Øvelsesvejledning til mikroorganismer

SVAMPE

Jens H. Petersen

forår 2002
www.mycokey.com

1. uge

Forelæsnings-emne:

SVAMPERIGET
Præsentation af kurset: Formål, struktur, lærebog.
Introduktion til svamperiget – endosymbioseteorier.
Svampenes bygning.

SÆKSVAMPE
Sæksvampe – Definition + livscyklus
Sæksvampenes generelle økologi (incl. lichenisering)
Systematik, samt typer af frugtlegemer

Læsning til 1. uge

Introduktion s. 11-15
De otte riger, s. 17-28
Svampenes bygning s. 31-33 + 42-55
Sæksvampe s. 179-191 (grå bokse kun til orientering)
Sæksvampe s. 196 ff. Læs de afsnit, der findes under følgende overskrifter:

vinter-frynseskive (s. 204)
afsmittende topsvamp (s. 204)
sortbæger (s. 210)
udbredt bægersvamp (s. 210)
grubet foldhat (s. 210)
spiselig morkel (s. 210)
sommer-trøffel (s. 212)
Sordaria fimicola (s. 214)
slank stødsvamp (s. 216)
kuljordbær (s. 216)

Indsamling og mikroskopering af svampe (s. 307-309)

Øvelsesgang

Gruppearbejde
Hyfevækst. Der uddeles objektglas med maltagarblok med voksende mycelium af arten *Sordaria fimicola*. Objektglasset placeres med agarsiden opad og uden dækglas under mikroskop. Vær forsigtig! Kør ikke objektivet ned i agaren! Find området hvor hyferne vokser ind i ny agar ved 100 x forstørrelse. Tegn hyfefronten med ca. 15 minutters intervaller, gennem resten af øvelsen. Lad præparatet blive i samme mikroskop under hele øvelsesgangen.
Obs: Pas på at agarblokken ikke tørrer ud. Sluk lyset i mikroskopet imellem målingerne og lad ikke arkitektlamperne varme ned på præparatet. Tilsæt evt. en dråbe vand i kanten af agarblokken en gang i mellem.

HVAD SER JEG?
Hyfevækst med forgreninger og dannelse af septae (tværvægge). Udregn vækstha-stigheden. Tegn til sidst væksten over på overheadfilm og præsenter for holdet.

DISCOMYCETES, PEZIZALES (bægersvampordenen). I denne orden er har de fleste arter relativt store og iøjnefaldende frugtlegemer, hvorfor det er denne gruppe af Sæksvampe, man oftest lægger mærke til.

1. præparat
Krølhåret pragtbæger (*Sarcoscypha austriaca*) eller sortbæger *(Pseudoplectania nigrella)*. Et stykke af et frugtlegeme udleveres. Hymeniet findes på den røde overside. Skær et lille stykke heraf og læg det over i vand. Læg dækglas på og mikroskoper.

HVAD SER JEG?
Hymenium bestående af asci med 8 sporer (se fx figur 211 B). I mellem asci findes nogle tynde celler kaldet *parafyser* (de indeholder det røde farvestof). Deres nøjagtige funktion er ikke kendt, men de virker bl.a. stabiliserende på hymeniet.

PYRENOMYCETES (kernesvampe). I denne gruppe finder man svampe med frugtlegemer af peritecie- og cleistotecietypen. Frugtlegemerne er små, på størrelse med hovedet på en nål. Kun i de tilfælde svampene danner stromatiske frugtlegemer finder man mere iøjnefaldende strukturer.

2. præparat
Sordaria fimicola. Denne svamp kan dyrkes på agarplader, hvor den villigt danner frugtlegemer. En dråbe vand anbringes på et objektglas, hvorefter du får udleveret et stykke af en sådan kultur. Et dækglas lægges på, præparatet klemmes forsigtigt fladt og mikroskoperes.

HVAD SER JEG?
Perithecierne ses som små, mørke „pærer“. Klemmes disse forsigtigt i stykker, vil ascus-bundtet smutte ud og du kan se de 8 sorte sporer ligge inde i asci, se figur 215 E – F, samt 188 A. Rundt om i præparatet ses nogle lysere gule kugler: Det er unge peritecier. Ser man *meget* godt efter, kan man finde de helt unge frugtlegemanlæg, *ascogonierne*, der er små, ufarvede, spiralsnoede celleender på hyferne, se figur 181 B.

Introduktion til luftanalyse
I løbet af næste uge skal I lave en analyse af svampesporer i luft. I får en agarplade med hjem. Denne skal eksponeres for luft som beskrevet på næste side i denne vejledning. Tag pladerne med tilbage hertil næste gang. De fremvoksede svampe skal bestemmes på 3. øvelse, og der skal laves rapport over dette.

VEJLEDNING TIL LUFTANALYSER

Overalt i vore omgivelser er der svampesporer, dels stammende fra svampe i naturen, men også fra svampe, der findes i vore bygninger. De fleste af de svampe er såkaldte skimmel- og mug-svampe, dvs. svampe, der befinder sig i deres anamorfe stadie.

Det er helt naturligt, at der findes svampe overalt, men med tiden er anamorfer i bygninger gået hen og blevet et problem, idet mange mennesker er allergiske overfor svampenes sporer. De stigende mængder af svampesporer i huse skyldes for det meste byggesjusk, så vand kan trænge ind og befordre svampevækst. Men også den stigende energibevidsthed har forårsaget stigende svampeproblemer, idet man for at holde på varmen får luftet for lidt ud og derved får en for høj luftfugtighed, hvorefter svampene begynder at brede sig.

Eksponerer man en agarplade i et rum vil man opfange svampesporer fra luften. Lader man så skålen stå i nogle dage, vil sporerne begynde at spire og man kan herefter forsøge at bestemme hvilke svampe det er, man har „fanget“. Det er ikke „paddehatte“, man skal forvente dukker op, men derimod forskellige pastelfarvede, støvende pletter eller lådne kugler Det ligner fuldstændigt hvad man kan se på madvarer, der er blevet for gamle - „der er gået mug i dem“ - og det er i mange tilfælde også de samme svampe, der kan angribe madvarer og som dukker op på agar-pladerne.

En luftanalyse består af fire dele:

1. Produktion af agarplader. Man koger et passende substrat sammen, steriliserer det i en autoklave (trykkoger) og hælder det op i sterile petriskåle. Denne proces springer vi af tidsmæssige årsager over her og I får udleveret færdiglavede skåle.
2. Eksponering af skålene. I får i hver gruppe to skåle, som I skal tage med jer hjem. I beslutter jer for et passende sted at eksponere pladerne (køkkenbordet, eget værelse, kollegiekøkken (godt!), badeværelse, køleskab, under sengen, ovenpå kaninburet osv. osv.). Her lader i skålen stå med låget taget af i en til to timer. Lad ikke skålen stå et sted, hvor luften står helt stille, men hellere i et rum, hvor man færdes.

   Når den så er eksponeret et passende tidsrum, sætter I låget på igen, putter skålen i en tæt pose, skriver dato, eksponeringssted, navn og holdnummer på og tager den med på biologi igen.
3. Vækstperiode. Nu lader man så skålene stå et par uger, så svampene kan vokse og begynde at danne sporer, så man har en chance for at se, hvad det er for en slags. Normalt er en 10 til 14 dage meget passende.
4. Identifikation. Man bestemmer sine svampe, se vejledningen side 13-15.

2. uge

Forelæsnings-emne

Svampeøkologi – biotrofer (parasitter, mutualister, mykorrhiza).

