

H 45-

SJUKDOMAR PÅ KORN OG ENGVEKSTER

AV

LEIF SUNDHEIM

SJUKDOMAR PÅ KORN OG ENGVEKSTER

AV

LEIF SUNDHEIM

LANDBRUKSBOKHANDELEN

Ås-NLH 1982

ISBN 82-557-0149-4

INNHALD

	Side
Forord	3
Fotsjuka på korn	4
Rotdrepar	4
Stråknekkar	14
Skarp øyeflekk	17
Fusariosar	17
Blad- og akssjukdomar på korn	23
Grasmjøldogg	23
Byggbrunflekk	34
Stripesjuka	37
Kveiteaksprikk	40
Kveitebladseptoria	43
Havrebladseptoria	43
Byggbladseptoria	43
Mjølauke	46
Grå øyeflekk	49
Snerpsopp	53
Stripesjuka	56
Rustsoppar på korn	58
Svartrust	62
Kronrust	65
Brunrust	68
Dvergrust	70
Gulrost	70
Sotsoppar på korn	77
Stinksot	77
Dekka sot på havre og bygg	83
Naken havresot	85
Naken sot	86
Bladsjukdomar på gras	90
Grå øyeflekk	91
Hundegrasflekk	93
Brunflekker	95
Bladfaks-brunflekk	96
Svingel-brunflekk	98
Kvein-brunflekk	98
Timotei-brunflekk	100
Rapp-brunflekk	100
Raigras-brunflekk	100
Timotei-øyeflekk	101
Kjevlesopp	103
Rustsoppar på gras	106
Grasmjøldogg	106

Overvintringssoppar på gras	108
Stor grasknollsopp	108
Kvit grastrådkølle	110
Raud grastrådkølle	111
Skade av overvintringssoppar i eng ..	113
Sjukdomar på engbelgvekstar	118
Kløverråde	118
Rotråde i raudkløver	123
Kløverskålsopp	125
Kløverbrann	127
Ringfleck	127
Peparfleck	128
Referert litteratur	129

FORORD

Undervisningen i plantepatologi ved Norges landbruks-
høgskole omfattar ein forelesningsserie i generell
plantepatologi felles for alle studentar og separate
kurs i sjukdomar på dei ulike vekstgrupper. Dette
kompendiet inneheld delar av kurset "Sjukdomar på
jordbruksvekster". Stoffet blir gjennomgått på sommar-
kurset og øvingskurset i haustsemesteret.

Det er funne eit stort tal parasittsoppar på korn og
engvekster i Norge. I eit kurs med stramme tidsrammer er
det ikkje mogeleg å ta med alle kjente patogen. Difor er
nokre av dei vi reknar med har størst økonomisk betydning
diskutert mest inngående og ein del andre parasittsoppar
er omhandla i tillegg.

Det er teke med ein del diagnostiske karakterar for
identifikasjon av parasittsoppar på korn og engvekster.
Vidare er det lagt vekt på patogenese, epidemiologi og
skadeverknad av viktige parasittsoppar.

Førsteamanuensis H.A. Magnus og statskonsulent K. Årsvoll
har sett gjennom delar av manuskriptet og kome med verdfulle
kommentarar.

Eg takkar Mari Vigerust for artistisk arbeid med illustra-
sjonane og Borghild Buene for tålmodig og nøyaktig maskin-
skrivning.

Ås-NLH, juni 1982

Leif Sundheim

FOTSJUKE PÅ KORN

Fotsjuka blir brukt som eit samlenamn om sjukdomar på nedre delar av strået og rotsystemet hjå korn. Dette er eit relativt nytt sjukdomskompleks i norsk landbruk. Så seint som i 1956 skreiv daverande statsmykolog Jørstad (1956) at før 1954 var det ikkje store problem på grunn av fotsjuka i korn i Norge. I etterkrigsåra var det ei sterk omlegging frå allsidig planteproduksjon til husdyrlaust jordbruk over sentrale strok på Austlandet og i Trøndelagsfylka.

Frå midten av femtiåra vart det klart at fotsjuka var på veg til å bli eit av dei største sjukdomsproblema i norsk korn- dyrking, og det vart sett i gang forskning for å kartleggje årsaker og omfang av fotsjuka i korn. Det viste seg at rotdrepar og stråknekkar var av størst betydning (Hansen og Aastveit 1959), men andre så som soppen som framkallar skarp øyeflekk og Fusarium-arter, må ein og rekne med til fotsjuka-soppene i korn.

ROTDREPAR

Gaeumannomyces graminis, Pyrenomycetes
(syn. Ophiobolus graminis)

Perithecia blir utvikla i nedre bladslirer i slutten av vekstsesongen. Perithecia er ovale til flattrykete, 200-400 μm lange og 150-300 μm i diameter, halsen er 100-400 μm lang og 70-100 μm i diameter. Fig. 1. Ascus er unitunikat, langstrakt, 80-130 x 10-15 μm , med tydeleg apikal ring. Ascosporane er hyaline til svakt gulfarga, og lengre i varieteteten avenae enn i varieteteten tritici. Fig. 2.

	Ascosporemålar	
	lengde	diameter
<u>G. graminis</u> var. <u>tritici</u>	80-100 μm	2.5-3 μm
var. <u>avenae</u>	115-145 μm	2.5-3.5 μm

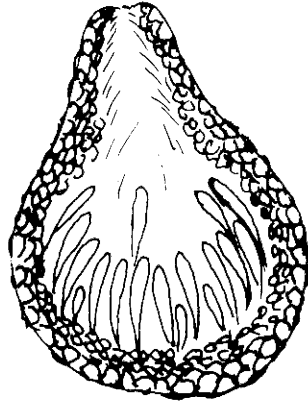


Fig. 1. Perithecium av
Gaumannomyces graminis.



Fig. 2. Ascus med ascosporar
av Gaumannomyces graminis.

Mikrokonidiar (4-7 x 1-1.5 μm) er funne, men det er uklart om dei har nokon smittemessig betydning for soppen.

Vertplanter. Det blir skilt mellom tre varietetar av rotdreparen:

G. graminis var. graminis er vanleg i tropiske og subtropiske strøk på Oryza (ris), Pennisetum og andre gras. Han er ikkje funnen i Nord-Europa.

G. graminis var. avenae finst i tempererte strøk, og han er patogen på arter i slektene Avena, Hordeum, Triticum og mange grasarter i eng og plen. Varieteten avenae er meir patogen på gras enn varieteten tritici. I Norge er varieteten avenae funnen berre på 3 lokalitetar. Fig.3.

G. graminis var. tritici er den vanlegaste rotdreparen i tempererte strøk. Han er patogen på kveite og bygg og grasarter. Bladfaks er mest mottakeleg av våre vanlege grasarter. Timotei, engsvingel, hundegras, engrapp og raigras er meir resistente mot G. graminis var. tritici.

Patogenese. Viktigaste inokulum er hyfer frå infiserte planterestar i jorda. Sopphyfer kan vekse utanpå vertplantarøtene og i dei ytre cellelagane ei tid. Infeksjonshyfer trengjer så inn i barken og sentralsylindern og veks i lengderetningen i røtene. Skou (1975) studerte infeksjonen av enkeltceller i rota. Rotdreparyfene utviklar ein infeksjonspigg som løyser opp celleveggen. Cella reagerer ved å danne ei ligninslire omkring infeksjonspiggen. Så lenge cella er i live greier ho å stoppe soppen med ligningavsetning omkring spissen av infeksjonshyfa. Fig.4. Til slutt vil soppen drepe cella og vekse vidare innover i cellelagane mot sentralsylindern.

Røtene blir etterkvart svartfarga på grunn av at mange celler blir nekrotiske. Alderen på røtene er ikkje avgjerande for kor mottakelege dei er. Både frørøter og kronrøter kan bli infiserte. Perithecia kan bli utvikla både på røter og i bladslirene nedst på strået i slutten av veksttida.

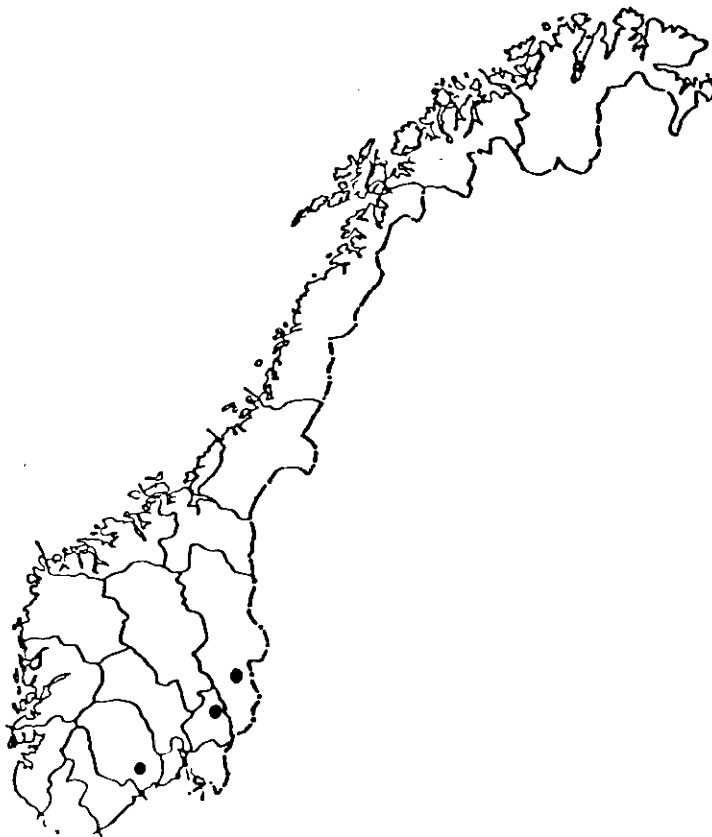


Fig. 3. Funn av Gaumannomyces graminis var. avenae i Norge.

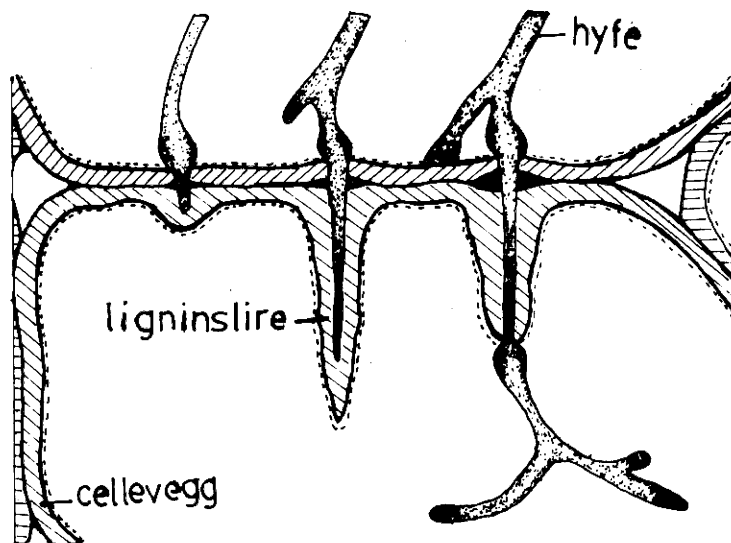


Fig. 4. Ligninslire omkring infeksjonshyfer av Gaumannomyces graminis.

Symptom. På sterkt smitta jord kan det kome symptom på haustkveite om hausten. Om ein forsiktig dreg opp planter og vaskar av jorda vil infiserte planter syne den karakteristiske mørkfarginga på trevlerøtene. Angrepne røter blir svarte og veike, og dei ryk lett av. Tilsvarande symptom kan ein finne på vårkorn før skyting. Fig. 5.

Etter som deler av rotsystemet blir sett ut av funksjon blir skaden tydeleg i åkeren. Karakteristiske lyse flekker med mykje kvitaks blir synlege. Ved sterke angrep kan kveiteaksa vere heilt tomme. I bygg blir det sjeldan tomaks, men korna kan bli små og innskrumpa. Det blir ofte svertesoppangrep i aksa på infiserte planter, slik at dei angrepne flekkene i åkeren kan synast gråe på farge fram mot modninga. Mot slutten av vekstsesongen kan soppen vekse opp mellom bladslira og strået som eit mørkt sotlag, Fig.6. I bladslira veks det fram perithecia med ascosporar.

Epidemiologi. I strok med jamn utbreiing av rottdreparen betyr ikkje ascosporane noko som inokulum. Berre røter eksponert over jorda blir til vanleg infiserte frå ascosporar. I Nederland meiner dei at rottdreparangrepa i dei nydyrka polderane starta frå ascosporar som bles inn frå eldre jordbruksareal. Som andre jordbuande soppar lagar rottdreparen karakteristiske flekkvise angrep i åkeren. Dette viser og at infeksjonen startar frå mycelinfiserte restar av strå og røter.

Mengda av inokulum i planterestar i åkeren avheng av kva som vart dyrka siste sesong. Rottdreparen har dårleg saprophyttisk konkurransevne, og eit år med ein ikkje-mottakeleg kultur er nok til å redusere smittmengda til eit akseptabelt nivå. Eggum (1972) viste at rottdreparangrepet auka med tal år bygg eller kveite på ruter bedømt av L.R. Hansen i åra 1961-63. I tilsvarande materiale var det ikkje slik samanheng mellom stråknekarangrep og einsidig korndyrking.

Samanheng mellom forkultur og fotsjuke (Eggum 1972)

Tal år bygg eller kveite dei siste 5 år	Angrepsgrad 0-100	
	Rotdrepar	Stråknekkar
0	0	55
1	21	46
2	18	43
3	25	64
4	33	56
5	37	54

Nokre edafiske faktorar er avgjerande for utviklinga av rot-dreparangrepet og avlingstapet. Det er ei vanleg erfaring at soppen gjer mest skade på lettare jordarter. På stiv leirjord er det sjeldan sterke angrep. Rotdreparen er følsom for høgt CO₂-innhald i jorda, og kombinert med lågt oksygeninnhald i tung jord blir det dårlege veksevilkår for rotdreparen. Soppen veks best ved eit vannpotensial på -1,2 til -1,5 bar og fall i vannpotensialet reduserer veksten, men først ved -45 bar stoppar veksten av rotdreparen. Visnegrensa for kornplantene ligg ved -15 bar.

Jordreaksjonen i rhizosfæren kan vere opptil eit par einingar over reaksjonen i jorda. Veksten av rotdreparen minkar når pH i rhizosfæren går under pH 7,0 og stoppar heilt når pH kjem ned i 5,0. I feltforsøk er det vist at rotdreparen gjer meir skade på alkalisk enn på sur jord.

Rotdrepar-tilbakegang. Einsidig korndyrking gjekk ikkje så dårleg her i landet som mange venta. Monokulturar av bygg ga brukbar avling sjølv etter mange år utan vekstskifte. Kveite var meir utsett for rotdreparangrep og egna seg dårlegare for monokultur. Feltforsøk i fleire europeiske land har vist at angrepet aukar frå det andre til omtrent femte året med monokultur. Etterpå avtek mengda av rotdreparsmitte og angrepet på kornplantene om korndyrkinga held fram. Avlingsnivået kan stige noko utan å koma på høgd med kornavlingane i vekstskifte. På engelsk kallar dei dette fenomenet for "decline" og det blir kalla rotdrepar-tilbakegang på norsk. Fig.7.



Fig. 5. Symptom av rot-dreparangrep på trevlerøter av ung kveiteplante.



Fig. 6. Sterkt angrep av rot-drepar på kveiteplante. Røtene er heilt øydela og soppen veks oppover nedre internodium på strået.

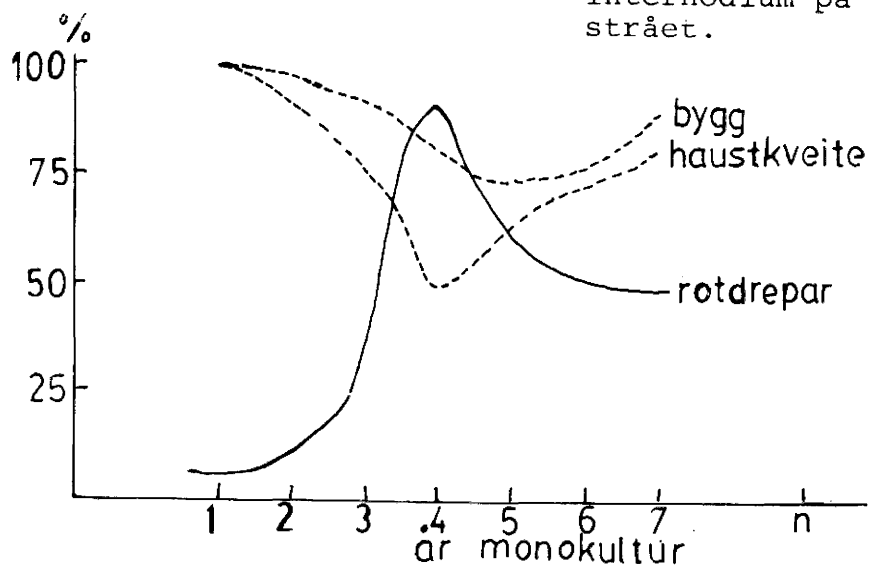


Fig. 7. Skjematisk framstilling av avlingsnivået og rot-dreparangrept ved dyrking av monokulturar av bygg eller haustkveite.

Hansen (1976) hadde i forsøk i femtiåra indikasjonar på slik tilbakegang i Norge. Resultata frå eit forsøk er sett saman i tabellen nedanfor.

Rotdreparangrep og byggavling etter ulike forkulturar (Hansen 1976).

Forkultur						1956		Bygg 1957	
						Korn kg/da	Angrep 0-100	Korn kg/da	Angrep 0-100
Ledd	1952	1953	1954	1955	1956				
1	B	B	B	0-H	H	309 H	0	326	41
2	B	B	B	0-H	B-K	267 B-K ⁽¹⁾	78	252	84
3	B	B	B	B-K	B-K	128 B-K ⁽¹⁾	100	304	58
4	B	B	B	B-K	H	304 H	0	297	53

B = bygg, H = havre, K = kveite, O = oljevekstar

1 = gjennomsnitt av bygg og kveite

Forsøksledd 3 i dette forsøket hadde i 1957 bygg etter fem år med bygg eller kveite. Rotdreparangrepet var mindre og avlingsnivået betre i 1957 enn i 1956. Ledd 2 hadde i 1955 ein kultur som ikkje var mottakeleg for rotdrepar. Ledd 2 hadde sterkare angrep og mindre avling i 1957 samanlikna med det leddet som hadde monokultur av bygg eller kveite. Det var såleis ein rotdrepartilbakegang i ledd 3, men avlingstala for 1956 fortel at det kosta mykje å kome dit.

Omfattande forsøksseriar i Danmark har vist at sjølv med sterk nitrogengjødsling er ikkje rotdrepartilbakegangen sterk nok til å gje grunnlag for å tilrå monokultur av kveite. Bygg greier seg bra i monokultur på leirjord, men på lettare jordarter må ein rekne med sterk avlingsreduksjon av bygg i monokultur.

Kornavling av haustkveite og bygg i monokultur og i vekstskifte. Danske forsøk i 15 år (Jepsen og Jensen 1976).

	Kornavling kg/da		
	Vekstskifte	Monokultur	Differanse %
Haustkveite på leirjord	560	393	- 30
Bygg på leirjord	490	462	- 6
Bygg på sandjord	388	290	- 25

Den mest sannsynlege forklaringa på rotdrepartilbakegangen er oppbygging av ein antagonistisk mikroflora i jorda. I England har slike mikroorganismar vorte isolert.

I ein forsøksserie viste Hansen (1966) at ved same angrepsgrad så vart kveiteavlingane redusert mykje meir enn byggavlingane.

Resultat frå art/sortsforsøk på rotdreparsmitta jord (Hansen 1966)

	Havre	Kveite	Bygg
Angrepsgrad (0-100)	0	46	45
Kornavling kg/da	397	207	311

Rådgjerder. Vekstskifte er det mest effektive middel mot rotdreparen. På bruk med bygg og kveite på under halvparten av arealet er det sjeldan avlingstap av rotdrepar. Problema er størst på gardar med bygg og kveite på storparten av arealet. Havre kan reknast som ein ikkje-vert og er ein god forkultur for kveite og bygg. Oljevekstar, potet, frøavl av engvekstar, rotvekstar og grønsaker er alternative kulturar for husdyrlause gardar. I strok med dyrking av haustkveite eller vårkveite må kveite få beste plassen i omløpet.

Sterk nitrogengjødsling reduserer ikkje rottdreparangrepa, men avlingstapet blir mindre. Hansen (1966) viste i omfattande forsøksseriar at både nedpløying av belgplanter og ekstra nitrogengjødsling kompenserte for skadane av rottdrepar både ved sterke og mindre sterke angrep.

Verknad av 3 kg ekstra nitrogen (Hansen 1966)

	N ₁	N ₂
<u>Ti felt med sterke angrep</u>		
Angrepsgrad	63	61
Kornavling kg/da	250	305
<u>Tolv felt med svake angrep</u>		
Angrepsgrad	21	19
Kornavling kg/da	296	324

Den positive verknaden på kornavlingane av auka nitrogengjødsling kan truleg forklarast ved ein stimulerande effekt på den antagonistiske mikrofloraen i jorda. Bruk av surtverkande ammoniumgjødselslag har ein meir direkte verknad på soppen. Dette er likevel ikkje noko aktuell rådgjerd mot rottdreparen.

Det er ingen sortar av bygg eller kveite med rottdreparresistens i dag. Ein skal merke seg at haustkveite er meir utsett enn vårsådd kveite og at seine sortar av bygg blir sterkare skadde enn tidlegare sortar. Granskingar i Danmark av 10 000 linjer frå verdenssortimentet av bygg har vist berre små forskjellar i mottakelegheit. Tilsvarende resultat er funne i omfattande smitteforsøk på kveite i Sverige og Vest-Tyskland.

På lette jordarter er det mest nødvendig med vekstskifte, medan på tyngre jord kan einsidig byggdyrking med sterk nitrogengjødsling gi godt resultat. Både i Norge og andre nordiske land er det dårlegare erfaringar med einsidig kveitedyrking.

STRÅKNEKKAR

Pseudocercospora herpotrichoides, Hyphomycetes
(syn. Cercospora herpotrichoides)

Konidioforane er opptil 20 μm lange og 3-3,5 μm tjukke. Kjønn stadium er ukjent. Konidiane er hyaline, trådforma, rette eller noko bøygde med 3-7 septa, 32-38 x 1-2 μm .

Fig. 8.

Vertplanter. Alle fire kornartene er mottakelege for stråknekkar. Vidare kan det vere stråknekkarangrep på gras i slektene Agrostis, Alopecurus, Bromus, Dactylis, Elytriga, Festuca, Lolium og Poa. Det er funne samspel mellom isolat av stråknekkarsoppen og vertplantene dei er isolerte frå. Tyske forsøk viste at isolat frå rug er meir patogene på rug enn isolat frå kveite, og at kveiteisolat er mest patogene på kveite. Kveite er den mest mottakelege av kornartene. Skadane blir størst på haustkveite og haustrug fordi det ofte er gunstige tilhøve for infeksjon om hausten. Bygg og vårkveite kan og bli sterkt angrepne, medan havre blir mindre skadd av stråknekkar, sjølv om havre og er mottakeleg.

Patogenese. Konidiane spirer og dannar appressoria på koleoptilen eller basale bladslirer på vertplantene. Etter at soppen har trengt inn gjennom epidermis eller stomata og vokse gjennom ei bladslire, dannar han stroma mellom bladslirene før han veks vidare inn gjennom neste bladslire. Soppen veks inn i parenkymcellene i strået og infiserte celler blir nekrotiske. Vedcellene står best mot angrepet, men etter ei tids utvikling blir strået så svekka at resultatet kan bli legde.

Symptom. På haustkveite er dei første symptoma om våren avfarga, vasstrekte flekker på bladslirene. Vårkorn får liknande symptom noko seinare. Etter som soppen veks gjennom bladslirene og inn i strået framkallar han dei typiske grå flekkene med markert, brun kant på strået. Fig.9. Fram mot modninga kan flekkene vekse rundt strået, og det blir svekka og tåler lite av regn før det knekk. Åkeren får ei uryddig legde med strå som ligg i fleire retningar.

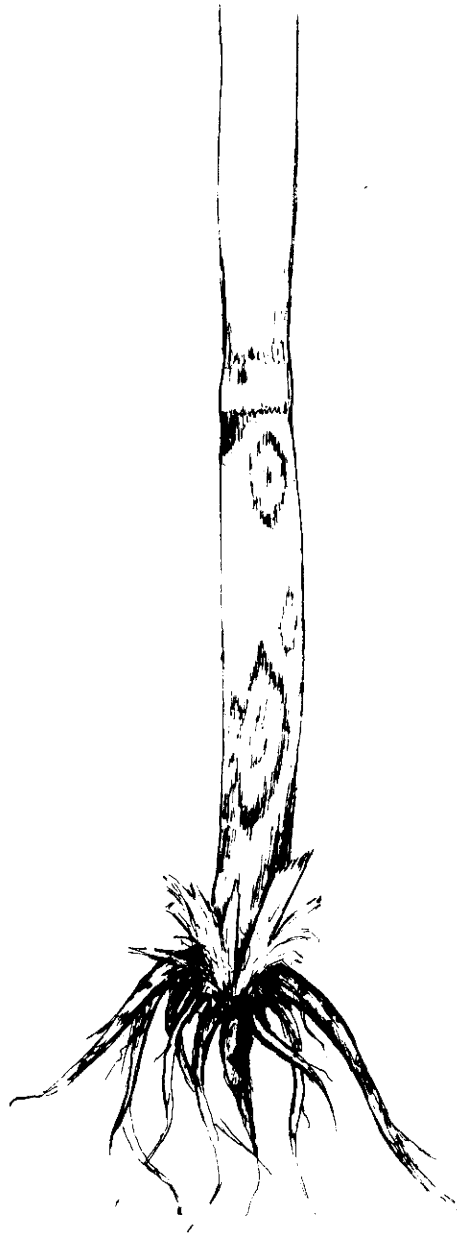


Fig. 9. Symptom på stråknekkarangrep på kveite.



Fig. 8. Konidiar av stråknekkarsoppen, 500 x.

Epidemiologi. På smitta planter og planterestar produserer stråknekkaren store mengder vasssprutspreidde konidiar. Haustkorn kan bli smitta før snøen kjem fordi det ofte er gunstig ver for infeksjon etter spiringa av haustkornet. Konidieproduksjonen er størst ved temperaturar omkring 10 C, men foregår i temperaturområdet 1-20 C. Den relative luftråmen må vere minst 80% for produksjon av konidiar. Temperaturar under 15 C kombinert med høg luftråme gir mest infeksjon.

Stråknekkaren overvintrar i infisert stubb og planterestar, slik at vårkornet blir smitta etter spiringa i periodar med råme og passande låg temperatur. Både konidiar og mycelvekst frå infiserte planterestar kan vere inokulum for stråknekkarsoppen. Stråknekkaren har god evne til å overleve frå ein vekstsesong til neste som saprofytt i planterestar. Men i danske forsøk med nedgravne, infiserte strå, viste Petersen og Dam Christensen (1968) at etter to år var det lite sporulering og liten fare for infeksjon frå strårestane.

Rådgjerder. Vekstskifte er serleg viktig i haustkorn. Har det vore sterke angrep av stråknekkar dei siste åra, bør det ikkje dyrkast haustkorn på same åkeren. Tidleg såing og med det sterk vekst før innvintringa, fuktig og kald haust, mild vinter og kald, nedbørrrik vår, er andre risikofaktorar dei reknar med i haustkorndyrkinga i Danmark. Minst to år med ein ikkje mottakeleg kultur må vere ein føresetnad for å dyrke haustkveite.

Djup pløying og effektiv brenning av halmen har vore tilrådd, men røyntene med det er noko varierende. Det skal svært nøyaktig pløying eller brenning til for å få redusert smitte-materialet så mykje at det får praktisk verknad.

Bruk av stråforkortningsmiddel har ingen direkte verknad på soppen, men det kan hindre legde i ein åker med stråknekkar-angrep. Resistens mot stråknekkar finst i Aegilops og Triticum-arter. Det er store skilnader i stråknekkarresistens mellom kveitesortar, og Magnus og Hansen (1973) viste at det var toleranse mot stråknekkar i skandinaviske kveitesortar. Systematisk resistensforedling baserer seg mellom anna på å

overføre resistens frå Aegilops til kveite. Systemiske sprøytemiddel med verknad mot stråknakkarsoppen har kome på marknaden dei siste åra.

SKARP ØYEFLEKK

Thanathephorus cucumis, Hymenomyces

Rhizoctonia solani, Hyphomyces

Soppen er funnen på bygg og kveite i Norge. I England er han ikkje uvanleg på alle fire kornartene. Soppen er ein av dei mest polyfage av dei plantepatogene soppene, og han er mellom anna årsak til rotbrann i mange eittårige planter og svartskurv på potet.

Symptoma liknar på dei framkalla av stråknakkarsoppen, men flekkene på bladslirer og strå er skarpare i kanten. Med mikroskopet er det som oftast lett å finne det karakteristiske, grove mycelet av soppen i flekkene på strået.

I Norge reknar vi ikkje med at soppen har stor økonomisk betydning i korn. Resultat frå omløpsforsøk i England viser at angrepa av skarp øyeflekk avtek ved einssidig korndyrking i motsetning til dei andre fotsjukesoppene.

FUSARIOSAR

Fusarium er ei taksonomisk vanskeleg slekt av frispora konidiesoppar. Tal arter i slekta og avgrensingane av artene er det ikkje semje om. Det er til dømes delte meiningar om soppen som framkallar snømugg i korn og gras skal reknast til Fusarium eller ei anna slekt. Nokre Fusarium-arter kjenner vi ascusstadiet til. I dei tilfella viser det seg at dei kjønna stadia av Fusarium-arter ikkje er nærskylde. Det viser kor kunstig slekta Fusarium er.

Fusarium-artene har oftast rikeleg med luftmycel som er lyst til rosa på farge. Meir raude eller fiolette fargar finst og. Konidioforane er korte, greina og avsnører konidiar frå

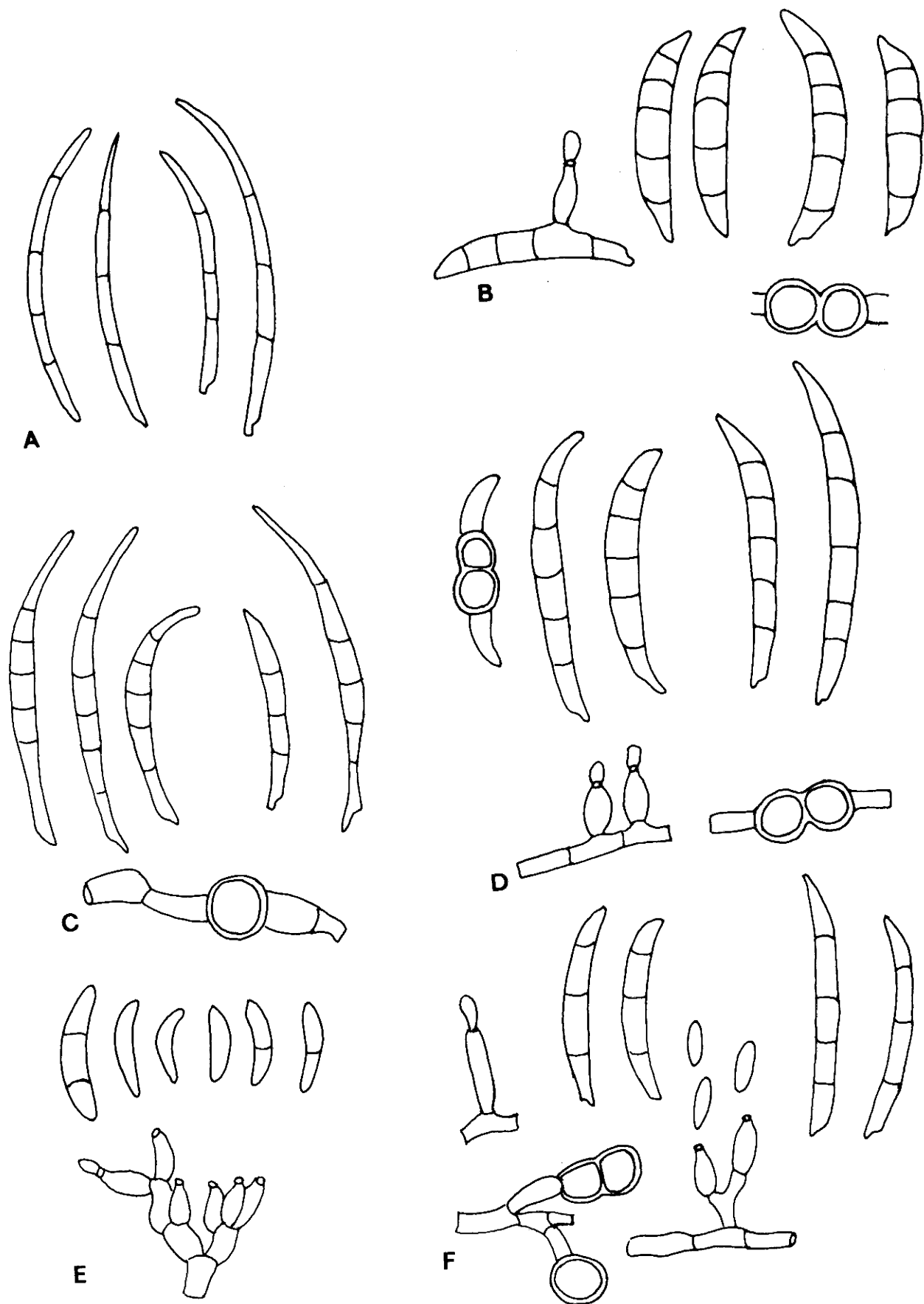


Fig. 10. Eksempel på makrokonidiar, mikrokonidiar og klamydo-spোর av Fusarium-arter. A har berre mikrokonidiar, B har både makrokonidiar og klamydosporar og F har makro- og mikrokonidiar og klamydosporar.

