

TEELT VAN HARDE POPULIERBOLEET: EEN STAP DICHTERBIJ

Peter Oei¹ en Jacqueline Baar²

¹Gargouille 1, 4007 RE Tiel

²Berkenlaan 29, 6581 PM Malden

Oei, P., Baar, J. 2002. Cultivation of Poplar Boletes: a step closer? *Coolia* 45(3): 167-174.

The edible mycorrhizal fungus *Leccinum duriusculum* has been inoculated onto the root systems of cuttings of white poplar (*Populus alba*). In addition, the ecological conditions necessary for fruiting of this tasty bolete have been studied. The results of this study provide useful information about conditions for cultivation and fruiting of *L. duriusculum*.

Inleiding

In Nederland is een aantal smakelijke paddestoelen alleen in de natuur te vinden en (nog) niet te kweken onder geconditioneerde omstandigheden. Het betreft hierbij voor de mycorrizapaddestoelen soorten zoals het Eekhoorntjesbrood (*Boletus edulis*) en de Cantharel (*Cantharellus cibarius*). In het verleden is in Nederland wel onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om Cantharel te kweken. Dit onderzoek heeft geresulteerd in kennis over de groeiomstandigheden van de mycelia en mycorriza's, maar niet in de realisatie van geconditioneerde vruchtlichaamvorming (Straatsma en Van Griensven, 1986; Moore *et al.*, 1989). Wel worden momenteel in Zweden mogelijkheden van het kweken van Cantharellen onderzocht (Danell, 1999; Rangel-Castro, 2001).

Paddestoelen als Eekhoorntjesbrood en Cantharel behoren tot de groep van mycorrizavormers: de mycelia groeien rondom de worteltopjes van hun gastheer (bomen) en onttrekken suikers aan de boomwortels. De schimmels dragen bij aan de groei van de bomen, want ze nemen efficiënt voedingsstoffen (o.a. stikstof en fosfor) en water uit de bodem op, en transporteren die naar de wortels. De flinterdunne hyfen ($< 3 \mu\text{m}$) kunnen locaties in de bodem bereiken waar boomwortels niet kunnen komen (Smith & Read, 1997). In feite is het voor de bomen efficiënter om zich van voedingsstoffen door de schimmeldraden van mycorrizaschimmels te laten voorzien dan om zelf een wijdvertakt netwerk van wortels aan te leggen. Bovendien beschermen de mycorrizaschimmels de boom tegen parasitaire schimmels, omdat ze een beschermende mantel om de worteltopjes heen vormen en afweerstoffen produceren. Verder houden ze de suikerconcentratie in de wortels laag, waardoor het minder aantrekkelijk is voor parasieten om de wortels te infecteren. Vooral voor bomen op arme gronden is de symbiose met mycorrizaschimmels essentieel voor hun groei (Smith & Read, 1997).

Van de eetbare mycorrizapaddestoelen zijn het Eekhoorntjesbrood, de Cantharel en de Truffels (*Tuber* spp.) culinair gezien wel de bekendste. Deze soorten hebben wereldwijd een hoge marktwaarde en de jaaromzet van de Cantharel alleen is meer dan 2 miljard euro (Watling, 1997). In Frankrijk bestaan al gespecialiseerde kwekerijen die kiemplanten leveren met truffelmycelium rond het wortelstelsel (Sourzat, 1997).

Naast de bekende eetbare mycorrizapaddestoelen bestaat een groot aantal minder bekende soorten. Eén daarvan is de Harde populierboleet (*Leccinum duriusculum*), waar we ons in dit artikel op zullen richten.

De Harde populierboleet is een boleet die mycorriza's vormt met abelen en populieren, waaronder de witte abeel (*Populus alba*), zwarte populier (*Populus nigra*), grauwe abeel (*Populus x canescens*), en soms de ratelpopulier (*Populus tremula*). Arnolds *et al.* (1995) vermelden dat in Nederland de vruchtlichamen van de Harde populierboleet voornamelijk zijn aangetroffen langs lanen en in wegbermen. Ook zijn vruchtlichamen gevonden in bossen, bij voorkeur op kalkhoudende klei, soms op zand of leem. Deze boleet is in Nederland vrij zeldzaam en is voornamelijk waargenomen op de kleigronden langs de kust van Friesland en Groningen, en langs de grote rivieren.