Læsning til 2. uge

Svampenes økologi s. 79-83 + 94-95 + 98-113

Sæksvampe s. 196 ff. Læs de afsnit, der findes under følgende overskrifter:
Ege-meldug (s. 214)
Skivelavsvampe mv. (s. 198-200 midt)

Øvelsesgang

ERYSIPHALES (meldugordenen) er en orden af planteparasitter, der kan være til stor gene for landbrug og haveinteresserede. Svampene danner frugtlegemer af cleistotecietypen. De inficerer planterne gennem spalteåbningerne og danner siden deres frugtlegemer på bladoverfladen. Mange arter er værtsspecifikke.

1. præparat

Ege-meldug (*Microsphaera alphitoides*). En almindelig parasit på egeblade. Svampen angriber bladet gennem spalteåbningerne og når den trives vel, dannes der på overfladen af bladet et hyfelag, hvori frugtlegemerne sidder forankrede. Et inficeret egeblad udleveres. Find et sted på bladet, hvor der anes små, sorte kugler på hyfefilten: Det er frugtlegemer. Fugt stedet med en dråbe sulfovand og skrab nogle frugtlegemer af og over i en dråbe vand på et objektglas. Mikroskoper.

HVAD SER JEG?

Er frugtlegemerne blevet blødt godt op, vil du se de små *cleistotecier* ligge som brune eller sorte kugler. Bemærk de geviragtige *vedhæng*. Klem forsigtigt til frugtlegemerne revner og asci smutter ud, se figur 215 A–B.

LECANOMYCETES (skivelavsvampe). En lav (eller lichen) er en svamp, der danner symbiose med encellede alger og danner et thallus bestående af svampehyfer og indspundne algeceller (fig. 109A). I denne gruppe finder man de laver, der danner frugtlegemer af apotecietypen.

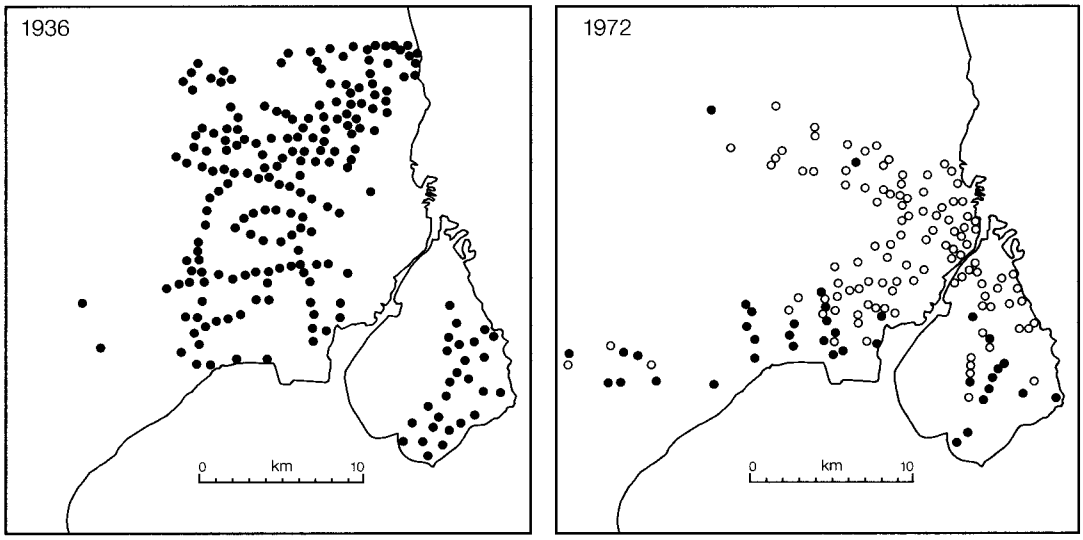
2. præparat

Almindelig væggelav (*Xanthoria parietina*) er en meget almindelig lav, der kan findes både på træer og på sten, bl.a. på betonbyggeri. Den er moderat følsom overfor luftforurening og er blevet brugt til forureningsovervågning. Der udleveres et færdigpræparat af et snit igennem et frugtlegeme. Husk også at se de udstillede eksemplarer.

HVAD SER JEG?

Snittet er farvet med cottonblue, hvorved algerne bliver blå. De ses som små, blå kugler, der ligger i et lag lidt under overfladen af thallus. I hymeniet ses spredte asci med hyaline sporer. Bemærk, at hymeniet er *successivt*; der produceres løbende modne sporer. Se figur 201 A–B–C.

Fremvisning af typer af lichener



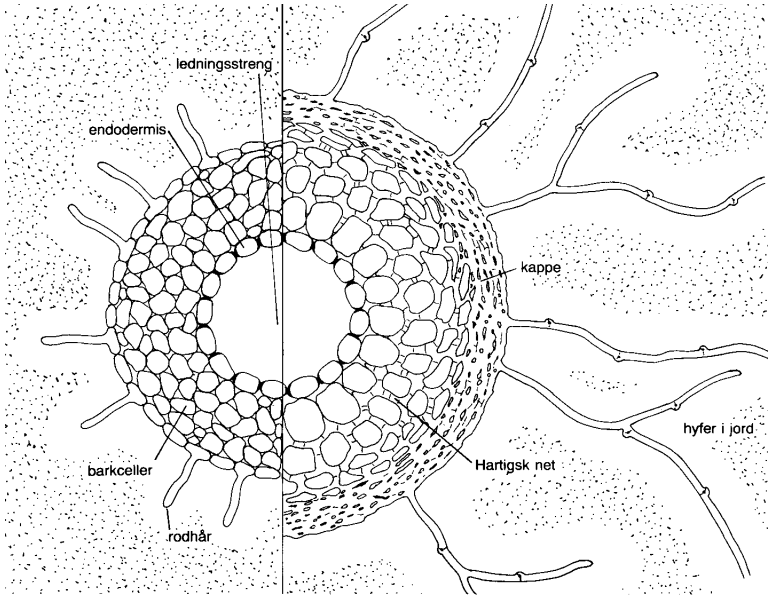
Udbredelsen af almindelig væggelav i københavnsområdet i 1936 og 1972. Tomme cirkler betyder at arten er eftersøgt men ikke fundet. Efter Søchting.

Gruppearbejde og skriftlig opgave

Forskellige typer af *ektomykorrhiza* findes i bakkerne. Ektomykorrhizaen ses som kapper af hyfer rundt om rodspidserne på træernes rødder, se f.eks. figur 78. Disse studeres under stereolup. Lad gerne rødderne ligge i en smule vand, da det gør det nemmere at se mykorrhizaens struktur. Der findes mange typer af ektomykorrhiza af forskellig farve og form. I nogle tilfælde er denne mykorrhiza *artsspecifik*; man kan direkte sige, hvilken svampeart, der danner den bestemte type mykorrhiza. Ektomykorrhiza dannes af svampearter fra alle rækker af svampe, fx af koblingssvampen *Endogone*, sæksvamp-slægterne bægersvamp *(Peziza)*, foldhat *(Helvella)*, trøffel *(Tuber)* og hjortetrøffel *(Elaphomyces)* samt af velkendte basidiesvampe som ridderhat *(Tricholoma)*, fluesvamp *(Amanita)*, rørhat *(Boletus* med flere*)* og skørhat *(Russula)*.

Udfra det sete, følgende artikel samt lærebogen besvares den udleverede opgave skriftligt.

Opgaven er oblikatorisk og skal afleveres ved øvelsen i næste uge.



Tværsnit af rod henholdsvis uden (tv.) og med ektomykorrhiza. Efter Gøtzsche.