A. Fusarium avenacum, B. F. culmorum, C. F. equiseti,
 D. F. graminearum, E. F. nivale, F. F. oxysporum,
 1000 x.

terminale fialider. Ofte veks konidioforane fram frå parenkymatiske soppvev, sporodochiar. Konidiane er hyaline, fleircella og båtforma. Nokre Fusarium-arter produserer ein- eller tocella mikrokonidiar. Meir tjukkvegga, kuleforma klamydosporar forekjem hjå visse arter, enkeltvis eller i kjeder. Nedanfor er det ei oversikt over nokre av dei vanlegaste Fusarium-artene i korn. Fig.10.

Nokre viktige Fusarium-arter:

Fusarium nivale,

Micronectriella nivalis, Pyrenomycetes

Denne soppen blir kalla snømugg og er vel den viktigaste overvintringsparasitten i haustkorn og gras. Lyst til rosafarga mycel blir utvikla på plantene. Like etter at snøen er gått om våren syns fargen godt, men vårsola bleiker snart soppen. På korte fialider (7-9 x 2,5-3 μm) veks det fram 2 til 4-cella konidiar, 10-30 x 2,5-5 μm . Konidiemassen kan vere sterkt rosa farga. Klamydosporar finst ikkje. På haustkorn som har vore skadd av snømugg er det vanleg å finne perithecia i bladslirene utpå sommaren.

Fusarium avenaceum

Gibberella avenacea, Pyrenomycetes

Luftmycel er rosa på farge. Fialider veks fram på sporodochiar eller lateralt på hyfene. Dei 2-5 cella konidiane er tynne og lange, 8-50 x 3,5-4,5 μm . Mikrokonidiar og klamydosporar er ikkje funne hjå denne arta. Ascusstadiet er identifisert i USA, men det er ikkje funne i Norge.

Fusarium moniliforme

Gibberella fujikori, Pyrenomycetes

Luftmycelet er tett og kvitfarga og ber eincella mikrokonidiar, 5-12 x 1,5-2,5 μm i kjeder på korte konidioforar. Til vanleg blir det utvikla lite mikrokonidiar. Soppen har ikkje klamydosporar.

Fusarium culmorum

Dette er ein av dei vanlegaste Fusarium-arter i korn. Luftmycelet er oftast raudgult eller brunraudt på farge. Fialider veks fram på greina konidioforar frå mycel eller sporodochiar. Konidiane er 4 til 6 cella og måler 25-50 x 4-7 μm . Klamyosporane er runde til ovale og blir mest utvikla interkalert i hyfene. Soppen manglar mikrokonidiar. Noko kjønna stadium er ikkje kjent.

Fusarium graminearum,
Gibberella zeae, Pyrenomyces

Soppen kan ha forskjellige raude til brunraude fargetonar. På terminale fialider veks det fram 4 til 6-cella konidiar som måler 25-60 x 2,5-5 μm . Hyaline, nesten kuleforma klamydosporar, veks fram interkalert. Mikrokonidiar er ikkje funne. Perithecia er vanleg å finne hjå denne oftast homothalliske arta.

Symptom. I korn kan vi skilje mellom spiringsfusariose, snømugg, stråfusariose og aksfusariose. Snømugg er i regelen framkalla av arta F. nivale. Fig. 11. Alle dei nemnde artene kan finnast både på spirande frø og andre delar av kornplantene. Fusarium-arter kan vekse direkte inn gjennom unge epidermis-celler. Spiringsfusariose kjem oftast av frøsmitte. På såkornet kan Fusarium-arter finnast som mycel i agner eller som konidiar utanpå kornet.

Dårleg spiring av korn kan kome av spiringsfusariose. Spirene kan bli drepne av soppen eller det kan kome veike, misdanna spirer opp or jorda. Plantene blir svekka og sakteveksande. Røtene kan bli brunfarga, og om ein grev opp døde spirer vil dei ofte ha rosa sopplag og sporodochiar med konidiar.

Snømugg kan ein rekna som eit vidare stadium av spiringsfusariose. Sterkaste skaden får ein på haustsød under eit



Fig. 11. Symptom av snømuggangrep på hastrug etter overvintring.

godt snølag. Om det er frodig og tett plantebestand på tien bakke under eit langvarig snødekke, kan det bli store skader av snømugg. Symptoma syns best like etter snøsmeltinga. Døde blad av drepne eller skadde planter ligg samanklistra på bakken.

Stråfusariose er ei vidare utvikling av eit angrep som ofte startar som spiringsfusariose. Skadar på nedre deler av strået kan gje symptom som er vanskeleg å skilje frå dei stråknekkaren er årsak til. Rosa farge, soppvekst og sporodochiar med konidiar på nodiane på strået, er karakteristisk for stråfusariose.

Aksfusariose syns først som flekker på ytteragna. I fuktig ver kan det karakteristiske raude mycelet med rikeleg med konidieproduksjon vekse fram på aksa. Det blir dårleg mating og små, innskrumpa korn. Korn frå ein åker med aksfusariose vil ha rikeleg med frøsmitte.

Rådgjerder. Viktigaste rådgjerdene mot fusariosar i korn er vekstskifte og beising av såkornet. Hansen (1976) samanlikna beising med organisk kvikksølv-beisemiddel, sprøyting med quintozen og kombinasjonen av beising og sprøyting mot snømugg.

Kornavling og overvintring i 13 sprøyteforsøk i haustrug (Hansen 1976)

	Kornavling Kg/da	Overvintring %
Ubeisa - usprøyta	295	53
Beisa - usprøyta	390	82
Ubeisa - sprøyta	372	88
Beisa og sprøyta	430	96

Hansen skriv at grunnen til at sprøyting i tillegg til beising ga meiravling var langvarig snødekke i forsøksåra. Både i korn og gras er det skilnad i resistens mot snømugg innan same art, og mellom arter. Haustrugsorten 'Norderås tetra' er sterkare mot snømugg enn 'Kungsrug II'. Haustkveite-

sortane er ganske resistente mot snømugg. Det er likevel heilt nødvendig å beise haustkorn mot snømugg og spiringsfusariose.

BLAD- OG AKSSJUKDOMAR PÅ KORN

GRASMJØLDOGG

Erysiphe graminis, Plectomycetes

Korte, oppsvulma konidioforar produserer konidiar i kjeder. Fig. 12. Konidiane er hyaline, ellipsoide og måler 25-37 x 12-17 μm . I mycellaget blir det produsert cleistothecia, kuleforma til flatklemte, 135-250 μm i diameter med hyaline, ugreina vedheng. Fig. 13. Kwart cleistothecium har 10-20 asci, 70-108 x 25-40 μm , med vanleg 8 (sjeldnare 4) ascosporar, 20-24 x 10-14 μm . Fig. 14.

Vertplanter. Mjøldogg på planter i grasfamilien blir rekna til ei art med spesialiserte former på vertplanteslektene. E. graminis f. sp. hordei, byggmjøldogg kan berre angripe bygg, og E. graminis f.sp. tritici går på kveite, E. graminis f.sp. poae er namnet på rappmjøldogg. Morfologisk er alle f.sp. like, men det er ikkje kryssmitting mellom til dømes bygg og kveite eller andre kornarter. Grasmjøldogg er ein heterothallisk sopp.

Patogenese. Ein konidie spirer raskt og utviklar appressorium i enden på ein kort spiretråd. Ein tynn infeksjonspigg punkterer kutikula og den ytre veggen i epidermiscella. Inne i epidermiscella veks det fram eit sterkt greina haustorium som pressar cytoplasmaet unna slik at plasmalemma blir liggjande intakt som ei slire omkring haustoriet. Fig. 15. Ved 15-20 C er haustoriet ferdig utvikla og næringsopptaket etablert innan 10-15 t etter at ein konidie har starta spiringa. Haustoriet tek opp næring gjennom plasmalemma så lenge epidermiscella er levande. Når vertcella er så svekka at ho dør, sluttar haustoriet å fungere.

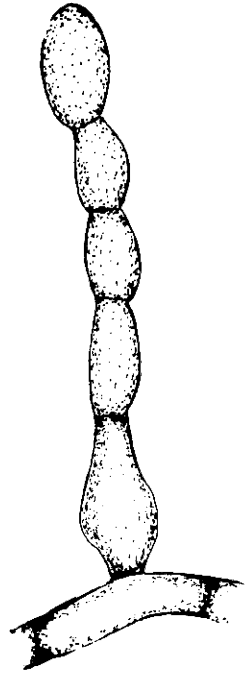


Fig. 12. Konidiekjede av
Erysiphe graminis,
500 x.



Fig. 14. Ascus av
Erysiphe graminis,
200 x.

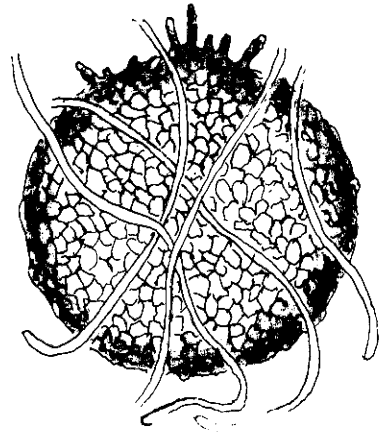


Fig. 13. Cleistothecium med
vedheng av
Erysiphe graminis,
200 x.

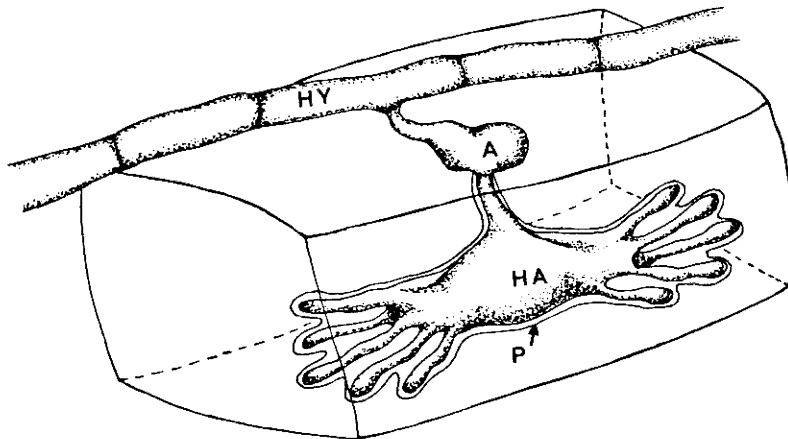


Fig. 15. Mjøldogg parasitterer epidermiscelle. Utvendig hyfe (HY) utviklar appresorium (A). Frå det veks infeksjonspiggen gjennom kutikula og ytre veggen i epidermiscella. Eit sterkt greina haustorium (HA) breier seg i epidermiscella. Plasmalemma (P) ligg som ei slire omkring haustoriet.

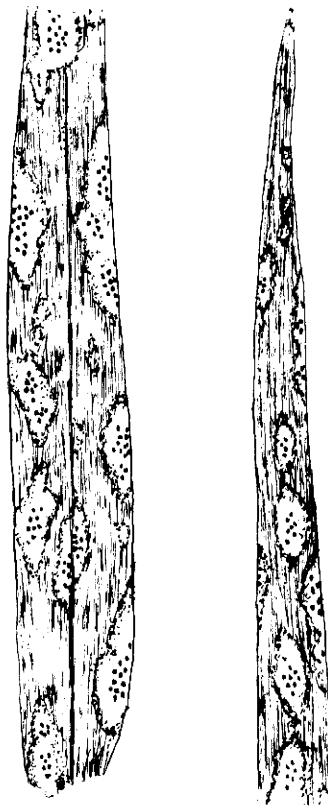


Fig. 16. Symptom av grasmjøldogg på byggblad. Cleistothecia syns som svarte prikkar.

Ein konidie vil utvikle fleire spirehyfer etter at næringsopptaket gjennom det første haustoriet er kome i stand. Såleis kan det kome eit stort tal haustoria og vekse fram ein mjøldoggkoloni frå ein konidie. Mjøldoggsoppar veks ikkje lengre inn i vertplanta enn til epidermiscellene. Parasitteringa av epidermiscellene fører til at dei tappar mesofyllcellene for næring. Respirasjonsmålingar har vist at andingsintensiteten i blad smitta med mjøldogg kan auke opp til 5-6 gonger samanlikna med usmitta blad. Fotosyntesen blir redusert og transpirasjonen aukar.

Symptom. Med unntak av haustoria i epidermis, veks mjøldoggen utanpå blada. Unge mjøldoggkoloniar syns som eit lyst, seinare gråkvitt sopplag i ovale flekker på blada. Ettersom flekkene veks kan dei gro saman i større samanhengande felt med mjøldogg over store deler av blada. På motsatt side av blada kan ein sjå reaksjonen i vertplanta som klorotiske, seinare nekrotiske flekker. Eldre mjøldoggkoloniar blir meir gråbrune på farge, konidieproduksjonen minkar og etter 3-4 veker blir det utvikla cleistothecia i mycellaget på blada. Dei syns som brunsvarte prikkar i eldre mjøldoggkoloniar. Fig. 16. Mjøldoggutviklinga er størst på bladplatene, men ved sterke angrep kan også bladslirer, strå og aks få mjøldoggbelegg

Epidemiologi. Grasmjøldogg er ein biotrof parasitt og sterkt spesialisert til vertplantene. Soppen er avhengig av mottakeleg vertplantevev for å overleve. Ein enorm produksjon av vindspredde konidiar gir soppen stor mobilitet. I frostfrie periodar kan mjøldoggkoloniar produsere konidiar heile året. I Danmark har dei funne at produksjonen er størst i juni og juli, og det er grunn til å tru at det same er tilfelle her i landet.

I England er det ein topp i mengda av mjøldoggkonidiar i juni med nedgang i juli og august, og ein ny topp i oktober. Den siste fell saman med utviklinga av mjøldogg på haustkornet. Den første toppen har samanheng med noko tidlegare utvikling av vårkornet og mjøldoggepidemiane enn i Skandinavia.

Cleistothecia kan fungere som kvilestrukturar i tørre periodar. Konstant vassmetning gjennom fleire døgn gjer at cleistothecia blir sprengt, og ascosporane kasta ut. Dette vil ofte foregå seg samstundes med at haustkornet spirer. I Danmark er det vist at cleistothecia stort sett blir tømt for ascosporar om hausten, og dei har ikkje greidd å få infeksjon om våren frå cleistothecia som har overvintra ute. Fig. 17.

Engelske målingar av ascosporekonsentrasjonen over kornåkrar viste at den var størst frå midt i juli til sist i august, og avtok utover i september. Ascosporar blir rekna som viktig smittekjelde for haustkornet på dei britiske øyane.

Ved 20 C kan nye konidiar vekse fram 3-4 døgn etter infeksjonen. Samanhengen mellom lengda på inkubasjonsperioden og temperaturen er slik:

Temperatur C	5	8	10	12	15	18	20	24
Inkubasjonstid, døgn	21	13	9	8	6	4	3,4	4

Konidiane mistar spireevna etter få dagar ved vanlege sommar-temperaturar. Ved temperaturar litt over frysepunktet kan dei overleve eit par veker. Det er difor berre på levande plantemateriale at mjøldogg kan overvintre frå ein vekstsesong til neste. Haustkveite er smittekjelde for vårsådd kveite. I Norge dyrkar vi ingen haustsortar av bygg, og sjølv om ein kan finne rikeleg mjøldoggangrep på byggplanter som veks opp frå spillkorn om hausten, er dette knapt noko viktig smittekjelde for vårkorn.

Vi må difor rekne med at eksogen smitte er av størst betydning for mjøldogg på bygg i Norge. Forsøk i Danmark har vist at mjøldoggkonidiar kan kome luftvegen over Nordsjøen frå dei britiske øyane til Jylland. Distansen frå Jylland over Skagerak til Sør-Norge er mykje kortare.

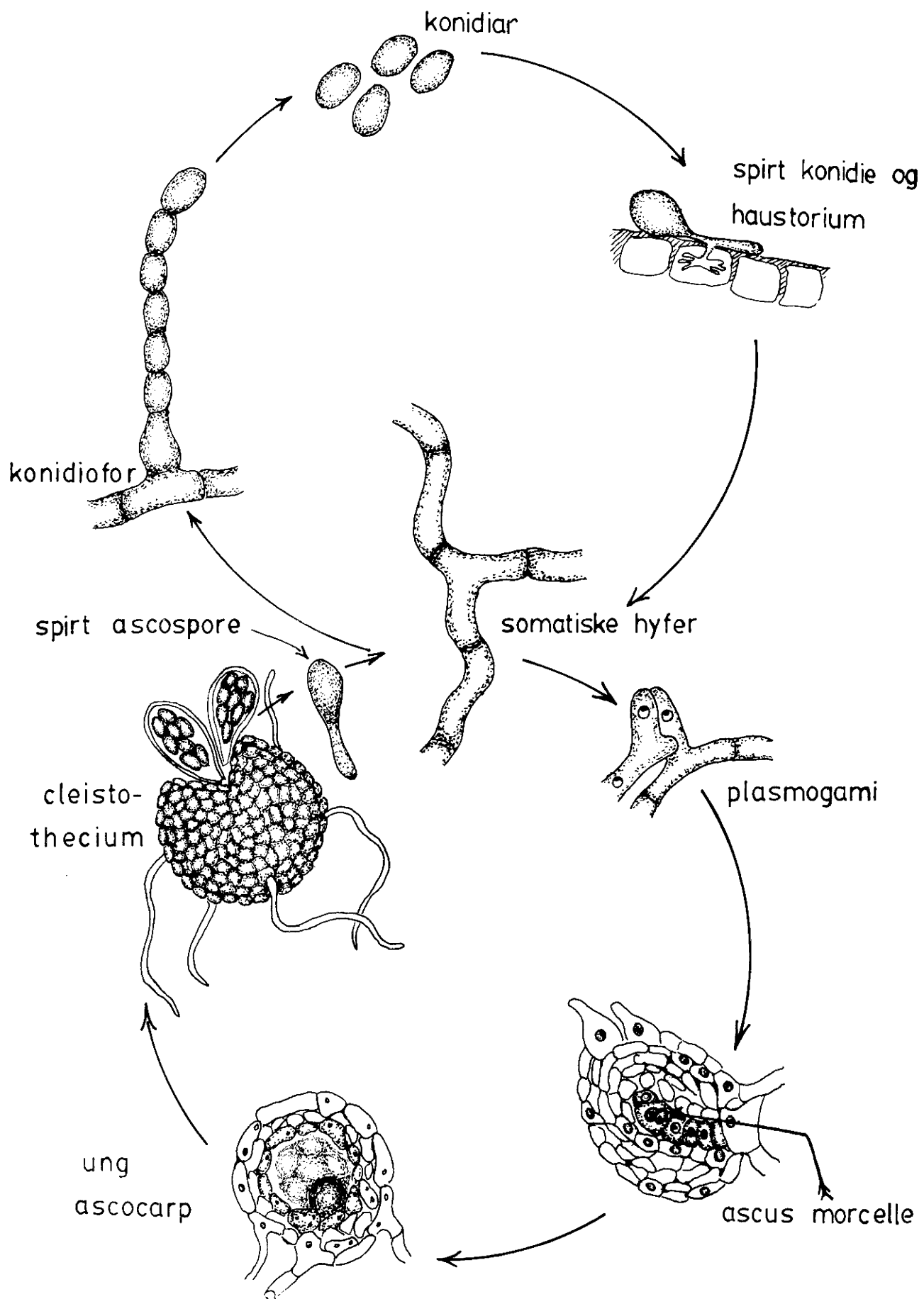


Fig. 17. Livssyklusen til Erysiphe graminis.

Hermansen og medarbeidar (1978) eksponerte i åra 1974-77 omtrent 5000 planter av bygg, kveite og havre på Blåvandshuk, vestspissen av Jylland. Plantene var tiltrekte i veksthus reine for smittemateriale. På dagar med stabil vind frå vest, og luftmassar som kom frå dei britiske øyane inn over Jylland, fekk dei utvikling av mjøldogg på både bygg, havre og kveiteplanter. Vilkåra for konidiefrigjering i England, og transporttilhøva med luftmassane over Nordsjøen er best tidleg i vekstsesongen. Fig. 18.

E. graminis f. sp. hordei var det vanlegaste patogenet fanga i dei levande sporefellene som ein kan kalle dei eksponerte kornplantene. I alle dei fem eksponeringsperiodane som ga infeksjonar vart det utvikla mjøldogg på bygg. E. graminis f. sp. tritici vart identifisert fire av fem periodar. E. graminis f. sp. avenae på havreplanter vart utvikla berre ein av dei fem eksponeringsperiodane.

Isolering av einskilte pustular av byggmjøldogg vart gjennomført og virulensen i nokre isolat vart bestemt. Virulens på sorten Sultan med resistensgenet M1-aA frå sorten 'Arabische' var vanleg i mjøldoggisolata frå mjøldogg som kom over Nordsjøen. Den korte levetida for dette resistensgenet i Danmark kan kome av overføring av virulente rasar frå dei britiske øyane.

Skade. Tidleg sådd bygg og vårkveite blir oftast mindre skadd enn seint sådd vårkorn. Det har samband med at avlingstapet blir størst når angrepet kjem på tidlege utviklingsstadia av kornplantene. Mjøldoggepidemiane bygger seg opp først på sommaren og seint sådd korn har hatt kort tid å vekse. Havre og rug blir sjeldan sterkt angrepne av mjøldogg her i landet.

Avlingstapet kan målast anten ved å samanlikne avlingsnivået til resistente og mottakelege sortar eller ved sprøyteforsøk i mottakelege sortar. Vik (1938) skriv at i år med sterke mjøldoggangrep ga dei resistente vårkveitesortane Ås II og Fram I og II opptil 80 kg/da meir enn den mottakelege sorten



Fig. 18. Trajektoriar for luftmassane som kom inn over Jylland 14. juni 1976. Kvart punkt viser kor luftmassane låg 3 timar tidlegare (Hermansen et al. 1978).

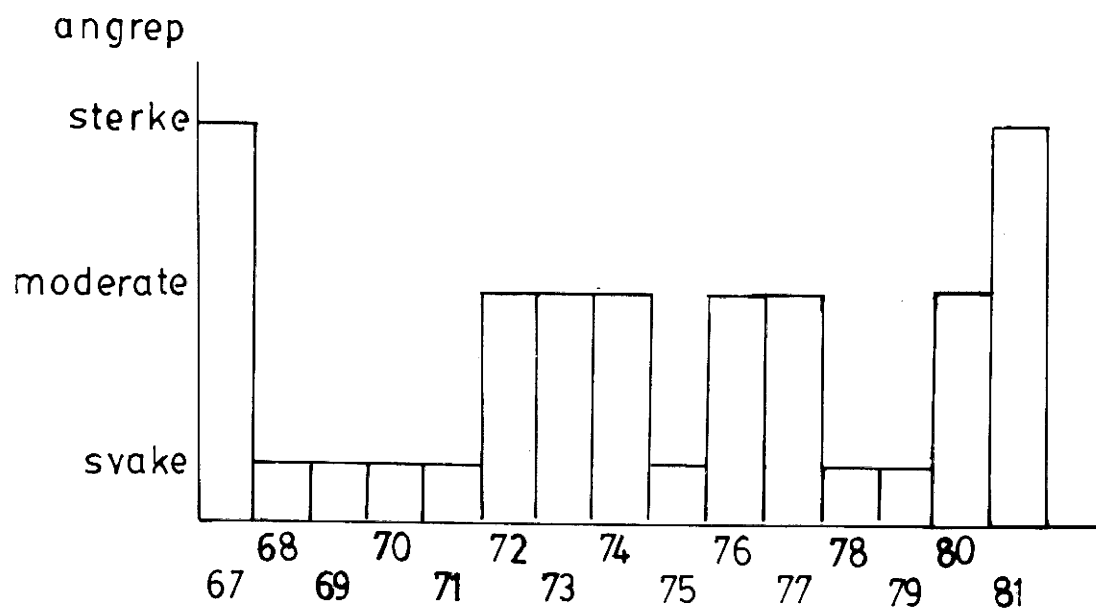


Fig. 19. Skjønsmessig vurdering av mjøldoggangrepa på bygg i Sør-Norge 1967-81.

Ås I. Sprøyteforsøk i bygg ved Statens plantevern har gitt mindre meiravling etter sprøyting på felt med sterke angrep. Magnus skriv i ei melding (til trykking) at det var tydeleg samanheng mellom såtid og angrepsgrad. Sein såing førte til sterkare angrep enn tidleg sådd bygg på same lokalitet. Frå år til år var det store skilnader i mjøldoggangrep. Fig. 19. Sprøyting ga sikre reduksjonar i angrepsgrad på dei fleste felt, men det var få felt som viste sikker avlingsauke etter sprøyting. Magnus konkluderer med at sprøyting mot mjøldogg kan berre bli tilrådd der ein mottakeleg sort er sådd seint eller angrep av mjøldogg er konstatert før blomstring.

Heen (1982) skriv at avlingstapa på grunn av mjøldoggangrep gjennomgåande er større i bygg enn i kveite. Det kan kome av at det er betre uspesifikk mjøldoggresistens i bygg enn i kveite. Heen fann denne samanhengen mellom angrepsprosent og av mjøldogg og avling i 19 søsterlinjer i bygg.

$$\text{Kg/da} = 624 - 3,5 \times \text{angrepsprosenten. } r = 0,77$$

Det viser at ved ein auke i angrepsprosenten av mjøldogg på 10% går byggavlinga ned omtrent 35 kg/da. I sprøyteforsøk er det funne 20-30 kg tap for 10% auke i angrepsgrad (Magnus 1968).

Feltforsøk med ein epidemisk plantesjukdom som mjøldogg har innebygde feilkjelder. På ubehandla ruter vil det vere ei sterk oppformering av smittemateriale. Om forsøket ligg i ein åker av ein usprøyta mottakeleg sort, vil dei sprøyta rutene vere utsett for eit sterkt smittepress. Sprøyting av ein åker vil kunne gje større avlingsgevinst enn feltforsøk på småruter.

Rådgjerder. Rasespesifikk resistens i kveite og bygg har vore nytta i foredlingsarbeidet i mange land. Vik (1938) skreiv at han fann mjøldoggresistente linjer i vårkveite-sorten Ås I. På felt med sterke mjøldoggangrep var desse reine for mjøldogg. Kryssingar med denne resistente linja ga vårkveitesortane Ås II og Fram I og II som vart mykje

dyrka i mellomkrigsåra og under andre verdskrig. Men nye rasar av mjøldogg utvikla virulens på sortane. Tilsvarande røynsler har foredlarane frå bruken av rasespesifikk resistens i andre sortar. Danskane har sendt ut byggsortar med resistensen frå ulike kjelder. Sjølv om rasespesifikk resistens har relativt kort levetid, gir han effektivt vern så lenge det varer. Den rasespesifikke resistensen har oftast monogen nedarving og hypersensitiv reaksjon.

I den seinare tid har det vore stor interesse for uspesifikk mjøldoggresistens som har ein kvantitativ nedarving. Det er ikkje samspel mellom sortar av vertplanten og mjøldoggrasar. Reaksjonen er vanskelegare å avlese i smitteforsøk enn den meir dramatiske rasespesifikke resistensen. Det gjer seleksjonen vanskeleg. I foredling av bygg og kveite i Norge blir det nå satsa mest på uspesifikk resistens. Medan rasespesifikk resistens er lett å avlese som angrep eller ikkje angrep, så kan uspesifikk resistens kome av redusert konidieproduksjon, færre infeksjonar eller lengre infeksjonssyklus. Totalt vil uspesifikk resistens bremse farten på mjøldoggepidemien i åkeren.

Vårsådd kveite blir ofte smitta frå mjøldogg som har overvintra på haustkveite. Dette er viktig å ta omsyn til i planlegginga av vekstskiftet på ein gard. Mange forsøk har vist at sterk nitrogengjødsling gir større avlingstap på grunn av mjøldogg i korn. Fosfor har positiv verknad ved å gjere plantene mindre utsette for mjøldogg. Fig.20.

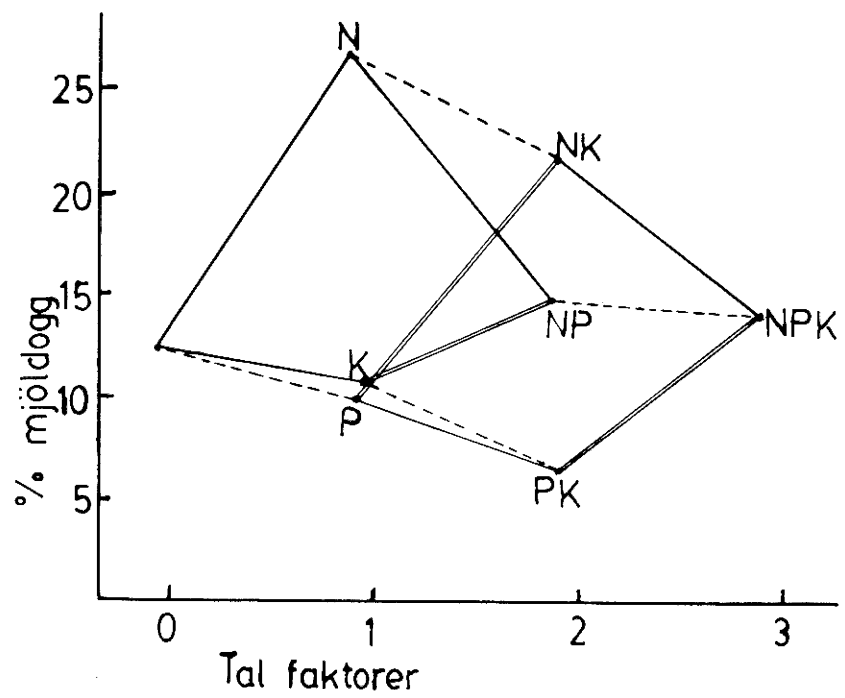


Fig. 20. Mjøldoggangrep på vårkveite i faktorielt gjødslingsforsøk.

