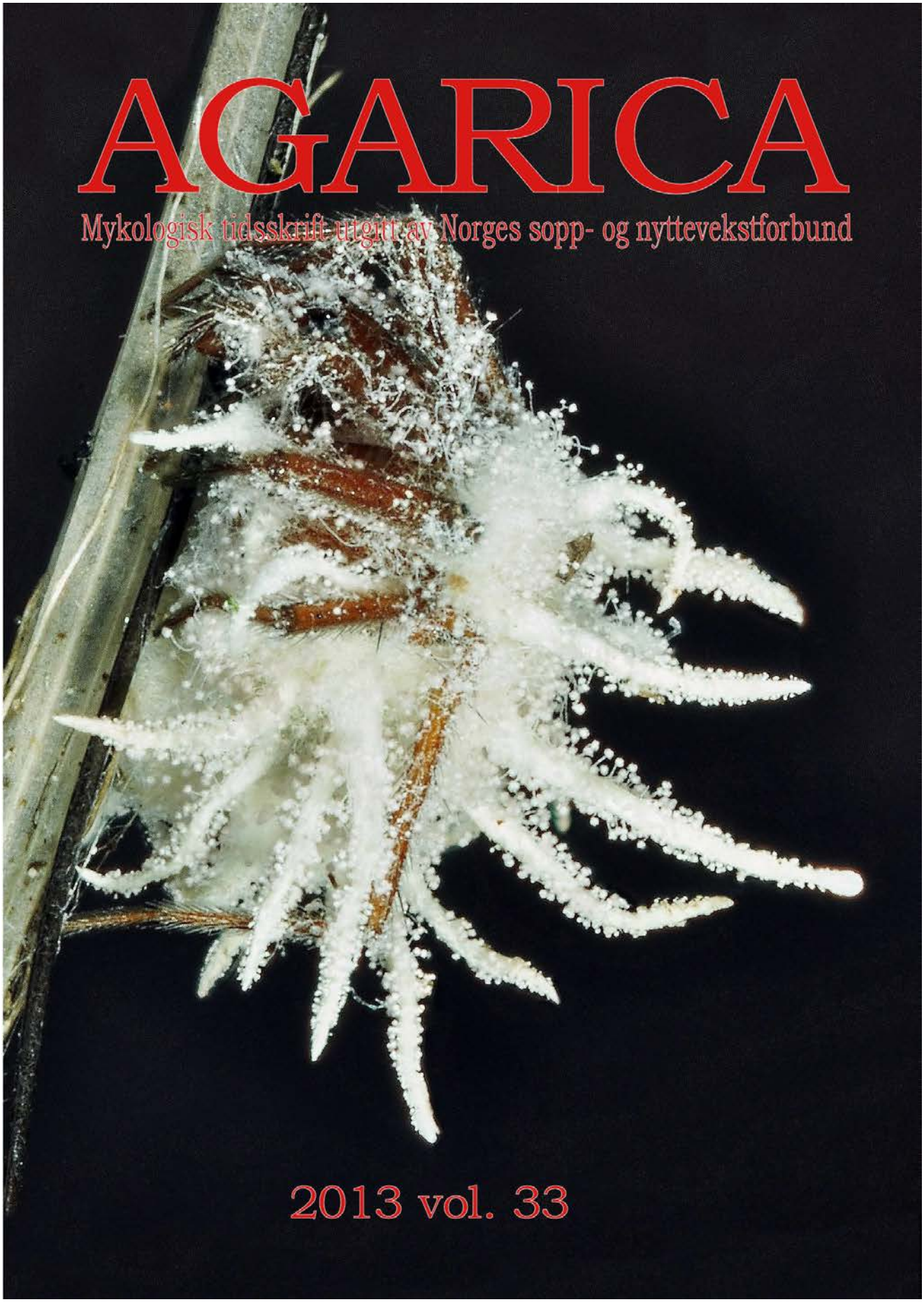
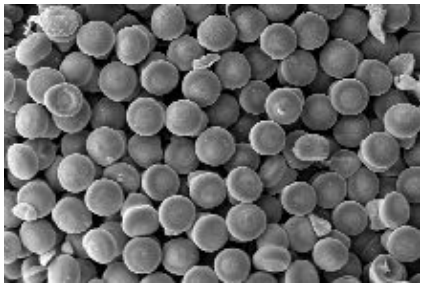
AGARICA

Mykologisk tidsskrift utgitt av Norges sopp- og nyttevekstforbund



2013 vol. 33



AGARICA

Mykologisk tidskrift utgitt av Norges sopp- og nyttevekstforbund / A mycological journal published by Agariplantus norvegicus.

Tidsskriftet AGARICA publiserer originalartikler med hovedfokus på mykofloristikk og taksonomi og tar dessuten sikte på å formidle god populærvitenskap. Ulike typer manuskript mottas, herunder regulære artikler, mindre kommentarer (notes), oversiktsartikler (reviews) eller populariserte utgaver av mer omfattende forskningsartikler. AGARICA publiserer norsk-, svensk-, dansk, og engelskspråklige bidrag. Tidsskriftet har fagfellevurdering og artiklenes endelige utforming gjøres i samarbeid mellom forfatter og redaksjonen. I utgangspunktet utkommer et årlig nummer av AGARICA (men ved større tilstrømming av artikler utkommer to).

Redaksjonskomiteen består av:
Anders K. Wollan, (redaktør)
anders.wollan@nhm.uio.no
Gro Gulden, gro.gulden@nmh.uio.no
Klaus Høiland, klaus.hoiland@bio.uio.no
Even W. Hansen, even.w.hansen@sabima.no
Gry Alfredsen, gry.alfredsen@skogoglandskap.no
Håvard Kauserud, haavarka@bio.uio.no
Jon-Otto Aarnæs, (redaksjonssekretær)
jonottoa@broadpark.no

Ønsker du å abonnere på AGARICA gå til hjemmesiden til Norges sopp- og nyttevekstforbund eller direkte til http//www.Agarica.no.

Norges sopp- og nyttvekstforbund
Fredrik A. Dahls vei 20, 1430 Ås
www.soppognyttevekster.no
E-post: post@soppognyttevekster.no

Forsidebilde: *Gibellula pulchra*
Foto: Jens H. Petersen, MycoKey.com.

I venstre kollone denne siden fra toppen:
Spissmorkel (*Morchella conica*). Foto: G. Gulden.
Puccinia helianthi (teliespores). Foto: KAL and EØ.
Flammekorallsopp (*Ramaria ignicolor)*
Foto: E. Bendiksen.
Svartspettet musserong (*Tricholoma atrosquamosum*). Foto: T.E. Brandrud.

Prosjekter og godt erfarne senior-mykologer!

Tematisk spenner Agarica vol. 33 vidt både sopp-systematisk og økologisk. En av årsakene er formodentlig at Agarica er et generelt mykologisk tidsskrift. En annen og mer interessant årsak, er at den mykologiske aktiviteten i Norge for tiden er høy. Mange interessante og gode prosjekter munner ut i artikler i tidsskriftet, og mange seniorer i soppmiljøet sitter på store mengder gode data og interessante funn, og finner tid til å skrive. I tillegg kommer en ny forfatter, også han en senior; Theo Ruissen bidrar med to artikler om arbuskulær mykorrhiza, hvorav en review-artikkel. Det var på tide at Agarica fikk formidlet kunnskap om denne økologisk viktige gruppen sopp. Nye forfattere og nye temaer innen soppriket ønskes selvfølgelig velkommen!

Et av de prosjektbaserte bidragene er det solide arbeidet fra "Ramaria-teamet", som i *Ektomykorrhizadannende korallsopper (Ramaria p.p.) i rik barskog i Norge* på en utmerket måte følger opp artikkelen fra vol. 32 om *Ramaria* i eikeskog og annen løvskog. Prosjektet har definitivt bidratt til en helt annen kunnskap om *Ramaria* i Norden, og vi ser frem til neste vol. og siste artikkel i trilogien, og kanskje en bok om *Ramaria*? Et annet bidrag basert på prosjektarbeid er Anne Molia og Thomas Læssøe sin artikkel om tre sjeldne og/eller underrapporterte imperfekte sekksporesopper. Utover å beskrive og dokumentere funn av sjeldne arter med en interessant livshistorie-strategi, viser den tydelig at tid til grundig feltarbeid utførte av kompetente mykologer gir ny kunnskap om Norges funga. Tor Erik Brandruds artikkel om rødlistede og sjeldne musseronger bygger også på erfaring og data fra flere prosjekter. Her argumenterer forfatteren godt for at vi i Norge/Norden internasjonalt viktige populasjoner av de fleste av de rødlistede/sjeldne artene i gruppen, og at disse er gode kandidater til 'prioriterte arter' under Naturmangfoldsloven.

De andre bidragene er alle forfattet av seniorer på bakgrunn av solide feltarbeidsmengder, god artskunnskap, godt blikk for nye arter og god oversikt over de taksonomiske og økologiske gruppene. I denne samleomtalen skjuler det seg et stort arbeid om brannsopp og en mengde kunnskap om sjeldne og nye arter for Norge.

Nye bøker er viktig, og vi i redaksjonen i Agarica prioriterer bokomtaler. Denne gangen presenterer vi fem bøker som burde interessere majoriteten av våre lesere.

Spesialnummeret av Agarica, vol. 34, med fokus på soppskader i bygg og trekonstruksjoner kommer rett over nyttår! Dette sendes ikke automatisk ut til alle abonnenter, så send en mail til **post@soppognyttevekster.no**, merket "***Agarica, spesialnummer***", for å få dette i posten til vanlig Agarica-pris. Litt over halvparten av artiklene er skrevet på norsk, med engelsk abstract (og visa-versa).

Spesialnummeret byr på alt fra praktisk nyttig kunnskap for alle med bolig i tre, til det rent fagmykologisk interessante. Redaktør for spesialnummeret er Gry Alfredsen.

Manus til Agarica vol. 35 kan med fordel sendes inn så snart som mulig. Vi regner med at alt som er oss i hende innen utgangen av mars 2014, og holder vanlig Agarica-standard, får plass i vol. 35. Vi fikk dessverre ikke plass til alle aksepterte manus sendt oss til vol. 33, og disse vil bli prioritert i vol. 35. Vi oppfordrer forfattere til å sende oss manus innen fristen.

På vegne av hele redaksjonene så takker jeg alle forfattere og fagfeller som har bidratt til et faglig solid og interessant Agarica vol. 33, og oppfordrer alle yngre mykologer til også å formidle via artikler i Agarica.

Anders K Wollan

Projects and well-seasoned senior mycologists!

Agarica vol. 33 covers a broad range of fungal groups, ecological as well as taxonomic. Agarica being a general mycological journal is of course one explanation, but – more interestingly – the activity within mycological research in Norway is high. Several interesting projects give rise to papers in Agarica, and several senior mycologists have gathered large amounts of data and interesting finds and found the time to write. In addition a new author for Agarica, also a senior mycologist, Theo Ruissen has written two papers on arbuscular mycorrhiza, one being a review paper. It was due time Agarica had papers on this ecologically important group of fungi. New authors and new topics are heartily welcome!

One of the project-based contributions is the solid work from the "Ramaria-team", *Ectomykorrhizal coral fungi (Ramaria p.p.) in rich coniferous forests in Norway*, that in an excellent manner follow up the article from vol. 32 on coral fungi in oak and other deciduous forests. The project has clearly given us a much better understanding of *Ramaria* in Scandinavia. We look forward to vol. 35 and the final article in the trilogy, and maybe also a book on *Ramaria*? Another paper based on projects is the article by Anne Molia and Thomas Læssøe on three rare and/or under reported imperfect ascomycetes. Apart from describing and documenting finds of these rare species with an interesting life history strategy, their story demonstrates how thorough fieldwork carried out by competent mycologists provides new knowledge about the Norwegian funga. The article by Tor Erik Brandrud on red-listed and rare *Tricholoma* builds upon experience and data from several projects. Here the author argues that Norway or Scandinavia hosts' internationally important populations of most of the red-listed and rare species in this group, and that these are good candidates for "priority species" under the Biodiversity Act.

The other entries are all authored by senior mycologists and based on solid fieldwork quantities, good species knowledge, a good eye for new species and a good overview of the taxonomic and ecological groups. A large work on fungal succession after a forest fire is presented and several articles on rare species and species new to Norway.

Books are important, and we in the editorial board of Agarica give high priority to book reviews. This time we present five books that should be of interest to the majority of our readers.

The special issue of Agarica, vol. 34, on fungi in buildings and wooden constructions are due January 2014! This is not sent automatically to all subscribers but have to be ordered separately, and paid at the standard price for Agarica. To order, send an e-mail to **post@soppognyttevekster.no**, labeled '***Agarica, special issue***'. Vol. 34 contains approximately half and half Norwegian and English articles, with abstracts in the other language.

Thematically it should be of interest to anyone living in a wood building as well as the specialist in the field. Editor of the special issue is Gry Alfredsen.

Manuscripts for Agarica vol. 35 can preferably be submitted as soon as possible. All manuscripts submitted within ultimo March will, given the desired quality, normally be printed in the following volume. We did not have capacity to print all accepted manuscripts that were sent us for vol. 33, and these will be given first priority in vol. 35, the next standard volume.

On behalf of the entire editorial staff I thank all authors and referees that have contributed to Agarica vol. 33, and encourage all young mycologists to disseminate their work through Agarica.

Anders K Wollan

Ektomykorrhizadannende korallsopper (*Ramaria* p.p.) i rik barskog i Norge

Egil Bendiksen[1], Katriina Bendiksen[2], Tor Erik Brandrud[1], Ilkka Kytövuori[3] og Mika Toivonen[3]
[1]Norsk institutt for naturforskning (NINA), Gaustadalleen 21, NO-0349 Oslo
[2]Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Pb. 1172 Blindern, NO-0318 Oslo
[3]Finnish Museum of Natural History, Botanical Museum, P.O. Box 7, FI-00014 Helsinki University, Finland

Kontakt: egil.bendiksen@nina.no

English title: Ectomycorrhizal species of *Ramaria* in nutrient rich coniferous forest in Norway

Bendiksen E, Bendiksen K, Brandrud TE, Kytövuori I, Toivonen M, 2013. Ektomykorrhizadannende korallsopper (*Ramaria* p.p.) i rik barskog i Norge. Agarica 2013, vol. 33: 3-26.

NØKKELORD
Ramaria, korallsopp, rik barskog, taksonomisk revisjon

KEYWORDS
Ramaria, Coral Fungi, rich coniferous forest, taxonomic revision

ABSTRACT
A herbarium revision (2005 – 2009) and follow-up studies, including field work (2009 – 2011) of the ectomycorrhizal species of *Ramaria* in Norway has been performed, the latter as part of a project led by the Norwegian Biodiversity Information Centre. The study includes use of molecular data (rDNA/ITS), which combined with morphological analyses has led to substantial changes in species delimitation and name-use. Altogether about 20 out of 31 Norwegian species of the ectomycorrhizal *Ramaria* are found in rich coniferous forests, and about half of these are quite strongly connected to such forests. A half of these again, may be classified as typical calcareous species of coniferous forests. Descriptions are provided for *R. brunneicontusa*, *R. fennica*, *R. flava* var. *scandinavica*, *R. flavescens, R. flavoides* agg., *R. karstenii*, *R. ignicolor*, *R. pallida*, *R. rufescens*, *R. sanguinea*, *R. schildii*, and *R.* cf. *subtilis*. Except for *R. pallida*, the identity of the treated species has been clarified during the mentioned projects.

SAMMENDRAG
Det er gjort en herbarierevisjon (2005 – 2009) og etterfølgende studier med feltarbeid (2009 – 2011) av ektomykorrhizadannende korallsopper (*Ramaria* p.p.) i Norge, sistnevnte som del av Artsdatabankens Artsprosjekt. Dette har ført til betydelige endringer i artsavgrensning og navnsetting, bl.a. basert på molekylære (rDNA/ITS) data. I alt ca. 20 av 31 kjente norske arter av ektomykorrhizadannende *Ramaria* opptrer i rik barskog, og av disse er drøyt halvparten sterkt knyttet til slike skoger. Halvparten av disse igjen kan betegnes som typiske kalkbarskogsarter. Følgende arter er nærmere beskrevet: gullkorallsopp (*R. brunneicontusa*), fiolkorallsopp (*R. fennica*), *gul korallsopp* (*R. flava* var. *scandinavica*), stor korallsopp (*R. flavescens*)*, R. flavoides* agg., dyster korallsopp (*R. karstenii*), flammekorallsopp (*R. ignicolor*), blek korallsopp (*R. pallida*), bruntuppkorallsopp (*R. rufescens*), blodflekkorallsopp (*R. sanguinea*), sitronkorallsopp (*R. schildii*) og *R.* cf. *subtilis*. Bortsett fra *R. pallida* har identiteten til de

behandlede artene først blitt klar under de nevnte prosjekter.

INNLEDNING

Slekten korallsopp (*Ramaria*) slik den fortsatt oftest defineres i dag, er artsrik og inkluderer både store arter som danner ektomykorrhiza med skogstrær og små saprotrofe arter. Ved hjelp av molekylære metoder er det blitt vist at *Ramaria* ikke er monofyletisk (Humpert m.fl. 2001, Hosaka m. fl. 2006, Giachini m. fl. 2010), og i Nord-Amerika opererer man for eksempel med slekta *Phaeoclavulina* for en gruppe av saprotrofe arter der man i Europa fortsatt bruker navnet *Ramaria* subg. *Echinospora* (jf. Christan 2008). De store, mykorrhizadannende *Ramaria*-artene er i følge de samme studier trolig heller ingen naturlig monofyletisk gruppe, men inntil videre beholder vi den tradisjonelle avgrensningen her.

Artene innen *Ramaria* kan sies å utgjøre den siste store slekta av ektomykorrhizasopper som vi inntil nylig hadde svært mangelfull kunnskap om. Dette har endret seg i løpet av de siste ca. fem år, etter at et delprosjekt innenfor Artsdatabankens prosjektpakke kalt «Artsprosjektet» i praksis ble koplet sammen med et tilsvarende finsk prosjekt (jf. Kotiranta m.fl. 2009), som startet noen år tidligere, og utviklet seg til et større prosjekt på nordisk basis. Denne finske undersøkelsen inneholdt også revidering av det norske og svenske herbariematerialet (Kytövuori) og molekylær analyse (Toivonen) av utvalgt materiale fra alle tre land. Den norske delen av dette prosjektet er en kartlegging av hvilke arter vi har her i landet, med deres økologi og utbredelse. Vi har også nylig fått midler gjennom den svenske ArtDatabanken, slik at vi nå kan fokusere på hele Fennoskandia i det videre arbeid.

Fig.1: «*Ramaria*-land»: Kalkgranskog, Nordland: Hattfjelldal, Salomonbergan.
*«*Ramaria-*land»: Calcareous spruce forest, Nordland: Hattfjelldal, Salomonbergan. Photo: Katriina Bendiksen.*

Denne artikkelen er en del 2 hvor foreløpige data fra prosjektet presenteres. Første artikkel sto i Agarica, vol. 32 (Brandrud m.fl. 2012), og omhandler de artene som først og fremst er knyttet til eikeskog og annen edellauvskog. Der er det også en gjennomgang av historikken med hensyn til kunnskap om de store korallsoppene i Norden.

I tradisjonell forstand kan slekta sies å være utpreget «vanskelig», med mange overlappende karakterer og små, tilsynelatende kryptiske makro- og mikroforskjeller mellom nærstående arter. Man kan nesten få det inntrykket at tidligere morfologiske studier «møtte veggen» og at tida var overmoden for å bringe inn genetiske undersøkelser for å komme videre. DNA-sekvensering har avdekket at morfologisk svært like arter kan være genetisk godt atskilt (ofte 30-40 basepar i den utvalgte sekvens, ITS, i DNA-molekylet). Denne type resultater har i mange tilfeller også avdekket nye makro- eller mikromorfologiske forskjeller som man ikke tidligere har vært klar over. På den annen side har de genetiske studiene også i flere tilfeller avdekket «genetiske artspar» med arter som morfologisk er tilsynelatende helt like. I noen av disse tilfellene er det en utfordring å skaffe mer materiale for direkte sammenlikning, for å kunne studere nærmere om det finnes uoppdagete forskjeller som kan gi grunnlag for deling i ulike morfologiske arter.

I de senere år er det også blitt oppdaget rent morfologiske karakterer som ikke tidligere var kjent eller benyttet (jf. Christan 2008). Det er mikrokarakterer knyttet til basalmycelet (bomullsaktig mycel helt i basis), som kan ha en rekke artsspesifikke egenskaper, ikke minst knyttet til forekomst og form av krystaller, om hyfene er innhyllet i et slimlag og ellers hyfestruktur, forekomst/mengde av bøyler m.m. Mangel på kunnskap om dette helt opp til nylig har gjort at mye herbariemateriale mangler dette settet av viktige karakterer, fordi innsamleren ikke har fått med seg tilstrekkelig av fruktlegemenes basis.

En begrensning knyttet til molekylær analyse er at tørket materiale etter noen tiår kan bli for gammelt for vellykket DNA-sekvensering. Det kan derfor vise seg å være vanskelig å få avklart for eksempel en del eldre nordamerikanske navn.

Vi har fortsatt mye arbeid igjen med blant annet typestudier, taksonomi og nomenklatur, men per i dag kjenner vi 31 morfologiske arter av de store mykorrhiza-*Ramaria* i Norge. Nordiske studier totalt indikerer at det neppe kommer til svært mange arter i våre naboland, som vi ikke har her hjemme, selv om det innen slekta er en del regionale trender i utbredelse. Det dreier seg så langt om noen få sørlige arter som er funnet bare i Sør-Sverige.

En oversiktsrapport med beskrivelser og en bestemmelsesnøkkel til alle norske arter er under utarbeidelse (Bendiksen m. fl. 2012).

MATERIALE OG METODER

Datagrunnlag basert på innsamling, studier av makro- og mikrokarakterer og molekylær analyse er beskrevet i delartikkel 1 (Brandrud m.fl. 2012) for hele prosjektet (se denne). I tillegg til tallrike ekspedisjoner i det som geologisk betegnes som Oslofeltet, med kjerneområde Hadeland, har vi hatt feltreiser i forbindelse med Artsprosjektet blant annet i Nord-Trøndelag og sørlige del av Nordland og i kystområdene fra Oslofjorden til Arendal-Grimstad, samt Sunnhordland. I tillegg til at herbariemateriale i norske offentlige samlinger er undersøkt har vi også mottatt rikelig materiale direkte fra feltmykologer og slik fått representert alle landsdeler, skjønt en del større arealer fortsatt er mangelfullt dekket på landsbasis, særlig Nord-Norge nord for Grane – Hattfjelldal.

For hver art er angitt tilhørighet til Naturtyper i Norge (NiN) under økologi, med koder som følger Halvorsen m. fl. (2009). Artsutbredelser i Sverige og Finland er hentet

fra følgende kilder: Finland: Kotiranta m. fl. (2009), samt nyere funn, konfirmert og eventuelt også samlet av en av oss (IK). For Sverige er kritisk brukt ArtDatabankens nettsider, kombinert med kommunikasjon med Johan Nitare (Skogsstyrelsen, Jönköping), samt at vi har identifisert tilsendt materiale og har egne funn. NR i listene over undersøkt materiale betyr naturreservat.

Under fortegnelsen over undersøkt materiale i artsbeskrivelsene er forfatternes navn forkortet som EB, KB, TEB og IK. Angivelsen [DNA] viser til at rDNA/ITS er analysert (dels i Helsinki av Mika Toivonen, dels i Guelph, Kanada, som del av Norbol-prosjektet). Materialet er deponert ved Herb. O hvis ikke annet er angitt.

RESULTATER

Barskogsarter av *Ramaria* p.p. i Norge

Storparten av artene synes å kunne danne mykorrhiza med flere enn ett treslag, og flere har en relativt romslig spennvidde i økologi. Imidlertid er det få arter som ikke kan sies å ha et rimelig klart tyngdepunkt enten i edellauvskog eller i barskog. Det kan likevel synes, om man utvider arealet til Danmark og Mellom-Europa, at flere av våre arter knyttet til barskog også trives utmerket i bøkeskog i sørligere strøk. Begrenser vi oss til Norge er det egentlig bare *R. flavescens* av relativt vanlige arter som like gjerne vokser i bar- som i edellauvskog.

I alt ca. 20 av 31 kjente norske arter av de ektomykorrhizadannende *Ramaria* opptrer i rik barskog, og av disse er drøyt halvparten sterkt knyttet til slike skoger (Tabell 1). Halvparten av disse igjen kan betegnes som typiske kalkbarskogsarter. Noen få arter vokser både i barskog og varmekjære lauvskoger. En gruppe på ca. 10 arter er særlig knyttet til mineralrike sandfuruskoger som ut fra vegetasjonen framstår som tilsynelatende fattige. Disse vil bli behandlet i en artikkel 3.

Vi kjenner per i dag ingen mykorrhizadannende *Ramaria* som virker strengt knyttet til furu. Derimot kan det se ut til at noen arter har obligat eller i alle fall sterk preferanse for gran: *R. karstenii*, *R. brunneicontusa*, *R. ignicolor*, *R schildii* og *R. testaceoflava*. Økologisk interessant er at ingen av artene i alle fall så langt er funnet under bjørk, og det kan dermed se ut til at våre store arealer med fjellbjørkeskog totalt mangler representanter for denne gruppen.

Med hensyn til næringskrav er dette en gruppe der de fleste arter er knyttet til rikere skogtyper. Faktisk finner man ikke en eneste art i en helt fattig blåbærgranskog. Både *R. testaceoflava*, *R. ignicolor* og *R. schildii* kan nok tilsynelatende vokse så fattig, i blåbærdominert skog med smyle (*Avenella flexuosa*), tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*) og surbunnsmoser i bunnen, men til nå har vi alltid funnet noen mer krevende karplanter i nærheten, f.eks. gaukesyre (*Oxalis acetosella*), markjordbær (*Fragaria vesca*), legeveronika (*Veronica officinalis*) og skogsveve (*Hieracium murorum* coll.). Disse viser at det dreier seg om små flekker med mer næring, eventuelt i form av rikere sig.

Noen av artene er typiske kalkskogsarter: *R. fennica*, *R. karstenii*, *R.* cf. *subtilis*, *R. sanguinea* og *R. rufescens* samt trolig noen innenfor *R. botrytis*-komplekset (rødtuppsoppene). Dette er sjeldne arter som stort sett er begrenset til de aller mest kalkrike barskogsområdene i Norge: kambrosiluområdet i Oslofeltet (fra Grenland, over Eiker og Oslo og videre Ringerike og Hadeland til Mjøsområdet) og fra Trondheimsfjorden og nordover i Nordland. I det godt undersøkte området på Hadeland er disse artene med noen få unntak strengt knyttet til de mest kalkrike lagpakkene av ikke-omdannete sedimentære bergarter, mens de glimrer med sitt fravær der de samme bergartene er omdannet i grensesonen mot eruptive dypbergarter (på Øståsen) noen få km unna. Der finner vi *R. brunneicontusa*, *R. flavoides*,

Tabell 1. Ektomykorrhizadannende korallsopper (*Ramaria* p.p.) knyttet til rikere barskog i Norge. Antall kjente, lokalitetsvise forekomster i ulike skogtyper er angitt. Basert på egne data + herbarie-revisjon. Rødlistekategorier: EN = sterkt truet; VU = sårbar, NT = nær truet, (NE) = ikke vurdert.
Ectomycorrhizal Ramaria species associated with eutrophic coniferous forests in Norway. The number of known records in different forest types is indicated. Based on own data + revised herbarium material. Red-list categories: EN = endangered; VU = vulnerable; NT = nearly threatened; (NE) = not evaluated.

EM-dannende Ramaria-arter i rikere barskog	Kalk-Picea-skog	Kalk-Pinus-skog	Kalk-barskog (Picea + Pinus)	Lågurt-(Picea) skog	Rik/ mesotr. Quercus (-Tilia)-skog	Kalk Tilia-Corylus (-Quercus)-skog	TOT ant. reg. fore-komster m. kjent økologi	TOT ant. reg. fore-komster
Arter med optimum i intermediær-rik barskog:								
R. ignicolor NT	5			10			15	21
R. schildii	13		1	Ca. 25			Ca. 40	Ca. 55
Arter med tyngdepunkt nærmere kalkbarskog								
R. brunneicontusa NT	12		1	8			21	23
R. flava var. *scandinavica*	18	2	2	13			35	?
R. flavoides (NE)	Ca 10			Ca 10			Ca 20	Ca. 25
R. pallida NT	18	3	7	9			37	41
Typiske kalkbarskogsarter								
R. fennica EN	5	1	2				8	8
R. karstenii VU	14		3	5			22	23
R. rufescens NT	11	4					15	15
R. cf. *subtilis* (NE)	11			4			15	19
Edellauvskogs-/ barskogsarter:								
R. flavescens	21	17		6	9	3	56	61
R. sanguinea NT	9	12		1	5		27	30
SUM	147	37	16	87	14	3	311	356

R. flava var. *scandinavica*, *R. pallida* samt de tre artene som vokser fattigst, nevnt ovenfor. *Ramaria flava* var. *scandinavica* og *R. pallida* , er imidlertid klart mest tallrike i kalkskogen.

Beskrivelse av rike barskogsarter av mykorrhiza-*Ramaria*

I det følgende er de fleste typiske barskogsarter (Tabell 1) på rik grunn nærmere beskrevet og kommentert. Arter med tyngdepunkt i sandfuruskog vil som nevnt bli presentert i en tredje delartikkel, der også den relativt nøysomme *R. testaceoflava* samt *R. botrytis*-gruppen vil bli behandlet. Sistnevnte inkluderer *R. rubrievanescens*, som også vokser i rik granskog, men ikke er tatt med i dette arbeidet. Sandfuruskogsarten *R. neoformosa* s. Schild har for øvrig en «søstergenotyp» i kalkgranskog som vi må komme tilbake til. To hittil ubeskrevne arter fra rik granskog er utelatt i denne artikkelen.

Gullkorallsopp *Ramaria brunneicontusa*
R.H. Petersen

Fruktlegemer rikt forgreinet men først relativt høyt oppe, vanligvis robuste, ofte samlet i store klynger som kan danne rader og hekseringer. Greinender som unge sterkt oransje, men blekner snart til livlig gule. Basispartiet først livlig oransjegult, senere blekgult over bakkenivå. Kjøtt eggeplommegult i greinender, ellers hvitt. Lukt behagelig, maisliknende ved gjennomskjæring.

Sporer: 12-14,5/4,8-5,7 µm, smalt ellipsoide til boletoide, grovt vortet, vorter ikke i rader. Hyfer med bøyler. Basalmycelhyfer for det meste uten bøyler, uten slim eller krystaller, men ofte små slimdråper *rundt* hyfene. Helt i basis også noen hyfer som er dekket av store krystaller.

Habitat og utbredelse: De aller fleste funnene er gjort i Oslofeltet. Arten viser liknende utbredelse som fiolgubbe (*Gomphus clavatus*), men den framtrer som noe mindre kalkkrevende enn denne og arter som *R. fennica* og *R.* cf. *subtilis*. Arten er nesten bare funnet i gammelskog som ikke er resultat av moderne flatehogst. I et mindre område på Hadelands østås i Lunner, der flere populasjoner er fulgt gjennom 30 år, er det registrert en markant nedgang etter hvert som de fleste gammelskoger er blitt flatehogd. Ett funn på sørlandskysten representerer en sørlig utpost. I Sverige er arten utbredt i sørlige/sentrale kalkområder, mens den fortsatt ikke er funnet i Finland.

Fig. 2. Gullkorallsopp – *Ramaria brunneicontusa.* Oppland: Lunner, S. Oppdalen, KB&EB 24/11. Photo: Katriina Bendiksen.

NiN Naturtyper i Norge: T23; 4-5, DO-A1-2 lågurt(gran)skog – lågurtkalk(gran)skog).

Kommentarer: Arten er lett kjennelig, i alle fall som ung, på farge, størrelse/vekstform og store og grovt ornamenterte sporer samt tilstedeværelse av bøyler. Den har vært kjent i en lengre periode – delvis under navnet «*aurea*» - et svært beskrivende navn, og dels under navnet *R. largentii* (jf. Petersen 1997). Navnet *Ramaria aurea* går helt tilbake til Schaeffer (1763). Plansjen kan tyde på at det dreier seg om en barskogsart, som kan passe best med denne. Videre er det sannsynlig at Fries´ sanksjonerte beskrivelse av *R. aurea* representerer denne arten siden noen liknende lauvskogsart ikke er funnet i Norden. Den nyere beskrevne *R. brunneicontusa* representerer utvilsomt den aktuelle arten, jf. DNA-studier, Helsinki, og vi har derfor valgt å bruke dette navnet. *Ramaria largentii*, derimot, er en amerikansk art som er annerledes og opplagt noe annet. For skillekarakterer til andre livlig fargete arter, se under *R.* cf. *subtilis*.

Undersøkt materiale:
Akershus: Asker, Drengsrudtjern, TEB 538-11; Løkenes, leg. A. Molia, KB&EB 30/11 [DNA].
Oppland: Lunner, S. Oppdalen, EB 132/87, KB&EB 11/09, TEB 115-10 [DNA], EB 156/10, EB 173/10, IK (H), TEB 474-10, 307-11; KB&EB 24/11 [DNA]; Muttatjern, 11. sept. 2010, IK (H); Karussputten S, 3. sept. 2011, IK (H), TEB 177-10, KB&EB 161/11; Askedalen TEB 1007-11; Svea/ Brattlia, TEB 187-12. Vestre Toten, Steffensrud, leg. A. Bratsberg, det. IK.
Buskerud: Nedre Eiker, Strykenåsen NR, KB&EB 276-278/11 [DNA]; Røyken, leg. O. Smith, 3. sept. 2001, det. IK [DNA].
Vestfold: Sande, Kommersøya, leg. P. Marstad 202/87, det. IK [DNA].
Telemark: Porsgrunn, Frierflaugene, 2. sept. 2000, leg. T. Dahl, det. IK. Bamble, Skogstavatnet, I.L. Fonneland 2011-214 (sub nom *R. largentii*) [DNA].
Aust-Agder: Risør, Glupedalen, TEB 409-11.

Fiolkorallsopp *Ramaria fennica* (P. Karst.) Ricken
Fruktlegemer relativt små/middels store, ofte slanke, men typisk i store klynger og hekseringer. Farge karakteristisk fiolett, à la fiolgubbe (*Gomphus clavatus*) på stamme og i nedre del av greiner som ung, men ved eksponering mot luft erstattes fiolettfargen snart med en leirgråbrun farge med noe olivenskjær. Flekker av fiolett kan henge igjen nær basis. Stammebasis blek. Kjøtt hvitt.

Sporer: 9-11 x 4,5-5 µm, smalt tåreformete, middels vortete, vorter utdratt, men ikke i rader. Hyfer med bøyler, noe som også gjelder basalmycelet, der hyfene for det meste er glatte, men det finnes også en del basalmycelhyfer som er dekket med krystaller.

Habitat og utbredelse: Sjelden og strengt kalkkrevende. Kjerneområdet er i kalkgranskog (ofte på lokaliteter med fiolgubbe (*G. clavatus*)), på kambrosiluriske bergarter i området Indre Oslofjord – Mjøsa, men den er også funnet på kalkrik grunn i Nord-Trøndelag. I Sverige er arten funnet i kalkområder nord til Jemtland. Fra Finland er det bare få funn helt i sør.

NiN Naturtyper i Norge: , T23; 5, DO A1-2 lågurtkalk(gran)skog, T23; 13, DO A1-1 lågurt-lyng(furu)kalkskog.

Kommentarer: Fiolkorallsopp er karakteristisk ved sin spesielle fiolettfarge som ung. Den kan vanskelig forveksles med noen annen art i barskog, men den har en dobbeltgjenger i eik-/bøkeskog, *R. fumigata*, som har enda sterkere lilla-fiolette farger som helt ung og noe lengre/smalere sporer. De to artene er genetisk klart atskilt. *Ramaria fennica* har merkelig nok vært blandet sammen med *R.*

Fig. 3. Fiolkorallsopp – *Ramaria fennica*. Oppland: Gran, Heier, TEB 157-11. Photo: Kristin H. Brandrud.

testaceoflava i Mellom-Europa (jf. Christan 2008).

Arten ble først funnet i Norge i Gran i 1997. En angivelse fra Ringerike (Brandrud 1997) synes å være basert på gammelt og feilbestemt materiale, og den er første gang riktig publisert i forbindelse med siste rødliste (Brandrud m.fl. 2010), som for de fleste andre artene presentert her.

Undersøkt materiale:
Hedmark: Hamar, Furuberget NR, KB&EB 201/10, 203/10 [DNA], 204/10.
Oppland: Lunner, Råstadbakka, TEB 222-04. Gran, Askimlandet, EB 426/97; Jøvika, TEB 222-04; Heier nedre TEB 157-11; Granåsen, EB 548/11; Sølvsberget 565/11.
Buskerud: Ringerike, Gullerudtjern, TEB 258/11. Hole: Viksåsen, G. Bollingmo 2011, det TEB. Sigdal, T.H. Hofton (05318), conf. EB.
Nord-Trøndelag: Snåsa, Finnsåsmarka, TEB 156-10 [DNA].

Gul korallsopp *Ramaria flava* var. *scandinavica* (R.H. Petersen) Christan

Fruktlegemer middels store, i vifteformete klynger, fot glatt og tilspisset mot basis. Farge variabelt gul, etter hvert noe varmere gul – eggeplommegul i greinspisser og ofte med tydelig lakserosa skjær et stykke nedover før fargen snart blekner til okergul. Kjøtt hygrofant-marmorert, først skittent grågult i alle fall i foten; aldri rent hvitt, noen ganger grålig med alder. Karakteristisk lukt; foreslått assosiert med safran, medisin, jodoform eller jord.

Sporer: 10,7-12,5/4,3-5 µm, sylindriske til smalt avlange, mandelformete, med lave, brutte ribber i rader. Hyfer med bøyler, skjønt slike mangler stort sett i basalmycelet. Hyfene der har tiltrykte krystaller, og hyfeendene er ofte spydspissaktig oppsvulmet.

Habitat og utbredelse: Næringsrike gran- og furuskoger, inkludert yngre plantefelt, ofte i store hekseringer. Vanlig art i næringsrike områder i Sørøst-Norge. Utbredelse ellers lite kjent på grunn av forveksling med *R. eosan-*

Fig. 4. Gul korallsopp – *Ramaria flava* var. *scandinavica*. Jemtland: Östersund, Filstabäcken, KB&EB 62/10. Photo: Katriina Bendiksen.

guinea, men synes å kunne være en relativt sørlig art. Svensk utbredelse uklar, men funnet nord til Jemtland av forfatterne. I Finland hittil bare identifisert fra Åland.

NiN Naturtyper i Norge: T23; 4-5, DO-A1-2 lågurt(gran)skog – lågurtkalk(gran)skog, T23; 12-13, DO-A1-1 lågurt-lyng(furu)skog – lågurt-lyng(furu)kalkskog.

Kommentarer: Den nært beslektede *R. eosanguinea* har en mer sitrongul farge og antar sjelden laksefarget skjær. Sporene er litt kortere og smalere. Form og lukt er lik for de to artene. Begge har opplagt tidligere sortert under en vid *R. flava*-etikett. Dette synes å kunne være et kompleks av flere arter. Den sitrongule *Ramaria flava* var. *scandinavica* hos Christan (2008) har større sporer enn vårt takson (som vi mener hører hjemme på artsnivå) og synes å være del av en mellomeuropeisk *R. flava* s. str. Typen til varieteten, *R. obtusissima* var. *scandinavica* R.H. Petersen er fra kalkbarskog i Midt-Sverige og synes å stemme overens med vår art. Taksonomisk arbeid gjenstår, og endelig navn er foreløpig uklart. *R. safraniolens* Christan kan være det samme, men typematerialet er foreløpig ikke undersøkt og sekvensert. I Nordic Macromycetes (Petersen 1997) er arten inkludert under *R. obtusissima*, men nøkkelen inneholder også en «*R. flava*» som er vanskelig å tolke.

Undersøkt materiale (DNA-testet og/el. nyere innsamlinger):
Akershus: Skedsmo, Rælingsåsen, leg. F.C. Sørlye, 1941, det. IK. Asker, Håkavikveien, TEB 134-10 [DNA], TEB 204-11.
Oppland: Lunner, S. Oppdalen, EB 509, 510/11; Muttatjern, KB&EB 213/10 [DNA]; Skjerpemyr, KB&EB 221/10 [DNA]; Karussputten S, TEB 178-10, 183-10; Nyborgtjern S, TEB 62 a+b; Galtedalstjern-Vaterud, TEB 85-10 [DNA]; Askildsrud, TEB 270-11, 283-11, 293b-11, 296-11; Skjerva/Liuberget, KB&EB 7/09 [DNA]; Svea NV, TEB 122-

12. Jevnaker, Galtedalstj.-Vaterud, TEB 86-10; Sløvikbekken, TEB 476-10; Igelsrud NR, TEB 170-11; Vesletjernet, TEB 185-11; Stortjernet, TEB 196-11; Kårstad TEB 242-11. Gran, Skjervumbråtan,TEB 37-1, 38-10 [DNA]; Buhammaren, TEB 93-10, TEB 145-11, 146-11, 152-11, EB 518/11 [DNA]; Granåsen, EB 532/11 [DNA]; Heier nedre TEB 160-11; Lygna N, TEB 81-12. Vestre Toten, Kauserudtjern SØ, TEB 102-10 [DNA], 103-10. (Også mange tilleggskollekter, særlig fra Oppland, ikke DNA-testet, hører trolig hjemme her.)
Buskerud: Røyken, Bøsnipa, 13. sept. 2011, IK (H). Sigdal, Gampehue, KB&EB 344/11 [DNA]. Nedre Eiker, Bremsåsen, G. Gulden 27/08, det. IK.
Telemark: Porsgrunn, Ørvikåsen, leg. S. Reiso 2010-S-8, 2010-S-X, det TEB. Kragerø, Sjådammen-Rekevika, TEB 40-11 [DNA]. Bamble, Røsskleiva NR, TEB 233-10 [DNA], TEB 492-09 [DNA].

Stor korallsopp *Ramaria flavescens*
(Schaeff.) R.H. Petersen
Fruktlegemer store til noen ganger svært kraftige, med en opptil 7-8 cm tykk fot. Herfra vokser et antall rikt greinete, blomkålliknende hoder. Fargen er livlig gul som ung, noen ganger med et skjær av lakserosa farge i partiet under greinspissene. Deler av foten som er eksponert for lys, har en blekere gul farge.

Sporer: 9,5-11,5/4,3-5 µm, smalt ellipsoide til sylindriske eller svakt boletoide, grovt vortet med vorter som ikke er ordnet i rader. Hyfer med bøyler. Med sin kraftige fot har arten rikelig med basalmycel. Hyfene her er for det meste uten bøyler, de er smale og glatte, uten slim eller krystaller.

Habitat og utbredelse: Dette er en sørlig, i all hovedsak boreonemoral art, men med ellers vid økologisk spennvidde. I urterike gran- og furuskoger synes den å være den vanligste arten i gruppen i et relativt smalt kystbelte omkring Oslofjorden. I Sunnhordland er det funnet noen store forekomster i plantet granskog utenfor granas naturlige utbredelsesområde. (Til nå er det ellers bare observert *R. botrytis* coll. og *R.* cf. *subtilis* i denne type skog.). Men den vokser også i lågurteikeskog og kalkskog med lind og eik. På Østlandet er den funnet inn til Gran/Randsfjorden (mot nord bare i kalkbarskog) og langs kysten nord til Trondheimsfjorden. Dens utbredelse i Sverige er foreløpig noe uklar, men den er i følge Lennart Söderberg (pers. medd.) svært vanlig på egnete lokaliteter i sørlige deler av Sverige. I Finland er den sjelden og kun angitt noen få

Fig. 5. Stor korallsopp – *Ramaria flavescens*. T.v./left: Oslo, Kolås, EB 689/11. Photo: Egil Bendiksen. T.h./right: Møre og Romsdal: Stranda, Ansok, TEB 273-10. Photo: Katriina Bendiksen.

steder helt i sør (Kotiranta m.fl. 2009).

NiN Naturtyper i Norge: T23; 4-5, DO-A1-2 lågurt(gran)skog – lågurtkalk(gran)skog), T23; 12-13, DO-A1-1 lågurt-lyng(furu)skog – lågurt-lyng(furu)kalkskog, T23; 12, 17,DO A2-4 lågurteikeskog, T23; 13, DO A2-4,(5,7) kalk-linde-/hassel-/eikeskog.

Kommentarer: Likhetspunkter kan gå i flere retninger; for det første mot middels store til store arter av gruppen med sterkt oransje farger som unge, men som blekner med alder, for det andre mot den svært robuste *R. magnipes* s. Nitare (Nitare 2000), som har aprikosfargete greintupper som ung og som har annerledes, svakt vortete sporer og dessuten rikelig med bøyler i basalmycelet. *Ramaria flavescens* er funnet allerede på 1800-tallet av M.N. Blytt, og har nok tidligere blitt inkludert i den store samlesekken «*R. flava*».

Undersøkt materiale:
Østfold: Halden, Langnestangen, leg. R. Pedersen, 15. sept. 2012, det. Ø. Weholt 41, 42-11, conf. KB; Rokkeskogen, leg. R. Pedersen 2011, det. ØW, conf. KB.
Akershus: Bærum, Ostøya, EB 199/06 [DNA]. Asker, Nesøytjern NR, TEB 1017-11; Løkenes, 8. sept. 2011, leg. IK. (EB 725/11). Oppegård, Svartskog, Linnekastet, EB 753-756/11. Nesodden, Gjøfjell, A. Molia 254-2010, det. KB; Svestad, A. Molia 344-2010, det. KB.
Oslo: Malmøya, EB 475/04 (leg. EB, TEB), EB 807-810/11; Lillomarka, Kolås, leg. B.E. Sakseid, EB, IK, EB 689, 690/11 (O+H). Oslo?, udatert, M.N. Blytt, det. IK.
Oppland: Lunner, Vaterud-Galtedalstj., KB&EB 234/10; Askildsrud, TEB 425-11, 382-12; Karussputten S, 3. sept. 2011, IK (H, 2 koll.). Gran, Jøvika, 12. sept. 2010, IK (H, 2 koll.), KB&EB 273, 274/10.
Buskerud: Hole, Nesvika S, TEB 483-10; Viksåsen, G. Bollingmo, A. Molia, sept. 2011 og TEB 440-12; Burudåsen/Hurumåsen, G. Bollingmo, TEB 442, 443-12. Røyken, Bøsnipa, 13. sept. 2010, IK (H, 2 koll.), KB&EB 247/11. Sigdal, Gampehue, KB&EB 342/11 [DNA].
Telemark: Porsgrunn, Frierflaugene NR, TEB 383-10 [DNA], 397-10 [DNA]; Kongkleiv, TEB 294-10, 295-10, 296-10, 1002-11; Hitterød S, EB 124/10; Grava, leg. I-L Fonneland (TEB 414-10). Bamble, Nustad NR, 9. sept. 2010, leg. TEB, EB, IK, TEB 255-10 [DNA], IK (H, 2 koll.); Røsskleiva NR, 9. sept. 2010 IK (H); Langøya, TEB 493-09 [DNA].
Aust-Agder: Arendal, Vigeland/Bjellandshaugene NR, leg. I-L Fonneland (TEB 407-10) [DNA]; Tveite, TEB & I-L. Fonneland, TEB 626-11. Risør, Sjåvåg, TEB 383-11. Grimstad, Reddalsvannet S, 31. aug. 2011, IK (H, 3 koll.), KB&EB 97-99/11, Reddalsvannet Ø, 31. aug. 2011, IK (H).
Hordaland: Bømlo, Eikeland, leg. A. Knutsen, KB, EB, IK, KB&EB 400/11; Stokkafjellet, 19. sept. 2011, leg. A. Knutsen, KB, EB, IK, KB&EB 403/11 [DNA], 404, 405/11, IK (H, 3 koll.).
Møre og Romsdal: Norddal, Indre Haus, Liabygda, TEB 258-10 (O+H); Vika/Ytterli, D. Holtan, 30. aug. 2011; Linge, leg. D. Holtan 13. sept. 2011, det. IK. Stranda, Ansok-Grova, leg. J.B. Jordal & P. Larsen, TEB 269-10, 270-10 [DNA], 271-10.
Nord-Trøndelag: Levanger, Kipperberget-Aurtua, TEB 583-11. Leksvik, Vanvikan, leg. A. Gjervan, 4. sept. 1977, det. IK (TRH) [DNA], P. Sandvik 87-210, det. IK (TRH) [DNA], IK 3. sept. 2009 (H) [DNA].

Ramaria flavoides agg.
Fruktlegemer middels store, relativt varmt gule, men ellers svært lik *R. lutea*, som beskrevet hos Brandrud m.fl. (2012): fot med mye skjell/rudimentære greiner og med pudderaktige, sterkt gule flekker i nedre greinvinkler. Kjøtt blankt, fuktig-klebrig, glassaktig oppsvulmet-gelatinøst med alder. Lukt maisaktig ved gjennomskjæring.

Sporer: 9,5-12/4,3-5,2 µm, smale, sylindriske til ellipsoide, tydelig vortete. Hyfer med bøyler, noe som også gjelder basalmycelet, som er dekket av et slimlag og mangler krystaller.

Habitat og utbredelse: Vidt utbredt nord til Nordland. Den synes først og fremst å være knyttet til lågurtgranskog og kan komme allerede fra slutten av juli. Det er også spredte funn fra sørlige deler av Sverige og Finland.

NiN Naturtyper i Norge: T23; 4-5, DO-A1-2, lågurt(gran)skog) –lågurtkalk(gran)skog.

Kommentarer: Skilles fra *R. lutea* ved at gulfargen er dypere og varmere. *Ramaria lutea* har hyfer uten bøyler, mindre sporer og antatt økologisk tyngdepunkt i sørligere lauvskoger. Det finnes imidlertid også en muligens ubeskrevet art som i karakterer, i alle fall sporestørrelse, synes å ligge mellom disse to, med optimum i kontinentale sandfuruskoger.

Taksonomien til *R. flavoides* agg. er uavklart, med flere ulike DNA-typer hvorav ingen er identisk med typematerialet til *R. flavoides*. Det kan synes som materiale fra Nordvestlandet (samt også noen innsamlinger fra Finland) er genetisk avvikende fra det øvrige. Hvorvidt dette kan korreleres med morfologiske karakterer, må imidlertid studeres nærmere.

Undersøkt materiale:
Oppland: Lunner, S. Oppdalen, TEB 36-10 [DNA], TEB 46-10 [DNA], TEB 67-10, TEB 36-10 [DNA], TEB 81-10, [DNA], EB 21/10, KB&EB 25-11 [DNA], EB 481/11; Karussputten S, TEB 59-10; Askildsrud, TEB 271-11. Jevnaker, Vesletjernet, TEB 186-11 [DNA], 192-11; Kårstadtjern, TEB 253-11. Gran, Buhammaren, TEB 94-10 [DNA]; Lygna N, IK 2000 [DNA]. Vestre Slidre, Einang, TEB 457-11.
Aust-Agder: Arendal, Sagvann, T.H. Dahl, 18. aug. 1987 [DNA].
Møre og Romsdal: Stordal, Seljeneset, leg. D. Holtan, 27. aug. 2010 [DNA]. Ålesund, Akslen-Magerholm, D. Holtan, 12. sept. 2000, det. IK [DNA]. Aure, Ertvågen, 9. sept. 2001, F. Oldervik [DNA].
Nord-Trøndelag: Snåsa, Finnsåsmarka, TEB 160-10, 161-10. Steinkjer, Stod, Persgardshalla, TEB & H. Holien, (TEB 172-10, HH 132/10) [DNA]. Levanger, Gjelåsen, TEB 225-09 [DNA]. Namsskogan, Øvre Tromsdalen, Langvasslia, TEB 176-05.
Nordland: Grane, Holmvassdalen, KB-EB-TEB 76-10, 31. aug. 2010, IK (H, 2 koll.).

Fig. 6. *Ramaria flavoides* agg. T.v./left: Oppland: Lunner, S. Oppdalen, EB 481/11. Photo Egil Bendiksen. T.h./right: Lunner, S. Oppdalen, TEB 46-10. Photo: Kristin H. Brandrud.

Fig. 7. Flammekorallsopp – *Ramaria ignicolor*: Lunner, S. Oppdalen, TEB 44-10. Photo: Kristin H. Brandrud.

Flammekorallsopp *Ramaria ignicolor* Bres. ex Corner

Fruktlegemer små, i løse ansamlinger, med hul og kort fot som er tilspisset mot basis. Greinspisser klart gule i kontrast til fargen videre nedover greinene, som er lakserosa, blandet med en varm, guloransje grunnfarge. Den lakserosa fargen synes særlig å framtre ved at den enda sterkere lakserosa kjøttfargen skinner igjennom og gir fruktlegemene en spesiell glød. Indre og ytre farger blekner relativt raskt til mer anonymt blekgul. Kjøtt gelatinøst.

Fig. 7a: *Ramaria ignicolor.* Utsnitt som viser den hule foten. Photo: Kristin H. Brandrud. Ramaria ignicolor, *with hollow stipe*.

Sporer utpreget små og opptrer av ukjent årsak i to ulike former i blanding med hverandre (godt synlig innenfor samme preparat); dels som rundaktige, 7,5-9/4,5-5 µm, dels som bredt ellipsoide til sylindriske, 9-11,5/4-6 µm, fint vortete. Hyfer, inkludert i basalmycel, uten bøyler. Basalmycelhyfene mangler også krystaller.

Habitat og utbredelse: Hovedutbredelsen synes å være knyttet til rikere granskoger, de fleste funn fra Østlandet, der den i alle fall lokalt er en relativt vanlig art (jf. et tjuetalls funn på Hadelands østås). Den er her også funnet relativt fattig, på helt lokale flekker av svak lågurtgranskog i terreng ellers dominert av blåbærgranskog. Den er ellers funnet i Trøndelag og Nordland, og i urterik furuskog på Nordvestlandet. Arten er av de første korallsopparter i sesongen, fra slutten av juli. Den

er også funnet i Sverige og Finland.
NiN Naturtyper i Norge: T23; 3-5, DO-A1-2 svak lågurt(gran)skog - lågurt(gran)skog – lågurtkalk(gran)skog), T23; 12-13, DO-A1-1 lågurt- lyng(furu)skog – lågurt-lyng(furu)-kalkskog.

Kommentarer: Arten er svært karakteristisk ved sin farge, de hule fruktlegemene, størrelsen og mikroskopisk på sporene. Det har imidlertid vist seg at det finnes en liknende art i lauvskog, jf. «*R. ignicolor* eikeskogstype» (Brandrud m.fl. 2012), som blant annet synes spinklere, blekere og som har en annerledes forgreining. Første funn i Norge av *R. ignicolor* stammer fra 1967.

Undersøkt materiale:
Akershus: Bærum, Ostøya, TEB 136-09 [DNA]. *Oslo?*, «Oslodistriktet», 1967, fra sopputstilling, uten mer info [DNA].
Oppland: Lunner, S. Oppdalen EB 20/10, TEB 35/10 [DNA]; Manbakken TEB 44-10 [DNA] og 4 andre lokaliteter i nærheten; Karussputten S, TEB 58-10; Kalvsjøtjern V, TEB 284-11; Kjørvenseterkollen, TEB 90-11; Roa stasjon Ø, 12. aug. 2012, EB; Kjørvensetra S, TEB 92-12. Jevnaker, Greftegreff N, 12. sept. 2010, IK (H). Gran, Svartbråtåberget, 9. aug. 2012, EB & TEB.
Møre og Romsdal: Norddal, Vika, D. Holtan, 19 sept. 2007. Stranda, Grovaneset, D. Holtan, 18. sept. 2007; Ansok, D. Holtan, 23. sept. 2007. Nesset, Eikesdalen, J. Nitare, 28. aug. 2010.
Sør-Trøndelag, Trondheim, Holsvollen/ Løftan, J. Loraas, 23. aug. 2003 [DNA].
Nord-Trøndelag: Steinkjer, Stod, TEB 170-10 [DNA], 171-10. Levanger, Gjelåsen TEB 224-09 [DNA].
Nordland: Grane, Holmvassdalen, J. Lorås, 16. aug. 2009, det. KB.

Dyster korallsopp *Ramaria karstenii*
(Saccardo & Sydow) Corner
Fruktlegemer: relativt små/middels store, mange greiner starter lavt nede, er lange og står relativt parallelt og opprette, beigebrune til grårosa-brune, ofte med noen varmere okerfargete flekker på nedre del av foten, ved basis med gråoker mycelfilt. Kjøtt hvitt eller svakt beigebrunt. Smak noe bitter.