Report

Åke Rühling and Germund Tyler

Effects of Simulated Nitrogen Deposition to the Forest Floor on the Macrofungal Flora of a Beech Forest

The effects of an increased nitrogen deposition to the forest floor on fruit body production and species richness of the macrofungal flora of a Swedish beech forest were simulated by applying small amounts of ammonium nitrate (12 and 36 kg N per ha) on 22 occasions over a period of 4 years. Within 3–4 years all mycorrhizal species practically ceased producing fruit bodies even at the lower treatment rate, which corresponded to about 3 times the ambient deposition rate at this site situated in an area with no major sources of pollution. Several decomposer taxa, on the contrary, increased their sporophore production in the treated plots, e.g. *Mycena pura, M. pelianthina, Clitocybe dicolor, C. gibba, C. phyllophila, Lepista inversa, Agaricus* spp. and *Lycoperdon* spp. Most wood decomposers showed no obvious reaction to treatment.

INTRODUCTION

Macrofungi play a decisive role in all temperate forest ecosystems. Some are decomposers of cellulose, lignin and other constituents of the litter (organic matter produced at senescence and shedding of biomass). Others function mainly as root symbionts of plants and a limited number of species are parasites. Several Swedish forest trees have numerous macrofungi forming ectomycorrhiza with the tree root, supplying mineral nutrients for the tree and obtaining various organic compounds as an exchange.

The number of species composing the macrofungal flora of forest is very high. Several hundred species may sometimes be found in a single stand of a few hectares. Beech forests in southern Sweden are inhabited by at least 700 species of macrofungi. Most of them are rare or produce sporophores quite infrequently. A few hundred species occur more regularly, however, and contribute significantly to the proper functioning of the forest.

Several studies have shown that forest fertilization may have profound effects on the macrofungal composition. The gradually increased deposition of mineral nitrogen, both NH_4^+ and NO_x/NO_3^-, in recent decades over Continental and Northern Europe (1) might, in the long perspective, produce effects on the soil biology which are similar or closely related to a fertilization effect. In areas which are exposed to considerable input of nitrogen from the atmosphere, e.g., the Netherlands, reduced fruit body production of certain mycorrhizal fungi, e.g. *Cantharellus cibarius*, has been reported (2).

The objectives of this study were to elucidate the effects of a simulated high nitrogen deposition rate on the fruit body production of macrofungi in a beech forest of Scania, southern Sweden. The nitrogen was applied as ammonium nitrate, during the growing season for almost five years. The annual rate of treatment was 60 and 180 kg N · ha^{-1}, equally distributed on five occasions. The lower rate approached or was equivalent to the ambient deposition rate in the most exposed areas of the European continent (1).

THE SITE

The site of the experiment, Maglehems Ora (c. 80 m above sea level) is located in eastern Scania, the southernmost province of Sweden. It is part of an extensive beech forest, developed on deep layers of, mainly, glacifluvial sand with a very low clay content. Though originally partly calcareous, today no calcium carbonate is found within the rhizosphere soil of the forest. The soil may be classified as intermediate between a dystric cambisol and a cambic arenosol. There is no tendency of mor or moder formation in the topsoil layer. At the start of the experiment (August, 1985) the pH (M KCl) of the treatment and control areas varied only slightly, being 3.5–3.7 ($\bar{x}$ = 3.62: S.D. 0.08, n = 18) in the 0–10 cm topsoil and 3.8–3.9 ($\bar{x}$ = 3.86: S.D. 0.03, n = 18) at c. 40 cm depth. In September 1989, the pH had decreased by 0.1–0.2 pH units in both controls and treatments.

The age of the stand is c.120 yrs, the trees regularly spaced and the canopy closed. Regrowth is moderatly vigorous and the field-layer vegetation which is not completely closed, is dominated by *Oxalis acetosella, Anemone nemorosa* and *Cardamine bulbifera* with some *Viola riviniana/reichenbachiana, Rubus idaeus* and a few other forest plants regularly occurring. The climate of the area is suboceanic, mean annual precipitation (mainly rainfall) c. 550 mm and mean monthly temperatures of July and January +17°C and −1°C, respectively.

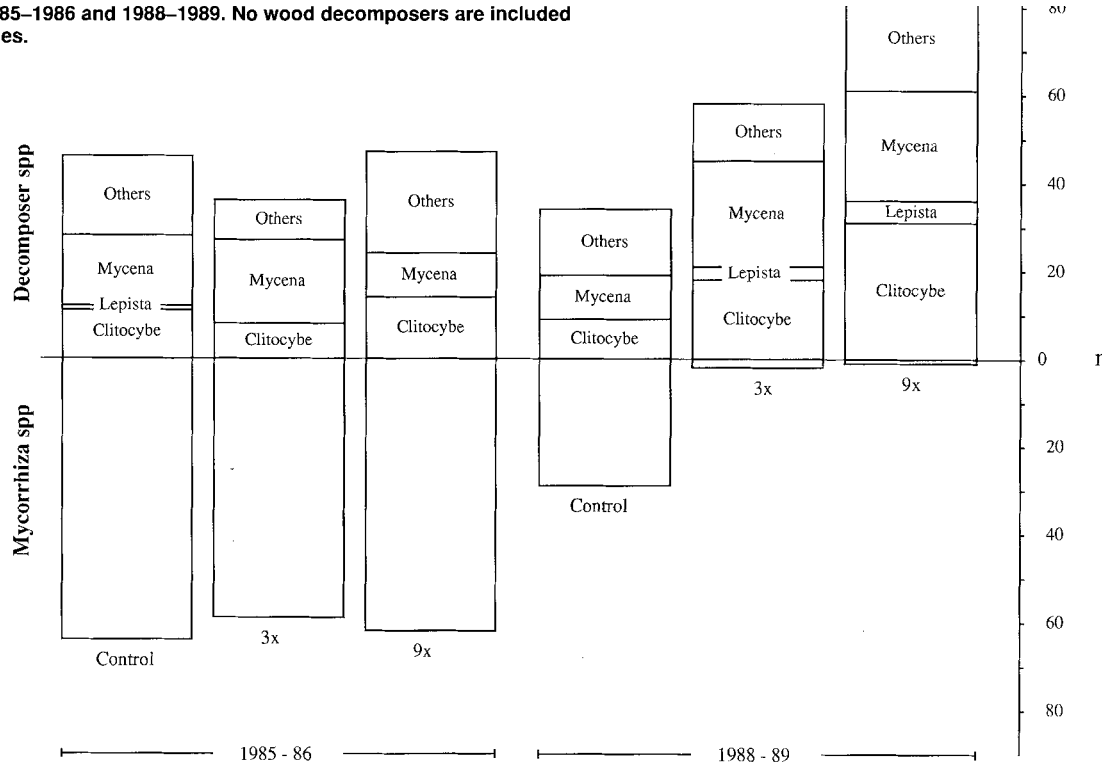
THE TREATMENTS

Controls and the two treatments were randomized in triplicates of 25 x 25 m in one block of 9 units. The nitrogen was applied as ammonium nitrate granules with a content of 27.7 % N, also containing 4 % Ca and 2 % Mg as carbonate. In order to simulate an increased nitrogen deposition to the soil the total amount of nitrogen applied (260 and 790 kg · ha^{-1}) was given on 22 occasions, usually once a month from May to September. The applications started in August 1985 and continued to September 1989. As the ambient N deposition rate to the forest stand, according to unpublished results, was estimated at 15–20 kg · ha^{-1} · yr^{-1} (roughly equal amounts of ammonium and nitrate) the treatments raised the N input by c. 3 and c. 9 times, respectively, during these years. In the following, the treatments are indicated as 3x and 9x, respectively, the nontreated area as control.

OBSERVATION PROGRAM

Sporophore occurrence was recorded on 20 x 20 m within each treatment and control area, excluding a margin of 2.5 m on all sides as a buffer. The 400 m^2 area was patrolled in eight bands of 2.5 m each. All sporophores of species belonging to *Agaricales, Russulales, Clavariaceae, Clavulinaceae, Ramariaceae, Boletales, Phallales, Lycoperdales* and *Pezizales* were counted and the number of colonies of *Xylaria* recorded. The areas were searched three times in 1985 and 1986, five times in 1988 and six times in 1989, mainly in September and October, within periods of good or plentiful fruit body production. Time limits did not allow observations in 1987. The fruit

the different treatments, in 1985–1986 and 1988–1989. No wood decomposers are included among the decomposer species.



bodies were removed if necessary for microscopic examination. The nomenclature follows Dennis (3), Jülich (4) and Moser (5).