BYGGBRUNFLEKK

Pyrenophora teres, Loculoascomycetes

Drechslera teres, Hyphomycetes

(syn. Helminthosporium teres)

Soppen er heterothallisk. Konidiestadiet er vanleg å finne i bygg. Grupper på to, tre, eller fleire enkle konidioforar veks fram frå infiserte blad. Konidioforane er rette eller krokete, opptil 200 μm lange. Konidiane er rette, sylindriske, avrunda i endane, hyaline til stråfarga, oftast med 4-6 septa, 90-120 x 19-21 μm . Fig. 2.

Vertplanter. Bygg er den viktigaste vertplanta, men soppen er funnen på kveite, havre og andre planter i grasfamilien. I smitteforsøk er det mogeleg å smitte alle kornartene, men i praksis er det berre i bygg at soppen gjer skade. Byggbrunfleck er utbreidd over heile verda, og han er funnen i dei fleste land med byggdyrking.

Patogenese. Frå ubeisa, smitta såkorn kan soppen vekse inn i det første varige bladet inne i koleoptilen. Sporulering på dei første blada gir inokulum til seinare infeksjonar. På tilsvarande måte sporulerer soppen på infiserte restar av blad og strå i jordoverflata. Konidiar kan spire med ein konidiofor og gje sekundære konidiar. Konidiar som landar på mottakelege byggblad spirer med ein kort spiretråd som utvidar seg til eit appresorium i enden. Infeksjonen er direkte gjennom veggen i epidermiscellene, og soppen veks inn i mesofyllcellene i bladet.

Symptom. Det finst to rasar av byggbrunflekkssoppen. Fig. 22. Nettflekk-rasen har vore kjent lenge. Den framkallar langsgående, brune bladflekke med eit karakteristisk nettmønster på langs og tvers av bladplata. Omkring flekkene er det ofte ei sone med klorotisk vev. Flekkene kan bli til lange striper i bladplata, men dei blir aldri samanhengande frå bladplata og nedover bladslira slik som i stripesjuke.

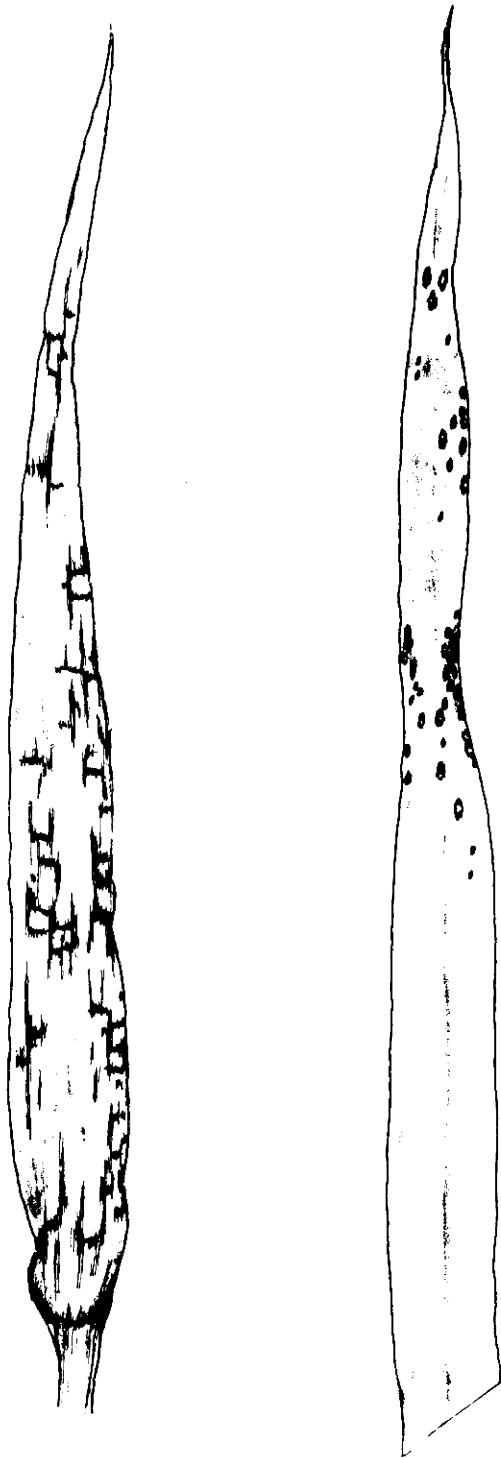


Fig.22. Nettfleck- og brunfleck-
symptom på bygg smitta
med Pyrenophora teres.

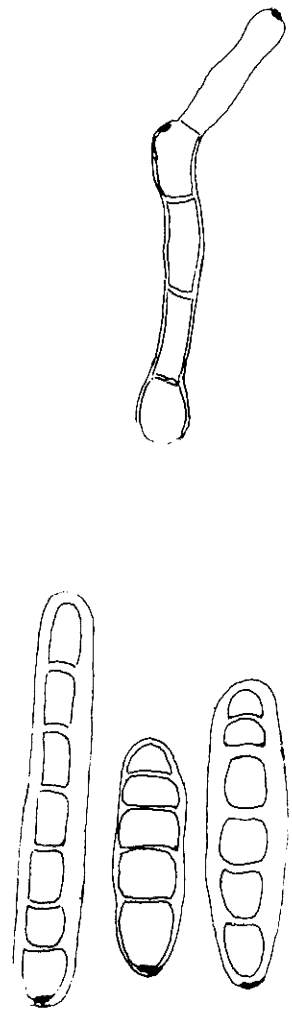


Fig.21. Konidiofor og
konidiar av
Drechslera
teres, 500 x.

Brunflekkrasen lagar ovale flekker som manglar nettmønster. Omkring flekkene er det ofte ei sone klorotisk bladvev. Magnus (1970) viste at denne rasen var vanleg på bygg i Norge. Mäkelä (1975) fann at rasen var vanleg i Finland. Utanom Norden er det få meldingar om denne rasen av bygg-brunfleck.

Smedegaard-Petersen (1976) undersøkte det genetiske grunnlaget for desse to rasane. Han fann at nettfleck og brunfleck blir styrt av kvart sitt gen, og at desse to gena ikkje er kopla. Eit tredje gen nær kopla til genet for brunfleck styrer stripesjuke framkalla av P. graminea. Det kan difor med ein viss rett stillast spørsmålsteikn ved å skilje dei to artene, P. teres og P. graminea.

Epidemiologi. Primærsmitte kan kome både frå såkorn og infiserte planterestar i åkeren. I fuktig mikroklima veks det fram konidioforar og konidiar som kan bli frigjorte ved vasssprut eller ved at dei blir fanga opp av turbulent luft frå dei relativt lange konidioforane. Magnus (1970) viste at ved optimale vilkår treng soppen omtrent 9 døgn frå spreieing av konidiar til ny sporulering. Den gjennomsnittlege spreieingsdistansen på ein infeksjonsperiode var 1 m ved vasssprutspreieing. Konidiespreieing over større avstandar må ein og rekne med.

Den epidemiologiske betydningen av ascosporane er mindre kjent. Både i Norge og i Danmark er det funne modne pseudo-perithecia med ascosporar om våren. Ascosporane blir frigjorte ved aktiv sporekasting og vil kunne bli ført med turbulent luft over relativt store avstandar. Auken i angrepa av byggbrunfleck på 60-talet har truleg samanheng med omlegginga til meir einssidig byggdyrking. Det viser og at overvintra planterestar har stor betydning som primærsmitte.

Rådgjerder. Fleire granskingar har vist at resistens mot byggbrunfleck ligg i fleire dominante gen. Ufullstendig dominans er det og døme på. Resistensgen er lokalisert på tre ulike kromosom i bygg. I byggsortar frå Manchuria,

Etiopia og Tyrkia er det identifisert fleire resistensgen. Miljøet har betydning for verknaden av visse resistensgen. Det ligg godt tilrette for resistensforedling mot bygg-brunflekk.

Vekstskifte i minst to år saman med beising av såkornet er den mest effektive rådgjerda mot byggbrunflekk. Fjerning eller brenning av halm, og god og djup pløying kan redusere smittetrykket. Ingen av dei sprøytemidla som er godkjente i Norge i 1982 har god nok virkning mot byggbrunfleksoppa.

STRIPESJUKE

Pyrenophora graminea, Loculoascomycetes

Drechslera graminea, Hyphomycetes

(syn. Helminthosporium gramineum). Ascusstadiet er ikkje funne i Norge.

To til fem rette eller krokete konidioforar opptil 250 μm lange, veks fram i knippe. Konidiane er rette eller svakt bøygd, sylindriske, men ofte tjukkast i basalenden, 1-7 septa, 50-80 x 18-20 μm . Sekundære konidioforar med sekundære konidia kan vekse fram frå apikalcellene eller basalcellene på konidiane. Fig. 23.

Vertplanter. Bygg og andre Hordeum-arter er mottakelege for stripesjukesoppa. Andre kornarter kan smittast, men i praksis er bygg einaste vertplanta. Overalt der bygg blir dyrka i verda er stripesjuke ein vanleg sjukdom. Beising av såkornet har redusert problema med stripesjuke.

Patogenese. Frå hyfer i agnene og mellom inneragnene og kornet veks soppa inn i koleoptilen i spiringa. Kornplanta er mest mottakeleg før koleoptilen veks ut frå agnene på kornet. Frørota kan og bli infisert, og soppa kan vekse frå rota og opp i planta. Frå koleoptilen veks soppa inn til basis av det første bladet og ei lys stripe i bladet blir til ved at soppa veks saman med lengdeveksten av bladet. Det andre bladet blir så smitta ved at soppa veks inn

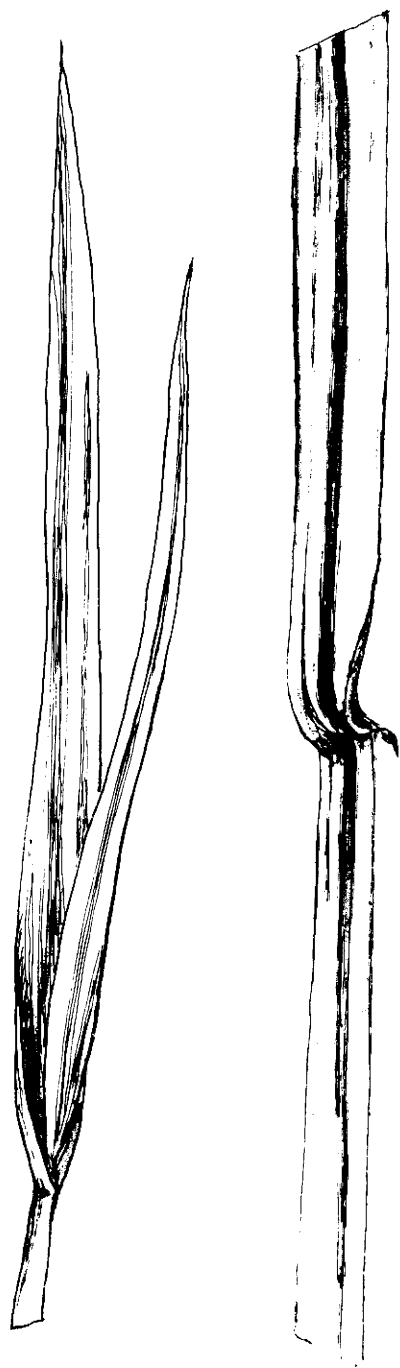


Fig.24. Byggplante med stripesjuka framkalla av Pyrenophora graminea.

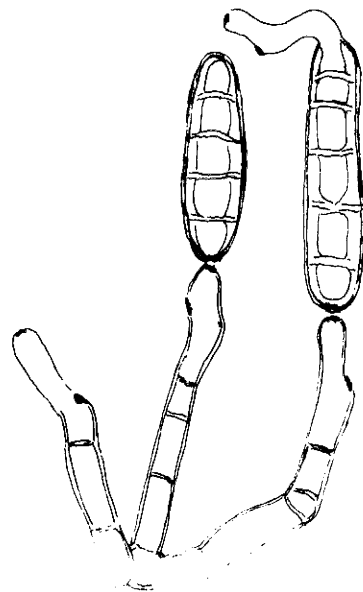


Fig.23. Konidiofor med konidiar av Pyrenophora graminea.

gjennom første bladet til basis av det andre bladet, og på liknande måte blir dei andre blada infiserte. Det kan difor diskuteras om soppen eigentleg er systemisk. Plantene vil såleis ha hyfer av soppen i striper i unge bladslirer og bladplater.

Symptom. Sterke angrep kan føre til at spirene døyr. Oftare kjem dei første symptoma som klorotiske eller gule langsgående striper som følgjer nervene i bladplater og bladslirer. Fig. 24. Stripene blir seinare brune og bladplatene blir oppflisa. Alle blad på ei plante blir oftast angrepne.

Korna i aksa blir ikkje mata, og ofte blir snerpa sitjande fast i bladslira slik at akset ikkje kjem skikkeleg fram i skytinga. Fram mot gulmodning i åkeren er angrepne planter temmeleg brune og visne, slik at dei ikkje synst om ein ikkje ser nøye etter.

Epidemiologi. I angrepne blad blir det produsert store mengder konidiar som blir vindspreidde. Spreiinga av soppen går føre seg i blomstringa, og soppen etablerer seg i inneragna. Den eigentlege infeksjonen av frøplanta startar når kornet spirer, og temperaturar mellom 10 og 16 C favoriserer infeksjonen og utviklinga av soppen i den nye kornplanta. I norske forsøk har det på ein vekstsesong vore ein tredobling av angrepsgraden ved bruk av ubeisa, smitta såkorn.

Sekundærsmitte på blad frå konidiar kan forekome, men det betyr lite for spreinga. Ascus-stadiet av soppen er sjeldan funne i naturen, og det har truleg liten epidemiologisk betydning.

Rådgerder. Det fins god stripesjukeresistens i mange bygg-sortar. To-radsbygg er gjennomgåande meir resistent mot stripesjuke enn 6-radsbygg. I infeksjonsforsøk har 'Møyar' vore resistent mot alle norske isolat av stripesjuker-soppen, men det finst danske isolat som er patogene på 'Møyar'.

Beising av såkornet med organiske kvikksølvpreparat hadde omtrent eliminert stripesjuka i dei viktigaste korndyrkingsområda i Norge. Redusert beising frå slutten av 60-talet gjorde at det vart vanlegare å finne stripesjuka i bygg. I 1980 vart det konstatert resistens mot organiske kvikksølvbeisemiddel i mange isolat av stripesjukesoppen (Magnus 1981). Det systemiske beisemiddelet imazalil har god effekt både på kvikksølv-resistente og andre isolat av soppen.

KVEITEAKSPRIKK

Leptosphaeria nodorum, Loculoascomycetes
Septoria nodorum, Coelomycetes.

Pseudoperithecia er kuleforma, mørk brune, 150-200 μm , med tjukk vegg av pseudoparenkymatiske celler. Asci har bitunicat vegg og måler 47-65 x 8-10 μm . Ascosporene er lysbrune, med tre septa, og måler 19-22 x 4 μm . Pyknidia sit nede i bladvevet, måler 140-200 μm i diameter. Konidiane er hyaline, rette til litt bøygd, mest 3 septerte, og måler 22-30 x 2.5-3 μm .
 Fig. 25.

Vertplanter. Soppen gjer mest skade på kveite, men det kan og bli sterke angrep på bygg. Soppen er funnen på arter innan mange andre slekter i grasfamilien, som til dømes Dactylis, Deschampsia, Elytriga, Festuca og Poa. Det er ei viss spesialisering til slekter i grasfamilien innan soppen.

I alle land med kveitedyrking av noko omfang er soppen kjent som vanleg årsak til avlingstap. Kraftige epidemiar har ført til 50% avlingsreduksjon i Mellom-Europa.

Patogenese. Soppen kan vekse direkte gjennom kutikula og epidermis, eller infeksjonen kan gå føre seg gjennom spalteopningane. Soppen veks i mesofyllcellene og produserer pyknidia. Cellene i kanten av flekkene dør på grunn av enzym og toksin som diffunderer ut frå sopphyfene.



Fig.26. Kveiteblad med symptom på kveiteaksprikk.

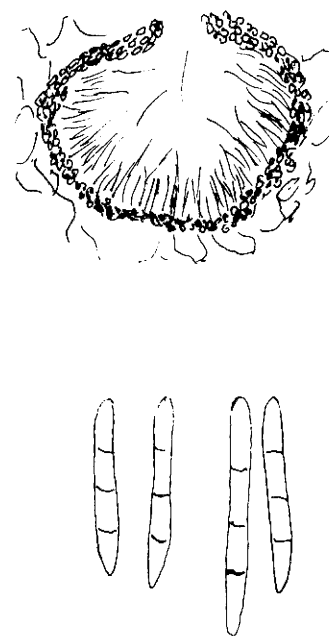


Fig.25. Pyknidium og konidier av Septoria nodorum.

Symptom. Soppen framkallar avfarga til brune flekker på blad og bladslirer. Fig. 26. Omkring flekkene kan det bli klorotiske soner. Enkeltflekker kan vekse saman til store, gråbrune felt med uttørka bladplate og visne bladspissar. Fargen blir brunare med alderen på flekkene, og pyknidia blir synlege som svarte prikkar. På agnene blir det utvikla tilsvarande flekker med pyknidia. Øvre del av strået kan bli gråbrunt og morkne. Akset kan bli svartfarga av svertesoppar. Ved sterke angrep kan det bli redusert tusenkornvekt og med det avlingstap. Bruk av ubeisa, sterkt smitta frø kan gi svekka, forkrøpla spirer med brune flekker og dårleg utvikla planter.

Epidemiologi. Soppen overlever både på planterestar og såkorn. I Canada er det vist at soppen kan overleve opptil 7 år på kveitekorn. I USA har pyknidia av soppen overlevd 18 mnd. i planterestar i åkeren. Kveiteaksprikk-soppen er ein typisk vasssprut-spreidd organisme. Konidiane tyt ut or pyknidia i periodar med vassfilm på overflata av plantene. Fritt vatn er nødvendig både for frigjering av konidiane og infeksjon av vertplanta. Ein infeksjonsyklus kan ta 5-7 døgn under optimale vilkår, men i kjøleg klima kan han vare mykje lengre.

Sterke angrep på blada kan gje dårleg mating og låg tusenkornvekt. Avlingsreduksjonen blir oftast størst i kveite. Haustkveitesortar blir til vanleg sterkare skadd enn vårkveite. Fig. 27.

Rådgerder. Vårkveitesortane 'Runar' og 'Reno' er relativt sterke, medan ein del nyare sortar med gen frå dei meksikanske dvergsortane er sterkt utsette for kveiteaksprikk. Beising av såkornet med organiske kvikksølvbeisemiddel har ein viss virkning, men det kunne vere behov for betre beisemiddel. Vekstskifte i to år er nødvendig. I dag (1982) har vi ingen sprøytemiddel som er godkjente i Norge med god nok virkning mot kveiteaksprikk.

KVEITEBLADSEPTORIA

Septoria tritici, Coelomycetes

Kveite og rug er mottakeleg for S. tritici, men bygg og havre er ikkje vertplanter. Soppen er funnen i Norge, men han er ikkje vanleg.

Kuleforma, gulbrune, seinare svarte pyknidia, 80-150 μm sit nede i bladvevet. Konidia er hyaline og trådforma, med to eller tre septa, og måler 1,5-2 x 43-70 μm . Kveiteblad-septoria kan skiljast frå kveiteaksprikk på dei mørkare brune bladflekkene med svært tydelege svartfarga pyknidia.

HAVREBLADSEPTORIA

Leptosphaeria avenaria, LoculoascomycetesSeptoria avenae, Coelomycetes.

Kuleforma pyknidia måler 90-150 μm i diameter. Konidia er tresepterte, rette eller bøygde, 3-4 x 25-45 μm . Pseudo-perithecia måler 60-130 μm med tresepterte ascosporar, 4,5-6 x 23-28 μm .

Havre er viktigaste vertplanta, men visse grasarter er og mottakelege. Soppen er funnen i Norge, men han ser ikkje ut til å vere vanleg. Fig. 28. Bladflekkene framkalla av S. avenae er brune til purpurfarga og oftast ovale.

BYGGBLADSEPTORIA

Septoria passerini, Coelomycetes

Kuleforma pyknidia måler 70-140 μm i diameter. Konidiane er hyaline og sylindriske 26-42 x 1,5-2 μm . Soppen er funnen på bygg i Norge, men han er mindre vanleg på bygg enn S. nodorum. Fig. 29.

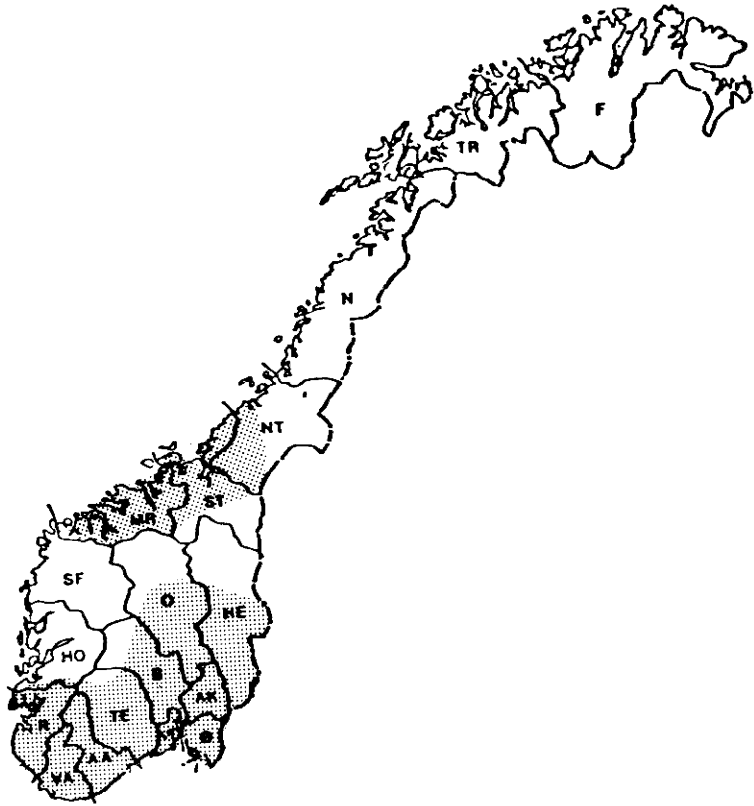


Fig. 27. Utbreiing av Septoria nodorum på bygg og kveite i Norge.

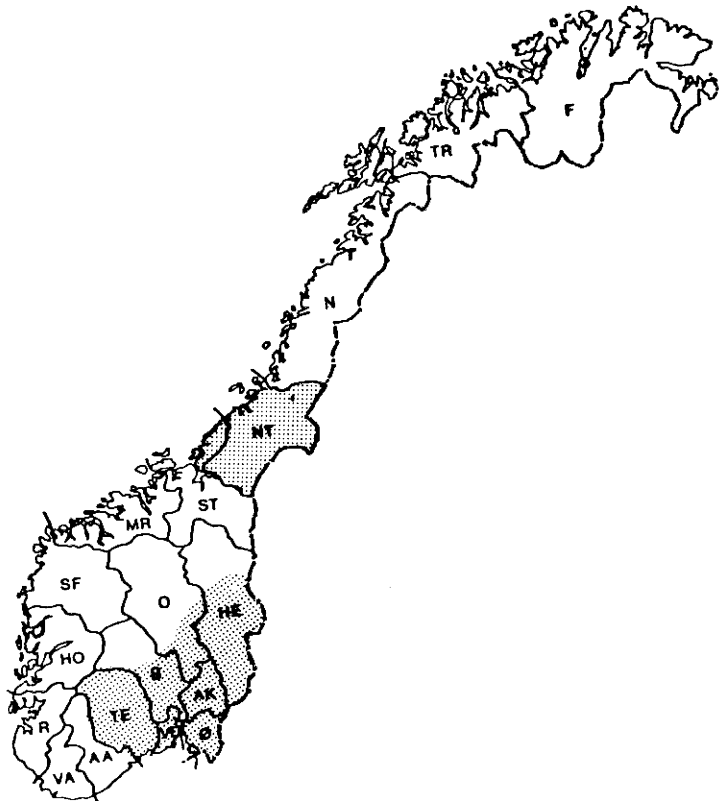


Fig. 28. Utbreiing av Septoria avenae på havre i Norge.

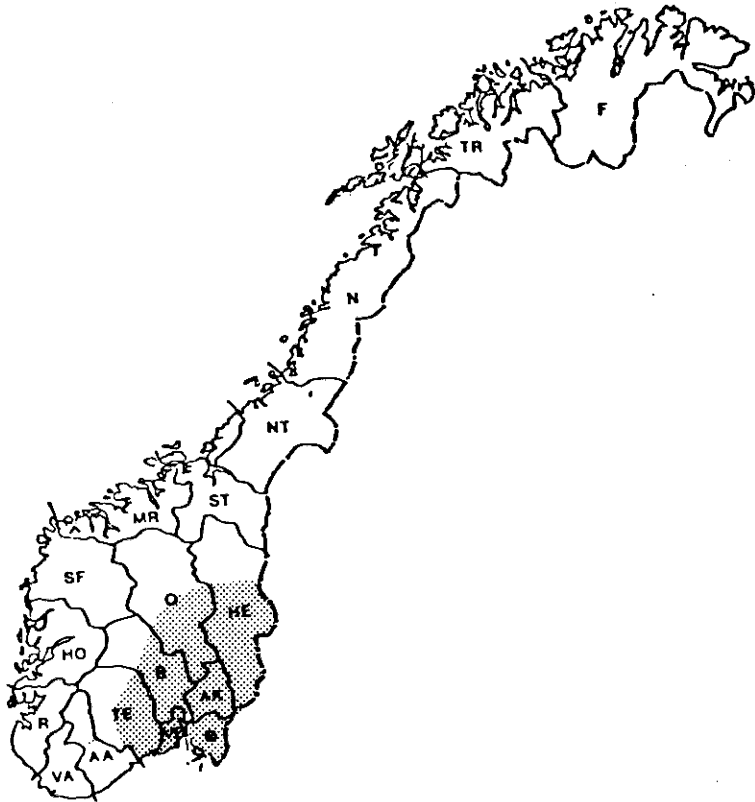


Fig. 29. Utbreiing av Septoria passerinii på bygg i Norge.

MJØLAUKE

Claviceps purpurea, Pyrenomycetes

Sphacelia segetum, Hyphomycetes

Frå eit sklerotium kan det vekse opp fleire, oftast 5-6, 5-25 mm lange stilkar med kuleforma stroma i spissen. Fig. 30. I stroma blir det utvikla mange perithecia som inneheld asci med trådforma, 50-76 x 0,6-0,7 μm ascosporar. Fig. 31. Ved høg luftråme blir det innan to-tre døgn etter infeksjonen utvikla konidiar 3,5-6 x 2,5-3 μm .

Vertplanter. Mjølauke er vanleg på mange grasarter. Angrepa er sterkast på lune vekseplassar. Rug er mest utsett av kornartene, men bygg, kveite, triticales og havre er og mottakelege. I arbeidet med å lage hybrid-sortar av kveite i USA har mjølauke vorte eit problem i han-sterile sortar som blir brukt i frøavl.

Hundegras, engrevehale, hestehavre, timotei, raudsvingel, engsvingel, engrapp og engkvein er grasarter som relativt ofte blir angrepne av mjølauke.

Tidlegare var mjølauke eit alvorleg problem i korn. Særleg i Aust-Europa med mykje rugdyrking var det forgiftningar av folk og husdyr. Forbetringar i rensemaskinane for såkorn har redusert faren for å så mjølauke saman med kornet. Men mjølauke kan smitte frå gras over til korn. Rug har kryss-pollinering og opne agner i blomstringa. Difor er rug meir utsett enn sjølvpollinerande kornarter. Det er omtrent berre i rugåkrane at vi finn mjølauke i dag. Heller ikkje i rug er mjølauke noko helsemessig problem lenger. Men så seint som i femtiåra var det tilfelle av mjølaukeforgiftningar på menneske i USA.

I grasfrøavl kan det vere så sterke angrep av mjølauke at det reduserer avlingane. Andersen (1976) skreiv at det har vore store avlingstap i frøavl av timotei på forsknings-

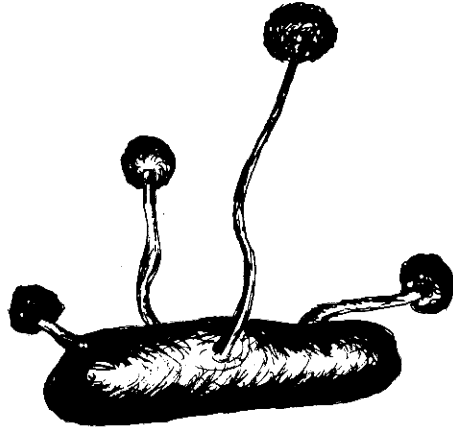


Fig.30. Sklerotium av Claviceps purpurea har spirt og utvikla fire stroma.

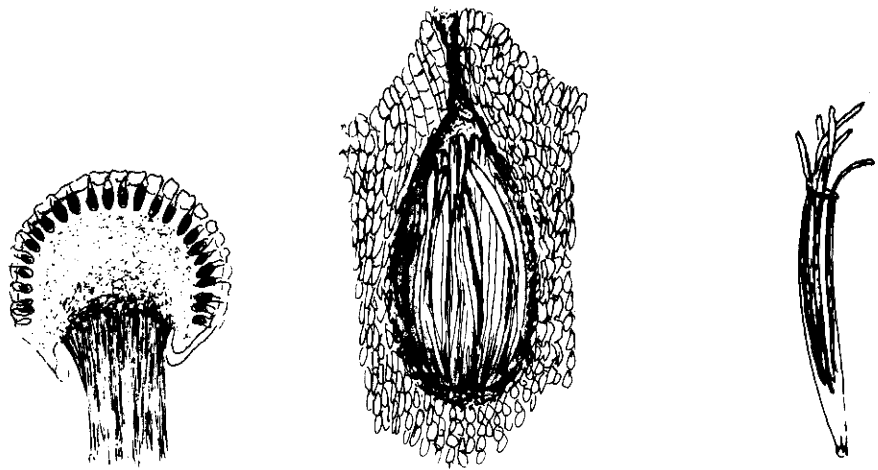


Fig.31. Stroma, perithecium og ascus med ascosporar av Claviceps purpurea.



Fig.32. A. Rugaks med mjølaukesklerotiar.

B. Mjølaukesklerotiar
frå raudsvingel.
(Foto I.L. Andersen)

stasjonen Holt i Tromsø. Mjølaukeforgiftningar av beitedyr har det vore ganske nyleg i Rogaland.

Patogenese. Mjølaukesoppen overvintrar som sklerotia på og i jordoverflata. Om våren veks det opp eit kuleforma, stilka stroma med perithecia. Temperaturar i området 9-15 C er optimale for spiringa av sklerotia. Ascosporar blir kasta i blomstringa til vertplanta. Blomsten er mottakeleg berre ein kort periode, og det er difor viktig med ei god synkronisering av sporefrigjering og blomstring. Arter og sortar med opne agner er mest utsette for mjølauke.

Ascosporane spirer på arret eller utanpå fruktknuten og veks snart gjennom heile fruktknuten. Konidioforar gror fram i eit lag utanpå fruktknuten og produserer små, eincella konidiar i eit sukkerhaldig eksudat. Dette trekker til seg fluer og andre insekt som fører konidiane til andre blomstrar på same plante eller på andre planter. Konidiespiring framkallar infeksjonar i nye fruktknutar. Fruktknuten blir snart omdanna til eit sklerotium som stikk ut or agnene og blir ein god del større enn frøa på vertplanta. Fig. 32.

Epidemiologi. Veret i blomstringa er avgjerande for mjølaukeinfeksjonen. Kaldt og fuktig ver fører til at blomstringa varer lengre og vilkåra for infeksjonen blir betre. Sklerotia kan kome med i korn og grasfrø sådd ut med såkornet. Dei vil og kunne dette ut or akset før eller i haustinga.

Rådgjerder. Godt rensa såkorn og såfrø har redusert problema med mjølauke. Åkerkantar kan vere smittekjelde, og det har i forsøk vore vist at bruk av herbicid på grasvegetasjon i åkerkantane har redusert infeksjonen av mjølauke.

