

<i>Coprinus tuberosus</i>	<i>Coprinus sclerotiger</i>
Sclerotium klein en rond, tot 5 mm breed	Sclerotium groter, ovaal tot lang ellipsoïd, tot 18 mm breed
Steel vaak met wortelende basis	Steel direct uit sclerotium
Hoedcentrum met fijn, melig velum	Hoedcentrum met grof velum: okerbruine vezeltjes
Sporen met smal, vaak zwak ontwikkeld episporium	Sporen met duidelijk, breed episporium episporium (0,5-2,5 μ m)
Geur afwezig of zwak schimmelachtig	Geur sterk, aangenaam als gebakken paddestoelen
Habitus slank Steel 0,8-2 mm breed Hoed gesloten 5-15 x 2-7 mm	Habitus robuuster Steel 2-3 mm breed (basis 3-4 mm) Hoed gesloten 8-22 x 9-11 mm

Tabel 1. De verschillen tussen *Coprinus sclerotiger* en *C. tuberosus* naar Watling (1972) en Orton & Watling (1979).

Coolia 38: 19 - 28. 1995.

SAAI GROVE-DENNENBOS ?

Aad Termorshuizen, Havenstraat 5, 6701 CK Wageningen

The mycorrhizal mycoflora of Scots Pine (*Pinus sylvestris*) stands in the Netherlands was investigated in the years 1986 and 1987. Most old (50-80 year-old) stands were extremely poor compared to young (5-10 year-old) stands. The results were considered in relation to data on changes in the occurrence of the mycoflora in the Netherlands during this century. It appeared that species which have declined were more frequent and abundant in young stands than in old stands. Especially remarkable was the mycoflora of the spontaneously established young stands on drift sands, with, among other species, four *Tricholoma* species. However, the species which were found to prefer the Dutch young stands, are reported to grow in old Scots pine forests in Estonia, Finland and Norway. The impoverishment of the old stands of Scots Pine in the Netherlands is therefore quite remarkable. It is argued that this impoverishment is caused by the high nitrogen deposition in the Netherlands. The possible mechanisms are discussed and measures to save the mycoflora are considered.

1. Inleiding

Grove-dennenbos heeft de naam uitgesproken saai te zijn. Floristisch kenmerkt het Nederlandse grove-dennenbos zich door de aanwezigheid van eentonige vlaktes van Bochtige smeile, Bosbes en Pijpestrootje. Ondanks het sombere vooruitzicht ook in

mycologisch opzicht weinig variatie aan te treffen heb ik mij gedurende vier jaar toch verdiept in de mycologie van de grove-dennenbossen.

Dit gebeurde in het kader van mijn promotie-onderzoek aan de Landbouwwuniversiteit, waarin de vraag naar de oorzaak van de achteruitgang van mycorrhizapaddestoelen centraal stond. De verklaring werd gezocht in een combinatie van toegenomen luchtverontreiniging en veranderende vitaliteit van de Grove den. Om deze hypothese te onderzoeken deed ik verscheidene experimenten en veldwaarnemingen. De veldwaarnemingen werden gedaan om regionale verschillen in het vóórkomen van mycorrhizapaddestoelen te kunnen koppelen aan regionale verschillen in luchtverontreiniging en vitaliteit van Grove den.

	Code	Beschrijving
Leeftijdsklasse	J	Jonge aanplant, 4-13 jaar
	O	Oude aanplant, 50-80 jaar
Terreintype	J1s	Jonge opstand, eerste generatie, spontaan opgeslagen op stuifzand. Zandgrond zonder horizonontwikkeling.
	J1a	Jonge aanplant, eerste generatie. Zandgrond zonder horizonontwikkeling.
	J2	Jonge aanplant, tweede of derde generatie. Zandgrond met podzol.
	OZs	Als OZ (zie hieronder); betreft 2 terreinen bij Schoorl, die vanwege hun bijzondere vegetatie (zie tekst) apart zijn onderscheiden.
	OZ	Oude aanplant op zandgrond zonder horizonontwikkeling.
	OP	Oude aanplant op zandgrond met podzol.

Tabel 1. Leeftijdsklassen en terreintypen die in dit onderzoek zijn onderscheiden.