De Harde populierboleet is herkenbaar aan zijn bruinachtige hoed. Het vrucht vlees van de hoed is witachtig, maar verkleurt op doorsnede na enige tijd grijsachtig (zie ook Den Bakker, 2000). De vruchtlichamen van de Harde populierboleet zijn eetbaar, smakelijk en geschikt voor de consumptie. Een voordeel is dat de vruchtlichamen nauwelijks worden aangetast door insecten, waardoor ook exemplaren van enkele dagen oud geoogst kunnen worden. De houdbaarheid van de vruchtlichamen is wel drie weken indien ze gekoeld (bij 4°C) bewaard worden.

Boomkwekerij Tenax heeft van 1998-2000 laten onderzoeken of het mogelijk is om Harde populierboleten op witte abelen te enten. Ook was deze boomkwekerij geïnteresseerd in de mogelijke vorming van vruchtlichamen nadat de geënte bomen waren verkocht. Naar aanleiding hiervan is onderzocht onder welke omstandigheden vruchtlichamen van Harde populierboleten in de natuur voorkomen. Daarnaast is nagegaan of het mogelijk was om weefsel van de vruchtlichamen van de Harde populierboleet te isoleren en te gebruiken als entmateriaal. Ook is onderzocht of het mogelijk was om met sporen te enten. Vervolgens is bestudeerd of het enten met Harde populierboleet op stekken van witte abeel leidde tot mycorrizavorming. In dit onderzoek is de vruchtlichaamvorming van de geënte boompjes niet onderzocht, omdat dat buiten het voor deze studie beschikbare tijdsbestek viel.

Materiaal en methode

Standplaatsen

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van de verspreidingsgegevens van de Nederlandse Mycologische Vereniging (NMV). Omdat deze gegevens slechts in grote lijnen aangeven waar de Harde populierboleet in de buurt van Nijmegen waargenomen was, hebben we negen locaties geselecteerd waarvan bekend was dat Harde populierboleet er voorkomt. Deze locaties lagen rondom Nijmegen, bij Wijchen en Ubbergen.

Van de bodems op de geselecteerde locaties werd de zuurgraad ($\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ en $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$) bepaald en is de chemische samenstelling (N, P, K, Ca) vastgesteld. Dit is gebeurd door bodemonmonsters die willekeurig waren gestoken op de onderzoekslocaties, te analyseren. Deze bodemonmonsters zijn gestoken in de bovenste 20 cm van de bodem, waar de meeste mycorriza's worden aangetroffen. Deze bodemparameters zijn geselecteerd, omdat uit eerdere studies is gebleken dat ze indicatief kunnen zijn voor het voorkomen van mycorrizaschimmels.

Tevens werd in de zomer van 1998 de vegetatie in een straal van 12 m rondom tien 30 jaar oude witte abelen van de geselecteerde locaties beschreven en ingedeeld in vegetatie-eenheden.

Omdat de resultaten van de bodemchemische analyses indiceerden dat de zuurgraad van de bodem indicatief was voor het voorkomen van de Harde populierboleet, werden 39 extra locaties geselecteerd om dit nader te onderzoeken. Deze locaties waren identiek aan de eerdere negen locaties wat betreft de vegetatie en het bodemtype. De zuurgraad van de locaties waar de Harde populierboleet wel voorkwam werd vergeleken met locaties waar deze boleet niet voorkwam.