GRÅ ØYEFLEKK

Rhynchosporium secalis, Hyphomycetes

Subkutikulært mycel utviklar stroma som produserer konidia uten tydelege konidioforar. Dei hyaline, dolkforma konidiane, med eit septum, måler 11-35 x 3-5 µm. Fig. 33.



Fig.34. Symptom på grå øyeflekk på byggblad.

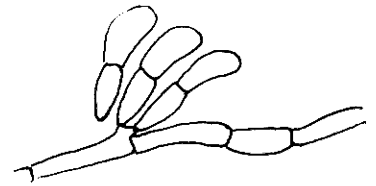


Fig.33. Konidiar av Rhynchosporium secalis, 1000 x.



Fig.35. Symptom frankalla av Rhynchosporium secalis på agn i byggaks.

Vertplanter. I Norge er bygg den økonomisk viktigaste vertplanta, men vi kan finne angrep på rug, bladfaks og andre grasarter. Andre Bromus-arter og gras i slektene Elytriga og Lolium kan og bli angrepne av R. secalis. Den nærstående arta R. orthosporum med sylindriske konidiar, gir liknande symptom i hundegras.

Sterke angrep av grå augefleck er mest årvisse i Trøndelag og i dalbygdene på Austlandet. Det er ikkje uvanleg med avlingstap på 15-20%. I nedbørrike strok er det ofte avlingstap i bygg på grunn av grå øyefleck. Deler av Vest-Europa, Nord-Amerika, Australia, Japan og andre asiatiske land med maritimt klima, har ganske årvisse angrep. I Kenya og andre Aust-Afrikanske land betyr grå øyefleck på bygg mest i høglendet over 2500 m over havet.

Patogenese. Etter spiring kan spiretråden greine seg slik at det veks fram fleire appresoria frå ein konidie. Infeksjonspiggen veks gjennom kutikula og hyfene greiner seg utover mellom kutikula og epidermis. Det er vist at R. secalis produserer toksin som påverkar epidermiscellene, og dei fell snart saman slik at soppen kan vekse gjennom epidermis ned i mesofyllcellene. Etter 8-9 døgn er skadane på mesofyllcellene så store at makroskopiske symptom blir synlege. Flekkene blir utvida ved radiær vekst av subkutikulære hyfer og kollaps av epidermis og mesofyllceller. Nye konidiar veks fram frå stromatisk soppvev under kutikula, og bryt gjennom kutikula etter som dei modnast.

Symptom. Bladplater, bladslirer, snerp og agner kan bli angrepne. Fig. 34. Dei første symptoma er vasstrekke, blågrøne flekker i bladplatene. Flekkene veks i diameter og blir avbleika og gråfarga i sentrum, med ein tydeleg mørk brun kant mot det friske bladvevet. I rug manglar den markerte kantsona i flekkene. Dei 1-2 cm lange flekkene er oftast ovale, men dei veks ofte saman til større felt, særleg i overgangen mellom bladplate og bladslire.

Epidemiologi. Smitte kan finnast på ubeisa såkorn, men infiserte planterestar er viktigaste kjelda for primærinfeksjonane om våren. Fritt vatn er nødvendig for sporulering. Ved skifting mellom tørt og fuktig ver kan det kome fleire generasjonar av konidiar frå same stroma. Optimal temperatur for sporespiring og infeksjon er 15-18 C og i dette temperaturområdet varer ein infeksjonssyklus 12-14 døgn. Konidiar produserte på planterestar og blad blir spreidde med vasssprut oppover plantene ettersom dei veks. I den nedbørrike juni månad 1981 var det sterke angrep på 3-4 blad stadiet i byggåkrar med rikeleg smittmateriale. R. secalis treng fritt vatn for sporulering og infeksjon. Vasssprut i regnver er viktigaste mekanismen for spreieing frå infiserte planterestar til nye kornplanter og vidare spreieing i vekstsesongen.

Heen (1982) undersøkte samanhengen mellom angrep av grå øyeflekk og byggavling i 18 søsterlinjer i bygg og han fann denne samanhengen.

$$\text{Kg/da} = 610 - 3,42 \times \text{angrepsprosent}, r = -0,89.$$

Det vil seie at med ein 10% auke i angrepsgraden vil avlingsnivået gå ned omtrent 35 kg/da. Dette tilsvarar omtrent det som er funne i sprøyteforsøk med grå øyeflekksoppen.

Grå øyeflekksoppen overvintrar i infiserte restar av blad, bladslirer og strå. Det er døme på at soppen i plantemateriale har vore i stand til å produsere konidiar andre våren etter dyrking av bygg. Eit omløp med to år utan bygg er difor nødvendig for å bli kvitt smittkjelder i planterestar. Soppen kan og vekse inn i agnene og har såleis ekte frøsmitte. Fig. 34.

Rådgerder. Seksradsortane av bygg er generelt meir mottakelege enn toradsbygg. 'Gunilla' er døme på ein temmeleg mottakeleg toradsort. Vekstskifte i to år saman med beising av såkornet er det mest effektive middel mot grå øyeflekk. Sprøyting kan vere aktuelt ved sterke angrep før aksskyting.

Verknaden av ei sprøyting med eit systemisk middel varer omlag tre veker, og det kan vere aktuelt å sprøyte to gonger om angrepet startar tidleg og ein kald og fuktig vertype held fram.

Råde rasespesifikk og uspesifikk resistens mot grå øyeflekk-soppen er kjent i bygg. I ein undersøkelse i Wales vart det identifisert 5 enkle resistensgen og 2 komplementære gen for resistens mot grå øyeflekk. I foredlingsarbeid her i landet blir det lagt mest vekt på uspesifikk resistens.

SNERPSOPP

Selenophoma donacis, Coelomycetes

Snerpsoppen produserer kuleforma pyknidia, 80-150 μm , med ostiole. Sigdforma, hyaline konidiar måler 16-30 x 2-3 μm . Fig.36.

Vertplanter. Bygg og andre Hordeum-arter og gras i slektene Dactylis, Elytriga, Poa og Phleum kan bli angrepne av snerpsopp. Soppen er utbreidd i fuktig og kjøleg klima i Vest-Europa, Nord-Amerika og Australia. I Norge er snerpsopp mest vanleg i kyststroka i Rogaland og Nordland. Fig. 37.

Symptom. Snerpsopp kan angripe både bladslirer, bladplater, strå og snerp. Sterke angrep på snerp av bygg kan gje eit brunskjer i åkeren. Bladflekkene er tydeleg avgrensa med ein skarp kant. I flekkene veks det fram rader av pyknidia som såvidt er synlege med auga. Fig. 38.

Epidemiologi. Konidiane av snerpsoppen blir spreidde med vasssprut. Ein vassfilm på planteoverflatene er nødvendig for både spreing og infeksjon. Både i korn og gras kan soppen ha frøsmitte. Relativt låg temperatur (10-15 C) er optimalt for sjukdomsutviklinga.

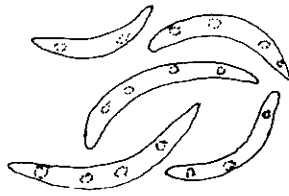


Fig.36. Konidiar av Selenophoma donacis,
1000 s.

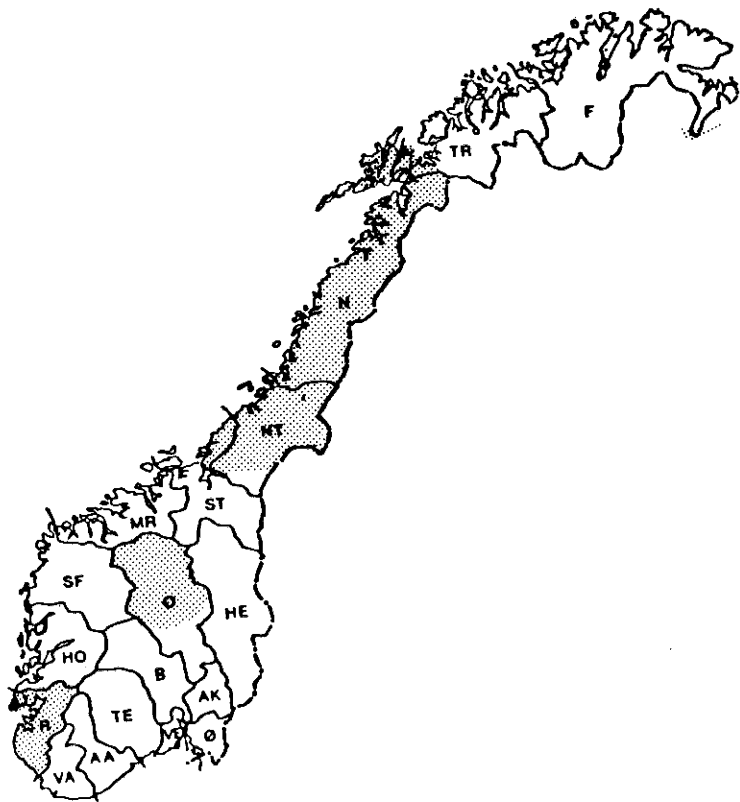


Fig.37. Utbreiing av Selenophoma donacis
i Norge.

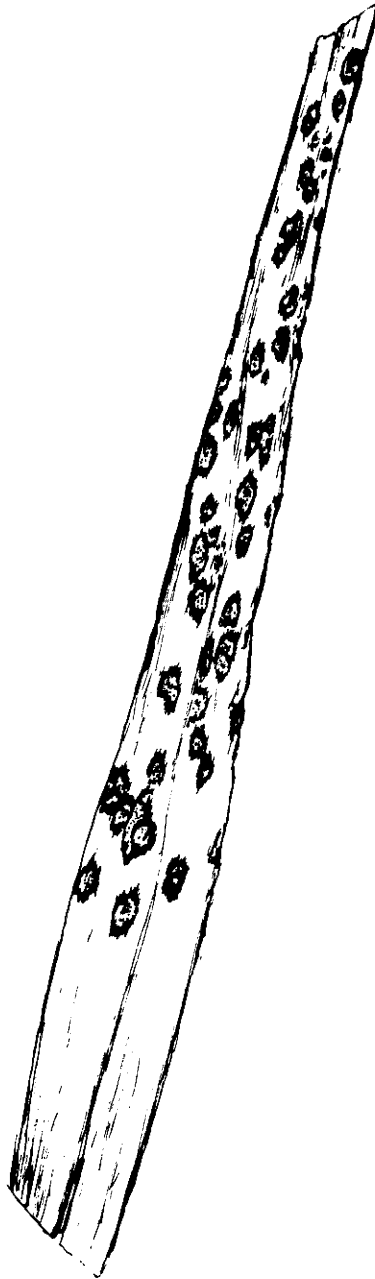


Fig. 38. Symptom framkalla av
Selenophoma donacis
i byggblad.

STRIPESJUKE I KVEITE

Cephalosporium gramineum, Hyphomycetes

Korte konidioforar ber konidiar i slimaktige dropar. Konidiane er ovale, eincella og måler 1-2 x 4-10 μm .

Ein ny sjukdom i kveite er stripesjuka, framkalla av den frispera konidiesoppen, C. gramineum. Soppen vart første gong identifisert på kveite i Japan i 1930. Sidan 1955 har sjukdomen vorte ganske vanleg på dei britiske øyane, og i fuktige, kjølege strok av USA og Canada. Rundt 1970 vart soppen funnen i Norge. Soppen er mest vanleg på kveite, men han er funnen på alle fire kornartene i Skottland. I USA er soppen funnen på ein del grasarter, og i smitteforsøk har isolata frå gras vore patogene på kveite.

Patogenese. Soppen kjem inn i frøplanter gjennom sår i perikarp eller frå rota. Soppen veks inn i ledningsvevet og spreier seg mest i vedvevet (xylem). Det blir produsert konidiar i vedcellene, og transporten i vedvevet kan bli hemma. Brunfarginga av vedceller i blad og bladslirer er eit karakteristisk symptom i ledningsvev med lite mycelvekst. Det kan tyde på at soppen produserer toksin som blir ført med væskestraumen i vedvevet.

Symptom. I åkeren syns dei lysegule, langsgåande stripene best i unge blad. Eldre blad blir avfarga og visnar tidleg. Bladstripene er oftast samanhengande frå bladplata nedover i bladslira, og kanten mellom dei gule stripene og den normale grønfargen på blada er uskarp. Eit blad kan ha ei eller fleire striper, og som oftast vil meir enn eit blad på same plante vise symptom.

Rådgjerder. Vi veit lite om utbreiinga og skaden av denne soppen i kveite her i landet, og rådgjerder er førebels ikkje aktuelle. Det er vist at soppen har frøsmitte, og det kan vere forklaringa på spreinga til nye distrikt. Soppen

overlever i infisert plantemateriale, og det er nok viktigaste smittekjelda. Sjølv om det er vist at soppen kan overleve i plantemateriale frå eit år til neste, har han sikkert avgrensa levetid. Vekstskifte saman med frøbeising er truleg effektive rådgjerder.

RUSTSOPPAR PÅ KORN

Rustsoppar på korn er årsak til nokon av dei viktigaste plantesjukdomane i verda. I alle dei viktige kveitedyrkingsområda i Nord- og Sør-Amerika, Europa, Asia, Afrika og Australia er det nesten årvisse angrep av svartrust eller gulrust. Avlingstapa på grunn av svartrust i kveite er rekna ut til gjennomsnittleg 10% av avlingane i verda. Sterke angrep kan gi mykje større avlingsreduksjonar.

I Norge kjem rustangrepa på korn oftast så seint i sesongen at dei har liten eller ingen verknad på avlingsnivået. Men det er døme på tidlege og sterke angrep som lokalt har resultert i store avlingstap.

Vertskifte hjå rustsoppene på korn. Dei vertskiftande rustsoppene på korn vekslar mellom vertplanter i gråsfamilien og vekselvertar i ein annan plantefamilie. Vertskifte hjå svartrust er eit typisk døme. Fig. 39. Uredosporane er vindspreidde. Infeksjon frå uredosporane resulterer i produksjon av nye uredosporar og teleutosporar veks fram mot slutten av veksttida. Teleutosporane er i kvile i restar av strå og blad til neste vår. Kvar av dei to cellene i teleutosporane spirer med eit basidium med fire haploide basidiesporar. Basidiesporane blir vindspreidde, og om dei landar på berberisblad, vil dei kunne spire og framkalle infeksjon. Berberisblada er mottakelege berre dei første 12 døgn etter at dei er utvokste. Etterpå blir kutikula for tjukk for infeksjonen. Etter infeksjonen blir det produsert pyknia i mesofyllcellene i bladet.

Kanadiaren Craigie viste i 1927 at svartrust er heterothallisk. Dei fire basidiesporane på eit basidium høyrer til to ulike kryssningstypar. Befrukning av eit pyknium med pykniesporar av den andre kryssningstypen eller hyfekontakt inne i bladet, vil starte det dikaryotiske stadiet. På undersida av berberisbladet veks det fram tørre aecidiesporar i kjedar i eit koppliknande aecidium. Aecidiesporane blir spreidde med vinden, og dei kan berre infisere gramineverten.

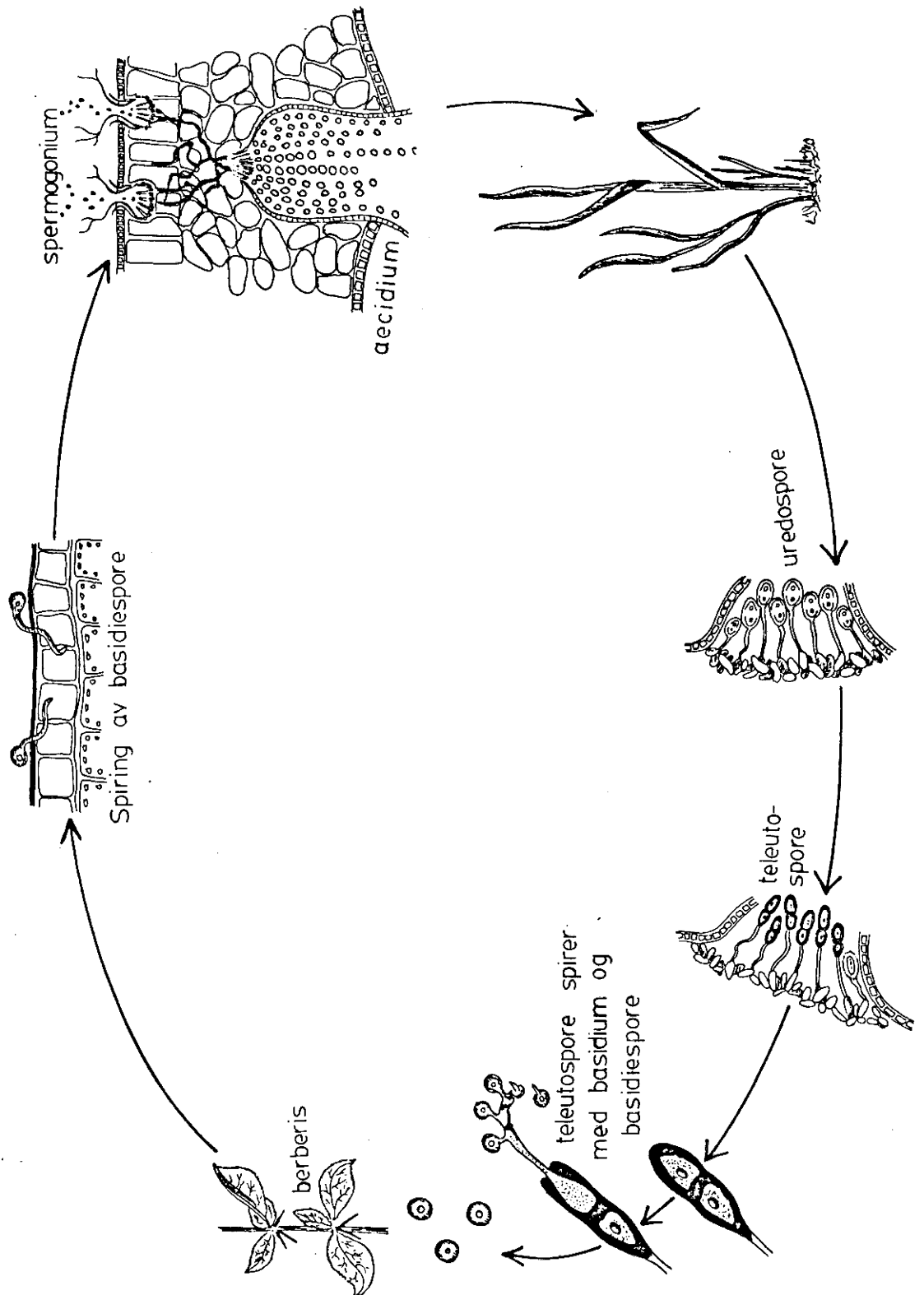


Fig. 39. Livssyklus av svartrøst, *Puccinia graminis*.

Spesialisering. Rustsoppar er biotrofe parasittar. I laboratoriet har rustsoppar vorte dyrka på kunstig substrat, og det har vore mogeleg å framkalle sporulering på dyrkingsmedia. I naturen er det berre levande planteceller som kan gje vekst og sporeproduksjon av rustsoppar. Dei fleste rustsoppar er sterkt spesialiserte til vertplantene sine. Arta er basert på morfologiske kriteria.

I 1904 fann svensken Eriksson at innan ein morfologisk einsarta rustsopp finst det spesialiserte former på vertplanteslektene. Eriksson innførte noko nytt i botanisk nomenklatur då han kalle desse spesialiserte typane formae specialis (forkorta f.sp.). Innan svartrust, Puccinia graminis, har vi såleis f.sp. avenae, f.sp. secale og f.sp. tritici. Både f. sp. secalis og f.sp. tritici kan angripe bygg. Det finst former på bygg som ikkje går på dei andre slektene av korn, men det er ikkje laga nokon spesialisert form for dei.

Innan kvar f. sp. er det mogeleg å identifisera typar etter patogeniteten på sortar av vertplantearta. Dette vart første gong vist av Stakman i Minnesota, USA, i 1914, og særleg f. sp. tritici har vorte delt opp i mange sokalla fysiologiske rasar. skilnaden mellom fysiologiske rasar ligg i virulens på gen for resistens i vertplanta. For å identifisere fysiologiske rasar er det nødvendig å gjere smitteforsøk med eit standard sett av testplanter. For at fysiologiske rasar skal vere eintydige over landegrensene, er det internasjonalt samarbeid og utveksling av testsortar.

Patogenese. Fritt vatn er nødvendig for spiring, både av basidiesporane, aecidiesporane og uredosporane. Basidiesporane av rustsoppene på korn og gras utviklar spiretråd som veks direkte inn gjennom kutikula, medan spirehyfene frå aecidiesporane og uredosporane veks inn gjennom stomata. Så snart hyfene er nede i det sub-stomatisk romet produserer dei haustoria i mesofyllcellene. Om det er kompatibel reaksjon, med andre ord at vertplantecellene er mottakelege for den rustsoppen som er i ferd med å etablere seg, vil

næringsopptak kome i stand på få timar. Om det er ein ikkje-kompatibel resistensreaksjon, vil både vertcellene og haustoria raskt dø, og ein liten nekrotisk flekk kan bli synleg på bladet.

Resistens. På det nordamerikanske kontinentet er dei godt fornøgde om ein resistant sort har ei levetid på 10-15 år. Likevel er det svært rentabelt å drive resistensforedling. Foredlaren må ligge eit par steg føre soppen og sørge for at han stadig har andre resistensgen i reserve enn gena som er i dei mest dyrka sortane.

Geografisk fordeling av resistensgen eller "multiline", det vil seie sortar som eigentleg er blandingar av fleire reine linjer med kvar sine resistensgen, kan vere løysingar på problemet. "Slow rusting" er ei anna løysing. Det blir no arbeidd intenst for å finne fram til linjer som har den eigenskapen at dei bremsar epidemien utan eigentleg å vere absolutt resistente.

Oversikt over rustsoppar på korn

Rustsopp	Graminevert	Vertskifte
Svartrust	Bygg, havre, kveite, rug	Berberis spp., obligat
Kronrust	Havre	Rhamnus cathartica, "
Brunrust	Kveite, rug + mange grasarter	Anchusa spp., fakultativt
Dvergrust	Bygg	Ornithogalum umbellatum "
Gulrust	Bygg, kveite, rug + mange grasarter	Ukjent

SVARTRUST

Puccinia graminis, Teliomycetes

Pyknia i oransje flekker på bladoversida. Aecidia i små grupper på undersida av blad, på bladstilkar og bær. Aecidiesporar kuleforma eller kanta, 16-24 x 15-20 μm . Uredosporar ellipsoide eller eggforma, 16-34 x 14-18 μm , gulbrun vegg og 3-4 ekvatoriale spireporer. Teleutosporane er kølleforma med avrunda eller butt topp, noko innsn rde ved septum, 35-68 x 12-35 μm . Veggen er brun. Øvre spirepore i toppen, nedre like under septum. Stilken er lang, gulbrun, fargelaus ved basis. Fig. 40.

Vertplanter. Alle dei fire kornartene er mottakelege for svartrust. Dessutan er svartrust ein av dei vanlegaste rustsoppene på gras. Gj rum (1974) skriv at svartrust er funne på i alt 22 slekter i grasfamilien i Norge. Formene av svartrust på gulaks, vanleg hjartegras, sølvbunke og timotei er uavhengige av vertskifte med berberis.

Symptom. Svartrust går meir på str  og bladslirer enn dei andre rustsoppene på korn, men bladplater og aks kan og bli angrepne. Først produserer svartrusten brune uredosporehopar i lange striper på strå, bladslirer og bladplater. Med utviklinga av teleutosporestadiet blir stripene svarte. Til forskjell frå dei andre rustsoppene på korn, så bryt sporane av svartrust gjennom epidermis så snart dei er ferdig utvikla. Det er karakteristisk for svartrust at oppflisa restar av epidermis heng fast i kanten på stripene av sporehopar på str  og bladslirer. Fig. 41.

Epidemiologi. P  NJF-kongressen i Helsinki i 1929 heldt den finske professor Liro foredrag om svartrustproblemet i dei nordiske landa. Han nevnte at det hadde vore angrep av svartrust på gr nnforhavre ved Enare-sjøen. Dette l g fleire hundre km unna næraste berberis. Seksjonen for plantepatologi og landbrukszoologi, NJF, sette ned ein komité for å studere svartrustproblemet i dei nordiske landa, men det kom heller

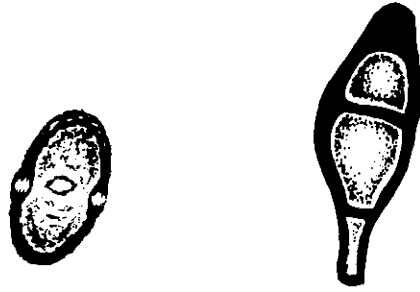


Fig. 40. Stilka teleutospore
og ustilka uredospore
av Puccinia graminis,
500 x.



Fig. 41. Svartrust fliser opp
epidermis når uredo-
og teleutosporene
bryt fram.

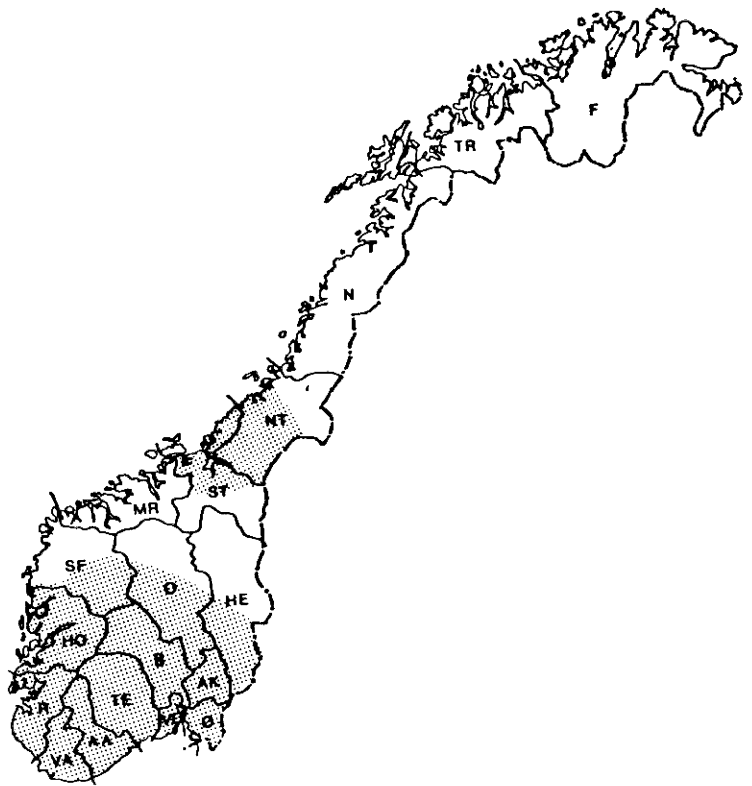


Fig. 42. Utbreiing av
svartrust på
bygg og kveite
i Norge.

lite ut av dette arbeidet. Det som syntes heilt klart, var at svartrustsoppen måtte ha kome luftvegen til Enare, og det som opptok plantepatologar i alle nordiske land, var om svartrust kunne kome luftvegen til andre delar av Skandinavia frå sørlegare land.

Jørstad (1951) skreiv at han aldri hadde funne svartrust i større avstand enn få km frå næraste forekomst av berberis. Dette tok han som eit bevis på at i vårt klima er svartrusta heilt avhengig av vertskifte med berberis for å kunne smitte korn etter overvintringa i teleutosporestadiet. Uredosporestadiet av svartrust kan ikkje overvintre i Norge.

Vidare tok Jørstad sine observasjonar som eit indisium på at luftspreiing av svartrust oftast berre var lokal. Men med sitt gode kjennskap til svartrustspreiing på andre kontinent, skreiv Jørstad at "Teoretisk skulle det ikke være noe i veien for at det kan komme smittestoff gjennom luften, f.eks. fra Nord-Europa, men som nevnt spredning av svartrust på denne måte kan umulig være alminnelig". Akkurat i 1951 kom eit luftspreidd svartrustangrep over heile Skandinavia. Til Norge kom angrepet seint. Det var forma av svartrust på kveite som i slutten av vekstsesongen kom innover Sør-Norge. Etterpå var det råd å rekonstruere utviklinga av ein epidemi som starta nede i Donau-bekkenet og enda i Norge. I september månad strøymde det inn prøver til Statens plantevern frå Austlandet oppover til Solør og Mjøsa-bygdene. Også i Trøndelag vart det konstatert angrep av svartrust på kveite i 1951 (Jørstad 1954).

Jørstad skreiv seinare at ein må tilbake til 1907 for å finne opplysningar om eit tilsvarande angrep av svartrust i Norge. Avlingane av kveite vart dårlege i mange distrikt i 1951, men svartrust skal ikkje ha all skuld for det. Våren var sein, og sommaren var uvanleg regnfull. I Vestfold vart det målt 250 mm nedbør i august månad. Dette var sjølvsagt svært gunstig for svartrust .

Rådgjerder. Svartrust ser vi oftast rundt lokale, ville eller planta berberis-busker. I 1916 fekk vi det første forbodet mot planting av mottakeleg berberis og dette har vorte innskjerpa seinare ved fleire revisjonar av plante-sjukdomslov og forskrifter. Dei forskriftene for innførsel som no gjeld er datert 5. januar 1972. I desse er det innført eit nytt prinsipp. Tidlegare hadde vi forbod mot import av mottakeleg berberis. I 1972 fekk vi eit generelt forbod mot import av berberis, med unntak av visse arter som er heilt resistente mot svartrust.

Desse artene er det lov å innføre: Berberis aggregata, B. dictyophylla, B. koreana, B. parvifolia, B. rubrostilla, B. Wilsonii, B. thunbergii + alle alltidgrøne berberisarter med unntak av Mahoberberis neubertii.

Ein korndyrkar kan forlange at berberis blir fjerna innan ein avstand på 300 m frå eigendomsgrensa. Andre meir direkte rådgjerder mot svartrust er ikkje aktuelle i Norge.

KRONRUST

Puccinia coronata, Teliomycetes

Pyknia på bladoversida, aecidia i tette grupper på bladundersida. Aecidiesporane er ellipsoide til avlange, 16-26 x 12-19 μm . Uredosporane er kuleforma til ellipsoide, 19-26 x 16-22 μm , svakt gulfarga, tett pigga, med mange spreidde spireporer. Dei brunsvarte teleutohopane er lenge dekte av epidermis. Teleutosporane er kølleforma, måler 34-60 x 15-18 μm , og har ei krone av fingerliknande piggar, opptil 12 μm lange. Fig.43.

Vertplanter. Kronrust er vanleg på havre og mange dyrka og ville græsarter. Fig. 44. Hestehavre, engsvingel, engkvein og rai gras er mest utsett. Den spesialiserte forma på havre har vertskifte med geitved (R. cathartica), medan både geitved og trollhegg (R. frangula) er mellomvert for forma av kronrust på grasartene.

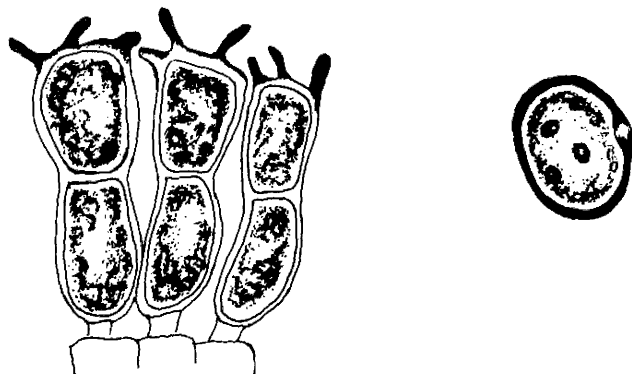


Fig. 43. *Tocella* teleutosporar
og eincella uredosporar
av *Puccinia coronata*.