RESULTS

A total of 134 species of macrofungi were recorded in the 9 control and treatment plots during the observation years. Out of these, 49 species were classified as mycorrhiza formers or at least belonging to mycorrhiza genera, 25 species were mainly decomposers of wood and bark substrates, whereas 60 species were decomposers of leaf litter or soil organic matter.

The most obvious effect of the treatments was the almost complete disappearance of sporophores of mycorrhizal species (Fig. 1, Table 1). Even the lower treatment rate caused a drastic decrease in the sporophore production of these taxa, as compared to the controls. The last species to disappear were *Lactarius subdulcis* and *Xerocomus chrysentheron*.

The second most obvious effect of the treatments was an increase in the fruit body production of several species of the leaf litter and humus decomposers (Fig. 1). Particularly favoured were species of *Clitocybe* (*C. dicolor, C. gibba, C. phyllophila*), *Lepista inversa, Mycena pura* and *M. pelianthina* (Table 2). Also the production of *Agaricus* spp. (mainly *A. abruptibulbus*) and *Lycoperdon* spp. (mainly *L. perlatum*) seemed favoured by the nitrogen application, though the low number of fruit bodies recorded in these genera make comparisons somewhat less well supported. Important decomposer taxa with no obvious reaction on the treatments were *Collybia butyracea* and *Clitocybe clavipes*.

As is usually the case the wood decomposers were unevenly distributed within and between the observation plots. As some of them are characterized by a profuse fruit body production, e.g., from tree stumps and coarse branch litter, there was little consistency in the fruit body number data in this group. Most of the common wood decomposer species did not display any obvious reaction to the treatments. As an average they were represented in 42–48 % of the possible maximum of records (occasions x plots) in both controls and treatments.

The number of fungal species recorded was less conspicuously affected by the treatments and the difference was due to the disappearance of the mycorrhiza taxa from the treated plots (Table 3). The number of decomposer species observed did not vary much between control and treatments. There is some tendency for a higher richness of decomposer species at least in the lower treatment level (3x), but owing to the small number of replicates this cannot be shown statistically.

Table 1. The mean number of fruit bodies recorded per search and observation area (400 m²), at different treatments, in 1985–1986 and 1988–1989.

Treatment	Control			3x			9x		
Area number	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Mycorrhizal species									
1985–86	49	20	122	53	10	114	70	55	62
1988–89	15	17	55	1	3	3	<1	<1	<1
Decomposer species, except wood decomposers									
1985–86	33	34	72	23	54	30	28	74	39
1988–89	37	37	29	66	60	48	80	95	79
All species									
1985–86	121	105	200	107	140	178	116	140	125
1988–89	206	250	209	133	194	148	179	154	132

DISCUSSION

Out of the two species of nitrogen applied, ammonium is known to be utilized by most fungi and is usually the preferred nitrogen source. Some fungi, both decomposer and mycorrhiza taxa, can also absorb and to some extent utilize nitrate (6, 7). The absorption of ammonium is associated with a rapid synthesis of free amino acids in mycorrhizal tissues (8).

However, several studies have shown that mycorrhizal infection rate is reduced at high concentrations of mineral nitrogen (9, 10). Studies using laboratory media have demonstrated nitrate inhibition of mycorrhizal infection (11), although stimu-

Table 2. The mean number of fruit bodies of major genera and species recorded during 1988–1989, calculated per search and observation area (400 m²).

Treatment	Control	3x	9x
Laccaria a)	9.8	0.0	0.0
Lactarius a)	7.8	1.6	0.1
Russula a)	7.3	0.0	0.0
Agaricus	0.1	0.2	0.8
Clitocybe	9.4	18	31
Collybia	9.8	8.6	11
Lepista	0.0	2.2	4.9
Lycoperdon	1.5	2.3	5.8
Mycena	10	24	26
Marasmius alliaceus	49	65	33
Mycena pelianthina	0.5	3.7	5.1
Mycena pura	4.4	13	15

a) Mycorrhiza taxa

Table 3. Number of species observed within control and treatments, distributed on main functional groups, in 1985–1986 and 1988–1989.

		Treatment		
Group	Period	Control	3x	9x
Mycorrhiza	1985–86	20	19	17
	1988–89	35	6	5
Wood decomposers	1985–86	7	8	7
	1988–89	14	18	18
Other decomposers	1985–86	23	23	18
	1988–89	35	43	36
All species	1985–86	50	48	42
	1988–89	84	67	59

lation has also been reported (12). Nitrogen fertilization seems to increase the longevity of the fine root elements (13) and application of NPK fertilizers to a mature beech forest resulted in a reduction of the density of exploration of the soil by beech roots and mycorrhizae (14).

Several studies have reported effects of forest fertilization with mineral nitrogen on the sporophore production of macrofungi. Usually, a comparatively large, non-recurrent dose of 100–300 kg N · ha^{-1} as ammonium nitrate has been applied. In Swedish forestry, c. 150 kg N · ha^{-1} is a common practice when nitrogen fertilization is used (15). Results reported differ, presumably according to region and ecosystem type, time scale, etc., which make comparison less consistent. Treament of pine plantations in the UK with as low as c. 50 kg N · ha^{-1} (as ammonium sulphate) decrease the sporophore production of the most common species, whereas an even lower amount of potassium nitrate seemed to increase it (16). In a study from northern Finland the yields of edible mushrooms in coniferous forest fertilized with c. 135 kg N · ha^{-1} as ammonium nitrate tended to be lower than in untreated controls, though differences were not great or highly consistent. No obvious differences in the number of fungal species could be detected between the controls and the fertilized plots (17). The diversity of the mycorrhizal flora was obviously reduced in a pine forest in south-central Sweden given totally 420 kg N · ha^{-1} (20–60 kg N · ha^{-1} · yr^{-1}) as ammonium nitrate during a period of 12 yrs. Higher applications were needed to reduce the sporophore numbers (18).

In fourteen nitrogen application experiments (150 kg N · ha^{-1} as ammonium nitrate), distributed in coniferous forest over a large part of Sweden, there was no distinct average change in the sporophore production of main mycorrhizal genera compared to controls (19). However, there was a tendency for decreasing production in southern Sweden and for increasing production in northern Sweden on the treated plots.

Reports on effects of fertilizer application on decomposer taxa are scanty. In experiments on the influence of ammonium nitrate on the decomposing ability of fungi grown in sterile, nitrogen-poor media, most species tested were not influenced by the amendments. However, the sporophore production of *Lepista inversa, L. nuda* and *Clitocybe rivulosa* was markedly favoured by application of NPK Ca fertilizer in a beech stand in France (20). NPK application to a spruce stand increased the production of *Clitocybe dicolor* whereas no effects were recorded for *Lycoperdon gemmatum* and *Lepista nuda* (21).

There seems to be some relationship between the effects on sporophore production of mineral nitrogen application and the geographical position, possibly related to differences in the nitrogen status between sites. The simulation of an accelerated deposition rate introduced in the present study produced quite drastic effects on the sporophore production in most of the quantitatively important mycorrhizal and decomposer fungi in the Scania beech forest studied, always negative in the mycorrhizal species, usually postitive in the litter decomposers.

The explanations for these and similar effects of mineral nitrogen are still obscure. However, it seems most likely that the increasing nitrogen deposition over large parts of Europe gradually introduces considerable changes in the species composition of the macrofungal flora and possibly impairs the normal functioning of the ectomycorrhiza of forest. Three times the current deposition rate of mineral nitrogen proved to cause an almost complete inhibition of the sporophore formation in all mycorrhizal taxa within 3–4 years.

