

ECTOMYCORRHIZAVORMENDE ASCOMYCETEN¹

Thomas W. Kuyper

sectie Bodemkwaliteit, Wageningen Universiteit, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Kuyper, Th.W. 2007. Ascomycetes that form ectomycorrhiza. *Coolia* 50(4): 171–176.

An overview is given of genera of ascomycetes that occur in the Netherlands, and where ectomycorrhiza has been reported or suspected.

Toen we, inmiddels al weer meer dan tien jaar geleden, begonnen met het Overzicht van de Paddenstoelen in Nederland, wilden we voor alle soorten aangeven tot welke functionele groep zij gerekend worden. Voor de basidiomyceten leek dat redelijk goed te doen. Maar voor ascomyceten, en vooral de terrestrische soorten, bleek het aanmerkelijk lastiger. Natuurlijk, van sommige ascomyceten was al heel lang bekend dat ze ectomycorrhiza vormen, zoals Echte truffels (*Tuber*) en Hertentruffels (*Elaphomyces*); tenslotte vond het mycorrhiza-onderzoek zijn oorsprong in pogingen van de Pruisische regering om truffels te kweken (Frank, 1885). Van sommige andere truffelachtigen werd ook algemeen geaccepteerd dat ze ectomycorrhiza vormen. Tenslotte was er nog een enkele recente melding in de literatuur over ectomycorrhiza (inclusief ectendomycorrhiza, een type dat zeer veel lijkt op en functioneel equivalent is aan ectomycorrhiza) bij ascomyceten. Maar voor veel soorten was er onvoldoende informatie voorhanden. Op basis van veldervaring hebben we zo goed mogelijk ons ‘deskundigenoordeel’ gegeven. Bij dat deskundigenoordeel of een soort mycorrhiza vormt, lieten we ons leiden door waarnemingen of een soort altijd bij ectomycorrhizavormende bomen werd waargenomen; of de soort dan een voorkeur had voor strooiselarme of humusarme plekken; of de soort een patroon van achteruitgang vertoonde dat leek op dat van ectomycorrhizapaddenstoelen; en of de soort bij voorkeur in de zomer en vroege herfst fructificeerde. Maar een aantal vraagtekens in het Overzicht geeft aan dat de twijfels deels bleven.

In het afgelopen decennium is onze kennis van ectomycorrhizavorming bij ascomyceten flink toegenomen. Als aanwijzingen voor ectomycorrhizavorming kunnen worden beschouwd, in volgorde van toenemende bewijskracht: (1) het signaal van koolstofisotopen; (2) moleculaire identificatie van worteltopjes; (3) direct verband tussen vruchtlichaam, mycelium en ectomycorrhiza. Doordat ascomyceten over het algemeen maar weinig mycelium vormen, is een dergelijk rechtstreekse relatie slechts hoogst zelden aangetoond. De methode van het signaal van koolstofisotopen maakt, kort gezegd, gebruik van het feit dat de verhouding van verschillende koolstofisotopen in een vruchtlichaam iets zegt over de ouderdom van die koolstof. Doordat mycorrhizapaddenstoelen leven van recent door de plant vastgelegde koolstof (dat dus weken tot hoogstens enkele maanden oud is) en saprotrofe paddenstoelen leven van koolstof in gedeeltelijk of geheel verteerd strooisel (dat de leeftijd van enkele jaren tot decennia kan hebben), vertonen beide functionele groepen dus een verschillend signaal van koolstofisotopen. De methode is niet perfect, maar levert wel sterke aanwijzin-

¹ Deel 11 in de serie over recent ecologisch onderzoek aan paddenstoelen. (Deel 10 in *Coolia* 50(1): 39–41.)

gen. De meeste gegevens in dit overzicht zijn echter afkomstig van moleculaire identificatie van gemycorrhizeerde wortels. We kunnen deze moleculaire gegevens ook gebruiken om verwantschapsverhoudingen vast te stellen, en daarmee te toetsen in hoeverre dit ecologische kenmerk (mycorrhizavorming) ook taxonomische waarde heeft.

