkning av mikroorganisme på kunstig substrat eller på verten.
Loculoascomycetes	klasse av sekksporesoppar, fruktlemkamen er eit pseudotecium.
Makrokonidie	hjå konidiesoppar, store konidiar hjå soppar med fleire slag konidiar.
Mastigomycotina	underavdeling av ekte soppar, tallus er eincella eller grove hyfar utan tverrvegger.
Meiosis	kjerne- og celledeling som halverer kromosomtalet.
Melanin	brune eller svarte fargestoff i soppsporar og hyfar.
Mikrokonidie	hjå konidiesoppar, liten konidie hjå soppar som har fleire slag konidiar.
Mitose	kjerne- og celledeling i somatiske celler og som ikkje reduserer kromosomtalet.
Monokaryon	celle med berre ein kjerne.
Monokaryotisk	med monokaryon.
Mutasjon	relativt stabil endring i genetisk materiale.
Mycel	nettverk av sopphyfar.
Mykologi	læra om soppar.
Mykose	sjukdom framkalla av sopp.
Myxomycetes	klasse innan Myxomycota.
Myxomycota	avdeling av soppar som manglar fast vedd i vekstfasen.
Nekrotrof	om parasitt, som skaffar seg næring frå daude vertceller.
Obligat	naudsynt, obligat parasitt kan berre leve som parasitt.
Oidium	liten soppspore som tener til befruktning.
Omnivor	parasitt som har mange vertar.

Oogonium	hjå eggsporesoppar, hokjønnscelle.
Oomycetes	klasse av ekte soppar, celleveggen inneheld cellulose, kjønna fase endar med oospore.
Oosfære	hogamet i oogoniet, blir til oospore etter befrukting.
Oospore	hjå eggsporesoppar, kvilespore danna etter befrukting av oogonium.
Operkulat	hjå sekksporesoppar, opning med operkulum i spissen av askus.
Operkulum	hjå sekksporesoppar, lokk i spissen på askus.
Orden	i namnsetjing, samling av slekter med visse fellestrekk.
Osmofil	evne til å vekse på substrat med høgt osmotisk potensial.
Parafyse	hjå sekksporesoppar, steril hyfe mellom aski i fruktlegam.
Paraseksualisme	hjå soppar, rekombinasjon av gen utanom kjønna fase.
Parasitt	organisme eller virus som lever på eller i verten og skaffar seg næring frå han.
Parkjernestadium	soppceller med to genetisk ulike kjernar som deler seg parallelt.
Perifyse	hjå sekksporesoppar, steril hyfe som kler halsen på fruktlegam innvendig.
Periklinal	parallell med overflata eller omkrinsen av eit objekt.
Peritecium	hjå sekksporesoppar, flaske- eller kuleforma fruktlegam med opning.
Pigmentert	med fargestoff i celleveggen, farga.
Plasmogami	samanveksing av protoplasma frå celler i ulike tallus.
Plectomycetes	klasse av sekksporesoppar, fruktlegamen er eit kleistotecium.
Polyfag	parasitt som har mange vertar.
Porokonidie	konidie som veks ut gjennom spissen på den konidiogene cella på konidioforen.
Prosorus	hjå soppar i orden Chytridiales, celle som blir til sporangium.
Protoplasma	levande celleinnhald, det vil seie både cellekjernen og cytoplasma.
Pseudotecium	hjå sekksporesoppar, fruktlegam med dobbelveggja aski i holrom i stroma.
Pyknide	flaske- eller kuleforma sporehus kledd innvendig med konidiogene celler.
Pyrenomycetes	klasse av sekksporesoppar, fruktlegamen er eit peritecium.
Rase	sjå fysiologisk rase.
Resistens	evne til å stå mot eit patogen.
Rhizomorf	hyfebunt med mørk overflate og vekstpunkt i spissen.
Saprofytt	organisme som lever av daudt, organisk materiale.
Sekksporesopp	sopp i underavdelinga Ascomycotina.
Septum	hjå soppar, tverrvegg i hyfe.