Sporer: 9-12/5,5-6 µm, ellipsoide til svakt eggformete, sterkt vortete, vorter utdratt og oftest i rader. Hyfer uten bøyler, inkludert basalmycel, som har relativt brede hyfer som verken har slimlag eller krystaller.

Fig. 8. Dyster korallsopp – *Ramaria karstenii*. Akershus: Nittedal, Slattum, KB&EB 3. aug. 2012. Photo: Egil Bendiksen.

Habitat og utbredelse: Sjelden art, først og fremst knyttet til kalkgranskog. Kan danne store hekseringer i kambrosiluområdene på Sørøstlandet og i Trøndelag. Relativt vidt utbredt i Sveriges kalkbarskoger nord til Jemtland. Sjelden i det sørligste Finland.

NiN Naturtyper i T23; 4-5, DO-A1-2 lågurt-(gran)skog – lågurtkalk(gran)skog), T23; 12-13, DO-A1-2, lågurt-lyng(furu)skog – lågurt-lyng(furu)kalkskog, men sjelden i den fattige delen.

Kommentarer: Som ung er fargen karakteristisk, og arten likner ingen annen korallsopp i barskog. I likhet med fiolkorallsopp har den imidlertid en dobbeltgjenger i bøkeskog, *R. spinulosa*, som har noe mindre sporer og er genetisk klart atskilt. Den er funnet i det sørligste Sverige og burde kunne finnes i Norge. Angivelser til nå har vært feilbestemmelser. Når fruktlegemene blir eldre og ikke minst misfarget av sporer, kan *R. karstenii* være vanskelig å skille fra *R. pallida*, som den likner i form og størrelse og dessverre også sporer. For skillekarakterer, se *R. pallida*. Ellers er eneste sikre forskjeller knyttet til mikrokarakterer i basalmycelet. Første innsamling er fra Trøndelag i 1998.

Undersøkt materiale:
Akershus: Nittedal, Slattum W, leg. S. Moen, (IK; EB), EB 94/10, 3. aug. 2012, KB&EB.
Hedmark: Hamar, Furuberget, 7. sept. 2010, IK (H).
Oppland: Lunner, S. Oppdalen, Mørkomdalen, KB&EB 24/11 [DNA]; Dalasjøbekken S, TEB 74-10 [DNA]; Muttatjern, 11. sept. 2010, IK (H); Galtedalstj.-Vaterud, 12. sept. 2010 (H, 2 koll.); Svea-Omdalsvannet, TEB 413-11. Jevnaker, Igelsrud NR, TEB 169-11; Vesletjernet, TEB 190-11; Kårstad, TEB 237-11; Engerhaugen, TEB 248-11, TEB 2002. Gran, Jøvika Ø, 12. sept. 2010, IK (H); Buhammaren, TEB 148-11; Heier nedre, TEB 163-11, TEB 2004; Granåsen, EB 612/11; Gammehaugen, EB 594/11, 612/11; Lygna N, TEB 80-12. Vestre Toten, Kauserudtjern SØ, TEB 100-10. Østre Toten, Balke, TEB 112-10 [DNA], 113-10. Øystre Slidre, Vollbufjorden, TEB 511-11.
Buskerud: Ringerike, Gullerudtjern NR, TEB 259-11.
Telemark: Vinje, Vinjeåi, TEB 159-08.
Sør-Trøndelag: Selbu, Fuglem, T. Solem, 19. sept. 1994 [DNA].
Nord-Trøndelag: Snåsa, Finnsåsmarka, TEB 157-10 [DNA], 158-10. Steinkjer, Kvam, TEB 164-10, 165-10; Skrattåsen, IK 09-593 (H) [DNA].

Blek korallsopp *Ramaria pallida* (Schaeff.) Ricken
Fruktlegemer middels store, slanke, ofte løst samlet i store klynger. Greinene er opprette, tallrike og tettsittende. Fargen er blek, gråhvit og med et svakt lillagrått skjær som ung, særlig i greinendene. Med alderen etter hvert med et mer okergult skjær som følge av at sporene modner. Kjøtt hvitt. Lukt litt krydderaktig og smak litt bitter.

Sporer: 10-12/4,5-6 µm, avlange-ellipsoide med tydelige, relativt store og langaktige vorter med tendens til rader. Hyfer, inkludert basalmycel, mangler bøyler og har ikke krystaller, men kjennetegnes av et tykt slimlag.

Habitat og utbredelse: Hovedsakelig rik, eldre barskog fra Indre Oslofjord til Mjøsdistriktet, men også funnet i edellauvskog med eik/lind/-hassel på Telemarkskysten, dessuten noen få funn på Nordvestlandet og et par funn i Sør-Trøndelag. Arten framtrer som noe mindre kalkkrevende enn *R. karstenii* og *R. fennica* og har også en del funn utenom den rikeste kalkskogen. I Sør-Sverige vokser den også i bøkeskog, ellers i barskog angitt nord til Dalarna. I Finland spredt i sørlige deler.

NiN Naturtyper i Norge: T23; 4-5, DO-A1-2 lågurt(gran)skog – lågurtkalk(gran)skog), T23; 12-13, DO-A1-2, lågurt-lyng(furu)skog – lågurt-lyng(furu)kalkskog, T23; 12, 17, DO A2-4 lågurteikeskog.

Kommentarer: Som ung er dette en av de lettest kjennelige artene, med sin bleke farge og lillagrått skjær. Mest liknende i farge er arter som *R. suecica* og *R. gracilis*, men disse er spinklere, vokser saprotrofisk og har andre sporekarakterer. Eldre fruktlegemer blir okerfarget av sporene og kan da være vanskelig å skille spesielt fra *R. karstenii* med liknende sporer og dels vekstform. Sistnevnte har en karakteristisk gråokerfarget mycelfilt ved basis. Sikreste skillekarakter er imidlertid knyttet til mikrokarakterer i basalmycelet; hyfer har tykt slimlag hos *R. pallida*, mens de er glatte/uten slimlag hos *R. Karstenii*.

Nesten alle funnene fra rik barskog i Sørøst-Norge er funnet sammen med jordbærkantarell (*Hygrophoropsis olida),* trolig som følge av parasittisme eller mutualisme (egen observasjon).

Navnet *R. pallida* er her brukt slik tradisjonen har vært de siste hundre år, basert på Bresadolas oppfatning. Hva Schaeffer (1763) mente med sin plansje og korte beskrivelse, en art som synes å gå i gule-oransje fargetoner (om det er unge fruktlegemer som er representert), er egentlig umulig å få vite. To navn fra omkring 1930, som også er en del brukt og som trolig representerer det samme, er *R. paludosa* og *R. mairei*.

Arten er i Norge allerede samlet både av M.N. Blytt og N.G. Moe på 1800-tallet, men er først på plass i litteraturen i «Norske soppnavn» (1985).

Fig. 9. Blek korallsopp – *Ramaria pallida* og jordbærkantarell – *Hygrophoropsis olida*. Oppland: Gran, Grymyr, Jøvika, KB&EB 270/10. Photo: Katriina Bendiksen.

Undersøkt materiale:
Akershus: Nesodden, Sørbyskogen, EB 505/11, A. Stridvall m.fl., 11. sept. 2010. Oppegård, Ingierstrand, G. Gulden, 16. sept. 1992. Asker, Heggedal, A. Bratsberg, T. Malm, 24. aug. 1951.
Oslo: Ullern, N.G. Moe, 1840; Mærradalen, M.N. Blytt, udatert, det. IK; Montebello, EB 212/10; Lutvann Ø, 9. aug. 2010, A. Wollan.
Hedmark: Hamar, Furuberget, KB&EB 209/10, P. Kytövuori, 7. sept. 2010 (H).
Oppland: Lunner, S. Oppdalen, EB 19. aug. 1978, EB 507/81, EB 29/04, TEB 97-10 [DNA], KB&EB 227/10, KB&EB 26/11; Askildsrud, TEB 243-04, TEB 43-10 [DNA], TEB 266-11, TEB 291-11; Karussputten S, TEB 179-10, 3. sept. 2011, IK (H, 2 koll.); Skjerpemyr, TEB 267-04; Galtedalstjenna-Vaterud, TEB 87-10; Ballangrud, TEB 294-11; Kjørvensetra, TEB 304-11; Svea NV, TEB 125-12. Jevnaker, Galtedalstjenna-Vaterud, TEB 186-04; Rustad, TEB 191-04; Huldrehaugen, TEB 477-10; Dalsvika SV, TEB 519-10; Greftegreff N, KB&EB 264/10; Stortjernet, TEB 180-11; Vesletjernet, TEB 192-11; Kårstad, TEB 238-11. Gran: Velohøgda, TEB 357-04; Askimlandet, TEB 673-04, 526-10; Kollerbakken, TEB 319-10, 320-10, 149-11; Lysen NR, TEB 520-10; Jøvika, TEB 223-04, KB&EB 270/10, 277/10, 12. sept. 2010, IK (H); Buhammaren, EB 516/11; Granåsen, EB 537, 538/11; Sølvsberget, EB 551/11; Gammehaugen, EB 602/11.
Buskerud, Hole: Vik, G. Gulden 1965; Burudåsen/Hurumåsen, G. Bollingmo, TEB 444-12; Leineåsen, G. Bollingmo, TEB 445-12. Ringerike, Gullerudtjern NR, TEB 71, 72-98, TEB 260-11; Ulltveitåsen, EB 845/11.
Telemark: Bamble, Nustad NR, 9. sept. 2010, IK (H); Røsskleiva NR, TEB 374-10. Kragerø, Rekevika-Sjådammen, TEB 38-98, 34-03, 41-11; Valberg-Bjørneknuten, TEB 74-11; Tåtøy W, leg. M. Espeland, H. Bjøro, det. G. Gulden, 28. juli 2002.
Møre og Romsdal: Norddal, Steiggjelet, leg. K. Mohn-Jenssen, TEB 263-10 [DNA].

Bruntuppkorallsopp *Ramaria rufescens*
(Schaeff.: Fr.) Corner
Fruktlegemer store til svært store og blomkål-liknende. Fot kraftig, av og til tilspisset, med skjell og rudimentære greiner. Ekte greiner ofte sprikende og med tynnere del tilbake-bøyd, likner en rikt forgreinet, gammel eik i miniatyr. Farge hvit med etter hvert grålig til brunlig skjær. Som helt ung kan også ytre greiner ha et svakt gult skjær. Med alderen får særlig greinspissene en rødbrun farge, særlig utpreget når soppen vokser åpent. Kjøtt hvitt, noe marmorert.

Sporer: 8,5-10,7/ 3,5-4 µm, sylindriske med fine vorter som har tendens til å opptre i rader. Hyfer, inkludert basalmycel, uten bøyler. Mange av hyfene i basalmycelet er sterkt dekket med krystaller og har for det meste et tynt og utydelig slimlag.

Habitat og utbredelse: Kalkbarskog, bare funnet i Sørøst-Norge, med to kjerneområder: kalkgranskog Hadeland-Toten (ofte med fiol-gubbe (*Gomphus clavatus*)) og kalkfuruskog i Grenland, Telemark (ofte med glatt storpigg (*Sarcodon leucopus*) jf. Brandrud (2010)). I Sverige funnet i Östergötland, Jemtland og nordlige Uppland (Nitare 2008, under navnet *R. lacteo-brunnescens*, Nitare og Brandrud 2012). Ikke funnet i Finland.

NiN Naturtyper i Norge: T23; 5, DO A1-2; lågurtkalk(gran)skog,, T23; 13, DO A1-1 lågurt-lyng(furu)kalkskog.

Kommentarer: *Ramaria rufescens* synes morfologisk isolert. Den kan først og fremst likne arter av *R. botrytis*-gruppa, særlig *R. rubrievanescens*, som også har en svært grov fot og dessuten liknende økologi. Den har imidlertid alltid vinrøde pigmenter i greinspissene som

Fig. 10. Bruntuppkorallsopp – *Ramaria rufescens*. Oppland: Gran, Heier, TEB 158-11. Photo: Kristin H. Brandrud.

ung, noe *R. rufescens* ikke har, og dessuten helt annerledes sporer. *Ramaria pallida* har annerledes vekstform og sporer. Arten er også diskutert hos Nitare og Brandrud (2012), der de norske funn er angitt.

Undersøkt materiale:
Akershus: Asker, mellom Håkavik og Vollen skole, TEB 203-11.
Oppland: Lunner, Askildsrud N, TEB 42-10 [DNA], Askildsrud S, TEB 282-11; Karusssputten S, TEB 57-10 [DNA]; 182-10; Nyborgtj. S, TEB 60-10; Råstadbakka, TEB 135-10; Galtedalstjenna-Vaterud, TEB 83-10, 84-10. Jevnaker, Igelsrud NR, TEB 168-11; Stortjernet NV, TEB 182-11. Vestre Toten, Kauserudtjern SØ, TEB 98-10 [DNA], 99-10. Gran, Heier nedre, TEB 158-11; Granåsen, EB 533/11 [DNA].
Telemark: Bamble, Røsskleiva NR, TEB 487-09 [DNA], 488-09 [DNA]. Porsgrunn, Hitterød S, TEB 52-09 [DNA]; Hellåsen NR, TEB 398-09 [DNA].

Blodflekkorallsopp *Ramaria sanguinea* (Pers.) Quel.
Fruktlegemer middels store og ganske kompakte, med tette, opprette greiner. Basis noe tilspisset. Fargen er vakker sitron- til svovelgul som ung og med svært karakteristiske vintil blodrøde (-mørkt purpurfargete) flekker, spesielt på fot og tykkere greinpartier. Flekkene er ikke resultat av at kjøttet berøres eller brytes. Kjøtt hvitt, lukt svak, behagelig.

Sporer: 9-10,5/4,3-5 µm, ellipsoide til avlange, middels sterkt vortet, med vorter som har tendens til å ligge i rader. Hyfer mangler bøyler og basalmycelhyfer har ikke krystaller, men kjennetegnes av et tykt slimlag.

Habitat og utbredelse: Først og fremst en kalkart, som vokser i kalkfuruskog og kalkgranskog i de kalkrike kambrosilurområdene i Oslofeltet, kalkfuruskog i indre fjordstrøk på Nordvestlandet og hittil én kjent granskogslokalitet i Trøndelag (Steinkjer). Den vokser imidlertid også i rike eike- lindeskoger i Telemark-Aust-Agder og er i Skåne for øvrig

Fig. 11. Blodflekkorallsopp – *Ramaria sanguinea*. Oppland: Gran, Grymyr, Jøvika, IK 12. sept. 2010. Photo: Katriina Bendiksen.

angitt fra bøkeskog. Arten er av dem i gruppen som fruktifiserer seinest (sept.-okt.).

NiN Naturtyper i Norge: T23; 12-13, DO-A1-1 lågurt-lyng(furu)skog – lågurt-lyng(furu)-kalkskog, T23; 12, 17 lågurteikeskog.

Kommentarer: Arten er svært karakteristisk og enkel å gjenkjenne på ytre utseende med sin farge og lett kjennbare flekker. Mikroskopisk er den mulig å kjenne på relativt brede, langaktige sporer og mangel på bøyler, dessuten at basalmycelhyfene har et tykt slimlag. Likevel er dens identitet i Norge blitt avklart først i de seinere år. I Sverige med tyngdepunkt i Uppland, ellers kjent fra Skåne og Gotland. Ikke kjent fra Finland.

Undersøkt materiale:
Akershus: Oppegård, Svartskog, leg. B. Rian, KB&EB 228-230/11, leg. T. Blindheim, EB 684/11.
Oppland: Lunner, Grua, Malmgruben, EB 266/04; Karussputten S, TEB 395/04, 176-10, KB&EB 160/11, leg. H. Holien, KB&EB 163/11, 3. sept. 2011, IK (H); Askildsrud, TEB 683-11, 375-12; Vaterud-Galtedalstjerna, TEB 174-12. Jevnaker, Dalsvika SV, TEB 518-10; Vaterud-Galtedalstjerna, TEB 286-01. Gran, Askimlandet, Lysen NR, TEB 311-87, 674-04, 524, 525-10, G. Gaarder, B.H. Larsen, 25. sept. 2001; Jøvika KB&EB 271/10, 12. sept. 2010, IK (H, 2 koll.). Østre Toten, Kapp, Kile, TEB 378-00.
Buskerud: Ringerike, Burudåsen NR, O. Smith

28. sept. 2004, okt. 2006, G. Gulden 2009; Ulltveitåsen, EB 860/11; Ringkollen, G. Bollingmo 2010. Hole, Viksåsen NR, G. Bollingmo 2011. Nedre Eiker, Bremsåsen NR, T.H. Hofton 14. sept. 2008.
Telemark: Bamble, Stathelle, Jyplevika, leg. I.J. Kittilsen 14. sept. 2000. Kragerø, Storkollen NR, TEB 909-11. Drangedal, Eikelundheia TEB 98-01, 1. sept. 2011, IK (H). Kragerø, Soppekilen, leg. S. Aaser, 20 okt. 1996, det. G. Gulden.
Vestfold: Sande, Bjerkøya, O. Smith, 6. okt. 2001.
Aust-Agder: Gjerstad, Gjerstadvann, J. Klepsland 2009. Evje & Hornnes, Dåsvassdalen, Husefjell, TEB 251-00.
Møre og Romsdal: Norddal, Vika/Ytterli, D. Holtan, 30 aug. 2011; Fjørå Ø, D. Holtan, 31. aug. 2011. Tingvoll, Rottåsberga, G. Gaarder, 4. sept. 2001.
Nord-Trøndelag: Steinkjer, Øvre Ogndalen, Mokk, leg. A. Wollan 3. sept. 2009, det. IK.

Sitronkorallsopp *Ramaria schildii* R.H. Petersen
Fruktlegemer middels store, typisk med en karakteristisk finoppdelt forgreining ytterst. Fot glatt med tilspisset basis. Farge variabel, typisk sitron- til svovelgul, men kan bli nesten helt blek. Kjøtt og overflate får langsomt gårosa til lillagrå flekker ved trykk og aldring. Karakteristisk lukt; foreslått assosiert med safran, medisin, jodoform eller jord. Smak litt bitter i greinendene.

Sporer: 12-15/4-4,5 µm, sylindriske, ofte noe uregelmessige/tykkere i midtre del, helt glatte. Hyfer med bøyler. Basalmycelhyfer ganske brede og for det meste også disse med bøyler, uten slimlag og for det meste uten krystaller, men noen krystalldekkede hyfer finnes.
Habitat og utbredelse: Vanlig både i Sørøst-Norge og i Trøndelag-Nordland, der den er funnet nord til Narvik. Trolig vår vanligste store korallsopp i barskog etter *R. testaceoflava*. Den synes knyttet til middels rike og ofte litt fuktige granskoger, mens den stort sett mangler i de rikeste kalkskogene. Det virker som *R. schildii* har et klart vestlig tyngdepunkt i Norden. I Sverige framtrer den som langt sjeldnere og er til nå rapportert sikkert bare fra Jemtland og Dalarna. I Finland har den bare få, spredte funn i sør. Den synes imidlertid å være en av de vanligste store korallsopper i Mellom-Europa.

NiN Naturtyper i Norge: T23; 3-4(-5), (8-9), DO-A1-2, svak lågurt(gran)skog) –lågurt(gran)-skog, også en del funn i lågurtkalk(gran)skog, muligens med optimum i overgangen mot de respektive fuktmarkstyper. Også funnet i kant av rikere myrer.

Kommentarer: Arten er karakteristisk og vanligvis lett å identifisere makroskopisk: på farge, finoppdeling av ytre greiner, fargeforandring ved trykk og aldring og på lukt. Lukt og tilspisset fot er felleskarakterer med *R. flava* var. *scandinavica* og *R. eosanguinea*. Ellers er de lange og helt glatte sporene helt entydige. *Ramaria schildii* har tidligere vært inkludert i en vid *R. flava*; i Nordic Macromycetes (Petersen 1997) er arten feilaktig kalt/inkludert i *R. obtusissima*. Navnet *R. schildii* er først brukt for skandinavisk materiale av Petersen (1999).

Undersøkt materiale:
Akershus, Eidsvoll, Dokknesvangen, EB & K. Metsänheimo, EB 328/84, det. IK. Sørum, Sørumsand, leg. M. Sørensen, 3. aug. 2000, det. IK. Nittedal, Lillomarka v/ Slattum, EB 219/10, 8. sept. 2010, IK (H), KB&EB 15. aug. 2011. Asker, Drengsunden skog, F. Wischmann, 19. sept. 1968, det. IK (TRH) [DNA]. Oppegård, Flåtestadåsen, leg. B. Rian, 20. juli 2012, det KB.
Oslo: M. Torstensen, 30. aug. 2000, det. IK.
Hedmark, Nord-Odal, Lognsjøen, TEB 20-03, det. IK.
Oppland: Lunner, Olsknappen, EB 266/04,

det. IK; S. Oppdalen, EB 17. juli 1978, EB 195a/80, 860/80, EB 12. aug. 1991 (TROM) [DNA], EB 23. aug. 1997 (H) [DNA], EB 86/05, 88/05, 103/05, 407/05, 131/87, TEB 29-10 [DNA], TEB 56-10 [DNA], TEB 83-11, 84-11, 142-11, 310-11, EB 56/09, KB&EB 25/11; Dalasjøbekken S, EB 512/11; Nyborgtjern, TEB 63-10 [DNA]; Karussputten S, 3. sept. 2011, IK (H); Askildsrud, TEB 272-11; Galtedalstjern-Vaterud, TEB 88-10; Kjørvensetra, TEB 92-11. Jevnaker, Kårstadtjern, TEB 254-11; Greftegreff, Huldrehaugen, IK 12. sept. 2010 (H). Gran, Buhammaren TEB 95-10 [DNA], TEB 153-11, Lygnabakken, IK 13. sept. 2010 (H).

Buskerud: Sigdal, Gampehue/Damtjern, leg. Ø. Engen, 9. aug. 2002, det. IK. Nore og Uvdal, Bjørkeflåta, P. Marstad, 5. aug. 2000, det. IK.

Telemark: Porsgrunn, Frierflaugene, T.H. Dahl 65/2001, det. IK. Bamble, Nustad NR, 9. sept. 2010, IK (H). Notodden, Elferdalen, M.&T.E. Brandrud, TEB 60-11. Tokke, Rukkeåi, Åsgrend, leg. J. Klepsland, 12. aug. 2008. Drangedal, Henneseid, TEB 192-04, det. IK.

Aust-Agder, Bygland, Bjåfjorden SV, leg. J. Stordal, 10. sept. 1995, det. IK.

Møre & Romsdal: Rindal, Tiuråsen/Langmyrhøgtjenna, KB&EB 145/10 [DNA], 5. sept. 2010, IK (H). Aure, Ertvåg, F. Oldervik, 8. sept. 2001, det. IK (TRH) [DNA].

Sør-Trøndelag: Malvik, Øvre Jervan, leg. M. Svenningson Stavdal, 5. sept. 1954, det. IK (TRH) [DNA]. Selbu, Stokkan, leg. M. Langaas Lien, 22. aug. 1992, det. IK (TRH) [DNA]. Trondheim, Elsterparken, J. Stordal, 2. sept. 1951, det. IK (TRH) [DNA].

Nord-Trøndelag: Namsskogan, Øvre Troms-

Fig. 12. Sitronkorallsopp – *Ramaria schildii*. Oppland: Gran, Lygna, IK 13. sept. 2010. Photo: Egil Bendiksen.

dalen, TEB 175-05, det. IK. Steinkjer, Oftenåsen, TEB 174-10; Stod, Persgardshalla, TEB & H. Holien, HH 124/10; Brassethøgda, leg. R. Braathen, E. W. Hanssen, 2. sept. 2009; Skrattåsen, TEB m. fl., 5. sept. 2009; Øvre Ogndalen, Mokk, 3. sept. 2009, leg. M. Lahti, det. IK (H) [DNA], leg. T. Kekki, det. IK. (H). Namdalseid, H. Holien, HH 192/11. Namsskogan, Øvre Tromsdalen, TEB 175-05. Flatanger, Stordalen, KB&EB 82/09.
Nordland: Grane, Holmvassdalen, KB, EB &TEB 150/10, 31. aug. 2010, IK (H). Rana, Svarvasshei, O. Myhre, sept. 1992, det. IK (TRH) [DNA]; Ramnåga, 9. sept. 1976, Nordic Mycol. Congr., det. IK (TRH) [DNA]. Bodø, Soløyvatnet, R. Fritz, 1983, det. IK (TROM) [DNA]. Narvik, Narvik, A. Gylseth, 1983, det. IK (TROM) [DNA].

Ramaria* cf. *subtilis (Coker) Schild
Fruktlegemer små med opprette greiner, som først er livlig gule til oransjegule, men blekner snart og ender som blekt okergule. Pudderliknende, klart gule flekker på øvre del av fot og nedre deler av hovedgreiner har mer vedvarende farge. Kjøtt hvitt unntatt yttergreiner, som har okerskjær.

Sporer: 10-12,5/4,5-5 µm, smalt ellipsoide til sylindriske eller smalt boletoide, middels til sterkt vortete, vorter for det meste ikke i rader. Hyfer, inkludert basalmycelhyfer, uten bøyler. Basalmycelhyfene mangler krystaller, men er dekket av små slimballer/-dråper.

Habitat og utbredelse: Med få unntak vokser arten i kalkgran(-furuskoger), ofte i unge plantefelt. Hittil kjent hovedsakelig fra de kalkrike kambrosiluområdene i Oslofeltet

Fig. 13. *Ramaria* cf. *subtilis*. Oppland: Jevnaker, Kårstadtjern, TEB 252-11. Photo: Kristin H. Brandrud.

(Hadeland-Toten) og tilsvarende Midt-/Nord-Norge; Steinkjer-Grane. Arten er vidt utbredt i Finland og også registrert fra Sverige.

NiN Naturtyper i Norge: T23; 4-5, DO-A1-2 lågurt(gran)skog – lågurtkalk(gran)skog, T23; 12-13, DO-A1-1 lågurt-lyng(furu)skog – lågurt-lyng(furu)kalkskog.

Kommentarer: Dette er en lite kjent og trolig oversett art. Den kjennes best på at den har små fruktlegemer med livlige farger som ung, kombinert med bl.a. relativt sterkt ornamenterte sporer samt at bøyler mangler. Mest lik er kanskje lauvskogsarten *R. krieglsteineri*, som også mangler bøyler, men har større, fusiforme sporer og helt annen økologi. *Ramaria brunneicontusa* har større fruktlegemer, sterkt oransje greinspisser som ung, større sporer og den har bøyler. Det finnes også en liknende, liten, ubeskrevet barskogsart med bøyler og annerledes sporer. Navnet *R. subtilis* er amerikansk, og det 90 år gamle typematerialet er sannsynlig for gammelt til vellykket DNA-analyse. Nyere amerikansk materiale som passer beskrivelse og morfologiske karakterer må undersøkes før navnet kan aksepteres brukt på europeisk/nordisk materiale.

De få funn som er foretatt før denne undersøkelsen (første muligens fra 1953) har vært ført under andre navn. Kalkbarskogstypene der den har sine fleste funn, er rødlistede naturtyper (Lindgaard og Henriksen 2011), og arten er en klar kandidat for neste rødliste.

Undersøkt materiale:
Oppland: Lunner, S. Oppdalen, Manbakken, 11. sept. 2010, IK (H); Karussputten S, TEB 290-11; Kjørvensetra, TEB 306-11. Jevnaker, Igelsrud NR, TEB 164-167-11; Kårstadtjern, TEB 252-11; Svea/Brattlia, TEB 118-12. Gran, Sølvsberget, leg. J. Stordal-20480, 18. sept. 1979, det. IK [DNA]; Buhammaren TEB 96-10 [DNA], TEB 147-11. Vestre Toten, Kauserudtjern Ø, TEB 105-10 [DNA]. V. Toten, leg. Bratsberg, 1953, kan også høre hjemme her. Øystre Slidre, Vollbufjorden V, 22. sept. 2011, IK (H).
Telemark: Porsgrunn, Kongkleiv, 14. sept. 2010, TEB, det. IK (H).
Sogn og Fjordane: Sogndal, Kaupanger, leg. G. Flatabø, 8. sept. 2000 [DNA]; Stedjeberga, IK & T. Niskanen, 11. sept. 2000 (H) [DNA].
Sør-Trøndelag: Selbu, Tømra, leg. K. Baadsvik, 79-156, det. IK (TRH) [DNA].
Trondheim, Hårstadmarka, 24. sept. 2001, leg. B. Sunde, det. IK (TRH) [DNA].
Nord-Trøndelag: Snåsa, Finnsåsmarka, TEB 150-10 [DNA], TEB 160-10 [DNA]. Namdalseid, Eldbrenna, leg. E. Landsem, TEB 161-11 [DNA]. Flatanger, Stordalen, 4. sept. 2009, IK (H) [DNA]. Inderøy: Stornes, leg. A. Alsvik, 16. sept. 1979, det. IK (TRH) [DNA]. Steinkjer, Kvam, IK 09-409 (H) [DNA]; Skrattåsen, 5. sept. 2009, TEB, det. IK [DNA].
Nordland: Grane, Austervefsna, EB 163/05, det. IK, Fagerlia, 3. sept. 2011, IK (H).

TAKK
Denne undersøkelsen er en del av *Ramaria*-prosjektet 2010-2011 finansiert av Artsdatabanken (Artsprosjektet). Et stort antall entusiastiske personer, for mange til å nevne navn, takkes for å ha bidratt med verdifullt materiale.

Kristin H. Brandrud har bidratt med fotografering, og Anna Marika Bendiksby, UiO med DNA-sekvens-analyser.

REFERANSER
Bendiksen E, Bendiksen K, Brandrud TE, Kytövuori I, Toivonen M, 2012. Notes on *Ramaria*. Preliminary results from study (2009-) 2010- 2011. NINA Report (preliminary version, spring 2012), Norwegian Institute for Nature Research, Oslo.

Brandrud TE, 1997. Biologisk mangfold, verneverdi og forekomster av sjeldne/truete sopparter og orkideer i Gullerudtjern-Grunntjern-området, Åsa, Ringerike. – NIVA Rapport LNR 3697-97, 20 s.

Brandrud TE, 2010. Kartlegging av jordboende sopp med vekt på rødlistearter i utvalgte verneområder i Telemark 2009. Kalkområdet i Bamble-Porsgrunn, samt Jomfruland, Kragerø. NINA Rapport 593, 36 s.

Brandrud TE, Bendiksen E, Bendiksen K, Kytövuori I, Toivonen M, 2012. Ektomykorrhizadannende korallsopper (*Ramaria* p.p.) i eikeskog og annen edellauvskog i Norge. Agarica 32: 5-19.

Brandrud TE, Bendiksen E, Hofton TH, Høiland K, Jordal JB, 2010. Sopp. Fungi, i: Kålås JA, Viken Å, Henriksen S, Skjelseth S (red.), Norsk Rødliste for arter 2010. The 2010 Norwegian Red List for Species. Artsdatabanken, Trondheim, s 87-123.

Christan J, 2008. Die Gattung *Ramaria* in Deutschland. Monographie zur Gattung *Ramaria* in Deutschland, mit Bestimmungsschlüssel zu den europäischen Arten. IHW-Verlag, Eching, 352 s.

Giachini AJ, Hosaka K, Nouhra E, Spatafora, JW, Trappe, JM, 2010. Phylogenetic relationships of the Gomphales based on nuc-25S-rDNA, mit-12S-rDNA and mit-arp6-DNA combined sequences. Fungal Biology 114: 224-234.

Halvorsen R, Andersen T, Blom HH, Elvebakk A, Elven R, Erikstad L, Gaarder G, Moen A, Mortensen PB, Norderhaug A, Nygaard K, Thorsnes T, Ødegaard F, 2009. Naturtyper i Norge (NiN) versjon 1.0.0. www.artsdatabanken.no.

Hosaka K, Bates ST, Beever RE, Castellano, MA, Colgan III W, Domínguez LS, Nouhra ER, Geml J, Giachini AJ, Kennedy SR, Simpson NB, Spatafora, JW, Trappe, JM, 2006. Molecular phylogenetics of the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. Mycologia 98: 949-959.

Humpert J, Muench EI, Giachini, AJ, Castellano, MA, Spatafora, JW 2001. Molecular phylogenetics of *Ramaria* and related genera: Evidence from nuclear large subunit and mitochondrial small subunit rDNA sequences. Mycologia 93: 465-477.

Kotiranta H, Saarenoksa R, Kytövuori I, 2009. Aphyllophoroid fungi of Finland. A. checklist with ecology, distribution and threat categories. Norrlinia 19: 1-223.

Lindgaard A, Henriksen S, 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim, s. 93-98.

Nitare J, 2000. Signalarter. Indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping, 384 s.

Nitare J, Brandrud TE, 2012. Fjällfotad fingersvamp *Ramaria rufescens* – en luring som har tydliga kännetecken när man väl lärt känna den. Svensk mykologisk Tidskrift 33: 42–48.

Norske soppnavn 1985. Soppnavnkomiteen av 1968, Oslo, 59 s.

Petersen JH, 1997. *Ramariaceae* Corner. I: Hansen L, Knudsen H (Red.), Nordic Macromycetes. 3. Nordsvamp, København: 270-277.

Petersen JH, 1999. Key to the species of *Ramaria* known from Fennoscandia. Universitetet i Aarhus, www.mycokey.com.

Schaeffer JC, 1763. Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonam nascuntur. Icones nativis coloribus expressae. Band 2.

Fungaen etter skogbrann på Hyllåsen i Drammen, Sørøst-Norge, med spesiell vekt på hattsoppene

Gro Gulden
Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Pb. 1172 Blindern, NO-0318 Oslo

Kontakt: gro.gulden@nhm.uio.no

English title: The post-fire mycota on Hyllåsen in Drammen, SE Norway, with main focus on agarics.

Gulden G, 2013. Fungaen etter skogbrann på Hyllåsen i Drammen, Sørøst- Norge med spesiell vekt på hattsoppene. Agarica 2013, vol. 33: 27-56.

NØKKELORD
Brannsopper, brannbegunstigete sopper, brannfunga, beltekullsopp (*Daldinia loculata),* bålkantarell (*Faerberia carbonaria*), brannklokkehatt (*Galerina carbonicola*), oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*), spissmorkel (M*orchella conica*)

KEYWORDS
Pyrophilous fungi, *Daldinia loculata, Faerberia carbonaria, Galerina carbonicola, Gymnopilus odini, Morchella conica*

ABSTRACT
The funga (mycota) after a wild-fire in June 2008 in a south boreal coniferous forest in SE Norway (Hyllåsen) has been monitored through a period of three years (2009-2011). Although observations are lacking for the year of the wild-fire and also for the next autumn, the well-known traits of a post-fire funga were evident, especially with regard to species composition and episodes of mass fructification. Patterns of succession were somewhat obscured by the late start, and lack of observations as well as extraordinarily high amounts of precipitation during important periods.

A mass fructification of *Geopyxis carbonaria* took place through the whole year after the wild-fire with a short absence in July after a dry and hot spell. Medio May the same year *Morchella conica* started a mass fruitification continuing through three weeks and then, from medio July *Rhizina undulata* started to fruit abundantly. *Pholiota highlandensis, Psathyrella pennata* and *Gymnopilus odini* fruited abundantly through the whole project period. The obligate pyrophilous species *Faerberia carbonaria* was identified for the first time in Norway while *Daldinia loculata* was reported for the first time from post-fire inventories in Norway. A list (Table 3) of pyrophilous macromycetes in Norway is presented. The rare pyrophilous agaric *Gymnopilus odini* is described and illustrated and comments on taxonomy and ecology for a few more species are added. Results from previous Nordic studies of pyrophilous fungi are presented and discussed in the context of the observations on Hyllåsen.

SAMMENDRAG
Fungaen på Hyllåsen, en sørboreal barskog i Drammen i Sydøst-Norge, ble undersøkt i en 3-årsperiode (2009-2011) etter en skogbrann som startet 8. juni 2008 og varte en knapp uke. Til tross for manglende observasjoner første og andre høsten etter brannen utviste området karakteristiske trekk ved en brannfunga. Det gjelder spesielt artsinventaret og forekomst av massefruktifisering, mens mønstre for suksesjoner og sesonger ble delvis fordreid som følge av den sene starten på prosjektet, lukene uten observasjoner og usedvanlig store nedbørmengder i viktige perioder.

Gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria*), spissmorkel (*Morchella conica*) og rotmorkel (*Rhizina undulata*) hadde intense perioder av massefruktifisering det første året etter brannen, mens spesielt bålskjellsopp (*Pholiota highlandensis*), bålsprøsopp (*Psathyrella pennata*) og oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*) av basidiesoppene fruktifiserte rikelig nærmest fra starten og gjennom hele prosjektperioden. Den obligate brannsoppen bålkantarell (*Faerberia carbonaria*) ble funnet for første gang i Norge og beltekullsoppen *Daldinia loculata* ble første gang registrert i en brannsoppinventering her i landet. En liste over hittil kjente norske brannsopper er utarbeidet (Tabell 3). Beskrivelse og illustrasjoner er gitt av den sjeldne oransje bålbittersoppen (*Gymnopilus odini*) og taksonomiske og økologiske kommentarer er føyd til for enkelte andre arter. Resultater fra tidligere nordiske brannsoppstudier er presentert og diskutert i sammenheng med funnene på Hyllåsen.

INNLEDNING

Raskt etter skogbrann opptrer en spesiell gruppe sopper som dominerer et brannområde fra få uker etter brannen til tre-fire år etter, for så å forsvinne (bl.a. Moser 1949a, Petersen 1971). Også ved brenning av hogstavfall og bål dukker de spesielle brannsoppene opp (Lange 1944, Petersen 1970, 1974), likeledes etter vulkanutbrudd (Carpenter m. fl. 1987). Fungaen etter slike hendelser omfatter arter som bare, eller hovedsakelig forekommer på brent mark, ofte kalt pyrofile, antrakofile, karbonikole, fønikoide sopper eller antrakobionter, m. m., men omfatter også enkelte arter som vokser naturlig i området hvorav noen på forskjellig vis profitterer på de nyskapte forholdene etter en brann – brannbegunstigete arter. Både abiotiske og biotiske forhold forandres grundig og raskt ved en så omfattende økologisk episode som en skogbrann. For eksempel vil levende trær mer eller mindre forsvinne, mye humus og jord brenner opp eller endrer kjemisk sammensetning og evne til å holde på fuktigheten, pH i bakken øker forbigående sterkt på grunn av aske, soleksponering og tørke øker. At fungaen også endres, bl.a. ved at mange arter forsvinner, er ikke å forundres over, men spesielt at nye kommer så raskt og er så dominerende, er overraskende og utfordrende.

Claridge m. fl. (2009) refererer til omfattende litteraturstudier som er samstemte i at branner, spesielt de høyintensive, er ødeleggende for de fleste sopparter i det minste på kort sikt og noen ganger på lang sikt. Men mykorrhizafungaen i boreale barskoger tar i følge Dahlberg (2002) lite skade på sikt siden disse soppene ved de fleste branner vil ha nok av levende trær til å overleve. Dalberg peker også på at mykorrhizasopper ikke er kjent for å ha spesielle branntilpasninger og konkluderer at skogbrann nok har liten evolusjonistisk virkning på de boreale mykorrhizasoppsamfunnene (Dahlberg m. fl. 2001). Også Trappe og Cromack (2009) hevder at mykorrhizasoppsamfunnene kan holde seg uendret over tid selv etter intense branner i barskoger på den nordamerikanske Stillehavskysten. På den annen side, for noen arter - her kalt brannsopper - er brann så og si en nødvendighet. På bakgrunn av at nesten alle skogbranner i Norden i dag, i motsetning til i tidligere tider, nedkjempes raskt og oftest er forholdsvis lavintensive, argumenterer Johannesson og Dahlberg (2001) for at nye, kontrollerte branner bør skapes jevnlig i Nordens boreale barskoger og at dette er en forutsetning for at mange av brannsoppene skal sikres en langsiktig overlevelse.

Siden sopp spiller en betydelig rolle for skogens vitalitet er branneffekten på fungaen interessant også fra en forstlig synsvinkel. Soppene bidrar i næringssyklusen etter brann bl.a. ved å frigjøre næring fra delvis brente planterester og røtter, senke pH ved utskillelse

av organiske og uorganiske syrer og bevare flyktig nitrogen i systemet (Turnau 1984, Claridge m. fl. 2009). De tidligste artene, slik som myldrefløyelsbeger (*Trichophaea abundans*) og brannskåler (*Anthracobia* spp.), bidrar også til å stabilisere jorda i erosjonsutsatte områder ved sine utstrakte mycel- og fruktlegemematter (Claridge m. fl. 2009).

Adskillig klassifisering av brannsopper etter kriterier som fruktifiseringstid etter brann, forekomst i suksesjonsstadier av vegetasjonen, forekomst i tilknytning til nedbrytning av røtter eller humus, forekomst relatert til jord- og vegetasjonstyper har vært utført og er nyttige grunnlagsarbeider i jakten på å finne årsaker til forskjellige arters opptreden på brannfelt. En mengde økofysiologiske studier av brannsopper, som bygger både på observasjoner og eksperimenter i naturen og i laboratorier, er også utført.

En av de første systematiske undersøkelsene av soppene på brannfelt i Europa ble utført i Tyrol, Østerrike av Moser (1949a) og flere og til dels omfattende brannsoppstudier er utført i Norden, spesielt av Petersen i Danmark (1970, 1971). Fra Midt-Finland fins et arbeid av Rahko (1997), fra Norge arbeider av Bendiksen (1997, 2007), Holm (1995) og Brandrud m. fl. (2010a), og fra Arktis en studie av Petersen (1974). En rekke tilsvarende studier er utført på andre kontinenter, se f.eks. den sammenlignende undersøkelsen utført av Claridge m. fl. (2009) av brannfungaen på lokaliteter i Australia og på Stillehavskysten av USA. Av denne fremgår det også at svært mange av brannsoppene er kosmopolitter.

Denne artikkelen er en sammenstilling av observasjoner gjennom tre år av brannfungaen i en sørboreal barskog på Hyllåsen i Drammen, fra våren 2009 ut høsten 2011. Artikkelen tar også sikte på å presentere og diskutere mye av det som tidligere er gjort av brannsoppstudier i Norge og Norden, siden en del bare fins i lite allment tilgjengelig rapporter og mastergradsoppgaver. Så godt som alle de nordiske brannsopparbeidene beskjeftiger seg med artsdiversitet og suksesjonsmønstre hos brannsopper slik som dette arbeidet fra Hyllåsen, men i tillegg er også forskjellige økologiske faktorer i forbindelse med brannsoppenes opptreden belyst, for eksempel: Petersen (1970) undersøkte de kjemiske forholdene i jordbunnen og asken etter brenning av hogstavfall, og i 1971 artenes relasjoner til trerøtter, humus og mose etter skogbrann. Bendiksen (1997) og Brandrud m. fl. (2010a), studerte brannsoppene i forskjellige skogs- og vegetasjonstyper, både med og uten hogstflater og Petersen (1971), Rahko (1997) og Bendiksen (2007) sammenlignet bl.a. effekten på brannfungaen av skogbrann og kontrollert brenning. Holm (1995) undersøkte brannsoppenes livsstrategier. Arbeidene til Vrålstad beskjeftiger seg til forskjell fra de andre med en enkelt art, gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria*) og dens levevis (Vrålstad1996, Vrålstad og Schumacher 1997, Vrålstad m. fl. 1998).

MATERIALE OG METODE

I dagene 8.-16. juni 2008 brant et 250 dekar stort barskogsområde på Hyllåsen i Drammen, i Buskerud, UTM: NM 654-659, 197-203. Hyllåsens høyeste punkt er 283 m o. h. og området huser en sørboreal barskog. Berggrunnen består hovedsakelig av kalksandstein, delvis hornfels (dvs. stekt leirskifer), som har gitt opphav til en forholdsvis skrinn, men stedvis kalkrik skog med mye furu innblandet med gran og en del bjørk. Fjellet har sprekker og hellende terrasser med rikere og fuktigere drag hvor det opptrer en del osp og selje. Jordsmonnet på Hyllåsen er gjennomgående ganske tynt og bunnvegetasjonen ganske lav og karrig. Enkelte steder forekommer en del lågurt/kalkskog hvor bl.a. bråtestorkenebb (*Geranium bohemicum*) blomstret kort etter brannen (Drammens Tidende 9. juni 2009). Drammen kommune satte straks av125 dekar (12,5 ha) av brannområdet for

Fig. 1. Interiør fra brannfelt på Hyllåsen, Drammen, 1. juni 2009.
Fig. 1. Interior from the burnt forest at Hyllåsen, Drammen, SE Norway, 1. June 2009. Photo: G. Gulden.

bevaring slik at menigmann kunne iaktta hvordan naturen restituerer seg. På resten av feltet ble veltete og døde trær fjernet, mens alt fikk ligge i den bevarte delen. Typisk her er en mengde liggende furustammer som delvis blåste overende under og kort etter brannen, men også ved senere anledninger med kraftig vind (Fig. 1). Dertil kommer en god del stående, mer eller mindre brente trær med skrantende bar- og løvverk. Der brannen var mest intens brant både humus og jordlag og fjellet var blottlagt. Enkelte steder fantes forkullete rester etter brent ved. Store områder var fremdeles helt bare ved prosjektslutt, men størsteparten av området ble raskt kolonisert av matter med pestbråtemose (*Funaria hygrometrica*) og vasstvare (*Marchantia polymorpha*), senere kom vrangmoser (*Bryum* spp.), ugrasveimose (*Ceratodon purpureus*) og bjørnemosene (*Polytrichum commune* og *P. juniperinum*) (Fig. 2). Etter hvert kom typiske nitrofile gress og urter og mye frøplanter især av furu, bjørk og selje.

Hyllåsen har en gjennomsnittlig årsnedbør på 753 mm, mest i månedene september-november. Middeltemperaturen gjennom året er +5,5° C i henhold til siste normal, med høyest middeltemperaturer i juli på +17,1° (Meteorologisk Institutt, målinger

Fig. 2. Interiør fra Hyllåsen med utstrakte mosematter, 10. august 2010.
Fig. 2. Interior from the burnt forest at Hyllåsen, Drammen, SE Norway, showing parts of the extended bryophyte mats, 10. August 2010. Photo: G. Gulden.

Table 1. Temperature and precipitation measured at Berskog, Konnerud, Drammen.

Tabell 1. Temperaturer og nedbør, målt på Berskog, Konnerud, Drammen

						Middeltemperaturer								
År	*jan*	*febr*	*mars*	*april*	*mai*	*juni*	*juli*	*aug*	*sept*	*okt*	*nov*	*des*	*middel*	*normal*
2009	-3,3	-6,6	1,3	7,3	11,8	15,8	17,5	16,0	12,7	3,2	2,6	-5,7	6,0	5,5
2010	-10,0	-8,2	-0,8	5,6	10,6	15,1	18,0	16,0	10,9	4,8	-3,3	-13,2	3,8	5,5
2011	-6,8	-6,1	0,4	9,2	10,9	15,9	17,5	15,6	12,6	7,4	3,8	-0,7	6,6	5,5
Normal	-5,4	-4,7	-0,4	4,8	11,1	15,6	17,1	15,5	10,6	6,1	-0,1	-4,1		
						Nedbør i mm							*sum*	*normal*
2009	87,7	51,5	51,8	41,6	55,1	35,1	145,9	126,2	24,6	53,2	124,1	100,0	896,8	753
2010	24,5	50,8	38,2	34,6	79,4	33,0	91,5	206,0	56,8	64,9	54,1	21,4	755,2	753
2011	45,1	44,9	15,6	32,0	73,3	153,0	141,2	162,5	99,6	52,1	11,8	101,3	932,4	753
Normal	53	44	55	34	56	51	54	77	91	91	85	62		

fra værstasjon Berskog, Konnerud). De klimatiske hovedtrekkene i perioden da soppregistreringene foregikk går fram av Tabell 1.

Året 2009 var noe våtere enn normalt (+ 144 mm) med svakt høyere middeltemperatur (+ 0,5°). Temperaturen i selve fruktifiseringssesongen (mai-oktober) lå noe høyere enn normalt (+ 1,1 grader). Sensommeren (juli-august) var våtere enn normalt og senhøsten (sept.- okt.) tørrere, og senhøsten gikk inn med en kald (og tørr) oktober. Året 2010 hadde en svært våt sommer med 1,7-2,7 ganger så høy nedbør som normalt i juli-august; disse månedene var også svakt varmere enn normalt mens september-oktober var tørrere og kaldere enn normalt. Året som helhet hadde en normal nedbørsmengde og var noe kaldere enn normalt (middeltemperatur -1,7°). I 2011 hadde vi en litt fuktig mai og 2,1-3 ganger så høy nedbør i juni-august som normalt. Perioden september – oktober var imidlertid noe tørrere og varmere enn normalt. Året som helhet hadde mye høyere nedbør enn normalt (+ 179 mm) men var også litt varmere (middeltemperatur +1,1°).

Gjennom 3-årsperioden fra våren 2009 ut høsten 2011 registrerte jeg storsopper med ujevne mellomrom på et omtrent 100 dekar stort område innen den vernete delen av brannfeltet med besøk i alt 23 ganger. Prosjektet, som først startet ett år etter brannen, ble brått bestemt etter at andre gjøremål for soppsesongen allerede var avtalt, og fikk derfor uheldige luker i observasjonene, bl. a. mangler besøk den viktige høsten første år etter brannen. Men besøkene fordelte seg i alle fall over hele den frostfrie sesongen gjennom årene, fra 13. april (i 2011) til 10. oktober (i 2010). Hvert besøk har tatt fra 2,5 til 4 timer og gjennomsnittlig antall registrerte sopparter med ettårige fruktlegemer varierte fra 4 til 38, med et gjennomsnitt på 16. Størst fokus har vært på de jordboende soppene og på vedboende skive- og rørsopper. Registreringer har også vært foretatt av gelésopper mens kjuker og større barksopper først ble systematisk registrert fra det andre året etter brannen. På feltet fantes enkelte lommer hvor brannen åpenbart ikke hadde fått tak. På slike steder har det vært arter som klart ikke har vært berørt av brannen bl.a. mykorrhizasopper som kantarell og rød fluesopp. Slike funn er også tatt med i Tabell 2, som er en samletabell som omfatter alle artene som ble registrert på feltet. En supplerende tabell som viser samtlige funndatoer for alle artene fins som fil på nettet (Nettvedlegg 1).

Antallet besøksganger en art er funnet hvert år er angitt i Tabell 2 og er et grovt mål for hvor vanlig arten har vært på brannfeltet. Men et slikt mål viser ikke hvor mange steder

i feltet en art er funnet (antall mycel) og tar heller ikke høyde for at artene har forskjellig sesonglengde slik at de på varierende vis kan ha unnsluppet registrering i observasjonslukene. Kvantifisering ellers i teksten er subjektiv og ikke basert på nøyaktig telling eller veiing av fruktlegemer. Første og siste funndato i løpet av de tre årene gir en idé om fruktifiseringssesongen for hver art på Hyllåsen. I henhold til dette er artene markert som vårsopper, høstsopper, eller som vår-sommersopper og sommer-høstsopper, eller som arter uten spesiell sesong i det de fruktifiserer gjennom hele vekstsesongen. For arter som bare er registrert ved 1-2 besøk i løpet av undersøkelsen er angivelsen av sesong hentet fra litteratur og angitt i parentes.

Ukjente sopper ble fotografert i felt og tatt med hjem, beskrevet makroskopisk og mikroskopert ved bruk av et Zeiss mikroskop utstyrt med faseoptikk med høy oppløsning (100x oljeobjektiv, fase, numm. ap. 1,25). Mikroskopiske preparater er observert i 5 % KOH, Melzers reagens og blå melkesyre (Cotton blue/lactic acid). Identifikasjon er gjort ved bruk av Funga Nordica (Knudsen og Vesterholt 2008) og supplerende spesiallitteratur; nomenklaturen følger Funga Nordica (Knudsen og Vesterholt 2012) og Norske soppnavn 4. utg. (2011). Norske artsnavn i anførselstegn angir at de bare er foreslåtte navn og ikke er med i Norske soppnavn 2011. Kodete fargeangivelser refererer seg til Kornerup og Wanscher (1962). Materiale av sjeldne arter med beskrivelser er oppbevart ved Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo (O).

Jeg har benyttet begrepene *brannsopper*, obligate og fakultative. Som *obligate* brannsopper regner jeg arter som utelukkende er kjent for å fruktifisere etter brann/brenning, mens *fakultative* brannsopper er arter som også kan opptre på ruderalmark, avfallsplasser, kjellere, o. l. eller som kan fruktifisere under spesielle betingelser som f. eks. etter kalking, gjødsling, barkpåfylling. Grensen mellom de to kategoriene er ikke alltid lette å dra. Med *brannbegunstigete* arter mener jeg arter som er mer eller mindre vanlige ellers i naturen, men som har tendens til å opptre spesielt rikelig etter brann. Dette er ikke fordi de krever forkullet substrat, trenger høye temperaturer for sporespiring, eller av andre årsaker knyttet til selve brannen, men fordi de for eksempel kan ha oppnådd konkurransefordeler når de andre artene er fraværende, fordi de tåler eller begunstiges av høy solinnstråling og tørke, får stor tilgang på egnet substrat som død ved, er begunstiget av at humuslaget er brent opp (humusskyende arter) eller av andre tilsvarende grunner. Disse artene blir det mer av etter hvert på et brannfelt og de fortsetter ofte å fruktifisere i lengre tidsrom etter en brann enn brannsoppene gjør. På et skogbrannfelt vil det også alltid finnes mer eller mindre tilfeldige arter (antrakoksener i Mosers terminologi, 1949a).

RESULTATER

Tabell 2 angir hvilke storsopper som ble funnet i brannfeltet på Hyllåsen, hvor mange av årene i undersøkelsesperioden de ble funnet og hvilken sesong de fruktifiserte (vårsopper, høstsopper, «helårssopper» etc.). Tabellen er en samletabell som bygger på en tabell som bare ligger på nettet (Nettvedlegg 1) og som viser funn for samtlige undersøkelsestidspunkter gjennom undersøkelsesperioden - ikke bare første vårdato og siste høstdato slik som i Tabell 2, kolonne 7. Varigheten av artenes fruktifiseringsperiode framgår bare av denne tabellen på nettet. Totalt registrerte jeg 138 arter av storsopper. Tabell 2 skiller mellom det jeg oppfatter som brannsopper (17 arter) og de øvrige 121 artene som jeg regner enten som brannbegunstigete (15 arter markert med en asterisk) eller tilfeldige arter på feltet. I tabellen skilles også mellom arter med kortlevde («ettårige») fruktlegemer (119 arter) og arter med mer bestandige («flerårige») fruktlegemer[1]. Den siste kategorien, som

[1] Prinsipielt er det liten grunn til å skille på disse

bare består av vedboende arter har ingen brannsopper og har ikke vært fokusert på i denne undersøkelsen.

Av de 17 brannsoppene regner jeg 11 som obligate brannsopper og seks som fakultative brannsopper (angitt i kolonne 2). Av brannsoppene er åtte askomyceter og av dem er alle unntatt beltekullsoppen (*Daldinia loculata*) begersopper (orden Pezizales). Ni av brannsoppene er basidiomyceter; de fleste av dem er skivesopper og tilhører orden Agaricales mens bålkantarell (*Faerberia carbonaria*) tilhører orden Polyporales. Med unntak av denne og beltekullsoppen (*D. loculata*) er resten av brannsoppene på feltet kjent fra tidligere norske brannsoppundersøkelser.

Fig. 3. Massefruktifisering av gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria)* på Hyllåsen 23. mai 2009.

Fig. 3. Mass fruiting of Geopyxis carbonaria *at Hyllåsen 23. May 2009. Photo: G. Gulden.*

Brannsoppene var mest tallrike det første året etter brannen (14 arter) mens det andre året hadde 11 og det tredje året bare syv brannsopper. Brannsoppaspektet kulminerte således allerede det første året etter brannen. Det var også dette året flere av artene utviste kortere eller lengre perioder av massefruktifisering. Av brannsoppene gjorde askomycetene seg hovedsakelig gjeldende tidlig i suksesjonen. Alle begersoppene, unntatt *Anthracobia macrocystis,* fruktifiserte det første året etter brannen og bare beltekullsoppen (*D. loculata*) fortsatte fruktifiseringen også det andre og tredje året etter brannen. De fleste basidiomycetbrannsoppene kom det første året etter brannen og de fleste av dem bare i sparsomme mengder (funnet ved få besøk). De ble fler det andre året (da de to artene bålkantarell (*Faerberia carbonaria*) og stor bålblekksopp (*Coprinopsis jonesii*) kom til) og de fruktifiserte også mer rikelig (bl.a. funnet ved flere besøk); de ble så færre det tredje året. Askomycetene hadde således en tidligere kulminasjon (år 1) enn basidiomycetene (år 2).