References and Notes

1. Malanchuk, J.L. and Nilsson, J. (eds). 1989. *The Role of Nitrogen in the Acidification of Soils and Surface Waters.* Nordic Council of Ministers, NORD 1989, 92. Stockholm.
2. Jansen, E. and van Dobben, H.F. 1987. Is decline of *Cantharellus cibarius* in the Netherlands due to air pollution? *Ambio 16,* 211–213.
3. Dennis, R.W.G. 1978. *British Ascomycetes.* Vaduz.
4. Jülich, W. 1984. *Kleine Kryptogamenflora II b / 1.* Stuttgart.
5. Moser, M. 1978. *Kleine Kryptogamenflora II b / 2.* Stuttgart.
6. Lundeberg, G. 1970. Utilization of various nitrogen sources, in particular bound soil nitrogen, by mycorrhizal fungi. *Stud. For. Suec. 79,* 1–95.
7. Bowen, G.D. and Smith, S.E. 1981. The effects of mycorrhizas on nitrogen uptake by plants. *Ecol. Bull. 33,* 237–247.
8. Martin, F., Stewart, G.R., Genetet, I. and Le Tacon, F. 1986. Assimilation of 15 NH_4^+ by beech (*Fagus sylvatica* L.) ectomycorrhizas. *New Phytol. 102,* 85–94.
9. Richards, B.N. 1965. Mycorrhiza development of loblolly pine seedlings in relation to soil reaction and supply of nitrate. *Plant Soil 22,* 187–199.
10. Tétreault, J.P., Bernier, B. and Fortin, J.A. 1978. Nitrogen fertilization and mycorrhizae of balsam fir seedlings in natural stands. *Nat. Can. 105,* 461–466.
11. Theodorou, C. and Bowen, G.D. 1969. Influence of pH and nitrate on mycorrhizal associations of *Pinus radiata* D. Don. *Aust. J. Bot. 17,* 59–67.
12. Beckjord, P.R., Adams, R.E. and Smith, D.W. 1980. Effects of nitrogen fertilization on growth and ecto mycorrhizal formation of red oak, *Quercus rubra. For. Sci. 26,* 529–536.
13. Alexander, I.J. and Fairley, R.I. 1983. Effects of N fertilization on populations of fine roots and mycorrhizas in spruce humus. *Plant Soil 71,* 49–53.
14. Blaise, T. and Garbaye, J. 1983. Effêts de la fertilisation minérale sur les ectomycorhizes d'une hêtraie. *Acta Oecologica, Oecol. Plant. 4,* 165–169.
15. Holmen, H. 1982. Skogsgödsling i Sverige 1980. *Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 121,* 41–47. (In Swedish).
16. Hora, F.B. 1972. Productivity of toadstools in coniferous plantations—natural and experimental. *Mycopathol. Mycol. Appl. 48,* 35–42.
17. Ohenoja, E. 1978. Mushrooms and mushroom yields in fertilized forests. *Ann. Bot. Fenn. 15,* 38–46.
18. Wästerlund, I. 1982. Försvinner tallens mykorrhizasvampar vid gödsling? *Sven. Bot. Tidskr. 76,* 411–417. (In Swedish).
19. Kardell, L. and Eriksson, L. 1987. Kremlor, riskor, soppar. Skogsbruksmetodernas inverkan på produktionen av matsvampar. *Sver. Skogsvårdsförb. Tidskr. 1987, 2,* 3–23. (In Swedish).
20. Garbaye, J., Kabre, A., Le Tacon, F., Mousain, D. and Piou, D. 1979. Fertilisation minérale et fructification des champignons supérieurs en hêtraie. *Ann. Sci. For. (Paris) 36,* 151–164.
21. Garbaye, J. and Le Tacon, F. 1982 Influence of mineral fertilization and thinning intensity on the fruit body production of epigeous fungi in an artificial spruce stand (Picea excelsa Link) in north-eastern France. *Acta Oecologica, Oecol. Plant. 3,* 153–160.

22. The study was financially supported by the National Swedish Environment Protection Agency.
23. First submitted January 24, 1990, accepted after revision June 12, 1990.

Åke Rühling is associate researcher at the Swedish Environment Research Institute. Germund Tyler is professor of ecology at the University of Lund. Their address: Department of Ecology, University of Lund, Östra Vallgatan 14, S-223 61 Lund, Sweden.

3. Uge

Forelæsnings-emne

UKØNNET FORMERING HOS SVAMPE
Celledeling, svampecellen, parringstyper, homothalli/heterothalli, parasexualitet.
Anamorf/teleomorf – systemet. Svampe i industriel brug.
Svampenes betydning for mennesket.

Læsning til 3. uge

Svampecellen s. 57-66
Svampenes bygning s. 34-41

Sæksvampe s. 196 ff. Læs de afsnit, der findes under følgende overskrifter:

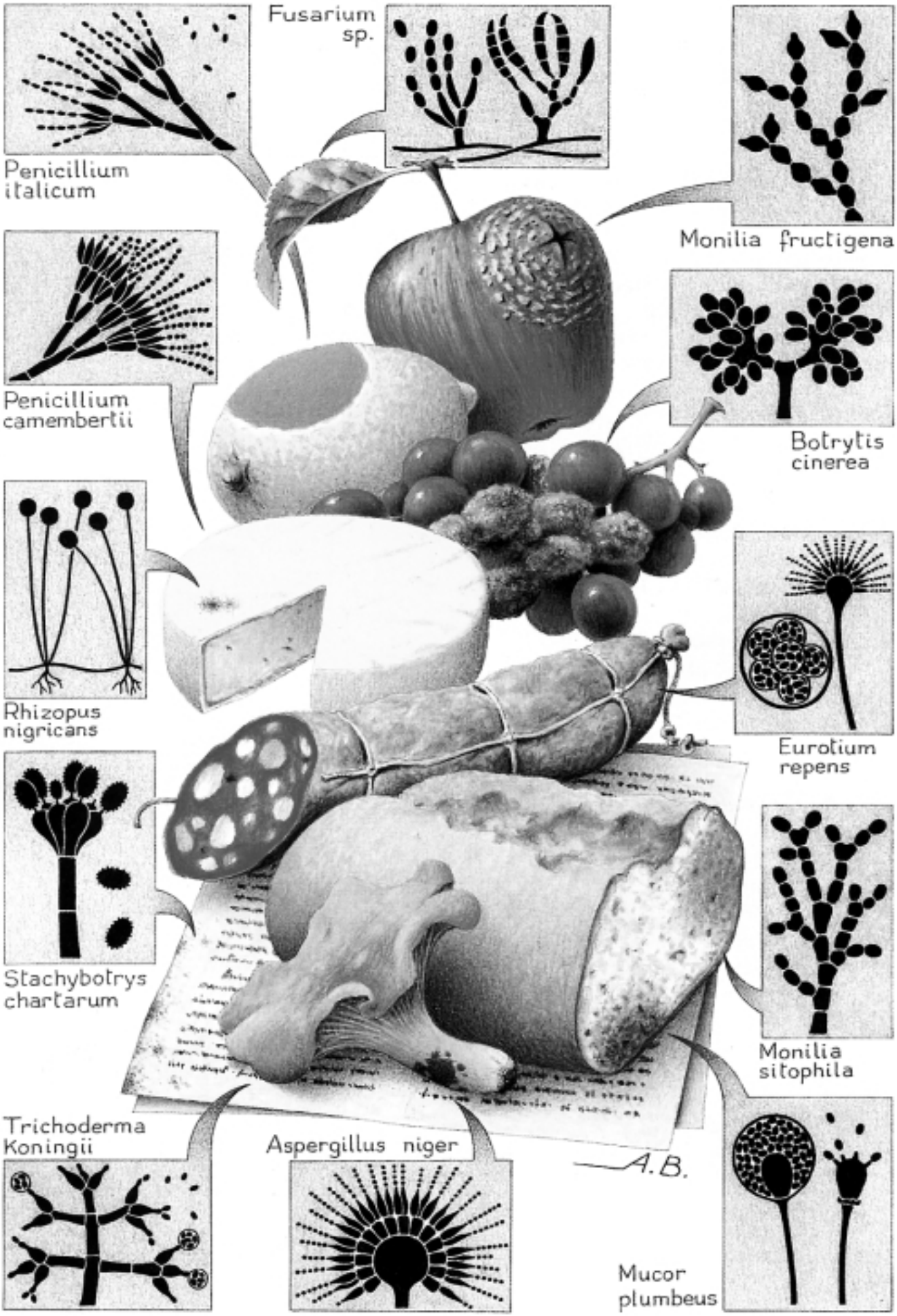
Gærsvampordenen (s. 196)	kuglesæk (s. 212)	alm. cinnobersvamp (s. 220)
bagerigær (s. 196)	meldrøjer (s. 218)	