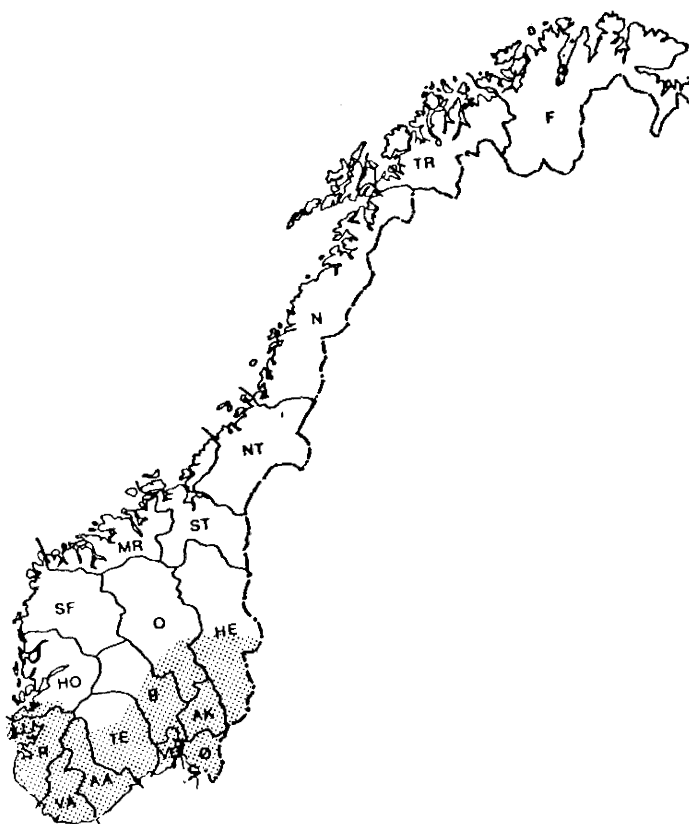


Fig. 44. Utbreiing av kronrust
på havre i Norge.

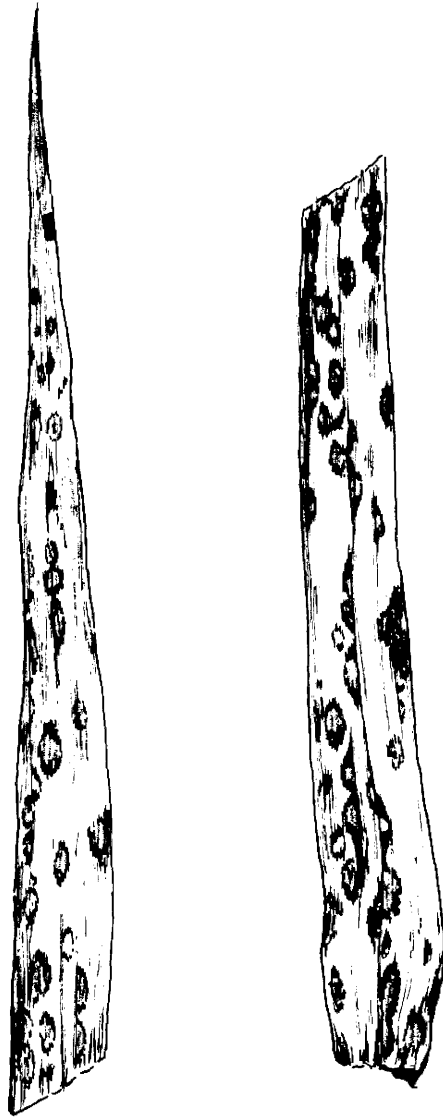


Fig. 45. Symptom av kronrust
på havre.

Kronrust er årviss i havre på Austlandet nordover til Solør og Mjøsa-bygdene. Dei fleste år kjem angrepa så seint at det blir liten skade.

Symptom. Kronrust syns først som spreidde, raudgule uredosporehopar på blad og bladslirer. Mørkfarga teleutosporehopar veks fram seinare, ofte i kanten på uredosporehopane, slik at det blir mørke soner omkring uredosporehopane.

Fig. 45.

Rådgjerder. Ein korndyrkar kan forlange at geitved blir fjerna innan ein avstand av 300 m frå eigedomsgrensa. Andre rådgjerder mot kronrust er ikkje aktuelle i Norge.

BRUNRUST

Puccinia recondita, Teliomycetes

Pyknia på bladoversida, aecidia på undersida i runde eller avlange grupper. Aecidiesporane er rundkanta, ellipsoide, 17-27 x 18-22 μm . Uredosporane er kuleforma til ellipsoide, 20-30 x 16-21 μm , med lysebrun vegg og mange spreidde spireporer. Teleutosporene er kølleforma eller sylindriske, tocella, avrunda i toppen, og noko innsnørde ved septum, 33-60 x 12-21 μm . Veggen er brun utan synlege spireporer. Fig. 46.

Vertplanter. Brunrust er ei vid samleart med mange spesialiserte former, som til dømes f. sp. tritici på kveite og f. sp. secalis på rug. Engkvein, kveke, engrevehale, hestehavre og andre grasarter har og sine spesialiserte former for brunrust. Brunrust kan ha vertskifte, men soppen er ikkje avhengig av det.

Symptom. Uredosporehopane er avlange og lysebrune til rustfarga. Dei finst mest på oversida av bladplata. Teleutohopane er svarte, og lagar lange striper lenge dekte av epidermis. Fig. 47.

Brunrust på kveite og rug er vanleg å finne sist på sommaren, men i Norge er det sjeldan så sterke angrep at det blir avlingstap. Fig. 48.

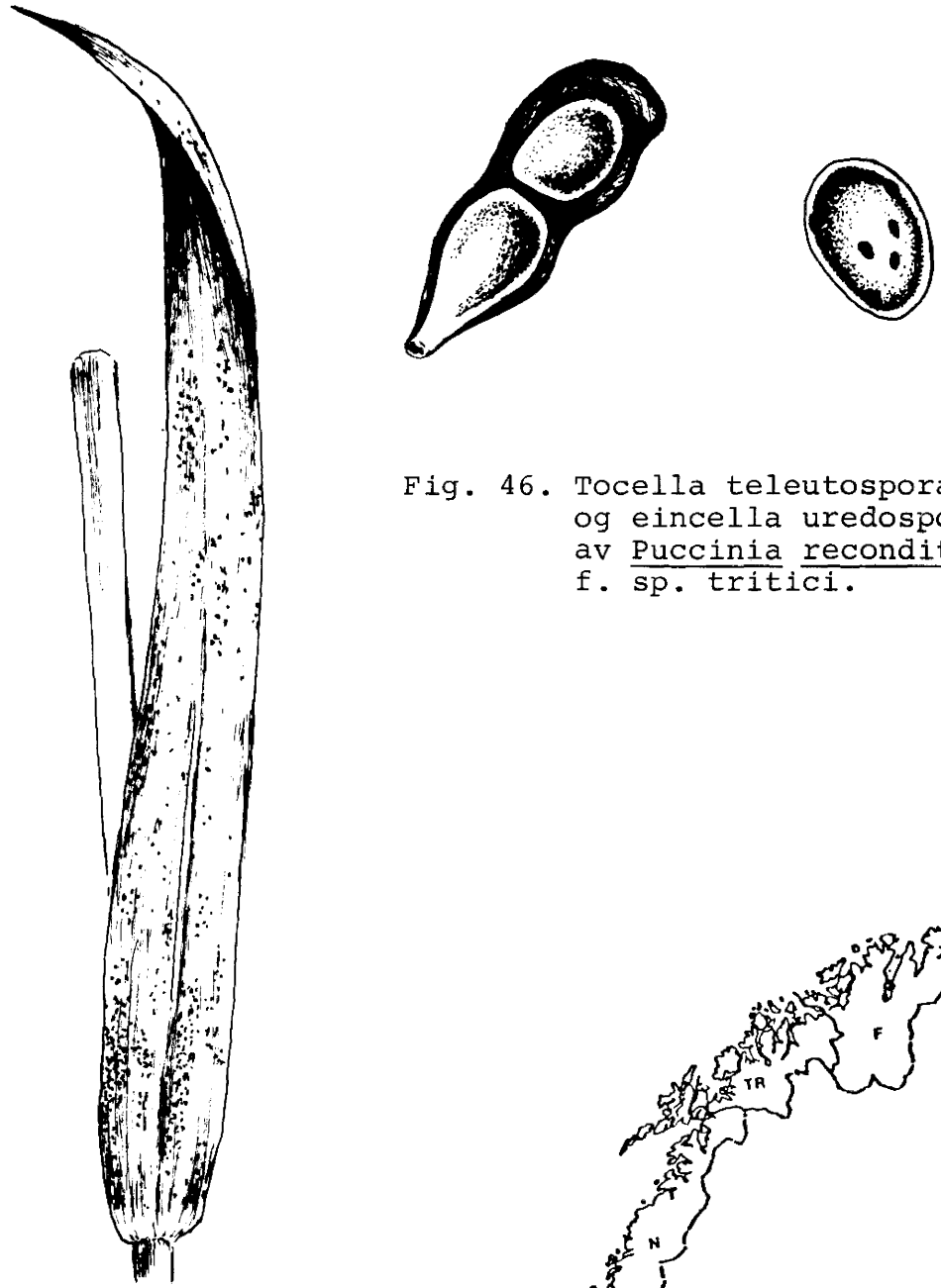


Fig. 46. *Tocella* teleutosporar og eincella uredosporar av *Puccinia recondita* f. sp. tritici.

Fig. 47. Symptom av brunrust på kveite.

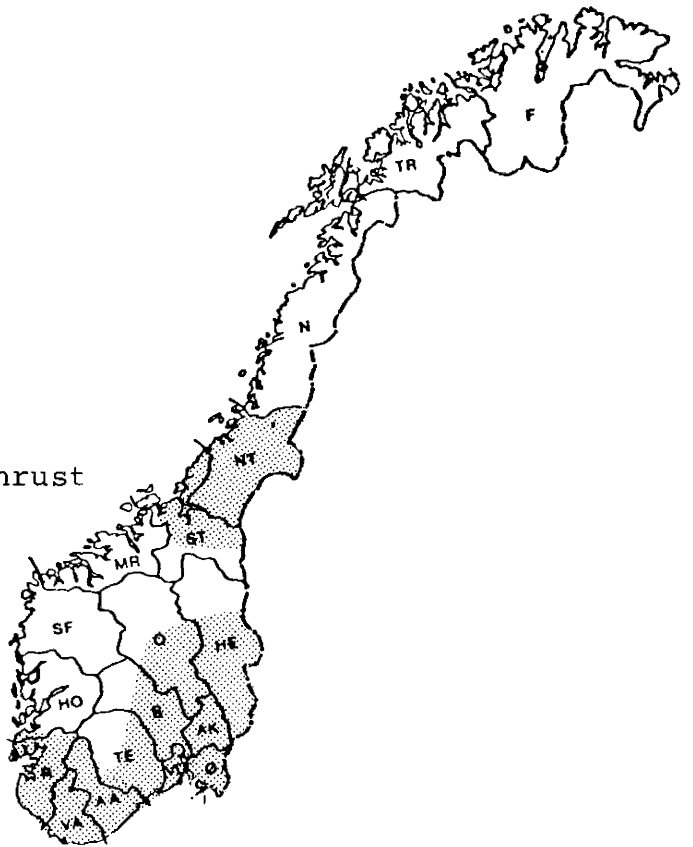


Fig. 48. Utbreiing av brunrust på kveite i Norge.

DVERGRUST

Puccinia hordei, Teliomycetes

Pyknia på både bladsider. Aecidiesporane kuleforma, flate eller ellipsoide, 20-26 x 18-21 μm . Uredohopar på både sider av blada, avlange, oransje. Uredosporane ellipsoide til kuleforma, 17-25 x 16-23 μm , bleikbrune, med mange spreidde spireporer. Teleutohopar på både bladsider, lenge dekte av epidermis. Teleutosporane kølleforma, innsnørte ved septum, 40-55 x 16-28 μm , med utydelege spireporer. Fig. 49.

Vertplanter. Bygg er den einaste mottakelege kornarta. Dvergrust er avgrensa til den delen av Norge som ligg sør for 61 breddegrad. Dvergrust er funne nord til Bergen på Vestlandet, og opp til Sør-Aurdal, Stange og Elverum på Austlandet. Fig. 50. Vekstskiftet av dvergrust er ikkje påvist i Norge, og det er vanskeleg å forklare at soppen er såpass årviss på bygg hjå oss. Jørstad (1951) reknar overvintring på sjølvsådd bygg som mest sannsynleg overvintring. Men vi må og rekne med smitte frå kontinentet. Hermansen et. al. (1978) fann at levande sporar av dvergrust kom luftvegen inn over Jylland frå dei britiske øyane. Dvergrust er av liten økonomisk betydning i Norge.

Symptom. Dvergrust produserer spreidde, små rustbrune sporehopar på bladplater og bladslirer. Dei er oftast mindre enn sporehopane til brunrust, men symptoma på dei to rustsoppene er temmeleg like. Svarte teleutosporer veks fram under epidermis sist på sommaren. Fig. 51.

GULRUST

Puccinia striiformis, Teliomycetes

Hemiform. Pyknia og aecidia er ikkje funne. Uredosporane er runde til ellipsoide, 20-30 x 16-24 μm . Veggen er bleikgul, fint pigga, og med mange spreidde spireporer. Teleutosporane er kølleforma, flate i toppen, oftast tocella, av og til

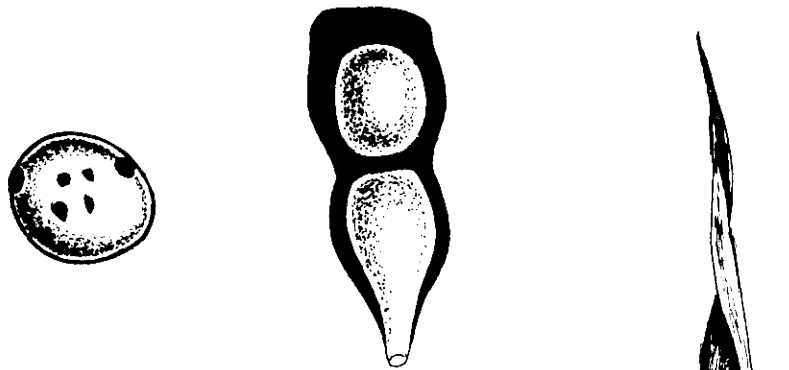


Fig. 49. *Tocella* teleosporar
og eincella uredosporar
av *Puccinia hordei*.

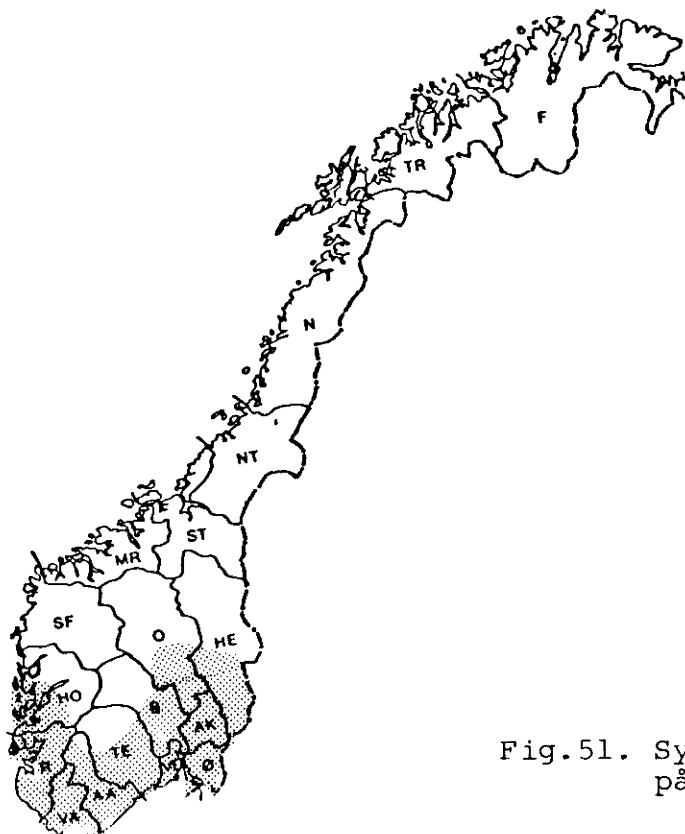


Fig.50. Utbreiing av dvergrust
på bygg i Norge.

Fig.51. Symptom av dvergrust
på bygg.

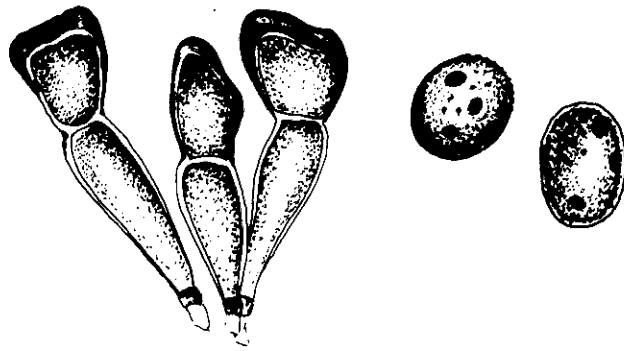


Fig. 52. *Tocella* teleutosporar og eincella uredosporar av *Puccinia striformis*, syn.: *P. glumarum*.

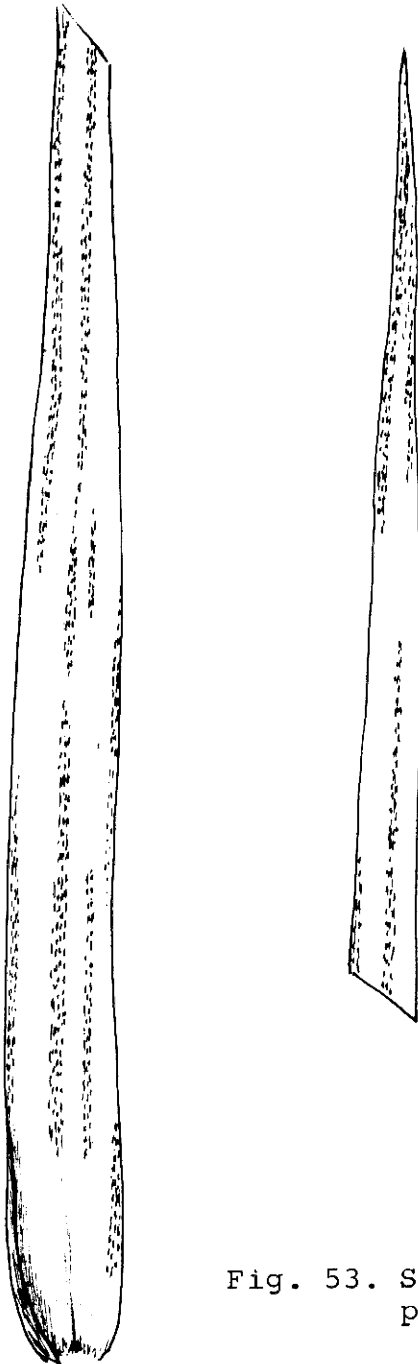


Fig. 53. Symptom av gulrust på kveite.

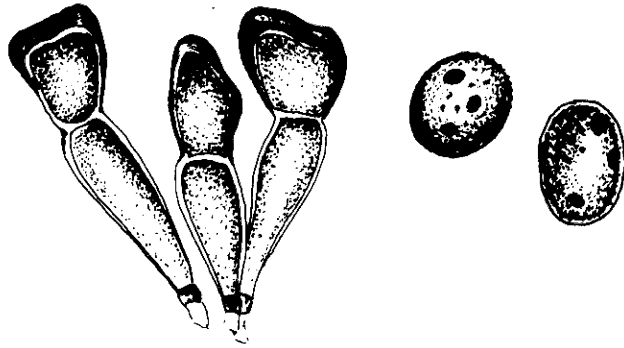


Fig. 52. *Tocella* teleutosporar og eincella uredosporar av *Puccinia striformis*, syn.: *P. glumarum*.

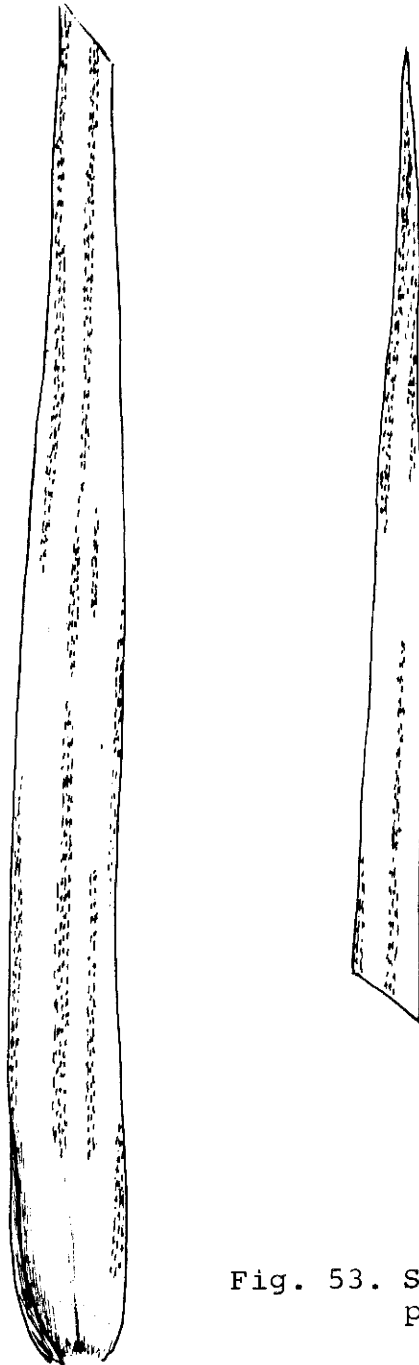


Fig. 53. Symptom av gulrust på kveite.

eincella, 42-65 x 13-20 μm . Stilken er kort. Fig. 52.

Symptom. Uredosporane blir utvikla i små sitrongule sporehopar i striper på bladplater og bladslirer. Det kan og finnast gulrust på strået og agner i akset. Mot slutten av vekstsesongen kjem det teleutosporehopar i svarte striper på bladslirer og bladplater. Til forskjell frå svartrust, så dekker epidermis lenge teleutosporehopane av gulrust. Fig. 53.

Vertplanter. Bygg, kveite, rug og mange grasarter er vertplanter for gulrust. I Norge er gulrust funne på 10 grasarter utanom kornartene (Gjærum 1974).

Epidemiologi. I Norge er det funn av gulrust på bygg til Salten, Nordland. Fig. 54. Dette er langt nordanfor nordgrensa til dei andre rustsoppene på korn. Brunrust og svartrust er funne i Trøndelagsfylka, medan det ikkje er tilfelle av dvergrust og kronrust på korn nord for Dovre. Det er svært vanskeleg å forklare funn av gulrust så langt nord om ikkje soppen kan overvintre. Jørstad skreiv (1951) at både kveke og hundekveke kan vere sterkt angrepne av gulrust, og han meiner det er grunn til å tru at gulrust frå desse vertane kan smitte bygg og kveite. Men Zadoks (1965) reknar ikkje med at grasarter betyr noko i epidemiologien til gulrust på korn i Europa. Truleg har dei epidemiane vi har sett av gulrust på Austlandet vore eit resultat av ein gunstig kombinasjon av rikeleg smitteproduksjon i land sør for oss, gode transportvilkår for vindspreidde uredosporar, og gunstig klima i våre kveite- og byggåkrar. Det er difor ikkje rimeleg at gulrusta skal vere særleg årviss i Norge.

Heller ikkje i Danmark er gulrust årviss på korn. I 1972 hadde dei ein epidemi etter ein periode på nesten 50 år utan sterke angrep. God uspesifikk resistens i skandinaviske sortar hadde vore effektiv frå tidleg i dette århundret. Hermansen og Stapel (1973) skreiv at i Danmark har dei angrep på mottakelege sortar gjennomsnittleg kvart tredje år. Det tyder på at veret er gunstig for gulrust relativt

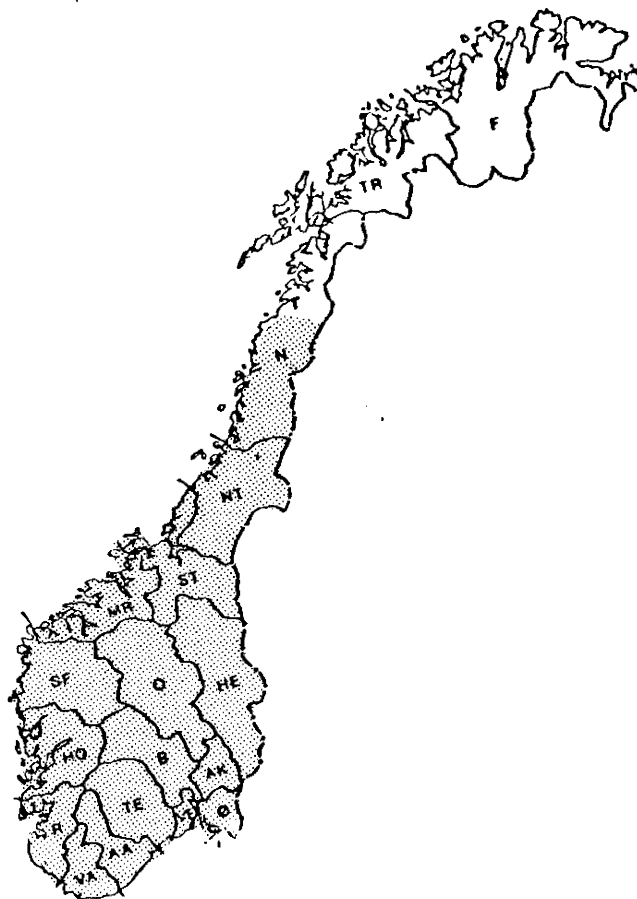


Fig. 54. Utbreiing av gulrust på
gulrust på kveite i
Norge

ofte, og at det er resistensen i sortane som er forklaringa på at gulrust ikkje har vore noko stort problem i dette århundret.

Gulrust har eit temperaturoptimum på 10-15 C avhengig av utviklingsstadium. Det er difor ein viktig sjukdom i maritimt klima i Nordvest-Europa, men det kan og vere sterke angrep i Middelhavslanda.

Zadoks (1965) studerte overvintringa på haustkveite i Nederland og fann at inkubasjonsperioden auka sterkt med synkande temperatur om vinteren. Så snart dagtemperaturen kjem opp i +5 C kan soppen produsere sporar.

Optimal temperatur for sporespiring og mycelvekst er 10-13 C. Tørt, varmt ver vil kunne stoppe ein epidemi og drepe soppen. Varmebølga over Europa sommaren 1947 utrydda gulrusten på dei britiske øyane slik at det vart berre seine og svake angrep året etter.

Den raske spreininga av nye gulrustrasar på kontinentet, er eit eksempel på effektiv luftspreining av soppen. Ein ny rase som var virulent på kveitesorten 'Heine VII' viste seg første gong i Nederland i 1955, på eit par år var rasen over heile Nord-Europa.

I Norge fekk vi overraskande angrep av gulrust på haustkveite i 1979. I slutten av juni kom det meldingar og prøver frå Sem i Vestfold, og ei veke seinare vart det observert gulrust på kveite i Østfold. Angrepet starta på haustkveitesortane 'Rida' og 'Skjaldar', og gjekk seinare over på vårkveitesortane 'Reno' og 'Runar'. Epidemien spreidde seg raskt på kveite frå Oslofjordområdet opp til Romerike. Angrepet var nok delvis eit resultat av at 'Skjaldar' og 'Rida' er meir mottakelege sortar enn den gamle haustkveitesorten 'Trond'. I sortforsøk var det berre spor av angrep på 'Trond', medan 'Rida' hadde 7% og 'Skjaldar' hadde 21% angrep på blada (Elen 1980).

Vi må langt tilbake for å finne tilsvarende sterke gulrustangrep her i landet. Dei fleste år må vi leite for i det heile å finne gulrust på korn i slutten av vekstsesongen. I 1963 var det noko gulrust, til dels også først i femtiåra. Jørstad (1951) skreiv at 1907 var siste året med sterke gulrustangrep på kveite i Norge.

Rådgjerdar. Det er grunn til å ta vare på den uspesifikke resistensen mot gulrust i eldre skandinaviske kveitesortar. Triadimefon er eit systemisk soppmiddel med god virkning mot gulrust.

SOTSOPPAR PÅ KORN

Effektive beisemiddel har ført til at sotsoppar på korn er mindre viktige i dag enn tidlegare. Men ein del tilfelle i syttiåra av naken sot i bygg og stinksot i kveite viste at ved redusert beising bygger smittenivået seg raskt opp i eit kornparti. Det har vore tilfelle av avlingsreduksjonar på opptil 10-15% på grunn av naken sot i bygg eller stinksot i haustkveite. Sotsoppene er som rustsoppene ei sterkt spesialisert soppgruppe. Dei ulike artene av sotsoppar kan delast i fysiologiske rasar, men ein rase av ein sotsopp er ikkje så stabil som ein klonformeira rustrase. Det kjem av at hjå sot er ein infeksjonssyklus lik livssyklus, og inneheld både karyogami og meiosis. Det kan difor lett bli rekombinasjonar og genetisk variasjon i ein rase av sot. Sot kan dyrkast på kunstig substrat, og det er mogeleg å få ein sotsopp til å gå gjennom livssyklusen på eit dyrkingsmedium. Men i naturen har ikkje sot evne til saprofyttisk overleving. I praksis kan sotsoppar berre vekse på overflata av verten eller i vertplanta. Alle dei sotsoppar vi har på korn i Norge har frøsmitte. Det finst andre sotsoppar som overlever i jorda frå år til år. Dvergstinksot på kveite og lauksot er døme på det.

STINKSOT

Tilletia caries, Teliomycetes

Dei tjukkvegga, kuleforma sotsporane har eit tydeleg nettmønster i overflata og måler 15-21 μm i diameter. Fig. 55.

Vertplanter. Kveite er einaste vertplanta. Stinksot vart rekna som ein smittsam sjukdom i det attende århundre, og så tidleg som i 1807 vart det vist at sotsporane spirte og kunne framkalle infeksjon. Dette var eit par generasjonar før den såkalla infeksjonsteorien vart framsett.

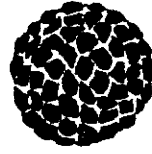


Fig. 55. Sotspore av
Tilletia caries,
1000 x.



Fig. 57. Symptom av stinksot
på kveiteaks.

Stinksot er utbreidd i alle land med kveitedyrking, men effektive kvikksølvbeisemiddel har redusert betydningen av sjukdomen. I land med lite beising av såkornet er det fortsatt noko stinksot. Vi har og sett at stinksot blussa opp att i Norge i syttiåra. Auka dyrking av haustkveite og mindre beising med organiske kvikksølvbeisemiddel er truleg forklaringa på det. Haustkveite er meir utsett enn vårkveite. Hansen (1976) undersøkte ein del parti av kveite levert til kornsiloar i 1974.

Sotsporar/g korn i kveiteparti 1974 (Hansen 1976)

	Prosent av prøvene med sotsporar/g			
	0	1-500	500-2000	over 2000
Vårkveite	89	8	2	1
Haustkveite	70	15	7	9

Berre 11% av vårkveitepartia hadde stinksot, medan 30% av alle haustkveiteparti hadde stinksot, og nokre av dei var sterkt smitta.

Den sterke lukta av stinksotsmitta korn kjem av innhaldet av trimethylamin i sotsporane. Det er eit svært gjennomtrengeleg lukststoff og ved kraftig smitte kan det vere nødvendig å pusse kornet før levering til for.