Fire av de 17 brannsoppene ble registrert både vår, sommer og høst (markert med u i Tabell 2). Mangel på observasjoner i viktige perioder etter brannen gjør registreringene av sesongmønstre ufullstendige, men bedømt ut fra litteratur er hele 14 av brannsoppene på feltet kjent for å fruktifisere gjennom hele vekstsesongen. Brannklokkehatt (*Galerina carbonicola*), som ble registrert fra tidlig i juni og siste gang i slutten av september er markert som sommer-høstsopp i tabellen. Den kan ha hatt en sesongbegrensing, men trolig er også den en «helårssopp». Spissmorkel (*Morchella conica*) viste seg som en klart sesongbegrenset art, med fruktifiseringssesong om våren (tre uker i mai/juni), mens bålgråhatt (*Lyophyllum anthracophilum)* og bålkantarell (*Faerberia carbonaria*) bare ble sett om høsten.

kategoriene siden de «ettårige» (oftest) har flerårig mycel, men siden de «flerårige» fruktlegemene er synlige over lenger tid blir sesongaspektet borte for disse artenes vedkommende og gjentatte registreringer gjennom vekstsesongenes har liten verdi.

Tabell 2. Artsliste Hyllåsen 2009-2011. Tallene angir antall besøk artene er funnet på, fordelt på årene 2009-2011. Datoene angir første og siste funndato i løpet av de tre årene. f = fakultativ brannsopp, o = obligat brannsopp, * = brannbegunstiget art. e = endofytt, b/s = biotrof/saprotrof, s = saprotrof, m = ektomykorrhiza, p = parasitt. h = høst, s = sommer, u = uten sesong, v = vår; parenteser markerer vurdering etter litteratur. Funn i Maridalen (M) etter Bleken m. fl. 2003, Froland (F) etter Brandrud m. fl. 2010a, Gravberget (G) etter Bendiksen 2007, Råde (R) etter Kristiansen og Karlsen 2010, Sjælland (S) etter Petersen 1970, Jylland (J) etter Petersen 1971, Finland (x) etter Rahko 1997, Østerrike (x) etter Moser 1949a.

Table 2. Species list Hyllåsen 2009-2011. The digits give the number of visits on which the species was found each of the years 2009-2011. The dates give the first and last date of the year on which the species were found during the investigation period. f = facultative pyrophilous fungus, o = obligate pyrophilous fungus, * = fire favored fungus. e = endophyte, b/s = biotroph/saprotroph, s = saprotroph, m = ectomycorrhizal, p = parasite. h = autumn, s = summer, u = no particular fruiting time, v = spring; parentheses indicate literature accounts. Findings in: M = Maridalen (Oslo) according to Bleken et al. 2003, F = Froland (Aust-Agder) according to Brandrud et al. 2010a, G = Gravberget (Hedmark) according to Bendiksen 2007, R = Råde (Østfold) according to Kristiansen and Karlsen 2010. S = Sjælland (Denmark) according to Petersen 1970, J = Jylland (Denmark) according to Petersen 1971, x = Finland according to Rahko 1997 and Austria according to Moser 1949a.

Storsopper på Hyllåsen brannfelt, 2009-2011

			Hyllåsen					Andre undersøkelser				
			år 1 2009	**år 2 2010**	**år 3 2011**	**første - siste funndato**	**sesong**	**Maridalen Froland Gravberget Råde**	**Danmark, Jylland (J), Sjælland (S)**	**Finland Suomus-salmi**	**Øster-rike (Tyrol)**	**norske navn**
1. Arter med ettårige fruktlegemer												
A. Brannsopper (obligate og fakultative)												
ASCOMYCETES												
Anthracobia macrocystis	o	s		1		10. august	(u)	M F	J S			...brannskål
Daldinia loculata	o	e	2	7	4	13.4 - 27.9	u		S (*D. vernicosa*)	x		"brannbeltekullsopp"
Geopyxis carbonaria	f	b/s	5			11.5 - 31.7	(u)	M F G R	J S		x	gulbrunt bålbeger
Morchella conica	f	b/s	3			14.5 - 7.6	v	M F	S (*M. crassipes*)		x	spissmorkel
Peziza lobulata	o	s	3			11.5 - 23.5	v (u)	M F G R	J S (*P. violacea*)		x	glattsporet brannbegersopp
Plicaria endocarpoides	f	s	2			11.5-14.05	v (u)	M F R	J S (*Peziza e.*)			glattsporet kullbeger
Pyronema omphalodes	o	s	2			7.6 - 18.7	s (u)		J S		x	bråtesopp
Rhizina undulata	f	p	3			18.7 - 31.7	s-h (u)	M F G R	J S	x		rotmorkel
BASIDIOMYCETES												
Coprinellus angulatus	o	s	2	4	3	31.5 - 9.9	s-h (u)	M FG	S	x	x	bålblekksopp
Coprinopsis jonesii	f	s		2	1	22.5 -7.9	u	M	S (*C. lagopus*)			stor bålblekksopp
Faerberia carbonaria	o	s		2		25.8 - 7.9	h		S (*Geopetalum c.*)			bålkantarell
Galerina carbonicola	o	s	2	6	3	7.6 - 27.9	s-h (u?)	F				brannklokkehatt
Gymnopilus odini	o	s	2	7	5	31.5-24.9	s-h (u)	F		x		oransje bålbittersopp
Lyophyllum anthracophilum	o	s	1	3		31.7 - 10.10	h (u)	M F G	J S (*T. carbonarium*)	x	x	bålgråhatt
Myxomphalia maura	f	s	1	4		31.5 - 10.10	s-h (u)	M F G	J S (*Fayodia m.*)	x	x	branntussehatt
Pholiota highlandensis	o	s	7	8	5	11.5 - 10.10	u	M F G R	J S (*P. carbonarium*)	x	x	bålskjellsopp
Psathyrella pennata	o	s	5	7	3	23.5 - 10.10	u	M F	J S (*P. gossypina*)	x	x	bålsprøsopp
Sum brannsopper			14	11	7							
B. Jordboende brannbegunstigete og tilfeldige arter												
Aleuria aurantia cf.		s		1		18. juli	s		S			oransjebeger cf.
Amanita muscaria		m		1	1	7.9 - 9.9	h	M				rød fluesopp
Amanita porphyrea		m	1			31. juli	h					svartringfluesopp

Tabell 2 forts.

Amanita rubescens		m		1	1	12.7-7.9	s-h					rødnende fluesopp
Auriscalpium vulgare		s		1	2	13.4 - 10.8	u					konglepiggsopp
Baeospora myosura		s			1	09. september	h	M				konglemyldrehatt
Boletus badius		m	1			31. juli	h					
Byssonectria terrestris		s			1	13. april	v					
Cantharellula umbonata		m			1	24. september	h					
Cantharellus cibarius		m			1	23. august	h					
**Clitocybe sinopica*		s	1		1	18.7 - 23.8	s-h			*x*	*x*	maitraktsopp
Collybia cirrhata		s		2		25.8 - 7.9	h	M				snylteflathatt
Coprinus aquatilis		s	1			01. juni	s					
Cotylidia undulata		s		3	1	12.7 - 7.9	s-h	M				stilklærsopp
Craterellus tubaeformis		m		1		07. september	h					
Deconica crobula		s		1		25. august	h					
**Deconica montana*		s		4	5	18.6 - 10.10	s-h	M		x		rødbrun fleinsopp
Entoloma conferendum		s			1	09. september	h					
Entoloma fernandae/defibulatum		s		1	1	23.8 - 25.8	h					
Entoloma formosum cf.		s	1			31. juli	h					
Entoloma hirtipes		s			1	24. april	v					
Galerina atkinsoniana, 2-sp.		s		1	1	25.8 - 24.9	h					
Galerina badipes		s	1			31. juli	h					
Galerina camerina		s		1		07. september	h					
Galerina hypnicola cf.		s			1	12. juli	s					
**Galerina marginata* (moseboende)		s		1	2	9.9 - 10.10	h		S		*x*	flatklokkehatt
Galerina paludosa		s	1			31. juli	h					
Galerina vittiformis, 2-sp.		s		1	1	18.6 - 10.10	s-h					
Gomphidius roseus		m		1		07. september	h					
Gymnopus putillus		s			1	24. september	h					
**Gyromitra esculenta*		s	1			23. mai	v	M F				sandmorkel
Hebeloma mesophaeum		m			1	09. september	h					
Hebeloma pusillum		m			2	9.9-24.9	h					
Hebeloma sordescens		m			1	09. september	h					
Hebeloma sp.		m		1		07. september	h					
Hygrocybe cantharellus		s			1	12. juli	s					
Hygrocybe coccinea		s			1	24. september	h					
Hygrocybe insipida		s			1	09. september	h					
Hygrocybe miniata		s		1		27. september	h					
**Inocybe lacera*		m		6	4	12.7 - 10.10	s-h	G	J S		x	sandtrevlesopp
Inocybe mixtilis		m			1	09. september	h					
Inocybe petiginosa		m			1	18. juni	s					
**Laccaria laccata*		m		2	2	14.7 - 10.10	s-h	G	J S		x	lakssopp
**Laccaria proxima*		m		5	4	12.7 - 10.10	s-h	G			x	stor lakssopp
Lactarius deliciosus		m		2		7.9 - 27.9	h					

Tabell 2 forts.

			Hyllåsen					Andre undersøkelser				
			år 1 2009	år 2 2010	år 3 2011	første - siste funndato	sesong	Maridalen Froland Gravberget Råde	Danmark, Jylland (J), Sjælland (S)	Finland Suomus-salmi	Øster-rike (Tyrol)	norske navn
Lactarius helvus		m		2	3	12.7 - 10.10	s-h					
Lactarius mammosus		m			1	24. september	h					
Lactarius scoticus		m			1	09. september	h					
Lactarius thejogalus		m		1		10. august	h					
Lactarius torminosus		m			1	09. september	h					
Leccinum scabrum		m		1	2	7.9 - 24.9	h	M				brunskrubb
Leccinnum schistophilum cf.		m		2		7.9 - 27.9	h					
Loreleia marchantiae		s		1		31. mai	s					
**Loreleia postii*		s	1	3	1	18.6 - 10.10	s-h		S			sumpmosehatt
Lyophyllum tylicolor		s		1		25. august	h					
Mycena aetites		s			1	24. september	h					
Mycena galopus		s	1	1		10.8 -31.8	h	M F				melkehette
Mycena leptocephala		s		2	1	12.7 - 10.10	s-h					
**Mycena leucogala*		s	1	3	1	31.7 - 10.10	h	M FG	J S	x	x	"kullmelkehette"
Mycena stipitata		s			1	09. september	h					
Mycena stylobates		s	1			31. juli	h					
Mycena vulgaris		s		1		10. oktober	h					
**Paxillus involutus*		m	1	2	1	31.7 - 27.9	h	MG	J S			pluggsopp
**Paxillus involutus*		m	1	2	1	31.7 - 27.9	h	MG	J S			pluggsopp
Pasathyrella sp.		s		1		25. august	h					
Rhodocybe hirneola		s			1	24. september	h					
**Rickenella fibula*		s		3	4	12.7 - 27.9	s-h		S		x	gul nålehatt
Russula betularum		m		1		10. august	s					
Russula depallens		m			2	9.9 - 24.9	h					
Russula sanguinea		m		1		27. september	h					
Russula sardonia		m		1	1	7.9 - 27.9	h					
Strobilurus esculentus		s		1		13. april	v					
**Strobilurus stephanocystis*		s	2	2	4	13.4 - 18.6	v-s					
**Strobilurus stephanocystis*		s	2	2	4	13.4 - 18.6	v-s					
Strobilurus tenacellus		s			1	18. juni	s					
Stropharia alcis		s		1		10. oktober	h					
Suillus bovinus		m		1	3	23.8 - 24.9	h					
Suillus luteus		m			2	23.8 - 9.9	h				x	smørsopp
**Thelephora terrestris*		m		6	7	13.4 - 10.10	u	M	S			frynsesopp
Tylopilus felleus		m		1		14. juli	s					
Xerocomus ferrugineus		m			1	09. september	h	G				fløyelsrørsopp
			14	44	49							

Tabell 2 forts.

C. Vedboende brannbegunstigete og tilfeldige arter											
Armillaria sp.		p		3	1	7.9 - 10.10	h					
Flammula alnicola		s		1	1	24.9 - 27.9	h					
Gymnopilus picreus		s			2	7.9 - 10.10	h			x		furubittersopp
Hypholoma marginatulum		s		1		10. oktober	h					
Neolentinus lepidus		s		1		14. juli	s					
Panellus mitis		s		1		10. oktober	h					
Pleurotus dryinus		s			1	24. september	h					
Pleurotus ostreatus		s			1	13. april	v					
Pleurotus pulmonarius		s		1	3	18.6-9.9	s-h					
Polyporus ciliatus		s		2	3	22.5 - 25.8	v-h					
Plicaturopsis crispa		s		1		10. oktober	h					
**Schizophyllum commune*		s	6	9	8	13.4 - 10.10	u		S		x	kløyvsopp
**Tricholoma rutilans*		s		2		25.8 - 27.9	h		J	x		rød stubbemusserong
Calocera viscosa		s	1	1		25.8 - 31.08	h		JS	x		gullgaffel
Exidia glandulosa		s		2	3	25.8 - 10.10	h					
Exidia pithya		s		1		25. august	h					
Exidia saccharina		s		1	7	13.4 - 10.10	u			x		kandisbevre
Heterotextus alpinus		s	1		1	13.4 - 23.5	v					
Tremella encephala		p		1	8	13.4 - 10.10	u					
Tremella foliacea		p		2	2	25.5 - 10.10	v-h					
Tremella mesenterica		p		3	1	22.5 - 10.10	v-h		S			gul gelésopp
			3	18	15							
2. Flerårige arter (vedboende)												
Antroida heteromorpha					x							
Byssomerulius corium				x	x							
Cerrena unicolor				x	x							
Chondrostereum purpureum				x								
Coltricia perennis				x	x							
Fomitopsis pinicola					x							
Gloeophyllum sepiarium				x	x							
Hymenochaete tabacina					x							
Inonotus rheades				x								
Irpex lacteus				x								
Lenzites betulinus				x	x							
Piptoporus betulinus				x	x							
Pycnoporus cinnabarinus				x	x							
Stereum hirsutum				x	x							
Stereum sanguinolentum				x	x							
Trametes hirsuta				x	x							
Trametes ochracea				x	x							
Trametes versicolor					x							
Trichaptum fuscoviolaceum					x							

Av brannsoppene utviste både askomyceter og basidiomyceter massefruktifisering. Tall for mengder mangler, men illustreres ved at store flater omtrent ikke kunne betres uten å tråkke på gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria*), (Fig. 3), og ved at mer enn 8 kg morkler (*Helvella conica*), ble sanket til mat (men mye gammelt ved siste besøket ble aldri sanket). Glattsporet brannbegersopp (*Peziza lobulata*) og glattsporet kullbeger (*Plicaria endocarpoides*) fruktifiserte begge rikelig 11. mai, to dager før mine registreringer startet (TE Brandrud, pers. medd.). Også rotmorkel (*Rhizina undulata*) utviste massefruktifisering i en periode fra midten av juli og utover året etter brannen. Bålskjellsopp (*Pholiota highlandensis*) var den av basidiomycetene som var nærmest allestedsnærværende og viste seg med hundre- eller tusenvis av fruktlegemer og gjennom hele undersøkelsesperioden. Rik og langvarig fruktifisering hadde også bålsprøsopp (*Psathyrella pennata*) og oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*). Beltekullsoppen (*Daldinia loculata*) hadde stromata på nesten annen hvert bjørketre, mest det andre året etter brannen.

Utenom brannsoppene fruktifiserte 102 «ettårige» arter og de fleste av dem (76) ble bare sett ved ett eller to besøk i løpet av de tre årene. De fruktifiserte bare få steder og med få fruktlegemer og jeg regner dem som tilfeldige på feltet. Blant de «ettårige» som ble funnet oftere enn to ganger (26 arter), fruktifiserte noen, for eksempel kløyvsoppen (*Schizophyllum commune*), påfallende rikelig. Denne og noen flere som ofte har blitt rapportert fra brannsoppundersøkelser, slik som hettesoppen *Mycena leucogala*, anser jeg som brannbegunstigete arter. De 19 flerårige, vedboende artene fruktifiserte tilsynelatende mer rikelig for hvert år.

Av alle de «ettårige» artene som ble registrert på feltet var de fleste jordboende eller vedboende saprotrofer, men også relativt mange ektomykorrhizasopper ble sett i løpet av inventeringsperioden; noen av disse har vært assosiert med trær som overlevde brannen, men mange fruktifiserte sammen med frøplanter. Enkelte parasitter og endofytter ble også registrert. Av selve brannsoppene er de fleste saprotrofer (13), én art er parasitt (*R. undulata*, rotmorkel) og én er endofytt (*D. loculata*, beltekullsopp). To er biotrofer: gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria*) og spissmorkel (*Morchella conica*).

DISKUSJON

Særtrekkene ved en brannfunga kan godt gjenkjennes på Hyllåsen. Dette gjelder spesielt a) artsinventaret og b) massefruktifiseringen. Også suksesjonsaspektet, med svak dominans av askomyceter året etter brannen og total dominans av basidiomyceter fra det andre året og utover kan gjenkjennes som typisk for en brannfunga. Men det er avvik for mange arters vedkommende både med hensyn til sesonger og start/varighet av fruktifiseringsperiodene. Petersens inndeling av brannsopper i fire grupper etter fruktifiseringsperiodenes start og varighet (Petersen 1970) har vært mye sitert i brannsopplitteraturen. En tilsvarende gruppering, langt på vei sammenfallende i arts- og suksesjonsspekteret de første to årene etter brenning, ble foreslått av Turnau (1984) som studerte suksesjonen av begersopper på bålflekker i Karpatene i Polen. Især startpunktene for fruktifisering etter brann/brenning innvirker mye på suksesjonsbildet og er tillagt stor vekt i begges gruppeinndeling, mens varigheten, som for mange arter er temmelig lang, synes å være mindre vektlagt. Av begge disse arbeidene går det fram at fuktighetsforholdene spiller en avgjørende rolle for utviklingen av brannsoppfungaen. Både de årlige klimatiske variasjonene og forskjeller i beliggenhet (solåpent – skyggefult) gir store variasjoner i start og varighet av fruktifiseringsperiodene. Varigheten er nok også en mer variabel størrelse siden ressurstilgang o.a. kontinuerlig påvirkes av nedbør- og temperaturforholdene

Tabell 3. Brannsopper i Norge (etter Brandrud m. fl. 2010a), justert og oppdatert etter registreringer på Hyllåsen, Drammen i 2009-2011.

Obligate brannsopper	Norske navn
Ascomycota	***Sekksporesopper***
Anthracobia maurilaba	klyngebrannskål
Anthracobia macrocystis	
Anthracobia melaloma	
Anthracobia subatra	
Ascobolus carbonarius	bålprikkbeger
Daldinia loculata	«brannbeltekullsopp»
Lamprospora carbonicola	
Melastiza carbonicola	
Peziza echinospora	brun brannbegersopp
Peziza lobulata	glattsporet brannbegersopp
Peziza vacinii	liten brannbegersopp
Plicaria carbonaria	søsterkullbeger
Plicaria trachycarpa	kullbeger
Pulvinula carbonaria	«kullmyggbeger»
Pyronema omphalodes	bråtesopp
Rhodotarzetta rosea	rosa klokkebeger
Sphaerosporella brunnea	tussebeger
Tricharina ochroleuca	blekt lurvebeger
Tricharina praecox	bållurvebeger
Trichophaea abundans	myldrefløyelsbeger
Basidiomycota	***Stilksporesopper***
Coprinellus angulatus	bålblekksopp
Faerberia carbonaria	bålkantarell
Fayodia anthracobia	båltussehatt
Galerina carbonicola	brannklokkehatt
Gymnopilus odini	oransje bålbittersopp
Lyophyllum ambustum	rusporet bålgråhatt
Lyophyllum anthracophilum	bålgråhatt
Lyophyllum atratum	eggsporet bålgråhatt
Naucoria pseudoamarescens (=Pachylepyrium funariophilum)	bålbrunhatt
Pholiota highlandensis	bålskjellsopp
Psathyrella pennata	bålsprøsopp

etter brannen. Bildet av artenes sesonger påvirkes også sterkt av fuktighetsforholdene. Det ene stedet kan en art ha en to-toppet sesongkurve med fruktifisering vår og høst, som vist i Fig. 9 hos Petersen (1970) for bålblekksopp (*C. angulatus*), mens samme art, samme år, et annet sted innen Petersens lille geografiske område på Sjælland hadde en kontinuerlig sesong – altså var en «helårssopp» og ikke en sesongbegrenset art.

Brannsopper (obligate og fakultative) kan kjennes på at de: (1) normalt ikke forekommer utenom brent mark, (2) opptrer raskt etter en brann og forsvinner etter kort tid (1 til 3-4 år), (3) med få unntak ikke har sesongbegrensninger og (4) oftest utviser massefruktifisering. Mange av dem er kosmopolitter (Claridge m. fl. 2009). En art som kløyvsopp (*Schizophyllum commune*), som fruktifiserte påfallende rikt etter brannen på Hyllåsen og for øvrig fyller alle de typiske brannsoppkriteriene unntatt kravet til at den ikke skal forekomme andre steder enn der det har brent, må forstås som en brannbegunstiget art, ikke som en brannsopp; den er vanlig utenom brannsteder.

Tabell 3 er en sammenstilling av kjente brannsopper i Norge. Den tar utgangspunkt i en tilsvarende tabell hos Brandrud m. fl. (2010a, Tabell 1) og er justert noe særlig hva gjelder inndelingen i obligate og fakultative brannsopper, men skillet mellom disse to kategoriene er uklart. Som beskrevet innledningsvis anser jeg fakultative brannsopper som arter som også kan finnes ruderalt o.a. Etter observasjonene på Hyllåsen har jeg føyd til to arter i forhold til tabellen hos Brandrud m. fl. (2010a): bålkantarell (*Faerberia carbonaria*) og «brannbeltekullsopp» (*Daldinia loculata*). Den siste av disse er omtalt nærmere under overskriften «Kommentarer om enkeltarter» nedenfor. Bålkantarell er en obligat brannsopp som hittil har Hyllåsen som eneste kjente lokalitet i Norge (Gulden 2011). På den annen side har jeg tatt ut «kullmelkehette» (*Mycena leucogala*), liten rotreddiksopp (*Hebeloma birrus*) og vårbrunhatt (*Naucoria amarescens*), som regnes som fakultative brannsopper hos Brandrud m. fl. (2010a), da de også vokser i naturlige habitater; jeg anser dem som brannbegunstigete arter. Det samme gjelder isabellakølle (*Clavaria tenuipes*), som er registrert både i beitemark og på brannfelt[2]. Tabell 3 har etter dette 50 norske brannsopper (31 obligate og 19 fakultative) hvorav omtrent 1/3 ble funnet på Hyllåsen. I hovedsak er disse 50 artene, og noen fler, også kjent fra

[2] Arten er falt ut i Funga Nordica for Norges del, mens den i den norske rødlista for sopp (Brandrud m. fl. 2010b) er ført som nær truet (NT).

brannsoppregistreringene i de andre nordiske landene.

Brannfungaen

Arter

Ved sammenligning av Tabell 2 og Tabell 3 ses umiddelbart at en rekke brannsopper mangler i registreringene på Hyllåsen. Dette gjelder for det meste begersopper som typisk fruktifiserer de første ukene og månedene etter brann. Men sammenlignet med Frolandregistreringene (Brandrud m. fl. 2010a)[3] er det bare fire av begersoppene i barskogsfeltene der som ikke ble funnet på Hyllåsen: *Anthracobia maurilaba, A. melaloma, Peziza echinospora* og *P. cerea*; av disse er *Anthracobia*artene (brannskåler) kjent som pionerer på brannfelt (se f. eks. Petersen 1970 og Turnau 1984), og de ble bare funnet i Froland det samme året som det brant. Men brun brannbegersopp (*P. echinospora*), som er kjent for å kunne fruktifisere lenge (f. eks. Petersen 1970) kunne vært forventet på Hyllåsen i inventeringsperioden; kjellerbegersopp (*P. varia =P. cerea*) er nok er en mer tilfeldig sopp på brannfelt. Flere begersopper som er kjent for å vokse i mose på brannsteder kunne også vært forventet i de omfattende mosemattene etter brannen, for eksempel arter i slektene *Neottiella* (mosebegre) og *Octospora* (småmosebegre), særlig fordi de moseboende artene er kjent for å komme sent i suksesjonen (Turnau 1984, Petersen 1970).

Ellers fruktifiserte de fleste av de mer eller mindre vanlige basidiebrannsoppene på Hyllåsen, men enkelte arter manglet. Det gjelder spesielt båltussehatt (*Fayodia anthracobia*), to arter av slekten gråhatter (*Lyophyllum*) og bålbrunhatt (*Naucoria pseudoamarescens*). Av dem var båltussehatt vanlig på brente flater i boreal barskog i Finland (Rahko 1997), men den har ikke blitt registrert i noen av de undersøkte brannområdene i Norge eller Danmark. Arten er hittil bare kjent fra tre funn i Norge (i Buskerud, Nord-Trøndelag og Nordland) og er ført opp som nær truet (NT) i den norske rødlista (Brandrud m. fl. 2010b). De to bålgråhattene rusporet bålgråhatt (*L. ambustum*) og eggsporet bålgråhatt (*L. atratum*) kan ha blitt oversett på Hyllåsen. Alle de små, grå til svarte gråhattene er svært like, og spesielt er rusporet bålgråhatt (*L. ambustum*) og bålgråhatt (*Lyophyllum antrachophilum*) - som ble registrert – lette å forveksle idet begge har kuleformete sporer. Bålbrunhatt (*Naucoria pseudoamarescens*) er bare registrert med fire funn i Norge (Østfold og Nord-Trøndelag) i Norsk soppdatabase (NSD 2013). Den skal i følge Vesterholt og Heilmann-Clausen (2012) være identisk med *Pachylepyrium funariophilum*, som er kjent for å være en obligat brannsopp som opptrer i den tidlige *Funaria*-fasen på brannfelt (Moser 2000). Rahko (1997) angir arten fra to av sine felter med kontrollert, påtent brann øst i Midt-Finland.

Noen arter som sjelden omtales i brannsopplitteraturen ble funnet på Hyllåsen. Beltekullsoppen *Daldinia loculata* (Fig. 6) var uventet sett i lys av at *Daldinia*-registreringer ikke forkommer tidligere i norsk brannsopplitteratur og sjelden i nordisk; Petersen (1970) registrerte tilstedeværelse av *D. vernicosa* på Sjælland (også en brannsopp, = *D. fissa*) og Rahko (1997) har en registrering av *D. concentrica* etter skogbrann. Spissmorkler er heller ikke ofte registret i nordiske brannfelt, men i Maridalen var spissmorkler (*Morchella elata*) vanlige en kort periode (Holm 1995); i Froland ble *M. elata/conica* funnet sparsomt i brent eikeskog én gang (Brandrud m. fl. 2010a). Hos Petersen (1970) er *M. crassipes* og *M. esculenta* med i artslista, men bare den første er videre omtalt - som en art som mer tilfeldig

[3] Brannen i Froland, Aust-Agder foregikk samtidig med brannen på Hyllåsen og som der hovedsakelig som en intens brann i grunnlendt furuskog. Observasjonene er på mange måter godt sammenlignbare siden registreringene supplerer hverandre; i Froland startet registreringer umiddelbart etter brannen og varte 1,5 år, mens brannen på Hyllåsen først ble fulgt fra året etter men pågikk i 3 år.

opptrer på brent grunn. De to artene oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*) og bålklokkehatt (*Galerina carbonicola*), som det ble funnet mye av på Hyllåsen, ble også funnet flere ganger i Froland, men i Norden for øvrig synes bare Rahko (1997) å ha sett bålbittersoppen på brannfelt, en enkelt gang. Disse artene er nærmere omtalt nedenfor under overskriften «Kommentarer om enkeltarter».

(Hundrevis av fruktlegemer av rotmorkel ble intenst gransket ved besøk 31. juli 2009 i søk etter hyperparasitten rotmorkelsnylter (*Antrachobia rehmii*), en art som var blitt funnet noen få dager tidligere i Østfold for tredje gang i verden (Kristiansen og Karlsen 2010) - uten positivt resultat.)

Sesonger

Petersens konklusjon, at evnen til å utnytte enhver periode med gunstige temperatur- og nedbørsforhold må være en fordel for arter som til den grad er avhengig av ustabile og kortlevde habitater som brannsoppene, synes rimelig og forklarer at brannsoppene med få unntak forekommer gjennom hele vekstsesongen uten sesongavgrensninger (Petersen 1970).

Med den sene starten og de omtalte lukene i observasjonene kan ikke mye sluttes om brannsoppenes sesonger på Hyllåsen. Det som er klart er at bildet som vises der, for flere arters vedkommende ikke motsvarer artenes reelle sesonger. For eksempel: *Plicaria endocarpoides* og *Peziza lobulata* hadde funndatoer som antyder at de er vårsopper siden de bare ble registrert den første våren etter brannen. I virkeligheten kom dette av at de avsluttet fruktifiseringen denne våren. De fruktifiserer like gjerne om høsten (se f. eks. Petersen 1970, Fig. 12A, Brandrud m. fl. 2010a). Motsatt vil funnet av *Anthracobia macrocystis* om høsten antyde at den er en høstsopp, mens også den fruktifiserer hele året (f. eks. Turnau 1984, Fig. 6). Rotmorkelen (*Rhizina undulata*) kunne tas for å ha en avgrenset sommersesong siden dens fruktifisering på Hyllåsen tilsynelatende bare varte fra ca.18. til 31. juli den første sommeren etter brannen. Men dette en art som kan fruktifisere tidlig - Brandrud m. fl. (2010a) registrerte den allerede april - og som også danner fruktlegemer om høsten (Ryman og Holmåsen 1984). I Norsk soppdatabase (NSD 2013) er tidligste funn i juni og hovedmengden av de registrerte funnene i august og september.

Men Hyllåsendata viser at en av de få artene som Petersen (1970) registrerte som eksklusiv høstart, nemlig branntussehatt (*Myxomphalia maura*) kan fruktifisere allerede i slutten av mai, slik også i Maridalen (Holm 1995). En annen av «høstsoppene» hos Petersen (1970, 1971), bålgråhatt (*L. anthracophilum* = *Tephrocybe carbonaria*), ble funnet i Froland allerede i april (Brandrud m. fl. 2010a). Tilsynelatende er det bare bålkantarell (*Faerberia carbonaria*) av brannsoppene på Hyllåsen som er en høstsopp, men den angis ofte som en sommer-høstsopp (Breitenbach og Kränzlin 1991, Knudsen og Vesterholt 2012). Trolig er den og spissmorkelen, som er en eksklusiv vårsopp, de eneste unntakene fra den generelle regelen om at brannsopper har «helårssesong».

Massefruktifisering

Mange arter er kjent for opptre i store mengder etter brann, særlig gjelder det de tidlige begersoppene som opptrer i asken og tåler eller profitterer på høye pH-verdier. På Hyllåsen dominerte noen arter skogbunnen fullstendig i kortere perioder; dette var hovedsakelig askomyceter hvorav spissmorkel (*Morchella conica*), gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria*) og rotmorkel (*Rhizina undulata*) var de tre viktigste. Massefruktifiseringen av spissmorkel (*Morchella conica*) var overraskende selv om store forekomster av morkler på brannfelt er vel kjent bl.a. fra undersøkelsene til Moser (1949b) i Tyrol og ikke minst fra USA hvor sanking av morkler på brannfelt er «big business». Gulbrunt bålbeger er en vanlig art

på brannfelt sirkumborealt (Greene m. fl. 2010) og rapporteres som massefruktifiserende fra nesten alle undersøkte brannområder jeg kjenner til. Arten ble underlig nok ikke registrert etter vulkanutbruddet på Mount St. Helens i USA (Carpenter m. fl. 1987), selv om spissmorkler som den gjerne vokser sammen med (Greene m. fl. 2010) fruktifiserte rikelig. Rotmorkel fruktifiserte på Hyllåsen i store mengder, men kun i en kort periode på ca. tre uker året etter brannen. I Finland ble det etter kontrollert brenning registrert ca. 20500 fruktlegemer av arten, tilsvarende ca. 10 kg/ha (Rahko 1997) 50 uker etter brannen.

Også mange av de jordboende basidiomycetene, spesielt bålskjellsopp (*Pholiota highlandensis*), utviste massefruktifisering på Hyllåsen, men til forskjell fra askomycetene fruktifiserte basidiomycetene nærmest kontinuerlig under prosjektperioden. Bålskjellsopp hadde store kolonier av fruktlegemer både på strø og forkullete vedrester, særlig under gjenstående trær og ofte langs røtter, men også i mosematter i åpent terreng og dessuten på undersiden av rotvelt, hvor den flere ganger ble funnet mer enn meteren over bakken. Slike steder kunne også bålsprøsopp (*Psathyrella pennata*), Fig. 4, fruktifisere; dette er en art som ofte refereres til som rikt fruktifiserende på brannområder (ofte under navnet *P. gossypina*). En annen vanlig, men kanskje ikke massefruktifiserende, basidiomycet på Hyllåsen, var oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*) som dukket opp så tidlig som 18. juli året etter brannen og fortsatte ut prosjektperioden. Den vedboende beltekullsoppen (*Daldinia loculata*) utviste også nærmest kontinuerlig og rikelig fruktifisering.

Fig. 4. Bålsprøsopp (*Psathyrella pennata*), fruktlegemer på undersiden av rotvelt av furu.

Fig. 4. Pathyrella pennata, *fruiting bodies growing on the underside of roots of an overthrown pine* (Pinus sylvestris). *Photo: G. Gulden.*

På Hyllåsen spilte bålgråhatt (*Lyophyllum anthracophilum*), som bare ble funnet ved fire besøk og i små mengder, en underordnet rolle. Massefruktifisering av denne arten er rapportert fra flere brannsoppstudier, bl. a. fant Rahko (1997) at den fruktifiserte rikelig i skogbrannfelt, men aller mest i felt med kontrollert brenning. Fruktlegemeproduksjonen på sitt høyeste her kunne måle seg i antall med rotmorkelens. Også branntussehatt (*Myxomphalia maura*) er kjent for å kunne fruktifisere rikelig. Carpenter m. fl. (1987) rapporterer for eksempel at den forkom med tusentalls fruktlegemer etter utbruddet av Mount St. Helens. På Hyllåsen var forekomstene sparsomme.

Fruktifiseringsperioder

Petersen (1970) angir startpunktet for hele tre av sine fire grupper som tidlig etter brann/brenning (henholdsvis 7 uker, 10-15 uker og 20-50 uker). Artene i disse gruppene kan altså starte tidligere enn mine undersøkelser på Hyllåsen i det hele tatt begynte. Flere av de tidlige artene i suksesjonen avslutter også tidlig. Fordeling av artene på Hyllåsen på slike grupper er dermed vanskelig, men noen forhold kan være interessante å trekke fram både i relasjon til Petersens og andres studier.

En tidlig og kortvarige fruktifisering av *Anthracobia*arter synes å være universell, og er også for eksempel rapportert fra Polen av Turnau (1984). I følge Petersen (1970) forsvin-

ner alle brannskålene (*Anthracobia*), unntatt *A. macrocystis,* innen 50 uker – hvilket stemmer bra med at nettopp *A. macrocystis* og ingen av de andre *Anthracobia*artene ble funnet på Hyllåsen. I følge Petersen (1970) fruktifiserer den i nesten 80 uker under gunstige forhold – og det ene funnet på Hyllåsen dukket opp vel 2 år etter brannen. Dette var også den eneste av brannskålene som fortsatte inn i det andre året i Froland; både *A. maurilaba* og *A. melaloma* var der samme år som det brant (Brandrud m. fl. 2010a) - og har sannsynligvis vært til stede på Hyllåsen.

Mange arter utviste fruktifiseringsperioder på Hyllåsen som var ganske avvikende fra Petersens observasjoner. For eksempel ble rotmorkelen (*Rhizina undulata*) hos Petersen ført til gruppe 2, som starter fruktifisering allerede 10-15 uker etter brann og fruktifiserer i 100-190 uker (over 3 år). På Hyllåsen fruktifiserte den ikke før 18. juli 2009, vel ett år etter brannen (men den kan jo ha vært til stede det året det brant). Fraværet på Hyllåsen vår- og forsommeren det første året etter brannen og det totale fraværet det andre året er avvik. Heller ikke i Maridalen opptrådte rotmorkelen så tidlig som i Danmark. Der ble den observert først sent i juni året etter brannen og avsluttet i midten av august (Holm 1995), tilsynelatende ganske tilsvarende som på Hyllåsen. Men i Froland startet fruktifiseringen veldig tidlig; allerede ca. 2 måneder etter brannen var enkelte små fruktlegemer til stede (Brandrud m. fl. 2010a). I Midt-Finland ble restene av en rotmorkel observert tidlig, samme året som det brant, mens hovedsesongen var etter ca. 50 uker og sesongslutt kom etter ca. 3 år (Rahko 1997) – begge deler vel i overensstemmelse med Petersens gruppering.

Det totale fraværet av gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria*) etter det første året av inventeringen var også uventet i det arten er kjent for å kunne fruktifisere mye lenger etter brann, for eksempel i nesten 3 år (145 uker) på bålfeltene i Danmark og den ble funnet helt til tre år etter brannen i Maridalen (Holm 1995).

Plicaria endocarpoides ble registrert på Hyllåsen bare 11. og 14. mai det første året etter brannen, og ikke senere. I Danmark ble arten registrert helt til ca. 2 år og 7 mnd. (130 uker) etter brenning. I Froland startet den som i Danmark (4 mnd. etter brannen) og fortsatte til 14 månder etter brannen. I Maridalen startet den som på Hyllåsen omtrent året etter brannen men ble også funnet så sent som 3 år etter. En betydelig underregistrering ser ut til å ha forekommet på Hyllåsen.

At bålgråhatt (*Lyophyllum antrachophilum*) ikke ble funnet i det hele tatt det tredje året etter brannen på Hyllåsen er også avvikende fra Danmark der den ble funnet til nesten 4 år etter brenning (Petersen 1970); fra Maridalen og Finland ble den registrert så sent som tre år etter brann/brenning (Holm 1995, Rahko 1997).

Båltussehatten (*Myxomphalia maura*) startet sent på Hyllåsen, et snaut år etter brannen, mens den startet etter ca. 40 uker etter brenning i Danmark. I Maridalen ble den funnet allerede 3 mnd. etter brannen og var fortsatt vanlig etter tre år (Holm 1995). Også i Froland ble arten funnet tidlig, allerede 4 mnd. etter brannen (Brandrud m. fl. 2010a). Fruktifiseringsperioden endte etter 1 år og 3 mnd. på Hyllåsen, mens den varte nesten 3 år i Danmark. I Finland ble arten funnet både to og tre år etter brann.

Fem av brannsoppene på Hyllåsen fruktifiserte gjennom alle årene: bålskjellsopp (*Pholiota highlandensis*) og bålsprøsopp (*Psathyrella pennata*) fra prosjektstarten tidlig i mai 2009; brannklokkehatt (*Galerina carbonaria)* med start 7.6.2009, samt oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*) og bålblekksopp (*Coprinellus angulatus*) som begge startet 18.7.2009. Langt fruktifiseringsløp – gjennom hele prosjektperioden - hadde likeledes den vedboende askomyceten (*Daldinia loculata*).

Brannfungaens utvikling

Brannfungaen sett under ett utviklet seg tilsynelatende ganske parallelt på Hyllåsen og i Froland. I Froland var mange askomyceter (7) og noen basidiomyceter (6) til stede allerede samme år som det brant. Det første året etter brannen (2009) kulminerte askomycetene begge steder. Alle unntatt spissmorkelen fortsatte å fruktifisere i Froland, om enn i mindre mengder utover høsten det andre året, mens de på den tiden var forsvunnet på Hyllåsen. Basidiomycetene var noe mer tallrike i Froland det første året etter brannen enn året før; hva som skjedde det andre året der ble ikke registrert. På Hyllåsen var mange basidiomyceter til stede det første året etter brannen liksom i Froland, men de ble flest det andre året for så å avta det tredje året. Sammenlignet med utviklingen av brannfungaen i Maridalen, Oslo gikk suksesjonen raskt på Hyllåsen. Også i Maridalen foregikk brannen i juni måned (26. juni 1992) og bare få registreringer ble foretatt samme år. I likhet med Hyllåsen kulminerte askomycetene det første året etter brannen (12 arter) men der var det nesten like mange til stede det andre året etter brannen - da de hadde avsluttet på Hyllåsen. Og mange av begersoppene ble funnet så sent som både to og tre år etter brannen (Bendiksen 1997, Bleken m. fl. 2003), blant dem fem av de samme begersoppene som vokste på Hyllåsen. Basidiomycetene var mest tallrike i Maridalen det tredje året etter brannen da de allerede var på hell på Hyllåsen. Bendiksen (1997) rapporterer at selv det tredje året etter brannen i Maridalen spilte brannsopper en dominerende rolle ved utgangen av året. Han angir at på brannområdet tre år etter brannen tilhørte 23 % av de jordboende soppene de antrakobionte og antrakofile gruppene («obligate og prefererende brannflatearter») og hele 76 % av fruktlegemene tilhørte denne gruppen. På Hyllåsen tilhørte bare 13 % av de jordboende artene brannsoppene det tredje året. I den nordboreale barskogen i Midt-Finland var skogbrannen (sent i mai) lite intens og bare overflaten av humuslaget brant; brannsoppene var få men suksesjoner i brannfungaen var til stede. På felter med kontrollert brenning derimot var brenneffekten stor. Værforholdene de første årene etter brann spiller tilsynelatende en viktig rolle for utviklingen av brannfungaen. Den svært rikelige nedbøren høsten 2009 (juli-august) på Hyllåsen, med mer enn dobbelt så høy nedbør som normalt, og en enda våtere periode i juli-august 2010, kan etter mitt skjønn ha hatt stor innflytelse på utviklingen av brannfungaen.

Beskrivelsene og sammenligningene ovenfor viser at brannsoppenes sesongvariasjoner fra sted til sted og fra år til år, og fruktifiseringsperioder, både start og varighet, kan variere betydelig, mens hovedtrekk ved en brannfunga som suksesjon - mest utpreget den første tiden etter brann og blant begersopper (Pezizales) - og den typiske massefruktifiseringen beholdes. Tilgang på nye, frigitte ressurser etter en brann og de gradvise endringene som bl.a. soppene selv bevirker er trolig en hovedfaktor for både start og varighet av de enkelte brannsoppenes fruktifiseringsperioder. Intensiteten av en brann er også åpenbart en viktig faktor i det den i høy grad er medbestemmende for ressurstilgangen. Klimatiske variasjoner, både de geografisk betingete og de årlige svingningene i nedbør og temperatur påvirker fruktifiseringen betydelig og skaper forskjeller. Enkle, generelle forklaringer på en brannfungas utviklingen foreligger ikke. Et eksempel på intrikate sammenhenger mellom næringstilgang og fruktifisering ser en hos gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria*) som er kjent som en sopp som opptrer rikelig, særlig i en tidlig periode etter brann og steder der brannintensiteten har vært høy slik at humuslaget er borte (Vrålstad 1996, Greene m. fl. 2010). Gulbrunt bålbeger opptrådte rikelig ett år etter brann av levende skog i Maridalen, men det fantes over hode ikke fruktlegemer på de brente hogstflatene (Vrålstad 1969).

Motsatt var forekomstene av gulbrunt bålbeger rik på hogstflater i Froland - men der ble trærne hogd først etter brannen (Brandrud m. fl. 2010a). Vrålstads teori er at arten i den friske skogen lever i en underjordisk, aseksuell, mykorrhiza- eller mykorrhizalignende symbiose med trærne og at uteblivelsen av næring fra trærne når de dør trigger en saprotrof fase med fruktlegemedannelse (Vrålstad m. fl. 1998). Teorien passer bra med observasjonene: På hogstflatene hvor trærne levde da det brant (i Froland) beholdt man denne trigger-effekten, men ikke der trærne var hogget på forhånd og soppene allerede var døde må man tro. Det totale fraværet av arten etter lavintensiv skogbrann i Finland (Rahko 1997) kan forstås ut fra det forhold at trærne der i stor grad overlevde brannen og det underjordiske samlivet fortsatte. Artens fravær i felter der intakt skog ble brent kontrollert - også trærne - er underligere, men kan forstås som en kanteffekt fra levende trær ved at flatene var små (50m x 50m) og friske røtter fortsatt kunne være til stede.

Fungaen for øvrig på Hyllåsen etter brannen

Det totale antallet storsopper som ble registrert på Hyllåsen, 138 arter, må antas å være langt lavere enn normalt i den friske skogen, bl.a. fordi antallet arter økte gjennom prosjektperioden og bare få av artene man forventer i tilsvarende skog, spesielt mykorrhizasopper, hadde innfunnet seg ved prosjektets slutt.

Brannbegunstigete og tilfeldige arter

De jordboende artene som lykkes i å fruktifisere på et brannfelt kan ha vokst på steder hvor brannen har hatt liten kraft eller ha hatt sporer, mycel eller vegetative organer av en type som skades mindre ved brann, for eksempel ved forekomst relativt dypt i jorda; brannoverlevere ('fire survivors') kalles de av Claridge m. fl. 2009. Men flere av artene som ble funnet relativt mange steder på Hyllåsen og som også ofte er med i rapporter fra tilsvarende undersøkelser, betrakter jeg som ikke bare overlevere men direkte brannbegunstigete. Primært er det ikke brannen, men forhold slik som at humuslaget er forsvunnet, at mosedekket er blitt bedre utviklet, at lys- og fuktighetsforhold er endret, eller at rasktspirende frøplanter har gitt rom for mykorrhizaetablering på nye røtter, som er den egentlige årsaken. Eksempler fra Hyllåsen på tidlige mykorrhizasopper er lakssopper (*Laccaria* spp.), trevlesopper (*Inocybe lacera* m. fl.), og etter hvert flere arter av reddiksopper (*Hebeloma* spp.). Andre brannbegunstigete arter som de moseboende rødbrun fleinsopp (*Deconica montana*) og gul nålehatt (*Rickenella fibula*) økte jevnt i antall fruktlegemer. Maitraktsopp (*Clitocybe sinopica*) som fruktifiserte allerede det første året etter brannen ble funnet flere steder på feltet det tredje året etter brannen, og fruktifiserte på steder med tynt jorddekke. «Kullmelkehette» (*Mycena leucogala*) ble sett flere steder og en art i flatklokkehattkomplekset (*G. marginata* coll.) fruktifiserte de to siste årene i mosematter uten noen tilknytning til ved; begge disse er omtalt nedenfor.

Av de vedboende artene med ettårige fruktlegemer synes bare to å være brannbegunstiget og av dem fruktifiserte kløyvsopp (*Schizophyllum commune*) påfallende rikelig. Den var til stede allerede ved første besøk på feltet 14. mai det første året etter brannen og kontinuerlig deretter, både på stående og liggende mer eller mindre forkullet trær, på stubber, røtter, osv. både av bartrær, bjørk, og osp. Kløyvsopp er nærmest en kosmopolitt, kjent for å vokse på all slags substrat i nesten samtlige klimasoner. I Norge viser den en typisk kystutbredelse som må være klimatisk betinget (Eckblad 1981) og her er arten kjent for å foretrekke solåpne steder og løvved. Den begunstiges utvilsomt av forholdene etter en brann.

Arter med flerårige fruktlegemer – alle vedboende - gjorde seg tydelig mer og mer gjeldende, mer i mengde og størrelse av fruktlegemene enn i antall arter. Et ørlite fruktlegeme

av sinoberkjuke (*Pycnoporus cinnabarinus*) ble første gang funnet 8. mai det andre året etter brannen, men arten ble lenger ut på året og spesielt det tredje året etter brannen vanlig og mange steder velutviklet. Velutviklet sølvglanssopp (*Chondrostereum purpureum*) ble funnet 8. mai 2010, men ikke senere. Penttilä og Kotiranta (1996), som studerte korttidseffekt av brenning på råtesopper i Finland, fant at hovedvekten av artene som overlevde brann var ruderale arter som er i stand til å utnytte nye ressurser en brann bringer raskt og som optimalt fruktifiserer utenfor skogbrannområder.

Trofiske nivåer

Alle trofiske nivåer var representert kort etter brannen. Ser vi i første omgang bort fra de 17 brannsoppene var de saprotrofe artene på feltet i overvekt talmessige: 44 jordboende, 18 ettårige vedboende og 19 flerårige vedboende, til sammen 81 saprototrofer ble funnet. Tallet omfatter også de moseboende artene hvis biologi kan være en annen. Mer fokus på vedboende kjuker og barksopper ville trolig gitt et langt høyere tall.

Tallet på mykorrhizasopper det første året etter brannen var lavt slik det må forventes når levende trær stort sett mangler. Jeg fant bare tre arter i slektene *Amanita, Boletus* og *Paxillus*, og etter all sannsynlighet var disse knyttet til røtter av overlevende, uskadete eller lite skadete trær. Men allerede det andre året etter brannen opptrådte en rekke mykorrhizasopper, hovedsakelig kjente pionerarter som frynsesopp (*Telephora terrestris*), lakssopper (*Laccaria spp.*), trevlesopper (*Inocybe spp.*) og reddiksopper (*Hebeleoma spp.*). På denne tiden hadde også mye frøplanter av bartrærne og bjørk, selje og osp dukket opp. Særlig fruktlegemer av stor lakssopp (*Laccaria proxima*) forekom i stort antall og må betraktes som brannbegunstiget, mens den vanlige lakssoppen (*L. laccata*) fruktifiserte mer sparsomt. Det tredje året etter brannen kom en del risker (*Lactarius spp.*), men ikke med store antall fruktlegemer. En interessant observasjon fra den lavintensive Frolandsbrannen var at diversiteten og spesielt produksjonen av mykorrhizasopper hadde økt betraktelig i en gammel, oligotrof eikeskog etter brannen; en mulig forklaring kan være at trærne stort sett overlevde mens humuslaget, som er kjent for å hemme fruktifisering av mange ektomykorrhizasopper, stedvis var brent opp (Brandrud m. fl. 2010a).

Av parasitter opptrådte honningsopp (*Armillaria* sp.) i år 3, likeledes de tre parasittære artene i slekten *Tremella* på forskjellige arter av lærsopper (*Stereum*) og torneskinn (*Peniophora*).

Også blant brannsoppene var alle trofiske nivåer representert. Langt de fleste brannsoppene er saprotrofer, hvorav noen fruktifiserer på ved eller mose, andre på strø og noen på mer eller mindre bar mineraljord og kullrester. At gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria*) kan veksle mellom et biotroft, ukjønnet stadium og et saprotroft stadium hvor fruktifisering pågår synes nå godt dokumentert (Vrålstad 1996). Om dette samlivet er av mykorrhizakarakter er ikke fullt ut fastslått, selv om samme art (verifisert ved DNA) både ble isolert fra ektomykorrhizaer og fra sporekulturer. Det står igjen å syntetisere fungerende mykorrhiza mellom isolater av soppen og steril frøplanter. *Geopyxis* evner i motsetning til de fleste ektomykorrhizasopper å fruktifisere svært tidlig, allerede de første ukene etter brann, og er dessuten i motsetning til de fleste mykorrhizasopper lett å få i kultur (Vrålstad 1996). Det siste gjelder også morklene (*Morchella spp.*). Morkler er oftest betraktet som saprotrofer, men i det minste for morkelarter som opptrer etter skogbrann tyder mye på at det dreier seg om et biotroft mykorrhiza- eller mykorrhizalignende forhold (Buscot 1994, Dahlstrom m. fl. 2000, Pilz og Molina 2002,Wurtz m. fl. 2005); nærmere omtale under spissmorkel nedenfor. Rotmorkel (*Rhizina undulata*) er en fakultativ

parasitt som parasitterer unge furuplanter, og som kan overleve i et saprotroft stadium i gamle stubber o.a. (Gremmen 1971). Beltekullsoppen (*Daldinia loculata*) er en endotrof med sterk preferanse for bjørk som vert (Johannesson m. fl. 2000).

KOMMENTARER OM ENKELTARTER

Spissmorkel - *Morchella conica* Pers.: Fr. – Fig. 5.

Fig. 5. Spissmorkel (*Morchella conica*), på brannfeltet 1. juni 2009.
Fig. 5. Morchella conica *from Hyllåsen 1. June 2009. Photo: G. Gulden.*

Artsavgrensningen i slekten *Morchella* er svært vanskelig og bestemmelseslitteraturen har inntil nylig vært ufullstendig og delvis misvisende. Etter en ny amerikansk studie (O'Donnell m. fl. 2011) basert på DNA-analyser av 590 innsamlinger fra hele verden (hvorav fem fra Norge) vet vi vesentlig mer om slekten og dens opprinnelse. Her defineres mer enn 40 fylogenetiske arter globalt, hvorav 19 er strengt amerikanske og 15 eurasiske. Kuo m. fl. (2012) har analysert det amerikanske artssettet videre og presenterer nøkler og beskrivelser til bl.a. 14 nye arter for vitenskapen. Det eurasiske artssettet er foreløpig ikke videre bearbeidet. I 2012 kom dessuten en omfattende fransk studie av slekten *Morchella* (Clowez 2012), også den med et globalt perspektiv. Her presenteres 59 arter, flere av dem med adskillige varieteter og noen former. Her er nøkler, fotografier og omfattende beskrivelser, ikke minst av økologiske forhold, men dessverre er ikke Clowez' omfattende arbeid basert på molekylære data. Ingen av arbeidene presenterer anvendbare morfologiske kjennetegn for identifisering av arter. I begge arbeidene presenteres den amerikanske arten *M. rufobrunnea* som eneste representant for en basal klad i slekten, mens alle øvrige arter fordeler seg på to klader: Elata-kladen (section Distantes hos Clowez), spissmorklene og Esculenta-kladen (section *Morchella*), rundmorklene. (Fruktlegemer av *M. rufobrunnea* er for øvrig også de eneste som hittil dyrkes i kommersiell målestokk og prosessen er pattentert (se Volk, http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi, The morel life cycle).

I følge Clowez vokser hele ni arter av *Morchella* på brannområder, fire amerikanske og seks europeiske arter - og alle disse tilhører spissmorkelgruppen. Jeg har kommet til at arten på Hyllåsen må være *M. conica* (spissmorkel), en av de vanligste artene i Europa og den som opptrer høyest til fjells og kommer tidligst om våren; Clowez (2012) har med hele 11 varieteter hvorav de fleste vokser i barskog. Hovedvarieteten forekommer regulært etter skogbrann, men ikke utelukkende slike steder. I Clowez' arbeid fins for øvrig en henvisning til et funn i Norge av en annen morkelart fra brannfelt i barskog, *M. eximia* f. *scizocostata*. Arten *M. eximia* skal ha mer

regulære og avlange groper enn *M. conica* og formen *scizocostata* skal utmerke seg ved å ha spesielt tykke lister som etter hvert splittes. Jeg har ikke observert noe som overbevisende passer til en slik beskrivelse på Hyllåsen.

Morklenes biologi er ikke avklart men vanligvis oppfattes morklene som saprotrofer, bl. a. siden de er lette å få i kultur (Dahlstrom m. fl. 2000) og dessuten kan de i kultur fullføre en helt livsløp uten samliv med andre planter. Lenge mente man at morklene var parasitter (Weber 1995, Dahlstrom m. fl. 2000). Men i det minste noen arter synes å være mykorrhiza-dannere eller ha en mykorrhiza(lignende)fase (Buscot 1994). Mykorrhizastrukturer (mantel og Hartig nett) har blitt påvist ved dyrking av morkler sammen med frøplanter av lerk, furu og douglas gran (Dahlstrom m. fl. 2000). I noen av disse syntetisk framstilte mykorrhiza-kulturene fantes også hyfer innvendig i rot-celler, noe som kan tydes i retning av ektendo-mykorrhiza. Nylig har Baynes m. fl. (2011) påvist at art(er) av *Morchella* lever som endo-fytter i røtter og stengler av gresset (*Bromus tectorum*, cheatgrass). Clowez (2012) hevder at morkler kan være svake parasitter på røtter av høyere planter hvor de tapper planten for forskjellige sukkerforbindelser.

Greene m. fl. (2010) fastslår at både morkler (*Morchella*arter) og gulbrunt bålbeger (*Geopyxis carbonaria*) masseproduser frukt-legemer på steder der humus og strø er fra-værende og det er kort ned til mineraljorda, men samtidig må det være skadete røtter til stede. Likheten i forekomsten av morkler og gulbrunt bålbeger er slående også på Hyllåsen hvor begge hovedsakelig forekom på sterkt brente områder ofte langs røtter av døende trær. Begge fruktifiserte i en kort periode fra 14. mai til 7. juni det første året etter brannen; bålbegeret startet opp igjen 31. juni og har trolig fortsatt utover høsten (etter en pause i kjølvannet av en tørkeperiode).