Productiviteit

Het voorkomen van de Harde populierboleet werd gevolgd van medio mei tot medio november van 1998 en 1999 in het stadspark Staddijk in Nijmegen bij zes witte abelen rondom welke ook de vegetatie was beschreven. Deze zes bomen werden als representatief beschouwd voor de twintig witte abelen die voorkomen in dit stadspark. Er werden vier tot vijf bezoeken per jaar aan dit park gebracht. De aangetroffen vruchtlichamen werden in zijn geheel verzameld en het versgewicht werd bepaald. Uitgegaan is van het versgewicht omdat dit ook het verkoopbaar gewicht is; wetenschappelijk theoretisch is het nauwkeuriger om het drooggewicht na te gaan maar daar is om praktische redenen van afgeweken.

Selectie media voor het kweken van de mycelia van Harde populierboleet

In 1999 heeft onderzoek naar het meest productieve medium plaatsgevonden. Daarvoor kwamen de volgende vijf media in aanmerking: BAF (Anonymus, 1994), BAF⁺, Malt agar (Anonymus, 1994), MMN (Marx, 1969) en Modess (Modess, 1941) in vier herhalingen. BAF⁺ medium was het BAF medium waar de volgende componenten aan waren toegevoegd (in g/l): (NH₄)₂HPO₄ (0.25) en NaCl (0.025). De groeisnelheid van het mycelium op deze verschillende media werd bestudeerd.

De radiale groei van de mycelia werd iedere week op drie verschillende plaatsen vanuit het ponsje gemeten. De metingen werden beëindigd zodra de groei van de mycelia was gestopt.

Enten van witte abelen

Verse grond van vindplaatsen van Harde populierboleet werd gebruikt om te testen of dit voldoende inoculum bevatte om mycorrizavorming te doen optreden. Stekken van witte abeel die niet-gemycorrizeerde wortels bevatten werden geënt. Deze stekken waren opgekweekt in potjes met aarde die rijk aan nutriënten was, waardoor de wortels op het moment van enten nog ongemycorrizeerd waren. Per stek van een witte abeel werd 100 ml bodem toegevoegd aan potgrond aan één zijkant van een wortelcontainer.

Tabel 1. *Vergelijking van pH op 48 locaties waar wel en geen boleten voorkwamen.*

	pH _{CaCO2}	pH _{H2O}
32 locaties met Harde populierboleten*	4.66 ± 0.5	5.69 ± 0.37
16 locaties zonder Harde populierboleten**	6.99 ± 0.48	8.00 ± 0.51

* Diverse locaties in Staddijk, Nijmegen en Wylerbergmeer, Ubbergen.

**Diverse locaties in Staddijk, Nijmegen; Immerloo en Malburgen, Arnhem.

In de zomer van 1999 zijn 100 stekken van witte abeel geplant in bodemmateriaal afkomstig van de vindplaatsen. In 2000 werd deze procedure herhaald. Voor het enten werden vergelijkbare stekken gebruikt.

Op 80 in het laboratorium voorbereide kweekschalen met de media MMN en BAF* zijn mycelia van Harde populierboleet gekweekt. Met behulp van een boortje zijn vervolgens ponsjes mycelium van 6 mm diameter uit de actieve groeizone gestanst en aangebracht op de wortels van nog eens 200 stekken van witte abelen van één jaar oud.

In de zomer van 1999 zijn eveneens 100 witte abelen geënt met sporen van Harde populierboleet. Per boom zijn vier stukjes van ca. 1 cm³ weefsel met rijpe sporen toegevoegd. In de zomer van 2000 werd dit herhaald met nog eens 100 bomen.

De vorming van gemycorriseerde worteltopjes met Harde populierboleet werd waargenomen aan de hand van morfologische kenmerken en met behulp van moleculaire technieken. Voor dit laatste werd DNA uit de worteltopjes geanalyseerd en vergeleken met DNA uit de vruchtlichamen.