De bedoeling van deze bijdrage is niet alleen om een overzicht te geven van deze nieuwe kennis, maar ook om mycologen uit te nodigen bij het melden van soorten voor de kartering meer aandacht te besteden aan standplaatsgegevens, en in het bijzonder aan het melden van geassocieerde organismen (gastheerboom). Want we weten nu weliswaar dat sommige soorten ectomycorrhiza vormen, maar over gastheerkeuze en gastheervoorkeur is nog vrijwel niets bekend. Om enkele voorbeelden te geven uit het karteringsbestand (en voor het verschaffen van die gegevens gaat mijn dank uit naar Ad van den Berg): De meest gemelde bomen bij *Tarzetta*-soorten (Leemkelkjes) zijn hazelaar en eik, terwijl de soort slechts zelden bij beuk of haagbeuk wordt gemeld. *Humaria hemisphaerica* (Kleine bruine bekerzwam) is vrijwel uitsluitend bij loofbomen gevonden, al is er ook een waarneming (op mest?) bij dat het geassocieerde organisme een koe is. De enige waarneming in het bestand van *Geopyxis carbonaria* (Gewoon brandplekkelkje) waar een boom bij gemeld is betreft iep, die overigens geen ectomycorrhiza vormt.

Welke ascomyceten vormen mycorrhiza?

Het overzicht hieronder (in alfabetische volgorde) geeft aan bij welke geslachten het Overzicht de mogelijkheid van ectomycorrhiza noemde, of waar recent onderzoek ectomycorrhiza heeft aangetoond.

Balsamia: Met een vraagteken gemeld in het Overzicht. De soort werd aangetroffen in een vegetatie waarin uitsluitend de ectomycorrhizavormende plant *Adenostoma fasciculatum* groeide (Allen *et al.*, 1999). Palfner & Agerer (1998) beschreven de ectomycorrhiza op den. Ook het koolstofsignaal (Hobbie *et al.*, 2001) wees op ectomycorrhizavorming. *Balsamia* en *Helvella* zijn nauw verwant (Tedersoo *et al.*, 2006), wat dus ook door dit ecologische kenmerk wordt ondersteund.

Caloscypha: Met een vraagteken gemeld in het Overzicht. Het koolstofsignaal wijst niet op mycorrhizavorming (Hobbie *et al.*, 2001). De soort, inclusief haar ongeslachtelijke stadium *Geniculodendron pyriforme*, is bekend als een pathogeen van zaad van coniferen (Paden *et al.*, 1989).

Elaphomyces: Een kleurenplaat van de ectomycorrhiza van *E. granulatus* met spar is te vinden op <http://www.deemy.de/>.

Flavoscypha: Met een vraagteken gemeld in het Overzicht. De soort wordt in de nieuwste overzichten (Perry *et al.*, 2007) weer in *Otidea* (een geslacht dat ectomycorrhiza vormt) geplaatst en als *O. concinna* gemeld (Plaat 2).

Genea: De eerste melding dat de soort ectomycorrhiza kan vormen is te vinden in Fontana & Centrella (1967). Een kleurenplaat van de ectomycorrhiza van *G. hispidula* met beuk is te vinden op <http://www.deemy.de/>. Op basis van moleculaire gegevens wordt het geslacht door Tedersoo *et al.* (2006) gemeld in associatie met beuk, berk, populier en eik. *Genea* is de zustergroep van het eveneens ectomycorrhizavormende geslacht *Humaria*, dus ook hier blijkt het vermogen om ectomycorrhiza te vormen een belangrijk taxonomisch kenmerk (Perry *et al.*, 2007).

Geopora: In het Overzicht als saprotroof aangegeven. Door Fujimura *et al.* (2005) en

Tedersoo *et al.* (2006) op grond van moleculaire analyses als ectomycorrhizavormer gemeld. De roodbruine, gladde mycorrhizas zijn aangetroffen op wortels van den, berk en linde. *Geopora* is nauw verwant met het ectomycorrhiza vormende genus *Tricharina* (Perry *et al.*, 2007). Voor *G. sumneriana* zie Plaat 4.

Geopyxis carbonaria: De soort is bekend als brandplekfungus en groeit op wortels van naaldbomen die door het vuur vaak verzwakt zijn. Door Vrålstad *et al.* (1998) is de soort aangegeven als biotrofe parasiet op worteltoppen die eruit zien als ectomycorrhizas. De nauwst verwante taxa met *G. carbonaria* zijn de genera *Tarzetta* en *Stephensia*, die beide ectomycorrhiza vormen (Perry *et al.*, 2007).