Patogenese. Etter reduksjonsdeling spirer sotsporane på overflata av spirande kveitekorn. Fig. 56. Eit promycel med fire haploide kjerner veks ut frå sotsporen, og etter mitotiske kjernedelingar blir det produsert 8 til 16 hyaline basidiesporar. Kontakt og kjerneutveksling mellom to og to basidiesporar startar det dikaryotiske stadiet og sporidiar med parkjerner veks fram frå basidiesporane. Ved 15-18 C har dei fleste sotsporar spirt på 3 døgn. Sporidiane vil så spire og det dikaryotiske mycelet veks inn i dei oppsvella cellene i perikarpen på kveitekorna. Fem døgn etter såing vil perikarpen vere heilt gjennomvoksen av hyfer. Omtrent ei veke etter at kornet kjem i jorda vil infeksjonen spreie seg

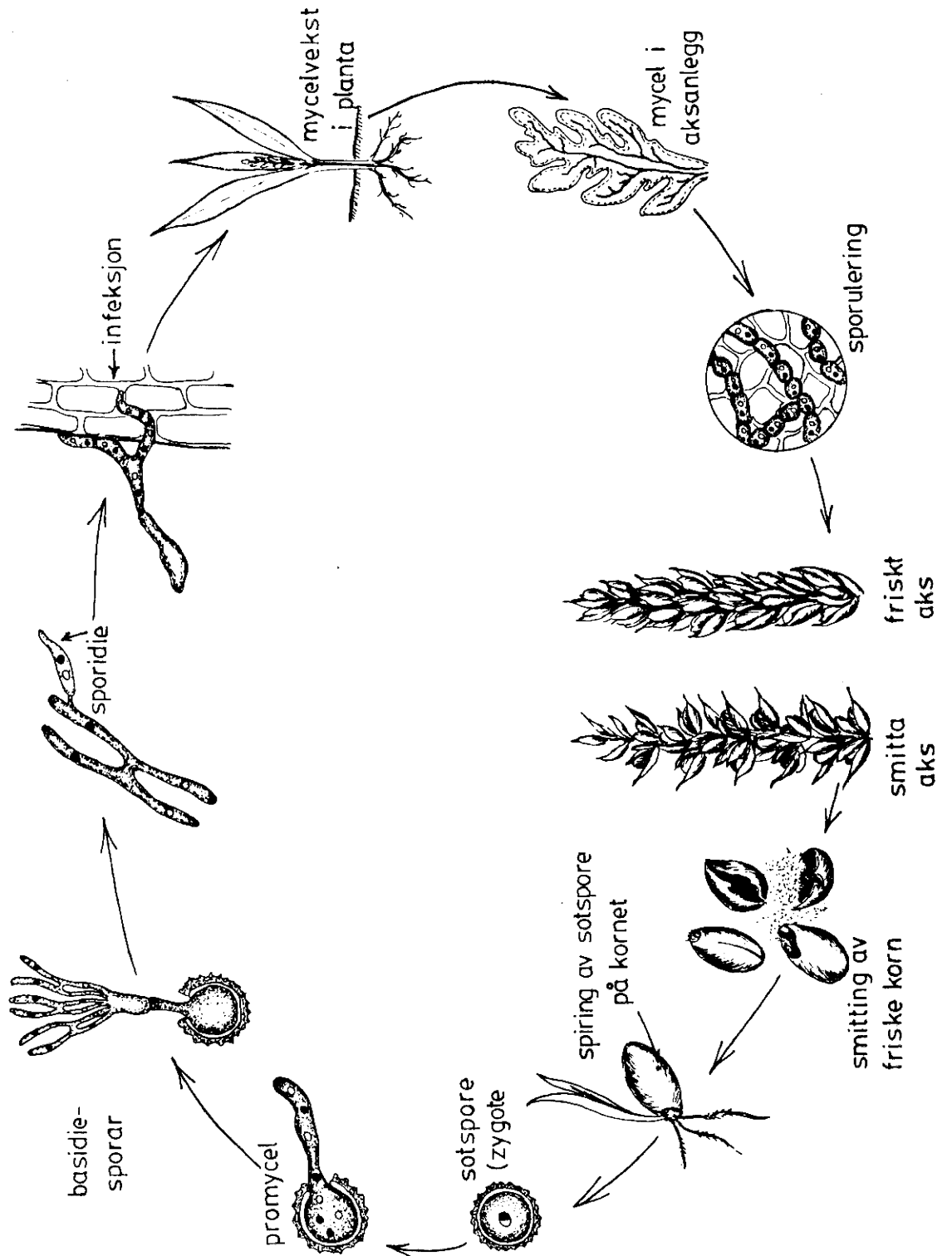


Fig. 56. Infeksjonssyklusen til Tilletia caries.

til koleoptilen. Hyfene veks inter- og intracellulært i koleoptilen og trenger inn i basis av det første varige bladet. I smitta kveiteplanter vil det på 3-bladstadiet finnast stinksothyfer ved basis av det første varige bladet. Soppen veks vidare innover, og på 4-bladstadiet vil soppen vere i slirebasis av det andre varige bladet. Når plantene har fått 6 varige blad startar infeksjonen av blomsteranlegga. Stinksoten veks systemisk i blad og vekstpunkt i den vegetative fasen. Når planta går over i den generative fasen og internodia tek til å strekkje seg, finst soppmycelet mest i nodiane. I modne planter er det lite mycel i internodia og i blada. Stinksotmycelet infiserer blomsterdelane i det blomsteren blir differensiert. Mycelet veks inn i integumenta og nucellus, og store mengder med sotsporar blir produsert i hyfene. Til slutt vil heile frøanlegget vere fylt med sotsporar og hyferestar. Eit kveitekorn kan innehalde 6-9 mill. sporar.

Symptom. Stinksot er vanskeleg å oppdage i åkeren. Angrepne planter blir noko blågrøne på farge, og aksa spriker meir enn normale aks. Fig. 57. Ved låge angrepsprosentar er det lett å oversjå stinksot i åkeren. Om ein knuser korn i mistenkelege aks. vil det svarte sporepulveret bli synleg.

I treskinga vil infisert kveitekorn bli knust og sotsporane kjem fri. Dei festar seg lett på hårdusken i enden av friske korn. Er det mykje smitte i eit kornparti, vil det farge kornet. Mindre angrepsgradar er det umogeleg å sjå med auga. I ein undersøkelse av smittegraden i kveite ved norske kornmottak brukte Hansen (1976) ein metode som gjekk ut på å vaske kornet og konsentrere sotsporane i vaskevatnet med sentrifugering. Ved telling i mikroskoppreparat kunne så smittegraden fastleggjast kvantitativt.

Epidemiologi. Høg jordråme og relativt låg jordtemperatur i spiringa av kveitekorna gir gode vilkår for stinksotinfeksjonen. Optimal temperatur er 9-12 C, ved temperaturar over 20 C blir det ikkje infeksjon. Det er fleire forsøk som viser at det blir større prosent infiserte planter etter sein såing av haustkorn enn etter tidlegare såing i varmare jord.

Om våren stig jordtemperaturen slik at ubeisa vårkveite sådd tidleg i relativt kald jord er mest utsett. Med stigande temperatur spirer både stinksotsporane og kornet raskare, men det fører til at kveiteplantene er mottakelege ein kortare periode.

Jørstad (1930) skreiv at det var eksempel på opptil 30-40% angrep av stinksot og tilsvarende avlingsreduksjon i kveite. Frå 1951 gjekk det over 20 år utan at sjukdomen vart registrert i Norge. Bruk av effektive kvikksølvbeisemiddel hadde omtrent utrydda stinksot. Det var difor overraskande da det i 1973 kom ei prøve av haustkveite frå Østfold med stinksot til Statens plantevern. Hansen (1976) skreiv at det var ca 20 mill. sotsporar pr gram korn i prøva, og kornet var avvist fordi det var svart på farge. Opptellingar av planter som stod att i åkeren etter treskinga viste at det var omlag 40% angrepne planter i åkeren. I dette tilfellet og i andre tilfelle som vart funne i 1973-1974 var det brukt ubeisa såkorn av eigen avl gjennom fleire år. Det har truleg vore noko smitte i strok med haustkveitedyrking, og det vart temmeleg kostbart for dei som hadde sterke angrep av stinksot.

Rådgjerder. Det er resistens i kveite mot stinksot, men skandinaviske kveitesortar er mottakelege. Beising med organiske kvikksølvpreparat eller andre middel med verknad mot sotsoppar gir effektivt vern mot stinksot.

DEKKA SOT PÅ HAVRE OG BYGG

Ustilago hordei f. sp. hordei, Teliomycetes

Ustilago hordei f. sp. avenae

Fruktknuten blir til sorus, dekt av ei hinne. Sporemassen er mørk brun. Sotsporane er ujamnt kuleforma, lys brune, glatte, 5-8 μm i diameter. Fig. 58.

Vertplanter. Dekka sot på havre og bygg blir rekna som f. sp. av den same art fordi sotsporane er morfologisk like. Det er ingen kryssmitting mellom desse to formene. Dei glatte sotsporane gjer det mogeleg å skille denne arta frå naken havresot. Dekka sot er ikkje uvanleg i bygg og havre, men det er sjeldan så mykje at det blir store avlingstap etter at beising av såkornet vart vanleg praksis. Vi ser mest til dekkasot i stork der korndyrkinga er av relativt liten økonomisk betydning.

Symptom. Akkurat i skytinga kan det vere vanskeleg å skille naken og dekkasot i bygg. Men som namnet seier, så har dekkasot ei hinne som dekkar sotskorna slik at sotsporane ikkje slepp fri i åkeren. Fig. 59. Hinna omkring sotskorna i aksa er gråkvite, delvis omlaga agn som held sotsporane på plass. Fig. 60. I treskinga blir sotaksa slått sund, og sotsporane kjem over på friske korn. Sotsporane overvintrar utanpå korna, og når kornet spirer spirer og sotsporane med promycel og sporidiar (basidiesporar). Knoppskyting aukar talet på sporidiar utanpå kornet. Plasmogami mellom sporidiar gir opphav til dikaryotiske hyfer, og det er dei som kan vekse inn i den spirande kornplanta. Basis av koleoptilen er det vanlegaste infeksjonspunktet. Etter at koleoptilen er over 2-3 cm lang, greier ikkje soppen å vekse inn i koleoptilen. Utviklinga vidare er mykje lik stinksot.



Fig. 58. Sotsporar av
Ustilago hordei.

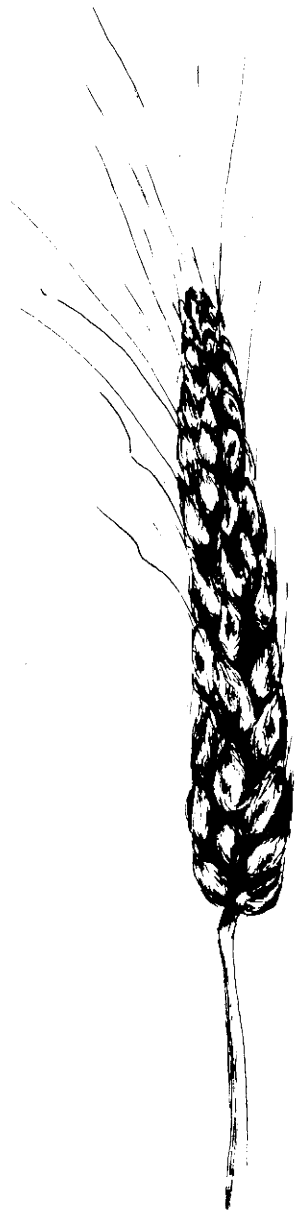


Fig. 59. Dekka sot
i bygg.



Fig. 60. Dekka sot
i havre.

Epidemiologi. Optimal jordtemperatur for infeksjonen er 15-20 C, og ved temperaturar under 7 C går utviklinga av soppen så sakte at kornspirene veks frå han og det blir lite infeksjon. Tidleg såing kan såleis gi mindre infeksjon av dekkja sot. Utanom den kritiske infeksjonsperioden er soppen lite påverka av ytre faktorar.

Rådgjerder. Beising er så effektivt mot dekkja sot at det har vore arbeidd lite med resistensforedling. Organiske kvikksølvbeisemiddel har fullgod verknad, og fleire av dei nye kvikksølvfrie beisemiddel har og god verknad mot dekkja sot.

Det finst både i bygg og havre resistens mot dekkja sot. I USA og Canada er dette viktigaste rådgjerda mot sjukdomen.

NAKEN HAVRESOT

Ustilago avena, Teliomycetes

Sotsporane er fint pigga, runde og mørkegrøne på farge. Diameteren er 4-8 μm .

Havreplanter med naken havresot får korn som er heilt eller delvis omlaga til sporemassar. Sotsporane vil som oftast kome fri i åkeren slik at berre blomsterstilken står att. Det hender at restar av agnene held sporane på plass til treskinga, slik at det kan vere vanskeleg å skille mellom naken og dekkja havresot. Sotsporane overvintrar på friske havrekorn eller mellom agna og kornet. Infeksjon, utvikling av soppen i planta og rådgjerdene er som hjå dekkja sot.

NAKEN SOT

Ustilago nuda, f. sp. hordei, Teliomycetes

Ustilago nuda, f.sp. tritici

Fruktknutane i småaksa blir til sori, først dekte med ei tynn hinne som går sund like etter skytinga. Sporemassen er mørk brun, pulverliknande. Sotsporane er ujamnt kuleforma, gulbrune, utydeleg pigga, 5-9 μm i diameter. Fig. 61.

Naken sot er den viktigaste av sotsoppene på korn. I dag har vi eit effektivt systemisk beisemiddel mot naken sot. Før det vart godkjent i 1968, var oppvarming i vatn einaste metoden for å drepe sotsmitten i såkorn. Det var ein vanskeleg metode på grunn av at det var liten skilnad mellom letalkurva for soppen og den temperaturen som øydela spireevna til kornet.

Det er inga kryssmitting mellom dei to vertplantene kveite og bygg. Difor blir U. nuda delt i to f. sp. etter vertplanteslektene.

Patogenese. Sotsporane spirer med eit promycel som andre sotsoppar, men i staden for basidiesporar vil det etter kontakt mellom to naboceller i promycelet vekse ut dikaryotiske hyfer. Fig. 62. Sotsporar som landar i ein open blomst av bygg eller kveite, spirer og veks inn i kornet. Det var tidlegare hevda at dei spirte på arret omtrent som pollenkorn, men grundigare granskingar har vist at dei aller fleste spirer på fruktknuteveggen, og dikaryotiske hyfer veks inn i frøemnet. Dormante sopphyfer overlever i embryo, mest i scutellum.

Når kornet spirer tek sopphyfene til å vekse og infiserer første nodium. Utviklinga vidare er tilsvarande dei andre sotsoppene i korn. Sopphyfene finst mest i nodia og aksanlegget, medan det er lite sopphyfer i internodia.



Fig. 61. Sotsporar av
Ustilago nuda,
1000 x.



Fig. 63. Symptom av naken sot
i bygg.

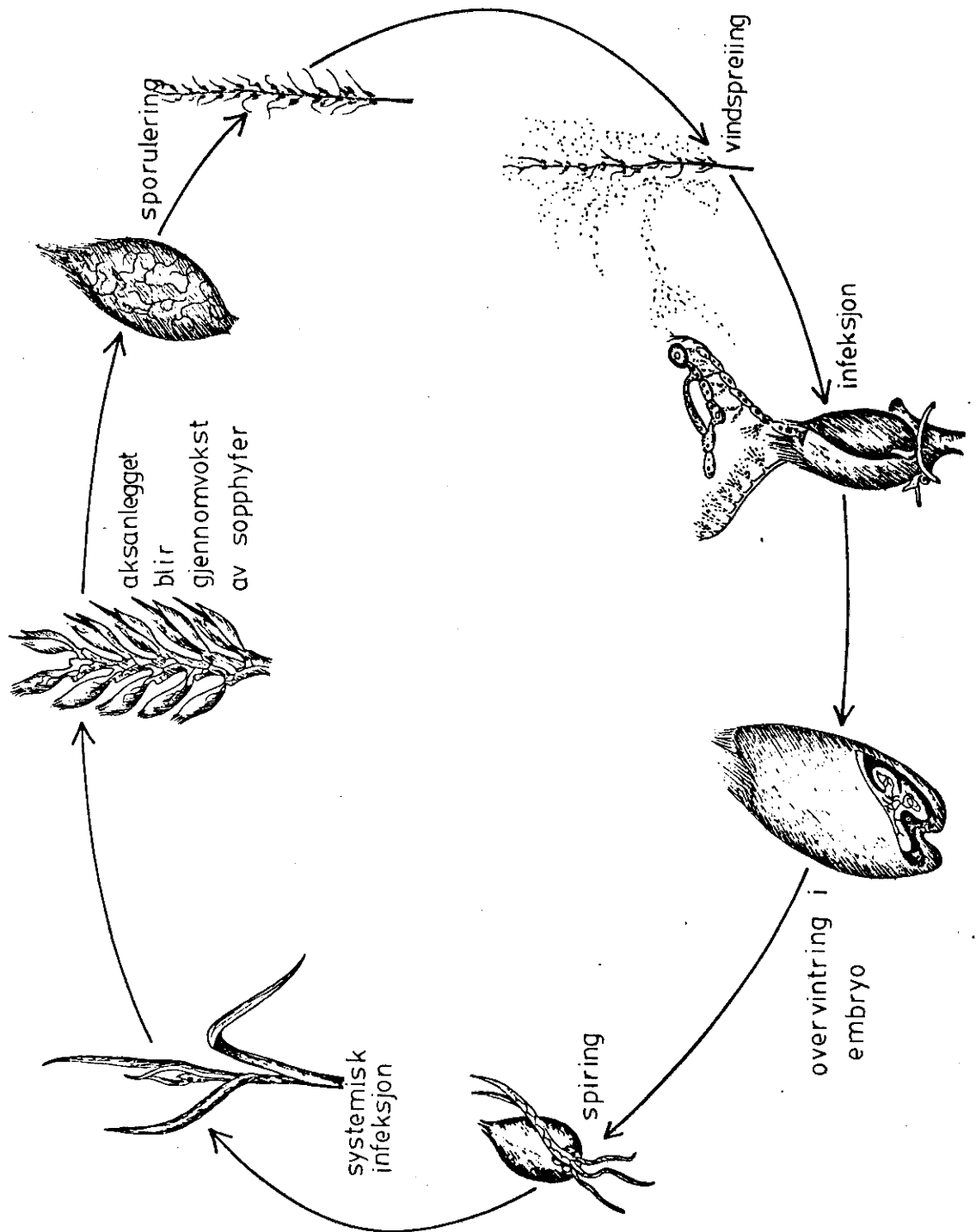


Fig. 62. Infeksjonssyklusen til Ustilago nuda.

Symptom. Naken sot syns godt i kornåkeren. Fig. 63. Infiserte planter skyt nokre dagar før friske planter. Ei tynn hinne dekker sotkorna i bladslira, men like etter skytinga ryk hinna og sporemassane blir fanga opp av vinden. Til slutt står berre dei snaue aksspindlane att, og dei syns så godt at ein lett overvurderer angrepsgraden. Grensa for godkjenning til stamsæd er 1 sotaks/10 m², og det ser såpass stygt ut at produsentane er redd for avlingstap. Om ein reknar med at avlingstapet i prosent er proporsjonalt med prosent angrepne planter, så må det til 4-5 planter med sotaks/m² for å få 1% avlingsreduksjon.

Infiserte korn kan vere mindre enn normale, friske korn. Med visse fargeteknikkar kan sopphyfene i infiserte embryo fargast og angrepsprosenten sikkert fastleggjast.

Epidemiologi. Sotsporane til naken sot har kortare levetid enn andre sotsporar. Fuktig ver i blomstringa er nødvendig for infeksjonen. Klimaet kan og ha ein indirekte verknad på angrepet av naken sot. Kaldt og rått ver forlenger blomstringsperioden, og det aukar sjansane for infeksjon. Ei veke etter pollinering blir fruktknuten resistent mot infeksjonen. Normalt vil den mottakelege perioden vare omtrent 10-12 døgn fordi blomstringa i eit aks ikkje er ferdig til same tid, og det kan vere noko ujamn utvikling i ein åker.

Rådgjerder. Det finst resistens mot naken sot i både bygg og kveite. Sortar som har opne agn i blomstringa er mottakelege, medan sortar som opnar agna lite i blomstringa kan seiast å ha ein morfologisk resistens. Ein annan type av resistens mot naken sot gjer at infiserte planter blir så reduserte i vekst at dei ikkje set aks, og difor blir det heller ingen produksjon av sotsporar. Dei byggsortane vi dyrkar er alle temmeleg mottakelege for naken sot. Kveitesortane våre er mindre utsette. Eit systemisk beisemiddel, carboxin, blir teke opp av den spirande kornplanta og stoppar veksten av hyfene av naken sot. Det har god verknad både mot naken sot og dei andre sotsoppene i korn.

BLADSJUKDOMAR PÅ GRAS

Bruksmåten av gras i eng og grøntanlegg verkar inn på den relative betydningen av ulike sjukdomar på bladverket. Ved høg slåtteintensitet og kraftig vekst midtsommars er tilveksten så rask at dei fleste bladparasittar vanskeleg kan gjere så mykje av seg. Det er i fuktigare og kjølege periodar på ettersommaren og hausten at angrepa av bladflekksoppar på gras til siloslått byggjer seg opp. Gras til høyt eller frøavl får stå i fred gjennom eit mykje lengre tidsrom, og det kan bli angrep av bladflekksoppar gjennom heile sesongen.

Vi har ein del informasjon om kor vanlege dei ulike bladflekksjukdomane er på dei viktigaste grasartene våre. Utanom denne meir floristiske kunnskapen veit vi lite om kor mykje desse sjukdomane har å seie for grasavlingane. Etter opplysningar om tilsvarande sjukdomar i utanlandsk litteratur, skal det sterke angrep til før det blir målbare reduksjonar i tørrstoffavlingane. Men det blir raskt store kvalitetstap etter angrep av bladflekksoppar. Andersen (1973, 1976) samanlikna innhaldet av organiske stoff i tørrstoffet av hundegras frå Troms med svake og sterke angrep av hundegrasfleck. Prosent råprotein minka frå 17,3 til 14,9, prosent av feitt gjekk ned frå 4,5 til 3,3, medan trevleinnhaldet auka frå 29,4% til 34,1%. Askeinnhald og mineralsamansetning i tørrstoffet vart lite påverka.

Carr (1975) i Storbritannia fann 50% reduksjon i vassløyselege karbohydrat i hundegras ved angrep av gulrust eller hundegrasfleck som dekte omlag 10% av bladplatene. Ved meir detaljerte biokjemiske granskingar kunne Carr vise at enzymsystem i fotosyntesen i plantene vart sterkt hemma, medan andingsaktiviteten auka ved gulrustangrep.

GRÅ ØYEFLEKK

Rhynchosporium orthosporum, Hyphomycetes

Subkutikulært mycel produserer tocella , sylindriske konidiar som bryt gjennom kutikula etter som dei modnast. Fig. 64. Konidiane måler 10-25 x 1-4 µm og kan lett skiljast frå dei knivforma konidiane til R. secalis.

Vertplanter. Den frispora konidiesoppslekta Rhynchosporium inneheld to arter, R. secalis som framkallar grå øyeflekk i bygg, rug og visse grasarter, og R. orthosporum som lagar liknande symptom på eit stort tal arter i grasfamilien. R. orthosporum framkallar grå øyeflekk på mange grasarter. Soppen vart første gang funnen på hundegras, og dette er hovedverten, men i mange land er det meldt om angrep på raigras, og meir sporadiske funn på andre grasarter. Mäkelä (1972) skreiv at R. orthosporum var den vanlegaste bladflekk-soppen på gras i eit stort materiale frå Finland. Ho fann soppen i 70% av alle hundegrasprøver, og på tilsaman 14 andre grasarter. I Norge er soppen vanleg på hundegras.

Bladfaks er den av grasartene som er mest utsett for R. secalis, men det er og funn av soppen frå engreverumpe i Norge.

Symptom. Rhynchosporium-arter utviklar mycel i mesofyll- og epidermiscellene like under kutikula. Dei små konidiane veks fram gjennom kutikula på korte konidioforar. Sporemassane på bladplatene blir frigjorde og spreidde med vassprut. Dei to Rhynchosporium-artene framkallar omtrent like symptom på gras. Først kjem det i bladplater og bladslirer, blågrå, vasstrekke flekker, som utviklar seg til 1-3 cm langstrakte, grå flekker med mørk, brun kant. Samanflytande flekker kan dekke mykje av bladflata og føre til visning av blada. Fig. 65-66.

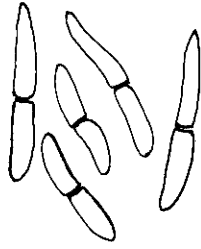


Fig.64. Konidiar av Rhynchosporium orthosporum, 1000 x.



Fig.65. Symptom på
grå øyeflekk
på bladfaks.



Fig.66. Symptom på
grå øyeflekk
på hundegras.

HUNDEGRASFLEKK

Mastigosporium spp., Hyphomycetes

Korte konidioforane, 4-5 μm , spreidde eller i grupper, ber slimete, hyaline konidia, med tre eller fleire septa. Fig. 67-68.

Vertplanter Årsaken til hundegrasflekk vart tidlegare rekna for å vere M. rubricosum, men Gunnerbeck (1971) viste at M. muticum var den vanlegste Mastigosporium-arta på hundegras. Nedanfor er konidiemål og viktige vertplanter for fire Mastigosporium-arter stilt saman.

	Konidiemål	Tal septa	Viktige vert-plantleslekter
<u>Mastigosporium album</u>	40-60 x 14-18 μm	4-5	<u>Alopecurus</u>
<u>M. kitzebergense</u>	25-35 x 7-13 μm	3	<u>Phleum</u>
<u>M. muticum</u>	35-40 x 12-15 μm	3	<u>Dactylis</u>
<u>M. rubricosum</u>	36-47 x 15-17 μm	3	<u>Agrostis,</u> <u>Calamagrostis</u>
<u>M. deschampsiae</u>	56-78 x 19-28 μm	5-8	<u>Deschampsia</u>

Hundegrasflekk er den vanlegste bladflekksjukdomen på hundegras. Om ettersommaren og hausten kan det bli sterke angrep. Det er heller ikkje uvanleg å finne mykje hundegrasflekk om våren. I periodar med kraftig tilvekst gjer soppen mindre av seg.

Engkvein er utsett for engkveinflekk i frodig eng og beiter. Både engreverumpe, knereverumpe og andre Alopecurus-arter er mottakelege for reverumpeflekk. Andersen (1976) hevda at i Troms er strandreverumpe mest utsett for reverumpeflekk. Soppen er og funnen på engkvein og engsvingel.

M. kitzebergense vart beskrevet i 1970 av Schlösser som årsak til ein bladflekk på timotei i Schleswig-Holstein. O'Rourke (1976) har funne soppen i Irland. Soppen er og funnen i Norge, men han er knapt vanleg.



Fig.67. Konidie av
Mastigosporium
rubricosum,
1000 x.

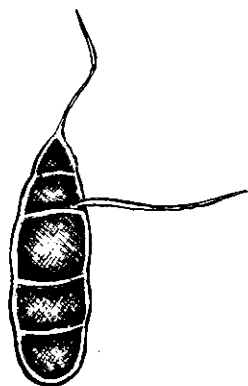


Fig.68. Konidie av
Mastigosporium
album, 1000 x.

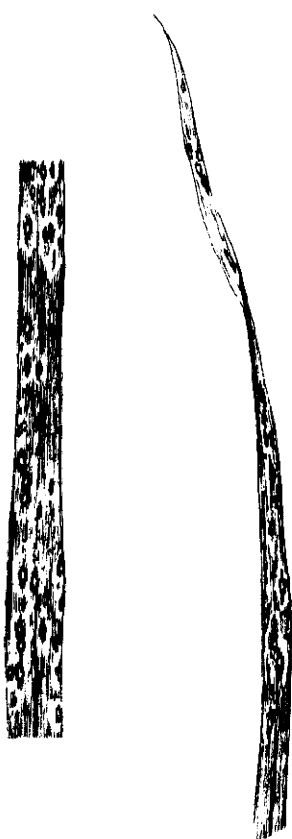


Fig.69. Symptom på
hundegrasflekk.



Fig.70. Symptom på
reverumflekk.

Jørstad (1947) sette namn på ein ny Mastigosporium-art, M. deschampsiae. Han skreiv om funn av soppen på seks lokalitetar i Norge. O'Rourke (1976) seier at soppen er vanleg i Irland.

Symptom. Desse fem Mastigosporium-artene framkallar ganske like symptom på vertplantene. Infeksjonen startar som små vasstrekke flekker. Flekkene veks noko og blir ovale, 1-2 mm lange, mørk brune eller purpurfarga, ofte med ei lysare sone omkring. Fig. 69-70. I eldre flekker kan det bli eit sentralt, kvitt felt av sporemassar. Ved sterke angrep kan bladflekkene vekse saman til større samanhengande, mørke felt som kan dekke halve bladflata eller meir. Blada kan visne og falle av etter som det meste av bladplata blir øydelagd. På kvein og timotei blir det ofte ein fiolett kant omkring bladflekkene. Difor kan det vere vanskeleg å skille flekker framkalla av M. kitzebergense frå dei som timoteiøyeflekk-soppen er årsak til.

BRUNFLEKKER framkalla av Drechslera-arter

Slekta Drechslera innan Hyphomycetes inneheld omlag 20 arter som framkallar sjukdom i graminear. Mange er vanlege bladflekk-soppar på gras i fuktig klima i Europa, Nord-Amerika og i andre land med temperert klima.

Nokre Drechslera-arter har eit Pyrenophora ascus-stadium. Det kan bli utvikla i infisert plantemateriale etter overvintring, og i bladfaks er det om våren vanleg å finne i gamalt bladverk med bladfaksbrunfleck.

I bladflekkene framkalla av Drechslera-arter kan mesofyllcellene vere så øydelagde at omtrent berre nervene og epidermis står att. Frå sopphyfene veks det fram 100-400 µm lange konidioforar enkeltvis, eller i knipper.

Konidiane er relativt store, sigarforma, med eit tal tverrvegger og mål som er karakteristisk for dei ulike artene. Fordi konidiane veks fram på lange konidioforar er dei godt

tilpassa vindspreiing. Vindhastigheiter på over 2 m/sek er nok til å oppvege verknaden av tyngdekrafta på slike sporer i lufta.

Oversikt over konidiemål og vertplanter for Drechslera-arter på gras.

	Konidiemål	Tal septa	Viktige vert-planteslekter
<u>Drechslera bromi</u>	150-180 x 17-22 μm	4-8	<u>Bromus</u>
<u>D. dictyoides</u>	50-90 x 15-17 μm	4-7	<u>Festuca</u> , <u>Lolium</u>
<u>D. phlei</u>	22-156 x 11-24 μm	2-12	<u>Phleum</u>
<u>D. poae</u>	30-60 x 15-28 μm	5-8	<u>Poa</u>
<u>D. siccans</u>	45-140 x 15-25 μm	2-9	<u>Lolium</u>

BLADFAKS-BRUNFLEKK

Pyrenophora bromi, Loculoascomycetes

Drechslera bromi, Hyphomycetes

Konidioforer, enkle eller i knipper, sylindriske, med brune, 4-6 cella, sylindriske konidiar. Fig. 71.

Pseudoperithecia blir produsert i bladflekkene. Etter overvintring modnar ascosporene og blir kasta slik at dei utgjør primærsmitta om våren.

Bladfaks-brunflekk er den vanlegaste bladflekksoppen på bladfaks i Norge. Hansen (1964) fann P. bromi i 1962 for første gong i Norge. Han meinte at soppen var importert til Norge med infisert frø.

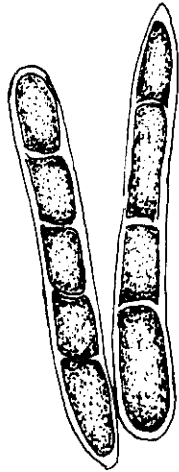


Fig. 71. Konidiar av
Drechslera bromi.