Resultaten

Standplaatsen van de Harde populierboleet

Bodems van de standplaatsen van de Harde populierboleten varieerden van lichte zandgrond, zavel tot klei. Van 22 locaties waar de boleet voorkwam fluctueerde de pH globaal van 4 tot 5; de pH (CaCl₂) was niet hoger dan 6,2 (Tabel 1). Op 16 locaties waar de boleet niet voorkwam lag de pH (CaCl₂) boven de 6,3. De chemische samenstelling van de bodems werd gekarakteriseerd door fosfor- en stikstofconcentraties die respectievelijk lagen rond de 4,7 en 0,73 mg/kg (Tabel 2).

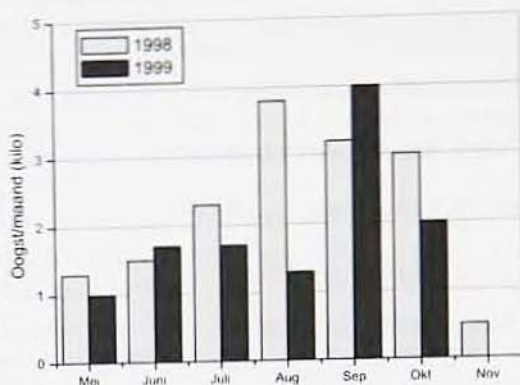
Rondom de witte abelen van de negen standplaatsen in Nijmegen, Wijchen en Ubbergen werden met name vegetatietypen aangetroffen die gedomineerd werden door grassen. De meest algemene grassen waren glanshaver (*Arrhenatherum elatius*), rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en ruw beemdgras (*Poa trivialis*).

Tabel 2. Chemische samenstelling van de bodem van negen standplaatsen in Nijmegen, Ubbergen en Wijchen. (Std.afw. = standaardafwijking in het gemiddelde.)

Bodemsamenstelling	Gemiddeld	Std.afw.	Eenheid
pH _{CaCO₂}	5.07	0.39	
Organische stof	5.99	1.90	%
CaCO ₃	0.47	0.14	%
Nitraat	0.73	0.92	mg/kg
Fosfor (opneembaar)	4.7	1.1	mg/kg
Kalium	67.8	16.4	mg/kg

Productiviteit

Per abeel liep de cumulatieve oogst uiteen van 0,5 kg tot vijf kg versgewicht per seizoen met een gemiddelde van 2,3 kg, zoals in het stadspark Staddijk in Nijmegen (Fig. 1). Het versgewicht van een vruchtlichaam varieerde van ca. 15 tot 200 gram en bedroeg gemiddeld 35 gram. Door externe invloeden (andere plukkers, maaien, spelende honden) was de potentiële oogst waarschijnlijk 25–50 % hoger. Drie keer zijn sporen gevonden van afgesneden steelresten als gevolg van activiteiten van andere plukkers. Het merendeel (90%) van de oogst bevond zich op minder dan 6 m afstand van een boom, in een enkel geval bedroeg deze afstand 12 m. Opvallend was dat bij de ene witte abeel slechts twee keer per jaar vruchtlichamen van de Harde populierboleet werden aangetroffen, terwijl bij een andere boom vier keer in het jaar vruchtlichamen werden gevonden.



Figuur 1: Versgewicht van vruchtlichamen van Harde populierboleet in 1998 en 1999, Staddijk, Nijmegen.

Medium	Groeisnelheid (mm/dag)
BAF	3.0 ± 1.1
BAF*	3.9 ± 0.5
Malt agar	4.0 ± 0.6
MMN	5.0 ± 0.5
Modess	4.4 ± 0.2

Tabel 3: Groeisnelheid in de periode van lineaire groei van mycelia van de Harde populierboleet op verschillende media.

Enten witte abelen

Mycorrizavorming van Harde populierboleet werd waargenomen op bomen geënt met grond van vindplaatsen van de Harde populierboleet (Tabel 4). Ook leverde het enten met behulp van agarponsjes van gekweekt mycelium succesvolle mycorrizavorming op. Het enten met sporen bleef echter zonder resultaat.