Helvella: Bij *Helvella* was ik toentertijd uiterst onzeker. Als algemene opmerking schreef ik: “In het algemeen wordt aangenomen dat *Helvella*-soorten saprotroof zijn. Het is niet uitgesloten dat veel soorten (obligaat?) mycorrhiza vormen met bomen.” In een recent artikel meldden Tedersoo *et al.* (2006) ectomycorrhizas van tenminste vier verschillende *Helvella*-soorten. De ectomycorrhizas zijn roodbruin met een blekere (wittige tot gelige) top en een gladde mantel. *Helvella*-soorten vormen mycorrhiza met in elk geval spar, eik en beuk. Ook het koolstofsignaal wijst erop dat Kluifzwammen mycorrhiza vormen (Högberg *et al.*, 1999; Hobbie *et al.*, 2001).

Humaria hemisphaerica: De soort vormt ectomycorrhiza met zowel naaldbomen (den) als loofbomen (linde, beuk, eik, hazelaar). De nauwste verwant van *H. hemisphaerica* (Plaat 1) is het eveneens ectomycorrhizavormende geslacht *Genea* (Perry *et al.*, 2007).

Hydnobolites: In het Overzicht gemeld als waarschijnlijk ectomycorrhiza vormend. Door Smith *et al.* (2007) als ectomycorrhizavormer bij eik beschreven.

Hydnotria: In het Overzicht gemeld als waarschijnlijke mycorrhizasymbiont. Ectomycorrhiza is gerapporteerd door Tedersoo *et al.* (2006). Ook het koolstofsignaal (Hobbie *et al.*, 2001) doet vermoeden dat de soorten uit dit genus ectomycorrhiza vormen.

Leotia: In het Overzicht staat “saprotroof, mogelijk ectomycorrhizavormend”. Die mogelijkheid was gebaseerd op het gegeven dat alle vondsten van de Groene glibberzwam in bossen waren gedaan, en dat het patroon van achteruitgang van die soort opvallende gelijkenis vertoonde met de achteruitgang van ectomycorrhizapaddenstoelen onder invloed van vermeting en verzuring. Er zijn geen aanwijzingen dat de soort ectomycorrhiza kan vormen. De meest recente phylogenie (Wang *et al.*, 2005) plaatst deze soort naast soorten van het geslacht *Microglossum* (en ver verwijderd van andere aardtongen), die als saprotroof worden beschouwd, en die ook gevoelig zijn voor vermeting en verzuuring.

Marcelleina: In het Overzicht als saprotroof gemeld. Door Smith *et al.* (2007) als ectomycorrhizavormer bij eik beschreven. De nauwste verwant van *Marcelleina* is “*Peziza gerardii* (Hansen *et al.*, 2005), een soort waarbij ectomycorrhiza (nog) niet gemeld is.

Morchella: Soorten van dit geslacht vormen weliswaar mycorrhiza-achtige structuren op wortels, maar ook van planten die normaliter geen ectomycorrhiza vormen (Buscot, 1994). Het koolstofsignaal geeft geen duidelijke aanwijzingen dat de soort ectomycorrhiza vormt (Hobbie *et al.*, 2001).

Otidea: In het Overzicht staat ectomycorrhizavormend (?). Vorming van ectomycorrhiza is aangetoond in zowel Zweden (Toljander *et al.*, 2006) als Noord-Amerika (Kennedy *et al.*, 2003; Smith *et al.*, 2007). Op basis van het koolstofsignaal hadden Hobbie *et al.* (2001, 2002) al gesuggereerd dat *Otidea*-soorten ectomycorrhiza vormen.

Pachyphloeus: In het Overzicht als mycorrhizasymbiont aangegeven. Ectomycorrhiza bij

loofbomen is aangetoond door Tedersoo *et al.* (2006).