Øvelsesgang

HYFOMYCETES (skimmelsvampe) er en formgruppe af anamorfe (ukønnede) strukturer dannet af sæksvampe. Hos nogle kender man deres teleomorfe (kønnede) fase, mens andres teleomorfer er ukendte eller bortreducerede. Mange arter er almindelige på madvarer.

1. præparat
Penicillium roquefortii. Vi tager svampen direkte fra hulhederne i en blåskimmelost. Tilsæt sulfovand.

Hvad ser jeg?
Du ser små grupper af konidiebærere af *Penicillium*-type, se fig. 34d & 37D. Bemærk at sporerne dannes fra små, flaskeformede celler (phialider) der sidder i en krans på konidiebærerens top.



Forskellige almindelige anamorfer på madvarer.
Fra Rivista di Micologia 36, 2. Tegning Antonio Busetto.

ENDOMYCETES (gærsvampe) tilhører gruppen *Hemiascomycotina*, en meget afvigende gruppe af sæksvampe. De danner ikke frugtlegemer og heller intet regulært mycelie. Mange gærsvampe udnyttes industrielt og er af stor økonomisk betydning

2. præparat
Bagerigær (*Saccharomyces cerevisiae*). Gær danner hverken hyfer eller frugtlegemer, men lever som enkeltceller, der formerer sig ved *knopskydning*. I får udleveret 1 dråbe med bagerigær, der har ligget i sukkervand i nogle timer.

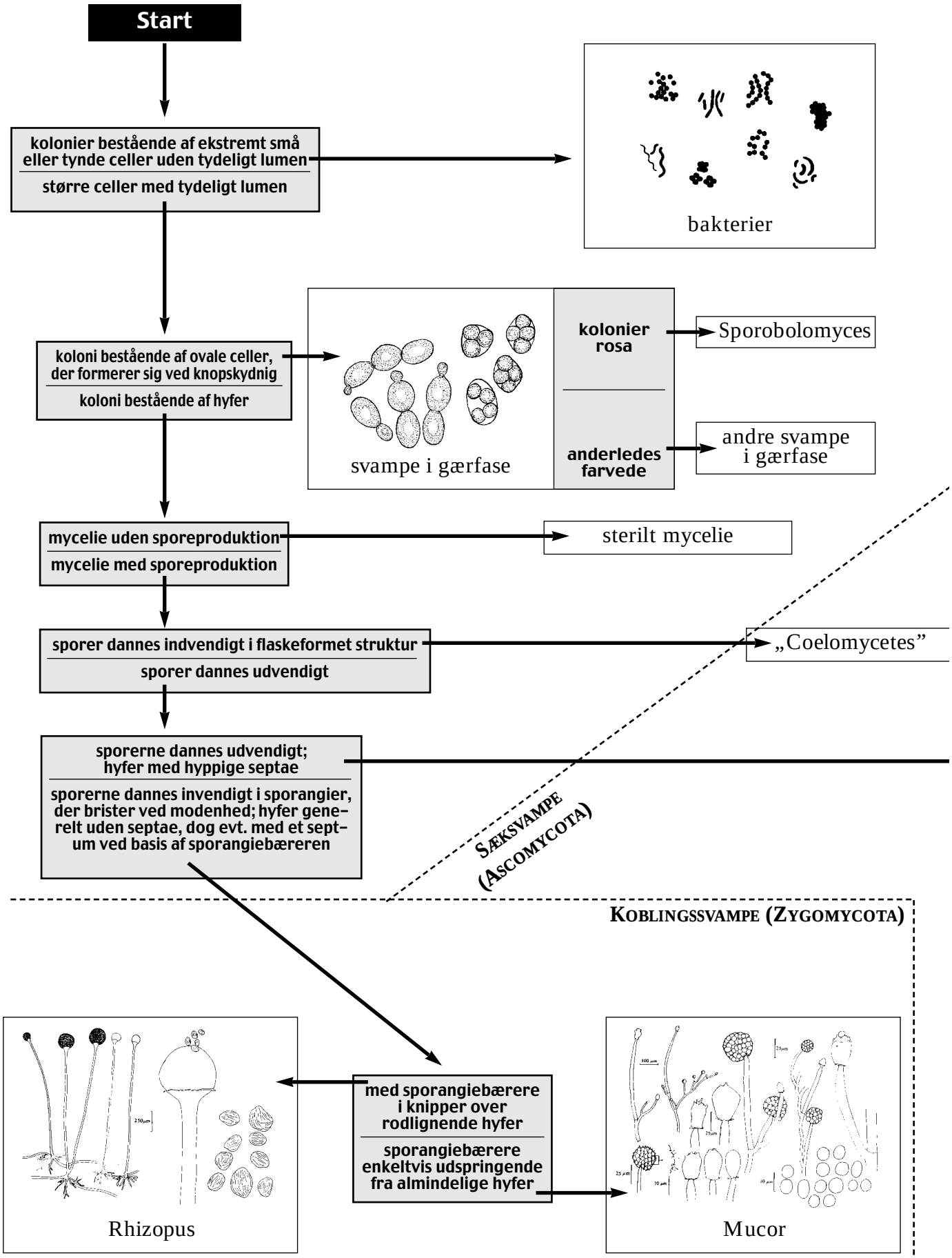
HVAD SER JEG?
Der ses isolerede, levende celler i knopskydning. Hvis væksten er meget hurtig og kulturen uforstyrret, kan der opstå små kæder på 2-4 sammenhængende celler, se figur 197 E.

Gruppearbejde og skriftlig opgave:
Resultaterne af jeres luftanalyser skal nu opgøres. For at identificere svampene skal i først konstatere om de danner mitosporer, samt hvordan disse eventuelt dannes og ser ud. I skal derfor lave et mikroskop-præparat af hver type af svampekoloni på jeres plader. Man tager en lille bid af svampekolonien og mikroskoperer det i en dråbe sulfovand. Disse sammenlignes med de næste siders bestemmelsessystem, for at finde ud af, hvilken formslægt svampen tilhører. Check resultaterne med bogens billeder samt med figuren på øvelsvejledningens side 12.