Media

Het mycelium op BAF* en MMN bestond uit dik weefsel, terwijl bij de andere media dun weefsel werd waargenomen. De maximale groeisnelheid bedroeg gemiddeld 4 tot 5 mm per week op de media BAF* en MMN (Tabel 3). Zulke groei met een lage dichtheid aan schimmeldraden suggereert dat de beschikbaarheid van de voedingsstoffen in malt agar, Modess en BAF niet voldeed aan de behoefte van de mycelia van de populierboleet om zich goed te kunnen ontwikkelen.

Bij latere proeven is steeds uitgegaan van mycelia afkomstig van BAF* en MMN.

Behandeling	Aantal stekken	Aantal gemycorrizeerde stekken
Enten met grond, 1999	104	90
Enten met grond, 2000	93	84
Enten met mycelia van BAF ⁺	67	42
Enten met mycelia van MMN	104	55
Enten met sporen, 1999	83	0
Enten met sporen, 2000	83	80*

Tabel 4: Aantal stekken met gemycorrizeerde worteltopjes na enten; * geeft aan dat de aangetroffen mycorriza's van *Laccaria* sp. waren.

De mycorriza's van Harde populierenboleet zijn relatief dik en stevig. Ze worden gekarakteriseerd door een wollige mantel die wit tot lichtbruin kan zijn. Op morfologische kenmerken zijn de mycorriza's van Harde populierboleet nauwelijks te onderscheiden van die van andere boleten. Het best onderscheidend waren de unieke bandenpatronen verkregen met behulp van moleculaire technieken. Met deze techniek hebben we kunnen vaststellen dat de Harde populierboleet voorkwam, andere boleten hebben we niet geïdentificeerd.

Het enten met bodem heeft echter als nadeel dat ook andere bodemschimmels geënt worden. Bij een aantal bomen waren schimmeldraden te zien, die niet aan de Harde populierboleet toebehoorden. Bij het enten met sporen in 2001 raakten vrijwel alle stekken geassocieerd met *Laccaria* sp. (Fopzwam; Tabel 4).

Discussie

In dit onderzoek werden vruchtlichamen van de Harde populierboleet aangetroffen in en rondom Nijmegen in het stroomgebied van de Waal. Dit komt overeen met eerdere waarnemingen waarin Harde populierboleet als een soort wordt omschreven die voor kan komen in het fluviatiel district (Arnolds *et al.*, 1995). De zuurgraad (pH) van de bodems van de standplaatsen van de Harde populierboleet in dit onderzoek was lager dan verwacht. De standplaatsen vermeld in Arnolds *et al.* (1995) suggereren dat deze boleet een kalkindicator is en op kalkrijke bodems voorkomt.

Het beheer van de standplaatsen van de Harde populierboleet in en rondom Nijmegen bestond uit maaien, variërend van maandelijks maaien tot één of tweemaal jaarlijks maaien met afvoeren van maaisel. Het is aannemelijk te veronderstellen dat dit beheer de chemische samenstelling van de bodems op de onderzoekslocaties heeft beïnvloed. Door maaisel af te voeren en geen bemesting toe te passen kunnen concentraties van meststoffen als fosfaat en stikstof afnemen. Dit zijn gunstige omstandigheden voor de fructificatie van ectomycorrizavormende schimmels (Keizer, 1993).

Bij ruim uitgeplante bomen op een gemiddelde afstand van 10 m is er per hectare ruimte voor 100 bomen met een opbrengst van 50 tot 500 kg verse boleten per jaar. Door te bevochtigen en het beheer te optimaliseren is het waarschijnlijk mogelijk de opbrengst te

verhogen. Er is bij andere mycorrizasoorten door Franse onderzoekers aangetoond dat er een directe relatie bestaat tussen irrigatie en de omvang van de oogst voor de Melkboleet (*Suillus granulatus*) (1-3 kg drooggewicht/boom) en Oranjegroene melkzwam (*Lactarius deliciosus*) (0,4-0,5 kg drooggewicht/boom) (Poitou *et al.*, 1989). Van de Zwarte truffel (*Tuber melanosporum*) is bekend dat de opbrengst 10-100 kg versgewicht/ha kan bedragen (o.a. Sourzat, 1997). Cijfers uit de VS (Oregon) geven voor een geheel natuurlijk bos aan dat 0,4-3,6 kg drooggewicht/ha Matsutake (*Tricholoma* sp.) geoogst kan worden (Pilz *et al.*, 1999).