Peziza. Bij het bewerken van dit genus was ik vrij zeker dat het genus saprotroof was en geen ectomycorrhiza vormt. Ik had het bij het verkeerde eind. *Peziza*, zoals thans omschreven, is een heterogeen geslacht (Hansen *et al.*, 2005) dat wellicht opgesplitst moet worden. In tenminste drie (vier) groepen van *Peziza sensu lato* komt ectomycorrhiza voor (Tedersoo *et al.*, 2006), te weten (1) de groep van *P. gerardii* en *Marcelleina* (zie hierboven); (2) de groep van *P. depressa* en *P. badia*; (3) de groep van *P. michelii* en *P. succosa*. (De vierde groep is het genus *Sarcosphaera* (Plaat 3), wier bestaansrecht naast *Peziza* twijfelachtig is.) Hansen *et al.* (2005) wijzen er op dat sommige morfologische kenmerken duiden op een nauwere verwantschap tussen de *P. badia*-groep en de *P. succosa*-groep (sporenornamentatie, aanwezigheid van 2 oliedruppels in de sporen, hymeniumkleur, Melzer reactie over de hele ascustop). Het feit dat in beide groepen ectomycorrhiza voorkomt wijst ook op een nauwere verwantschap. Ectomycorrhiza komt ook voor bij de zeer nauw verwante, nog niet uit Nederland bekende, geslachten *Terfezia* en *Tirmania*, die ectomycorrhiza met zonneroosjes en *Cistus*-soorten vormen (Gutiérrez *et al.*, 2003). De ectomycorrhizas van *P. succosa* moeten nogal opvallen want ze zijn geelgroen tot olijfgroen (Tedersoo *et al.*, 2006).

Pulvinula. In het Overzicht aangegeven als saprotroof op mossen. Onderzoek door Amicucci *et al.* (2001) heeft laten zien dat *P. constellatio* ectomycorrhiza vormt met jonge donseikjes die geënt waren met truffels. Ook in kwekerijen met fijnspaar zijn mycorrhiza's van deze soort gevonden (Trocha *et al.*, 2006).

Sowerbyella. In het Overzicht als saprotroof aangegeven. Waarnemingen aan het koolstofsignaal (Hobbie *et al.*, 2001, 2002) suggereren sterk dat de soorten ectomycorrhiza vormen. Een moleculaire bevestiging van dat vermoeden is nog niet gemeld.

Sphaerosporella. Door Danielson (1984) als vormer van ect(end)omycorrhiza gemeld. In Europa is de soort als ectomycorrhizavormer op brandplekken gemeld door Meotto & Carraturo (1988) en De Román & De Miguel (2005). De zustergroep van *Sphaerosporella* bevat *Trichophaea woolhopeia*, waarvan eveneens ectomycorrhiza bekend is (Tedersoo *et al.*, 2006).

Stephensia. In het Overzicht als mogelijk ectomycorrhizavormend aangegeven. Het koolstofsignaal (Hobbie *et al.*, 2001) is daarmee in overeenstemming. De positie van *Stephensia* als nauwe verwant van *Geopyxis carbonaria* en *Tarzetta* wijst ook op de vorming van ectomycorrhiza (Perry *et al.*, 2007).

Tarzetta. In het Overzicht als saprotroof aangegeven. Tedersoo *et al.* (2006) rapporteerden een ectomycorrhiza van *T. catinus* op beuk. *Tarzetta* vormt met *Stephensia* en *Geopyxis carbonaria* een groep van nauw verwante genera (Perry *et al.*, 2007).

Tricharina. In het Overzicht als saprotroof aangegeven. Mycorrhizas zijn gerapporteerd door Rudawska *et al.* (2006) en Trocha *et al.* (2006) uit Polen. *Tricharina* is de nauwste verwant van het ectomycorrhizavormende geslacht *Geopora* (Perry *et al.*, 2007).

Trichophaea. In het Overzicht werd *Trichophaea* als saprotroof gekarakteriseerd. Phylogenetisch is *Trichophaea* niet natuurlijk en valt het in twee gescheiden groepen uiteen (Perry *et al.*, 2007). Opmerkelijk genoeg is ectomycorrhiza gerapporteerd in beide groepen. De ene groep, met *T. woolhopeia* en *T. abundans* is de zustergroep van *Sphaerosporella*; de andere groep met *T. hemisphaerioides* en *T. hybrida* is de zustergroep van *Wilcoxina*. Tedersoo *et al.* (2006) rapporteerden ectomycorrhizas van zowel *T. woolhopeia* (met berk) als *T. cf. hybrida* (met spar).

Tuber: Ook het koolstofsignaal (Hobbie *et al.*, 2001, 2002) gaf aan dat Echte truffels ectomycorrhiza vormen. Kleurenafbeeldingen van ectomycorrhizas, met hun karakteristieke borstelvormige cystiden, van verschillende truffelsoorten (*T. aestivum*, *T. melanosporum*, *T. mesentericum*, *T. puberulum*, *T. uncinatum*) zijn te vinden op <http://www.deemy.de/>.