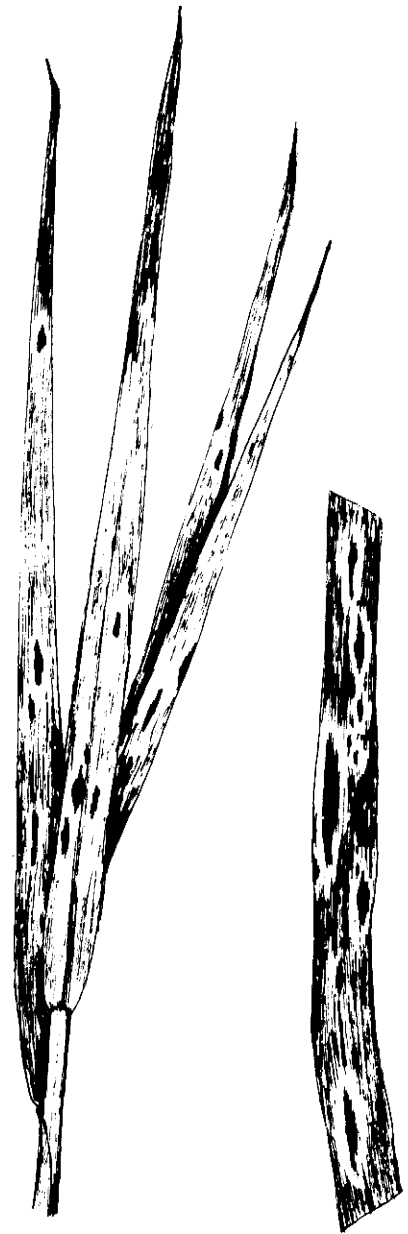


Fig. 72. Symptom av
bladfaks-brunflekk.

Symptoma på bladfaksbrunflekk er først spreidde, små mørkebrune flekker på unge blad. Flekkene veks, blir svart nekrotiske på farge, avlange, opptil 10-15 mm i lengderetningen av bladet. Fig. 72. Omkring flekkene blir det klorotiske soner. Seinare kan enkeltflekker vekse saman til større nekrotiske felt, og bladspissane blir drepne.

SVINGEL-BRUNFLEKK

Drechslera dictyoides, Hyphomycetes

D. dictyoides er først beskrevet på engsvingel. Seinare har ei underart på raigras fått namnet f.sp. perenne, slik at soppen som framkallar svingel-brunflekk skal heite D. dictyoides f.sp. dictyoides. Berre den siste er funnen i Norge. Soppen er mest vanleg på engsvingel, men han finst og på raudsvingel og hundegras her i landet (Torp 1974). Fig. 73.

Mäkelä (1971) fann soppen i alle dei 24 finske frøprøvene av engsvingel ho undersøkte. Ho fann at varietetet f.sp. perenne var vanleg på raigrasfrø og i plantebestand av raigras i Finland.

På engsvingelblad blir det først små, brune flekker som veks raskt, slik at dei etter ei tid kan dekke heile breidda på bladplata. Eldre flekker blir nekrotiske, og store delar av bladet klorotisk. Fig. 74.

KVEIN-BRUNFLEKK

Drechslera erythrospila, Hyphomycetes

På engkvein er D. erythrospila vanleg årsak til bladflekke i Norge. Torp (1974) isolerte soppen frå engkvein frå Tune, Ås og Klepp. Symptoma på engkvein er først mørkeraude bladflekke som veks mest i lengderetningen og blir klorotiske i kanten. Ved sterke angrep kan det bli større, raude felt på bladplatene.



Fig.73. Konidie av Drechslera dictyoides, 1000 x.



Fig.74. Symptom på Svingel-brunfläck på engsvingel.

TIMOTEI-BRUNFLEKK

Drechslera phlei, Hyphomycetes

Den nest vanlegaste bladflekken på timotei er framkalla av D. phlei. Torp (1974) isolerte soppen frå mange bladprøver frå Østfold og Akershus. Soppen framkallar små nekrotiske flekker og striper med grått sentrum i timoteiblada. Flekkene veks i lengderetningen, bladflata omkring blir klorotisk, og bladspissane visnar.

Mäkelä (1971) fann frøsmitte i 74% av dei timoteifrøprøvene ho undersøkte i Finland. I innsamla plantemateriale fann ho soppen berre i slekta Phleum.

RAPP-BRUNFLEKK

Drechslera poae, Hyphomycetes

Engrapp og andre arter i slekta Poa blir angrepne av D. poae. Her i landet er soppen, ved sida av rust og mjøldogg, viktigaste bladsjukdomen på engrapp. Poa-arter i plenar ser ut til å vere ekstra utsette. Symptoma er ovale, grå bladflekker med mørkebrun kant. Seinare blir det klorose omkring flekkene. Ettersom einskilde flekker veks så mykje at dei dekker heile breidda av bladplata, vil blada ofte knekke.

RAIGRAS-BRUNFLEKK

Drechslera siccans, Hyphomycetes

Både Lolium perenne og L. multiflorum er utsette for å få bladflekker framkalla av D. siccans. Symptoma er mørke flekker som veks og ofte får eit nettliknande mønster. Omkring flekkene gulnar bladplata. Mäkelä (1971) fann at D. siccans var den vanlegaste soppen i frøprøver av L. perenne og L. multiflorum i Finland.

TIMOTEI-ØYEFLEKK

Cladosporium phlei, Hyphomycetes

Ugreina, 100-300 μm lange konidioforar ber sylindriske, fint pigga konidiar, oftast med 1 septum, men opptil 6 septa, 13-23 x 5-10 μm . Fig. 75.

Timoteiøyeflekk er den vanlegaste sjukdomen i bladverket på timotei i Norge. Vi har funne angrep på plantene frå dei første blada om våren og til seint på hausten, men til vanleg er angrepa sterkast på ettersommaren. Vi har konstatert sjukdomen i alle landsdelar og på stader med så ulike klimavilkår som Dovre og Jæren (Sundheim og Aarvold 1969).

Symptom. Bladflekkene som timoteiøyeflekk-soppen framkallar har ein karakteristisk fiolett kant om eit lysare sentrum. Diameteren er størst i lengderetningen i bladet, og varierer frå 1-4 mm. Dei finst av og til på bladslira, men som oftast berre på bladplata. Fig. 76.

Fiolette bladspissar på timotei er eit velkjent fenomen mange stader. Vi har sett timoteiblad med ei rekke øyeflekker tvers over bladet, og fiolett farge frå øyeflekkane og ut til bladspissen. Rekka av øyeflekker kan tenkjast å ha oppstått ved at bladet blei angrepe på eit stadium før bladflata var derdig danna. Fiolette bladspissar har vi imidlertid ikkje reprodusert i smitteforsøk.

Vi har lite data om den økonomiske betydningen av timoteiøyeflekk her i landet. Frå litteraturen er det eksempel på avlingsreduksjonar på 3-4% i USA. Avlingskvaliteten kan bli redusert noko meir.

Mange saprofytiske svertesoppar på korn og andre planter høyrer til slekta Cladosporium. Jørstad brukte i meldinga si frå 1945 grassvertesopp om soppen han fann i øyeflekker på timotei. Ved å smitte timoteiplanter med reinkulturar av soppen har vi fått fram symptoma på timotei. Derfor bør

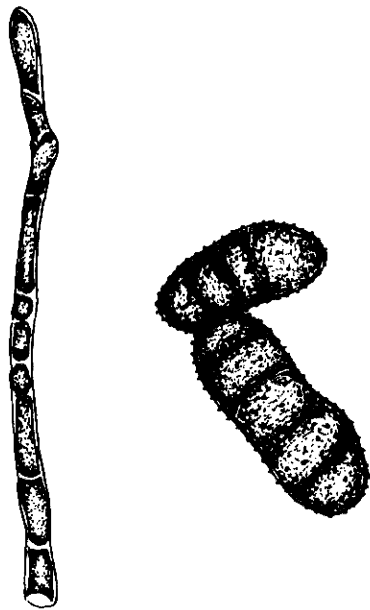


Fig.75. Konidiar (1000 x) og konidiofor (500 x) av Cladosporium phlei.

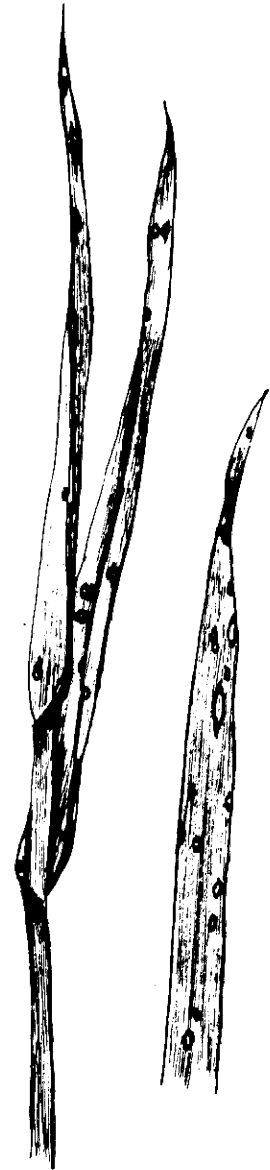


Fig.76. Symptom på timotei-øyeflekk

soppen på norsk ikkje kallast grassvertesopp, men timotei øyeflekksopp. Svertesoppnamnet bør fortsatt brukast om soppar som berre går på dautt eller sterkt svekka plante-materiale, som for eksempel i akset på kornplanter med rotdreparangrep.

Med kulturar av soppen har vi utført smitteforsøk i veksthus for å finne ut om han angrip andre grasarter og korn. Plantene blei inokulerte med ein sporesuspensjon og plasserte i to døgn i vassmetta luft. Symptoma på timotei begynte å vise seg etter 5 døgn, men typiske fiolette øyeflekker blei synlege først 8 døgn etter smittinga.

Desse grasartene var med i forsøka: bladfaks, engkvein, engrapp, engreverumpe, engsvingel, hundegras, kveke, raigras, raudsvingel, sauesvingel, strandrøyr og åkerfaks. Vi fekk ikkje angrep på nokon av grasartene, og heller ikkje på bygg, havre, rug eller kveite (Sundheim og Aarvold 1969).

KJEVLESOPP

Epichloe typhina, Pyrenomycetes

Sphacelia typhina, Hyphomycetes

Stroma er først kvitt og avsnører eincella konidiar $4-5 \times 3 \mu\text{m}$, stroma blir så guloransje på farge og utviklar perithecia, med mange asci og lange trådliknande ascosporar $120-200 \times 2 \mu\text{m}$. Fig. 77.

Vertplanter. Kjevlesoppen har mange vertplanter i grasfamilien. Her i landet er han mest vanleg på hundegras, timotei, engrapp, engsvingel og enkvein av dei dyrka grasartene. Til saman er det funne kjevlesopp på 16 grasarter i Norge. I beite eller eng til slått har ikkje kjevlesoppen nokon praktisk betydning. Tidlegare vart det hevda at soppen kunne gje forgiftningar av husdyr, men dette har ikkje vorte bekrefta i nyare forsøk. Det er berre i frøavl en at kjevlesopp har økonomisk betydning.

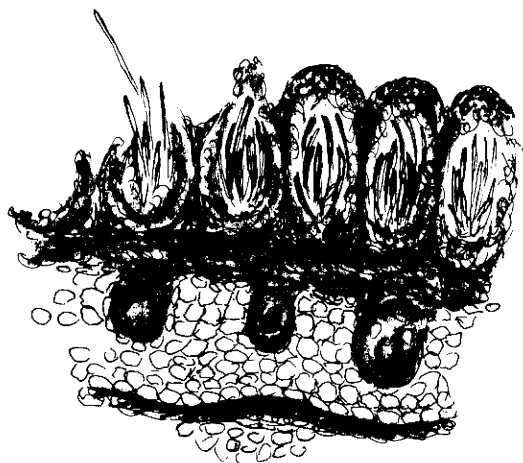


Fig.77. Stroma med perithecia av Epichloe typhina.

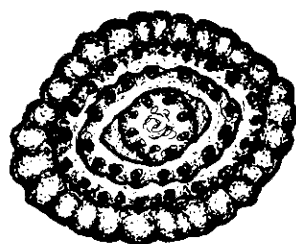


Fig.79. Snitt gjennom timoteiplante med perithecia av Epichloe typhina i stroma utvendig.

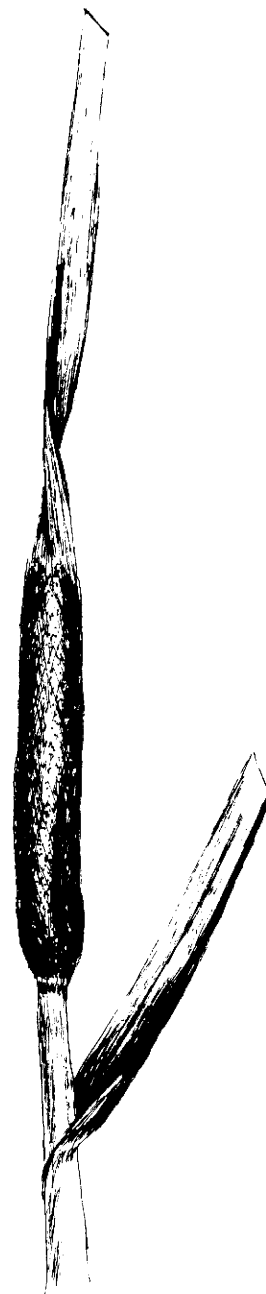


Fig.78. Kjevlesopp på timotei.

Symptom. Heile den angrepne planta er systemisk infisert med soppen, men det er først i skytinga at vertplanta viser symptom ved at soppen veks fram som eit tynt, kvitt belegg av konidioforar og konidiar omkring strå og bladslirer. Etter ei tid veks sopplaget til eit tjukkare "kjevle" omkring strået og fargen skifter til gulbrunt etter som perithecia med ascosporar modnar i overflata. Lengda på det sylindriske "kjevlet" kan bli opp til 5 cm, men ofte er det kortare. Fig.78.

I timotei og dei fleste andre vertplantene veks sopplaget fram før skyting slik at angrepne planter ikkje utviklar aks. Hjå hundegras og raudsvingel blir toppen misdanna, men det kan bli produsert noko frø på infiserte strå. I desse artene kan soppen såleis ha frøsmitte.

Patogenese. Soppen overvintrar i rotsystemet på angrepne grasplanter og veks systemisk opp i planta saman med strekningsveksten av strået. Produksjonen av konidiar og ascosporar fell saman med blomstringstida.

I England har dei vist at både ascosporar og konidiar kan spire og infisere sårflatene på hundegrasplanter etter slått. Første året er det oftast ikkje symptom på hundegraset, andre året vil det kunne bli noko frøproduksjon, men tredje året etter infeksjonen blir hundegrasplanten steril. I England har dei funne opptil 99% frøsmitte i infiserte raudsvingelplanter.

Rådgjerdar. Soppen er funnen i alle fylker i Norge med unntak av Finmark. Jørstad melder om relativt sterke angrep på Austlandet i 1916, 1924 og 1947. Vi har sett fleire eldre timoteifrøenger med opptil 10-25% angrepne strå og tilsvarande reduksjon i frøavlingane (Sundheim et al. 1971). I Danmark blir det frårådd å dyrke frø av timotei eller hundegras meir enn to år etter kvarandre på same stykket. Omløying av eldre frøeng med kjevlesoppangrep er einaste rådet ein kan gje dyrkarane. Det er grunn til å vere merksam på at infiserte grasplanter i åkerkanten kan vere smittekjelde for kulturplantene.

RUSTSOPPAR PÅ GRAS

Fleire av dei vanleg dyrka grasartene våre kan vere utsette for rustsoppar, særleg i slutten av vekstsesongen. Gjørum (1974) har laga eit oversyn over det som finst av rustsoppar i Norge. Frå denne floraen har eg laga eit utdrag av det vi har av rustsoppar på nokre grasarter. Dei omfattar 8 arter frå slekta Puccinia og 1 Uromyces-art. Puccinia har to-cella teleutosporar, medan Uromyces har eincella teleutosporar.

Det er delte meiningar om kor vide artene innan rustsoppene skal vere. Gjørum fylgjer ein moderne artsoppfatning om at det skal vere morfologiske skilnader mellom artene. Brunrust er døme på ei slik vid art som nokon deler i mange småarter etter gramineverten.

GRASMJØLDOGG

Grasmjøldogg, Erysiphe graminis, har over 100 vertplanter i grasfamilien og er funnen på 22 grasarter i Norge. Soppen er nærare omtala saman med andre parasittsoppar på korn.

Av enggras er Poa- og Festuca-arter mest utsette. Mjøldogg kan finnast heile sommaren gjennom. Soppen har stor formeiringsevne, og angrepa tek seg raskt opp i relativt tørre periodar. På plengras er det ofte sterkast angrep på lune og skuggefulle plassar langs hekkar og under parktre. Sterkt angrepne blad kan gulne og visne. I foredlingsarbeidet for å lage rappsortar til bruk i plenar blir det lagt vekt på resistens mot grasmjøldogg.

OVERSIKT OVER RUSTSOPPAR PÅ NOKRE GRASARTER I NORGE (etter Gjørum 1974)

<u>Puccinia coronata</u> - kronrust	Agrotis	+	Alopecurus	pratenis	Bromus	inermis	Dactylis	glomerata	Festuca	pratenis	Festuca	rubra	Lolium	multiflorum	Lolium	perenne	Phleum	pratense	Poa	pratenis
<u>festucae</u> - svingelrust	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>graminis</u> - svartrust	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>poae-nemorialis</u> - rapprust	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>poarum</u> - rapprust	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>recondita</u> - brunrust	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>striiformis</u> - gulrust	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>Uromyces dactylidis</u> var. <u>dactylidis</u> - hundegras-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
rust	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
var. <u>poae</u>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ Funne i Norge

++ Begrensa geografisk utbreiing i Norge

+++ Vanleg på vertplanta i Norge

OVERVINTRINGSSOPPAR PÅ GRAS

Overvintringa er ei hard påkjenning for fleirårige grasarter. Både frost, isdekke, vass-skader, oppfrysing og andre klimatiske faktorar kan føre til stor utgang av plantematerialet gjennom vinterhalvåret. Her vil berre dei parasittære vinterskadane bli omhandla. Undersøkelsar av Røed (1956,1960), Andersen (1960,1966) og Årsvoll (1973, 1975) har vist at dei viktigaste overvintringssoppene er snømugg, kvit grastrådkølle, stor grasknollsopp og raud grastrådkølle. Av desse er det mest snømugg som er årsak til vinterskader på haustkorn. Soppen er difor omhandla saman med andre kornsjukdomar.

STOR GRASKNOLLSOPP

Sclerotinia borealis, Discomycetes

På infiserte planter veks det fram gråkvite, seinare svarte ovale til langstrakte, noko flatklemde sklerotia, 2-8 x 1-4 mm. Fig. 80 . Om hausten veks det opp eit til tre gulbrune apothecia frå kvart sclerotium. Fig. 81. Apotheciet er 2-6 mm i diameter, (fig. 82) og inneheld asci, 150-220 x 8-13 μm , med eincella, ovale ascosporar, 12-22 x 6-8 μm . Fig. 82.

Patogenese. Sklerotia spirer om hausten med apothecia som kastar ascosporar. Dette er viktigaste inoculum for soppen, men infeksjonen kan truleg starte frå mycel som veks frå sklerotia eller andre infiserte planter. Spiretråden frå ascosporane veks til eit greina nett av hyfer og i kontakt med vertplantene vert det utvikla appresoria. Infeksjonen kan gå rett gjennom epidermis eller soppen kan etablere seg i sår i overflata. Hyfene veks vidare intra- og intercellulert i verten (Årsvoll 1976). Soppen må reknast som eit heller svakt patogen som treng predisponert vev for å etablere seg. Gjennom vinterhalvåret produserer soppen sklerotia i infisert bladverk. Dei ligg dormante på og i jordoverflata gjennom sommaren og spirer med apothecia om hausten.



Fig.80. Sklerotia av Sclerotinia borealis i timoteiplante.



Fig.81. Sklerotium av Sclerotinia borealis med apothecia.

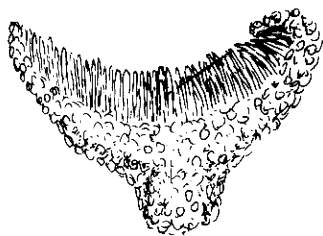


Fig.82. Snitt gjennom apothecium og ascus med ascosporar av Sclerotinia borealis (500 x).

Symptom. Skadane etter angrep av stor grasknollsopp er tydelegast om våren like etter snøsmelting. Flekker av ulik storleik har visne planter. Bladverket er gråkvitt med optrevla blad. Soppen produserer rikeleg med svarte sklerotia i daudt bladverk. Dei er avlange, eller uregelrett forma og større enn sklerotia til trådkøllesoppene, slik at det er relativt lett å identifisere soppen om våren.

Stor grasknollsopp er vanleg utbreidd i indre strok i dal- og feyllbygdene på Austlandet og i Trøndelag. I kystdistrikt i Sør-Norge er ikkje soppen funnen, medan i Nord-Norge er soppen jamt utbreidd. Årsvoll (1973) fann sjeldan angrep av S. borealis på stader med mindre enn 180 dagar snødekke. I Sør-Norge er det mest tilfelle av soppen i strok over 400 moh. Over 800 moh er stor grasknollsopp omtrent like vanleg som kvit grastrådkølle.

KVIT GRASTRÅDKØLLE

Typhula ishikariensis, Hymenomyces

Fra mycel i infiserte planter veks det fram kuleforma, først gråkvite seinare mørkebrune til svarte sklerotia. Diameteren kan vere 0,5-2,0 mm, men er oftast under 1 mm. Sklerotia kan sitje inne i blada, men bryt oftast fram gjennom epidermis. Det er karakteristisk for T. ishikariensis at det blir produsert mange sklerotia i infisert plantemateriale. Gjennom sommaren er sklerotia dormante til dei om hausten spirer med 1-3 kølleforma, gråkvite til lysebrune fruktlegeme, 5-20 x 0,5-1 mm. Fig. 83. I hymeniet utvendig på øvre halvdel av fruktlegemet blir det produsert basidia med basidiesporar, ovale til ellipseforma, tilspissa i eine enden, 6-8 x 3-4 μ m. Fig. 84.

Symptoma på angrep av kvit grastrådkølle er tydelegaste etter snøsmelting når dei overlevande plantene tek til å vekse. Daude planter har lysegråe, trådsmaale og noko oppflisa blad. Sklerotia sit i eller på restane av bladplater og

bladslirer, og det kan vere temmeleg tett med sklerotia i planterestane like etter snøsmeltinga. Seinare på våren tørkar plantematerialet opp og sklerotia vil felle ned på bakken. Kvit grastrådkølle er det mest patogene av dei to trådkøllesoppene på gras. I innlandsklima og i høgareliggjande strom kan det bli store skadar av kvit grastrådkølle.

RAUD GRASTRÅDKØLLE

Typhula incarnata, Hymenomyces

Frå mycel i infiserte planter veks det fram langstrakte og noko flatklemde, først rosa, seinare gulbrune til mørk raudbrune sklerotia, 1-5 x 0,5-3 mm. Denne arten har oftast få sklerotia og dei sit mest i bladslirer og ved bladbasis. Etter ein dormant periode gjennom sommaren spirer sklerotia med 1-3 fruktlegeme, 5-30 x 0,5-1 mm. Hymeniet er lakseraudt og stilken gråkvit. Det er fargen på fruktlegemet som er grunnlaget for dei norske namna på dei to Typhula-artene. I hymeniet veks det fram basidia med basidiesporar, ovale, tilspissa i eine enden, 6-10 x 3-5 μ m.

Livssyklusen er lik for dei to Typhula-artene. Vindspreidde basidiesporar blir frigjort frå fruktlegema om hausten. Sporane spirer på mottekeleg plantemateriale og soppen veks i plantene gjennom vinterhalvåret. Sklerotia blir produsert i dautt bladverk og dei er oftast ferdig utvikla ved snøsmelting om våren.

Symptoma på angrep av dei to trådkøllesoppene kan vere vanskelege å skilje. Derimot er det ikkje vanskeleg å identifisere stor grasknollsopp som har tydeleg større sklerotia. Raud grastrådkølle produserer færre sklerotia enn kvit grastrådkølle. Fargen er lysare og meir rosa til raudbrun. Sklerotia til raud grastrådkølle sit meir i bladslirer og ved basis av blada.

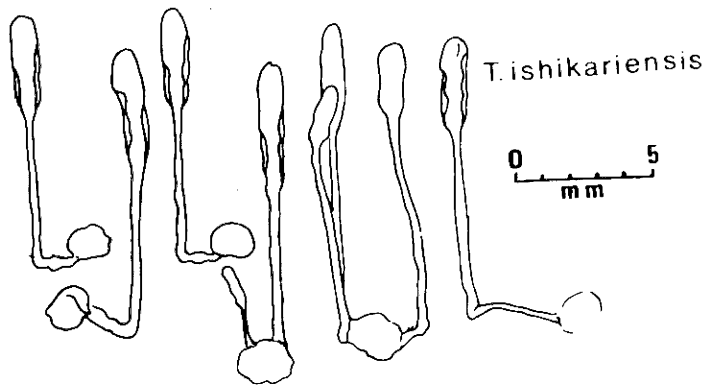
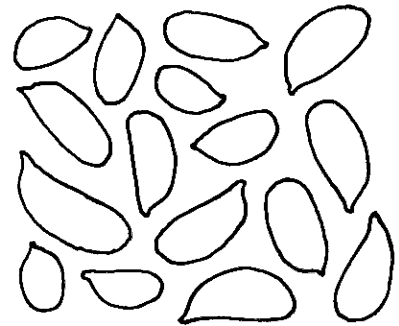
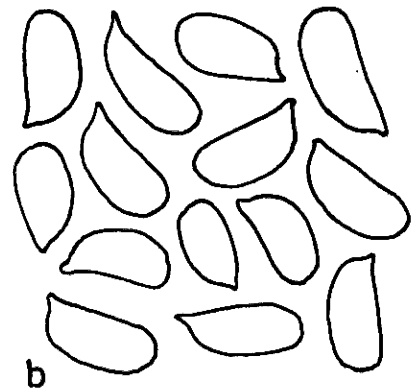


Fig.83. Sclerotia av Typhula ishikariensis med fruktleqeme (Årsvoll og Smith 1978).



0 5 10 μ

Fig.84. Basidiesporar av Typhula incarnata (b) og T. ishikariensis (c), 2000 x (Årsvoll 1975).

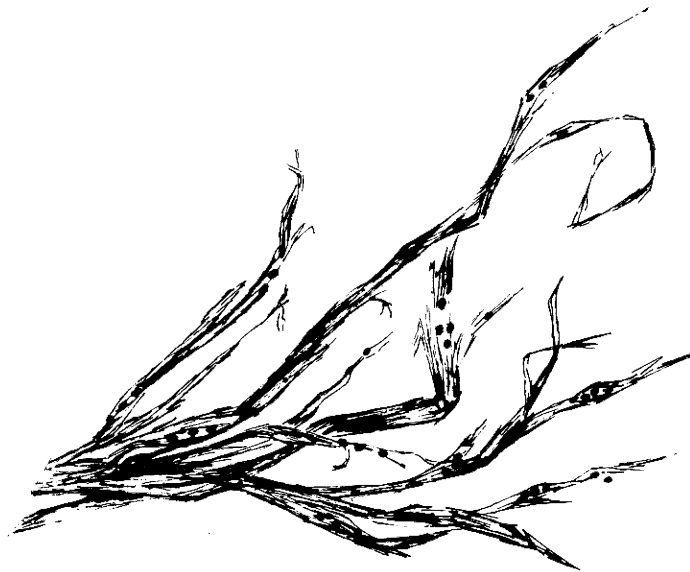


Fig.85. Sklerotia av Typhula ishikariensis i timoteiplante.

SKADE AV OVERVINTRINGSSOPPAR I ENG

Gjennom tre år undersøkte Årsvoll (1973) 2400 prøver frå gras med vinterskade. Materialet vart gruppert etter prosent utgang av plantene og årsaker til skaden. Parasittære skadar vart identifisert i 1780 av desse prøvene.

Årsak til parasittære vinterskadar (Årsvoll 1973)

Prosent skade	Årsaker				
	Fusarium nivale	Typhula incarnata	Typhula ishikariensis	Sclerotinia borealis	Andre patogen
0- 5	969	299	293	129	375
5- 10	210	41	133	29	13
10- 25	153	27	158	33	5
25- 50	47	13	87	24	5
50-100	31	4	60	12	0
Sum	1410	384	731	218	398

F. nivale var den vanlegaste årsaka til parasittære vinterskadar. Soppen var jamt utbreidd over heile landet og representert i prøver frå eit stort tal felt. Men på engfelt med store vinterskadar var T. ishikariensis og S. borealis viktigaste skadeårsaker. Fig. 86. T. incarnata var det mest av i felt med under 5% skade. T. ishikariensis synes difor å vere meir patogen. Talet på felt med S. borealis er mindre, men det er relativt mange prøver av soppen frå felt med store skadar.

Årsvoll grupperte materialet etter dagar med snødekke på den lokaliteten prøva kom frå. Det var tydelege samanhengar mellom lengda på vinteren og skaden av parasittsoppene.

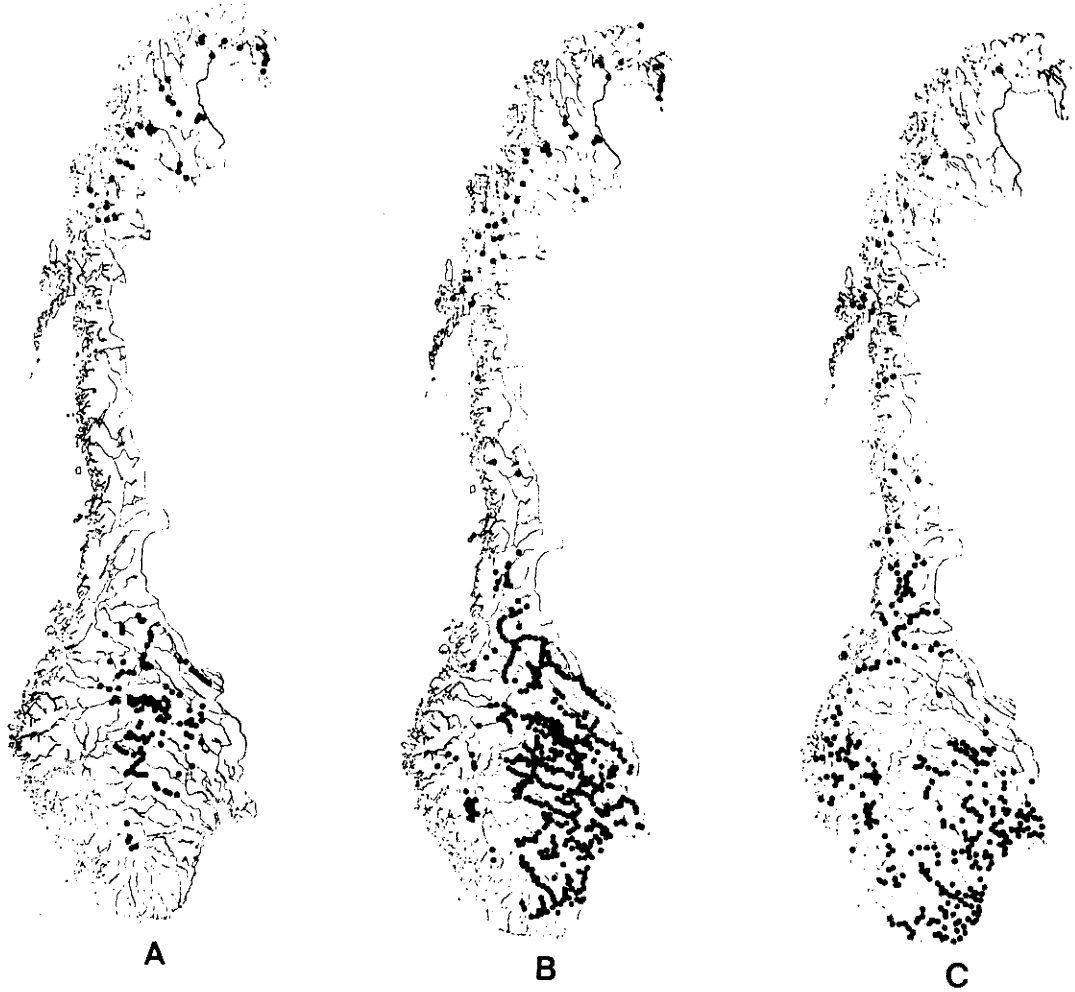


Fig.86. Utbreiing av Sclerotinia borealis (A), Typhula ishkariensis (B) og Typhula incarnata (C) i Norge (Årsvoll 1975).