2. Werkwijze

Er werden verschillende typen terreinen onderzocht (tabel 1). Er werden jonge en oude terreinen geselecteerd omdat uit de literatuur bekend was dat de samenstelling van de mycorrhizapaddestoelenflora in jong bos verschilt met die in oud bos. De terreinen lagen bij Schoorl, Gieten, Diever, Dwingeloo, Emmen, Ommen, Nunspeet, Vierhouten, Ede, Arcen, Venlo, Deurne, Leende en Dorst. Enkele algemene kenmerken van de terreintypen zijn beschreven in tabel 2. Er werd onderscheid gemaakt in bos van de eerste generatie of ouder bos (tabel 2). Eerste-generatiebos is bos waar in het recente verleden geen bos stond. Voor jong bos kon dit precies worden nagegaan, maar voor oud bos was het vaak niet mogelijk dit met behulp van historische gegevens met zekerheid vast te stellen. Daarom werd hier onderscheid gemaakt tussen bossen met (type OP, zie tabel 2) en zonder horizonontwikkeling (typen OZ en OZs) van de bodem. Horizonontwikkeling, in dit geval podzolvorming, kan geassocieerd zijn met de ouderdom van het bos.

De twee terreinen in de duinen van Schoorl (type OZs) werden apart onderscheiden van de andere oude terreinen op zand (type OZ), omdat ze in een aantal opzichten sterk verschilden. De Schoorlse terreinen werden geselecteerd vanwege het lage niveau van luchtverontreiniging. De vergelijkbaarheid met andere OZ-terreinen was echter gering: in

de Schoorlse terreinen ontbrak praktisch de gehele kruidlaag en de bomen vertoonden een uiterst trage groei (tabel 2). Ze deden sterk denken aan een korstmos-dennenbos (*Cladoni-o-Pinetum*). In beide terreinen kwam ook de Dennenorchis (*Goodyera repens*) voor.

	Terreintype					
	J1s	J1a	J2	OZs	OZ	OP
Aantal terreinen 1986	2	4	8	2	13	4
Aantal terreinen 1987	4	4	8	2	12	4
Leeftijd (jaar)	8-13	4-10	6-11	60	50-80	50-80
Dikte humuslaag (cm)	0.5	0.5	0.5-2.0	0.5-1.0	1-3	3-5
Boomhoogte (m)	3-5	2.5-4.5	3-5	(2-)5-10	10-20	15-20
Aantal bomen / terrein	300-500	250-400	350-450	120-265	40-110	40-80
Kroonsluiting (%)	85-95	35-98	80-95	90-95	45-80	50-85
Kruidbedekking (%)	<1	5-80	1-55	<1-2	45-95	43-75

Tabel 2. Enkele karakteristieken van de terreintypen. De codes van de terreintypen zijn uitgelegd in tabel 1.

Het onderzoek waarover hier verslag wordt gedaan werd verricht in 1986 en 1987. Het aantal terreinen dat in deze jaren is onderzocht is niet helemaal constant omdat in 1987 één terrein bleek te zijn gekapt en in dat jaar twee extra terreinen werden onderzocht van de stuifzandterreinen (type J1s). De uitgezette terreinen waren 30 x 35 m groot (oppervlak 1050 m²). Ze werden gedurende de herfst ongeveer driewekelijks systematisch afgezocht. Het onderzoek werd beperkt tot de mycorrhizapaddestoelen. Vanwege determinatieproblemen zijn in dit onderzoek *Laccaria bicolor* en *L. proxima* samengevoegd onder de naam *L. proxima*.

Terrein-	1986				1987			
	Soorten	Padde- stoelen	Gewicht (g)	Gew/ Padd	Soorten	Padde- stoelen	Gewicht (g)	Gew/ Padd
J1s	14	1617	2336	1.4	16	2212	2260	1.0
J1a	4.3	2091	1945	.9	7.0	670	437	.7
J29	953	464	.5	14	2775	1225	.4	
OZs	9.0	2509	1435	.6	13	2968	1451	.5
OZ	3.0	135	57	.4	3.1	104	37	.4
OP	2.0	591	183	.3	4.5	190	70	.4

Tabel 3. Gemiddeld aantal soorten, totaal aantal paddestoelen, totaal drooggewicht van de vruchtlichamen in grammen en gemiddeld gewicht per paddestoel per terrein per jaar, opgesplitst voor de zes terreintypen. Alle getallen hebben betrekking op mycorrhizapaddestoelen. De codes van de terreintypen zijn uitgelegd in tabel 1.