En vesentlig forskjell mellom de to, som begge må antas å være biotrofer, er at alle morkler er vårsopper (Clowez 2012) mens bålbegeret fruktifiserer uavhengig av sesong. Opptredenen av morkler på brannfelt kan for-klares ved at morklene i likhet med bålbeger lever i et biotroft og ukjønnet samliv med trærne i den intakte skogen, og at en brann, hvor tilgangen på karbohydrater fra røttene stopper, trigger dannelse av sklerotier. Disse bygger seg opp gjennom vinteren og danner deretter fruktlegemer så snart de klimatiske forholdene er slik at fruktlegemene ikke ødelegges (fryser); Greene m. fl. (2010) presenterer også alternative hypoteser. Også ved dyrking av *M. rufobrunnea* må sklerotier settes på sulteforing for å danne fruktlegemer (se Volk). Mycelet hos *Morchella* regnes for å være ytterst konkurransesvakt (Clowez 2012) og på samme måte som hos *Geopyxis* er rask kolonisering av brannflater viktig, mens konkurransen ennå er svak. Både morkler og bålbegeret har ukjønnete stadier (Vrålstad 1996, Clowez 2012) som kan bidra sterkt til koloniseringen av blottlagt jord.

Beltekullsopp – *Daldinia loculata* (Lév.) Sacc. – Fig. 6.

Forekomst og suksesjonsdata på Hyllåsen stemmer godt overens med angivelser fra Sverige av Johannesson og Dahlberg (2001), som omtaler arten som en obligat brannsopp som er spesielt vanlig på bjørk som er brent. Det fins flere arter av *Daldinia* i Nord-Europa og minst tre av disse er kjent som brannsopper (Johannesson m. fl. 2000). Ingen arter av *Daldinia* er registrert i tidligere norske brann-soppundersøkelser. *Daldinia* har likevel vært rapportert på brent bjørk flere ganger tidligere i Norge, f. eks. av Lange og Skifte (1967) som skriver at *D. concentrica* fantes i stort antall og var godt utviklet på brent bjørk i Lakselv, Finnmark.

I følge T. Læssøe (pers. medd.), som er i ferd med å gjennomgå samlingsmaterialet av *Daldinia* i norske museer, er *D. loculata* en av de aller vanligste *Daldinia*artene i Norge -

Fig. 6. *Daldina loculata* på brent bjørk, Hyllåsen 14. juli 2010.
Fig. 6. Daldinia loculata *on burned* Betula*, Hyllåsen 14. July 2010. Photo: G. Gulden.*

hvor alle innsamlinger av *Daldinia* inntil nylig gikk under navnet *D. concentrica*. Den hittil eneste publiserte angivelse av *D. loculata* i Norge (Mathiassen 2001) rapporterer om funn på en gammel, avskåret, ubarket stokk av bjørk i Finnmark, som ikke var skadet av brann, hvilket kan tyde på at arten bør regnes som en fakultativ brannsopp. På den annen side er den avhengig av de pyrofile insektene for å spre sine sporer (Johannesson m. fl. 2000). I Sverige, hvor arten lenge har vært ettersøkt som indikatorart for branntilpassede insekter (Wikars 2001) er arten registrert ca. 100 ganger i Artsportalen, enkelte ganger på bjørk som ikke er brannskadet, men mer enn 99,9 % av funnene er på brent bjørk (A. Dahlberg, pers. medd.). Soppen infiserer friske trær og lever der endofyttisk som små mycelkolonier uten å skade trærne for så å fruktifisere og etter hvert bryte ned veden etter brann (Johannesson og Dahlberg 2001).

Daldinia loculata har fått det norske navnet beltekullsopp i siste utgave av Norske soppnavn (Gulden m. fl. 2011), et navn som er direkte overtatt fra *D. concentrica*, som ikke fins i Norge (Johannesson m. fl. 2000). Da det nå er kjent minst tre arter av *Daldinia* hos oss bør et navnebytte til for eksempel brannbeltekullsopp/brannbeltekule for denne arten overveies idet den er den vanligste pyrofile arten hos oss.

Oransje bålbittersopp - *Gymnopilus odini* (Fr.) Bon et P. Roux – Figs. 7 – 11.

Nesten samtlige undersøkelser av brannfelt i Norden inkluderer arter av slekten *Gymnopilus* under navnene *G.* cf. *odini, G. penetrans* og *G. picreus.* På Hyllåsen har jeg notert funn av oransje bålbittersopp (*G. odini*), fregnebittersopp (*G. penetrans*) og furubittersopp (*G. picreus*); de to første opptrådte jevnlig, mens furubittersoppen bare ble sett et par

Fig. 7. Oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*) fra Froland, Oggevatn, 13 mnd. etter brann.
Fig. 7. Gymnopilus odini, *photographed by I.-L. Fonneland at Oggevatn in Froland, Aust-Agder county, S Norway, 13 months after a wild-fire. Photo: G. Gulden.*

Fig. 8. Oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*), Hyllåsen, 4. juli 2010.
Fig. 8. Gymnopilus odini*, Hyllåsen 4. July 2010. Photo: G. Gulden.*

ganger det siste året. Brandrud m. fl. (2010a) angir også oransje bålbittersopp (*G. odini*) som en vanlig art, mens Rahko (1997) bare har én angivelse av *G.* cf. *odini* i tillegg til øvrige *Gymnopilus*arter. Bendiksen (2007) refererer bare til fregnebittersopp (*G. penetrans*), i kategorien fremgang etter brann. Fregnebittersopp er også eneste bittersopp nevnt hos Bleken m. fl. (2003), Holm (1995) og Petersen (1970, 1971). Rahko (1997) angir fregnebittersopp som en av de mest viktige målt i vekt. Furubittersopp har to angivelser hos Rahko (1997). Trolig refererer flere/mange av disse angivelsene seg til *G. odini*. Underlig nok har Moser (1949a) ikke referanser til noen *Gymnopilus*-arter på sine brannfelter.

De første fruktlegemene av *G. odini* på Hyllåsen ble funnet midtsommers ett år etter brannen (2009). Året etter var den til stede allerede 31. mai. Den ble notert ved nesten samtlige besøk utover sommer og høst, gjennom alle årene og den fruktifiserte til dels rikelig. Ved besøket høsten 2012, året etter prosjektslutt, ble den ikke funnet. Typisk vokste den på mosedekket berg med *Polytrichum* og *Marchantia* og den ble ofte sett sammen med bålskjellsopp (*Pholiota highlandensis*) og bålklokkehatt (*Galerina carbonicola*). *Gymnopilus odini* kan lett forveksles med fregnebittersopp (*G. penetrans*) hvis man ikke noterer seg hvordan den vokser - uten tilknytning til ved. I følge Holec (2005) er fregnebittersopp ikke

Fig. 9. Oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*), GG 21/09. Hatthudhyfer.
Fig. 9. Gymnopilus odini*, GG 21/09. Hyphae of pileipellis. Photo: J.-O. Aarnæs.*

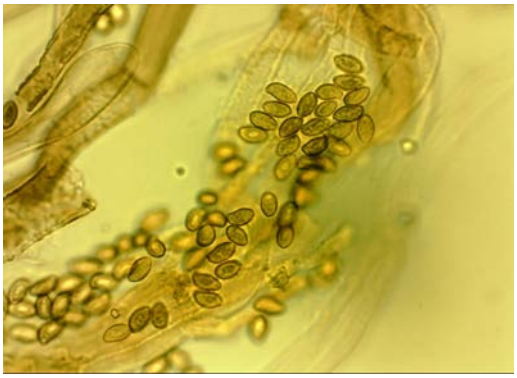


Fig. 10. Oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*), GG 21/09. Sporer.
Fig. 10. Gymnopilus odini*, GG 21/09, spores. Photo: J.-O. Aarnæs.*

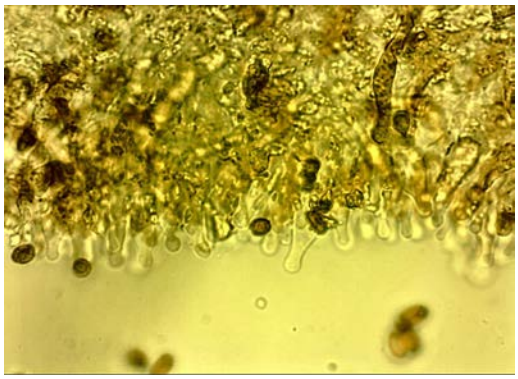


Fig. 11. Oransje bålbittersopp (*Gymnopilus odini*), GG 26/09. Cystider.
Fig. 11. Gymnopilus odini*, GG 26/09, cystidia. Photo: J.-O. Aarnæs.*

alltid så typisk med brune flekker (fregner) på skivene som mange vil ha det til. Hattoverflaten og fargespekteret som går mer i det oransje-rustbrune hos *G. odini,* er karakteristisk, men jeg kan ikke utelukke at noen av registreringene på Hyllåsen kan ha vært av *G. penetrans*.

Oransje brannbittersopp (*G. odini*) er utvilsomt en sjelden art (utenfor brannflater). I Holecs monografi over slekten *Gymnopilus* i Tsjekkia fra 2005, som også inkluderer materiale fra store deler av Europa, er arten bare omtalt summarisk. Den er ikke påvist i Tsjekkia, men underlig nok er ingen av de mange hundre kollektene Holec har undersøkt funnet på brannfelt! Ytterligere to branntilknyttede arter er omtalt hos Holec, begge sjeldne: *G. decipiens* og *G. igniculus*. (*Gymnopilus decipiens* er spesiell blant bittersoppene ved å smake mildt og den nylig beskrevete arten *G. igniculus* avviker med fargesjatteringer i fiolett og purpur og ved å vokse på brennende varmt kull («on decaying wood on burning coal mine dumps»)). *Gymnopilus odini* er tidligere kjent i Norge med tre funn (Oppland, Nord-Trøndelag og Finnmark) i følge Høiland (1990). Sivertsen m. fl. (1994) rapporterer funn av *G. odini* fra Herøy i Møre og Romsdal, i treløs sauebeitemark med mose og gras, i jord med små kullbiter i. Da arten er dårlig kjent og lite beskrevet i moderne litteratur følger en beskrivelse nedenfor.

Beskrivelse - basert på kollektene GG 21/09, 26/09 og 8/10 fra Hyllåsen

Hatt 3-7 cm, lenge hvelvet-puklet, etter hvert flat og som gammel noe nedsunket i midten, ung med innbøyd kant, tørr, overflaten fint skurvet til småskjellet, ung brun (6F8), senere jevnt varmt okergul, oransjebrun (6D8, 6C8), svakt hygrofan, tørker til beige fra toppen. Skiver tette, utrandete, ± horisontale, som unge gulbeige til blekgule og lysere enn hatten (5C6, 5B7), etter hvert mer oransje til rustfarget (6C8, 7D8), ikke brunflekkete, opp til ca. 3 mm høye. Stilk 20-45 x 1-9 mm, sylindrisk, matt til fint hvitt silkefibret, margfyllt, først blekere enn hatten, mørkner med alderen til ± samme farge som hatten. Velum ikke til stede eller svært tynt og flyktig. Kjøtt sprøtt, blekgult til gult i hatten, mer rødbrunt i stilken, bittert uten lukt.

Sporer 7,2-8,5 x 4,1-4,8, gj.sn. (20): 7,8 x 4,5 µm, Q = 1,7-1,8, mandelformete med flatt til svakt nedtrykt område over apikulus, i blant med litt utdradd topp, tydelig vortete, gyldenbrune i KOH. Basidier 4-sporete. Cheilo- og pleurocystider flaskeformete til ventrikoskapitate, noen nesten tibiiforme, 16-36 x 3,5-6(-7,2) x 2,0-3,5 x 2,5-6 µm, gulbrune med alderen. Hatthud av parallelle hyfer som former en kutis med overgang til en trikoderm, 5-15 µm brede, med middels lange til forholdsvis korte celleavsnitt, ytre hyfeavsnitt ± kølleformete, opp til 25 µm brede, med jevnt og zebra-inkrustrert membranpigment. Ingen pileocystider. Hyfer med bøyler ved tverrveggene.

Klokkehatter - *Galerina*

Åtte arter av *Galerina* ble registrert på brannfeltet, men bare bålklokkehatt (*Galerina carbonicola*) er å regne som en brannsopp. På Hyllåsen kom den allerede året etter brannen, hadde en topp med adskillige voksesteder det

Fig. 12. Flatklokkehatt (*Galerina marginata* coll.), Hyllåsen, her i *Marchantia*matte, 20. oktober 2010.
Fig. 12. Galerina marginata *coll. Hyllåsen, in mat of* Marchantia polymorpha*, 20. October 2010. Photo: G. Gulden.*

neste året, og fruktifiserte noe mer sparsomt det tredje året. Voksestedet var alltid i tette matter av mose (*Funaria, Ceratodon*, *Marchantia* og *Polytrichum*) og fruktlegemer ble funnet fra sommer til sen høst. Arten ble først registrert i Norge i 2009, fra Froland, og er oppført som nær truet (NT) i rødlista for sopp (Brandrud m. fl. 2010b). Arten er nærmere beskrevet og omtalt hos Gulden (2011). *Galerina carbonicola* er en obligat brannsopp, opprinnelig beskrevet fra Michigan (Smith og Singer 1964), og kan se ut til å forekomme ganske regelmessig etter brann, i det minste i boreale områder. Trolig er den ofte forblitt ubestemt i tidligere brannfungastudier som et medlem av den uoversiktlige gruppen klokkehatter med kalyptrate sporer, men arten er ganske distinkt når man først er blitt klar over den. For eksempel kan den ene av de to *Galerina*artene som ble funnet i den brente barskogsplantasjen på Jylland og omtalt av Petersen (1971) som vanlig, men ubestembar med datidens litteratur, ha vært denne arten.

Flatklokkehatt (*G. marginata*), som vanligvis opptrer på ved og vedrester, fruktifiserte både andre og tredje året etter brannen flere steder i mosemattene, uten tilknytning til ved (Fig. 12). Arten er ikke ofte registrert i brannfungastudier, men Petersen (1970) har den med fra Sjælland. Moser (1949a) rapporterer arten under navnet *G. unicolor* – en art som opprinnelig nettopp er beskrevet som jordboende - fra en av brannflatene i Tyrol og anser den som en nærstående men forskjellig art fra *G. marginata*. *Galerina unicolor* ble også rapportert fra Mount St. Helens etter vulkanutbruddet (Carpenter m. fl. 1987). Jeg har ikke studert materialet fra Hyllåsen inngående enda, men anser *G. marginata* som et kompleks av arter som er svært vanskelige å skille fra hverandre uten bistand av molekylære analyser.

«Kullmelkehette» - *Mycena leucogala* (Cooke) Sacc. – Fig. 13.

Arten oppfattes ofte som en varietet av melkehette, *M. galopus* var. *nigra*, og ikke som en egen art (se Aronsen, MycenaPage 2013, Emmet m. fl. 2012). Denne nesten svarte hettesoppen er hyppig registrert i alle de nordiske brannsoppstudiene, men den vokser også i naturlig vegetasjon. På Sjælland fruktifiserte den for eksempel i mer enn halvparten av flatene (Petersen 1970) og Petersen (1971) rapporterer den som stimulert av brann. Bendiksen (1997) omtaler *M. leucogala* som en brannflatespesialist som opptrådte fra og med det andre året med sterk økning i tredje året etter brannen i Maridalen. Moser (1949a) regner den som sterkt antrakofil, men inkluderer den ikke i den antrakobionte gruppen (de obligate brannsoppene). I Norge har den tidligere

Fig. 13. Kullmelkehette (*Mycena leucogala*), Hyllåsen 20. oktober 2010.
Fig. 13. Mycena leucogala*, Hyllåsen 20. October 2010. Photo: G. Gulden.*

hatt det norske navnet kullmelkehette, et navn som er falt ut i siste utgave av Norske soppnavn (Gulden m. fl. 2011) fordi den ikke er akseptert som en egen art i Funga Nordica.

EPILOG

Ett år etter prosjektet var avsluttet, det fjerde året etter brannen, besøkte jeg Hyllåsen 23. august (2012). Dette året hadde en svært nedbørsrik vår og sommer med en påfølgende dårlig høstsoppsesong. På det tidspunktet var bare to av brannsoppene å se: beltekullsoppen (*Daldinia loculata*) og bålskjellsoppen (*Pholiota highlandensis*) - begge med få fruktlegemer. Også øvrige arter med ettårige fruktlegemer var det lite av, men både gul nålehatt (*Rickenella fibula*) og maitraktsopp (*Clitocybe sinopica*) som jeg regner for å være av de brannbegunstigete, var til stede. Også kløyvsoppen (*Schizophyllum commune*) fruktifiserte fremdeles, men mer sparsomt.

TAKK

Stor takk til Tor Erik Brandrud for inspirasjonen til å følge utviklingen av brannfungaen på Hyllåsen og til Inger-Lise Fonneland for periodevis oppdatering fra brannfelt i Froland og Grimstad. Jeg vil også rette en takk til Drammen kommune som reserverte en del av brannområdet for biologiske studier og for opplevelser for naturinteresserte turgjengere. Jon-Otto Aarnæs skal ha takk for mikrofotografering av *Gymnopilus odini* og Thomas Læssøe for opplysninger om *Daldinia loculata*. Til slutt en ekstra takk til T. E. Brandrud og Anders Dahlberg for verdifulle innspill i forbindelse med fagfellevurderingen.

TILLEGGSSTOFF/SUPPLEMENTARY MATERIAL

Supplerende tabell som viser samtlige funndatoer for alle artene fins som fil på nettet under den følgende adressen:

A file with a supplementary table with all species and find dates, can be found at the following address:

http://www.soppognyttevekster.no > Agarica > tilleggsstoff / supplementary material".

REFERANSER

Aronsen A, 2013. Mycena page. http://home.online.no/~araronse/mycenapage/mycenapage.html. Sitert februar 2013.

Baynes M, Newcomb G, Dixon L, Castlebury L, O'Donnel K, 2011. A novel plant-fungal mutualism associated with fire. Fungal Biology 116 (2012): 133-144.

Bendiksen E, 1997. Suksesjon av storsopper og autotrof vegetasjon etter skogbrann. Aktuelt fra Skogforsk 2-97: 34-35.

Bendiksen E, 2007. Sopp. I: Stabbetorp O (red.). Økologiske virkninger av skogbrann. Delprosjekt 1: Landskapsanalyse, vegetasjonsøkologi og mykologi. Sluttrapport, upublisert, NINA-notat s. 12-16.

Bleken E, Mysterud I, Mysterud I), 2003. Forest fire and environmental management: A technical report on forest fire as an ecological factor. Contracted Report. Directorate for Fire and electrical safety and Department of biology, University of Oslo, ISBN 82-7768-051-1, 266 sider.

Brandrud TE, Bratli H, Sverdrup-Thygeson A, 2010a. Dokumentasjon av sopp, lav og insekter etter Frolandbrannen. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 06/2010. Norsk Institutt for skog og landskap, 42 sider.

Brandrud TE, Bendiksen E, Hofton TH, Høiland K, Jordal JB, 2010b. Sopp Fungi. I: Kålås JA, Viken Å, Henriksen S, Skjelseth S (red.). Norsk rødliste for arter, s. 87-124. Artsdatabanken.

Breitenbach J, Kränzlin F, 1991. Pilze der Schweiz, vol. 3. Röhrlinge und Blätterpilze 1. Verlag Mykologia, Luzern.

Buscot F, 1994. Ectomycorrhizal types and endobacteria associated with ectomycorrhizas of *Morchella elata* (Fr.) Boudier with *Picea abies* (L.) Karst. Mycorrhiza (1994) 4: 223-232.

Carpenter SE, Trappe JM, Ammirati J Jr, 1987. Observations of fungal succession in the Mount St. Helens devastation zone, 1980-983. Canadian Journal of Botany 65: 716-728.

Claridge AW, Trappe JM, Hansen K, 2009. Do fungi have a role as soil stabilizers and remediators after forest fire? Forest Ecology and Management 257: 1063-1069.

Clowez, P, 2012. Les morilles. Une nouvelle approche mondiale du genre *Morchella*. Bulletin Societé. Mycologique de France 126: 199-376.

Dahlberg A. 2002. Effects of fire on ectomycorrhizal fungi in Fennoscandian boreal forest. Silva Fennica 36(1): 69-80.

Dahlberg A, Schimmel J, Taylor FS, Johannesson H, 2001. Post-fire legacy of ectomycorrhizal fungal communities in the Swedish boreal forest in relation to fire severity and logging intensity. Biological Concervation 100 (2001): 151-161.

Dahlstrom JL, Smith JE, Weber NS, 2000. Mycorrhiza-like interaction by *Morchella* with species of Pinaceae in pure culture synthesis. Mycorrhiza (2000) 9: 279-285.

Eckblad FE, 1981. Soppgeografi. Universitetsforlaget, Oslo, 168 sider.

Emmet EE, Aronsen A, Læssøe T, Elborne SA, 2012, i: Vesterholt J, Knudsen H (red.), Funga Nordica. Nordsvamp, Copenhagen, s. 407-442.

Greene DF, Hesketh M, Pounden E, 2010. Emergence of morel (*Morchella*) and pixie cup (*Geopyxis carbonaria*) ascocarps in response to the intensity of forest floor combustion during wildfire. Mycologia 102: 766-733.

Gremmen J, 1971. *Rhizina undulata*: A review of research in the Netherlands. European Journal of Forest Pathology 1(1): 1–6.

Gulden G, 2011. Three new agarics in Norway. Agarica 30: 103-109.

Gulden G, Bendiksen E, Brandrud TE, Hofton TH, Sivertsen S, Smith O, 2011. Norske soppnavn. 4. utg. Norges sopp- og nyttevekstforbund, ISBN 978-82-991311-6-2, 218 sider.

Holec J, 2005. The genus *Gymnopilus* (Fungi, Agaricales) in the Chech Republic with respect to collections from other European countries. Acta Musei Nationalis Pragae, series B, Historia Naturalis 61: 1-52.

Holm C, 1995. Succession and spatial distribution of post fire fungi in a southern boreal coniferous forest in Norway. Mastergradsoppgave, Universitetet i Oslo.

Høiland K, 1990. The genus *Gymnopilus* in Norway. Mycotaxon 39: 257-279.

Jalaluddin M, 1967. Studies on *Rhizina undulata*. I. Mycelial growth and ascospore germination. Transactions of British Mycological Society 50: 449–459.

Johannesson H, Dahlberg A, 2001. Färska brandfält ett måste för brandskiktdynan – och över åttio andra skogsarter. Fakta Skog nr. 2. 2001, Institutionen för skogsskötsel, Umeå.

Johannesson H, Læssøe T, Stenlid J, 2000. Molecular and morphological investigation of *Daldinia* in northern Europe. Mycological Research 104: 275-280.

Knudsen H, Vesterholt J, 2008 Funga Nordica. Agaricoid, boletoid and cyphelloid genera. Nordsvamp, Copenhagen, 965 sider.

Knudsen H, Vesterholt J, 2012. Funga Nordica. Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera. 2 utvidet utg. Nordsvamp, Copenhagen, 1083 sider (2 bd.).

Kornerup A, Wanscher JH, 1962. Farver i farver. Politikens forlag, København.

Kristiansen R, Karlsen HO. 2010. *Anthracobia rehmii* Brumm. (Pezizales, Ascomycota) en ny pyrofil diskomycet for Skandinavia. Agarica 29: 97-100.

Kuo M, Dewsbury, DR, O'Donnell K, Carter MC, Rehner SA, Moore JD, Moncalvo J-M, Canfield SA, Stephenson SL, Methven AS, Volk TJ, 2012. Taxonomic revision of true morels (*Morchella*) in Canada and the United States. Mycologia 104: 1159-1177.

Lange M, 1944. Iagttagelser over svampefloraen paa brandpletter. Friesia 111(1): 58-61.

Lange M, Skifte O, 1967. Notes on the Macromycetes of northern Norway. Acta borealia ser. A 23: 1-51.

Mathiassen G, 2001. Om et funn av beltekullsopp i Nordreisa (Troms) – en sopp som inntil nylig har vært kalt *Daldinia concentrica* (Bolton : Fr.) Ces. & De Not. Polarflokken 25: 103-106.

Moser M, 1949a. Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Pilzvegetation I. Sydowia 3: 336-393.

Moser M, 1949b. Über das Massenauftreten von Formen der Gattung *Morchella* auf Waldbrandflächen. Sydowia 3: 174-195.

Moser M, 2000. Beobachtungen zur Gattung *Pachlepyrium*. Hoppea, Denkschrift Regensburg Botanische Gesellschaft 61, Bresinsky-Festschrift (2000): 267-274.

Nettvedlegg 1: http://www.soppognyttevekster.no > Agarica > tilleggsstoff / supplementary material".

Norsk soppdatabase, NSD, 2013). Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/. Sitert 1. mars 2013.

O'Donnell K, Rooney AP, Mills GL, Kuo M, Weber NS, Rehner SA, 2011. Phylogeny and historical biogeography of true morels (*Morchella*) reveals an early Cretaceous origin and high continental endemism and provincialism in the Holarctic. Fungal genetics and biology 48(3): 252-265.

Penttilä R, Kotiranta H, 1996. Short-term effects of prescribed burning on wood-rotting fungi. Silva Fennica 30(4): 399-419.

Petersen PM, 1970. Danish fire-place fungi. An ecological investigation on fungi on burns. Dansk botanisk arkiv 27(3): 1-97.

Petersen PM, 1971. The macromycetes in a burnt forest area in Denmark. Botanisk tidsskrift 66: 228-248.

Petersen PM, 1974. Fireplace fungi in an arctic area: Middle West Greenland. Friesia 10 (4-5): 270-280.

Pilz D, Molina R, 2002. Commercial harvests of edible mushrooms from forests of the Pacific Northwest United States: issues, management, and monitoring for sustainability. Forest Ecology and Management 155: 3-16.

Rahko T, 1997. Macrofungal succession after wildfire and after clear cutting and prescribed burning in eastern Finland 1994-1996. Master thesis, Department of Biology, University of Oulu..

Ryman S, Holmåsen I, 1984. Svampar. En fälthandbok. Interpublishing, Stockholm. ISBN 91-86448-06-4, 716 sider.

Sivertsen S, Jordal JB, Gaarder G, 1994. Noen soppfunn i ugjødsla beite- og slåttemarker. Agarica 13: 1-22.

Smith AH, Singer R, 1964. A monograph of the genus *Galerina* Earle. Hafner Publishing Company, New York, London, 384 sider.

Trappe M, Cromack K, 2009. The forest, the fire and the fungi: Studying the effects of prescribed burning on mycorrhizal fungi in Crater Lake National Park. Fire Science Brief 38: 1-6.

Turnau K, 1984. Post-fire cup-fungi of Turbacz and Stare Wierchy Mountains in the Gorce Range (Polish Western Carpathians). Praze Botaniczne 12: 145-170 + pl. I-V.

Vesterholt J, Heilmann-Clausen J, 2012. I: Vesterholt J, Knudsen H. (red.). Funga Nordica, s. 918-922.

Volk T, http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi. The morel life cycle.

Vrålstad T, 1996. Et morfotaksonomisk og molekylær-økologisk studium av *Geopyxis carbonaria*. Masteroppgave, Universitetet i Oslo, 77 sider.

Vrålstad T, Schumacher T, 1997. Økologiske studier av brannsopp; en foreslått økologisk livssyklus for *Geopyxis carbonaria*. Aktuelt fra Skogforsk 2-97: 35-37.

Vrålstad T, Holst-Jensen A, Schumacher T, 1998. The postfire discomycete *Geopyxis carbonaria* (Ascomycota) is a biotrophic root associate with Norway spruce (*Picea abies*) in nature. Molecular Ecology 7: 609-616.

Weber NS, 1995. A morel hunter's companion. Thunderbay, Holt, Michigan.

Wikars L-O, 2001. The wood-decaying fungus *Daldinia loculata* (Xylariaceae) as an indicator of fire-dependent insects. Ecological Bulletin 49: 263-268.

Wurtz TL, Amy LW, Weber NS, Pilz D, 2005. Harvesting morels after wildfire in Alaska. Research Note PNW-RN-546, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 31 sider.

Rødlistede og sjeldne musseronger (*Tricholoma* spp.) har internasjonalt viktige populasjoner i Norge/Norden

Tor Erik Brandrud
Norsk institutt for naturforskning (NINA), Gaustadalléen 21, NO-0339 Oslo

Kontakt: tor.brandrud@nina.no

English title: Red-listed and rare species of the agaricoid genus *Tricholoma* have international important populations in Norway/The Nordic countries

Brandrud TE, 2013. Rødlistede og sjeldne musseronger (*Tricholoma* spp.) har internasjonalt viktige populasjoner i Norge/Norden. Agarica 2013, vol. 33: 57 -72.

NØKKELORD
Musseronger, *Tricholoma*, rødlistearter, økologi, utbredelse, norsk/nordiske ansvarsarter

KEYWORDS
Tricholoma, red-listed species, ecology, distribution, Europe, important Norwegian/Nordic populations

ABSTRACT
Distribution, habitat-preferences and vulnerability for 15 red-listed/rare species of the genus *Tricholoma* are treated, with data from Norway, the Nordic countries, Europe, and some distribution data also from outside Europe. These species are habitat-specialists, with strict requirements for mycorrhizal hosts, edaphic conditions, etc. The species can be divided into five ecogeographical elements, associated with southern, rich oak-lime forests, southern and northern calcareous coniferous forests, and with dry, eastern sandy pine forests.

Altogether 9 of the 15 red-listed/rare tricholomas treated have a large proportion of their European populations in the Nordic countries/Fennoscandia. Two northern species (*Tricholoma borgsjoeënse*; *T. olivaceotinctus*) and one western species (*T. colossus*) are believed to have 25-30% of their European populations in Norway. In addition to the nine taxa with large Nordic populations, also three southern species are regarded to have important outpost populations in Norway/the Nordic countries, so that altogether 12 out of 15 of the redlisted/rare taxa have internationally important populations in Norway/the Nordic countries. This group as a whole, or some of the species stand out as candidates for the management/conservation regime "priority species" under the Nature Diversity Act.

SAMMENDRAG
Utbredelse, habitattilhørighet og truethetsstatus for 15 rødlistede/sjeldne musseronger (*Tricholoma* spp) er presentert, med data fra Norge, Norden, Europa og litt om utbredelse for øvrig. Disse soppene er habitatspesialister, med bestemte krav til mykorrhizapartner, jordsmonn, m.v. Artene kan deles inn i fem økogeografiske elementer, knyttet til sørlige, rike eik-lindeskoger, sørlige så vel som nordlige kalkbarskoger, og til tørre, østlige sandfuruskoger.

I alt 9 av de 15 rødlistede/sjeldne musserong-artene behandlet her har en stor andel av sine europeiske populasjoner i Norden/ Fennoscandia. To nordlige arter *(Tricholoma borgsjoeënse; T. olivaceotinctus*) og en vestlig art (*T. colossus*) antas å ha 25-30% av sine europeiske forekomster i Norge. I tillegg til de 9 artene med store nordiske populasjoner kommer tre sørlige arter som må ansees å ha viktige utpost-lokaliteter i Norge/Norden, slik at til sammen 12 av de 15 rødlistede/

sjeldne artene har internasjonalt viktige populasjoner i Norge/Norden. Denne gruppen som helhet, eller noen av artene, peker seg dermed ut som kandidater til forvaltningsregimet "prioriterte arter" under Naturmangfoldsloven.

INNLEDNING

Musseronger (*Tricholoma* spp.) utgjør en av de viktigste gruppene av rødlistede mykorrhizasopper i Norge med 14 rødlistede arter, hvorav inkludert 7 truete arter i 2010-utgaven av rødliste for Norge (Brandrud m. fl. 2010, se også Bendiksen m. fl. 1998). I tillegg er to arter vurdert som DD (datamangel); *Tricholoma alboconicum, T. argyraceum*. Disse er lite kjente i Norge og Europa for øvrig, og er ikke nærmere omhandlet her.

Ifølge Funga Nordica (Christensen og Heilmann-Clausen 2012) og Norsk SoppDatabase (NSD 2012) er det i alt registrert 49 arter av musseronger i Norge. Dermed utgjør andelen rødlistede arter 28%, medregnet de to DD-artene er rødlisteprosenten 32%, dvs. nær en tredjedel av musserongene er rødlistet. Her omhandles de rødlistede artene, samt to ikke-rødlistede som er rødlistet over det meste av Europa ellers. Musseronger har lenge vært en fokusert gruppe i Norge jfr. Gulden 1969), men lite er publisert om norsk utbredelse, økologi og forvaltningsstatus de seinere årene, med unntak av behandling av enkeltarter i Gulden og Spolén-Nilsen (2007), Mathiassen m. fl. (2007) og Holtan og Larsen (2010).

En hovedgrunn til at en stor andel musseronger er rødlistet, er at denne slekten huser mange sjeldne habitatspesialister knyttet til én eller et fåtalls naturtyper (habitatspesifikke arter). Mange av disse er sjeldne og i tilbakegang (Bendiksen 2011). Alle musseronger har mykorrhiza (sopprot), der de lever i samliv, mutualisme, med røtter av trær og busker. Mange av de rødlistede artene har "sære" krav til mykorrhizapartner, de er knyttet til ett eller noen få vertstrær. Mange er videre mineralkrevende, de må ha god kontakt med kalksubstrat (kalkelskende) og/eller sandsubstrat ("sandelskende"). I tillegg til å være spesialiserte indikatorarter på bestemte naturtyper med forvaltningsbehov, er de også viktige indikatorer på bestemte naturtilstander (gammelskog), og har vært brukt som signalarter på verdifull natur (jfr. Nitare 2005). Også enkelte andre grupper av mykorrhizasopp har mange spesialiserte, sjeldne rødliste- og signalarter. Blant disse kan nevnes slørsopper (*Cortinarius* spp.), skogsvoksopper (*Hygrophorus* spp.), korallsopper (*Ramaria* spp.) og harde piggsopper (slektene *Bankera, Hydnellum, Phellodon* og *Sarcodon*). Mange av disse artene opptrer bare i spesielle kalkskogstyper, og bidrar til at disse er de viktigste hotspot habitatene for jordboende sopp (jfr. Brandrud 2011, Brandrud m. fl. 2011). Videre peker musserongene seg ut som en av tre soppgrupper som er særlig følsomme overfor skoggjødsling og nitrogenforurensning (Aarrestad m. fl. 2013).

En studie av spredning av mykorrhizasopper knyttet til gran viser at det store flertallet av disse har få spredningsbegrensninger på regional skala i Norge (Gjerde m. fl. 2012). Utbredelsesdata viser også at svært mange andre mykorrhizasopp er vidt utbredt innenfor sine naturtyper og at svært mange ser ut til å følge sine vertstrær i Norge (se Norsk SoppDatabase, NSD 2012), og for mange gjelder dette også større deler av Europa (jfr. f.eks. Galli 1999 for musseronger).

Hvis det er slik at de aller fleste mykorrhizasoppene følger sine vertstrær og sine naturtyper over hele Europa, kanskje hele Eurasia, så vil forekomstene i Norge i det absolutt nordvestre hjørnet av Europa kanskje representere en veldig liten utpost av store, sammenhengende europeiske-eurasiske populasjoner. Man kan derfor stille seg spørsmålet om våre rødlistede mykorrhizaarter bare representerer trivielle utpostforekomster av arter som er vanlige ellers i Europa? Og hvis det er slik, er det da noen vits i å vektlegge forvaltningen av slike utpostforekomster?

Musserongene er en gruppe med mange habitatspesialister som er relativt godt studert i Europa og globalt, og vi legger derfor denne gruppen under lupen: Har våre spesialiserte rødlistede og sjeldne musseronger internasjonalt viktige populasjoner i Norge/Norden? Er noen av disse å betrakte som norske ansvarsarter?

MATERIALE OG METODER

Data om norsk utbredelse, habitattilhørighet og rødlistestatus er hentet fra Rødlistebasen under Artsdatabankens Artsportal, i tilknytning til et pågående prosjekt med å oppdatere habitatdata i Rødlistebasen. I denne sammenheng er også Norsk SoppDatabase (NSD 2012), samt egne nye funndata også konsultert. Data om status i Norden og ellers i Europa, samt globalt er hentet fra ulike kilder som er referert i teksten. Funndata fra Sverige, Danmark, Storbritannia, Sveits, Østerrike og Slovakia er innhentet fra online herbariedatabaser. Selv om europeiske forekomstdata er blitt langt mer tilgjengelige etter at flere herbariedatabaser er blitt online, er det fortsatt vanskelig å anslå de reelle, totale populasjoner for ulike deler av Europa. Disse må baseres på ekspertvurderinger, grunnet mye i relativ hyppighet; de artene med høyest funntall i et land antas som vanlige, de med lavest antas som sjeldne. I Norge er det foretatt vurderinger av kunnskapsgrunnlaget i forbindelse med rødlisting. For de rødlistede musserongene antas ca. 10(-20)% av de norske populasjonene å være kjent, dvs. vi opererer med mørketall på x10(-x5) (se Rødlistebasen i Artsdatabankens Artsportal).

ØKOLOGI OG UTBREDELSE

Hovedtrekk i økologi og utbredelse

De rødlistede/sjeldne musserongene kan deles i 5 hovedgrupper etter habitattilknytning og utbredelse (Tabell 1). Barskogsartene er i hovedsak knyttet til kalkskog og/eller til tørre sandfuruskoger. I alt 6 arter er furuassosiert, 5 er granassosiert, og 1 er bjørk-(gran)tilknyttet. Edellauvskogsartene er i Norge hovedsakelig tilknyttet eik og lind (4 rødlistearter). Dette elementet er også kravfullt, knyttet til rike skogsutforminger, men i liten grad til kalkskog. Nærmere presentasjon av utbredelse og habitattilknytning hos de enkelte artene vil bli tilgjengelig gjennom artsfaktaark som er under utlegging under Artsdatabankens Artsportal.

Eikeskogselementet

Utbredelse og habitat i Norge/Norden: Elementet består av fire arter. Tre av disse har vært betegnet som ”sørlandsopper” (Brandrud m. fl. 2000): bittermusserong (*T. acerbum*), pantermusserong (*T. filamentosum*) og sleip kastanjemusserong (*T. ustaloides*). Disse har en svært lik utbredelse i kjerneområdene, med et klart tyngdepunkt langs kyststripa fra Porsgrunn til Lillesand/Kristiansand. Her opptrer de i blåveisrike eik-lindeskoger på amfibolitt, gabbro og på skjellsand. Bittermusserong har en noe videre utbredelse enn de andre, med utpostforekomster i kalklinde-eikeskog i indre Oslofjord, samt enkelt fjordforekomster i Hardanger, og er således ingen sørlandsopp i snever forstand (Brandrud 2007). Alle disse tre har mellom 20 og 25 kjente forekomster i Norge. Elementet av sørlandsopper i rik edellauvskog er tidligere presentert i Agarica (Brandrud 2007). Bittermusserong og pantermusserong har dessuten et klart nordisk tyngdepunkt på Sørlandskysten med kun svært få funn i Sør-Sverige/Danmark (jfr. Vesterholt 2000, Brandrud m. fl. 2000), mens sleip kastanjemusserong har en noe større utbredelse i Sør-Sverige/Danmark enn i Norge. Den siste av de fire, lundmusserongen (*T. sejunctum* EN) er ikke funnet på Sørlandet, men har en forekomst i rik eikelund på Kråkerøy i Fredrikstad (eneste funn i Norge, jfr. Brandrud m. fl. 2009). Denne forekomsten står i forholdsvis nær kontakt med et nordlig utpostområde i Bohuslän, og arten er for øvrig ikke helt sjelden i Sør-Sverige og Danmark (Jacobsson 2005).

Tabell 1. Rødlistede/sjeldne musseronger (*Tricholoma*) fordelt på økogeografiske elementer i Norge, samt vurdering av internasjonal viktighet av norsk/nordiske populasjoner.
RL = rødlistestatus (Norge 2010), Funn NO = antatt kjente lokaliteter i Norge per 2012, utpost: Norske forekomster er små utposter av liten viktighet i europeisk sammenheng, reg utp = regional utpost: Norske forekomster utgjør større, regionalt viktigere utposter, kje pop = kjernepopulasjoner: Norske/nordiske populasjoner utgjør viktigste kjerneområder for arten i Europa/globalt, and Eur % = andel av europeiske populasjoner i prosent, Nor dic = Utbredelse Norden (utenfor Norge), M Eur = Mellom-Europa, S Eur = Syd-Europa, N Am = Nord-Amerika, (x) = svært sjelden, x = spredt/sjelden, **xx** = vanlig, x(x) = ??

Redlisted/rare Tricholoma species, divided into ecogeographical elements in Norway, and assessment of international importance of Norwegian/Nordic populations. RL = red-list status Norway 2010, Funn NO = number of known localities in Norway per 2012, ut post: Norwegian outposts are small and of little importance for European populations, reg utp: Norwegian occurrences are larger, regionally important outpost. kje pop: Norwegian/Nordic populations are the most important chore area for the species in Europe/globally, and Eur% = proportion of European population (in %), Nordic = distribution in the Nordic countries (outside Norway), M Eur = Central Europe, Nam = North America: (x) very rare. x scattered/rare. ***xx*** *frequent.*

	RL	Funn NO	ut post	reg utp	kje pop	and Eur%	Nor dic	M Eur	S Eur	Jap an	N Am
Rik eik(-lind)eskog, sørlige arter:											
Tricholoma acerbum	EN	22		x		1-5	(x)	x	**xx**	x	-
Tricholoma filamentosum	VU	25		x		1-5	(x)	(x)	x	x	-
Tricholoma ustaloides	VU	20	x			<1	x	**xx**	**xx**	x	-
Tricholoma sejunctum	EN	1	x			<1	x	**xx**	**xx**	**xx**	?
Tørr kalkfuruskog; steppe/fjord-arter:											
Tricholoma batschii	VU	30	x			<1	x(x)	**xx**	**xx**	-	x
Tricholoma joachimii	EN	15		x		5-10	(x)	(x)	x	-	(x)
Kalkgranskog, sørøstlige arter:											
*Tricholoma atrosquamosum**	NT	85			(x)	5-10	**xx**	**xx**	(x)	-	x(x)
Tricholoma aurantium	NT	50			(x)	5-10	**xx**	**xx**	x	-	**xx**
Kalk/lågurtgran-bjørkeskog, nordlige arter:											
Tricholoma borgsjoeënse	EN	7			**x**	25-30	**xx**	(x)	-	-	-
Tricholoma olivaceotinctus	NT	22			**x**	25-30	**xx**	-	-	-	-
*Tricholoma sulphurescens***	NT	7			**x**	10-20	**xx**	-	-	-	?
Sandfuruskog-knause furuskog, østlige arter:											
Tricholoma apium	NT	44			**x**	10-15	**xx**	(x)	(x)	-	x
Tricholoma colossus	Eu	110			**x**	25-30	x	(x)	x	-	x
Tricholoma focale(=robustum)	kan	76			**x**	10-15	**xx**	(x)	x	x	**xx**
Tricholoma matsutake	NT	50			**x**	5-10	**xx**	(x)	-	xx	(x)

*kun barskogs-genotypen behandlet her (only the coniferous forest genotype treated here)
***kun nordlig bjørke-genotype behandlet her (only the northern Betula genotype treated her)*

Fig. 1. pantermusserong *Tricholoma filamentosum*. Foto: Kristin H. Brandrud.

Utbredelse i Europa/globalt: De fire edellauvskogsartene er trolig eurasiske; de er kjent øst til Japan (A. Yamada, pers. medd.), men er ikke med sikkerhet funnet i Nord-Amerika. De tre sørlandsoppene ser ut til å ha et nokså likt utbredelsesmønster, i hovedsak knyttet til tempererte-mediterrane eik(-agnbøk)skoger (jfr. bl.a. Galli 1999) og med et søreuropeisk, kanskje delvis vesteuropeisk tyngdepunkt. Lundmusserongen ser ut til å ha et tyngdepunkt i mellomeuropeiske kalkeik-bøkeskoger, der den er relativt vanlig, men utbredelse/hyppighet er usikker pga. forveksling med flere nærstående arter.

Viktigheten av de norsk/nordiske populasjonene: Bittermusserong og pantermusserong virker å ha en relativt fåtallig og fragmentert utbredelse i Europa, særlig nord for Alpene. Bittermusserongen er mest kjent og dokumentert av disse. Arten er angitt som meget sjelden i det meste av Tyskland, lokalt mindre sjelden i Storbritannia, Sveits, Østerrike og Slovenia (størrelsesorden 100 lokaliteter kjent i hhv. Storbritannia og Sveits + Østerrike pr. 2012, NBN Gateway 2012, Swissfungi 2012, Austrian Mycological Society, 2012; 65 lokaliteter i Slovenia, Fungi of Slovenia 2012) og den er angitt som spredt/ikke sjelden i Ungarn (B. Dima, pers. medd.). I middelhavsområdet er arten bl.a. angitt som relativt vanlig i Appenninene i Italia (Galli 1999), mindre vanlig i Catalonia i Spania (Bolets de Catalunya 1984). Den er også angitt fra Nord-Afrika (Marokko og Kanariøyene).

Både bittermusserong og pantermusserong er angitt som sterkt/kritisk truet i hele Norden, og bittermusserong er vurdert som truet også i flere land i Vest-Europa/Mellom-Europa (Tyskland, jfr. Karasch og Hahn (2009), Nederland, Aarnolds (1989) og Noordeloos og Christensen (1999), Sveits, Senn-Irlet m.fl. (2007), tidligere også i Storbritannia, Ing 1992). Arten er inkludert på en helt foreløpig, samlet europeisk rødliste (Ing 1993). Vår pantermusserong er i mindre grad rødlistevurdert i Vest-

og Mellom-Europa pga. forveksling med en annen, sørligere og i Mellom-Europa vanligere art i pantermusserongkomplekset (*T. pardinum* ss. str.).

Det kan se ut som de norske forekomstene langs sørlandskyststripa av bittermusserong og pantermusserong utgjør noen av de største forekomstene nord for Alpene-Karpatene. Forekomstene representerer således viktige, isolerte nordlig utpostområder som trolig også er gamle relikt/restforekomster fra tidligere tider da eikeskogene hadde en mer sammenhengende utbredelse i Vest-Europa. Disse bør kunne betraktes som internasjonalt viktige populasjoner, selv om våre forekomster neppe overskrider 5% av de totale. Sett i en nordisk sammenheng vil dette være klart norske ansvarsarter.

Våre eikearter har vandret nordover i Europa etter istida langs tre innvandringsveier (Dumolin-Lapégue m. fl. 1997). Det vestlige tyngdepunktet på disse artene i Europa kan tyde på at disse har fulgt eikas vestlige innvandringsvei fra Spania/Portugal etter istida (Dumolin-Lapégue m. fl. 1997), og at de isolerte forekomstene på Sørlandet henger igjen som et ”fingeravtrykk” av den tidlige eikefungaen som etablerte seg i de vidstrakte eikeskogene her i varmetida.

Sleip kastanjemusserong og lundmusserong har en vanligere, mer sammenhengende og mer ”triviell” edellauvskogsutbredelse, med tyngdepunkt i eik-bøkeskoger i Sør- og Mellom-Europa, og en mer gradvis uttynning nordover (jfr. bl.a. Galli 1999). Her har de norske forekomstene neppe noen stor forvaltningsmessig betydning. De nordiske forekomstene til sammen av sleip kastanjemusserong er av de større nord for Alpene-Karpatene, men siden (i) arten virker å være vanlig i Middelhavsområdet, og (ii) utbredelsen ikke virker spesielt diskontinuerlig i Mellom-Europa, så er neppe våre bestander spesielt viktig.

Kalkfuruskogselementet

Utbredelse og habitat i Norge/Norden: Dette elementet består av de to artene besk kastanjemusserong (*T batschii*) og sienamusserong (*T. joachimii*). Sienamusserongen har 15 kjente lokaliteter i Norge, og det totale, reelle antallet lokaliteter anslås til ca. 50 (basert på en vurdering av kartleggingsintensitet i relevante kalkfuruskogsområder). Besk kastanjemusserong er noe vanligere, med 30 kjente og totalt 300 anslåtte lokaliteter. Begge har en nokså ”sær”, fragmentert, bisentrisk utbredelse i Norge. De opptrer i steppeliknende, tørre, åpne kalkfuruskoger og skogkanter i indre Oslofjord-Ringeriksområdet (Ødegaard m. fl. 2006), og i rike, gamle fjordsidefuruskoger på Sunnmøre (Holtan og Larsen 2010). Særlig besk kastanjemusserong har en bemerkelsesverdig sær, fragmentert utbredelse også lokalt innenfor området indre Oslofjord-Ringerike. På enkelte kalkrygger er det store populasjoner, mens arten mangler på andre, nærliggende kalkrygger. Dette kan indikere dårlig evne til spredning/etablering under dagens forhold, og kan tyde på at dette er gamle restforekomster – relikter. Begge disse utbredelsesområdene huser en del arter med en reliktpreget, diskontinuerlig utbredelse som kan være rester av en større, tidligere utbredelse i pionérfaser etter istida da mineralrike, humusfattige furuskoger dekket betydelig større arealer enn i dag (jfr. Brandrud 1998, Holtan og Larsen 2010). Andre eksempler på arter med en slik bisentrisk, reliktpreget kalkfuruskogsutbredelse er stor bananslørsopp (*Cortinarius mussivus*) og stålgrå vokssopp (*Hygrophorus atramentosus*). I Nordisk sammenheng kommer det inn et tredje kjerneområde for disse ”steppeartene”: kalkområdet i Østersjøen (Gotland-Saarenmaa), jfr. bl.a. Johansson og Bohus-Jensen 2011). Dette er også et område som huser mange antatte relikter (Nitare 2009).

Utbredelse i Europa/globalt: Sienamusserong har en sterkt bisentrisk utbredelse også når man ser på Europa som helhet. I tillegg til det tredelte nordiske utbredelsesområdet har arten sitt tyngdepunkt i mediterrane furuskoger med strandfuru (*Pinus pinaster*, Galli 1999). Arten har noen få forekomster i de varme alpedalene, men er ellers ikke kjent nord for Alpene mellom disse lokalitetene og Gotland-Saarenmaa (jfr. Johansson og Bohus-Jensen 2011). Dette bisentriske mønsteret minner for øvrig en del om utbredelsen bl.a. til vinriske (*Lactarius semisanguifluus*) og vokssoppen *Hygrophorus latitabundus* som har sine tyngdepunkter i furuskoger langs Middelhavet, med isolerte utposter i tørre, åpne kalkfuruskoger på Gotland (Heilmann-Clausen et al. 1998, Larsson m. fl. 2011). Utenfor Europa er arten bare kjent fra et sanddyneområde på kysten av Oregon, USA (G. Gulden, pers. medd.).

Besk kastanjemusserong synes å ha et tilsvarende tyngdepunkt som sienamusserong i middelhavsområdet, men er heller ikke sjelden i kontinentale områder i Mellom- og Øst-Europa, jfr. bl.a. Pilát og Usák (1961, som *T. albobrunneum*), nærmere 150 lokaliteter registrert i Sveits (Swissfungi 2012), angivelse som vanlig i furuplantasjer i Ungarn (B. Dima, pers. medd., registrert øst til Hellas-Tyrkia. Den forekommer også i NV-Afrika: Kanariøyene (Izquierdo m. fl. 2004). Angivelser fra Asia er ikke kjent (den er ikke funnet i Japan iflg. A. Yamada, pers. medd.), men arten er angitt som sjelden fra kystskoger i California (Bessette m. fl. 2013).

Viktigheten av de norsk/nordiske populasjonene: Populasjonene langs Storfjorden på Møre, i Oslo-Ringerikeområdet og på Gotland-Saarenmaa av sienamusserong (*T. joachimii*) utgjør et ekstremt isolert utbredelsesområde med større utpostpopulasjoner som således har stor bevaringsverdi. Gotlandsforekomstene av sienamusserong har fått sin egen handlingsplan (Johansson og Bohus-Jensen 2011). Det er usikkert hvor store populasjonene langs Middelhavet kan være, men anslagsvis kan de norsk/svenske utpostbestandene utgjøre 5-10%

Figur 2. svartspettet musserong *Tricholoma atrosquamosum.* Foto: Tor Erik Brandrud.

av de totale europeiske bestandene.

Populasjonene av besk kastanjemusserong (*T. batschii*) i Europa er større, og de norsk-svenske-estiske bestandene er del av et noe mer sammenhengende utbredelsesområde, med en ”bro” fra Karpatene/Polen til Saarenmaa/Estland-Gotland, og er således ikke så viktige i en europeisk sammenheng. Våre forekomster kan dog være gamle reliktpopulasjoner med genetiske særtrekk. De norsk-svenske bestandene utgjør sannsynligvis 1-5% av de europeiske bestandene.

Kalkgranskogselementet

Utbredelse og habitat i Norge/Norden: Svartspettet musserong (*T. atrosquamosum*) og oransjemusserong (*T. aurantium*) faller innenfor denne gruppen. Disse tilhører et sørligsørøstlig kalkgranskogselement i Norge, med relativt store populasjoner på norsk-svensk basis. Artene følger mønsteret for en del kalkbarskogsarter ved å være et hakk vanligere i Mellom-Europa, hvor kalkbarskoger dominert av gran eller edelgran er noe vanligere, for eksempel i Jura-Kalkalpene og Schwarzwald (hhv. nærmere 300 og 200 lokaliteter kjent for disse to artene i Sveits + Østerrike pr. 2012). Disse artene er også i mindre grad rødlistet i Mellom-Europa enn i Norden.

Utbredelse i Europa/globalt: Slike kalkgranskogs/kalkbarskogsarter har gjerne en svakt bisentrisk utbredelse i Europa, med ett tyngdepunkt i montane-subalpine områder i Jura-Alpene-Karpatene og ett i Norden. Oransjemusserong skiller seg imidlertid noe fra det vanlige kalkbarskogsmønsteret ved at den også har en utbredelse i Middelhavsområdet under svartfuru (*Pinus nigra*) og steineik (*Quercus ilex*). Svartspettet musserong opptrer også i andre habitater, i lind-hasselskog, men lauvskogsformen skiller seg genetisk, og utgjør trolig en egen, biologisk art (Heilmann-Clausen og Christensen, pers. medd.).

Viktigheten av de norsk/nordiske populasjonene: Kalkgranskogsartene svartspettet musserong og oransjemusserong har antageligvis en vid utbredelse i Nord-Amerika (gjelder i hvert fall sistnevnte, Bessette m. fl. 2013). Men i

Fig. 3. oliven skjellmusserong *Tricholoma olivaceotinctus*. Foto: Tor Erik Brandrud.

Eurasia ser det ut til disse artene har et tyngdepunkt i Alpene-Karpatene og i kalkområdene i Norden. De største bestandene finnes i Mellom(-Sør)-Europa, mens de nordiske grovt kan anslås å utgjøre 15-20% av de europeiske, de norske kanskje ca. 5%. De nordiske bestandene utgjør således et mindre kjerneområde, men kan betraktes å ha en viss internasjonal viktighet.

Det boreale elementet

Norsk/nordisk utbredelse: Elementet består i hovedsak av tre arter(Tabell 1). Dystermusserong (*T. borgsjoeënse* EN) og oliven skjellmusserong (*T. olivaceotinctus* NT) er strengt grantilknyttede arter som opptrer i nord/mellomboreale kalk- og lågurtgranskoger, også i friskere overganger mot høystaude-storbregnegranskoger. Den nordlige typen av gulnende reddikmusserong (*T. sulphurescens* NT) er her hektet på fordi den ofte opptrer i samme naturtyper i samme områder, dog med en klar tilknytning til bjørk. Grankransmusserongen (*T. dulciolens* NT) er knyttet til gran, oftest på kalk, men vokser også på fattigere (sand)mark, og har en videre utbredelse enn de tre ovennevnte, og er vanskelig å plassere i øko-geografiske element. Siden denne også er genetisk heterogen (inkluderer et trolig mer sørøstlig taxon,*Thricholoma ilkkaii* nom. Prov. J. Heilmann-Clausen, pers. medd.), er den ikke nærmere omhandlet her.