Wilcoxina: Dit genus staat niet in het Overzicht, wel in de aanvullingen (<http://www.mycologen.nl/> - *W. mikolae*). *Wilcoxina* vormt ect(end)omycorrhiza met zaailingen van den, spar, berk en wilg (Scales & Peterson, 1991; Tedersoo *et al.*, 2006). *Wilcoxina* is de zustergroep van een deel van *Trichophaea* (*T. cf hybrida*).

Ten slotte

Het onderzoek aan ectomycorrhizavormende ascomyceten leverde ook verdere verrassingen op. Allereerst *Pezizella ericae* (thans *Rhizoscyphus ericae*), een zeer algemene soort die ericoide mycorrhiza vormt bij heideachtigen, maar waarvan vruchtlichamen nog nooit in het veld zijn waargenomen. Uit recent onderzoek blijkt dat de groep schimmels waartoe deze soort behoort, samen met enkele ongeslachtelijke verwanten, ook ectomycorrhiza kan vormen. Sommige stammen kunnen zowel ectomycorrhiza als ericoide mycorrhiza vormen, zodat er een ondergronds netwerk is wat naaldbomen en hun ondergroei van heideachtigen verbindt (Villarreal-Ruiz *et al.*, 2004).

Literatuur

- Allen, M.F., L.M. Egerton-Warburton, E.B. Allen & O. Karén 1999. Mycorrhizae in *Adenostoma fasciculatum* Hook. & Arn.: a combination of unusual ecto- and endo-forms. *Mycorrhiza* 8: 225–228.
- Amicucci, A., A. Zambonelli, C. Guidi & V. Stocchi 2001. Morphological and molecular characterisation of *Pulvinula constellatio* ectomycorrhizae. *FEMS Microb. Lett.* 194: 121–125.
- Buscot, F. 1994. Ectomycorrhizal types and endobacteria associated with ectomycorrhizas of *Morchella elata* (Fr.) Boudier with *Picea abies* (L.) Karst. *Mycorrhiza* 4: 223–232.
- Danielson, R.M. 1984. Ectomycorrhiza formation by the operculate discomycete *Sphaerospora brunnea* (Pezizales). *Mycologia* 76: 454–461.
- De Román, M. & A.M. de Miguel 2005. Post-fire, seasonal and annual dynamics of the ectomycorrhizal community in a *Quercus ilex* L. forest over a 3-year period. *Mycorrhiza* 15: 471–482.
- Fontana, A. & E. Centrella 1967. Ectomicorrize prodotte da funghi ipogei. *Allionia* 13: 149–175.
- Frank, B. 1885. Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdischer Pilze. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 3: 128–145. [ook toegankelijk via www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/fo33/frank/frank.htm]
- Fujimura, K.E., J.E. Smith, T.R. Horton, N.S. Weber & J.W. Spatafora 2005. Pezizalean mycorrhizas and sporocarps in ponderosa pine (*Pinus ponderosa*) after prescribed fires in eastern Oregon, USA. *Mycorrhiza* 15: 79–86.
- Gutiérrez, A., A. Morte & M. Honrubia 2003. Morphological characterization of the mycorrhiza formed by *Helianthemum almeriense* Pau with *Terfezia clavervyi* Chatin and *Picoa lefebvrei* (Pat.) Maire. *Mycorrhiza* 13: 299–307.
- Hansen, K., K.F. LoBuglio & D.H. Pfister 2005. Evolutionary relationships of the cup-fungus *Peziza* and Pezizaceae inferred from multiple nuclear genes; RPB2, β -tubulin, and LSU rDNA. *Mol. Phyl. Evol.* 36: 1–23.
- Hobbie, E.A., N.S. Weber & J.M. Trappe 2001. Mycorrhizal vs saprotrophic status of fungi: the isotopic evidence. *New Phytol.* 150: 601–610.
- Hobbie, E.A., N.S. Weber, J.M. Trappe & G.J. van Klinken 2002. Using radiocarbon to determine the mycorrhizal status of fungi. *New Phytol.* 156: 129–136.