3. Resultaten

3.1. Aantal soorten, aantal paddestoelen en gewichten

In tabel 3 zijn de aantallen gevonden soorten en paddestoelen weergegeven. Met name het lage soortenaantal in de oude terreinen (behalve de terreinen van Schoorl, dus OZ en OP) valt op. Er werden daar gemiddeld per terrein en per jaar 2.0-4.5 soorten

gevonden en 104-591 paddestoelen (tabel 3). De andere terreintypen bleken veel rijker te zijn, met 4.3-16 soorten en 953-2968 paddestoelen. Deze vier rijke terreintypen bleken wat betreft aantal paddestoelen gemiddeld weinig uiteen te lopen. Wel was er grote variatie tussen de jaren. De meest arme terreinen (de oude terreinen excl. Schoorl) en de meest rijke terreinen (jonge opstanden op stuifzand (J1s) en Schoorl (OZs)) bleken wat dit betreft nog het meest constant te zijn. Opvallend is dat het gemiddelde paddestoelgewicht voor de verschillende terreintypen in beide onderzoeksjaren bleek te verschillen (tabel 3). Het gemiddeld paddestoelgewicht was in de jonge terreinen hoger dan in de oude terreinen. In de terreinen met de armste paddestoelflora was het gemiddelde paddestoelgewicht het geringst (tabel 3).

3.2. Mycofloristische verschillen

De volledige soortenlijst van mycorrhizapaddestoelen is weergegeven in tabel 4. Een groot aantal soorten blijkt typisch voor te komen in jonge terreinen. In totaal komen 24 soorten uitsluitend voor in jonge terreinen. Voor de stuifzandterreinen (type J1s) zijn vier *Tricholoma*-soorten opvallend. *Tricholoma albobrunneum* (det. Th.W. Kuyper; door mij eertijds gedetermineerd als *T. imbricatum* (Termorshuizen, 1991)) , *T. equestre*, *T. portentosum* en *T. robustum* (= *T. focale*) werden uitsluitend in dit terreintype gevonden. *Tricholoma robustum* is een grote zeldzaamheid. Deze soort werd slechts in één terrein aangetroffen in lage aantallen. Daarentegen werden *T. albobrunneum* (20-413 vruchtlichamen per terrein per jaar) en *T. equestre* (20-1097 vruchtlichamen per terrein per jaar) in alle vier stuifzandterreinen in grote hoeveelheden gevonden.

De oude terreinen onderscheidden zich van de jonge terreinen alleen door de significant grotere hoeveelheden *Lactarius hepaticus* en *Russula ochroleuca*. De Schoorlse terreinen leken opvallend veel op de jonge terreinen. Alleen door de aanwezigheid van *Cortinarius obtusus* onderscheidden de Schoorlse terreinen zich duidelijk van de andere terreintypen. Slechts drie soorten werden in alle terreintypen gevonden: *Laccaria proxima*, *Lactarius rufus* en *Paxillus involutus*.

Tot slot nog een curiositeit over de Schoorlse terreinen. Naast het voor de leeftijd van deze terreinen zeer beperkte formaat van de bomen (er waren 60-jarige bomen die 2 meter hoog waren!) was de aanwezigheid van grote aantallen lilliputter-paddestoeltjes van *Lactarius hepaticus* en *Dermocybe semisanguinea*, met hoëddiameters van resp. ca. 0.5 en 1.0 cm, een hele bezienswaardigheid. Hierbij ging het bij *L. hepaticus* om ruim 6500 en bij *D. semisanguinea* om 570 exemplaren.