De tre artene i dette elementet er noe mindre innsamlet og noe mindre kjent enn foregående gruppe. Dystermusserong og oliven skjellmusserong ble beskrevet som nye for vitenskapen så seint som på 2000-tallet (Jacobsson og Muskos 2006, Christensen og Heilmann-Clausen 2009) og har siden bare vært rapportert for Norge av Gulden og Spolén-Nilsen (2007) og Christensen og Heilmann-Clausen (2009, 2012). Den nordlige *T. sulphurescens* er ennå ikke formelt beskrevet (jfr. Mathiassen m. fl. 2007). Dystermusserong og oliven skjellmusserong er så langt i Norge registrert på Østlandet og i Trøndelag, sistnevnte nord til Nordland. Artene ser ut til å være knyttet mest til de nordøstlige delene av granas utbredelsesområde i Norge, med tyngdepunkt i Trøndelag(-Nordland) og indre dalstrøk på Østlandet. Dystermusserong er meget sjelden, kjent pr. 2012 fra 7-8 lokaliteter, mens oliven skjellmusserong er et hakk vanligere, med 22 kjente lokaliteter. Gulnende reddikmusserong (kjent fra 7 lokaliteter) skiller seg ut ved å være helt nordlig, kun registrert nord for Dovre (NSD 2012).

Dystermusserong og oliven skjellmusserong ser ut til å ha en tilsvarende utbredelse og tilsvarende sjeldenhet i Sverige (jfr. Jacobsson og Muskos 2006) som i Norge. Begge artene er funnet mest i Medelpad-Jämtland. Gulnende reddikmusserong har også et helt tilsvarende forekomstbilde i Sverige (kjent fra Medelpad til Lulle Lappmark), men her tilkommer også funn i Sør-Sverige. Disse tilhører imidlertid et sørlig takson som er klart adskilt genetisk fra vårt nordlige (J. Heilmann-Clausen, pers. medd.). Alle de tre artene har en vid utbredelse i Finland (Salo m. fl. 2005).

Utbredelse i Europa/globalt: Oliven skjellmusserong er pr. i dag ikke kjent utenfor Fennoskandia, og kan så langt betraktes som en nordisk endemisme. Dystermusserong har så langt bare ett funn utenfor Fennoskandia (Tsjekkia; Holec og Kriz 2012). Med en vid utbredelse i Finland er det sannsynlig at disse nordlige artene også opptrer inn i Russland, men trolig med et reelt tyngdepunkt i Fennoskandia pga. tilknytning til rike lågurtskoger og kalkområder. Gulnende reddikmusserong er angitt fra nordlige habitater også i Nord-Amerika (Bessette m. fl. 2012), og har antageligvis en mer eller mindre sirkumpolar utbredelse.

Viktigheten av de norsk/nordiske populasjonene: Med tilnærmet hele sin kjente utbredelse innenfor Fennoskandia, framtrer dystermusserong og oliven skjellmusserong som klare

Fig. 4. Tegelrød kragemusserong *Tricholoma focale* (= *T. robustum*). Foto: Tor Erik Brandrud.

norsk-nordiske ansvarsarter. Med dagens kunnskap kan det se ut som 25-30% av de globale bestandene av disse to artene finnes innenfor Norge. Med få og usikre funn fra Nord-Amerika, framtrer de nordiske populasjonene av gulnende reddiksmusserong (nordlig takson) som de klart globalt viktigste for denne arten.

Sandfuruskogselementet

Utbredelse og habitat i Norge/Norden: Lakrismusserong (*T. apium* NT) og kransmusserong (*T. matsutake* NT) er to rødlistarter som i hovedsak er knyttet til tørre, lavdominerte, kontinentale sandfuruskoger i Norden. I Norge har disse også en tilknytning til kalkfuruskog /lågurtfuruskog, men sandfuruskog (som er mindre kartlagt enn kalkfuruskog) vurderes å være hovedhabitatet. Tegelrød kragemusserong (*T. focale*) som er en «rødlistekandidat» hører også til dette elementet. Kjempemusserong (*T. colossus*) er også tatt med her, selv om den i Norge hovedsakelig opptrer i grunnlent lav-, lyng- og lågurtfuruskog. Ellers i Europa er dette en typisk sandfuruskogsart.

Dette elementet er under kartlegging som oppfølging av «Handlingsplan for spesielle sandområder» (Ødegaard 2011, Brandrud 2012, Brandrud og Bendiksen 2013) og vil bli omhandlet i en egen artikkel om sandfuruskogsopper. Se også egen artikkel om kransmusserongen, den japanske matsutaken, som er en av verdens mest kostbare matsopper (Brandrud 2013).

Utbredelse i Europa/globalt: Hele dette elementet av sandfuruskogsarter ser ut til å ha en vid Eurasisk-Nordamerikansk utbredelse. I Europa, utenom kjerneområdene i Norden, er disse artene meget sjeldne og med en fragmentert utbredelse.

Viktigheten av de norsk/nordiske populasjonene: Sandfuruskogsoppene utpeker seg som svært viktige, nordiske ansvarsarter. De fennoskandiske sandfuruskogene på bre- og elvesedimenter utgjør det klart største og viktigste forekomstområdet for disse soppene i Europa, muligens også globalt. Populasjonene i Europa utenfor Norden er spredte og små, og i sterk

Fig. 5. Kjempemusserong *Tricholoma colossus*. Foto: Balint Dima.

tilbakegang pga. fragmenterte habitater samt utarming av habitater pga. eutrofiering (nitrogenbelastning, jfr. bl.a. Dörfelt og Bresinsky 2003 fra Tyskland og Arnolds og Jansen 1992 fra Nederland). Disse artene er vurdert som truet på de fleste rødlistene i Europa, og de er også inkludert på et forslag til en samlet europeisk rødliste (Ing 1993). I Asia er også habitatet (furuskog) i tilbakegang pga. avskoging (bl.a. kjerneområder i SV-Kina) og kraftige angrep av furuvednematoden (Japan). En art som kransmusserong (*T. matsutake*) hadde tidligere trolig sitt tyngdepunkt i furuskogene i Japan, Korea og SV-Kina. Nå er de nordlige deler av Fennoskandia kanskje et like viktig tyngdepunkt for denne arten.

Oppsummering av arter med viktige internasjonale populasjoner i Norge/Norden

I alt 9 av de 15 rødlistede/sjeldne musserongartene behandlet i denne artikkelen har en stor andel av sine europeiske populasjoner i Norden og disse populasjonene utgjør dermed tyngdepunkter i europeiske sammenheng. Av disse antas de to nordlige artene (*T. borgsjoeënse* og *T. olivaceotinctus*) og en vestlig art (*T.colossus*) å ha 25-30% av sine europeiske forekomster i Norge. De tre sørlige artene *T. acerbum, T. filamentosum* og *T. joachimii* har en lav andel av de europeiske populasjonene i Norge/Norden, men disse ansees til gjengjeld å representere svært viktige utpostlokaliteter, slik at til sammen 12 av de 15 rødlistede/sjeldne artene har internasjonalt viktige populasjoner i Norge (jfr. Tabell 1). Denne gruppen som helhet, eller noen av artene, peker seg dermed ut som kandidater til forvaltningsregimet «prioriterte arter» under Naturmangfoldloven.

1.Arter med nordisk tyngdepunkt (norsk/nordiske ansvarsarter)

De to nordlige granskogsartene dystermusserong (*T. borgsjoeënse*) og oliven skjellmusserong (*T. olivaceotinctus*) skiller seg ut ved å ha tilnærmet hele sin kjente utbredelse innen-

for Fennoskandia. Disse kan betegnes som boreale, nordiske (eventuelt nordisk-russiske) ansvarsarter. Den nordiske andel av global populasjon kan være fra nesten 100% til størrelsesorden 70%, avhengig av forekomst i Russland. Forekomstene i Norge-Sverige-Finland kan se ut til å være av omtrent samme omfang, og Norge bør dermed kunne huse ca. 25-30% av de totale populasjonene av disse artene. Også den nordlige, trolig sirkumpolare bjørkeskogsarten gulnende reddikmusserong (*T. sulphurescens*) antas å ha en større andel av europeiske populasjoner i Norge/Norden.

Også sandfuruskogsartene utmerker seg med trolig å ha sine største og viktigste europeiske forekomster i Norden, med anslagsvis 70-80% av europeiske populasjoner i Norden. Her er imidlertid den eurasiske utbredelsen betydelig større, i dag kanskje med fifty-fifty forekomster i Europa versus Japan-Korea-SV Kina (jfr. Risberg 2003).

Sandfuruskogsartene bør vurderes som nordiske ansvarsarter, men hovedansvaret her ligger på Sverige-Finland som trolig har 80% av de nordiske forekomstene. Dermed kan de norske forekomstene anslåes til 10-15% av de europeiske. Unntaket her er kjempemusserong (*T. colossus*) som ser ut til å ha sine europeiske tyngdepunkter i oseaniske furuskoger i Norge og i Portugal-Spania. Anslagsvis har Norge 25-30% av de europeiske populasjonene av denne arten, som peker seg ut som norsk ansvarsart. Arten har for øvrig et europeisk forvaltningsfokus, og er inkludert i en liste over sopparter foreslått som kandidater for Bern-konvensjonens liste (Dahlberg og Croneborg 2003).

2. Bisentriske arter med nordisk-mellomeuropeisk tyngdepunkt

Svartspettet musserong (*T. atrosquamosum*) og oransjemusserong (*T. aurantium*) tilhører en stor gruppe kalkbarskogsarter med en mer eller mindre bisentrisk kalkutbredelse i Norden og Mellom-Europa, med størst forekomster i sistnevnte. Vi antar her at 20-35% av de europeiske populasjonene kan befinne seg i Norden/Fennoskandia, og størrelsesorden 5-10% i Norge.

3. Sørlige arter med viktige norsk/nordiske utposter

Både den sørlige kalkfuruskogsarten sienamusserong (*T. joachimii*) og de to eikeartene bittermusserong (*T. acerbum*) og pantermusserong (*T. filamentosum*) har i hovedsak små, fragmenterte og truete populasjoner i Europa. De norske utpostforekomstene kan således være viktige, selv om de er relativt små. De disjunkte, norsk-svenske forekomstene av sienamusserongen kan utgjøre 5-10% av de europeiske. De nevnte eikeartene forekommer i Norden nesten bare på Sørlandet og disse norsk/nordiske forekomstene utgjør trolig <5% av de europeiske, men er blant de viktigste nord for Alpene.

Truethet i Norge/Norden/Europa

Som nevnt innledningsvis, er over 30% av de norske musserongene rødlistet, og av disse er 7 vurdert som truet, og 6 som nær truet (jfr. Tabell 1). Truethetsvurderingen er i hovedsak basert på en indirekte vurdering av truethet/tilbakegang av artenes habitater. Følgende hotspot-habitater for rødlistede musseronger er vurdert som truet/nær truet i Norge (Rødliste for naturtyper: Bendiksen 2011): kalkgranskog (VU), ulike typer kalkfuruskog (NT), lågurteikeskog (NT) og kalklindeskog (VU). Sandfuruskog ble ikke rødlistevurdert som naturtype i 2010, men er en aktuell rødlistekandidat til neste vurdering (jfr. Brandrud og Bendiksen 2013). Bortsett fra sandfuruskogsartene, er alle våre rødlistede musseronger mer eller mindre sterkt knyttet til disse rødlistede naturtypene.

Lågurteikeskog og tilhørende arter:

Lågurteikeskogen langs Skagerrakkysten, der de tre artene bittermusserong (*T. acerbum*),

pantermusserong (*T. filamentosum*) og sleip kastanjemusserong (*T. ustaloides*) har sitt nordiske tyngdepunkt, blir i økende grad fokusert i miljøhensyn i skogbruket med avsetting av nøkkelbiotoper. Samtidig er de kystnære eikeskogene utsatt for arealinngrep, bl.a. ved bolig og veiutbygging, slik at habitatet etter alt å dømme fortsatt er i nedgang.

Internasjonalt vurderes mange eikearter å være truet. Således er f.eks. bittermusserong foreslått på en europeisk rødliste (jfr. Ing 1993). Eikeskogene generelt kan betraktes som et betydelig desimert og fragmentert habitat på europeisk basis, det er estimert at mindre enn 2% er igjen av de opprinnelige, gamle edellauvskogene i Europa (Hannah m. fl. 1995).

Kalkbarskog og tilhørende arter:
Verdifull kalkfuruskog er vurdert å være i relativt liten tilbakegang (nær truet), bl.a. pga. god vernedekning i mange områder med en tidlig, egen verneplan (Bjørndalen og Brandrud 1989), og mindre utsatthet for flatehogst. Artene som er omtalt i kalkfuruskogselementet ovenfor (besk kastanjemusserong *T. batschii* og sienamusserong *T. joachimii*) er imidlertid bl.a. knyttet til et kalkfuruskogsområde i indre Oslofjord som har hatt en over gjennomsnittlig tilbakegang pga. betydelig tap av areal til utbygging (jfr. Brandrud m. fl. 2011). Dermed er disse utsatt på regional skala, og må således (fortsatt) trolig antas å være i nedgang.

Kalkgranskogen er vurdert som truet bl.a. fordi denne naturtypen i liten grad er kartlagt og vernet, og er utsatt for omfattende hogst/flatehogst som igjen kan føre til tap av soppforekomster. Imidlertid kan mykorrhizaarter reetablere seg når ny skog på plantefeltene blir 25-30 år gammel (jfr. bl.a. Ødegaard m. fl. 2006). Svartspettet musserong (*T. atrosquamosum* NT) har i sine kjerneområder på Ringerike-Hadeland en ganske hyppig forekomst i yngre, delvis plantet kalkskog, og ser ut til å ha hatt et visst oppsving de seinere tiår med mange vitale forekomster i ungskog (Ødegaard m. fl. 2006). Samtidig ser de mindre bestandene utenfor kjerneområdene ut til å være knyttet i større grad til (gjenværende) eldre skog, og her har sannsynligvis arten hatt en nedgang siste 40-50 år. Forekomster i ungskog er i liten grad registrert for disse artene i Sverige, og andelen av kalkskogen som er flatehogd er trolig også større her, noe som kan forklare hvorfor flere av disse kalkartene er vurdert som mer truet i Sverige enn i Norge.

De to kalkgranskogsartene er rødlistet i hele utbredelsesområdet i Norden. De har såvidt store populasjoner i de montane-subalpine gran-edelgranskogene på kalk i Mellom-Europa at de i liten grad er vurdert som truet/rødlistet her. Kalkfuruskogsarten besk kastanjemusserong er vurdert som truet i Norge og Finland, mens den knapt er rødlistet ellers i Europa pga. større bestander og bl.a. opptreden i plantede furuskoger. Kalkfuruskogsarten sienamusserong er vurdert som sterkt truet (EN) både i Norge og Sverige, pga. få og små, fragmenterte lokaliteter, og sterk tilknytning til naturtype i tilbakegang. Arten er vurdert som truet også i Vest- og Mellom Europa (jfr. Johansson og Bohus-Jensen 2011).

Sandfuruskog og tilhørende arter:
Tørre, lavdominerte sandfuruskoger er et hotspot-habitat for mange mineralelskende, humusskyende mykorrhizasopper. Dette habitatet er først i det seinere blitt fokusert som forvaltningsobjekt, og er ikke rødlistevurdert i Norge pga. kunnskapsmangel og stor usikkerhet omkring avgrensning av naturtypen(e). Under pågående studier av sandfuruskog, har vi imidlertid sett en del indikasjoner på at de mest artsrike og rødlisterike sandfuruskogsområdene er truet bl.a. av tettstedsutvikling, eksempelvis omkring Elverum (Brandrud 2012) og Hønefoss (jfr. Brandrud og Bendiksen 2013). Nitrogenbelastning synes

ikke å ha nådd kritiske nivåer i norske sandfuruskoger (jfr. Aarrestad m. fl. in prep.).

På europeisk skala er det særlig sandfuruskogsartene som peker seg ut som truet. Disse er med sine svært små og fragmenterte bestander angitt som truet over det meste av i form av eutrofiering (nitrogenbelastning) som den viktigste negative påvirkningsfaktoren (Dörfelt og Bresinky 2003, Dahlberg og Croneborg 2003, jfr. også Danmarks Svampeatlas).

TAKK

Balint Dima, Ungarn, Francesco Bellu, Italia og Akiyoshi Yamada, Japan takkes for opplysninger om artsutbredelse, og Gro Gulden takkes for kommentarer og innspill i fagfellevurderingen. Sammenstillingene og vurderingene i artikkelen er i stor grad basert på data fra pågående prosjekt om habitattilhørighet av rødlistede sopparter, finansiert av Artsdatabanken.

ETTERORD

Etter at denne artikkelen er gått i trykken, er det utkommet en praktbok om musseronger i den danske serien Fungi of Northern Europe (Christensen og Heilmann-Clausen 2013; foreligger både på dansk og engelsk). For nærmere beskrivelse og bilder av arter, samt detaljer om europeisk utbredelse, vises til denne!

REFERANSER

Arnolds E, 1989. A preliminary red data list of macrofungi in The Netherlands. Persoonia 14: 77-125.

Arnolds E, Jansen, E, 1992. New evidence for changes in the macromycete flora of The Netherlands. Nova Hewigia 55: 325-351.

Austrian Mycological Society, 2012. Database of fungi in Austria. Edited by Dämon W, Hausknecht A, Krisai-Greilhuber I, http://www.austria.mykodata.net. Sitert desember 2012.

Bendiksen, E. 2011. Skog, i: Lindgaard A, og Henriksen S (red.), Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim, s. 87-92.

Bendiksen E, Høiland K, Brandrud T, Jordal JB, 1998. Truete og sårbare sopparter i Norge, en kommentert rødliste [Threatened and vulnerable fungi in Norway, an annotated red list]. Fungiflora, Oslo.

Bessette AE, Bessette AR, Roody, AR, Trudell SA, 2013. North American mushrooms : a guide to the genus *Tricholoma*. The Corrie Herring Hooks series; no. 68. University of Texas Press.

Bjørndalen JE, Brandrud TE, 1989. Landsplan for verneverdige kalkfuruskoger og beslektede skogstyper i Norge. I. Generell del. DN-rapp. 10-1989.

Bolets de Catalunya 1984. Bolets de les collecions de Làmines de la Societad Catalana de Micologia. III, no 146 *Tricholoma acerbum*.

Brandrud TE, 1998. Soppfloraen, biologisk mangfold og truede arter i kalkfuruskogsreservater i Hole og Ringerike kommuner. NIVA rapport 3857-98. Oslo.

Brandrud TE, 2007. Rødlistearter av soppknyttet til edellauvskog; habitatkrav, hotspothabitater og utbredelsesmønstre. Agarica 27: 91-109.

Brandrud TE, 2011. Kalkskog - viktige hotspothabitater for rødlistearter av sopp. Agarica 30: 111-123.

Brandrud TE, 2013. Kransmusserong (matsutake) – sandfuruskogens uslepne diamant. Sopp og nyttevekster 1/2013: 30-35.

Brandrud TE, 2012. Registrering av sandfuruskog og sandfuru-skogsopper i Elverum 2012. Med vekt på mulige utbyggingsområder i Heradsbygda og Søbakken-Løvbergsmoen. - NINA Minirapport 408.

Brandrud TE, Dahl TH, Fonneland I-L, 2000. Sørlandssopper. Blekksoppen 28(80): 12-21.

Brandrud TE, Kristiansen R, Weholt Ø, 2009. Eikelunder i Ytre Østfold - et mykologisk 30-års jubileum. Agarica 28: 94-107.

Brandrud TE, Bendiksen E, Hofton TH, Høiland K, Jordal JB, 2010. Sopp. Fungi, i: Kålås JA, Viken Å, Henriksen S, Skjelseth S, (red.), Norsk Rødliste for arter 2010. [The 2010 Norwegian Red List for Species]. Artsdata-

banken, Trondheim, s. 87-123.
Brandrud TE, Hanssen O, Sverdrup-Thygeson A, Ødegaard F, 2011. Kalklindeskog – et hotspot-habitat. Sluttrpport under ARKO-prosjektets periode II. - NINA Rapport 711.
Brandrud TE, Bendiksen E, 2013. Verdifulle sandfuruskoger og sandfuruskogsopper. En foreløpig oversikt over viktige områder for biologisk mangfold. NINA Minirapport 430.
Christensen M, Heilmann-Clausen J, 2009. Two new boreal species of *Tricholoma* from Fennoscandia. Mycotaxon 107: 431–440.
Christensen M, Heilmann-Clausen J, 2012. *Tricholoma* (Fr.) P. Kumm., i: Knudsen H. og Vesterholt, J (red.) Funga Nordica. Nordsvamp. Copenhagen: 494-510.
Christensen M, Heilmann-Clausen J, 2013 The Genus Tricholoma (Fungi of Northern Europe 4). Danish Mycological Society, Svampetryk, 228 pp.
Dahlberg A, Croneborg H, 2003. 33 threathened fungi in Europe. Complementary and revised information on candidates for listing in Appendix I of the Bern Convention. Swedish Species Information Centre. Uppsala.
Dumolin-Lapègue S, Demesure B, Fineschi S, Le Corre V, Petit RJ, 1997. Phylogeographic Structure of White Oaks Throughout the European Continent. Genetics 146: 1475-1487.
Dörfelt H, Bresinsky A. 2003. Die Verbreitung und Ökologie ausgewählter Makromyceten Deutschlands. Zeitschrift für Mykologie 69 (2): 177-260.
Evans S, Henrici A, Ing B, 2006. Red Data List of Threatened British Fungi. British Mycological Society (unpubl.).
Fungi of Slovenia 2012. List of species and distribution of fungi in Slovenia. http://193.2.23.10 /boletus/arealnekarte/eng/bi.htm . Sitert: Desember 2012.
Galli R, 1999. I Tricholomi. Edinatura. Milano.
Gjerde I, Brandrud TE, Sætersdal M, 2012. Spredning av mykorrhizasopp til granplantefelt på Vestlandet, i: Rolstad J, Gjerde I, Schei FH (red.), Spredningsøkologi hos skoglevende kryptogamer. Norsk institutt for skog og landskap, Ås/Fana, s. 60-69.
Gulden G, 1969. Musseronflora. Universitetsforlaget. Oslo/Bergen/Tromsø.
Gulden G, Spolén-Nilsen T, 2007. *Tricholoma borgsjoeënse*, a spruce associated species of the *T. terreum* group – new to Norway. Agarica 27: 58-60.
Heilmann-Clausen J, Verbeken A, Vesterholt J, 1998. Mælkehatte. Nordeuropas svampe – bind 2. Svampetryk, Odense.
Holec J, Kriz M, 2012. *Tricholoma borgsjoeënse* found in the Czech Republic and *Tricholoma luridum* documented in Slovakia. Czech Mycology 64(2): 223–232.
Holtan D, Larsen P, 2010. Jordboende storsopper som kvalitetsindikator på unike furuskoger på Vestlandet. Agarica 29: 27-44.
Hannah L, Carr JL, Landerani A, 1995. Human disturbance and natural habitat - a biome level analysis of a global data set. Biodiversity and Conservation 4: 128-155.
Ing B, 1992. A provisional red data list of British fungi. Mycologist 6(3): 124-128.
Ing B, 1993. A provisional European red list of endangered macrofungi. European Council for the Conservation of Fungi. Newslewtter 5: 3-7.
Izoquierdo I, Martin JL, Zurita N, Arechavaleta M, 2004. Lista des especes silvestres de Canarias. Hongos, Plantas, Animales terrestres. 500 pp. Gobierno de Canarias.
Jacobsson S, 2005. Minst tre olika kantmusseroner i Sverige. Sv. Mykol. Tidsskr. 26(1): 46-48.
Jacobsson S, Muskos S, 2006. Borgsjömusseron, *Tricholoma borgsjoeënse*, en nybeskriven art från Medelpad. Sv. Mykol. Tidsskr. 27(3): 66-70.
Johansson P, Bohus-Jensen E, 2011. Åtgärdsprogram för sienamusseron 2011–2015 (*Tricholoma joachimii*). Naturvårdsverket rapport 6429.
Karasch P, Hahn C, 2009. Rote Liste gefährdeter Grosspilze Bayerns. Bayerisches Landesamt für Umweldt (LfU).

Larsson E, Jacobsson S, Stridvall A, 2011. Släktet *Hygrophorus*, skogsvaxskivlingar i Sverige. En fältguide till SMF:s svampväkteri "Vaxvakt". SMF Mykologiska Publikationer 3.

Mathiassen G, Granmo A, Bottolfsen T, Marstad P, 2007. Gulnende reddikmusserong (*Tricholoma sulphurescens* Bres.) i Norge. Agarica 27: 13-17.

NBN Gateway 2012. UK National Biodiversity Network's Gateway, http://data.nbn.org.uk/interactive/map.jsp?srchSp=NHMSYS0001474455. Sitert desember 2012.

Nitare J, 2005. Signalarter. Indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping. Tredje upplagan.

Nitare J, 2009. Åtgärdsprogram för kalktallskogar 2009–2013. Naturvårdsverket. Rapport 5967.

Noordeloos ME, Christensen M, 1999. *Tricholoma*., i: Bas C. Kuper TW, Noordeloos ME, Vellinga EC (red), Flora agaricina neerlandica, Vol. 4, Rotterdam, s. 107–148.

Norsk Soppdatabase, NSD, 2012. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, http//www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/. Sitert desember 2012.

Pilát A, Uzák O, 1961. Mushrooms and other fungi. Peter Nevill. London.

Risberg L, 2003. Goliatmusseron *Tricholoma matsutake* – kräver den en kontinuitet av träd? Eksamensarbete. Istitutionen för skoglig mykologi och patologi. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Salo P, Niemelä T, Nummela-Salo U, Ohenoja E, 2005. Suomen helttasienten ja tattien ekologia, levinneisyys ja uhanalaisuus. Suomen ympäristö 769.

Senn-Irlet B, Bieri G, Egli S, 2007. Rote Liste der gefährdeten Grosspilze der Schweiz. Umwelt-Vollzug No 0718. Hrgs. Bundesamt für Umwelt Bern und WSL Birmensdorf, 92 pp. (in German, French, Italian).

Swissfungi, 2012. Swissfungi Verbreitungsatlas, http://www.wsl.ch/dienstleistungen/inventare/pilze_flechten/swissfungi/verbreitungsatlas/index_FR?redir=1. Sitert desember 2012.

Vesterholt J, 2000. Usædvanlige danske svampefund. Stor ridderhat (*Tricholoma acerbum*) fundet igen. Svampe 41: 37-38.

Ødegaard F, 2011. Faglig grunnlag for handlingsplan for spesielle sandområder. NINA Rapport 810.

Ødegaard F, Blom HH, Brandrud TE, Jordal JB, Nilsen JE, Stokland J, Sverdrup-Thygeson A, Aarrestad PA, 2006. Kartlegging og overvåking av rødlistearter. Delprosjekt II: Arealer for Rødlistearter - Kartlegging og Overvåking (AR-KO). Framdriftsrapport 2003-2004. - NINA Rapport 174. NINA, Trondheim.

Aarrestad PA, Bendiksen E, Bjerke JW, Brandrud TE, Hofgaard A, Rusch G, Stabbetorp OE, 2013. Effekter på økosystem og biologisk mangfold av treslagsskifte og treplanting på gjengroingsareal og av nitrogengjødsling i skog. Kunnskapsfakta som grunnlag for vurdering av skogtiltak i klimasammenheng. NINA rapport 959, 69 s.

Passalora juniperina (Georgescu & Badea) H. Solheim comb. nov. – new in Norway or just overlooked?

Halvor Solheim
Norwegian Forest and Landscape Institute, P. O. Box 115, NO-1431 Ås, Norway

Corresponding author:
halvor.solheim@skogoglandskap.no

Norsk tittel: *Passalora juniperina* (Georgescu & Badea) H. Solheim comb. nov. – ny i Norge eller bare oversett?

Solheim H, 2013. *Passalora juniperina* (Georgescu & Badea) H. Solheim comb. nov. – new in Norway or just overlooked? Agarica 2013, vol. 33: 73-80.

KEYWORDS
Juniperus communis, common juniper, needle blight, *Asperisporium juniperinum*, *Stigmina juniperina*

NØKKELORD
Juniperus communis, einer, einertørke, *Asperisporium juniperinum*, *Stigmina juniperina*

SAMMENDRAG
Einer (*Juniperus communis*) har ikke mange sjukdommer eller skadeinsekter, men de senere årene har det blitt observert en økende nålevisning i Sør-Norge. Denne er nå registrert i mange fylker, men er ikke funnet høyere enn 550 m over havet. Den opptrer både i skog, kulturlandskap og hager. Der sjukdommen opptrer er det stor variasjon i intensiteten på angrepet, enkelte trær er ikke angrepet, mens andre ser ut til å dø. Årsaken til denne einertørken er en sopp som tilhører Mycosphaerellaceae og som oftest er navngitt som *Stigmina juniperina* eller *Asperisporium juniperinum*. Basert på ITS sekvensering er et mer passende navn *Passalora juniperina* (Georgescu & Badea) H. Solheim comb. nov.

ABSTRACT
Common juniper (*Juniperus communis*) hosts not many pests or pathogens, but recently increasing needle blight has been observed in Norway. During a survey the needle blight was recorded in many parts of southern Norway but not above 550 m a.s.l., and it has been found both in forests, pastures and gardens. Trees are affected differently; some trees seem to be unaffected, while other trees may be killed. The cause of the disease is a fungus in the family Mycosphaerellaceae hitherto not reported from Norway. In forest pathology literature it has been named *Stigmina juniperina*, but also *Asperisporium juniperinum*. However, based on results of molecular sequence analyses it is proposed here that a more appropriate name should be *Passalora juniperina* (Georgescu & Badea) H. Solheim comb. nov.

INTRODUCTION

Common juniper (*Juniperus communis* L.) hosts not many pests or pathogens, and the few that exist are seldom seriously harmful. In Norway, the most pronounced damage for juniper is winter damage caused by various cold weather situations, and in areas with harsh weather the juniper may have problems growing above the snow level. In snow-rich areas, *Herpotrichia juniperi* (Duby) Petr. causing black snow mould may occur (Roll-Hansen and Roll-Hansen 1995). The characteristic of this disease is that the foliated branches, and sometimes entire small trees, are covered and completely enmeshed in a blackish-brown mycelium. *Lophodermium juniperinum* (Fr.) de Not. is another pathogen common on needles of juniper (Roll-Hansen

Table 1. Specimens with locations used in this study for fungal isolation, microscopy and sequencing with GenBank accession numbers.

Herbarie no.	Location: county, municipality, site	Isolate identification	Done	GenBank accession nos.
NFRI-9166	Østfold, Aremark, Vestfjella	2012-18/1/1	Microscopy	KC870045
NFRI-9167*	Buskerud, Kongsberg, Meheia	2012-20/3/2	Microscopy	KC870046
NFRI-9159	Buskerud, Ål, Trangviki			KC870047
NFRI-9160	Oppland, Vang, Kvismoen			KC870048
NFRI-9161*	Vestfold, Stokke, Kleppan		Microscopy	KC870049
NFRI-9162	Aust-Agder, Birkenes, Håbbesland		Microscopy	KC870050
NFRI-9163	Sogn og Fjordane, Lærdal, Borgund			KC870051
NFRI-9164*	Aust-Agder, Valle, Straume			KC870052
NFRI-9165	Telemark, Notodden, Ramberg			KC870053
NFRI-9168	Sogn og Fjordane, Eid, Osen		Microscopy	

*Material from Norwegian Forest and Landscape institute NFRI-9161, 9164 and 9167 is also deposited in the herbarium of Martin-Luther-Universität, Halle, Germany as HAL 2594 F, HAL 2595 F and HAL 2696 F, respectively.

and Roll-Hansen 1995), but colonizes only older and suppressed needles. Juniper rusts (*Gymnosporangium* spp.) are also common (Gjærum 1974), and may be a serious threat in some areas. These rusts form their dicaryophase on junipers and the haplophase on various broadleaves. In Norway, four species are known, but only three are common: *G. cornutum* Arthur ex F. Kern with rowan (*Sorbus aucuparia* L.) as the main alternate host, *G. claviiforme* (Pers.) DC. with hawtorn (*Crataegus* spp.) as the main alternate hosts and *G. tremelloides* (A. Braun) R. Hartig with apple (*Malus* spp.) as the main alternate hosts. In juniper the rusts may live for many years in the bark, causing swellings around the infection sites on branches or the main stem. The teleutosori, developed in spring, are gelatinous, yellowish to reddish and easily seen.

During the last years increasing needle blight has been observed on juniper in southern Norway. The lower branches and the oldest needles are mainly affected, but in many cases the entire tree may have brown to greyish needles and appear to be dying. A closer study of the needles revealed that the killed needles at the upper side were filled with fruiting structures among white stomata. The aim of the current study is to report on the occurrence and the cause of the disease.

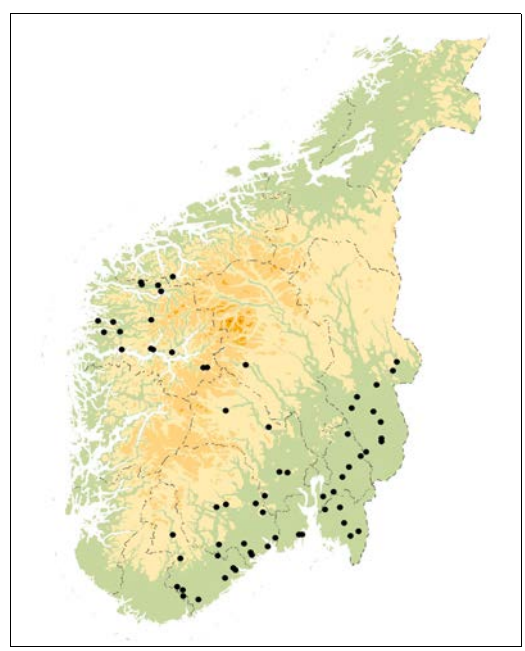


Fig. 1. Sample sites where *Passalora juniperina* has been recorded in Norway.

MATERIAL AND METHODS

Sampling and microscopy

Samples of dead, brown to greyish needles were collected during field trips studying the spread of diseases like ash dieback (Solheim et al. 2011) and *Dothistroma* needle blight (Solheim 2012). Samples were collected in the counties of Østfold, Akershus, Hedmark, Vestfold, Telemark, Aust-Agder, Buskerud, Oppland and Sogn og Fjordane. All samples were first studied in a stereomicroscope to reveal fungal colonies. Sporodochia, mounted in 50% lactic acid, from five different locations (Table 1) were studied in detail in a Leica DMR microscope. Photos were taken and measurements of the conidiospores and conidiogenous cells were done using Leica DFC425 and the software LAS Version 4.0 (Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Germany).

ITS rDNA sequence analysis

Fungal isolations were made by placing pieces of sporodochia including conidiospores on 2% malt extract agar (MEA). The isolates were grown on cellophane coated with 2% MEA for up to 3 weeks. Harvested mycelia from two isolates and sporodochia from seven locations (Table 1) were ground in a 2 ml Eppendorf tube with a 5 mm steel ball, in a Retsch Mill 300 for 2 x 1 min at 20 Hz. 20 mg of the powdered mycelia was subjected to DNA isolation by the DNeasy Plant Mini Kit, Qiagen, according to the manufacturer's instructions. PCR amplification was carried out with ITS1F and ITS4 primers (Gardes and Bruns 1993) in 50-µl reaction volumes using HotStarTaq™ Plus DNA Polymerase (Qiagen) according to the manufacturer's instructions. After gel electrophoresis, the amplicon from each reaction was purified with QIAquick PCR Purification Kit (Qiagen). PCR products were sent to

Fig. 2. Juniper trees differently attacked by *Passalora juniperina.* Photo: Halvor Solheim.

Fig. 3. A juniper tree nearly killed by *Passalora juniperina*. Photo: Halvor Solheim.

GATC Biotech AG, Konstanz for sequencing. Contigs were assembled with CLC Main Workbench, CLC bio. and queried against ITS sequences in the NCBI GenBank Sequence Database. The sequences were deposited at NCBI GenBank Sequence Database. A simple phylogenetic tree was constructed by using MEGA 5.1 including taxa based on similarity using BLAST results of GenBank. The type species of *Asperisporium*, *A. caricae* (Speg.) Maubl. was also included since *Asperisporium* was the latest proposed genus for the studied species.

RESULTS

Juniper needle blight was found in all surveyed counties, in 54 municipalities and 65 sites (Fig. 1). It was not found in all sites visited, and not above 550 m a.s.l. There was great variation in attack intensity between individual trees (Fig. 2). Some trees were unaffected, while others had little (Fig. 3) or no green needles left. The newly killed needles were light brown, while needles killed earlier were greyish (Fig. 4).

On dead needles sporodochial conidiomata up to 150 µm were visible. They were scattered on the upper side of the needles, but seemingly arranged in two or more rows (Fig. 5). Sporodochia may also be visible on the lower side. The conidiogenous cells measured in average 22.7 x 6.2 µm [(14.4) 18.2 – 27.1 (37.6) x (4.9) 5.4 – 7.0 (9.6) µm]. They had 1-3 loci per cell which mostly were easily seen since they were slightly thickened and somewhat refractive or slightly darkened. The conidia were in average 26.1 x 4.7 µm [(14.8) 20.9 – 31.4 (42.6) x (3.4) 4.2 – 5.2 (6.4) µm]. They were verrucous to echinulate, had a yellow brown colour and were 0-3-(4) septate (Fig. 6). The conidia were not constricted at the septa, and had a slightly thickened, barely darkened basal hilum.

The sequences derived from collections from various places in Norway were very similar (see Table 1 for accession numbers to GenBank). The length varied between 454 and 536 bases. The sequences obtained from isolates included both ITS1 and ITS2, while six of seven sequences obtained from direct sequencing of sporodochia or needles with sporodochia did not cover ITS2 in full length. Regarding similarity to fungi available in GenBank a *Passalora sequoia* designated accession (GU214667) differed from the Norwegian material by only 2 bases in the ITS1 region. Other *Passalora* species and also *Mycosphaerella* species were next in similarity.

The type species of *Asperisporium*, *A. caricae*, was not among the hundred best matches when blasting in GenBank, and seems not to be close in a simple phylogenetic tree (Fig. 7).

DISCUSSION

Three species of *Cercospora*-like fungi associated with common juniper are known from Europe (Kujala 1950, Ellis 1959, Hodges 1962, Ellis 1976, Brandenburger 1985, Ellis and Ellis 1985, Sutton and Hodges 1990). Those are *Stigmina (Exosporium) deflectans* (Karst.) M.B. Ellis, *S. glomerulosa* (Sacc.) S. Hughes and *S. (Cercospora) juniperina* (Georgescu & Badea) M.B. Ellis. Sutton and Hodges (1990) distinguished *S. juniperina* from the two others by its distinctly thickened scars on conidogenous loci and at the conidial bases (hila). Based on this scar structure and distinctly verruculose conidia, they transferred *S. juniperina* to *Asperisporium* as *A. juniperina* (Georgescu & Badea) B. Sutton & Hodges. Another species transferred to *Asperisporium* by Sutton and Hodges (1990) was *A. sequoia* (Ellis & Everh.) B. Sutton & Hodges, a species causing a serious needle blight disease on a wide variety of conifers. Also common juniper may be affected by this species, but it is not yet found in Europe. This species has later been transferred to *Passalora, P. sequoia* (Ellis & Everh.) Y.L. Guo & W.H. Hsieh, a name accepted by Crous et al. (2009) doing a phylogeny study in *Capnodiales*.

In addition to the thickened scars on conidogenous loci and at the conidial bases, the shape and size of the conidia are different among the *Cercospora*-like species associated with common juniper in Europe. The conidia seen in the Norwegian material are as described for *S. juniperina* by Sutton and Hodges (1990). *Stigmina deflectans* has much shorter conidia, while *S. glomerulosa* has larger conidia, both longer and broader.

Blasting the Norwegian sequences in the NCBI GenBank Sequence Database the nearest identity was *P. sequoia*, and next to that other *Passalora* species and *Mycosphae-*

Fig. 4. The top of the juniper on Fig. 3 with only a few green needles left. Note also the light brown colour of the newly killed needles and the greyish colour of the older killed needles. Photo: Halvor Solheim.

Fig. 5. Juniper needles covered with sporodochia of *Passalora juniperina*. Photo: Halvor Solheim.

Fig. 6. Conidium of *Passalora juniperina* with three septa. Note the dark thickened base (hilum). Photo: Halvor Solheim.

rella species (Mycosphaerellaceae). Minnis et al. (2011) have examined *Asperisporium caricae,* the type species of *Asperisporium* and submitted a sequence to GenBank (JN190955). This did not show up among the hundred best matches by blasting. *Stigmina juniperina* seems not to fit well with the type species of *Asperisporium* based on the simple phylogentic analysis done, but seems to be more related to some *Passalora* species, above all *P. sequoiae* which is common on conifers. The genus *Asperisporium* is separated from *Passalora* on the basis of conidial surface ornamentation (Crous and Braun 2003, Schubert and Braun 2005), but could as well be included in *Passalora* (Minnis et al. 2011). *Passalora* in its current circumscription is not monophyletic and urgently needs revision (P. Crous and U. Braun, pers comm.). Above all, the phylogenetic position of its type species, *P. bacilligera* (Mont. & Fr.) Fresen., is still unknown. Therefore, Minnis et al. (2011), based on a phylogenetic analysis of the type species of *Asperisporium*, hesitated to reduce this genus to be part of *Passalora* and maintained it tentatively. Anyhow, the final position of the genus *Asperisporium* depends on its type species, whereas the taxonomic and phylogenetic affinity of the numerous particular species assigned to it have to be proven step by step on an individual basis. The sequence data place *S. juniperina* in very close affinity to *P. sequoiae*, and its morphological characters are in agreement with the current concept of *Passalora*. Therefore, *S. juniperina* should be moved from *Asperisporium* to *Passalora*: ***Passalora juniperina*** (Georgescu & Badea) H. Solheim, **comb. nov.**

Basionym: *Cercospora juniperina* Georgescu & Badea, Anal. Inst.Cerc. Exp. For. Ser. 1, 2: 46, 1937.
≡ Stigmina juniperina (Georgescu & Badea) M.B. Ellis, Mycol. Pap. 72: 67, 1959.
≡ Sciniatosporium juniperinum (Georgescu & Badea) Morgan-Jones, Canad. J. Bot. 49: 998, 1971.
≡ Asperisporium juniperinum (Georgescu & Badea) B. Sutton & Hodges, Mycologia 82: 314.

This species is known to damage common juniper both in Europe and North-America. The occurrence in Europe is difficult to track. It was described from Romania as *Cercospora juniperina* (Georgescu and Badea 1937). In the same paper they synonymized *Camarosporium juniperinum* Georgescu & Badea, a species they had described two years earlier, but without a Latin description (Georgescu and Badea 1935). Based on their published description, however, the latter species must be *S. glomerulosa*. *Passalora juniperina* is probably common in Russia, based on the

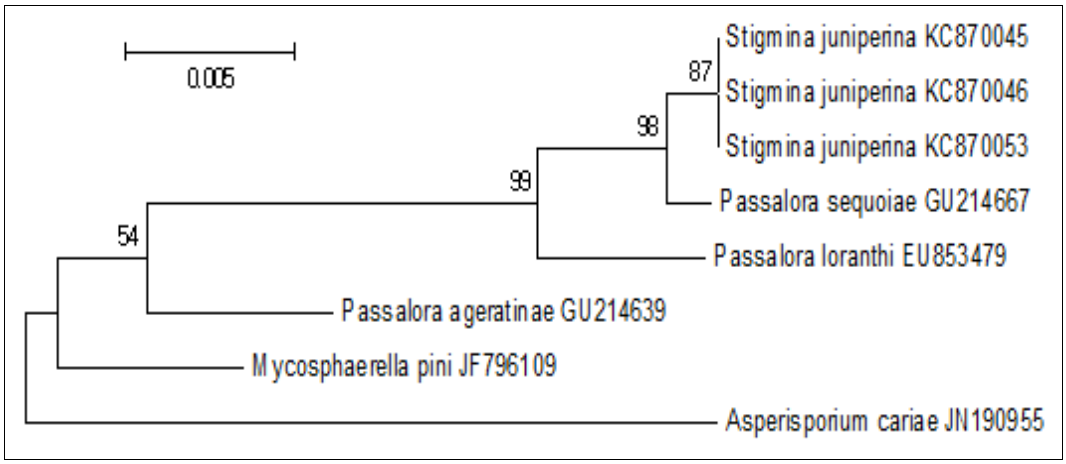


Fig. 7. A simple phylogram based on ITS sequences of species closely related to *Passalora* when using BLAST results of GenBank. *Asperisporium caricae,* the type species of *Asperisporium* was also included.

conidia description made by Jaczewski (1901). However, he named it wrongly *Exosporium juniperinum* (Ellis) Jacz. which is later synonymized with *S. glomerulosa* (Ellis 1959, Hogdes 1962). Otherwise, *Passalora juniperina* is mentioned in some books treating diseases of plants (e.g. Brandenburger 1985, Nienhaus and Kiewnick 1998).

The first record from a Nordic country was by Kujala (1950) who wrote that *P. juniperina* (as *Exosporium juniperinum*) may kill junipers, and according to him this species is the most common and most serious needle damaging agent on juniper in Finland. He mentioned both *S. deflectans* and *S. glomerolosus*, but his samples had spores more similar to *P. juniperina*. In Finland, serious damage has been observed during the 1970s and 1980s (Kurkela 1994), and then again in the early years of the 21st century (Pouttu et al. 2007). In Sweden, serious needle blight on common juniper thought to be *P. juniperina* was observed in 2004-05 (Barklund 2006). As far as I know, this species has not been reported from Norway earlier. However, diseases of common juniper have not been much studied, so it may have been overlooked and the ongoing outbreak might be favoured by climate change.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to Gro Wollebæk for doing isolations, Anne Nilsen and Inger Heldal for the sequencing, Jørn Petter Storholt for drawing the map and Prof. Dr. Uwe Braun for valuable comments and suggestions on a late draft of the manuscript. The project was financed by The Norwegian Forest and Landscape Institute.

REFERENCES

Barklund P, 2006 Recent disease problems in Swedish forests. Aktuelt fra Skogforskningen 01/06: 84.

Brandenburger W, 1985. Parasitische Pilze an Gefässpflanzen in Europa. G. Fischer, Stuttgart. 1248 pp.

Crous PW, Braun U, 2003. *Mycosphaerella* and its anamorphs: 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora*. CBS Biodiversity Series 1: 1–571.

Crous PW, Schoch CL, Hyde KD, Wood AR, Gueidan C, de Hoog GS, Groenewald JZ, 2009. Phylogenetic lineages in the *Capnodiales*. Studies in Mycology 64: 17-47.

Ellis MB, 1959. *Clasterosporium* and some allied Dematiaceae – Phragmosporae. II. Mycological Papers , No. 72, 75 pp.

Ellis MB, 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 507 pp.

Ellis MB, Ellis JP, 1985. Microfungi on land plants. An identification handbook. The Richmond Publishing Co. Ltd. Slough, England, 868 pp.

Gardes M, Bruns TD, 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizae and rusts. Molecular Ecology 2: 113–118.

Georgescu CC, Bandea M, 1935. Căderea acelor de *Juniperus*, cauzată de o ciupercă nouă – *Camarosporium juniperinum* Georgescu et Bandea nov. sp. (In Romanian). Revista Pădurilor 47(3): 155–162.

Georgescu CC, Bandea M, 1937. O nova specie de *Cercospora* pe ace de Junoperus. *Cercospora juniperina* Georg. et Bad. nov. sp. (In Romanian with German summary: Eine neue Nadelschütte am Wacholder. *Cercospora juniperina* Georg. et Bad. nov. sp.). Analele Institutului de Cercetări şi Experimentărie Forestiere, Bucharest, 2: 37–47.

Gjærum H, 1974. Nordens rustsopper. Fungiflora, Oslo, 321 pp.

Hodges CS, 1962. Comparison of four similar fungi from *Juniperus* and related conifers. Mycologia 54: 62-69.

Jaczewski A v, 1901. Über eine Pilzkrankheiten auf dem Wacholder. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 11: 203-207.

Kujala V, 1950. Über die Kleinpilze der Koniferen in Finland. Ascomycetes, Fungi imperfecti, Uredinales. Metsätieteellinen tutkimuslaitoksen julkisuja 38: 1-121.

Kurkela T, 1994. Metsän taudit. Metsäpatologian perusteet. (In Finnish). Otatieto OY, Tampere, 320 pp.

Minnis AM, Kennedy AH, Grenier DB, Rehner SA, Bischoff JF, 2011. *Asperisporium* and *Pantospora* (Mycosphaerellaceae): epitypifications and phylogenetic placement. Persoonia 27: 1–8.

Nienhaus F, Kiewnick L, 1998. Pflanzenschutz bei Ziergehölzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 460 pp.

Pouttu A, Lipponen K, Nevalainen S, Lindgren M, Lilja A, Poteri M, Neuvonen S, Henttonen H, Hantula J, 2007. 4.2 Pest and disease situation during 2002 – 2005 according to the Forest Damage Advisory Service. http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp045.htm.

Roll-Hansen F, Roll-Hansen H, 1995. On diseases and pathogens on forest trees in Norway 1966-1975. Part I. Pathogenic organisms and diseases caused by them. Communications of Skogforsk 47.9: 1-63.

Schubert K, Braun U. 2005. Taxonomic revision of the genus *Cladosporium* s.l. 4. Species reallocated to *Asperisporium*, *Dischloridium*, *Fusicladium*, *Passalora*, *Pseudoasperisporium* and *Stenella*. Fungal Diversity 20: 187–208.

Solheim H. 2012. *Mycosphaerella pini/Dothistroma septosporum*, ny invaderende art for Norge. Agarica 31: 29-35.

Solheim H, Timmermann V, Børja I, Hietala AM, 2011. En liten sekksporesopp, *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, truer aska i Europa. Agarica 30: 81-88.

Sutton BC, Hodges CS, 1990. Revision of *Cercospora*-like fungi on *Juniperus* and related conifers. Mycologia 82: 313-325.

Tre sjeldne bryoparasittiske discomyceter (Pezizales) fra Norge

Roy Kristiansen
P.O. Box 32, N-1650 Sellebakk

Kontakt: mykosof@online.no, roykri70@gmail.com

English title: Three rare bryoparasitic discomycetes (Pyronemataceae, Pezizales) from Norway

Kristiansen R, 2013. Tre sjeldne bryoparasittiske discomyceter (Pezizales) fra Norge. Agarica 2013, vol. 33: 81-86.

NØKKELORD
Bryoparasitter, discomyceter, Pezizales, sjeldne funn, Norge

KEYWORDS
Bryoparasites, discomycetes, Pezizales, new records, Norway

ABSTRACT
Three rare bryoparasitic discomycetes (Pyronemataceae, Pezizales) are reported from distant geographic locations in Norway, namely *Octospora orthotricha* growing in the moss *Orthotrichum diaphanum* from Møre og Romsdal, SW Norway, *Octospora musci-muralis* in *Grimmia pulvinata* from Østfold, SE Norway, and the recently described *Octospora splachnophila* on *Splachnum vasculosum* from several subalpine/alpine sites in Central Norway. Descriptions and illustrations are provided.

SAMMENDRAG
Tre sjeldne bryoparasittiske discomyceter i Norge rapporteres fra lokaliteter med stor geografisk spredning i landet, alle i slekten *Octospora* (Pyronemataceae, Pezizales). Disse er *O. orthotricha* på mosen *Orthotrichum diaphanum* fra Sande i Møre og Romsdal, *O. musci-muralis* på *Grimmia pulvinata* fra Fredrikstad i Østfold og *O. splachnophila* på *Splachnum vasculosum* fra flere subalpine/alpine områder i Midt-Norge. Beskrivelser og illustrasjoner gis.

INNLEDNING

Fig. 1. Finneren av *Octospora orthotricha*, Oddvar Olsen peker på funnstedet på Sandsøya. Foto: Karl Johan Grimstad.
Oddvar Olsen pointing to the finding of Octospora orthotricha *at Sandsøya.*

I Norge har vi ca. 25 bryoparasittiske arter i slekten *Octospora* Hedw. (Hansen og Knudsen 2000). De fleste artene vokser på eller blant moser på bakken. Sjeldnere finner man noen arter i moser på død ved eller på murvegger. Alle arter parasitterer på en eller flere moser, som sporadisk kan infiseres ved appresorier, hvor det kan utvikles stilkete galler på rhizoidene eller skuddene på mose-verten (jfr. Döbbeler 1979). Utbredelsen av artene i de bryoparasittiske slektene *Octospora, Lamprospora og Neottiella* er kjent geografisk hovedsakelig på steder hvor spesialister har sett etter disse artene, og det er fortsatt ukjent hvor omfattende utbredelsen er, men det er også beroende av de forskjellige moseartenes utbredelse. Det er f.eks. kjent noen funn av *Octospora* fra Svalbard (Elvebakk et al. 1996) og fra elvebanker i Syd- og Nord-Norge (Schumacher 1977), samt Grimsdalen (Schumacher og Jenssen 1992). Sivertsen (1982) har angitt

og diskutert utbredelsen av bryoparasittiske arter i alpin-beltet, og i Nord- og Syd-Norge.

Jeg har allerede presentert noen bryofile arter i slektene *Octospora* og *Lamprospora* nye for Norge (Kristiansen 2006). Siden 1983 er det beskrevet fire *Octospora*-arter nye for vitenskapen fra Norge. Disse er *O. hygrohypnophila* (Dissing og Sivertsen 1983), *O. subglobispora* (Benkert 1997), *O. heterosculpturata* (Schumacher 1992) og *O. splachnophila* (Benkert og Kristiansen 2008). I det følgende presenteres tre *Octospora*-arter fra Norge, nemlig *O. orthotricha*, *O. musci-muralis* og *O. splachnophila,* hvorav førstnevnte ikke er rapportert fra Skandinavia tidligere.

Tidlig i mars 2013 ble jeg presentert for en liten bryofil art av Eddi Johannesen, men opprinnelig funnet av Oddvar Olsen i Volda i februar 2013 (Fig. 1). Lokaliteten ligger på Sandsøya i Sande kommune, Møre og Romsdal. Den aktuelle arten opptrådte blant to forskjellige moser på råtten ved i en nedrast murbygning. Mosene ble bestemt til *Orthotrichum diaphanum* og *Tortula muralis* av Torbjørn Høitomt. Det syntes som den aktuelle arten var knyttet til førstnevnte mose og en påfølgende mikroskopisk undersøkelse bekreftet min antagelse av at arten var *Octospora orthotricha,* siden det ikke er andre alternativer.

Den andre arten, *O. musci-muralis,* ble funnet av undertegnede i hundrevis av fruktlegemer i mosen *Grimmia pulvinata* langs jernbanelinjen like ved Fredrikstad stasjon på en loddrett murvegg tidlig i november 2011.

Den tredje arten, *Octospora splachnophila*, er originalbeskrevet fra Norge tidligere (Benkert og Kristiansen 2008), men lite kjent. Denne arten er også spesiell ved å vokse blant skuddene på knappmøkkmose (*Splachnum vasculosum*) direkte på gammel kumøkk. Artene i de bryoparasittiske slektene identifiseres først og fremst ved hjelp av sporekarakterer og moseverten.

Arbeidsmetoder

Mikroskopiske karaktertrekk og observasjoner er gjort på squash-preparater både i vann og Cotton blue i melkesyre, både på friskt og oppbløtet tørket materiale.

BESKRIVELSER

***Octospora orthotricha* (Cooke & Ellis) K.B.Khan & V.P. Tewari**

Basionym: *Peziza orthothrica* Cooke & Ellis.

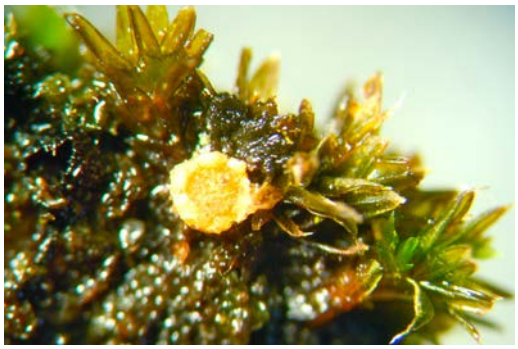


Fig. 2. *Octospora orthotricha* på moseverten. Fruktlegeme 1 mm. Foto: R. Kristiansen.
Octospora orthotricha *in the host-moss. Apothecium 1 mm.*

Grevillea 6: 7, 1877. Fig. 2, 3, 4 og 5.

Apothecier 1 - 2 mm i diameter med en opprettstående frynset kant. Hymenium matt oransje til oransje med en blekere utside. Asci 8-sporet, uni- eller biseriate, 150-200 x 14-22 µm. Ascosporer ellipsoide til bredt ellipsoide, ofte asymmetriske (inequilaterale), 17- 20 x 10 - 11 µm, dekket med isolerte vorter < 1 µm store, sjeldent sammenvokste, inneholder to oljedråper ved modning. Parafyser rette, septerte, jevntykke, 9 - 10.5 µm brede.

Habitat: i eller på skuddene på mosen *Orthotrichum diaphanum* på død ved eller sjeldnere på stein.

Undersøkt materiale

Møre og Romsdal, Sandsøya, Sande kommune, Våge, 24.02.2013.
32VLQ1644907158.