- Högberg, P., A.H. Plamboeck, A.F.S. Taylor & P.M.A. Fransson 1999. Natural ^{13}C abundance levels reveals trophic status of fungi and host-origin of carbon in mycorrhizal fungi in mixed forests. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 96: 8534–8539.
- Kennedy, P.G., A.D. Izzo & T.D. Bruns 2003. There is high potential for the formation of common mycorrhizal networks between understorey and canopy trees in a mixed evergreen forest. *J. Ecol.* 91: 1071–1080.
- Meotto, F. & P. Carraturo 1988. Ectomicorrizia di *Sphaerosporella brunnea* (A. & S.) Svrček and Kubicka in piantine tartufigene. *Allionia* 28, 109–116.
- Paden, J.W., J.R. Sutherland & T.A.D. Woods 1978. *Caloscypha fulgens* (Ascomycetidae, Pezizales) – perfect state of conifer seed pathogen *Geniculodendron pyriforme* (Deuteromycotina, Hyphomycetes). *Can. J. Bot.* 56: 2375–2379.
- Palfner, G. & R. Agerer 1998. *Balsamia alba* Harkness + *Pinus jeffreyi* Grev. & Balf. *Descr. Ectomyc.* 3: 1–6.
- Perry, B.A., K. Hansen & D.H. Pfister 2007. A phylogenetic overview of the family Pyronemataceae (Ascomycota, Pezizales). *Mycol. Res.* 111: 549–571.
- Rudaskwa, M., T. Leski, L.K. Trocha & R. Gornowicz 2006. Ectomycorrhizal status of Norway spruce seedlings from bare-root forest nurseries. *For. Ecol. Manag.* 236: 375–384.
- Scales, P.F. & R.L. Peterson 1991. Structure of ectomycorrhizae formed by *Wilcoxina mikolae* var. *mikolae* with *Picea mariana* and *Betula alleghaniensis*. *Can. J. Bot.* 69: 2149–2157.
- Smith, M.E., G.W. Douhan & D.M. Rizzo 2007. Ectomycorrhizal community structure in a xeric *Quercus* woodland based on rDNA sequence analysis of sporocarps and pooled roots. *New Phytol.* 174: 847–863.
- Tedersoo, L., K. Hansen, B.A. Perry & R. Kjoller 2006. Molecular and morphological diversity of pezizalean ectomycorrhiza. *New Phytol.* 170: 581–596.
- Toljander, J.F., U. Eberhardt, Y.K. Toljander, L.R. Paul & A.F.S. Taylor 2006. Species composition of an ectomycorrhizal fungal community along a local nutrient gradient in a boreal forest. *New Phytol.* 170: 873–884.
- Trocha, L.K., M. Rudawska, T. Leski & M. Dabert 2006. genetic diversity of naturally established ectomycorrhizal fungi on Norway spruce seedlings under nursery conditions. *Microb. Ecol.* 52: 418–425.
- Villarreal-Ruiz, L., I.C. Anderson & I.J. Alexander 2004. Interaction between an isolate from the *Hymenoscyphus ericae* aggregate and roots of *Pinus* and *Vaccinium*. *New Phytol.* 164: 183–192.
- Vrålstaadt, T., A. Holst-Jensen & T. Schumacher 1998. The postfire discomycete *Geopyxis carbonaria* (Ascomycota) is a biotrophic root associate with Norway spruce (*Picea abies*) in nature. *Mol. Ecol.* 7: 609–616.
- Wang, Z., M. Binder & D.S. Hibbett 2005. Life history and systematics of the aquatic discomycete *Mitruia* (Helotiales, Ascomycota) based on cultural, morphological and molecular studies. *Amer. J. Bot.* 92: 1565–1574.
-



Plaat 1. Kleine bruine bekerzwam (*Humaria hemisphaerica*), vormt ectomycorrhiza met loof- en naaldbomen. (Foto: Maurice vd Molen)

Plaat 2. Geel varkensoor (*Flavoscypha cantharellus* = *Otidea concinna*), zeer waarschijnlijk ectomycorrhizavormend, net als andere *Otidea*-soorten. (Foto: Nico Dam)





Plaat 3: *Sarcosphaera coronaria*, nauw verwant met *Peziza*, en ectomycorrhizavormend. (Foto: Nico Dam)

Plaat 4: Cedergrondbekerzwam (*Geopora sumneriana*). Van verschillende soorten uit dit geslacht is vorming van ectomycorrhiza aangetoond. (Foto: Maurice vd Molen)