De resultaten van dit onderzoek laten zien dat het mogelijk is om gecontroleerd mycorrizavorming van de Harde populierboleet te realiseren op witte abelen. Dit is een stapje in de richting van de teelt van deze eetbare boleet. In het verleden is ook het onderzoek naar de teelt van andere eetbare paddestoelen begonnen met de realisatie van mycorriza's op verschillende gastheren. Zo werden in de tachtiger jaren mycorriza's van Cantharel gesynthetiseerd op de grove den (*Pinus sylvestris*) en de zachte berk (*Betula pubescens*) (Moore *et al.*, 1989). In de jaren negentig werd het onderzoek naar de teelt van Cantharel vervolgd met als resultaat de eerste vruchtlichaamvorming onder geconditioneerde omstandigheden (Danell en Camacho, 1997). Thans wordt in Zweden onderzocht of het mogelijk is om op grote schaal vruchtlichamen bij boompjes geïnoculeerd met Cantharel te produceren (Rangel-Castro, 2001). Ook zijn mycorriza's van Eekhoornjesbrood gesynthetiseerd op tamme kastanje (*Castanea sativa*), donzige eik (*Quercus pubescens*) en wintereik (*Quercus petraea*) als eerste stap om vruchtlichamen te produceren (Corte-Aurora & Vianello, 1996).

De mycorrizavorming van Harde populierboleet verliep in sommige gevallen moeizaam, zoals bij het enten met mycelia en sporen. Mogelijke verklaringen daarvoor kunnen zijn dat de door de boomkwekerij gebruikte potgrond te rijk aan voedingsstoffen was. De concentraties voedingsstoffen waren hoger dan op de natuurlijke standplaatsen (mond. meded. Jan Dictus). Daarnaast werden de potten met abelen erg nat gehouden. Dit hoge vochtgehalte van de bodem (pers. observatie) heeft mogelijk de ontwikkeling van mycorriza's van de Harde populierboleet geremd. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat sommige mycorrizaschimmels zich slecht ontwikkelen onder natte omstandigheden (Stenstrom, 1991; Unestam & Sun, 1995).

Bovendien bestaat de mogelijkheid dat de mycelia van Harde populierboleet op geschikte bodems (klei, zand en zavel) in de toekomst vruchtlichamen kunnen vormen. Nog onbekend is hoeveel jaar de vruchtlichaamvorming van de geënte witte abelen op zich zal laten wachten. Van de nauw verwante Rosse populierboleet (*Leccinum rufum*) is bekend dat fructificatie plaats vond bij een tweejarig boompje (Henk Huijser, mond. meded.). De resultaten van dit onderzoek geven aan dat fructificatie van Harde populierboleet bij witte abelen van 30 jaar optreedt. Nader onderzoek met bomen in het veld zal aantonen wanneer de eerste vruchtlichamen te verwachten zijn.

Het onderzoek heeft ertoe geleid dat vanaf 2002 bij de boomkwekerij Tenax van Jan Dictus in Rijsbergen bijzondere abelen te koop zijn. Rond de wortelstelsels groeien de mycelia van de Harde populierboleet. Het is maar de vraag of uit puur commerciële motieven kwekerijen van Populierboleten gaan ontstaan. Daarvoor is het noodzakelijk eerst marktonderzoek te doen of het voldoende winstgevend kan zijn om deze soort als consumptiepaddestoel op de markt te brengen. Wel verwachten we interesse van de kant van groenbeheerders die extra natuurbeleving willen in parken of recreatiegebieden. Een ander marktsegment betreft wellicht beheerders van landgoederen, die extra inkomsten uit

hun bossen willen halen. Particulieren zijn mogelijk geïnteresseerd in struikvormende abelen. Grootschaliger toepassingen zijn verder mogelijk bij een combinatie van houtteelt voor duurzame energie-opwekking en extensieve paddestoelenteelt. Naar verwachting zullen begin 2002 voor het eerst enkele honderden boompjes beschikbaar zijn op de markt.