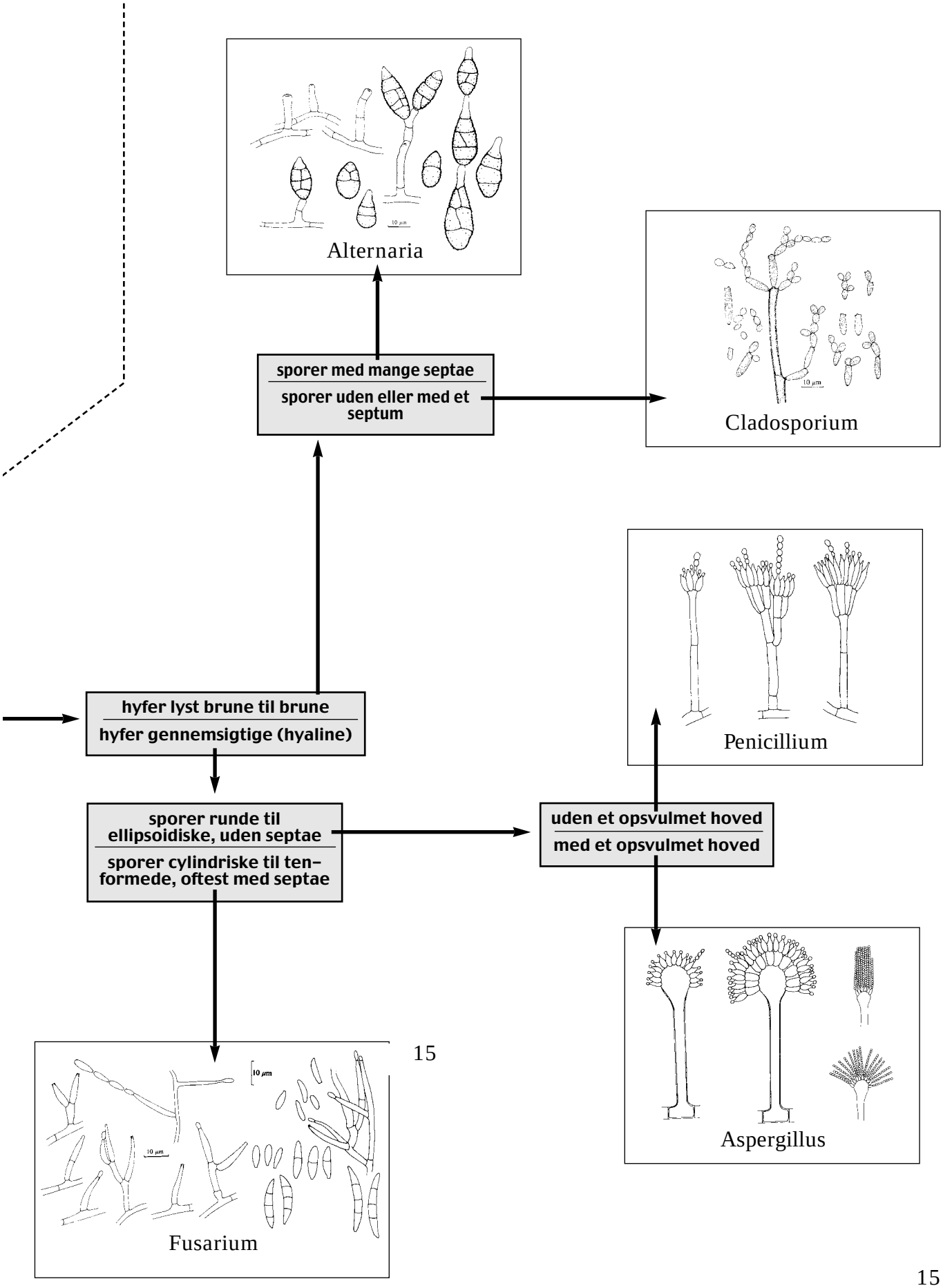
Der laves en skriftlig rapport, der indeholder tegninger og beskrivelser af mindst tre forskellige fundne svampe. Rapporten skal desuden omfatte oplysninger om kulturernes oprindelse samt en liste over antallet af kolonier af hver art.

Rapporten skal afleveres ved øvelsen i næste uge.

Skema til bestemmelse af



anamorfer fra luftanalyser



15

4. uge

Forelæsnings-emne:

BASIDIESVAMPE
Basidiesvampe – definition + livscyklus.
Systematik samt typer af frugtlegemer.

Læsning til 4. uge

Basidiesvampe s. 227-242 (grå bokse kun til orientering)
Basidiesvampe s. 254 ff. Læs de afsnit, der findes under følgende overskrifter:

køllesvampordenen (s. 254)	rørhatordenen (s. 268)	gran-svovlhat (s. 284)
hvid køllesvamp (s. 254)	spiselig rørhat (s. 268)	skørhatordenen (s. 288)
kam-troldkølle (s. 254)	bladhatte (s. 274)	okkergul skørhat (s. 288)
almindelig kantarel (s. 256)	ridderhatordenen (s. 274)	støvboldordenen (s. 288)
frynsesvampordenen (s. 258)	mørk honningsvamp (s. 276)	krystal-støvbold (s. 288)
fliget frynsesvamp (s. 258)	violet ametysthat (s. 278)	stinksvampordenen (s. 292)
poresvampordenen (s. 262)	grøn fluesvamp (s. 280)	almindelig stinksvamp (s. 292)
tøndersvamp (s. 262)	champignonordenen (s. 282)	
rodfordærver (s. 264)	ager-champignon (s. 282)	

Øvelsesgang

Vi skal se på de forskellige hovedtyper af basidiesvampe – først en art med aktiv sporefrigørelse, så en med passiv og sidst et udvalg af årstidens svampe.

THELEPHORANAE (frynsesvampe). En repræsentant for en svampegruppe med aktiv sporefrigørelse. Frynsesvampene kan have mange forskellige udseender (se fig. 53) men er veldefinerede udfra mikroskopiske og kemiske karakterer. Karakteristiske er bl.a. de brune, vortede sporer og de brune hyfer.

1. præparat

Fliget frynsesvamp (*Thelephora terrestris*). Denne art har et meget simpelt opbygget, vifteformet frugtlegeme. Basidierne findes i et glat eller fint vortet hymenie (et sporebærende lag). Hymeniet er placeret på frugtlegemets underside, så sporerne efter frigørelse kan svæve bort med vinden uden at hænge fast. Fliget frynsesvamp er meget almindelig på sandet morbund, hvor den bl.a. vokser op ad træstumper og grene.

Du skal lave et radiært snit gennem et frugtlegeme - følg instruktionen. Snittet anbringes i en dråbe KOH og undersøges i mikroskop.

HVAD SER JEG?
Frugtlegemet er opbygget af ret løst sammenvævede, brune hyfer. *Øsknerne* ved hyfernes septae (tværvægge) er meget tydelige. *Basidierne* er store og iøjnefaldende, *sporerne* er vortet-piggede, se figur 234B & 259 C–D–E. Hymeniet er *successivt*, dvs at nye basidier i hele vækstperioden skyder frem forbi de gamle, således at frugtlegemet bliver tykkere og tykkere

PHALLANAE (stinksvampe). En repræsentant for en svampegruppe med passiv sporefrigørelse, her med insektspredning. Stinksvampene har kun få repræsentanter i Europa, men er til gengæld meget udbredte i troperne. Stinksvampene udgør sammen med grupperne LYCOPERDANAE og NIDULARIANAE den gamle formgruppe „bugsvampe“, der dækker basidiesvampe med passiv sporespredning.

2. Præparat
Vi ser på almindelig stinksvamp (*Phallus impudicus*). Stinksvampenes frugtlegemer er som unge helt kugleformede eller ellipsoidiske - et såkaldt hekseæg. Inde i hekseægget ligger hele svampen klar. Ved modenhed revner hekseægget og svampen løfter sin sporemasse op i luften ved at strække stokken, der derved løfter det hætteformede hoved med den olivengrønne sporemasse op. Sporemassen lugter meget stærkt og tiltrækker hurtigt fluer, der æder sporemassen for derefter at sprede sporerne. Der udleveres et stykke af et hekseæg. Lidt af den umodne sporemasse lægges i congorødt og mikroskoperes.