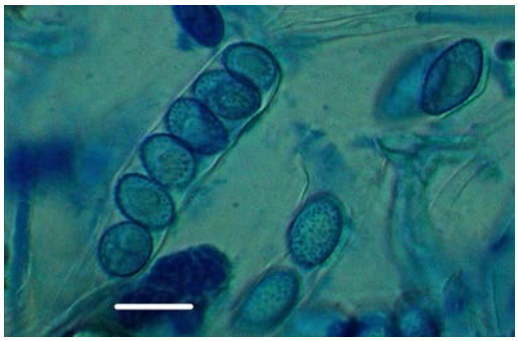


Fig. 3. *Octospora orthotricha*. Asci med sporer. Skala: 20 mikron. Foto: R. Kristiansen.
Octospora orthotricha. Asci with ascospores. Bar 20 micron.

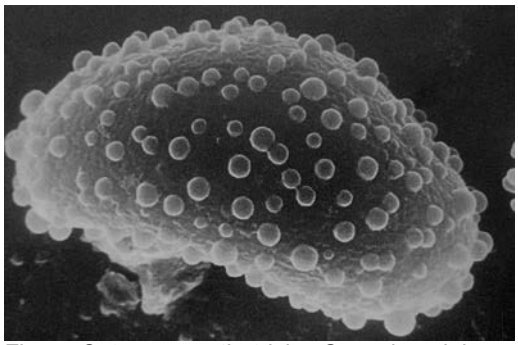


Fig. 4. *Octospora orthotricha*. Scanning elektron mikrografi (Benkert 1995).
Octospora orthotricha. *Scanning electron micrography. Photo: from Benkert (1995).*

På råttent treverk inne i sammenrast murbygg nær sjøen, på mosen *Orthotrichum diaphanum*. Leg. Oddvar Olsen. Herb (O).

Kommentarer

De vortet-sporete *Octospora*-artene omfatter 22 arter globalt, hvorav åtte er skilt ut i en egen seksjon: Wrightoideae (Benkert 1998, 2006). I Norge har vi bare åtte vortet-sporete arter (Tabell 1), hvorav bare *O. wrightii, O. hygrohypnophila* og *O. orthotricha* tilhører denne Wrightoideae-seksjonen. *Octospora orthotricha* er ikke registrert i Skandinavia tidligere og er f.eks. ikke nevnt fra Finland (Jacobson et al. 1998). Det er flest funn i Tyskland og Frankrike (Benkert 1998); arten er også kjent fra Sveits (Senn-Irlet 1988) og Nord-Amerika.

Arten skiller seg fra de øvrige vortet-sporete med fjerne vorter og asymmetriske sporer og moseverten.

Foreløpig er det bare noen få av de vortet-sporige innen *Octospora* som har fått en egen seksjon; de glatt-sporige har ingen egen seksjon.

Fig. 5. Funnstedet på Sandsøya i Sande.
The locality at Sandsøya i Sande.

***Octospora musci-muralis* Graddon.**

Basionym: *Humaria rubricosa* Boudier Icones plansje 397. Fig. 6 og 7.

Apothecier opp til 4 mm i diameter, mer eller mindre flate eller skålformete med en irregulær tannet kant. Asci 8-sporet, uni-eller biseriate, klubbeformet, avsmalende mot basis, 170-210 x 20-22 µm. Ascosporer glatte, avlange ellipsoide med brede, runde poler, vanligvis med to oljedråper, 21 - 28 x 9 - 11 µm. Parafyser rette, septerte, 7 - 8 µm brede, bøyde i toppen med ørsmå oransje dråper.

Tabell 1. Oversikt over vortet-sporete *Octospora*-arter i Norge; data hentet fra Hansen og Knudsen (2000), Benkert og Kristiansen (2008) og i det foreliggende arbeid.
An overview of the warted-spored Octospora-species *in Norway; information from Hansen and Knudsen (2000), Benkert and Kristiansen (2008) and the present study.*

Art	Ascosporer µm	Vorter µm	Mosevert
O. alpestris *	14 -17 x 8,5 - 10	~ 0,5 (tettst.)	*Tetraplodon mnioides*
O. moravecii	14 - 17 x 12 - 14	0,5 – 0,8 (tettst.)	*Pohlia* sp.+?
O. similis	16 - 18 x 11 - 13	0,5 - 1 (tettst.)	*Bryum* sp.
O. wrightii	12 - 14 x 11 -13	0,5 - 1 (fjernst.)	*Amblystegia serpens*
O. hygrohypnophila	13 - 15 x 10 -12	0,5 - 0.8 (fjernst.)	*Hygrohypnum luridum*
O. heterosculpturata	16 - 19 x 12,5 - 14	0,4 – 1,2 (tettst.)	*Splachnum vasculosum*
O. splachnophila	12 - 13 x 9 - 10	0,5 – 0,8 (fjernst.)	*Splachnum vasculosum*
O. orthotricha	17 - 19 x 10 - 12	0,5 - 1 (fjernst.)	*Orthotricha diaphanum*

*4-sporig asci (tettst. = tettstilte vorter; fjernst. = fjernstilte vorter)

Habitat: Blant mosen *Grimmia pulvinata* på betongmurer og kalkstein.

Fig. 6. *Octospora musci-muralis* in situ. Bildebredde 15 cm. Fredrikstad jb.st., Østfold. Foto: R. Kristiansen.
Octospora musci-muralis *in situ. Field of view 15 cm. Fredrikstad railway st., Østfold.*

Undersøkt materiale
Østfold, Fredrikstad, nær Fredrikstad jernbanestasjon på loddrett betongmur langs jernbanelinjen, 10.11.2011. Hundrevis av fruktlegemer i mosen *Grimmia pulvinata*.
59° 12' 35 " N 10° 56' 51' 36" Ø, Herb. (O).

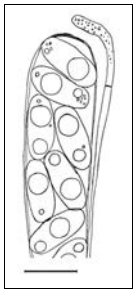


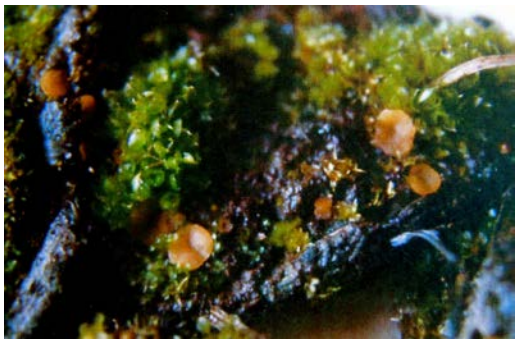
Fig. 7. *Octospora musci-muralis*. Sporer i asci, Fredrikstad, Østfold. Skala 25 mikron.
Octospora musci-muralis. *Ascospores in asci, Fredrikstad, Østfold. Bar 25 micron. Drawing: R. Kristiansen.*

Kommentarer
Dette er en av de mange glattsporete *Octospora*-artene, men i motsetning til de fleste vokser denne i mosen på betongmurer og kalkstein. Angitt for Norge i Nordic Macromycetes (Hansen og Knudsen 2000) uten lokalitet, men finneren Sigmund Sivertsen, mener å ha tatt den i Rana (pers. medd. 2013) uten at det kan verifiseres. Kombinert med voksestedet (les: mosen) og de store nesten sylindriske sporene burde arten være rimelig grei å bestemme i forhold til andre glattsporete.

Arten er ellers sparsomt utbredt nedover i Europa, med flest funn i Tyskland, men ellers funnet i Frankrike, Ungarn og England (Graddon 1972).

***Octospora splachnophila* Benkert & Kristiansen**
Fig. 8, 9 og 10.
Denne arten er detaljert beskrevet som ny for vitenskapen i 2008 (Benkert og Kristiansen 2008), men lite kjent og noen kommentarer kan være på sin plass, samt å bidra med bedre illustrasjoner.

Jeg samlet første gang arten i Meiadalen (Møre og Romsdal) like ved Buksebrua i sep-

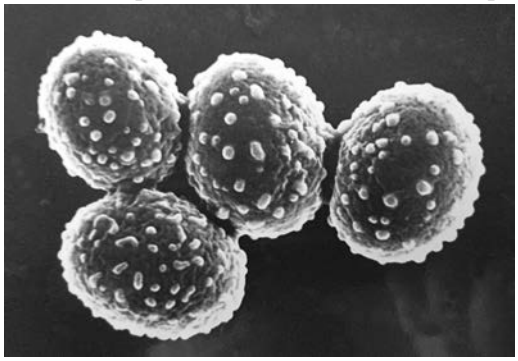


Figur 8. *Octospora splachnophila* på kumøkkmose. Bildebredde 10 mm. Foto: R. Kristiansen.
Octospora splachnophila *in* Splachnum vasculosum. *Field of view 10 mm.*

tember 1990 (ca. 800 moh), men den var kjent fra et funn ved Lemonsjøen i Oppland (leg. Per Størmer) allerede 1952, men uten navn. Senere fant jeg den rikelig på Geiteryggen i Hallingskarvet (1200 moh) 1992, samt i Forra naturreservat i N. Trøndelag 1998. Arten var også samlet av Sigmund Sivertsen fra Grøvudalen i Møre og Romsdal. 1992, men uten navn.

Men historien begynner mye tidligere, siden den var samlet, men ikke identifisert eller beskrevet, av den finske mykologen P.A. Karsten allerede i september 1866, ikke langt fra Helsingfors. Med andre ord: en art som ble samlet første gang i det 19. århundre, men beskrevet i det 21. århundre!

Voksestedet på knappmøkkmose og de aller minste sporene innen *Octospora*, samt den noe sparsomme vorte-utbredelsen på



Figur 9. *Octospora splachnophila*, Meiadalen, M & R. Scanning electron micrography. Foto: T. Schumacher.

Fig. 10. *Octospora splachnophila.* Meiadalen, M & R. Sporer i Cotton blue. Skala 15 mikron. Foto: R. Kristiansen.
Ascospores in Cotton Blue. Bar 15 micron.

sporene gjør arten veldig karakteristisk. Den kan være mer utbredt i artisk-alpine områder hvor kyr er på sommerbeite enn andre steder. I følge artsdatabanken er knappmøkkmose mer utbredt i Midt-Norge og videre nordover, - mindre i Syd-Norge. For detaljer om lokaliteter se Benkert og Kristiansen (2008).

EPILOG

Det vil være uheldig å spekulere i utbredelsen av de bryoparasittiske artene siden så få kjenner dem eller har gjort innsamlinger. Dessuten må vi være bevisst på at de aller fleste mosevertene, det være seg i lavlandet eller i artisk-alpine områder, ikke blir infisert av sopp og dermed finner man disse artene bare sporadisk. Jeg har selv undersøkt enkelte områder i Norge uten å finne noe som helst. Dessuten må vi ta i betrakning at dersom en mose er infisert og en art skal fruktifisere må mosen være fuktig over lengere tid. Vi må huske på at de utvikles sakte og tørkes lett ut p.g.a. størrelsen (1 - 3 mm diameter).

Den registrerte utbredelsen viser i mange tilfeller, slik det også gjelder andre soppgrupper, for det meste hvor mykologer og spesialister har gjort undersøkelser og innsamlinger.

At de tre bryoparasittiske slektene *Octospora*, *Lamprospora* og *Neottiella* holdes

adskilt er konstatert gjennom fylogenetiske undersøkelser av Perry et al. (2007).

For dem som måtte være interessert i bryoparasittiske discomyceter anbefales http://www.octospora.de/ og Benkert (1993).

TAKK

En stor takk til Oddvar Olsen i Volda som gjorde funnet av *Octospora orthotricha* og Edvin Johannesen som kontaktet meg. Takk også til Trond Schumacher, Universitetet i Oslo, for scanning elektron mikrografi av *Octospora splachnophila* tatt for mange år siden.

REFERANSER

Benkert D, 1993. 12. Bryoparasitic Pezizales: ecology and systematics. In: Pegler DN, Boddy L, Ing B, Kirk PM (Eds.): Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation: 147 – 156.

Benkert D, 1997. Beiträge zur Kenntnis bryophiler Pezizales-Arten.5. Neue Arten der Gattung *Octospora*. Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas XI: 35-42.

Benkert D, 1998. Beiträge zur Kenntnis bryophiler Pezizales-Arten. 6. Wrightoideae, eine neue Sektion der Gattung *Octospora*. Zeitschrift für Mykologie, 64: 17-40.

Benkert D, 2006. *Octospora erzbergeri* (Pezizales, Ascomycetes), eine neue Art aus Serbien-Montenegro. Ôsterreichishe Zeitschrift für Pilzkunde15: 1–6.

Benkert D, Kristiansen R, 2008. *Octospora splachnophila* Benkert & Kristiansen spec. nov. (Ascomycota, Pezizales): Im 19. Jahrhundert gesammelt, im 21. Jahrhundert benannt. Zeitschrift für Mykologie 74 (1): 111-118.

Dissing H, Sivertsen S, 1983. Operculate discomycetes from Rana (Norway). 4. *Octospora hygrohypnophila, Peziza prosthetica* and *Scutellinia mirabilis* spp.nov. Nordic Journal of Botany, 3: 415 - 421.

Döbbeler P, 1979. Untersuchungen an moosparasitischen Pezizales aus der Verwandtschaft von *Octospora*. Nova Hedwigia 31: 817- 864.

Elvebakk A, Gjærum H, Sivertsen S, 1996. Part 4. Fungi II. Myxomycota, Oomycota, Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Deuteromycota, Basidiomycota: Uredinales and Ustilaginales. In: Elvebakk A, Prestrud P (Eds.): A catalogue of Svalbard plants, fungi, algae and cyanobacteria. Norsk Polarinstitutt, Skrifter 198: 207-259.

Graddon WD, 1972. Some new discomycete species. 2. British Mycological Society, Transactions 58: 147-159.

Hansen L, Knudsen H, 2000. Nordic Macromycetes. Vol. 1. Ascomycetes. Nordsvamp, Copenhagen, 309 pp.

Jacobson A, Kullman B, Huhtinen S, 1998. Genus *Octospora* (Pezizales) in Estonia and Finland. Karstenia 38 (1): 1 – 25.

Kristiansen R, 2006. Miniatyrbegersopper nye for Norge. Agarica, 26: 69 -77.

Perry BA, Hansen K, Pfister DH, 2007. A phylogenetic overview of the family Pyronemataceae (Ascomycota, Pezizales). Mycological Research 111: 549-571.

Schumacher T, 1977. Operkulate begersopper (Ascomycetes - Pezizales) på elvestrender i Norge. Thesis, University of Oslo, 166 pp.

Schumacher T, 1992. New or noteworthy discomycetes. 2. Five new operculate discomycetes from the Dovre mountains, Central South Norway. Mycotaxon 43: 33 – 47.

Schumacher T, Jenssen KM, 1992. Artic and alpine fungi - 4. Soppkonsulenten, Oslo, 66 pp.

Senn-Irlet B, 1988. Zum Nachweis der bryoparasitischen Lebensweise von *Octospora orthotricha* und *Octospora tetraspora* (Pezizales, Ascomycetes). Mycologia Helvetica 3: 173-181.

Sivertsen S, 1982. The arctic and alpine distribution, taxonomic and floristic studies of operculate discomycetes from Norway. In: Laursen GA, Ammirati JF (Eds.): Arctic and Alpine Mycology, University of Washington press, Seattle and London: 38 – 55.

Rhynchostoma minutum (Ascomycota), en særegen og sjelden sekksporesopp i Norge

Geir Mathiassen, Alfred Granmo

Seksjon for naturvitenskap, Tromsø Museum - Universitetsmuseet, UiT Norges arktiske Universitet, 9037 Tromsø

Kontakt: geir.mathiassen@uit.no

English title: *Rhynchostoma minutum* (Ascomycota), a peculiar and rare ascomycete in Norway

Mathiassen G, Granmo A. 2013. *Rhynchostoma minutum* (Ascomycota), en særegen og sjelden sekksporesopp i Norge. Agarica 2013, vol. 33: 87-91.

NØKKELORD
Arthropycnis praetermissa, Ascomycota, Eurotiomycetes, Finnmark, *Rhynchostoma minutum*, Rhynchostomataceae, utbredelse, økologi

KEY WORDS
Arthropycnis praetermissa, Ascomycota, distribution, ecology, Eurotiomycetes, Norway, *Rhynchostoma minutum*, Rhynchostomataceae

ABSTRACT
Rhynchostoma minutum P. Karst. (Eurotiomycetes, Rhynchostomataceae) is macroscopically very peculiar in having ascomata with a remarkably strong red colour at the apex of its long ostioles, almost resembling a cigarette glow. It is suspected that this colour may play a role in insect attraction. The species is rare in Norway. The very first and northernmost record was from Kvænangen in Troms County in 1981. Two new finds were later recorded from Rana in Nordland County in 1987 and 1989. Until recently those were the only finds from Norway. This paper records a fourth find of the species, from Iškorasjohka in the upper, southern part of the Anarjohka river valley in Finnmark County in 2010. In addition, we report *Arthropycnis praetermissa* O. Const. as new to Norway. This is the anamorph of *R. minutum*, and the record represents the northernmost find of it in Fennoscandia.

SAMMENDRAG
Makroskopisk er *Rhynchostoma minutum* P. Karst. (Eurotiomycetes, Rhynchostomataceae) ganske eiendommelig ved at de lange ostiolehalsene er så kraftig rødfargede i toppen at det nærmest ligner gloen på en sigarett. Trolig er fargen viktig for å tiltrekke seg insekter. Arten er sjelden i Norge. Det første, og ennå nordligste funn, ble gjort i Kvænangen i Troms i 1981. Senere ble to nye funn gjort i Rana i Nordland i 1987 og 1989. Helt til nylig var disse funn de eneste fra Norge. Denne artikkelen omtaler et fjerde funn i 2010, nemlig fra Iškorasjohka i Anarjohkas øvre dalføre i Finnmark. I tillegg rapporterer vi *Arthropycnis praetermissa* som ny for Norge. Dette er anamorfstadiet til *Rhynchostoma minutum*, og lokaliteten er den nordligste kjente for anamorfen i Fennoskandia.

INNLEDNING
I august 2010 fant vi *Rhynchostoma minutum* ved Iškorasjohka i Anarjohkas øvre dalføre, Karasjok kommune (Fig. 1). Den vokste på en død, morken stamme av grønnvier *Salix phylicifolia*. Området bestod av høgstaudebjørkeskog og bjørk-viersumpskog nært en bekk som renner ut i Iškorasjohka. Funnet ble gjort i forbindelse med det 2-årige prosjektet "Sekksporesopper i Finnmark" (se Mathiassen og Granmo 2012). Anarjohkas

øvre dalføre er et tørt, kontinentalt strøk, og var ett av de tre distriktene vi undersøkte i Finnmark. De øvrige var Oksevågdalen på Nordkynhalvøya i Lebesby kommune, et kystnært område i Norges nordligste skog, og omegnen i bunnen av Altafjorden og

Fig. 1. *Rhynchostoma minutum*. Ved Iškorasjohka i Anarjohkas øvre dalføre, 19.8.2010 (GM 12338 A).
Rhynchostoma minutum. *At Iškorasjohka in the upper, southern part of the Anarjohka river valley, 19. Aug. 2010. Photo: Einar Timdal. Scale bar = 200 µm.*

Kåfjorden i Alta kommune, et fjorddistrikt med optimale vekstforhold.

Mange fine funn ble gjort på disse tre stedene i Finnmark i løpet av prosjektperioden, med flere nye arter for Norge, og noen nye også for vitenskapen. Funnet av *Rhynchostoma minutum* vil vi likevel anse som litt av et høydepunkt blant alle funn. En av oss (GM) fant arten som ny for Norge i 1981, og gjorde to funn til av den noen år senere. Derfor har han hatt et spesielt forhold til akkurat denne arten, og har bevisst lett etter den i over 20 år uten å finne den på nytt før nå senest, altså i 2010. Makroskopisk er soppen vakker og særegen med sine lange ostiolehalser som er sterkt rødfarget i toppen. GM har tidligere vist bilder og fortalt om den til mange, og etterlyst den både på forelesninger og i populærforedrag om sopp, men uten resultat. Arten er nok temmelig sjelden, og funnet i Anarjohkas øvre dalføre er det første fra Finnmark.

BESKRIVELSE

Peritekiene er 0,15–0,3 mm brede, spredtvoksende, oftest noe nedsenkede i veden, sorte og tilnærmet kuleformede, med 0,6–0,9 mm lang, sylindrisk og ofte noe bøyd ostiolehals, som er fortykket og rødfarget øverst. De er dekket av et 10–30 µm tykt, hyalint lag. **Aski** er 26–33 × 5–8,6 µm, énveggete (unitunikate), inamyloide, kølle- eller sekkformede og kortstilkede. De er tallrike, og de forslimer lett. **Parafysene** er 80–100 × 1–2 µm, trådformede (filiforme) og septerte. **Askosporene** er 8–11 × 3,5–5 µm, og ligger enten i to rekker (biseriate), eller er sammenklumpet i askus. De er bredt ellipsoide, ofte med tilspissede ender, 2-cellede, lysebrune til brune, med spiralstilte ribber (Fig. 2).

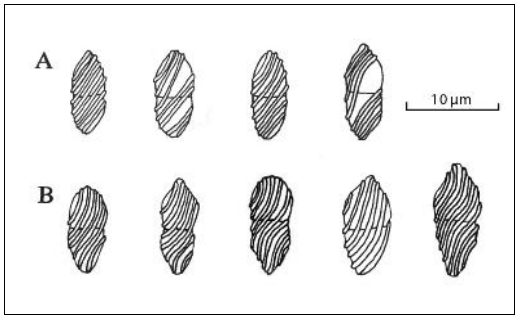


Fig. 2. *Rhynchostoma minutum*. A-B. Askosporer. A. Burfjorddalen i Kvænangen, 19.7.1981 (GM 836). B. Typemateriale fra Mustiala, Finland, P.A. Karsten (H).
Rhynchostoma minutum. *A-B. Ascospores. A. Burfjorddal, Kvænangen, 19. July. 1981 (GM 836). B. Type from Mustiala, Finland, P.A. Karsten (H). Drawing: Mathiassen (1993).*

Se Karsten (1873), Müller og von Arx (1962) og Mathiassen (1993) for mer utfyllende beskrivelse.

DE FØRSTE FUNN I NORGE

Det første funnet av *Rhynchostoma minutum* i Norge ble gjort i Kvænangen i Troms i 1981. Arten vokste på morken ved av svartvier *Salix myrsinifolia* ssp. *myrsinifolia* (Mathiassen 1989). Senere ble to nye funn gjort i Rana i Nordland. De to funnene der var også på morken ved av svartvier (Mathiassen 1993). Disse tre funnene var de eneste kjente fra Norge til august 2010, da arten ble funnet i Finnmark.

ØKOLOGI

I Norge er *Rhynchostoma minutum* hittil bare funnet på vier *Salix*, men arten er også angitt fra bjørk *Betula*, einer *Juniperus* (Müller og von Arx 1962), og osp *Populus* (Eriksson 2009). Alle rapporterte funn er på gammel ved. Både i de norske kollektene, og i dem som GM tidligere har undersøkt fra Sverige og Finland (se Mathiassen 1989, Mathiassen 1993), var veden nokså morken, og arten synes være en sekundær saprofytt.

Anarjohkas øvre dalføre er et tørt, kontinentalt strøk, men området der vi fant soppen var fuktig og bestod av høgstaude-bjørkeskog og bjørk-viersumpskog nært en bekk. De tre andre funnene av arten ble også gjort i løvskog i nærheten av elv eller bekk.

UTBREDELSE

Etter det vi vet, er *Rhynchostoma minutum* i Europa hittil bare kjent fra Norge, Sverige og Finland (Fig. 3). Arten er vidt utbredt i dette området, men likevel bare med få funn. I tillegg til de fire norske lokalitetene synes det bare gjort noe over 10 funn til sammen i de to øvrige landene. Selv om arten nå også er funnet i Finnmark, er funnet fra Kvænangen i 1981 fremdeles det nordligste i Norge, og for så vidt i verden. Arten er også kjent fra den sørlige halvkule, nemlig fra New Zealand, med mange funn der på 1980-tallet (Constantinescu og Tibell 1992). Denne disjunksjonen er neppe reell, fordi arten også er observert flere andre steder i verden (Tibell pers. medd.).

Figur 3. *Rhynchostoma minutum*. Utbredelsen i Norge. o = Nytt funn i 2010.
Rhynchostoma minutum. The distribution in Norway. o = New find 2010. Map: Ernst Høgtun ©, 2012.

KOMMENTARER

Typisk for *Rhynchostoma minutum* er den lange ostiolehalsen, fortykket og rødfarget i toppen, og de 2-cellede, lysebrune sporene med spiralløpende ribber. Substratøkologien viser at den foretrekker gammel, morken, naken ved.

Askosporer med nesten samme ornamentering finner vi også hos enkelte lav, for eksempel hos orenål *Calicium adaequatum* Nyl., breinål *C. adspersum* Pers., rødhodenål *C. salicinum* Pers., og *Cyphelium sessile* (Pers.) Trevis. (Tibell 1975, 1999). Dette anser Yue og Eriksson (1986) som påfallende. Eriksson (pers. medd.) nevner at det kanskje er snakk om en parallellutvikling, siden man finner den samme ornamenteringen hos enkelte arter lav, men kan godt mangle hos andre arter i samme slekt. Karakteren kan ikke relaters til slektskap her, for vi vet at *Rhynchostoma* (Eurotiomycetes) og *Calicium*

(Lecanoromycetes) systematisk står nokså langt fra hverandre (Lumbsch og Huhndorf 2010).

Ellers er det interessant at *Rhynchostoma minutum* trolig er avhengig av insekter for å kunne spre sine sporer. Aski oppløser seg i fruktkroppen, og modne sporer presses opp gjennom ostiolehalsen og samles i eller omkring den rødfargede toppen. Ifølge Ove Eriksson er rødfargen trolig viktig for å tiltrekke seg insekter (se Lee et al. 2003). Også hos *R. proteae* S. Lee & Crous fra Sør-Afrika, som vokser på visne blomsterhoder til *Protea*-arter, ser insekter ut til å ha betydning i sporespredningen. Men det er ukjent hvilke insekter som eventuelt opptrer som vektorer (se Lee m. fl. 2003), og det gjelder også for *R. minutum*. Slike observasjoner må jo gjøres på stedet, og det krever tid og ressurser.

Det er beskrevet 26 arter og én varietet i slekta *Rhynchostoma* (MycoBank 2013), men det er usikkert hvor mange av dem som rettmessig hører til i *Rhynchostoma*. Vi vet at *R. rubrocinctum* P. Karst. betraktes som synonym til *R. minutum* (Müller og von Arx 1962, Mathiassen 1989, 1993), og at noen arter er overført til andre slekter, bl.a. *Rhynchostoma lageniforme* Teng. Det gyldige navnet for denne er *Astrosphaeriella lageniformis* (Teng) J.Z. Yue & O.E. Erikss. (Yue og Eriksson 1986).

Slekta *Rhynchostoma* har vært plassert i flere forskjellige familier, blant annet i Diatrypaceae (Müller og von Arx 1962), Boliniaceae (Barr 1990), Trichosphaeriaceae (Eriksson 1984, 1999, Hawksworth m. fl. 1995), og sist i Rhynchostomataceae (Winka og Eriksson 2000, Eriksson m. fl. 2001). Sistnevnte familie ble beskrevet av Winka og Eriksson (2000), og den omfatter hittil bare denne ene slekta *Rhynchostoma*. Familien er nå plassert blant flere andre familier med usikker systematisk plassering (familiae incertae sedis) i underklassen Chaetothyriomycetidae (Eurotiomycetes) av Lumbsch og Huhndorf (2010).

ARTHROPYCNIS PRAETERMISSA

Det imperfekte, ukjønnede anamorfstadiet til *Rhynchostoma minutum* ble påvist for vel 20 år siden, først i kulturer fra artens askosporer. Dette er en svart pyknidiesopp, ca. 0,1 mm stor, som viser seg å ikke være helt sjelden i naturen heller, i tilknytning til sekksporestadiet. Den ble beskrevet som ny slekt og art under navnet *Arthropycnis praetermissa* O. Const. (Constantinescu og Tibell 1992). De søkte etter imperfektstadiet på alle kollekter bestemt som *R. minutum* og *R. rubrocinctum* ved herbariet i Uppsala (UPS), og fant det på flere av de svenske kollektene. Dessuten på Karstens finske kollekt fra Mustiala (isotype av *R. minutum*), og på mange av innsamlingene fra New Zealand (se Constantinescu og Tibell 1992).

Denne pyknidiesoppen (Fig. 4) ble også konstatert i vår kollekt av *Rhynchostoma minutum* fra Iškorasjohka i 2010 (TROM). *Arthropycnis praetermissa* er ny for Norge, og lokaliteten er den nordligste kjente for anamorfen i Fennoskandia.

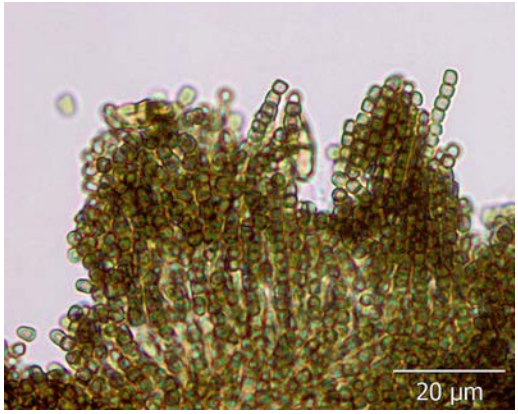


Fig. 4. *Arthropycnis praetermissa*. Konidiesporer og konidieforer. Ved Iškorasjohka i Anarjohkas øvre dalføre, 19.8.2010 (på GM 12338 A).
Arthropycnis praetermissa. *Conidia and conidiophores. At Iškorasjohka in the upper, southern part of the Anarjohka river valley, 19. Aug. 2010. Photo: Mathiassen and Granmo, 2013.*

LOKALITETER FOR RHYNCHOSTOMA MINUTUM I NORGE

Finnmark: Karasjok: Anarjohkas øvre dalføre, Iškorasjohka, MS 47713,82065, 19. aug. 2010, på grønnvier (*Salix phylicifolia*), leg. G. Mathiassen & A. Granmo (TROM). **Troms**: Kvænangen: Burfjorddal, V for Kåsen, EC 41,57, 19. juli 1981, på svartvier (*S. myrsinifolia* ssp. *myrsinifolia*), leg. G. Mathiassen (TROM). **Nordland**: Rana: Store Alteren, VP 54,55, 6. aug. 1987, på svartvier (*S. myrsinifolia* ssp. *myrsinifolia*), leg. G. Mathiassen (TROM). – Plurdalen, SØ for Langfjellet, VP 76,58, 26. juli 1989, på svartvier (*S. myrsinifolia* ssp. *myrsinifolia*), leg. G. Mathiassen (TROM).

TAKK

til Ernst Høgtun for hjelp med kart og figurer, og til Einar Timdal, UiO, for fotografering av soppen. Takk også til Ove E. Eriksson, Umeå, og Leif Tibell, Uppsala, for verdifulle kommentarer. Den norske Artsdatabanken har finansiert artsprosjektet «Sekksporesopper i Finnmark», som også denne artikkelen er basert på.

LITTERATUR

Barr ME, 1990. Prodromus to nonlichenized, pyrenomycetous members of class Hymenoascomycetes. Mycotaxon 39: 43–184.

Constantinescu O, Tibell L, 1992. Teleomorph-anamorph connections in Ascomycetes. 4. *Arthropycnis praetermissa* gen. and sp. nov., the anamorph of *Rhynchostoma minutum*. Nova Hedwigia 55: 169–177.

Eriksson OE, 1984. Outline of the Ascomycetes - 1984. Systema Ascomycetum 3: 1–72.

Eriksson OE, 1999. Outline of Ascomycota - 1999. Myconet 3: 1–88.

Eriksson OE, 2009. The non-lichenized ascomycetes of Sweden. Umeå University, Umeå, Sweden. ISBN 978-91-7264-898-2.

Eriksson OE, Baral H-O, Currah RS, Hansen K, Kurtzman CP, Rambold G, Laessøe T, 2001. Outline of Ascomycota. Myconet 7:1–88.

Hawksworth DL, Kirk PM, Sutton BC, Pegler DN, 1995. Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. 8th ed. Wallingford, UK: CAB International. 616 s.

Karsten PA, 1873. Mycologia fennica 2. Pyrenomycetes. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk 23: 1–250.

Lee S, Groenewald JZ, Taylor JE, Roets F, Crous PW, 2003. Rhynchostomatoid fungi occurring on Proteaceae. Mycologia 95(5): 902–910.

Lumbsch HT, Huhndorf SH, 2010. Myconet 14. Fieldiana, Life and Earth Sciences 1: 1–64.

Mathiassen G, 1989. Some corticolous and lignicolous Pyrenomycetes s. lat. (Ascomycetes) on *Salix* in Troms, N Norway. Sommerfeltia 9: 1–100.

Mathiassen G, 1993. Corticolous and lignicolous Pyrenomycetes s. lat. (Ascomycetes) on *Salix* along a mid-Scandinavian transect. Sommerfeltia 20: 1–180.

Mathiassen G, Granmo A, 2012. Sluttrapport for Artsprosjektet Sekksporesopper i Finnmark 2010 – 2011. Tromsø Museum, Universitetsmuseet 2012, ADB 56-09, Prosjekt 70184216. http://www.artsdatabanken.no/artArticle.aspx?m=259&amid=7030

Müller E, Arx JA von, 1962. Die Gattungen der didymosporen Pyrenomyceten. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz 11: 2: 1–922.

MycoBank, 2013. Fungal Databases, Nomenclature and Species Banks. http://www.mycobank.org/. Sitert 18. april 2013.

Tibell L, 1975. The Caliciales of boreal North America. Acta Universitatis Upsaliensis. 21: 1–136.

Tibell L, 1999. Calicioid lichens and fungi. Nordic Lichen Flora 1: 20–71.

Winka K, Eriksson OE, 2000. Adding to the bitunicate puzzle-studies on the systematic positions of five aberrant ascomycete taxa. In: Winka K. Phylogenetic relationships within the Ascomycota based on 18S rDNA sequences 5: 1-13. Umeå (Sweden), PhD Thesis, Umeå University.

Yue J-Z, Eriksson O, 1986. Studies on Chinese ascomycetes. 3. Astrosphaeriella lageniformis. Mycotaxon 27: 93-98.

Three rust species (Uredinales) new to Norway

Kåre Arnstein Lye

Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Sørhellinga, Høgskolevegen 12, P.O. Box 5003, NO-1432 Ås, Norway

Corresponding author: kare.lye@umb.no

Norsk tittel: Tre rustsopper (Uredinales) nye for Norge

Lye KA, 2012. Three rust species (Uredinales) new to Norway. Agarica 2013, vol. 33: 93-98.

KEY WORDS
Biodiversity, *Puccinia*, rust fungi, SEM photography, Uredinales

NØKKELORD
Biodiversitet, *Puccinia*, rustsopp, SEM fotografier, Uredinales

SAMMENDRAG
Følgende tre arter av rustsopp er funnet som nye for Norge; *Puccinia conii* på giftkjeks *Conium maculatum*, *Puccinia helianthi* på solsikke *Helianthus annuus* og *Puccinia sorghi* på mais *Zea mays*. Av disse tre artene ble to funnet på dyrkete planter og en på et sjeldent ugras. Alle vertsplantene har blitt vanligere i Norge de siste femti årene. Det er sannsynlig at det noe varmere klimaet de siste årene har gjort det lettere for soppene å infisere sine verter. Men alle tre rustsoppene er fortsatt meget sjeldne og har ennå ikke etablert permanente bestander. Totalt ble åtte arter og en varietet funnet som nye for Norge i årene 1983-2006. De tre nye artene er dokumentert med SEM fotografier i forstørrelser opp til 50000×.

ABSTRACT
The following three rust species are reported as new to Norway: *Puccinia conii* on Hemlock *Conium maculatum*, *Puccinia helianthi* on Sunflower *Helianthus annuus,* and *Puccinia sorghi* on Maize *Zea mays.* Of the three new rusts reported here two are found on cultivated plants and one on a rare weed; all these hosts have become more common in Norway during the last 40-50 years. It is likely that the warmer climate could be one of the reasons why the three rusts have been able to infect their hosts. However, the new rusts are all very rare and have not yet been able to establish permanent populations in Norway. In total eight species and one variety of rust fungi were recorded as new to Norway during the years 1983-2006. The three new species are documented with SEM photographs with magnifications up to 50000×.

INTRODUCTION

In Norway rust fungi are relatively well known (Jørstad 1936, 1940, 1960, 1962, 1964a, 1964b, Jørstad and Gjærum 1965, 1966). Knowledge of Norwegian rust fungi is further well documented in a Nordic flora (Gjærum 1974). Ryvarden and Høiland (1998) wrote that in Norway the systematics and distribution of rust fungi are better known than that of any other fungal group. Despite of this eight new rust species and one new variety were recorded as new to Norway during the years 1983-2006 (Gjærum 1984, 1994, 1996, Gjærum et al. 1994, 2003, 2004, 2007). Three of these new species have not previously been published and are documented below. The present author

found three rust fungi as new to Norway during the years 2002-2005, but one of these species, *Melampsoridium hiratsukanum* S. Itô on Grey Alder *Alnus incana* (L.) Moench and Common Alder *Alnus glutinosus* (L.) Gaertn. has already been documented (Gjærum et al. 2003, 2004). The material is kept in the herbaria O and NCRI.

Puccinia conii (F. Strauss) Fuckel on the host Hemlock *Conium maculatum* L. Figs. 1-2.

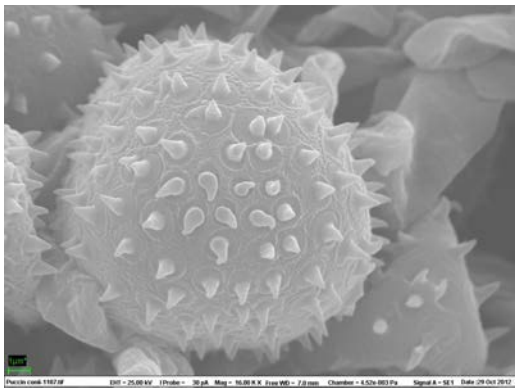


Fig. 1. An urediniospore of *Puccinia conii* on the host Hemlock *Conium maculatum*. Photo: KAL and EØ from the only Norwegian locality in Hurum, Buskerud. Scale 1 µm.

First and only record from Norway: Buskerud, Hurum municipality, 500 m W of Sagene, NM864,003, 10°31'35.0" E and 59° 31'56.6" N, on sawdust heap, 10 m.a.s.l., 3. August 2005, K. A. Lye 29056 (NCRI,O).

Puccinia conii is known from Denmark, Sweden and Finland (Gjærum 1974) and from many countries further south in Europe (Fischer 1904, Trotter 1912, Fragoso 1924, Tranzschel 1939, Săvulescu 1953, Losa España 1954, Gäumann 1959, Majewski 1979, Henderson 2000, Magyar and Tóth 2003, Feige et al. 2005, Urban and Marková 2009) and also in southwestern Asia (Göbelez 1963). Both the rust and its host have spread as far as New Zealand (McKenzie and Dingley 1996). *Conium maculatum* is a very rare plant in Norway and usually occurs as an

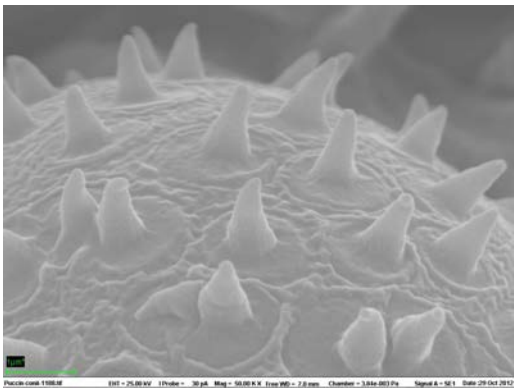


Fig. 2. Details from an urediniospore of *Puccinia conii* on the host Hemlock *Conium maculatum*. Photo: KAL and EØ from the only Norwegian locality in Hurum, Buskerud. Scale 1 µm.

ephemeral weed persisting for a single summer only. Only in a few localities has it been able to persist for many years, e.g. in Skien and Hurum. Consequently the rust can only occur as an occasional and very rare visitor. With a warmer climate both the fungus and its host could become less rare.

Puccinia helianthi Schw. on leaves of Sunflower *Helianthus annuus* L. Figs. 3-5.
First and only record from Norway: Østfold, Moss municipality, Kambo, the hill east of Kambo mill, NL954,939, 10°41'05.2" E and 59°28'20.3" N, on compost heap by the road, 25 m.a.s.l., 28. August 2003, K. A. Lye 27919 (NCRI,O).

Puccinia helianthi is previously known from Denmark, Sweden and Finland (Gjærum 1974) and many countries further south in Europa (Fischer 1904, Trotter 1908, Fragoso 1924, Tranzschel 1939, Săvulescu 1953, Losa España 1954, Gäumann 1959, Majewski 1979, Magyar and Tóth 2003, Feige et al. 2005, Urban and Marková 2009), but is in Great Britain known from an old doubtful record only (Massee 1913; Henderson 2000). The rust is widely distributed throughout the area where its host is cultivated (America, Europe, Asia, Africa and Australia). How *Puccinia*

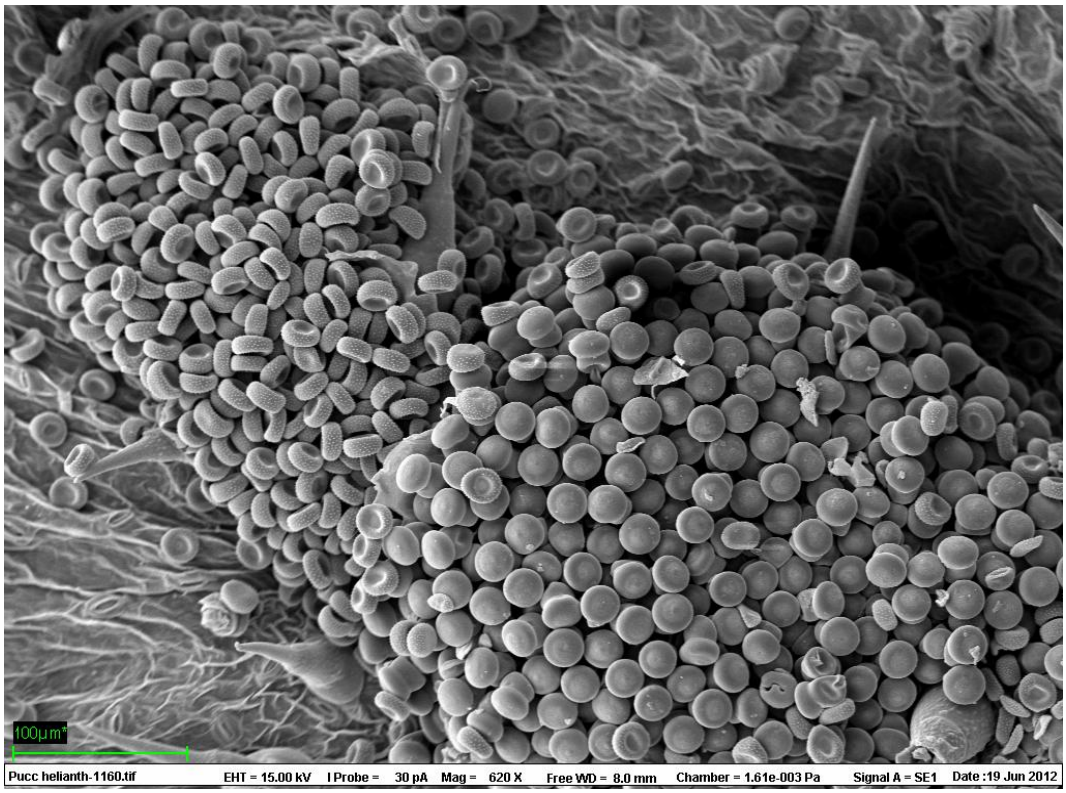


Fig. 3. A sorus of urediniospores (left) and teliespores (right) of *Puccinia helianthi* on a leaf of Sunflower *Helianthus annuus*. Scale 100 µm. Photo: KAL and EØ from the only Norwegian locality at Kambo, Moss.

helianthi arrived in Norway is unknown, but may be due to import of infected plants from Germany or another country further south in Europe. However, since the infected plant was found on a compost heap on a roadside near a private house, an infected seed may be a more likely origin.

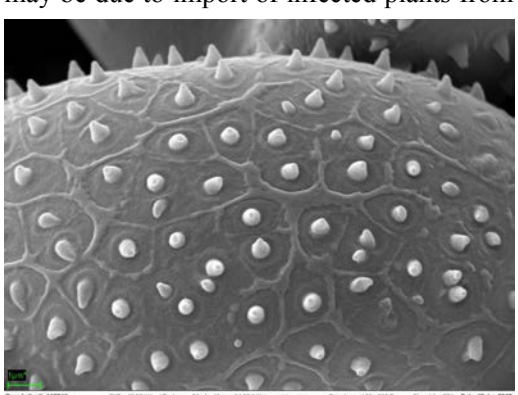


Fig. 4. Details from an urediniospore of *Puccinia helianthi* on a leaf of Sunflower *Helianthus annuus*. Scale 1 µm. Photo: KAL and EØ from the only Norwegian locality at Kambo, Moss.

Sunflower *Helianthus annuus* is native to America and has been cultivated by American Indians as food plant for at least 4500 years (Pope et al. 2001). The first plants arrived in Europe during the 1600th century, and are since spread to large parts of the world (Opsahl 1995). Today Sunflower is most extensively cultivated in America (especially Canada, northern USA and Argentine), southern and eastern Europe (especially Ukraine), East Asia, Australia and South Africa. *Puccinia helianthi* has been a problem in all regions, but newer races with better resistance to the fungus

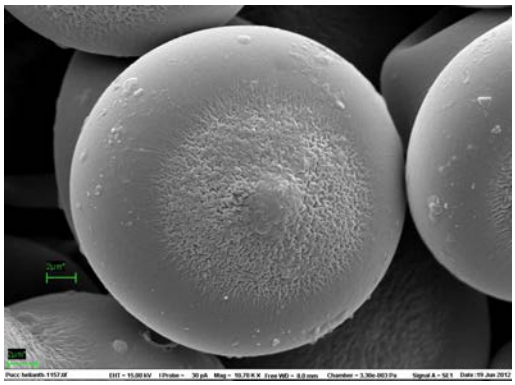


Fig. 5. Teliespore of *Puccinia helianthi* on a leaf of Sunflower *Helianthus annuus*. Scale 2 µm. Photo: KAL and EØ from the only Norwegian locality at Kambo, Moss.

have made cultivation easier (Sackston 1962, Kong et al. 1999). However, new virulent races of the fungus often evolve (Bradley et al. 2010). Since Sunflower is being more and more commonly cultivated as an ornamental in Norway, it is likely that more populations of *Puccinia helianthi* will be discovered.

Puccinia sorghi Schw. on leaves of Maize *Zea mays* L. Figs. 6.

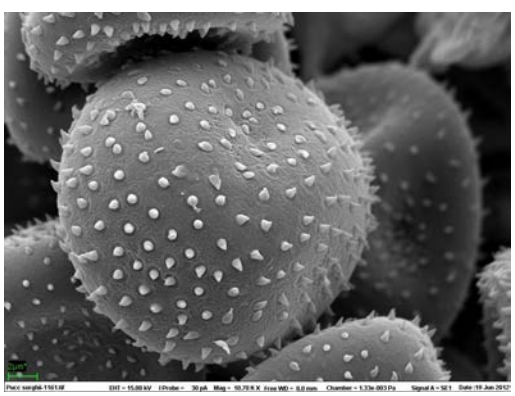


Fig. 6. An urediniospore of *Puccinia sorghi* on a leaf of Maize *Zea mays*. Scale 2 µm. Photo: KAL and EØ from the only Norwegian locality at Oddernes, Kristiansand.

First and only record from Norway: Vest-Agder: Kristiansand municipality, Oddernes, Strai, at farm of O. Hagen by Torridalselva, MK37,52, 7°56' E and 58°12' N, 16.. September 1983, Kåre Årsvoll (NCRI) II + III.

Puccinia sorghi was not recorded from any Nordic country by 1974 (Gjærum 1974), but is recently recorded from Denmark (Sørensen et al. 2012). It is widespread in many countries further south in Europe (Fischer 1904, Trotter 1910, Fragoso 1924, Tranzschel 1939, Săvulescu 1953, Losa España 1954, Gäumann 1959, Majewski 1979, Henderson 2000, Magyar and Tóth 2003, Feige et al. 2005, Urban and Marková 2009).

Puccinia sorghi has been a threat to maize cultivation for centuries (Cummins 1971, Shah and Dillard 2006), but through selection of more resistant races, the production loss has been greatly reduced. Groth et al. (1983) report a production loss from near zero to almost 50 % in different races of Maize, while Gonzales et al. (2011) report a loss of 3-8 % in Argentine nearly 30 years later.

In Norway *Puccinia sorghi* is not a problem at present due to the cold climate. In England the urediniospores did not survive the winter (Mahindapala 1978), and in Norway the winter is even colder, and the alternative host *Oxalis corniculata* L. is uncommon. How *Puccinia sorghi* reached Norway is unknown, but may be due to import of infected plants from Germany or another country further south in Europe, or an infected grain, or more unlikely a long-transported urediniospore could have infected the maize plant *in situ*.

ACNOWLEDGEMENTS
The SEM photography was made possible through Elin Ørmen at the Department of Plant and Environmental Sciences, Microscopy Division, Norwegian University of Life Sciences. Also thanks to Halvor B. Gjærum, who has confirmed the identifications, and to Kåre Årsvoll, who has let me publish his record of *Puccinia sorghi*.

REFERENCES

Bradley CA, Pataky, NR Gulya T, Friskop A, Jordahl J, Markell S, 2010. First Report of Virulence Phenotypes of *Puccinia helianthi*, Causal Agent of Sunflower Rust in Illinois. Plant Disease 94 (2): 273.

Cummins GB, 1971. The Rust Fungi of Cereals, Grasses and Bamboos. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Feige GB, Ale-Agha N, Brassman M, Christiaans B, Kricke R, 2005. New, rare and remarkable records of microfungi from the Slovakian Republic. Commun. Agric. Appl. Biol. Sci. 70 (3): 269-280.

Fischer E, 1904. Die Uredineen der Schweiz. In Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz. Bd. II, Heft 2: 1-590. Verlag von K. J. Wyss, Bern.

Fragoso, RG, 1924. Flora Iberica. Uredales Vol. I. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Gäumann E, 1959. Die Rostpilze Mitteleuropas. Büchler & Co, Bern.

Gjærum HB, 1974. Nordens rustsopper. Fungiflora, Oslo, 321 p.

Gjærum HB, 1984. Rustsoppen *Puccinia lapponica* funnet i Norge. Blyttia 42: 13-14.

Gjærum HB, 1994. Rustsoppen *Puccinia lagenophorae* funnet i Norge. Blyttia 52: 155-157.

Gjærum HB, 1996. Puccinia komarovii Tranz., a new member of the Norwegian rust flora. Agarica 14: 149-152.

Gjærum HB, Engelskjøn T, Skifte O, 1994. Finnmyrt, *Chamaedaphne Calyculata* (L.) Moench, ny for Norge (Storfjord i Troms) med Rustsoppen *Chrysomyxa ledi* var. *cassandrea*. Polarflokken 18 (2): 247-252.

Gjærum HB, Gauslaa Y, Talgø V, 2007. *Gymnosporangium sabinae* found in Norway. New Disease Reports 15: 45.

Gjærum HB, Lye KA, Solheim H, 2003. Orerust – ny parasittsopp i Norge. Norsk Skogbruk 12 – 2003: 26-27.

Gjærum HB, Lye KA, Solheim H, 2004. First record of *Melampsoridium hiratsukanum* on alder in Norway. Plant Pathology 53: 530.

Gonzales MP, Eyherabide G, Laguna IG, 2011. Variability of *Puccinia sorghi* in the core corn-growing region of Argentina. Trop. plant pathol. 36 (3): 195-199.

Groth JV, Zeyhen RJ, Davis DW, Christ BJ, 1983. Yield and quality losses caused by common rust (*Puccinia sorghi* Schw.) in sweet corn (*Zea mays*) hybrids. Crop Protection 2: 105-111.

Göbelez M, 1963. La mycoflore de Turquie. I. Mycopathologia 19 (4): 296-314.

Henderson DM, 2000. A Checklist of the Rust Fungi of the British Isles. British Mycological Society. Kew, Richmond.

Jørstad I, 1936. Uredinales and Ustilaginales of Trøndelag. Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1935, 38 (91 sider).

Jørstad I, 1940. Uredinales of Northern Norway. Skrifter Norske Vidensk. Akad. Oslo I, 1940, no. 6 (145 s.).

Jørstad I, 1960. The Norwegian Rust Species Arranged Alphabetically after Host Families and Host Genera, with Short Descriptions, Mainly of Macroscopical Characters. Nytt magasin for botanikk 8: 103-146.

Jørstad I, 1962. Distribution of Uredinales within Norway. Nytt magasin for botanikk 9: 61-134.

Jørstad I, 1964a. Observations on life-cycles, spore-forms and alpine occurrence of the Norwegian Uredinales. Nytt magasin for botanikk 11: 27-45.

Jørstad I, 1964b. The distribution within Norway of rust fungi (Uredinales) compared with the distribution of their hosts. Nytt magasin for botanikk 11: 109-141.

Jørstad I, Gjærum, HB, 1965. Recent Norwegian finds of Uredinales and Ustilaginales. Nytt magasin for botanikk 12: 55-77.

Jørstad I, Gjærum, HB, 1966. Additional Norwegian finds of Uredinales and Ustilaginales. Nytt magasin for botanikk 13: 25-38.

Kong GA, Goulter KC, Kochman JK, Thompson SM, 1999. Evolution of pathotypes of *Puccinia helianthi* on sunflower in Australia. Australian Plant Pathology 28: 320-332.

Losa España TM, 1954. Aportación al estudio de la flora micológica española. Annales del Jardin Botánico de Madrid 1954: 265-297.

Magyar D, Tóth S, 2003. Data to the Knowledge of the Microscopic Fungi in the Forests around Bukakeszi (Buda Hills, Hungary). Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 38 (1-2): 61-72.

Majewski T, 1979. Flora Polska. Grzyby (Mycota) vol. XI. Warszawa – Kraków.

Mahindapala R, 1978. Occurrence of maize rust, *Puccinia sorghi*, in England. Trans. Brit. Mycol. Soc. 70 (3): 393-399.

Massee G, 1913. Mildews, Rusts and Smuts. London.

McKenzie EHC, Dingley JM, 1996. New plant disease records in New Zealand: Miscellaneous fungal pathogens. 3. New Zealand J. Bot. 34: 263-272.

Opsahl B, 1995. Viktige vekstar i verdsjordbruket. Landbruksforlaget, Oslo.

Pope K, Pohl MED, Jones JG, Lentz DL, von Nagy C, Vega FJ, Quitmyer IR, 2001. Origin and Environmental Setting of Ancient Agriculture in the lowlands of Mesoamerica. Science 292: 1370-1373.

Ryvarden L, Høiland K, 1998. Er det liv, er det sopp! Landbruksforlaget, Oslo.

Sackston, WE, 1962. Studies on sunflower rusts. III. Occurrence, distribution and significance of races of *Puccinia helianthi* Schw. Canad. J. Bot. 40: 1449-1458.

Săvulescu T, 1953. Monografia Uredinalelor din Republica Populară Română. vol. II. Academiei Republicii Populare Române.

Shah DA, Dillard HR, 2006. Yield loss in sweet corn caused by *Puccinia sorghi*: a meta-analysis. Plant Disease 90: 1413-1418.

Sørensen CK, Justesen AFF, Hovmøller MS, 2012. 3-D imaging of temporal and spatial development of *Puccinia striiformis* haustoria in wheat. Mycologia doi:10.3852/11-401.

Tranzschel W, 1939. Conspectus Uredinalium URSS. Academiae Scientarum URSS, Mosqua – Leningrad.

Trotter A, 1908. Flora Italica Cryptogama, pars 1: Fungi, fasc. 4: 1-144. – Uredinales. Rocca s. Casciano.

Trotter A, 1910. Flora Italica Cryptogama, pars 1: Fungi, fasc. 7: 145-336. – Uredinales. Rocca s. Casciano.

Trotter A, 1912. Flora Italica Cryptogama, pars 1: Fungi, fasc, 12: 337-519. – Uredinales. Rocca s. Casciano.

Urban Z, Markova J, 2009. Catalogue of Rust Fungi of the Czech and Slovak Republics. Univerzita Karlova Praze Nakladatelst vi Karolinum.