Verknad av vinterklima på vinterskadane (Årsvoll 1973)

Dagar snødekke	Prosent vinterskade				
	Fusarium nivale	Typhula incarnata	Typhula ishikariensis	Sclerotinia borealis	Fysiske vintersk.
0- 30	1,6	0	0	0	6,7
30- 90	4,0	0,4	0,3	0	8,0
90-180	4,6	1,1	4,6	0,7	9,1
180-	3,5	0,6	10,0	4,0	5,6
Dagar med tele					
0- 90	5,6	1,3	7,2	1,7	4,3
90-	3,2	0,4	2,7	0,7	11,6

Snømugg er mindre påverka av vinterklimaet enn dei andre parasittsoppene. Både T. ishikariensis og S. borealis gjer mest skade på lokalitetar med langvarig snødekke. Dei fysiske vinterskadane avtek med lengda på vinteren, medan dei aukar sterkt ved langvarig tele og med is og vassdekke på bakken.

Stor grasknollsopp og til ein viss grad kvit grastrådkølle er dalbygd- og fjellplanter i Sør-Norge, medan dei finst ned til havflata i Nord-Norge. Dette er og eit kjent fenomen innan blomsterplantene. Årsvoll delte prøvene etter landsdel i ei gruppering etter høgde over havet.

Verknad av høgde over havet på vinterskadane (Årsvoll 1973)

Høgde over havet	Prosent vinterskade				
	Fusarium nivale	Typhula incarnata	Typhula ishikariensis	Sclerotinia borealis	Fysiske vinterskade
Sør-Norge					
0-100	4,0	1,0	0,8	0	9,3
100-200	6,3	1,2	4,0	0,3	5,9
200-400	5,5	1,3	8,4	0,7	7,8
400-800	3,3	0,1	15,6	3,0	1,5
800-	3,3	0,1	12,7	10,5	0,1
Nord-Norge					
0-100	1,4	0,2	0,9	2,0	17,7
100-	1,0	0,2	0,3	2,6	7,3

I Sør-Norge aukar dei parasittære vinterskadane sterkt med høgda over havet. Dette kjem mest av sterkare angrep av T. ishikariensis og S. borealis i høgareliggjande strom. F. nivale er mindre påverka av høgda over havet. Dei fysiske vinterskadane avtek slik at over 200 moh dominerer parasittære vinterskadar. I Nord-Norge er dei fysiske vinterskadane viktigaste årsaka til utgangen av plantene i vinterhalvåret.

Overvintringssoppene er ekstremt psykrofile organismar. Under eit snødekke vil det vere rikeleg råme. Om bakken er tien vil temperaturen vere omlag 0 C under snøen. Det gir eit godt mikroklima for desse soppene. Årsvoll (1975) målte veksten av ulike overvintringssoppar i laboratorieforsøk på dyrkingsmedia.

Vekst av overvintringssoppar in vitro (Årsvoll 1975)

	<u>Kardinaltemperatur C</u>			Vekst ved 0 C i % av veksten ved optimum temperatur
	Minimum	Optimum	Maksimum	
<i>Fusarium nivale</i>	-6	21	28	8
<i>Sclerotinia borealis</i>	-6	3-6	18	80
<i>Typhula incarnata</i>	-6	9-12	21	27
<i>Typhula ishikariensis</i>	-6	9	18	61

Både S. borealis og T. ishikariensis har stor evne til å vekse ved 0 C. Veksten ligg ikkje langt unna veksten ved den optimale temperaturen for desse to organismane. Optimum temperatur for vekst er låg og i varmare miljø stoppar veksten heilt.

Rådgerder. I langvarige kulturar som eng, beite og plenar er det viktig å velge arter og sortar som høver på dyrkingsstaden. Det er store skilnader i resistens mot parasittære og fysiske vinterskader innan det som finst av sortar i handelen. Nordskandinaviske sortar av timotei, hundegras, engsvingel, engrapp og andre grasarter har betre overvintringsevne enn dei mindre hardføre sørlege sortane. Det ser ut til å

vere god samanheng mellom resistens mot overvintringssoppar og generell overvintringsevne.

Metodar for smitting med dei viktigaste overvintringssoppene er utarbeidd (Årsvoll 1977). Det ligg såleis godt tilrette for vidare systematisk resistensforedling for å få fram betre overvintringsevne i gras til eng og plen.

Fungicid. Både i våre naboland og her i landet har det vore utført forsøk med fungicid mot overvintringssoppar på enggras (Andersen 1966, Hansen 1969). Forsøka har vist at quintozen har best verknad både i eng og plenar.

Overvintring og høyavling på felt i Ål og Folldal (Hansen 1969)

	Aktivt stoff kg/da	Overvintring %	Høyavling kg/da
Quintozen	0,5	79	462
Quintozen	1,0	97	469
Quintozen	2,0	99	513
Usprøyta		67	332

Overvintring etter sprøyting av 7 felt med plengras (Hansen 1969)

	Aktivt stoff kg/da	Overvintring %
Quintozen	0,5	72
Quintozen	1,0	83
Quintozen	2,0	85
Usprøyta		47

Desse tala og resultatata frå andre forsøk er temmeleg ein-tydige. I strok med stabilt, langvarig snødekke og med gode vilkår for overvintringssoppar, kan det vere grunn til å vurdere sprøyting med quintozen dei første engåra. Sprøyting i eldre eng har lite for seg om mykje av det tilsådde graset har gått ut. Det er i dei første engåra at skadane av overvintringssoppar er størst. Ved sprøyting med 0,5 kg quintozen/da har det ikkje vore påvisbare restar, medan 1,0 kg/da har gitt restar i nokre forsøk i fjellet (Årsvoll, upubl.) Plenar og anna grøntareal er det mindre betenkeleg å sprøyte. Sprøytinga har best verknad om sprøytearbeidet blir utført seint på hausten like før snøen legg seg.

SJUKDOMAR PÅ ENGBELGVEKSTAR

Raudkløver er den mest aktuelle engbelgveksten i Norge i dag. Kvitkløver har sin plass i plenfrø- og beitefrøblandingar. Luserne er det lita interesse for, men det foregår foredlingsarbeid i andre land for å kome fram til sortar som er mindre kalkkrevjande enn det sortimentet som finst i dag. Det kan utvide dyrkingsområdet for luserne.

Sjukdomsproblema i desse fleirårige vekstane kan delast i to grupper. På den eine sida har vi parasittsoppar som drep plantene og med det tynnar ut plantebestanden. Så er det ei gruppe soppar som framkallar bladflekke på kløver og luserne i veksttida.

KLØVERRÅTE

Sclerotinia sclerotiorum, Dicomycetes

Sklerotia er svarte i overflata, ujamne på form, måler frå 2-6 mm til store samangrodde klumpar på 1-2 cm i diameter. Fig. 87. Stilka, lysebrune apothecia måler 4-8 mm i diameter, og inneheld sylindriske asci (fig. 88), kvar med 8 eincella ascosporar, 14-17 x 5-8 μ m. Fig. 89.

Vertplanter. Kløverrate er vanleg på raudkløver, kvitkløver, alsikekløver, luserne og mange andre dyrka og viltveksande belgplanter. Kløverrate er utbreidd over heile Nord-Europa og sjukdomen ser ut til å finnast alle stader kløver blir dyrka i Norge.

Patogenese. Ascosporeinfeksjon av kløverblad framkallar små, brune flekker som i fuktig mikroklima veks raskt slik at heile bladet snart blir brunt. I ei frodig kløvereng til høyt eller frø kan det bli så sterk utvikling av soppen om hausten at det veks fram sklerotia oppetter stengelen på plantene. Slik kan soppen ha falsk frøsmitte ved at små sklerotia kan passere solda på skurtreskaren og kome med kløverfrøet.



Fig.87. Sklerotium med
apothecium av
Sclerotinia.

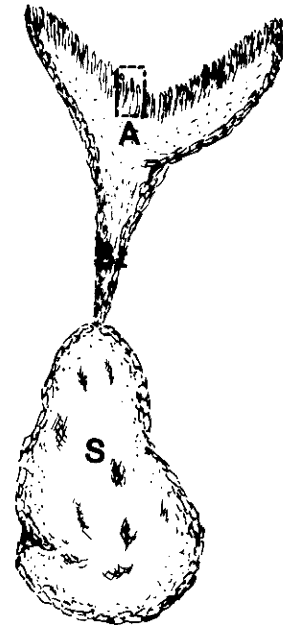


Fig.88. Sclerotinia trifoliorum, snitt
gjennom sclerotium (S),
stilk (St), apothecium (A) med
hymenium (H).

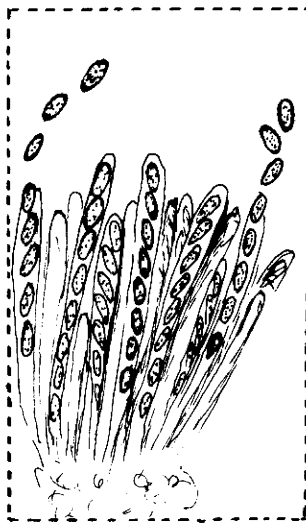


Fig.89. Sclerotinia trifoliorum.
Asci med ascosporar og
parafyser i hymeniet.

Etter infeksjonen veks soppen gjennom stengelen og ned i krona og hovedrota på kløverplanta. Om det blir gode vilkår for kløverråte kan soppen drepe plantene i vinterhalvåret.

Symptom. Skaden etter angrep av kløverråtesoppen viser seg best om våren. Når overlevande planter tek til å bli grønne er det lett å finne planter som har gått ut. Det sikraste symptomet på kløverråte er dei svarte sklerotia som finst i og omkring hovedrota på dei skadde eller drepne plantene. Fig. 90. Rota på angrepne planter kan ha ein karakteristisk rosa farge innvendig.

Epidemiologi. Normalt ligg sklerotia i kvile gjennom sommaren og spirer med apothecia i september og oktober. Men på forsøkgarden Bjørke i Vang fann vi modne apothecia så tidleg som 2. juni i 1967. Apothecia produserer, og kastar ut store mengder ascosporar som kan infisere bladverket til friske planter. Infeksjonen kan og starte frå mycel som veks inn i plantene frå sklerotia i jorda. I Finland er det vist at sklerotia kan ha lang levetid i bakken. Ved å undersøke nedgravne sklerotia gjennom ein periode på fleire år, har dei vist at sklerotia kan overleve opptil 7 år.

Rådgjerder. Vekstskifte med 4-5 år utan kløver vil redusere smittenivået. Bruk av resistente sortar og foredlingsarbeid for å forbetre denne resistensen, er viktigaste rådgjerda mot kløverråte. Den tetraploide raudkløversorten 'Tripo' har ein høg grad av resistens mot kløverråtesoppen.

Vestad (1982) har stilt saman langvarige smitteforsøk med kløverråtesoppen.

Gjennomsnitt overlevande planter % (Vestad 1982)

	50 forsøk 1952-73	18 forsøk 1959-73
Molstad (2x)	35,8	35,2
Øtofte Res. (2x)	30,3	29,1
Merkur (2x)	29,0	28,1
Tripo (4x)	44,7	47,0
Ulva (4x)		48,2



Fig.90. Raudkløverplante med
sklerotia av kløverrøtesoppen.

Den norske diploide sorten 'Molstad' viser seg å vere meir resistant enn 'Øtofte' og 'Merkur,. Dei tetraploide sortane 'Tripo' og 'Ulva' er generelt sterkare enn dei diploide sortane. Seleksjonsforsøk har vist at det er mogeleg å betre resistensen i både diploide og tetraploide raudkløver-sortar (Vestad 1982).

Sprøyting med fungicidet quintozen om hausten har hatt god effekt av i ein serie med forsøk gjennom ein fireårsperiode på Østlandet.

Verknad av quintozensprøyting mot kløverråde i reinbestand av raudkløver (Sundheim 1970).

	Sprøyta	Usprøyta
Kløverbestand vår %	85	45
Utgang av kløver %	13	52
Kg høy/da	985	788
Kg kløver/da	813	577

Det bør da brukast 0.75-1.0 kg 75% handelspreparat/da. Slik sprøyting er likevel mest aktuell ved frøavl av raudkløver på grunn av restane av dette temmeleg stabile fungicidet i plantene og jorda.

Tidspunktet for sprøyting. Sprøytetida er ikkje så kritisk som ved sprøyting mot dei andre overvintringssoppene i engvekstar. I sprøyteforsøk fann Sundheim (1970) like god verknad etter sprøyting i november som etter sprøyting i september. Fleire sprøytingar same haust hadde best verknad, men dette er ikkje aktuelt i praksis.

Tid for sprøyting mot kløverråde (Sundheim 1970)

Sprøytetid	sept.	sept. okt.	sept. okt. nov.	nov.	sept. nov.
Kløverbestand vår %	78	94	95	74	88
Utgang %	20	3	1	23	10
Kg høy/da	961	1036	1045	900	967
Kg kløver/da	750	878	872	720	846

Kjemisk analyselaboratorium, NLH har bestemt restar av quintozen i prøver frå nokre av sprøyteforsøka.

Restar av quintozen i høy frå fire felt (Sundheim 1971)

Sprøytemengde quintozen kg/da	Tal prøver	Quintozen i kløverhøy ppm
0	13	0.08
2	14	0.23
4	10	0.56
6	7	0.38

Resultata frå restanalysene er framstilt i tabellen. Prøvene var delvis tatt frå ruter som var sprøyta 3 gonger med tilsaman 6 kg quintozen. Det vart og teke ei prøve av raudkløverfrø hausta eit år etter sprøyting av 0.75 kg quintozen. I prøva vart det konstatert 0.16 ppm quintozen.

ROTRÅTE I RAUDKLØVER

Utanom det karakteristiske sjukdomsbiletet i kløverrøter angrepne av kløverråtesoppen, finn ein ofte i rot og krone på kløverplantene nekrosar og råtar som ikkje har samanheng med kløverråten. Mekaniske sår, langsgåande sprekkar i overflata, avrotne birøter og skot frå krona er vanlege skadar. Gjennomskorne hovudrøter har ofte ein svart, tørr råde som startar frå krona eller skadar i overflata.

Om ein vaskar og undersøker røtene av kløverplanter, viser det seg at over halvparten har skadar alt i første engår. Frekvensen av skadde planter aukar slik at i eldre eng finn ein nesten ikkje planter med friske røter. Innvendige symptom syns best om ein kløyver hovudrota på langs. Nekrosar og råtar startar frå overflata av røtene, eller frå sårflatene etter slått. Råten utvidar seg frå infeksjonspunktet nedover eller oppover i hovudrota, først som ei misfarging, seinare som ein oftast tørr, mørk råde.

Gjennom eit par sesongar vart det sendt prøver av kløverplanter til Statens plantevern, Botanisk avd. frå prøvetakarar rund i landet. Prøvene vart graderte for rotråde på ein skala

frå 0 til 5 der 0 vart brukt for heilt friske røter, og 5 for nekrotiske, døde røter. Tala for rotråte hadde sikker stigning gjennom heile vekstsesongen både for 1-års og eldre eng. Graderingane på prøver frå eldre eng viste at rotråteindeksen var høgare enn i første engåret (Sundheim 1980).

Gjennomsnittleg angrep av rotråte i innsendte prøver av raudkløver bedømt på ein skala 0-5 (5 = daude røter, 0 = friske røter) (Sundheim 1980).

	Dato for prøvetaking				
	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9
1 års eng	1,3	1,8	2,1	2,6	3,1
2-3 års eng	2,3	3,4	3,1	3,6	3,8

Frå nekrotiske siderøter, sår og råter i hovudrota vart det isolert eit stort tal soppar. Dei fleste hørde til slekta Fusarium. Men soppar som hørde til slekta Phoma og andre vanlege sopplesker forekom og.

Patogeniteten til 90 isolat vart testa på kløverplanter i laboratorieforsøk. Resultata viste at Fusarium-artene var meir patogene enn isolata frå andre sopplesker som vart undersøkte. Phoma- var mest patogen av dei andre slektene.

Patogenitet av diverse isolat på raudkløverplanter (0 = ingen symptom, 5 = heilt drepne planter) (Sundheim 1970).

Soppart	Tal isolat testa	Rotråte
<u>Fusarium</u> <u>avenaceum</u>	86	4,6
<u>F.</u> <u>culmorum</u>	13	4,1
<u>F.</u> <u>oxysporum</u>	75	3,8
<u>F.</u> <u>sambucinum</u>	2	2,3
<u>Cylindrocarpum</u> spp.	5	1,5
<u>Phoma</u> spp.	3	3,2
<u>Verticillium</u> spp.	13	1,4

Vi reknar rotråten som ei medverkande årsak til utgangen av kløverplantene i eng. Granskingar i USA, Finland og Sverige har vist at det same sjukdomskomplekset er vanleg i raudkløver. Resultata viser at desse relativt veike patogena verkar saman med abiotiske faktorar, virus, kløverråtesoppen, nematodar, bladflekkssoppar og skadedyr.

Vi har ingen direkte rådgjerdar mot rotråte i kløver. Amerikanske forskarar har laga lusernesortar med ein viss resistens mot eit tilsvarande sjukdomskompleks, men slik resistens er ikkje kjent i kløver. God næringsbalanse har generelt god effekt på levetida til kløverplantene. Det er viktig at plantene har nok opplagsnæring til å klare vinteren. For sein siste slått kan tappe sterkt på reservane og redusere overvintringsevna.

KLØVERSKÅLSOPP

Pseudopeziza trifolii, Discomycetes

Apothecia måler 0.2-1.0 mm i diameter, sylindriske asci inneheld 8 eincella ascosporar, 10-15 x 4-6 µm. Fig. 91. Det ustilka apotheciet er svart på farge og syns godt i ei lupe.

Slekta Pseudopeziza har fleire arter som parasitterer belgvekster. Kløverskålsoppen P. trifolii på raudkløver og andre Trifolium-arter er viktigast i Norge. Luserne er utsett for P. medicaginis og planter i steinkløverslekta Melilotus blir angrepne av P. meliloti.

Symptom. Det sikraste symptom på kløverskålsopp er dei små apothecia i sentrum av bladflekkene. Fig. 92. Bladplatene er mest utsette, men vi har og sett kløverskålsopp på bladstilkar og stenglar. Noko av soppen finst alltid i ei kløvereng, men utover sommaren aukar tettheita av bladflekker, og i fuktige periodar kan soppen føre til bladfall og avlingsreduksjon.

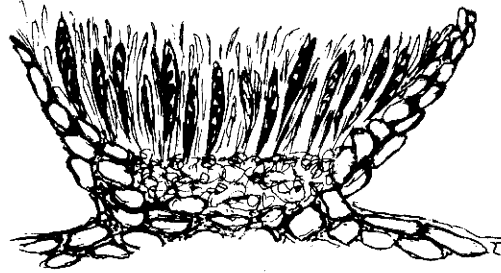


Fig.91. Kløverskålsopp har ustilka apothecium sitjande på bladet.

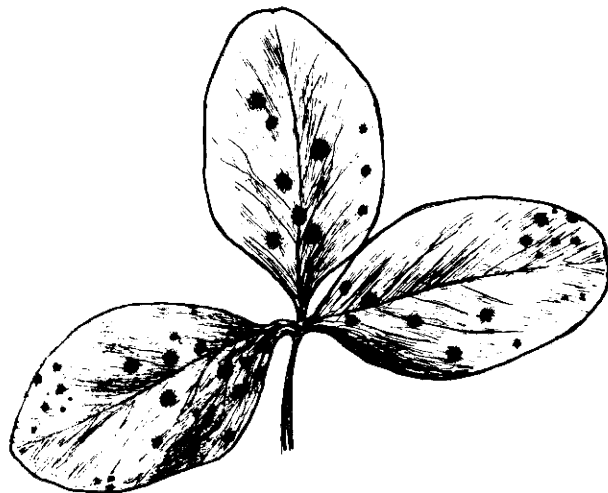


Fig.92. Symptom på kløverskålsopp på raudkløver.

Epidemiologi. Soppen overvintrar som apothecia i restar av kløverblad. Om våren blir ascosporane kasta og infeksjonen av nytt bladverk startar frå ascosporar. Kjøleg, fuktig mikroklima i ei frodig kløvereng lagar gode tilhøve for soppen og difor blir angrepa sterkast sist på sommaren og om hausten.

KLØVERBRANN

Kabatiella caulivora, Hyphomycetes

Soppen er ein skivekonidiesopp som lagar flekker på stenglar, bladstilkar og blomsterstilkar av raudkløver. Symptoma er først langstrakte, lys brune flekker med mørk kant. Dei blir etterkvart mørkare på farge, og veks både i lengderetningen og i breidda, slik at heile omkretsen av stengelen blir angrepen. Transporten opp i toppen av stengelen blir redusert, stengeltoppen visnar og blir hangande nedbøygd. I fuktige periodar produserer soppen kvite konidiemassar i flekkene. I Skottland er det vist at soppen har frøsmitte. Sjukdomen er ikkje uvanleg i Norge, men han betyr truleg mindre hjå oss enn i USA og Storbritannia.

RINGFLEKK

Stemphylium sarcinaeforme, Hyphomycetes

Ringfleck er ein frispora konidiesopp og er vanleg på kløver og andre Trifolium-arter. Soppen har frøsmitte i raudkløver.

Symptoma på blada er som namnet på sjukdomen fortel, blad-flekker med konsentriske ringar med vekslande lys og mørk brunfarge. Flekkene veks i diameter, og krafing sporeproduksjon på blada kan føre til at gamle bladflekker ser ut som dei er dekte av eit støvande belegg.

PEPARFLEKK

Leptosphaerulina trifolii, Loculoascomycetes

Pseudoperithecia måler 120-200 μm . Asci, dobbelvegga 50-90 x 40-60 μm . Ascosporene har 3-4 septa og måler 25-50 x 10-20 μm .

Sekksporesoppen Leptosphaerulina trifolii har eit vidt vertplanteregister innan Leguminosae. Kvitkløver og luserne er mest utsette. Særleg sterke angrep kan det bli i tette plantebestand av luserne i fuktige periodar. I plenar med mykje kvitkløver kan blada bli sterkt angrepne. Symptoma på peparflekk er brune til svarte flekker, 1-3 mm i diameter, spreidde på både sider av bladplatene og på bladstilkane. Ved sterke angrep kan flekkene bli mindre distinkte og flyte saman i større nekrotiske felt (Sundheim and Wilcoxson 1965).

I luserne blir det arbeidd med resistensforedling mot peparflekk. Angrepa på kvitkløver har mindre økonomisk betydning, og dei andre kløverartene er lite utsette for soppen.

REFERERT LITTERATUR

- ANDERSEN, I.L. 1960. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. I. - Forskn. Fors. Landbr. 11, 635-660.
- ANDERSEN, I.L. 1963. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. II. Forskn. Fors. Landbr. 14, 639-669.
- ANDERSEN, I.L. 1966. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. III. - Forskn. Fors. Landbr. 17, 1-20.
- ANDERSEN, I.L. 1973. Reverumpe og hundegrasfleck kan redusere fôr kvaliteten sterkt. Ny Jord 60, 4-8.
- ANDERSEN, I.L. 1976. Mastigosporium-arter på gras i Nord-Norge (Tromsø). NJF-symposium, sykdomme hos mark- og plen grasser 1976, 8 s.
- ANDERSEN, I.L. 1976. Soppsjukdommer i veksttida på eng- og beitegrasarter i Troms (Finmark). Informasjons- og samrådsmøte, Troms 1976, 66-68.
- CARR, A.J.H. 1975. Diseases of herbage crops, some problems and progress. Ann. appl. Biol. 81, 235-239.
- EGGUM, S. 1972. Avlingsvariasjon ved ensidig korndyrking. Forskn. Fors. Landbr. 23, 161-180.
- ELEN, O.N. 1980. Sykdommer på korn siste vekstsesong. Informasjonsmøtet i plantevern 1980, 111-114.
- ELEN, O.N. 1980. Bekjempelse av soppsykdommer på korn. Norsk Landbruk 1980 (9), 39.
- GJÆRUM, H.B. 1974. Nordens rustsopper. Fungiflora, Oslo, 321 s.
- GUNNERBECK, E. 1971. Studies on Foliicolous Deuteromycetes. I. The genus Mastigosporium in Sweden. Svensk Bot. Tidsskr. 65, 39-52.
- HANSEN, L.R. 1964. The reaction of clones of Bromus inermis and B. inermis x pumpellianus to Pyrenophora bromi. Acta Agric Scand. 14, 59-64.
- HANSEN, L.R. 1964. En sammenligning av Ophiobolus graminis Sacc. var. graminis og Ophiobolus graminis Sacc. var. avenae. E.M. Turner. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 43 (8), 1-12.
- HANSEN, L.R. 1966. Rotdreper på korn. Norsk landbruk 1966, (16) 3-7.
- HANSEN, L.R. 1969. Bekjempelse av overvintringssopper på gras. Jord og Avling 12 (3), 7-10.
- HANSEN, L.R. 1976. Rotdreper på bygg og hvete. Norsk landbruk 1976, 9, 10-11.

- HANSEN, L.R. 1976. Stinksot (Tilletia caries) i hvete på Østlandet i 1973-1974. Forskn. Fors. Landbr. 27, 633-643.
- HANSEN, L.R. 1976. Beise - sprøyteforsøk mot overvintrings-sopper på høstrug 1967-73. Forskn. Fors. Landbr. 27, 339-354.
- HANSEN, L.R. og MAGNUS, H. 1969. Bladflekksopper på bygg i Norge. Forskn. Fors. Landbr. 20, 95-105.
- HANSEN, L.R. and MAGNUS, H.A. 1973. Virulence spectrum of Rhynchosporium secalis in Norway and sources of resistance in barley. Phytopath. Z. 76, 303-313.
- HANSEN, L.R., og AASTVEIT, K. 1959. Forgrødeforsøk på fotsykesmittet jord. Forskn. Fors. Landbr. 16, 1-32.
- HEEN, A. 1982. Resistensforedling i korn. Informasjonsmøtet i plantevern 1982, 35-42.
- HERMANSEN, J.E., og STAPEL, CHR. 1973. Gulrust i hvede. Tolvmandsbladet 1973, (5), 221-232.
- HERMANSEN, J.E., TORP, U., and PHRAM, L.P. 1978. Studies of transport of live spores of cereal mildew and rust fungi. Grana 17, 41-46.
- JEPSEN, H.M. and JENSEN, A. Continuous cereal growing in Denmark. Experimental Results. EPPO Bull. 6, 371-378.
- JØRSTAD, J. 1930. Beretning om plantesykdommer i land- og hagebruket. IV. Sykdommer på korn og engvekster. Landbr.direkt.beretn. 1929, Oslo 1930. 84 s.
- JØRSTAD, J. 1947. Coccosporium aucarpiae and Mastigosporium deschampsiae, two new Fungi Imperfecti. Kgl. norsk vidensk. elsk. Selsk.Forsh. 19, 25-28.
- JØRSTAD, I. 1951. Rustsoppene på korn og gras i Norden. Nord. Jordbr.Forskn., 33, 465-472.
- JØRSTAD, I. 1954. Svartrustproblemet i Norge. Nord. Jordbr. Forskn. 36, 223-226.
- JØRSTAD, J. 1956. Fotsyke på korn i Norge. Nord. Jordbr. Forskn. 38, 411-412.
- MAGNUS, H.A. 1968. Meldugg på korn. Jord og Avling 1968 (2), 1-8.
- MAGNUS, H.A. 1970. Pyrenophora teres Drechsler på bygg: Etiologi, cytologi, epifytologi og resistens. Lic. avh. NLH, 135 s.
- MAGNUS, H.A. 1974. Sources of resistance to Septoria nodorum in barley. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 53 (7), 7 s.

- MAGNUS, H.A. 1981. Variasjon i beiseeffekt mot stripesyke i bygg. Informasjonsmøte i plantevern 1981, 97-102.
- MAGNUS, H.A. og HANSEN, L.R. 1973. Tolerance to Cercospora herpotrichoides Fron. in winter wheat. Phytopath. Z. 76, 189-199.
- MÄKELÄ, K. 1970. The genus Mastigosporium in Finland. Karstenia 11, 5-22.
- MÄKELÄ, K. 1971. Some graminicolous species of Helminthosporium in Finland. Karstenia 12, 5-35.
- MÄKELÄ, K. 1972. Leaf spot fungi on barley in Finland. Acta Agraria Fennica 124 (3), 1-23.
- MÄKELÄ, K. 1972. Seed borne fungi on cultivated grasses in Finland. Acta Agr. Fennica 124 (2), 1-44.
- O'ROURKE, C.J. 1976. Diseases of grasses and forage legumes in Ireland. An Foras Taluntais, Carlow, 115 s.
- PETERSEN, H.I. og DAM CHRISTENSEN, B. 1968. Ophiobolus graminis Sacc. og Cercospora herpotrichoides Fron. Tidsskrift for Planteavl 71, 534-537.
- RØED, H. 1956. Parasittære vinterskader på engvekster og høstsæd i Norge. Nord. Jordbr. Forskn. 38, 428-432.
- RØED, H. 1960. Sclerotinia borealis Bub. & Vleug. a cause of winter injuries to winter cereals and grasses in Norway. Acta Agric. Scand. 10, 74-82.
- SKOU, J.P. 1975. Studies on the take-all fungus Gaeumannomyces graminis IV. Kgl.Vet. og Landbohøjskole, Årsskrift 1975, 121-141.
- SMEDEGAARD PETERSEN, V. 1976. Pathogenesis and genetics of net-spot blotch and leaf stripe of barley caused by Pyrenophora teres and Pyrenophora graminea. Dr. avh. Kgl.Vet. og Landbohøjskole, 176 s.
- SUNDHEIM, L. 1970. Sprøyteforsøk med quintozen mot kløverråtesoppen. Forskn. Fors. Landbr. 21, 297-310.
- SUNDHEIM, L. 1970. Pathogenicity of Fusarium species on red clover roots. Ann. Acad. Sci. Fenn. A IV, Biologica 168, 63-65.
- SUNDHEIM, L. 1971. Control of the clover rot fungus and residues in red clover hay following fall application of quintozen. Medd. Fakult. Landbouwet. Gent. 36 (1), 331-335.
- SUNDHEIM, L. 1980. Sjukdomar på engbelgvekster. Plantevern i engvekster. Etterutdanningskurs, Sem 1980, 1-10.

- SUNDHEIM, L. et al. 1971. Kjevlesopp på gras.
Samvirke 66 (21), 787-788.
- SUNDHEIM, L. and WILCOXSON, R.D. 1965. Leptosphaerulina brosiana on alfalfa. Infection and disease development, host-parasite relationships, ascospore germination and dissemination. *Phytopathology* 55, 546-533.
- SUNDHEIM, L. and AARVOLD, Ø. 1969. Inoculation experiments with the timothy eyespot fungus Cladosporium phlei. *Meld. Norg. landbrHøgsk.* 48 (26, 10 s).
- TORP, H.Ø. 1974. Drechslera-arter på gras i Norge. Hovedoppgave ved NLH, 53 s.
- VESTAD, R. 1982. Kløverråde, resistens og foredling. Informasjonsmøte i plantevern 1982, 29-34.
- VIK, K. 1938. Melduggresistens hos vårhvete. Særtrykk. Beretning NJF-kongress Uppsala 1938. 8 s.
- ZADOKS, J.C. 1965. Epidemiology of wheat rusts in Europa. *FAO Plant Protection Bull.* 13 (5), 1-12.
- ÅRSVOLL, K. 1973. Winter damage in Norwegian grasslands, 1968 - 1971. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 52 (3), 21 s.
- ÅRSVOLL, K. 1975. Fungi causing winter damage on cultivated grasses in Norway. *Meld. Norg. Landbr.Høgsk.* 54 (9), 49 s.
- ÅRSVOLL, K. 1976. Sclerotinia borealis sporulation, spore germination and pathogenesis. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 55 (13), 11 s.
- ÅRSVOLL, K. 1977. Effects of hardening, plant age and development in Phelum pratense and Festuca pratensis on resistance to snow mould fungi. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 56 (28), 14 s.