HVAD SER JEG?
Du kan se basidier uden sterigmer, men til gengæld ofte med flere end fire sporer, se figur 233f & 293 A–B–C. Bemærk også, at sporerne - i modsætning til aktivt afkastede sporer - ikke har nogen skævhed.

Gruppearbejde
Der er fremlagt bakker med forskellige slags basidiesvampe. Vælg et par stykker ud, som i beskriver og tegner.

Undersøg og diskuter bl.a. følgende:
Hvor sidder hymeniet?
Hvilken form har hymenoforet (det væv, der bærer hymeniet)?
Hvad fordel kan en svamp have af netop denne type hymenofor?
Beskriv basidioler, basidier og sporer.
Har svampen andre, afvigende celler i hymeniet?
Hvordan er svampens økologi (saprotrof/biotrof etc.)?

5. uge

Forelæsnings-emne

ØKOLOGI
Svampeøkologi – nedbrydere, vednedbrydning.
Teliomycotina (og Ustilagomycotina); introduktion og systematik, betydning som planteparasitter

Læsning til 5. uge

Individer og populationer s. 69-77
Svampenes økologi s. 84-93
Basidiesvampe s. 246-247 (hele rustsvampordenen)
Tømmersvamp og hussvamp s. 272

Øvelsesgang

TELIOMYCOTINA, UREDINALES (rustsvampordenen). Rustsvampene tilhører underækken Teliomycotina, og er sammen med Ustilagomycotina, Brandsvampene, de eneste med tværdelte basidier. Rustsvampene er planteparasitter og er i mange tilfælde alvorlige skadevoldere på afgrøder. Det er derfor en svampegruppe af stor økonomisk betydning. Samtidig har de en meget *kompliceret livscyklus*, (fig. 229) hvor svampen skifter mellem flere værter og har op til fem forskellige sporetyper.

1. præparat
Græssernes sortrust (*Puccinia graminis*) - en alvorlig skadesvamp i landbruget. Præparatet er et tværsnit af et blad af alm. berberis. Her forløber den ene del af svampens livscyklus. Der udleveres et færdigpræparat.

HVAD SER JEG?
Der ses *spermogonier* på bladoverfladen og *æcidier* med kantede *æcidiesporer* på undersiden, se figur 247 A–D.

2. præparat
Det andet rust-præparat er af tagrør-rust (*Puccinia phragmitis)*. Stykker af inficerede tagrørs-blade udleveres (fig. 247E). Lav et længdesnit (tyndt!) gennem en af de mørke sporehobe og mikroskoper det. Her ser man den anden del af rustsvampens livscyklus (– når vi ikke bruger *Puccinia graminis* til begge præparater skyldes det, at vi ikke kan skaffe dette stadie af denne art, men må anvende arten *P. phragmitis*, der dog ser ud lige som *P. graminis*).
HVAD SER JEG?
Her ses *teliosporehobe* med brune, torummede, stilkede *teliosporer*. Bemærk, at de kan bryde ud på begge bladsider på de tynde græsblade, se figur 247 E–G.

BOLETANAE, CONIOPHORACEAE (tømmersvampfamilien). I denne familie findes et par arter af træboende svampe, der har vist sig at kunne trives i bygningstømmer. De skader, de forvolder i bygningskonstruktioner, koster samfundet hundreder af millioner af kroner hvert år. Særligt den gamle bygningsmasse i København er hårdt ramt.

3. præparat
Ægte hussvamp *(Serpula lacrymans)* og gul tømmersvamp *(Coniophora puteana)* (fig. 273).

Et færdigpræparat af angrebet træ deles rundt og mikroskoperes.
Svampenes aktivitet i træet kan ses både makroskopisk og mikroskopisk. Makroskopisk kan man se, hvordan veddet fysisk nedbrydes og ændrer karakter. Nedbrydningen inddeles normalt i to forskellige typer: Brunmuld og hvidmuld. *Brunmuld* dannes af de svampearter, der nedbryder hemicellulose og cellulose og efterlader lignin. Træet sprækker op i karakteristiske tern. *Hvidmuld* dannes af de arter, der nedbryder både lignin og cellulose. Veddet bliver her hvidligt og trævlet. Svampenes hyfestruktur er ofte karakteristisk fra art til art og det er i visse tilfælde muligt at bestemme svampen til art bare ved at undersøge hyfestrukturen. Tilstedeværelsen af *øskner* og typen af disse bruges bl.a. til bestemmelsen af svampearten.

HVAD SER JEG?
Præparatet er farvet med anilinblåt, hvorved svampehyferne bliver farvede blå, mens træets celler forbliver ufarvede. Bemærk de tydelige øskener. Husk også at se de forskellige udstillede angrebne træstykker.

Gruppearbejde

Der uddeles skiver af en bøgestamme med mycelie-zoner. Hvert hold får fire skiver og optegner de enkelte mycelier i skiverne på overhead-film. Hver film nummereres med skivens nummer og mycelierne farvekodes som på skiven. Til sidst sammensættes en 3-D model af myceliernes udstrækning i stammen ud fra alle holds skiver.

Fagevaluering
Diskussion

Pensumliste 2002

J. H. Petersen: Svamperiget. Naturvidenskabeligt Fakultet 1995/GADs forlag 1998.
s. 11-15
s. 17-28
s. 31-55
s. 57-66
s. 69-77 (ikke boks 72)
s. 79-95 (inklusiv boks 82-83, de andre bokse kun til orientering))
s. 98-113 (grå bokse kun til orientering)

s. 179-191 (grå bokse kun til orientering)
s. 196 ff. Læs de afsnit, der findes under følgende overskrifter:

gærsvampordenen (s. 196)
bagerigær (s. 196)
kuglesæk (s. 212)
ege-meldug (s. 214)
meldrøjer (s. 218)
almindelig cinnobersvamp (s. 220)
skivelavsvampe (s. 198-200 midt)
vinter-frynseskive (s. 204)
afsmittende topsvamp (s. 204)
sortbæger (s. 210)
udbredt bægersvamp (s. 210)
grubet foldhat (s. 200)
spiselig morkel (s. 200)
sommer-trøffel (s. 212)
ege-meldug (s. 214)
Sordaria fimicola (s. 214)
kuljrodbær (s. 216)
slank stødsvamp (s. 216)

s. 227-242 (grå bokse kun til orientering)
s. 246-247 (hele rustsvampordenen)
s. 254 ff. Læs de afsnit, der findes under følgende overskrifter:

køllesvampordenen (s. 254)
hvid køllesvamp (s. 254)
kam-troldkølle (s. 254)
almindelig kantarel (s. 256)
frynsesvampordenen (s. 258)
fliget frynsesvamp (s. 258)
poresvampordenen (s. 262)
tøndersvamp (s. 262)
rodfordærver (s. 264)
rørhatordenen (s. 268)
spiselig rørhat (s. 268)
gul tømmersvamp (s. 272)
ægte hussvamp (s. 272)
bladhatte (s. 274)
ridderhatordenen (s. 274)
mørk honningsvamp (s. 276)
violet ametysthat (s. 278)
grøn fluesvamp (s. 280)
champignonordenen (s. 282)
ager-champignon (s. 282)
gran-svovlhat (s. 284)
skørhatordenen (s. 288)
okkergul skørhat (s. 288)
støvboldordenen (s. 288)
krystal-støvbold (s. 288)
stinksvampordenen (s. 292)
almindelig stinksvamp (s. 292)

s. 307-309 (grå bokse kun til orientering)

Med orientering menes, at stoffet ønskes bekendt, men at der ikke vil forekomme specifikke spørgsmål i det.

OBS: Illustrationer, figurer og disses figurtekster i forbindelse med den opgivne tekst er også pensum.

Desuden opgives øvelsesvejledningen.