Seta	spiss, stiv oftast mørkfarga hyfeende i hymenium, på fruktlekam eller blant konidioforar.
Sklerotium	kvileknoll, fast oftast avrunda klump av vegetative sopphyfar, mørkfarga i overflata.
Skålrustspore	hjå rustsoppar, aecidiespore.
Slekt	i namnsetjing, samling av arter med mange fellestrekk.
Somatisk	det som vedkjem kroppen, alt utanom reproduksjonsorgana i ein organisme.
Sommarspore	hjå rustsoppar, uredospore.
Sopp	ein- eller fleircella, klorofyllfri tallofytt med ekte kjerne.
Soppsjukdom	sjukdom framkalla av sopp.
Sorus (fl. sori)	hjå rust- og sotsoppar, fruktifiserande hyfar med sporemassar.
Spermatium	soppspore som tener til befrukting.
Spiretråd	sophyfe som spirer fram frå ein spore.
Sporangiespore	ukjønna spore danna i eit sporangium.
Sporangiofor	spesialisert hyfe som produserer og ber sporangium.
Sporangium	hjå lægre soppar, organ som produserer ukjønna sporar innvendig.
Spore	hjå bakteriar, soppar og planter, formeiringseining, eincella, eller hjå soppar ofte fleircella.
Sporidie	hjå sotsoppar, spore som veks fram frå promycelet på sotsporar.
Sporodochium	hjå konidiesoppar, puteliknande hyfemasse som produserer konidiar på korte konidioforar.
Sporofor	sporeproduserande og sporeberande struktur.
Sporulering	hjå soppar, danning av sporar.
Sterigma	hjå stilkesporesoppar, kort stilk som ber basidiespore.
Steril	hjå soppar, produserer ikkje sporar.
Stilkesporesopp	sopp i underavdelinga Basidiomycotina.
Stroma	tredimensjonal masse av vegetative, tjukkveggja hyfar.
Symbiose	samliv mellom to ulike organismar.
Sympodial	hjå konidiesoppar, konidiforen veks i lengd mellom kvar konidie som blir avsett.
Symptom	sjukdomsbilete.
Syndrom	summen av ulike symptom på ein sjukdom.
Synergisme	to organismar eller miljøfaktorar som til saman har større verknad enn summen av dei kvar for seg.
Synonym	i namnsetjing, ikkje gyldig namn på ein organisme.
Systemisk	om parasitt, som veks gjennom heile, eller gjennom eitt eller fleire organ i verten.
Takson	taksonomisk eining.
Taksonomi	klassifisering av organismar basert på utviklingsmessig slektskap.
Tallisk	hjå konidiesoppar, omdanning av celler i eksisterande hyfar til konidiar.

Tallofytt	samlenamn på soppar og enkle planter utan rot, stengel og blad.
Tallus	vegetativ del av tallofytt.
Teleomorf	kjønna sporestadium av ein sopp.
Teleutospore	hjå rustsoppar, basidieproduserande spore.
Telie	hjå rustsoppar, dikaryotiske hyfar som dannar teleutosporar.
Teratisme	misdanning.
Terminal	på spissen av eit objekt.
Tetrapolar	gen i to loci styrer kompatibilitet.
Toksin	giftstoff.
Trama	hjå stilksporesoppar, grunnvev i frukt-lekamen.
Trikogyne	hjå sekksporesoppar, tynn hyfegrain som tek mot gametar eller gametangium i spissen på askogoniet.
Ukjønna spore	vegetativt danna spore.
Unitunikat	hjå sekksporesoppar, askus med enkel vegg.
Uredinie	hjå rustsoppar, dikaryotiske hyfar som dannar uredosporar.
Uredospore	hjå rustsoppar, dikaryotisk, repeterande spore.
Varietet	i namnsetjing, oppdeling av art etter små morfologiske skilnader.
Vektor	organisme som overfører eit virus eller ein patogen organisme.
Velum	hylle omkring unge hattsoppar.
Vinterspore	hjå rustsoppar, teleutospore.
Zoospore	rørleg spore danna i eit sporangium, med ein eller to flagellar.
Zygomycetes	klasse innan Zygomycotina.
Zygomycotina	avdeling av ekte soppar, veks med grove hyfar utan tverrvegger, kjønna fase endar med zygosporer.
Zygosporer	hjå kulemugg, kjønna kvilespore produsert etter samanveksing av gametar eller gametangium.
Zygote	resultatet av samanveksing av gametar, celle med diploid kjerne etter karygami .