3.3. Mycorrhizawortels

Aan de hand van grondmonsters is de mycorrhizabezetting van de wortels onderzocht. De mycorrhizabezetting was ten minste 96.7%. Dit betekent dat hooguit 3.3% van de worteltopjes niet geïnfecteerd was door een mycorrhizaschimmel. De geconstateerde verschillen in de mycorrhizapaddestoelenflora tussen de terreintypen bleek dus niet samen te gaan met verschillen in mycorrhizabezetting. Dit geldt ook als gekeken werd naar de aantal mycorrhizawortels per volume-eenheid grond.

3.4. Relatie met veranderingen in de mycoflora

Van alle gevonden soorten paddestoelen is in de lijst van Arnolds (1985) opgezocht wat voor verandering in voorkomen ze deze eeuw hebben ondergaan. Hierbij zijn,

conform Arnolds (1985), vijf klassen onderscheiden: onbekende verandering, niet-significante toename, geen verandering, niet-significante afname en significante afname. Vervolgens zijn de paddestoelen per soort of per exemplaar ingedeeld in deze klassen (figuur 1). Hieruit blijkt dat in de jonge terreinen veel meer (significant + niet-significant) achteruitgegangene soorten aanwezig zijn dan in de oude terreinen. Ook in Schoorl komen veel soorten voor die achteruitgegaan zijn. In de jonge, aangeplante eerste-generatieterreinen (J1a) is ca. 75% van de paddestoelen geclassificeerd in de lijst van Arnolds (1985) als achteruitgegaan. Dit is toe te schrijven aan enorme hoeveelheden *Suillus bovinus* in twee terreinen bij Emmen. De oude terreinen (uitgezonderd Schoorl) zijn het minst bijzonder wat dat betreft.

4. Discussie

4.1. Rol van natuurlijke successie

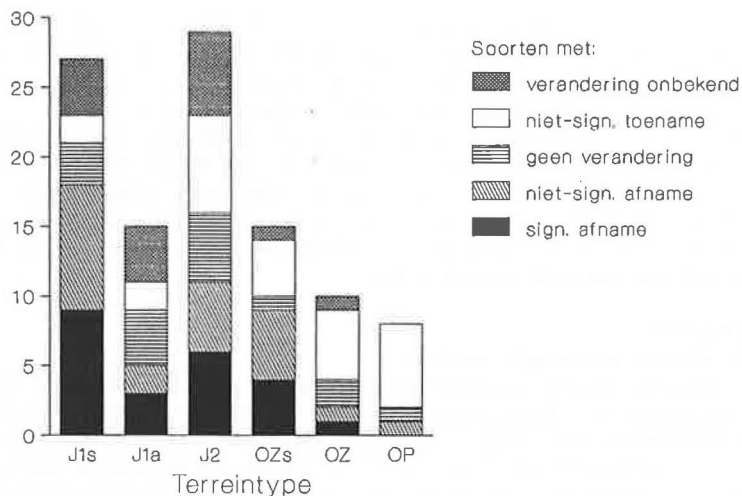
Hoe kunnen de waargenomen mycologische verschillen tussen de terreintypen nu verklaard worden? Het fenomeen successie van mycorrhizapaddestoelen is al enige tijd bekend (Mason et al., 1982). Dit werd voor het eerst beschreven voor vrijstaande bomen, waarbij paddestoelen, die groeien op jonge wortels, aan de periferie van het wortelstelsel staan en paddestoelen, die groeien op oudere wortels, meer in het centrum staan. Deze twee groepen worden respectievelijk de 'early stage fungi' en 'late stage fungi' genoemd.

Op het eerste gezicht leken mijn waarnemingen hiermee goed te verklaren. In het bijzonder de aangeplante jonge terreinen voldeden hier heel redelijk aan vanwege de daar in grote hoeveelheden voorkomende 'early stage fungus' *Laccaria proxima*. Echter, er bleken vele soorten te zijn die volgens Mason en medewerkers tot de 'late stage fungi' gerekend worden en die juist in de stuifzandterreinen talrijk zijn, zoals de *Tricholoma*-soorten. Verder zouden volgens Dighton & Mason (1985) 'early stage' soorten in de regel een lagere biomassa hebben dan 'late stage' soorten. Mijn waarnemingen geven juist het omgekeerde te zien (tabel 3). Natuurlijke successie van mycorrhizapaddestoelen zal in Nederland wel een rol spelen, maar andere factoren spelen hier waarschijnlijk doorheen. Op de successie van mycorrhizapaddestoelen wordt hier niet verder ingegaan; hier wordt over enige tijd een artikel aan gewijd.