Presentasjon av tre imperfekte sekksporesopper

Anne Molia[1], Thomas Læssøe[2]

[1]Naturhistorisk museum/Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo.
[2]Department of Biology/Natural History Museum of Denmark,
Universitetsparken 15, 2100 København Ø, Danmark

Kontakt: anne.molia@nhm.uio.no

English title: Presentation of three imperfect ascomycotes

Molia A, Læssøe T, 2013. Presentasjon av tre imperfekte sekksporesopper. Agarica 2013, vol. 33: 99-104.

NØKKELORD
Gibellula pulchra, Isaria farinosa, *Polycephalomyces ramosus*, insektpatogen, edderkoppatogen

KEYWORDS
Gibellula pulchra, Isaria farinosa, *Polycephalomyces ramosus*, insect pathogen fungi, arachnogenous fungi

ABSTRACT
Three rare, imperfect ascomycotes found in Norway during the autumn 2012 are described and documented. Two species, the arachnogenous pathogen *Gibellula pulchra* on tiny spiders attached to grass, and the insect pathogen *Isaria farinosa* on butterflies and moths (Lepidoptera), were found during intensive fieldwork in coastal, calcareous parts of Telemark. The third species: *Polycephalomyces ramosus* on *Ophiocordyceps entomorrhiza*, which itself is a parasite of insects, especially beetles (*Coleoptera*), were found during fieldwork in the project 'Hypogeous macro fungi in Norway; target-oriented search for known and unknown below-ground fungi'.

SAMMENDRAG
Tre sjeldne, imperfekte sekksporesopper funnet i Norge høsten 2012 beskrives og dokumenteres. Under feltarbeid i kystnære, åpne, kalkrike, grunnlente områder i Telemark høsten 2012 ble det funnet to patogene, imperfekte sekksporesopper: *Gibellula pulchra*, en sopp som parasitterer edderkoppdyr, og *Isaria farinosa* som parasitterer sommerfugler og møll i alle stadier. Under feltarbeid for prosjektet 'Trøffeljakt i Norge' ble en tredje art funnet: *Polycephalomyces ramosus* som parasitterer grå åmeklubbe (*Ophiocordyceps entomorrhiza*), som igjen parasitterer insekter, spesielt biller, i alle stadier.

INNLEDNING
Funnene ble gjort under feltarbeide for ARKO-prosjektet 'Arealer for Rødlistearter – Kartlegging og Overvåking' og prosjektet 'Trøffeljakt i Norge'. ARKO-feltarbeidet ble gjort i delprosjekt 'åpen, grunnlendt kalkrik mark' hvor NINA og Naturhistorisk museum,

Fig. 1. Thomas Læssøe blar seg gjennom urter og gress med hagekrafse. Foto: Anne Molia.

Universitetet i Oslo , er samarbeidspartnere. Dette er er et overvåkingsprosjekt av trua naturtyper, og denne naturtypen er i prosess for mulig å bli 'Utvalgt naturtype' fra Direktoratet for Naturforvaltning (Marianne Evju/NINA pers. medd.). Metoden som ble brukt var at vi krøp på alle fire, og brukte korte hagekrafser til å lete gjennom langt gress, se figur 1. Tyve områder av naturtypen, av størrelse 50-500 kvadratmeter, ble besøkt to ganger. Mange sjeldne og rødlistede arter ble funnet, deriblant to imperfekte sekksporesopper. Den tredje arten ble funnet under feltarbeid for prosjektet 'Trøffeljakt i Norge', som bifangst under leting og graving etter underjordisk fruktifiserende sopp. Ingen av de tre artene ble funnet i sitt perfekte stadium.

Fig. 2. *Gibellula pulchra.* Foto: Jens H. Petersen, MycoKey.com.

Gibellula pulchra Cavara

Det seksulle stadiet (teleomorfen) til anamorfen *Gibellula pulchra* er *Torrubiella arachnophila* (Kobayasi og Shimuzu 1982). Den hører systematisk hjemme i familien Cordycipitaceae, sammen med noen av åmeklubbene (slekten *Cordyceps* i snever forstand), i orden Hypocreales. For full systematisk oppdatering, se 'Artsdatabanken – Artsnavnebasen' (2013). Anamorfen er opprinnelig beskrevet fra Italia (Cavara 1894). Hos sopper som parasitterer edderkopper kalles livsformen på engelsk 'arachnogenous fungi' - norsk navn på denne livsformen mangler, men kan kanskje kalles edderkopp-patogen? Soppen er liten, men er på grunn av sitt levesett oppsiktsvekkende da den vokser på, og til slutt dreper og mumifiserer edderkoppdyr, se figur 2. Soppen angriper levende edderkopper (orden Araneae), og påvirker formodentlig adferden til dyrene slik at de får en for soppen hensiktsmessig adferd, slik som å oppholde seg innegjemt i gress – ikke ute på lysåpne områder. Teleomorfen er hittil ikke registrert i Norge.

Beskrivelse:

Anamorfen infiserer dyret og etablerer seg på innsiden, men bryter etter hvert ut i forbindelse med produktion av spredningsorganene, og dekker til slutt hele dyrets overflate. Fargen er fra hvit til en svakt rosa-lilla tone. Den får etter hvert opprette greiner (konidiebærere) og ligner derved på fruktlegemene til køllesopper (Strongman 1991, Kobayasi og Shimuzu 1977). På disse greinene vokser det ut tynne hvite stilker som har små runde hvite kuler i toppen. De er mange og små, og har et bommullshvitt utseende. Arten skilles fra den lignende *G. leiopus* bl. a. på konidiebærernes lengde: *G. pulchra* har stilkede konidiebærere mens *G. leiopus* har ustilkede, og rent hvite konidiebærere (Kubátová 2004, Samson og Evans 1973).

Funn og kommentarer:

Arter innen slekten *Gibellula* er høyst spesialiserte og tilsynelatende obligate parasitter på

edderkopper (Selçuk et al. 2004), og med kosmopolitisk utbredelse. Slekten er mest utbredt i subtropiske og tropiske områder (Samson og Evans 1973). Det gikk litt sport i å finne denne arten, og til sammen fant vi den ni ganger i åtte av tyve undersøkte områder av naturtypen åpen grunnlent kalkmark. Ved søk i GBIFs database (2013) er det ingen funn av arten. I 'Danmarks svampeatlas' (2013), databasen til det danske kartleggingsprosjektet, vises seks funn fra Danmark i atlasperioden, og det ligger ytterligere tre funn på 'Danmarks Svampe-Database' (2013). Den finnes også i Belgia (Bosselaers 1984). British Mycological Society har en database over britiske funn: 'Fungal Records Database of Britain and Ireland' (2013), og den lister ut ni funn. Klas Jaederfeldt har rapporteret den som ny for Sverige i 2001 i 'Svampguiden' (2013), og Tommy Knutsson har funnet den på Öland (pers. medd.) høsten 2012. Våre registreringer er fra:

Telemark: Bamble: O-F-245570; Eikstrand (NL 41536,43729), O-F-245710; Langøya SØ (NL 43477,39464), pluss notat fra: Porsgrunn: Skjelsvika (NL 39810,51127); Heistad, Lundebukta (NL 40008,49245) og Bamble: Langøya, Ø for søndre brygge (NL 43466,39558).

Vestfold: Larvik: O-F-245591, Helgeroa, Løvallåsen (NL 52014,36949), O-F-245734, Fugløya (NL 46249,37986), pluss notat fra Løvallåsen N (NL 51938,36977), sistnevnte både i august og oktober.

Et gammelt funn gjort av Roy Kristiansen fra Hvaler i Østfold av en sannsynlig *G. pulchra* (pers. medd.). Materialet er imidlertid ikke dokumentert, og forvekslingemuligheter med *G. leiopus* kan derfor ikke utelukkes. *Giberellula leiopus* fins bl.a. i Danmark, og

Fig. 3. *Isaria farinosa.* Foto: Jens H. Petersen, MycoKey.com.

man kan ikke utelukke at den også fins i Norge. Men sannsynligheten for at Hvalerfunnet er en *G. pulchra* er nok stor.

Isaria farinosa (Holmsk. : Fr.) Fr. (synonym *Paecilomyces farinosus*)
Denne anamorfen ble beskrevet av dansken Theodor Holmskjold (1781) som «Den meelede Greensvamp (Ramaria Farinosa)», som i samme publikation ("*Lykkelige stunder tilbragt på landet med studiet af de danske svampe*") omtalte "Stridskøllen" (*Cordyceps militaris* (L.) Link). *Ramaria farinosa* ble senere omkombineret av Fries i Systema Mycologicum til *Isaria farinosa* (Fries 1832). Originalbeskrivelsen av *Ramaria farinosa* (på dansk) er gjengitt på internett, pluss i engelsk oversettelse (Plantpath 2013): *Ramaria farinosa* T. Holm [e. g. T. Holmskjold]. Nylig ble anamorfen epitypifisert på basis av dansk materiale (Hodge et al. 2005), og samtidig ble den flyttet tilbake til *Isaria* fra *Paecilomyces* hvor den en tid har vært plassert. Teleomorfen anses å være *Cordyceps memorabilis* (Ces.) Sacc. (Cordyceps.us 2913). Denne teleomorfen har ingen kjent forekomst i Norge.

Beskrivelse:
Denne soppen har et tørt og pudret ytre. Den er hvit til svakt pastell gul/ferskenfarga, spesielt i nedre del, og har som navnet sier en melete (farinøs) overflate, eller som originalbeskrivelsen til Holmskjold sier "…og overalt belagte med en hvid, løs, smittende Meelskorpe". Videre fra originalbeskrivelsen: "Roden er blødagtig, lidet greenet, sammenklævende, udbredt, fæstet i Insekter". Soppen er ofte noe avflatet, forgreinet til koralloid, se figur 3. Den er som regel liten, ca. 2-3 cm, men kan bli opp imot 5-6 cm høy**.** Soppen angriper og dreper insekter (sommerfugler og møll - Lepidoptera) i både puppe- og larvestadiet.

Funn og kommentarer:
Vi fant denne soppen på to lokaliteter. Ett funn fra Telemark: Bamble, Kroghavn (NL 42513,40072), og et Vestfold: Larvik Fugløya: (O-F-245749) (NL 46249,37986).

Arten er registrert fra Sverige, Danmark, Island, Storbritannia, Irland, Tyskland, Østerrike, Belgia, Nederland, Polen, Frankrike, Tsjekkia og Spania (GBIF 2013), men da ved å søke på *Paecilomyces farinosus*. Ikke overraskende er det Danmark som topper listen over antall funn med 39 registreringer.

Artens økologi er noe usikker, men Holmskjold (1781) skriver: "Den forekommer paa sine Steder i langt større Overflødighed end Stridskøllen [rød åmeklubbe - *Cordyceps militaris*]; men den er derimod langt mindre og uanseeligere". Av smak skal den være litt søtaktig. Især pudderet!

Polycephalomyces ramosus (Peck) Mains
En tredje sjeldenhet, *Polycephalomyces ramosus,* er en parasitt med et mer komplisert levesett. Den parasitterer mycel av slekten *Ophiocordyceps* som igjen er parasitt på biller (Carabidae) i alle utviklingsstadier. Soppen ble første gang beskrevet i 1872 av Peck som *Stilbum ramosum* (Peck 1872), men navnet ble omkombinert av Mains til *Polycephalomyces ramosus* (Mains 1948). Parasitten hører for øvrig hjemme i samme familie som verten, Ophiocordycipitaceae.

Beskrivelse:
Soppen sees som grå-hvite køllelignende utvekster på åmeklubbene, et såkalt coremium. Disse kan være fra runde til noe avflatede, fra korte til relativt lange (få millimeter til > 1 cm), se figur 4. Køllene er svarte mot verten, så brun-beige, og øverst mot det konideibærende hodet hvite. Det perfekte stadiet er p.t. ukjent.

Funn og kommentarer:
Polycephalomyces ramosus er en art de

Fig. 4. *Ophiocordyceps entomorrhiza*. Foto: Jens H. Petersen, MycoKey.com.

færreste er oppmerksom på, men den er ganske karakteristisk, og kjenner man først til at den eksisterer er det lett å finne den! En av forfaterne (AM) må innrømme at hennes første funn av arten, som parasitterte en løpebille i Ekebergskogen i Oslo, ble bestemt til en umoden grå åmeklubbe *Ophiocordyceps entomorrhiza* (Dicks.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, og derfor lagt ut i naturen i nærheten av hjemmet som et forsøk på ettermodning. Bestemmelsen var ikke feil - grå åmeklubbe var der, men *P. ramosus* var en del av det jeg trodde var "den umodne åmeklubben". Hodet med perithecier manglet, men det var en mengde lyse sidegrener. Soppen ble aldri gjenfunnet, men noen bilder ble tatt i felt. Bestemmelsen var altså delvis riktig, men saken ble ikke oppklart før trøffel-feltarbeidet startet, og medforfatter (TL) kom på banen og bestemte arten ut fra foto. Fadesen kunne vært ungått ved et kikk i Svampar, der denne arten er avbildet og navngitt sammen med grå åmeklubbe (Ryman og Holmåsen, tredje, reviderte opplag, 1992).

Det er faktisk typisk parasitten på åmeklubben man først får øye på fremfor åmeklubben, da sistnevnte har en mer diskret grå farve. Det fantes imidlertid en innsamling til av parasittert grå åmeklubbe fra Ekebergåsen fra samme tur. Den vokste på en larve, og dette funnet er belagt: (NM 99031,40836) O-F- 245262. Arten ble også funnet av oss i Lauglolia på Byneset i Trondheim (Sør-Trøndelag): (NR 61143,24932) O-F-245462. Søk i GBIFs database viser at arten er funnet i Sverige (ett funn, Örebro/ Närke), Nederland (to registreringer) og Storbritannia (to registreringer) i følge GBIF (2013). Det fins i tillegg ni funn i den danske atlasdatabase 'Danmarks svampeatlas' (2013) som mangler i GBIFs database.

ETTERORD

Det er per i dag ingen registreringer av disse tre presenterte artene i Artskart (2013). Men vi gjør leserne oppmerksomme på at herbariemateriale ikke er kontrollert, og at den store samlingen av imperfekte sopper ved Naturhistorisk museum i Oslo ikke er digitalisert (men dataregistrering er utført i herbariene i Bergen, Trondheim og Tromsø). Artikkelen er ment som en oppfordring til å gå ut å finne disse artene – og til å dokumentere funnene. Skulle du ønske å lære mer om disse soppene så beskriver og illustrerer Evans og Samson (1987) flere av de imperfekte slektene - i farger.

TAKK

Jens H. Petersen MycoKey.com, Tirstrup, takkes for velvillig å stille bilder til rådighet.

REFERANSER

Artskart 2013. Artsdatabanken, www2.artsdatabanken.no/artsnavn. Sitert mai 2013.

Artsnavnebasen. Artsdatabanken, www2.artsdatabanken.no/artsnavn/Contentpages/Sok.aspx. Sitert mai 2013.

Bosselaers J, 1984. Gibellula pulchra (Sacc.) Cavara in het gebied van de Slangebeekbronte Zonhoven (België). Natuurhistorisch Maandblad 73(9): 166-168.

Cavara F, 1894. Ulteriore contribuzione all Micologica Lombarda. Atti Istituti Botanici Universita di Pavia, Ser. 2, 3: 347.

Cordyceps.us. An electronic monograph of Cordyceps and related fungi. Oregon State University, Department of Botany and Plant Pathology, http://cordyceps.us/node/5960. Sitert mai 2013.

Danmarks svampeatlas, http://www.svampeatlas.dk. Sitert mai 2013.

Danmarks Svampe-Database. Botanisk Have Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet, Danmark: www.daim.snm.ku.dk/svampeherbariet. Sitert mai 2013.

Evans HC, Samson RA, 1987. Fungal pathogens of spiders. The Mycologist 21: 152 -159.

Fries E, 1832. Systema mycologicum. 3(2): 271. Lundae.

Fungal Records Database of Britain and Ireland, www.fieldmycology.net/FRDBI/FRDBI.asp. Sitert mai 2013.

GBIF, http://data.gbif.org/welcome.htm. Sitert mai 2013.

Hodge KT, Gams W, Samson RA, Korf RP, Seifert KA, 2005. Lectotypification and status of Isaria Pers.: Fr.. Taxon 54(2): 485-489.

Holmskjold T, 1781. Afhanding om nogle Kryptogamer, som deels voxe paa visse Deele af andre Vexter deels fremkomme af Dyre-Riget iblant hvilke Stridskøllen (Clavaria militaris) og den Pudrede Greensvamp (Ramaria farinosa) fornemmeligne beskrives. Kongelige Danske videnskabernes sel- skabs skrifter Nye Samling 1: 279-302.

Kobayasi Y, Shimizu D, 1977. Some species of Cordyceps and its allies on spiders. Kew Bulletin 31(3): 557-566.

Kobayasi Y, Shimizu D, 1982. Monograph of the genus Torrubiella. Bulletin of the National Science Museum. Tokyo, Ser. B, 8(2): 43-78.

Kubátová A, 2004. The arachnogenous fungus Gibellula leiopus - second find from the Czech Republic. Czech Mycology 56(3-4): 185-191.

Mains EB, 1948. Polycephalomyces ramosus (Peck) Mains. Mycologia 40 (4): 414.

Peck CH, 1872. Report of the Botanist [1869]. Annual Report on the New York State Museum of Natural History 23: 78.

Planthpath. Cornell University, education, www.plantpath.cornell.edu/CUPpages/Isaria.html, Sitert mai 2013.

Strongman DB, 1991. Gibellula pulchra from a spider (Salticidae) in Nova Scotia, Canada Mycologia 83(6): 816-817.

Ryman S, Holmåsen I, 1984. Svampar. En fälthandbok. Interpublishing AB Stockholm, 662 sider.

Samson RA, Evans HC, 1973. Notes on entomogenous fungi from Ghana. I. The genera Gibellula and Pseudogibellula. Acta Botanica Neerlandica 22: 522-528.

Selçuk F, Hüseyin E, Gaffaroğlu M, 2004. Occurrence of the araneogenous fungus Gibellula pulchra in Turkey. Mycologia Balcanica 1: 61-62.

Svampguiden, www.svampguiden.com/011031_gibellula_pulchra.asp. Sitert mai 2013.

Arbuscular mycorrhizal fungi and their ecological roles: a review with a Norwegian perspective

Theo Ruissen
Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research
Gunnars veg 6, NO-6630 Tingvoll, Norway

Corresponding author:
theo.ruissen@bioforsk.no

Norsk tittel: Arbuskulær mykorrhizasopp og deres økologiske rolle: en oversikt med et norsk perspektiv

Ruissen, MA, 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi and their ecological roles: a review with a Norwegian perspective. Agarica 2013, vol. 33: 105-116.

KEYWORDS
AM distribution, boreal, ecosystem services, *Glomeromycota*, plant community, semi-natural grassland, sub-arctic

NØKKELORD
AM forekomst, boreal, *Glomeromycota*, kulturmarkseng, plantesamfunn, subarktisk, økosystem tjenester

ABSTRACT
In this review with an introductory character the major ecological roles of arbuscular mycorrhizal fungi are described. It is supplemented with updated information about the classification and taxonomy of the *Glomeromycota*, the fungi that form arbuscular mycorrhiza. In addition an overview is given about previous work with arbuscular mycorrhiza in Norway and it is put in a broader Nordic/Arctic context.

SAMMENDRAG
Denne oversiktsartikkelen gir en generell innføring i den evolusjonært og økologisk sett viktige soppgruppen *Glomeromycota*. De økologiske rollene til arbuskulær mykorrhiza, som disse sopper danner, blir nærmere omtalt. Den aktuelle status innen klassifisering og taksonomi av *Glomeromycota* er utfyllende beskrevet. Det gis en oversikt over kunnskapen om denne soppgruppen under norske forhold, og denne kunnskapen er nærmere vurdert i en nordisk/arktisk sammenheng.

INTRODUCTION

Generally speaking, mycorrhizal associations are often connected to the macrofungi forming toadstools in forests and parks and provide the trees with the nutrients they need. This is only a small part of the picture. Mycorrhizas and the fungi involved represent a far greater diversity, seen both from an evolutionary and from an ecological perspective. From the various types of mycorrhizas (Smith and Read 2008) arbuscular mycorrhizas are presumably the oldest among them and the most cosmopolite in distribution. They are hidden for our eyes because of their hypogeic lifestyle. The arbuscular mycorrhizal symbioses were described as early as in the 19th century (Janse 1896, Schlicht 1889), not surprisingly after first having been related to a root disease in sugarcane (Treub 1885). The functional role of arbuscular mycorrhizal fungi received more interest after Asai (1944) described their impact on the growth of plants. Uptake of phosphates from the soil and its transfer to the host plant became a major focus in research (Smith and Read 2008). More recent other functions have received an increasing interest. These functions include their impact on soil structure, plant defense mechanisms and the regulatory role in plant population composition (Rillig

and Mummey 2006, Whipps 2004, van der Heijden et al. 1998). These latter aspects illustrate the complexity and the variation in the role of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF).

In this review the objectives are (1) to give an introduction to and an overview of the major ecological functions of arbuscular mycorrhizal fungi, and (2) to give an update on the recent developments in classification and taxonomy with a reference to the Norwegian/Nordic situation.

ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI

The obligate biotrophic fungi belonging to the *Glomeromycota* are among the oldest fungi in terrestrial systems on earth (Brundrett 2002). The symbiotic relationship of the *Glomeromycota* with plants is assumed to have played an essential role in the establishment of (pre)vascular plants on the land masses that took place about 460 M years ago in the geologic period Middle Ordovician (Redecker et al. 2000). This assumption is supported by evidence from fossil material. The glomeromycotan fungi develop symbiotic relationships with the majority of vascular plants in almost all habitat types (Wang and Qiu 2006). The mycorrhizas they form are of the so called arbuscular type characterized by the formation of densely branched or coiled intracellular structures in the cortex cells of roots. The branched structures are called arbuscules. They are the core of the interface between the plant root and the fungus. Arbuscules facilitate the exchange of energy rich carbon compounds (mainly glucose) in favor for the fungus. Mineral nutrients are taken up by the fungus and translocated to the plant. The mycorrhizal complex consists of an intra-radical part formed during colonization of the root cortex and an extra-radical part, usually consisting of extensive hyphal networks in the soil. In the soil they form propagative structures like spores, vesicles and, in some genera, auxiliary cells visible as lobbed cell structures on the extra-radical hyphae. In some taxa spore and vesicle formation may also be present in the root cortex. Mean spore sizes range from about 50 mm to 400 mm, depending on the species. The mycelium in the *Glomeromycota* is coenocytic (= almost completely without septa) with numerous nuclei in a common cytoplasm. Spores are multinucleate and probably heterokaryotic with up to several hundreds of nuclei per spore. Some species form clusters of spores collected in a dense hyphal network known as sporocarps. These sporocarps may have a size up to a few millimeters and remain hypogeic during the whole life cycle. The arbuscular mycorrhizal fungi have no known sexual recombination. This is remarkable from an evolutionary point of view for a fungal lineage of that age. Although recent research has revealed some information that may lead to a future elucidation of this puzzle. Some biochemical compounds are found that might be related to a meiotic process (Croll et al. 2009, Croll and Sanders 2009), and evidence for some form of sexual reproduction is increasing (Riley and Corradi 2013).

The obligate biotrophic character of the AMF has always been a challenge in the study of these fungi. The requirement for establishing a symbiosis on a living plant makes these studies time consuming and limits experimentation. Around 230 morphospecies of these globally important fungi have been identified and described so far (Schüßler 2013), which is a remarkable low number for such an old and widely distributed fungal taxon (Rosendahl 2008). Recent introduction of molecular taxonomy has revealed, not unexpectedly, a far greater genetic diversity than morphological characteristics make visible.

ECOLOGICAL ROLES OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI

Almost every publication on arbuscular mycorrhizas start with highlighting their ecological

importance. There is no doubt about that, and a wealth of literature support this statement (Smith and Read 2008). Even Parniske (2008) has arguments, based on a comparison of the symbiotic relationship of AMF and the nitrogen fixing rhizobia bacteria, to state that arbuscular mycorrhiza is the mother of all root endosymbiosis. However, to generalize and focus solely on mutualistic traits may introduce a bias since our knowledge about AMF functioning is incomplete, continuously growing and the scientific debate on mutualism-parasitism in mycorrhizal functioning is still lively (Johnson et al.1997, Smith and Smith 2011a, Johnson and Graham 2013, Smith and Smith 2013).

The comparison of mycorrhizal functioning in undisturbed natural systems with artificial anthropogenic systems may reveal differences in functionalities and outcomes. In this respect it should not be forgotten that in natural situations survival is the driver of evolution while in human activities like agriculture, crop (no single plant) productivity per area is the main driver. The fundamental processes and types of interactions are the same; the outcomes may be different. This phenomenon is expressed in figure 1 where all components (A) show a certain degree of variation (B). Combining different states in this variation of each component reveal different outcomes (C). The role of the environmental context in arbuscular mycorrhizal functioning is crucial as illustrated by Ruissen (1982): same soil, same AM fungus, same host plant, same climatic conditions, only a difference in plant density, and therefore a difference in available soil volume and intraspecific competition, gave contrasting results varying from a mutualistic outcome to a parasitic outcome.

The differences in outcomes of the symbiosis is gradually supported by more evidence with the frequently cited paper of Klironomos (2003) as an example. Still, the outcome is generally considered as a final state, but should

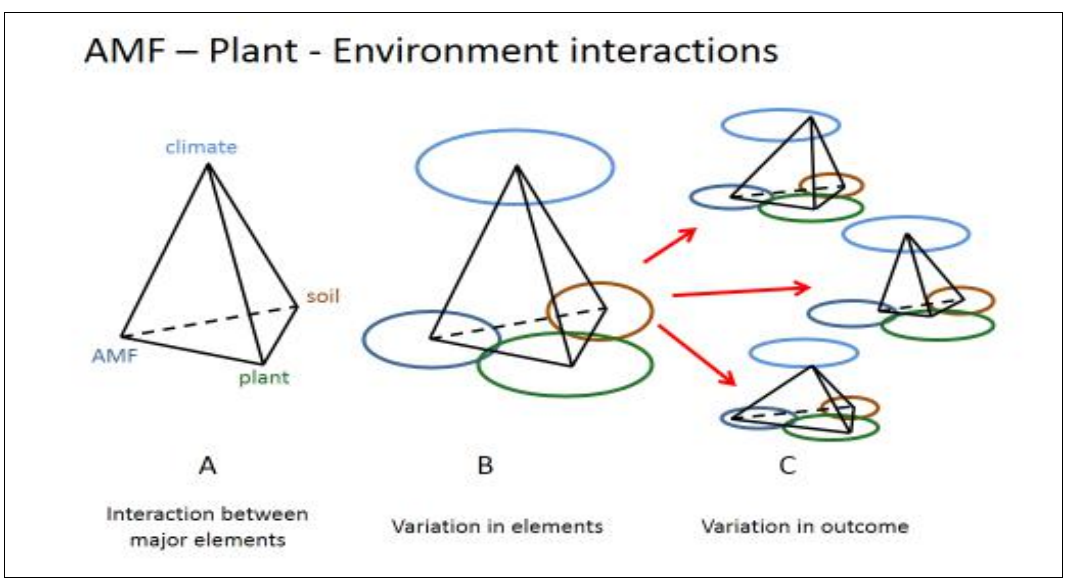


Figure 1. Illustration of variation in outcome of the interaction of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) with various environmental factors (plant, soil, climate). A represents the interaction tetraeder, B expresses the variation in the elements, and C shows the different outcomes. Outcomes may be measured as level of nutrient acquisition, plant growth stimulation or as degree of plant pathogen defense as examples.

also be considered as a transient state in a continuum (Smith and Smith 2013). Ruissen (2013a) considers therefore parasitism in mycorrhizal functioning as an intrinsic rate variable based on the continuous flux of energy (carbon) from the plant to the fungus. This view represents the classical meaning of parasitism as being the transfer of feed among unlike organisms, and thus separating parasitism from pathogenic relationships with different mechanisms of interaction.

The balancing of the interplay between plant and fungus is crucial in mycorrhizal functioning; in general considered as based on reciprocal rewarding (Kiers et al. 2011). These reciprocal rewards have a physiological basis (Casieri et al. 2013) and a better understanding and quantification of the interdependency of the various state variables in the interaction makes dynamic modeling to an explanatory tool for the different outcomes of the symbiosis (Kaschuk et al. 2009).

The ubiquitous presence of arbuscular mycorrhizas in terrestrial plant systems make them to a factor hardly to ignore. As concluded by Willis et al (2013), the higher plant/*Glomeromycota* symbiosis is so entwined that it is probably implausible to study the ecology of either one in isolation. Although, it should be remembered that some plant families like the *Crucifereae* and *Chenopodiaceae* hardly form mycorrhizas with the glomeromycotan fungi (Wang and Qiu 2006).

Nutrient acquisition

Of all the essential plant nutrients the macronutrient phosphorus is the element that has received most focus in connection to the AMF – plant symbiosis. Evidence is accumulating that although mycorrhizal and non-mycorrhizal plants retrieve phosphorus from the same P_i pool, plants may prefer to take up phosphorus through the mycorrhizal pathway in comparison to the direct pathway through the epidermis of the plant roots (Smith and Smith 2011b). The understanding of this preference lies probably in the energy costs of transport through the various cell membrane interfaces (Casieri et al. 2013).

Nutrient acquisition by AMF is initially only explained by the extension of the uptake surface of roots and especially relevant for nutrients less mobile in the soil or exposed to rapid immobilizing processes. The "cross-talk" between the AM fungus and the plant appears to play a significant role too. Up- or downgrading of the expression of nutrient transporter activity as a result of the interaction is an example (Breuillin et al. 2010).

The acquisition of nitrogen by AMF has long been paid little attention to. The uptake of N from organic sources can be substantial, not at least for covering the AM fungus' own need for N (Hodge and Fitter 2010), but also in cases of lack of N mobility under dry conditions the transfer to the plant can be significant (Tobar et al. 1994). Most nitrogen studies are related to N-uptake by AMF. Few studies have nitrogen as driver of plant growth as point of departure. Plant available nitrogen influences the physiology of the plant by changing plant internal source-sink relationships and the allocation of carbon compounds as the basis for energy exchange with the obligate biotrophic guest. At date, a change in this trend becomes visible (cf. Correa et al. 2011).

Soil quality

Arbuscular mycorrhizal fungi have an impact on soil quality, and in turn they are influenced themselves by the properties of soils (Gianinazzi et al. 2010). In general, mineral soils sustain stronger arbuscular mycorrhizal development than organic soils; chalk containing soils are more favorable for AM than more acid soils.

A major element in the contribution of AMF to soil quality is their role in aggregate development (Rillig and Mummey 2006). This

is based on the production of the glycoprotein glomalin (Wright and Upadhyaya 1998) which has a long lasting stability in the soil (Rillig et al. 2001) and acts as a glue for soil particles. In addition comes the physical binding of soil particles by the fungal hyphae. The AMF mycelium delivers carbon rich compounds and other bioactive signals further away from the root, thereby stimulating microbial activity in more remote sites (Barto et al. 2012).

Plant defense interactions

The aspect of the role of AMF in plant defense is a very interesting one. Being obligate biotrophic fungi, and probably the evolutionary ancestors of the plant pathogenic fungi belonging to the Dikarya (including Ascomycota, Basidiomycota), many similarities can be found between arbuscular mycorrhizal fungi and fungal plant pathogens. This is especially the case for those pathogens with an obligate biotrophic phase (Mendgen and Hahn 2002, Ruiz-Lozano et al.1999). The biochemically fine-tuned interactions during infection and colonization of the plant root by AMF changes the stage for other invaders (Liu et al. 2007, Vierheilig et al. 2000), and not only for fungal plant pathogens but also for e.g. nematodes (Delopoulos et al. 2011, Vos et al. 2012).

Arbuscular mycorrhizal fungi as biocontrol agents have already a long history in academic research (Whipps 2004). Much of the work with biocontrol by AMF, also contemporary literature, has an anecdotic character describing single cases of biocontrol without a clear reference to the mechanisms involved. Few exceptions exist as for example the induction of defense related enzymes following colonization of roots with arbuscular mycorrhizal fungi (Garmendia et al. 2006). Besides a direct interaction between pathogen and the mycorrhizal root, indirect effects may occur. This is shown by the stimulus of AMF associated bacteria suppressing pathogenic activity (Li et al. 2007).

Population behavior of AMF

Populations of AMF are not fixed; they are dynamic in response to the various forces in the environment. The changes in time and space are both intra- and interspecific. Arbuscular mycorrhizal fungi have a coenocytic mycelium that harbors many nuclei with probably a certain level of heterokaryosis, although the level of within-fungus polymorphism may be low. In addition, related strains are able to form anastomosis which opens for an exchange of nuclei (Giovannetti et al. 1999). Spores contain hundreds of nuclei and a high intra-individual genetic diversity may be present in AMF. Over a short time span the genetic assemblage can change (Angelard et al. 2010, Croll et al. 2009) and is probably mainly based on changes in allele frequencies (Angelard and Sanders 2011, Ehinger et al. 2012).

Long lasting field experiments with contrasting environmental conditions are valuable as shown in the work of Cheng and coworkers (2013) with regard to phosphorus availability showing a marked change in AMF community structure. They concluded also that these processes of change take time as illustrated by short lasting disturbances of the environmental regime. Depending on the environmental conditions certain functional traits can be lost in an AMF community (Ellers et al. 2012), even when the morphological phenotype stays the same.

AMF - Plant community interactions

The interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and their host plants is complex and still poorly understood. An increasing amount of evidence illustrates a role of AMF in modulating the competition between individuals in a diverse plant community (van der Heijden et al. 1998). The mechanism involved is probably related to the difference in mycorrhizal dependency of individual plant species and the level of the reciprocal rewarding of the different components in the plant community

(Mariotte et al. 2012).

At the plant community level different plant species share the same mycorrhizal networks. These networks may consist of mycelium from different arbuscular mycorrhizal fungal species and genotypes. The terms of trade for each fungus-host combination seem to vary, and thus influencing the outcome of the symbiosis (Walder et al. 2012). In a study whether AMF communities in plant roots are a reflection of the local pool of AMF they concluded that on an individual plant basis no correlation was found, but on the plant community level a correlation was found indeed, and the spatial structure of AMF communities in soil reflects probably the heterogeneity in the vegetation (Davison et al. 2011, Davison et al. 2012).

In agro-ecosystems the interaction weeds-AMF-crop plants receives an increasing focus. Here a distinction is made between invasive, ruderal and natural plant species. It is speculated that invasive plant species are hampered in their development by AMF (Rinaudo et al. 2010, Veiga et al. 2011) which may be of advantage regarding management of certain agricultural weeds. Although, contrasting results are also obtained (Marler et al. 1999) showing that native AMF give invasive plant species a competitive advantage. However, most of the experimental data dealing with ecological questions are from isolated pot and microcosm studies. Extrapolation to open field situations is difficult, if not impossible (Sykorova et al. 2007).

CLASSSIFICATION AND TAXONOMY OF AMF

Until recently classification (= division in groups) of AMF was mainly based on the ontogenesis of the spores and the morphological characteristics of the spore wall. The taxonomic position (= evolutionary/developmental relationship) has long been and is still a challenge, mainly because of the obligate biotrophic lifestyle of these fungi. However the classification of the arbuscular mycorrhizal fungi became more structured through the description of the five genera *Gigaspora, Acaulospora, Glomus, Sclerocystis* and *Scutellospora* (Smith and Read 2008). Until recently, they were still included in the phylum *Zygomycota*, but separated from the *Endogonales* by placing them into an own order of *Glomales* based on their obligate biotrophic lifestyle and the intra-radical dichotomously branched arbuscules. This classification was a step forward but it was still not fully satisfactory.

Early analysis at the DNA sequence level, analyses of lipids and cell wall composition made the taxonomic relationship with the *Zygomycota* even more questionable. Phylogenetic studies based on SSUrDNA sequences led to the separation of the *Glomales* into a monophyletic phylum: *Glomeromycota* (Schüßler et al. 2001). Further classification gave rise to a few new orders and families within this phylum. The most recent overview is given by Krüger and coworkers (2012) and provides a reference data set for molecular systematics of the AMF. A major update can be found on the web-site of Schüßler (2013), although continuous new adaptations take place (Redecker et al. 2013). The present classification is given in table 1. A comprehensive overview of the classification and taxonomic developments is given by Rosendahl (2008) and Blaszkowski (2012).

ARBUSCULAR MYCORRHIZA IN THE HIGH-, LOW- AND SUB-ARCTIC

It is well established that the climatic conditions in the Arctics are not the most favorable for the development of AM symbioses (Kivlin et al. 2011, Kytoviita 2005, Treseder and Cross 2006). Topographic variation determines variation in microclimate. This plays an important role in the distribution of AMF and modifies their impact for plant development (Kytoviita 2005, Kytoviita et al. 2011). Arctic and alpine

Table 1. Classification of the *Glomeromycota* after Schüßler (2013) and Redecker et al. (2013). *= family/genera with uncertain position, **=including taxa with uncertain position.

Phylum Glomeromycota		
Class Glomeromycetes		
orders (4)	families (10/11**)	genera (19/25**)
Glomerales	Glomeraceae	Glomus Funneliformis (former Glomus Group Aa, 'Glomus mosseae clade') Septoglomus Rhizophagus (former Glomus Group Ab, 'Glomus intraradices clade') Sclerocystis (basal in former Glomus Group Ab)
	Claroideoglomeraceae	Claroideoglomus (former Glomus Group B, 'Glomus claroideum clade')
Diversisporales	Gigasporaceae	Gigaspora Dentiscutata Intraornatospora* Paradentiscutata* Scutellospora Cetraspora Racocetra (including Racocetra weresubiae)
	Acaulosporaceae	Acaulospora (including the former Kuklospora)
	Sacculosporeae*	Sacculospora*
	Pacisporaceae	Pacispora
	Diversisporaceae	Diversispora Otospora* Tricispora* Corymbiglomus* Redeckera
Paraglomerales	Paraglomeraceae	Paraglomus
Archaeosporales	Geosiphonaceae	Geosiphon
	Ambisporaceae	Ambispora
	Archaeosporaceae	Archaeospora (including the former Intraspora)

plants seem to be adapted to these cold conditions showing more efficient photosynthesis at a lower temperature in comparison to plants from more temperate regions (for references see Ruotsalainen and Kytoviita 2004). Although raising temperature from a below optimum level may increase the benefit of plants from the mycorrhizal symbiosis (Kytoviita and Ruotsalainen 2007).

The relatively low mycotrophy of plants in cold environments might be seen as a balancing of the cost-benefit ratio in the symbiosis, since reciprocal reward is a central concept in mycorrhizal functioning (Kiers et al. 2011). Such a fine-tuning may imply that under more favorable conditions for plant growth, which also correlates to sites more appropriate for agricultural production, the beneficial impact of mycorrhizal symbiosis for plant growth might be expected to be at a higher level.

EARLIER WORK ON ARBUSCULAR MYCORRHIZA IN NORWAY

A limited number of studies on the presence of arbuscular mycorrhiza in Norway have been recorded. They deal mainly with natural or semi-natural habitats, comprising semi-natural grasslands in the boreal or boreonemoral vegetation zone (Dhillion 1993, Dhillion 1994, Dhillion and Gardsjord 2004, Eriksen et al. 2002), the presence of AMF in six herbaceous plants along an altitudinal gradient in the subarctic (Ruotsalainen et al. 2004), and isoetid (wetland) plant species around ultra-oligotrophic lakes in south-western and central Norway (Baar et al. 2011, Kohout et al. 2012). The presence and significance of AM in agricultural soils is only described once in a greenhouse study on the impact of different long term fertilization strategies on mycorrhizal development and plant P-uptake (Joner 2000). A study dealing with the mycorrhizal symbiosis in

plants from former agricultural areas, mainly semi-natural meadows, focused on the colonization of some floristic elements in these fields (Eriksen et al. 2002). Only some of the studies give information on the taxonomic diversity among the AM fungi (Baar et al. 2011, Dhillion 1993, Dhillion 1994, Kohout et al. 2012, Ruotsalainen et al. 2004) although the information is limited.

DIVERSITY AMONG ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN NORWAY

The earlier studies on the presence of AMF in Norway are dealing with mycorrhizal structures in the sporophytes of *Equisetum* (Dhillion 1993). Root colonization up to about 40 % was found in the species *E. sylvaticum* and *E. variegatum*. Unfortunately only spores collected from USA sampled material were included in the study, thus no information on the fungal diversity in the Norwegian material. Investigations on mycorrhizal symbioses in *Salix* gave more insight in the diversity of AMF in Norway. Five different specimens of AMF spores were identified from habitats in eastern Norway (Dhillion 1994), three belonging to the *Glomus* group (*s.l.*), one to the genus *Gigaspora* and one to the genus *Scutellospora.*

In the study of Dhillion and Gardsjord (2004) also only the development of AMF root colonization was recorded. In this case maize (*Zea mays*) was used as a bait plant. It was mentioned in the paper that identification of the isolated spores was in progress. Up to present date, the identification results have not been formally published.

The study of Eriksen et al. (2002) focused on AMF infection types in a large range of plant species in semi-natural, traditionally managed grasslands at three locations in eastern Norway. Also in these studies no further taxonomic fungal assignment was undertaken. Two rather recent studies of wetland plants (isoetids) in South-western and Central Norway had the diversity of AMF as one of the research objectives (Baar et al. 2011, Kohout et al. 2012). Both studies found an extensive AMF colonization in the roots of *Littorella uniflora*. These studies applied DNA sequence analysis as a tool to describe the diversity of the AMF populations. Kohout and coworkers found eight AMF taxa belonging to the orders *Archaeosporales*, *Diversisporales* and *Glomerales*. The taxa are described as OTU's (operational taxonomic units) and these OTU's have not necessarily a correlation with the known morphological described AMF species. Indeed, the authors mentioned that they were not able to relate them to any of the morphologically described AMF species. On the other hand, they were able to relate them to the information obtained in the study of Baar et al. (2011) where more specific AMF related primers were used. Like Kohout et al. (2012), Baar et al. (2011) could assign the majority of the recovered phylotypes to the orders *Glomerales* (*Glomus* group A), *Diversisporales* (genera *Acaulospora* and *Scutellospora*) and *Archaeosporales* (genus *Archaeospora*). This variation in diversity is not much different from the initial inventory of Ruissen (2013b) in agricultural fields, except for the marked presence of the fine endophytes, which only can be discovered by observation in stained roots, since adequate genetic sequences are not yet available for these endophytes.

SUMMARY POINTS

- Arbuscular mycorrhizas are of major ecological significance functioning in nutrient acquisition, soil quality processes, plant community composition and plant defense mechanisms.
- Arbuscular mycorrhizal relationships are largely driven by environmental contexts and therefore variable in their outcomes.
- Classification and taxonomy are in a transient phase from morphology based towards DNA sequence based methodology.

- DNA based technologies open up for more precise identification of arbuscular mycorrhizal fungi and support a transition from greenhouse to more field studies.
- Site specific conditions in the high and low Arctics are major determinants of the presence of arbuscular mycorrhiza.
- Knowledge about arbuscular mycorrhiza in Norway is limited, both with regard to their diversity and distribution, and with regard to their functional roles in natural and agro-ecosystems.

REFERENCES

Angelard C, Colard A, Niculita-Hirzel H, Croll D, Sanders IR, 2010. Segregation in a Mycorrhizal Fungus Alters Rice Growth and Symbiosis-Specific Gene Transcription. Current Biology 20(13): 1216-1221.

Angelard C, Sanders IR, 2011. Effect of segregation and genetic exchange on arbuscular mycorrhizal fungi in colonization of roots. New Phytologist 189(3): 652-657.

Asai T, 1944. Über die Mykorrhizenbildung der leguminosen Pflanzen. Japanese Journal of Botany 13: 463-485.

Baar J, Paradi I, Lucassen ECHE, Hudson-Edwards KA, Redecker D, Roelofs JGM, Smolders AJP, 2011. Molecular analysis of AMF diversity in aquatic macrophytes: A comparison of oligotrophic and ultra-oligotrophic lakes. Aquatic Botany 94(2): 53-61.

Barto EK, Weidenhamer JD, Cipollini D, Rillig MC, 2012. Fungal superhighways: do common mycorrhizal networks enhance below ground communication? Trends in Plant Science 17(11): 633-637.

Błaszkowski J, 2012. Glomeromycota.W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

Breuillin F, Schramm J, Hajirezaei M, Ahkami A, Favre P, Druege U, Hause B, Bucher M, Kretzschmar T, Bossolini E, Kuhlemeier C, Martinoia E, Franken P, Scholz U, Reinhardt D, 2010. Phosphate systemically inhibits development of arbuscular mycorrhiza in *Petunia* hybrida and represses genes involved in mycorrhizal functioning. Plant Journal 64(6): 1002-1017.

Brundrett MC, 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. New Phytologist 154(2): 275-304.

Casieri L, Lahmidi NA, Doidy J, Veneault-Fourrey C, Migeon A, Bonneau L, Courty PE, Garcia K, Charbonnier M, Delteil A, Brun A, Zimmermann S, Plassard C, Wipf D, 2013. Biotrophic transportome in mutualistic plant-fungal interactions. Mycorrhiza DOI 10.1007/s00572-013-0486-9.

Cheng Y, Ishimoto K, Kuriyama Y, Osaki M, Ezawa T, 2013. Ninety-year-, but not single, application of phosphorus fertilizer has a major impact on arbuscular mycorrhizal fungal communities. Plant and Soil 365 (1-2): 397-407.

Correa A, Hampp R, Magel E, Martins-Loucao MA, 2011. Carbon allocation in ectomycorrhizal plants at limited and optimal N supply: an attempt at unraveling conflicting theories. Mycorrhiza 21(1): 35-51.

Croll D, Giovannetti M, Koch AM, Sbrana C, Ehinger M, Lammers PJ, Sanders IR, 2009. Nonself vegetative fusion and genetic exchange in the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*. New Phytologist 181(4): 924-937.

Croll D, Sanders IR, 2009. Recombination in *Glomus intraradices*, a supposed ancient asexual arbuscular mycorrhizal fungus. BMC Evolutionary Biology 9(13) Open Access DOI: 10.1186/1471-2148-9-13.

Davison J, Öpik M, Daniell TJ, Moora M, Zobel M, 2011. Arbuscular mycorrhizal fungal communities in plant roots are not random assemblages. FEMS Microbiology Ecology 78(1): 103-115.

Davison J, Öpik M, Zobel M, Vasar M, Metsis M, Moora M, 2012. Communities of arbuscular mycorrhizal fungi detected in forest soil are spatially heterogeneous but do not vary throughout the growing season. Plos One 7(8) Open Access DOI: 10.1371/journal.pone.-0041938.

Delopoulos T, Jones PW, Haydock PPJ, 2011. Variation in in vitro hatch of potato cyst nematodes in response to different potato cultivars inoculated with isolates of arbuscular mycorrhizal fungi. Nematology 13: 661-672.

Dhillion SS, 1993. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas of *Equisetum* Species in Norway and the USA - Occurrence and Mycotrophy. Mycological Research 97: 656-660.

Dhillion SS, 1994. Ectomycorrhizae, Arbuscular Mycorrhizae, and *Rhizoctonia* Sp of Alpine and Boreal *Salix* Spp in Norway. Arctic and Alpine Research 26(3): 304-307.

Dhillion SS, Gardsjord TJ, 2004. Arbuscular mycorrhizas influence plant diversity, productivity, and nutrients in boreal grasslands. Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne de Botanique 82(1): 104-114.

Ehinger MO, Croll D, Koch AM, Sanders IR, 2012. Significant genetic and phenotypic changes arising from clonal growth of a single spore of an arbuscular mycorrhizal fungus over multiple generations. New Phytologist 196(3): 853-861.

Ellers J, Kiers ET, Currie CR, McDonald BR, Visser B, 2012. Ecological interactions drive evolutionary loss of traits. Ecology Letters 15(10): 1071-1082.

Eriksen M, Bjureke KE, Dhillion SS, 2002. Mycorrhizal plants of traditionally managed boreal grasslands in Norway. Mycorrhiza 12(3): 117-123.

Garmendia I, Aguirreolea J, Goicoechea N, 2006. Defence-related enzymes in pepper roots during interactions with arbuscular mycorrhizal fungi and/or *Verticillium dahlia*. Biocontrol 51(3): 293-310.

Gianinazzi S, Gollotte A, M. Binet MN, van Tuinen D, Redecker D, Wipf D, 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. Mycorrhiza 20(8): 519-530.

Giovannetti M, Azzolini D, Citernesi AS, 1999. Anastomosis formation and nuclear and protoplasmic exchange in arbuscular mycorrhizal fungi. Applied and Environmental Microbiology 65(12): 5571-5575.

Hodge A, Fitter AH, 2010. Substantial nitrogen acquisition by arbuscular mycorrhizal fungi from organic material has implications for N cycling. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107(31): 13754-13759.

Janse JM, 1896. Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg 14: 53-212.

Johnson NC, Graham JH, 2013. The continuum concept remains a useful framework for studying mycorrhizal functioning. Plant and Soil 363(1-2): 411-419.

Johnson NC, Graham JA, Smith FA, 1997. Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism-parasitism continuum. New Phytologist 135(4): 575-586.

Joner EJ, 2000. The effect of long-term fertilization with organic or inorganic fertilizers on mycorrhiza mediated phosphorus uptake in subterranean clover. Biology and Fertility of Soils 32(5): 435-440.

Kaschuk G, Kuyper TW, Leffelaar PA, Hungria M, Giller KE, 2009. Are the rates of photosynthesis stimulated by the carbon sink strength of rhizobial and arbuscular mycorrhizal symbioses? Soil Biology & Biochemistry 41(6): 1233-1244.

Kiers ET, Duhamel M, Beesetty Y, Mensah JA, Franken O, Verbruggen E, Fellbaum CR, Kowalchuk GA, Hart MM, Bago A, Palmer TM, West SA, Vandenkoornhuyse P, Jansa J, Bücking H, 2011. Reciprocal Rewards Stabilize Cooperation in the Mycorrhizal Symbiosis. Science 333(6044): 880-882.

Kivlin SN, Hawkes CV, Treseder KK, 2011. Global diversity and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Biology & Biochemistry 43(11): 2294-2303.

Klironomos JN, 2003. Variation in plant response to native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi. Ecology 84(9): 2292-2301.

Kohout P, Sykorova Z, Ctvrtlikova M, Rydlova J, Suda J, Vohnik M, Sudova R, 2012. Surprising spectra of root-associated fungi in submerged aquatic plants. Fems Microbiology Ecology 80(1): 216-235.

Krüger M, Krüger C, Walker C, Stockinger H, Schüßler A, 2012. Phylogenetic reference data for systematics and phylotaxonomy of arbuscular mycorrhizal fungi from phylum to species level. New Phytologist 193(4): 970-984.

Kytoviita MM, 2005. Asymmetric symbiont adaptation to Arctic conditions could explain why high Arctic plants are non-mycorrhizal. Fems Microbiology Ecology 53(1): 27-32.

Kytoviita MM, Pietikainen A, Fritze H, 2011. Soil microbial and plant responses to the absence of plant cover and monoculturing in low arctic meadows. Applied Soil Ecology 48(2): 142-151.

Kytoviita MM, Ruotsalainen AD, 2007. Mycorrhizal benefit in two low arctic herbs increases with increasing temperature. American Journal of Botany 94(8): 1309-1315.

Li B, Ravnskov S, Xie GL, Larsen J, 2007. Biocontrol of *Pythium* damping-off in cucumber by arbuscular mycorrhiza-associated bacteria from the genus *Paenibacillus*. Biocontrol 52(6): 863-875.

Liu JY, Maldonado-Mendoza I, Lopez-Meyer M, Cheung F, Town CD, Harrison MJ, 2007. Arbuscular mycorrhizal symbiosis is accompanied by local and systemic alterations in gene expression and an increase in disease resistance in the shoots. Plant Journal 50(3): 529-544.

Mariotte P, Meugnier C, Johnson D, Thébault A, Spiegelberger T, Buttler A, 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi reduce the differences in competitiveness between dominant and subordinate plant species. Mycorrhiza DOI 10.1007/s00572-012-0465-8.

Marler MJ, Zabinski CA, Callaway RM, 1999. Mycorrhizae indirectly enhance competitive effects of an invasive forb on a native bunchgrass. Ecology 80(4): 1180-1186.

Mendgen K, Hahn M, 2002. Plant infection and the establishment of fungal biotrophy. Trends in Plant Science 7(8): 352-356.

Parniske M, 2008. Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. Nature Reviews Microbiology 6(10): 763-775.

Redecker D, Kodner R, Graham LE, 2000. Glomalean fungi from the Ordovician. Science 289(5486): 1920-1921.

Redecker D, Schüßler A, Stockinger H, Stürmer SL, Morton JB, Walker C, 2013. An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). Mycorrhiza DOI 10.1007/s00572-013-0486y

Riley R, Corradi N, 2013. Searching for clues of sexual reproduction in the genomes of arbuscular mycorrhizal fungi. Fungal Ecology 6(1): 44-49.

Rillig MC, Mummey DL, 2006. Mycorrhizas and soil structure. New Phytologist 171(1): 41-53.

Rillig MC, Wright SF, Kimball BA, Pinter PJ, Wall GW, Ottman MJ, Leavitt SW, 2001. Elevated carbon dioxide and irrigation effects on water stable aggregates in a *Sorghum* field: a possible role for arbuscular mycorrhizal fungi. Global Change Biology 7(3): 333-337.

Rinaudo V, Barberi P, Giovannetti M, van der Heijden MGA, 2010. Mycorrhizal fungi suppress aggressive agricultural weeds. Plant and Soil 333(1-2): 7-20.

Rosendahl S, 2008. Communities, populations and individuals of arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist 178(2): 253-266.

Ruissen MA, 1982. The development and significance of vesicular-arbuscular mycorrhizas as influenced by agricultural practices. Dissertation Wageningen University, 111 pp online: http://edepot.wur.nl/205123

Ruissen MA, 2013a. Parasitism as an intrinsic rate variable in mycorrhizal functioning. Poster paper presented at ICOM7, 6-11 January 2013, New Delhi, India.

Ruissen MA, 2013b. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Norwegian agriculture: a pilot study. Agarica 33: 117-123.

Ruiz-Lozano JM, Gianinazzi S, Gianinazzi-Pearson V, 1999. Genes involved in resistance to powdery mildew in barley differentially modulate root colonization by the mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. Mycorrhiza 9(4): 237-240.

Ruotsalainen AL, Kytoviita MM, 2004. Mycorrhiza does not alter low temperature impact on *Gnaphalium norvegicum*. Oecologia 140(2): 226-233.

Ruotsalainen AL, Vare H, Oksanen J, Tuomi J, 2004. Root fungus colonization along an altitudinal gradient in North Norway. Arctic Antarctic and Alpine Research 36(2): 239-243.

Schlicht A, 1889. Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung und der Bedeutung der Mykorhizen. Landwirtschaftlige Jahrbücher 18: 477-506.

Schüßler A, 2013. *Glomeromycota*; link Taxonomy. Online: http://schuessler.userweb.mwn.de/amphylo/amphylogeny.html.

Schüßler AD, Schwarzott D, Walker C, 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycological Research 105: 1413-1421.

Smith FA, Smith SE, 2011a. What is the significance of the arbuscular mycorrhizal colonisation of many economically important crop plants? Plant and Soil 348(1-2): 63-79.

Smith SE, Smith FA, 2011b. Roles of Arbuscular Mycorrhizas in Plant Nutrition and Growth: New Paradigms from Cellular to Ecosystem Scales. Annual Review of Plant Biology 62: 227-250.

Smith FA, Smith SE, 2013. How useful is the mutualism-parasitism continuum of arbuscular mycorrhizal functioning? Plant and Soil 363(1-2): 7-18.

Smith SE, Read DJ, 2008. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.

Sykorova Z, Ineichen K, Wiemken A, Redecker D, 2007. The cultivation bias: different communities of arbuscular mycorrhizal fungi detected in roots from the field, from bait plants transplanted to the field, and from a greenhouse trap experiment. Mycorrhiza 18(1): 1-14.

Tobar RM, Azcon R, Barea JM, 1994. The Improvement of Plant N Acquisition from An Ammonium-Treated, Drought-Stressed Soil by the Fungal Symbiont in Arbuscular Mycorrhizae. Mycorrhiza 4(3): 105-108.

Treseder KK, Cross A, 2006. Global distributions of arbuscular mycorrhizal fungi. Ecosystems 9(2): 305-316.

Treub M, 1885. Onderzoekingen over Sereh-ziek in suikerriet gedaan in 's Lands Plantentuin te Buitenzorg. Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin II:1-39.

van der Heijden MGA, Klironomos JN, Ursic M, Moutoglis P, Streitwolf-Engel R, Boller T, Wiemken A, Sanders IR. 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. Nature 396(6706): 69-72.