Dankwoord

Wij zijn LASER (uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Landbouw) dankbaar voor de toegekende subsidie. Daarnaast willen wij Hein van Kleef en Emiel Brouwer bedanken voor de vegetatiebeschrijvingen. Verder gaat onze dank uit naar Bernhard de Vries, Gerrit Keizer en Jan Dictus voor de waardevolle inbreng.

Literatuur

- Anonymus. 1994. List of cultures. Centraal Bureau voor Schimmelcultures, 33^e editie, Baarn/Delft, The Netherlands.
- Arnolds, E., Kuiper, Th.W., Noordeloos, M.E. 1995. Overzicht van de paddestoelen in Nederland. Nederlandse Mycologische Vereniging.
- Bakker, H. den. 2000. Hoe raak ik thuis in de Boeten. 3. Het geslacht *Leccinum* (Berken- of Ruigsteelboeten). *Coolia* 43: 206-220.
- Corte-Arora, M., Vianello, A. 1996. Several aspects of *Boletus edulis* and *B. aereus* mycelium, and mycorrhizal synthesis of some tree species. *Micologia Italiana* 25: 75-79.
- Danell, E. 1999. *Cantharellus*. In: Ectomycorrhizal fungi. Key genera in profile. Editor: W.J. Cairney. Springer, New York, pp. 253-267.
- Danell, E., Camacho, F. 1999. Successful cultivation of the golden chanterelle. *Nature* 385: 303.
- Keizer, P.J. 1993. The ecology of macromycetes in roadside verges planted with trees. Proefschrift, Landbouwniversiteit Wageningen.
- Marx, D.H. 1969. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. *Phytopathology* 59: 153-163.
- Modess, O. 1941. Zur kenntnis der Mykorrhizabildner von Kiefer und Fichte. *Symb. Bot. Upsal.* V: 1-146.
- Moore, L.M., Jansen A.E., Van Griensven, L.J.L.D. 1989. Pure culture synthesis of ectomycorrhizas with *Cantharellus cibarius*. *Acta Bot. Neerl.* 38: 273-278.
- Pilz, D., Smith, J., Amaranthus, M., Alexander, S., Molina, R., Luoma, D. 1999. Mushrooms and Timber, managing commercial harvesting in the Oregon Cascades. *Journal of Forestry*, Vol 97, No 3.
- Poitou, N., Mamoun, N., Ducamp, M., Guinberteau, J., Olivier, J.M. 1989. Mycorrhization contrôlée et culture expérimentale au Champ de Boletus (*Suillus granulatus*) et *Lactarius deliciosus*. Mushroom Science XII, Proceedings of the Twelfth International Congress on the Science and Cultivation of edible fungi.
- Rangel-Castro, J.I. 2001. Eco-physiology of the ectomycorrhizal mushroom *Cantharellus cibarius*. PhD dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Smith, S.E., Read, D.J. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*, Second Edition, Academic Press.
- Stenstrom, E. 1991. The effect of flooding on the formation of ectomycorrhiza in *Pinus sylvestris* seedlings. *Plant and Soil* 131: 247-250.
- Straatsma G., Van Griensven, L.J.L.D. 1986. Growth requirements of mycelial cultures of the mycorrhizal mushroom *Cantharellus cibarius*. *Trans. British Mycol. Soc.* 87: 135-141.
- Sourzat, P. 1997. Guide Pratique de Trufficulture, Station d'expérimentations de Truffe, Le Montat.
- Unestam, T., Sun, Y.-P. 1995. Extramatrical structures of hydrophobic and hydrophilic ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 5: 301-311.
- Watling, R. 1997. The business of fructification. *Nature* 385: 299-300.