Veiga RSL, Jansa J, Frossard E, van der Heijden MGA, 2011. Can Arbuscular Mycorrhizal Fungi Reduce the Growth of Agricultural Weeds? Plos One 6(12) Open Access DOI: 10.1371/journal.pone.0027825.

Vierheilig H, Garcia-Garrido JM, Wyss U, Piche Y, 2000. Systemic suppression of mycorrhizal colonization of barley roots already colonized by AM fungi. Soil Biology & Biochemistry 32(5): 589-595.

Vos C, Claerhout S, Mkandawire R, Panis B, De Waele D, Elsen A, 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi reduce root-knot nematode penetration through altered root exudation of their host. Plant and Soil 354(1-2): 335-345.

Walder F, Niemann H, Natarajan M, Lehmann MF, Boller T, Wiemken A, 2012. Mycorrhizal Networks: Common Goods of Plants Shared under Unequal Terms of Trade. Plant Physiology 159(2): 789-797.

Wang B, and Qiu YL, 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. Mycorrhiza 16(5): 299-363.

Whipps JM, 2004. Prospects and limitations for mycorrhizas in biocontrol of root pathogens. Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne de Botanique 82(8): 1198-1227.

Willis A, Rodrigues BF, Harris PJC, 2013. The Ecology of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Critical Reviews in Plant Sciences 32(1): 1-20.

Wright SF, Upadhyaya A, 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. Plant and Soil 198(1): 97-107.

Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Norwegian agriculture: a pilot study

Theo Ruissen
Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research
Gunnars veg 6, NO-6630 Tingvoll, Norway

Corresponding author:
theo.ruissen@bioforsk.no

Norsk tittel: Diversitet blant arbuskulær mykorrhiza-sopp i norsk landbruk: en pilot studie

Ruissen, MA, 2013. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Norwegian agriculture: a pilot study. Agarica 2013, vol. 33: 117-123.

KEYWORDS
Agricultural soil, climate, fine endophytes, *Glomeromycota*, morphospecies, regional variation, subarctic

NØKKELORD
Endofytt, *Glomeromycota*, klima, landbruksjord, morfologiske arter, regional variasjon, subarktisk

SAMMENDRAG
Vi vet lite om arbuskulær mykorrhizasopp og deres diversitet i Norge. Interessen for denne soppgruppen er økende fordi arbuskulær mykorrhizasopp bidrar til effektiv opptak av plantetilgjengelig fosfor, en global begrenset ressurs, og spiller andre viktige roller i økosystemet. I denne artikkelen rapporteres om en første studie av diversitet blant arbuskulær mykorrhizasopp i norsk landbruksjord. Diversiteten som ble observert begrenser seg ikke til de *Glomus* artene som skulle forventes på grunn av enkelte utenlandske rapporteringer. En type mykorrhiza som dannes av svært tynn soppmycel i planterøttene, såkalte "fine endophytes", ble i tillegg funnet relativt ofte. Om dette henger sammen med våre klimatiske forhold diskuteres.

ABSTRACT
Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Norway is little studied. Interest in this group of mutualistic symbionts is growing because of their possible role in a more efficient use of soil phosphorus which is globally a limited resource, and their general role in ecosystem functioning. In this paper an initial exploration is reported on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in Norwegian agriculture. Diversity of AMF appeared to be larger than expected and is not restricted to the fungi belonging to the genus *Glomus* and with a significant presence of the so-called "fine endophytes". It is suggested that variation in climate may play a significant role in the extent of the presence and significance of arbuscular mycorrhizal symbioses.

INTRODUCTION

Arbuscular mycorrhizal fungi (phylum *Glomeromycota*) are symbionts in the roots of the majority of land plants. Usually they form a mutualistic relationship with their host through the exchange of energy rich compounds from the plant to the fungus and mineral nutrients from the soil to the plant through the fungal hyphae. Many crop plants can develop a symbiotic relationship with arbuscular mycorrhizal fungi (Smith and Read 2008). Even under nutrient rich conditions the mycorrhizal path of nutrient uptake (with phosphorus as a main element of interest) may dominate over the direct uptake through the root epidermis (Smith and Read 2008, Smith and Smith 2011).

Interest in the role of arbuscular mycorrhiza in agriculture is increasing. This is stimu-

lated by the expectation that plant available phosphorus will become a limited resource in the future. Arbuscular mycorrhizal fungi are expected to increase the efficiency of phosphorus absorption by plants from the soil (Ryan et al. 2012).

The presence and significance of AMF in Norwegian agricultural soils is only described once in a greenhouse study on the impact of different long term fertilization strategies on mycorrhizal development and plant phosphorus-uptake (Joner 2000). Arbuscular mycorrhizal fungi themselves and their diversity have never been studied in an agricultural field context in Norway.

The objective of this pilot study was to obtain an idea about the presence and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural fields in different regions and climatic zones in Norway.

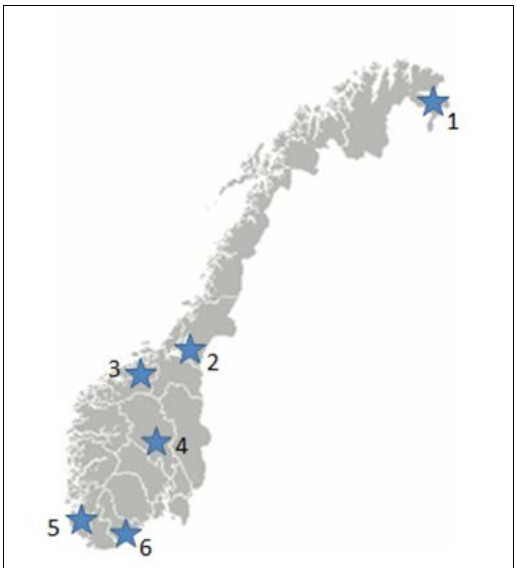


Fig. 1. Sampling locations. See for legends Table 1.

MATERIALS AND METHODS

Material and sampling

Soil samples were recovered from various regions in the country (Table 1, Fig. 1), mainly from soils located at, or close to Bioforsk field sites. The guideline for collection was to sample soil from fields with small grain cereals or from a second-year ley. The soil samples were used in a trap plant culture for obtaining more spores and fresh colonized plant roots instead of the use of field soil directly. The trap cultures consisted of 2 cm sampled soil on top of a 3 cm sterilized grinded rock (0 – 2 mm) and covered with another 2 cm layer of grinded rock in a squared 8 cm plant container. On top, the pots were seeded with a grass-white clover mixture (*Phleum pratensis, Festuca rubra, Festuca pratensis, Lolium perenne* and *Trifolium repens)*. The plants were grown outside in the open air in a screen covered construction (Fig. 2). Pots were separated according to sampled regions. The growth period lasted from May 12 to late August at the Bioforsk Tingvoll site.

Table 1. Diversity in presence of AMF spores/ infection from bait plant cultures grown on soil from various regions in Norway. See figure 7 for location of the sampling sites.

	Glomus s.s.	Rhizo-fagus	Giga-spora	Acaulo-spora	Archaeo-spora	Scutello-spora	"fine endophyte"
Finnmark (1)	+	?					+
N-Trøndelag (2)	+			+			+
Møre & Romsdal (3)	+	?	+(?)			+	+
Oppland (4)	+						+
Rogaland (5)	+					+	+
Aust-Agder (6)	+		?		+	+	+

Fig. 2. Construction for growth of trap plant cultures. Photo: T Ruissen.

Spore collection and root staining

Spores were collected by wet sieving (between 63µm-125µm-250µm) of a quarter from the plant container soil. Sievings were stored in water (for direct observation and identification) or in 60% methanol (for later observation and identification). Roots were collected and about half of them preserved in FAA (formalin: concentrated acetic acid: 50% ethanol/13:5:20 v/v) until staining, and the other half stored in silicagel for later DNA studies. The roots are stained according the following procedure: 15 min 10% KOH/ 90ºC, wash in tap water, acidifying with 1% HCl, wash, staining 0.05% trypan blue in lactic acid /glycerol mixture 15 min at 90ºC, wash excess of stain, stored in 50% glycerol until visual assessment.

Identification

Spore types and infection structures in the roots were validated qualitatively under a dissecting- and/or compound microscope with help of taxonomic information online (INVAM species description 2013). The records are limited to the genus level. Major criteria: spore form and size, ontogeny of the spores, infection structures, extraradical structures. The classification of Schüßler (2013) was used.

RESULTS

Spores and spore diversity

Sievings from the bait cultures soil revealed more spores than from field soil directly. However, the numbers were not very high, but enough for a qualitative analysis.

The results showed a general presence of *Glomus* species (*senso stricto*, former group Aa) in all the regions examined (Table 1). Other genera were not found in all the regions. Relatively much *Scutellospora* infection was found in Aust-Agder in grasses from golf greens. These fungi form characteristic lobed auxiliary hyphae on the extraradical mycelium (Fig. 3). However no spores of this genus were recovered. *Acaulospora* spores (Fig. 4) were found in soil from Trøndelag. Examples of other spore types found are given in Figs. 5 and 6.

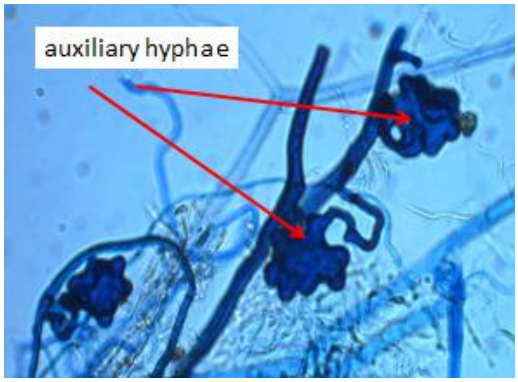


Fig. 3. Auxiliary hyphae on extraradical mycelium of *Scutellospora* sp. Photo: T Ruissen.

The results indicated that AMF diversity in agricultural soils is clearly not restricted to the genera within the *Glomerales* (=the former *Glomus* groups), and not so dominating as might be expected based on the results obtained by Helgason et al. (1998).

Root colonization structures

The staining of the roots showed both intraradical structures of colonization and adhering extraradical mycelium with in some cases the auxiliary hyphae (Fig 3) characteristic for the

Fig. 4. Spores of *Acaulospora* sp. with sporiferous saccule. Photo: T Ruissen.

Gigasporaceae (frequently present in material from golf greens in Aust-Agder). Both intra-radical structures of the coarse and fine mycelium type were recorded (Table 1, Fig. 7a and 7b). The so called "fine endophyte" was observed often. This type of root colonization was recorded in material from all the studied regions in the country. Archaeospora species which has a similar way of spore formation but belonging to another order/family was observed in grass roots from Aust-Agder (Fig. 6).

Regional variation

The main trend was that *Glomus* species and the fine endophytes were present in all sampled regions. The other genera showed a more scattered pattern (Table 1).

DISCUSSION

Spore diversity

Between the AMF genera there is a generalized difference regarding the size and morphology of spores and the summary in the paper of Young (2012) is a helpful illustration of this variation. At the species level expert skills are necessary, especially when the material is field collected. Spores of the *Claroideoglomeraceae* were difficult to recognize in the sievings, since they are difficult to separate from the immature spores and vesicles in the other genera in the *Glomerales* without having pure reference cultures available. There is still uncertainty regarding the presence of the *Glomerales* genus *Rhizophagus*. This genus is an often recovered taxon in agricultural soils (Oehl et al. 2004), but it is not a rule

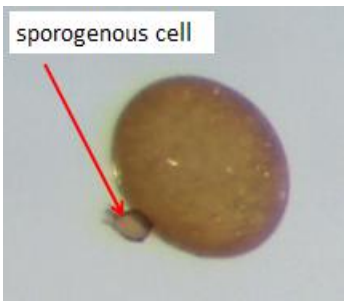


Fig. 5. Spore of *Gigaspora* sp. with sporogenous cell. Photo: T Ruissen.

(Schalamuk et al. 2006). Only a few specimens are found that resemble the main characteristics of this genus which is the presence of dense clusters of spores in the cortex of roots. The identity of *Gigaspora* sp. (Fig. 2) needs further confirmation. The only one spore recovered is in use in a mono spore pot culture in order to obtain more material for precise identification based on crushed and stained spore cell wall material. However, it would not be the first record of this genus in Norway. Dhillion recorded in 1994 *Gigaspora* sp. in a study of AMF in eastern Norway.

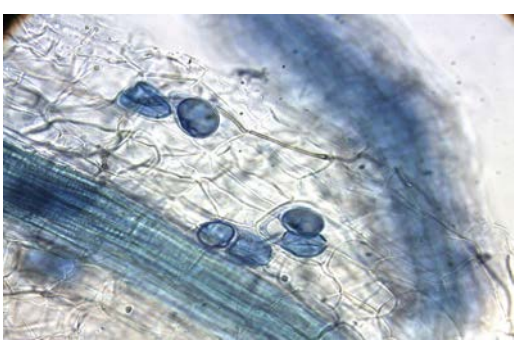


Fig. 6. Spores of *Archaeospora* sp. with sporiferous saccule in root cortex cell. Photo: T Ruissen.

In this study the diversity of AMF is based on spores recovered from trap cultures. It is possible that the growing season was not long enough to reveal the full AMF diversity present in the material used. Extended studies will show the relevance of this argument.

Root colonization structure

Both types of intraradical mycelium were encountered: coarse mycelial structures (>2µm) and fine mycelial structures (<2µm). Most known arbuscular mycorrhizal fungal species have a coarse mycelium. Compared with my experience with arbuscular mycorrhizal fungi in continental Europe (Ruissen 1982) the fine structured endophytes seem to be much more prevalent in Norway.

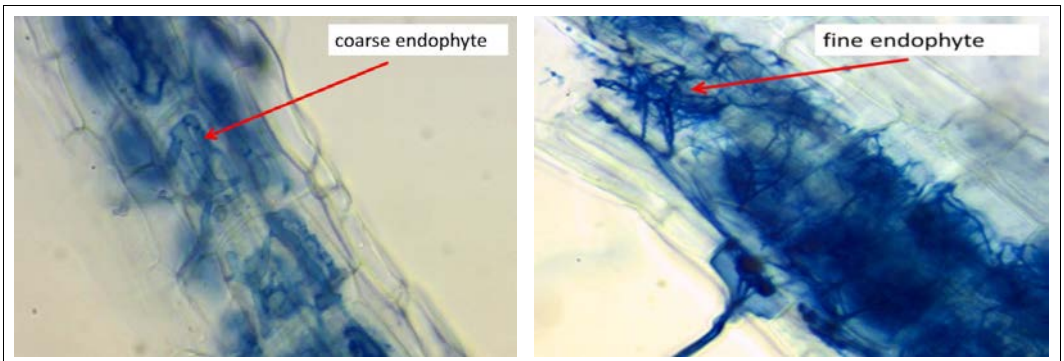
The fine endophytes are previously described as *Rhizophagus tenuis* (Greenall 1963) and later as *Glomus tenuis* (Hall 1977). However this taxon has still an uncertain taxonomic position. This uncertainty was already indicated by Hall in 1977. Fungi fitting to the description have from time to time been established in pot culture. It seems that none has ever been purified and there are to date no molecular data with which to place the fine endophytes it in its correct clade. They have almost no similarities with any other fungus in the phylum (Schüßler 2013).

Crush related this type of mycorrhizal fungus particularly to impoverished high altitude soils in New Zealand (Crush 1973). Daft and Nicolson found them as one of the dominating fungi in plants growing on coals wastes in Scotland (Daft and Nicolson 1974). In Norway, Dhillion (1994) found a dominance of the fine endophyte resembling *Glomus tenuis* in the roots of *Salix*, although a conclusive identification was not documented. Referring to the remarks of Hall (1977) and Schüßler (2013), the fine endophytes give still taxonomical headaches. The relative dominance in the Norwegian situation and other Nordic countries urge for stronger focus on this group of root symbionts. The question is justified whether the fine endophytes are an adaptation to the climatic conditions with short, cold but light intensive growing seasons in the Nordics.

Since the observations are based on trap cultures grown at a single site (Tingvoll) the interpretation needs to be considered accordingly. Results might be biased by the technique applied as indicated by Sykorova et al. (2007).

Regional variation

It is too early to draw final conclusions about the regional distribution of the AMF genera in Norway. For that aim the amount of data available are far too limited. A hypothetical picture may be derived for future testing. This is that the Atlantic coastal regions relatively low summer temperatures are less



a b

Fig. 7. Coarse (a) and fine (b) endophyte in cortical root tissue. Photo: T Ruissen.

favorable for arbuscular mycorrhizal development than the more arid and warmer inland and southern areas. Such a hypothesis is supported by Kytöviita and Ruotsalainen (2007) who found that although the often higher assimilation rate in low arctic vegetation the temperature is still a limiting factor for the level of mycorrhizal functioning.

CONCLUSIONS

- Spore diversity is larger than was expected for agricultural soils.
- Fine endophytes are distinct present in all sampled regions.
- Observed qualitative variation needs a quantitative validation before a more final conclusion can be drawn.

ACKNOWLEDGEMENTS

Anne Kjersti Bakken, Geo van Leeuwen, Hermod Nilsen, Marte Skattebu and Tina Elida Andersen are acknowledged for collecting soil samples and other AMF material. Chris Walker is acknowledged for his comments on some of the specimens recovered.

REFERENCES

Crush JR, 1973. The effect of *Rhizophagus tenuis* mycorrhizas on ryegrass, cocksfoot and sweet vernal. New Phytologist 72(5): 965-973.

Daft MJ, Nicolson TH, 1974. Arbuscular mycorrhizas in plants colonizing coal wastes in Scotland. New Phytologist 73(6):1129-1138.

Dhillion SS, 1994. Ectomycorrhizae, Arbuscular Mycorrhizae, and *Rhizoctonia* Sp of Alpine and Boreal *Salix* Spp in Norway. Arctic and Alpine Research 26(3): 304-307.

Greenall JM, 1963.The mycorrhizal endophytes of *Griselinia littoralis* (Cornaceae). New Zealand Journal of Botany 1: 389-400.

Hall IR, 1977. Species and mycorrhizal infections of New Zealand Endogonaceae. Transactions of the British Mycological Society 68(3): 341-356.

Helgason T, Daniell TJ, Husband R, Fitter AH, Young JPW, 1998. Ploughing up the wood-wide web? Nature 394(6692): 431.

INVAM species description, 2013. http://invam.caf.wvu.edu/fungi/taxonomy/speciesID.htm. INVAM = International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi. 2013.

Joner EJ, 2000. The effect of long-term fertilization with organic or inorganic fertilizers on mycorrhiza mediated phosphorus uptake in subterranean clover. Biology and Fertility of Soils 32(5): 435-440.

Krüger M, Krüger C, Walker C, Stockinger H, Schüßler A, 2012. Phylogenetic reference data for systematics and phylotaxonomy of arbuscular mycorrhizal fungi from phylum to species level. New Phytologist 193(4): 970-984.

Kytöviita M-M, Ruotsalainen AD, 2007. Mycorrhizal benefit in two low arctic herbs increases with increasing temperature. American Journal of Botany 94(8): 1309-1315.

Oehl F, Sieverding E, Mäder P, Dubois D, Ineichen K, Boller T, Wiemken A, 2004. Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. Oecologia 138(4): 574-583.

Ruissen MA, 1982. The development and significance of vesicular-arbuscular mycorrhizas as influenced by agricultural practices. Dissertation Agriculture University Wageningen, 111 p. Online available at http://edepot.wur.nl/205123

Ryan M H, Tibbett M, Edmonds-Tibbett T, Suriyagoda LDB, Lambers H, Cawthray GR, Pang J, 2012. Carbon trading for phosphorus gain: the balance between rhizosphere carboxylates and arbuscular mycorrhizal symbiosis in plant phosphorus acquisition. Plant Cell and Environment 35(12): 2170-2180.

Schalamuk S, Velazquez S, Chidichimo H, Cabello M, 2006. Fungal spore diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with spring wheat: effects of tillage. Mycologia 98(1): 16-22.

Schüßler A, 2013. http://schuessler.userweb.mwn.de/amphylo/amphylogeny.html. Cited 15th February 2013.

Smith SE, Read DJ, 2008. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.

Smith SE, Smith FA, 2011. Roles of Arbuscular Mycorrhizas in Plant Nutrition and Growth: New Paradigms from Cellular to Ecosystem Scales. Annual Review of Plant Biology 62: 227-250.

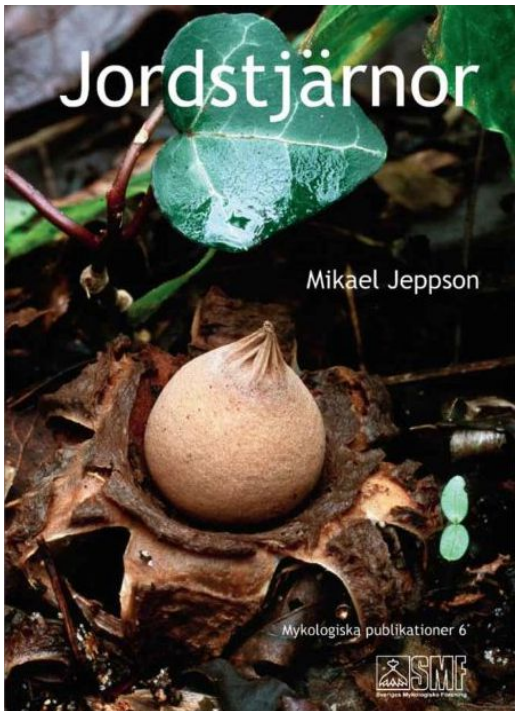
Sykorova, Z, Ineichen K, Wiemken A, Redecker D, 2007. The cultivation bias: different communities of arbuscular mycorrhizal fungi detected in roots from the field, from bait plants transplanted to the field, and from a greenhouse trap experiment. Mycorrhiza 18(1): 1-14.

Young JPW, 2012. A molecular guide to the taxonomy of arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist 193(4): 823-826.

Mikael Jeppson: Jordstjärnor - en bestämningsguide

Sveriges Mykologiska Förening, Institutionen för biologi och miljövetenskap Göteborgs universitet, Box 461405 30 Göteborg. www.svampar.se, Mykologiska publikationer 6, ISSN: 1654-546x

Grafisk layout: Jan Nilsson, Antall sider: 232, Pris: 480.- SEK + frakt.



Først: Gratulerer med et flott resultat! Denne boka er både kjærkommen og etterlengta. Et riktig så bra og gjennomarbeida resultat har det blitt.

Boka, som utkommer i serien Mykologiska publikationer består av 232 sider. Den er veldig pedagogisk oppbygd, noe som ikke er overraskende med forfatterens bakgrunn som lærer. Språket er svensk, og i tillegg til latinske navn på artene har de fått svensk navn – der dette finnes.

Boka starter med et kapittel om fylogeni og taksonomi, presenterer så tidligere utgitt litteratur om emnet, fortsetter med morfologi og spredningsbiologi. Fortsetter så med et kapittel om økologi og utbredelse. I økologikapittelet er det mange fine bilder som viser eksempler på gode jordstjernelokaliteter fra rundt omkring i Europa, slik at man får et visst økologisk innblikk – også visuelt. Videre følger et kort kapittel om jordstjerner sett utfra naturvernshensyn.

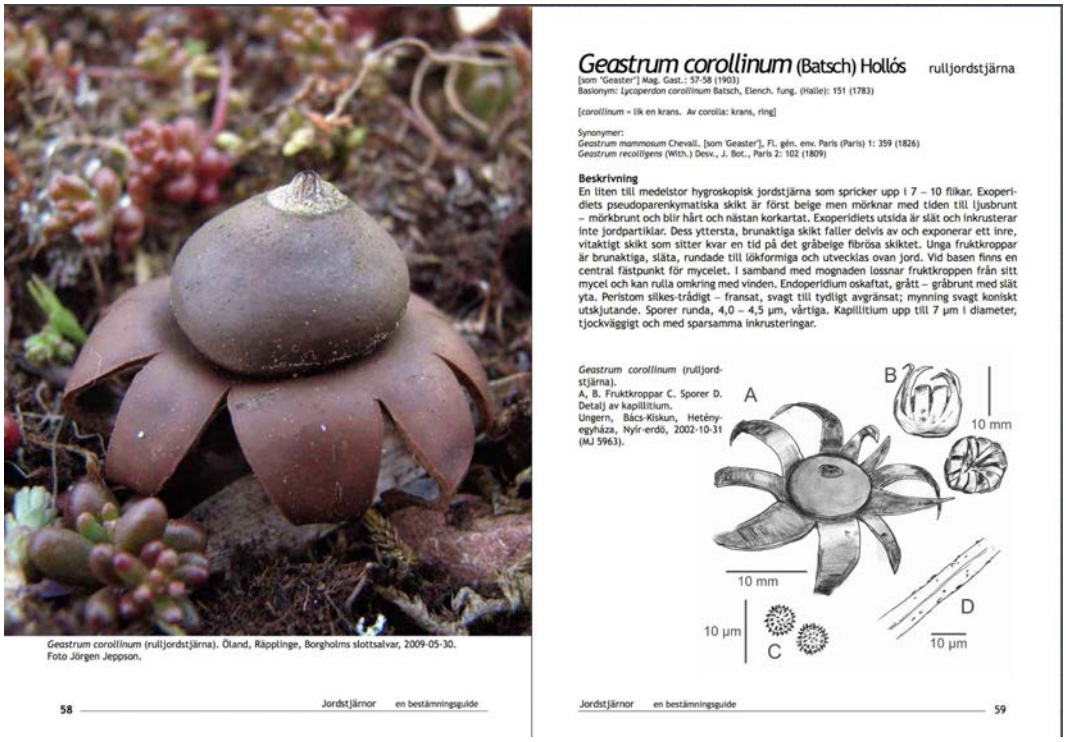
Så begynner hovedbolken 'Bestemmelsesmetodikk og bestemmelsesnøkler'. Dette består av bestemmelsesskjema i tabellform hvor makrokarakterer nøkles ut. Så en synoptisk nøkkel [synoptisk avledet fra de greske ordene σύν (syn, «sammen») og ὄψις (opsis, «syn» eller «synspunkt»), og betyr kortfattet, sammentrengt, og/eller oversiktlig] basert på både makro- og mikrokarakterer. Makrokarakterer er peristom (åpningen/munnen) og endoperidie-karakterer (den indre ballen der hvor sporene lages). Begge disse er oversiktstabeller med tegninger av de forskjellige artene. Så kommer den klassiske nøkkelen basert på mikro- og makrokarakterer. Jordstjernene er vanskelige å skille med mikroskopi alene (jordstjernene har små sporer, og er relativt like). Nøklene er etterfulgt av presentasjon av artene – i alt 31 arter. Hver art har fått seks sider (tre oppslag) – unntaksvis to eller fire sider. Den starter med et helsides bilde av arten på venstre side, og fortsetter med beskrivelse på høyre side (se eksempel under). Påfølgende sider består av presentasjon av artens økologi og utbredelse, og til slutt bilder av arten. Bildene er av god kvalitet, og viser soppen i forskjellige utviklingsstadier. Veldig bra! De fleste bildene er tatt av forfatteren sjøl, men også av forfatterens far Jörgen Jeppson samt andre Geastrum-interesserte amatørfotografer. Bilder er alltid viktig i ei bok av denne

typen, og at det er forskjellige fotografer er ikke påfallende og forringer ikke helhetsinntrykket. Kanskje er det av og til bedre å velge det beste bilde – ikke for enhver pris velge det man har tatt sjøl. Flere illustrasjoner er også med. Ikke minst flotte illustrasjoner gjort av forfatteren sjøl.

Når det gjelder navn på artene er dette ryddig (og klassisk) satt opp på sida. Synonyme navn er tatt med under hver art, og svensk navn er satt på første tekstside oppe til høyre. Anvendt latinsk navn er forklart, og autorer er på plass. Det er også henvisning til hvor og når typematerialet ble beskrevet. Dette står like under artsnavnet øverst i teksten.

Layout har Jan Nilsson vært ansvarlig for. Layoutmessig er boka gjennomført bra, logisk oppbygd, og presentasjonen er lekker. Bildene har fått god plass, noe som gjør den lettlest, og som gjør den til ei lavterskelbok. Alle som har interesse av jordstjerner vil ha både glede og nytte av denne boka, uansett om de er nybegynnere eller langt framskredne jordstjernesamlere.

Men fins det noe negativt da? Noe som ikke er bra? Litt er det, men bare for småtteri å regne. Når det gjelder bokas tittel, så etterlyser jeg hvilket område den dekker. Er det jordstjerner i Sverige – i Europa, eller verden? Jeg ville hatt det med i bokas undertittel. Med svensk tekst er det ikke helt opplagt at den dekker Europa. Målgruppa for denne boka vil jeg i hovedsak tro er de skandinaviske landene. Derfor kunne jeg også ønsket meg at norsk og dansk navn var med – der de finnes. Det kunne, uten å se rotete ut, stått under det svenske, og hvert lands navn kunne vært merka med landskoder



Geastrum corollinum (rulljordstjärna). Öland, Räpplinge, Borgholms slottsalvar, 2009-05-30. Foto Jörgen Jeppson.

58 Jordstjärnor en bestämningsguide

Geastrum corollinum (Batsch) Hollós rulljordstjärna

[som 'Geaster'] Mag. Gast.: 57-58 (1903)
Basionym: *Lycoperdon corollinum* Batsch, Elench. fung. (Halle): 151 (1783)

[*corollinum* = lik en krans. Av corolla: krans, ring]

Synonymer:
Geastrum mammosum Chevall. [som 'Geaster'], Fl. gén. env. Paris (Paris) 1: 359 (1826)
Geastrum recolligens (Witch.) Desv., J. Bot., Paris 2: 102 (1809)

Beskrivning
En liten till medelstor hygroskopisk jordstjärna som spricker upp i 7 – 10 flikar. Exoperidiets pseudoparenkymatiska skikt är först beige men mörknar med tiden till ljusbrunt – mörkbrunt och blir hårt och nästan korkartat. Exoperidiets utsida är slät och inkrusterar inte jordpartiklar. Dess yttersta, brunaktiga skikt faller delvis av och exponerar ett inre, vitaktigt skikt som sitter kvar en tid på det gråbeige fibrösa skiktet. Unga fruktkroppar är brunaktiga, släta, rundade till lökformiga och utvecklas ovan jord. Vid basen finns en central fästpunkt för mycelet. I samband med mognaden lossnar fruktkroppen från sitt mycel och kan rulla omkring med vinden. Endoperidium oskaftat, grått – gråbrunt med slät yta. Peristom silkes-trådigt – fransat, svagt till tydligt avgränsat; mynning svagt koniskt utskjutande. Sporer runda, 4,0 – 4,5 µm, vårtiga. Kapillitium upp till 7 µm i diameter, tjockväggigt och med sparsamma inkrusteringar.

Geastrum corollinum (rulljordstjärna).
A, B. Fruktkroppar C. Sporer D. Detalj av kapillitium.
Ungern, Bács-Kiskun, Hetényegyháza, Nyír-erdő, 2002-10-31 (MJ 5963).

Jordstjärnor en bestämningsguide 59

Side 58 og 59: Startsidene for arten Geastrum corollinum (Batsch) Hollós. (enda ikke funnet i Norge, men både i Sverige og Danmark) viser et eksempel på presentasjon av artene. I tillegg til disse to sidene inneholder de fleste artspresentasjonene fire sider til.

(SV:, N: og DK:) og så kunne man kuttet ut det svenske navnet som står under hvert bilde. Det er uansett unødvendige gjentakelser.

Videre er artspresentasjonen alfabetisk presentert etter epitetsnavn. Med to unntak. Radiigera flexuosa er sortert inn i Geastrum etter sitt epitetsnavnet, mens Myriostoma coliforme ikke er sortert inn på c, men står aleine til slutt. Jeg skjønner dilemmaet med at en artikkel som viser at Radigera er en Geastrum er i komminga, men det antydes i teksten at Myriostoma også er en Geastrum, men uansett er man ikke konsekvent her så lenge man har beholdt gammelt slektsnavn for Radiigera men sortert den som om den het Geastrum.

Litt pirk på layouten er at utbredelseskarta er markert på to forskjellige måter. Svart-hvitt strekkartene med Nordeuropeisk utbredelse er markert med svarte utbredelsesprikker. De fleste av de europeiske kartene er markert med mjuke røde eller blå prikker (de blå er antatt utdødde populasjoner – RE på rødlista). Europakartene er i farger, og prikkene passer godt til kartet, og syns godt. Men enkelte av disse kartene har svarte prikker (som det andre svart-hvitt kartene). Det blir veldig hardt, og dessuten er det ikke enhetlig. Jeg ville ha foretrukket de røde og blå prikkene, men dette er pirk.

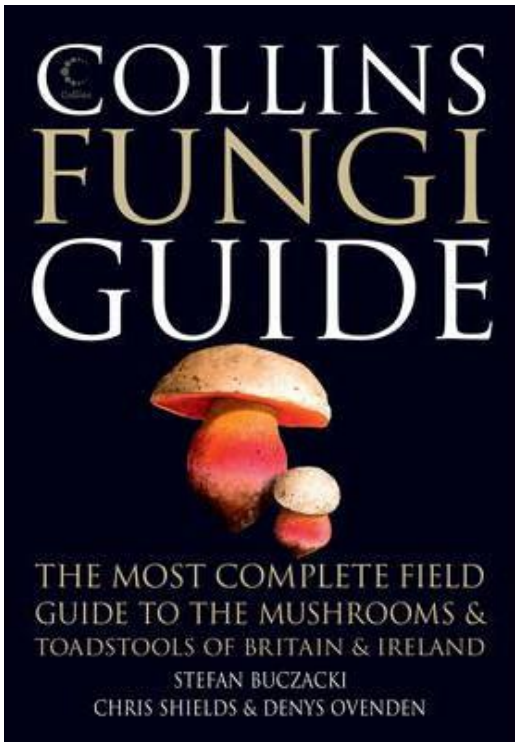
De fleste soppinteresserte går ikke forbi jordstjernene på sine soppturer. De kan være vanskelig å få øye på, men har man først fått øye på dem så er de så vakre og oppsiktsvekkende at de får plass i kurven med hjem. Klart ei bok som denne vil stimulere og inspirere soppinteresserte til å få ekstra fokus på jordstjerner. Den vil bidra til økt kunnskap om forekomst og utbredelse av artene som hører til denne soppgruppa. Boka er i hvert fall oppdatert for de norske artene, og funnet av Geastrum floriforme, funnet av Steinar Watne i 2012 er med. Jeg krysser fingrene for at utbredelskartene for Norges del raskt går ut på dato! Det vil nok denne boka bidra til.

Så da er det ikke mye annet å si, enn: Løp og kjøp!

Anne Molia

Stefan Buczacki: Collins Fungi Guide, 2012

Illustrert av Chris Shields og Denys Ovenden. Harper Collins Publishers Ltd. ISBN 9780007242900 (innbundet), ISBN 9780007466481 (paperback), 640 sider, £ 25. Vekt: 1,2 kg.



Det dreier seg om en felthåndbok i lite format som har fargetegninger av ca. 2300 arter av storsopper – overveiende basidiomyceter. Foruten rør- og skivesopper, som utgjør hovedmassen, omfatter den rimelig mange poresopper, barksopper, buksopper, piggsopper, korallsopper og gelésopper samt noen få (45) askomyceter. Til sammenligning har de nordiske felthåndbøkene «Svampar» og «Sopp i Norden» bilder av 14-1500 arter og den franske felthåndboken av Courticuisse og Duhem: «Guide des champignons», som vel har vært den største i denne sjangeren inntil nå, 1750 arter. Hermed er også en rekke av Europas mer sjeldne storsopper avbildet i felthåndbøker. I første rekke dreier tilskuddet seg om sjeldne skivesopper, men også mange resupinate barksopper o.l. er avbildet i en felthåndbok for første gang. I følge introduksjonen vil de fleste basidiomycetene som en mykolog eller naturalist kan tenkes å støte på løpet av et helt liv i Storbritannia være inkludert!

De første 24 sidene av boka er viet generelt innledningsstoff som tar sikte på å gi all nødvendig informasjon til nybegynneren. I en bok med så høye ambisjoner som dette er det et spørsmål om slikt er nødvendig. En begynner vil (eller bør) nok alltid starte med en av de utallige mindre felthåndbøkene. Deretter følger 12 sider med «nøkler». Nøkkel 1 er til hovedgrupper: skivesopper, poresopper, buksopper, piggsopper osv. Nøkkel 2-8 dekker de forskjellige slektene av skive- og rørsopper, mens nøkkel 9-10 går til pore- og barksopper. Egentlig er dette ikke nøkler men kun en rekke små bilder (ikoner) som er ment å være representative for hver sin gruppe eller slekt. For meg er dette et nytt «grep» som trolig kan være like nyttig som de oftest ganske kompliserte nøklene som trengs for å veilede fram til riktig gruppe/slekt.

Hoveddelen av boka, 570 sider, er viet artsbeskrivelser og bilder og disse er med små unntak greit plassert på motstående sider gjennom hele boken. Artsomtalene starter med en kort omtale av voksestedstype, frekvens, utbredelse og sesong i Storbritannia og fortsetter med beskrivelse av ytre kjennetegn + sporer, iblant også av cystider o.l. Gode matsopper med forvekslingsarter, «magic mushrooms», som det er ulovlig å være i besittelse av, og rødlistestatus i Storbritannia er markert. Gjennomgående synes artsbeskrivelsene å være dekkende og gode. Et underholdende element for en som har vært engasjert i å gi storsopper norske navn er alle de nye engelske

navnene: ta f. eks. Knights for *Tricholoma (*musseronger), Tufts for *Hypholoma* (svovelsopper), Pinelitter Gingertail for *Xeromphalina cauticinalis* (knollrusthette), og ikke minst Fool´s Webcap for *Cortinarius orellanus* (butt giftslørsopp).

Illustrasjonene som er gjort av erfarne naturillustratører og som vel er bokas viktigste bidrag, syns jeg mindre om. Fargene er gjennomgående svært dempete og gir et monotont inntrykk av storsoppenes fargerikdom. Ingen av artene er «tatt på kornet» slik en virkelige kjenner av soppene kan gjøre. De vitner i høy grad om at de er konstruert med utgangspunkt i fotografier o.a. typer illustrasjoner og ikke med friske sopper som modell. Betegnende er det også at majoriteten av skivesoppene vises med hatten i profil slik at skivene (som er tidkrevende å tegne) ikke synes. Se f. eks. side 159: Her finner man bilder av syv musseronger (*Tricholoma*) - uten skiver, men samtidig vises også en av de gode sidene ved bokas illustrasjoner: en mose, et blad, eller andre typiske trekk som gir et glimt av artenes voksesteder og substrater.

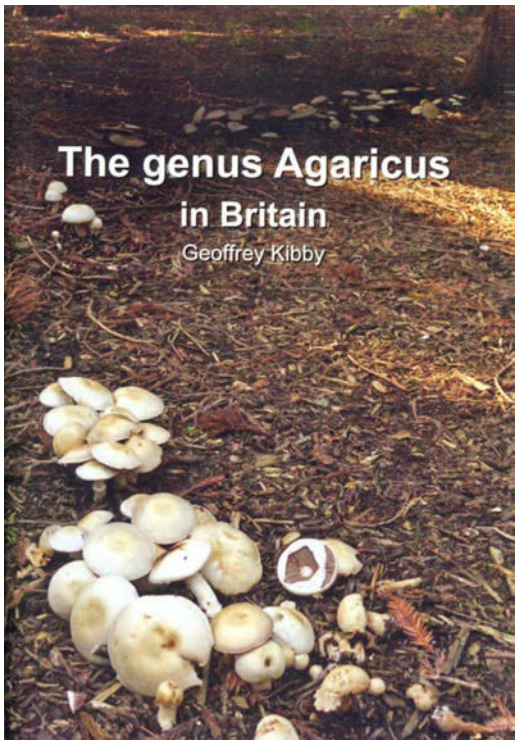
Boka kom ut i 2012 og har et navneverk for arter og slekter som er oppdatert til 2009 og en storsystematikk som ikke er mer moderne enn 8. utg. av «Dictionary of fungi» fra 2005. Forfatterens argument for denne konservatismen er at vi nå - som en konsekvens av mange, men ikke tilstrekkelige DNA studier - befinner oss i et mer kaotisk stadium enn noen sinne når det gjelder klassifikasjon av soppriket, og at vi lenge ennå vil befinne oss i et stadium med store endringer. Et appendiks på slutten av boka gjør imidlertid rede for det vesentligste av endringer man i 2012 er innforstått med i systematikken, men som bokas forfatter ikke har ønsket å implementere. Bedre da å holde seg til det gamle og innarbeidete enn å innføre umodne endringer av systematikk og navn som sannsynligvis snart vil endres igjen. I denne boka holdes skivesopper samlet uten innblanding av slikt som røyksopper og køllesopper (som i dagens systematikk tilhører orden Agaricales) eller ha slekten nålehatt (*Rickenella*) plassert i orden Hymenochaetales hvor ellers hovedsakelig resupinate broddsopper hører hjemme – slik som i siste utgave av Funga Nordica. Skivesoppene er på tradisjonelt vis stort sett ordnet etter sporepulverfarge.

Jeg vil tro at «Collins Fungi Guide – the most complete field guide to the mushrooms & toadstools of Britain & Ireland» - kan være en nyttig følgesvenn til «Funga Nordica» - en bok som bare har tekst og ingen bilder, men som nøkler ut hele 3000 arter. Det er selv for den mest erfarne vanskelig å holde bilder av tusentalls arter i hodet og en rask konsultasjon til en felthåndbok med bilder kan være oppklarende før man eventuelt må gå til spesiallitteratur. Nesten halvdelen av våre nordiske skive- og rørsopper vil være avbildet i denne boka, og i tillegg kommer en del mer sydlige arter som kanskje kan dukke opp som store sjeldenheter her hjemme. Boka er etter mitt skjønn mindre egent for relativt ferske soppentusiaster.

Gro Gulden

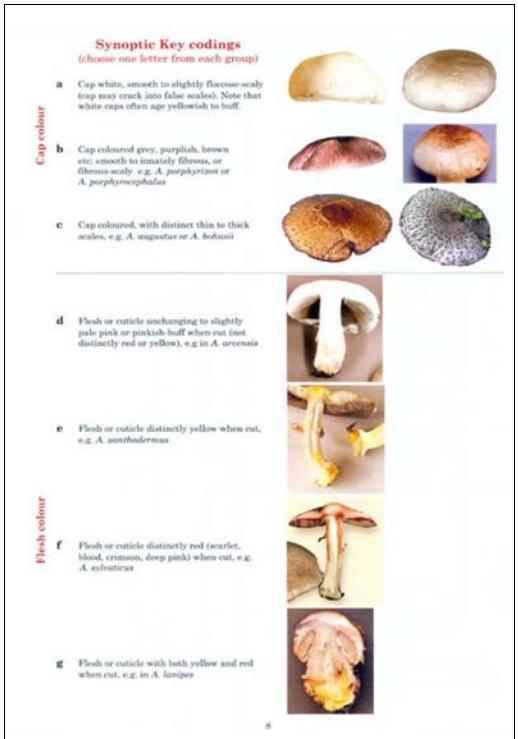
Geoffrey Kibby: The genus Agaricus in Britain

3 utgave, 2011. 51 sider. Heftet. Kan bestilles fra www.nhbs.com. Pris: € 19.



«British Boletes with keys to the species» av samme forfatter ble anmeldt i Agarica vol. 32. Foruten heftet om rørsoppene har Geoffrey Kibby utgitt flere artikler og bøker om skivesoppslekter, bl. a. kremler. Nå er det slekten sjampinjonger og de britiske artene han tar for seg. Han skriver i sitt forord «… til tross for at mange mykologer gjennom de siste 100 år har studert og publisert verker om sjampinjonger, så er det fremdeles meget frustrerende å arbeide med slekten... Selv om man tar både makroskopiske og mikroskopiske kjennetegn til hjelp viser det seg ofte vanskelig å identifisere artene…»

Som så mange andre har jeg vært interessert i sjampinjonger og også gitt opp å komme noen vei med dem. Derfor grep jeg ivrig Kibbys hefte fordi han har laget en synoptisk nøkkel til artene, til forskjell fra nøkler i andre bøker. Dette så spennende ut – ville det være enklere å bestemme sjampinjongene etter denne nøkkelen? Høsten 2012 skulle nøkkelen prøves, men soppsesongen 2012 var dårlig, og det var ikke mange sjampinjonger å finne.



Kibby_Agaricus_synoptic coding

Heftet omfatter 60 arter - ikke alle er kjent fra Storbritannia ennå, men som han sier, kanskje kan de vise seg å være der med mer intense undersøkelser. Men neppe vil polarsjampinjong *Agaricus aristocratus* dukke opp. Heftet innledes med to sider generelt stoff om sjampinjonger. Først om viktige makroskopiske karakterer og definisjoner på faguttrykk som brukes for å beskrive hatt,

skiver, stilk, ring, lukt, smak og kjemiske reaksjoner. Tradisjonelt har Schäffer's reaksjon (en dråpe anilin og en dråpe salpetersyre på hatten, og fargen som fremkommer) vært benyttet for å skille de forskjellige seksjonene i slekten. Kibby bruker ikke denne reaksjonen, isteden en dråpe 5-10 % KOH som er et mindre farlig kjemikalium. Sporestørrelse og sporeform er viktige karakterer, og likeså cheilocystider som forekommer hos de fleste artene.

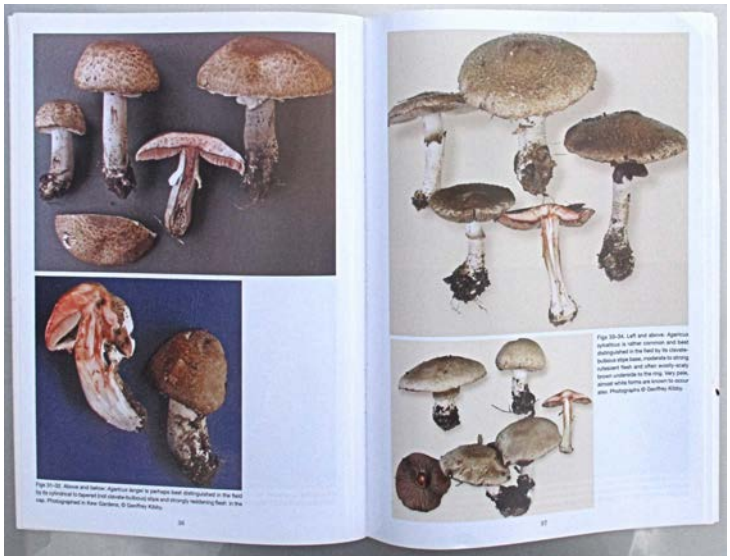
Det er nå to slekter i Agariceae: *Agaricus* og *Allopsalliota*. I sistnevnte slekt er det kjent bare en art *A. geesterani* (fra Nederland og Storbritannia). *Allopsalliota* skiller seg fra *Agaricus* bl.a. ved at hele fruktlegemet rødner kraftig. Slekten *Agaricus* deles inn i 10 seksjoner, beskrivelse og en nøkkel til disse (etter Luis Parra, Fungi Europaei Vol. 1) har Kibby med, samt at han har en oversikt over seksjonenes reaksjon på Schäffer's reagens (positiv og negativ) og KOH.

Hvordan skal man bruke den synoptiske nøkkelen? Det er gitt en god forklaring på dette. Viktige makroskopiske karakterer som: Hatt (abc), kjøttfarge (defg), ring (hijk), stilk lm), hattrand (no) og KOH reaksjon (pq) er kodet med bokstaver, se klammer. Hver bokstav er illustrert med et bilde som peker på karakteren. Når en art skal bestemmes, velger man en bokstav fra hver gruppe og man får 3 + 3 bokstaver for eksempel adh lop. Derfra går man til en alfabetisk liste for kodene som viser videre til dikotome nøkler – i dette eksemplet til Nøkkel 1. Nå trengs det også mikroskopiske karakterer så vel som makroskopiske karakterer, bl. a. sporemål, for å komme til endelig identifikasjon. Kibby har i alt 22 dikotome nøkler, noen med bare en eller to arter og andre med opptil 10-12 arter. Deretter følger ca 10 sider med korte, men tilstrekkelige beskrivelser av alle artene og deres økologi.

Halvparten av heftet (s. 26-49) viser gode fargebilder av sjampinjongene ordnet etter hvilken seksjon de er plassert i. De aller fleste fotos er Kibbys egne og illustrerer viktige karakterer hos de forskjellige artene. I litteraturlisten har Kibby med oversikt over arbeider av Bohus, Cappelli, Møller, Parra og Pilat – mykologer som har betydd mye for utforskningen av slekten *Agaricus* gjennom tidene.

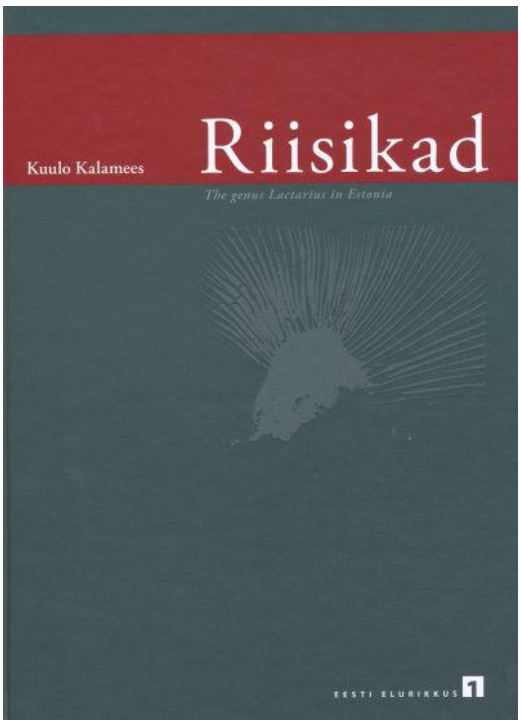
Med noe kjennskap til sjampinjongene er det spennende å bruke Kibbys synoptiske nøkkel ved bestemmelse av artene – og en tilfredsstillende glede når det lykkes. Å ha et godt blikk for små forskjeller i makroskopiske trekk er til uvurderlig hjelp når sjampinjonger skal bestemmes. Det er mye informasjon i Kibbys hefte - et hefte som jeg vil anbefale til dem som gjerne vil utvide sitt kjennskap til sjampinjonger.

Anna-Elise Torkelsen



Kuulo Kalamees: Riisikad (The genus Lactarius in Estonia)

Tartu Ülikooli Loodusmuuseum, Tartu 2011.
187 sider, illustrert i farger.



Denne tiltalende boka omfatter alle kjente risker i Estland, 60 arter – i tillegg til 22 arter som kan tenkes å bli funnet. Forfatteren er en av Estlands ledende soppforskere og har en lang karriere bak seg innenfor sopp-systematikk og –økologi/-geografi.

Hver art er presentert med hovedopp-slag på to motstående sider. Tekst til venstre og fotografi til høyre. En kort engelsk tekst står under den estiske teksten. Fotografiene er gjennomgående av svært høy kvalitet. Fruktlegemer i ulike utviklingsstadier er med, og viktige karakterer som melkesaft og stilkoverflate (hos matriskene for eksempel) er gjengitt tydelig.

Spesielt er jeg begeistret for nøklene. Her er to like nøkler; en på estisk, en annen på engelsk. Ved hver art er det et fotografi, slik at vi umiddelbart kan se at vi har truffet noenlunde riktig uten å måtte bla seg fram til angjeldende art. Veldig fint, ikke minst på mykologiske feltkurs.

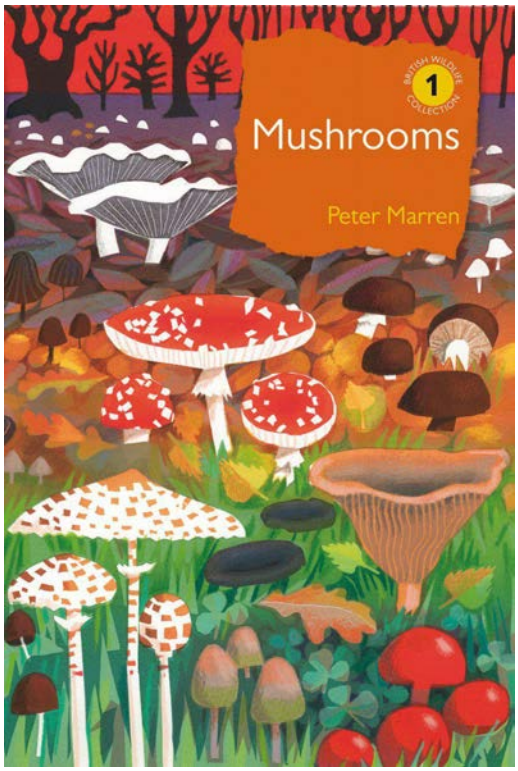
Som innstikk i bakpermen fins et lite hefte der artene er sortert etter farge på melke-saft. Denne er bare på estisk og beregnet på hjemmepublikum på sopptur. Absolutt en tanke når det gjelder andre monografier. Kjekt å ha noe som kan puttes i sekkelomma.

Denne riskeboka dekker på mange måter det vi kan vente å finne i lavlandet i Norge. Anbefales!

Klaus Høiland

Peter Marren: Mushrooms
The natural and human world of British fungi

British Wildlife Publishing, 2012. ISBN 978-0-9564902-3-0, 272 sider



Kjøpes enkelt på nettbokhandelen nhbs.com.

Dette er ingen soppbok i ordets vanlige forstand, og heller ingen bok til bestemmelse av sopp. Med andre ord, er det matsopp eller soppbestemmelser du er ute etter fins det nok annen litteratur. Derimot er det boka for alle som er glad i sopp eller interessert i faget mykologi.

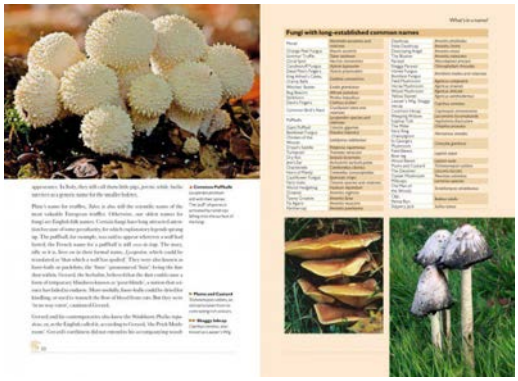
Boka tar opp alle interessante ting ved soppriket som sopp og mykologer, soppenes navn, hva er sopp?, hvor vokser de?, diverse kuriosa, mat og gift, ta vare på soppene. Med andre ord alt du bør vite om sopp, og alt du ikke visste om sopp. Titlene på kapitlene er treffende og skrevet med britisk humor og understatement. Jeg falt særlig for tittelen om mat, gift og rus: "The good, the bad and the crazy" (enkel vri på kjent filmtittel, men morsom likevel).

Boka er gjennomillustrert med fotografier og tegninger, de fleste av høy kvalitet.

Dette er et funn for alle som vil ha noe mer enn bare matsopp. Og det er ei nyttig bok for alle som trenger utfyllende stoff til forelesninger og foredrag om sopp.

Anbefales!

Klaus Høiland



Innholdsfortegnelse AGARICA vol. 33

3 **Egil Bendiksen, Katriina Bendiksen, Tor Erik Brandrud, Ilkka Kytövuori og Mika Toivonen:** Ektomykorrhizadannende korallsopper (*Ramaria* p.p.) i rik barskog i Norge

27 **Gro Gulden:** Fungaen etter skogbrann på Hyllåsen i Drammen, Sørøst-Norge med spesiell vekt på hattsoppene

57 **Tor Erik Brandrud:** Rødlistede og sjeldne musseronger (*Tricholoma* spp.) har internasjonalt viktige populasjoner i Norge/Norden

73 **Halvor Solheim:** *Passalora juniperina* (Georgescu & Badea) H. Solheim comb. nov. – new in Norway or just overlooked?

81 **Roy Kristiansen:** Tre sjeldne bryoparasittiske discomyceter (Pezizales) fra Norge

87 **Geir Mathiassen, Alfred Granmo:** *Rhynchostoma minutum* (Ascomycota), en særegen og sjelden sekksporesopp i Norge

93 **Kåre Arnstein Lye:** Three rust species (Uredinales) new to Norway

99 **Anne Molia, Thomas Læssøe:** Presentasjon av tre imperfekte sekksporesopper

105 **Theo Ruissen:** Arbuscular mycorrhizal fungi and their ecological roles: a review with a Norwegian perspective

117 **Theo Ruissen:** Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Norwegian agriculture: a pilot study

Bokanmeldelser

124 **Mikael Jeppson:** Jordstjärnor - en bestämningsguide

127 **Stefan Buczacki:** Collins Fungi Guide, 2012

129 **Geoffrey Kibby:** The genus Agaricus in Britain

131 **Kuulo Kalamees:** Riisikad (The genus Lactarius in Estonia)

132 **Peter Marren:** Mushrooms: The natural and human world of British fungi

ISSN-0800-1820