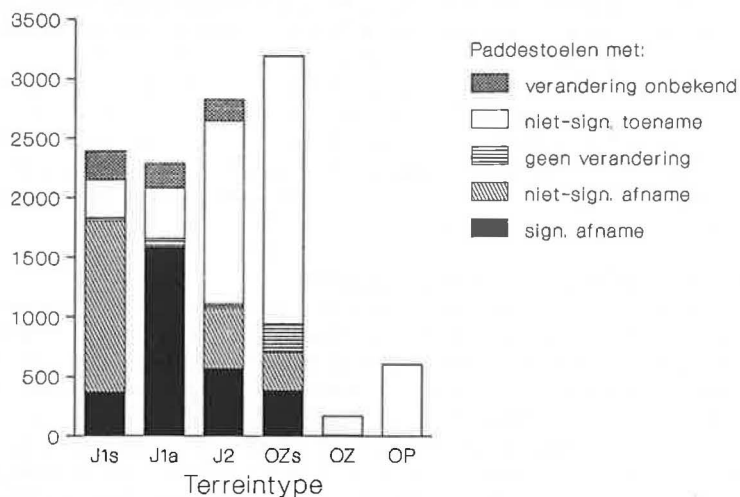
4.2. Vergelijking met buitenlandse gegevens

Zeer opmerkelijk was dat de gevonden verschillen in de mycoflora in Nederlandse dennenbossen in het geheel niet in de buitenlandse literatuur werden teruggevonden. In onderzoek van Hintikka (1988) in Finland werden *Boletus edulis*, *Chroogomphus rutilus*, *Coltricia perennis*, *Cortinarius mucosus*, *Hygrophorus hypothejus* en *Tricholoma portentosum* niet gevonden in grove-dennenbos van 5-15 jaar, maar wel in bossen vanaf 20 jaar tot ouder dan 70 jaar. Kalamees & Silver (1988) vonden in Estse grove-dennenbossen *Chroogomphus rutilus*, *Coltricia perennis* en *Hygrophorus hypothejus* zowel in 25 als in 100 jaar oude opstanden. Ook het recente artikel van Jalink & Nauta (1994) over grove-dennenbos in Noord-Noorwegen geeft aan dat oudere bossen in het buitenland niet zo arm zijn als in Nederland. Andere bronnen, zoals Høiland (schrift. meded.) en het in het Pools geschreven artikel van Rudnicka-Jezierska (1969) maken eveneens aannemelijk dat niet zozeer de rijkdom van het jonge Nederlandse grove-dennenbos, maar veeleer de armoede in het oude grove-dennenbos in Nederland bijzonder is.

Totaal aantal soorten



Aantal paddestoelen



Figuur 1. Totaal aantal soorten en aantal paddestoelen per terreintype in relatie tot de verandering van deze soorten in frequentie volgens Arnolds (1985) deze eeuw in Nederland. Het totale aantal soorten betreft het totale aantal dat in 1986 en 1987 per terreintype is gevonden. Het aantal paddestoelen is als volgt berekend. Per terrein is steeds voor iedere soort gekeken in welk jaar (1986 of 1987) deze het meest algemeen was. Het aantal paddestoelen per terrein is nu berekend door deze aantallen per soort te sommeren. In de grafiek staan de terreingemiddelden per terreintype uitgezet.

4.3. Relatie met stikstofdepositie

Het voorkomen van mycorrhizapaddestoelen in oud grove-dennenbos in Nederland blijkt gecorreleerd te zijn met de hoeveelheid ammoniak- en stikstofoxidedepositie (het totaal van ammoniak- en stikstofoxidedepositie wordt hier verder aangegeven als stikstofdepositie) (Termorshuizen, 1991). Deze correlatie werd niet gevonden voor jong bos. Hoge stikstofdepositie (in de orde van grootte van 50-100 kg N/ha/jaar) komt slechts op enkele plaatsen ter wereld voor en wordt voor het grootste deel veroorzaakt door ammoniakvervluchtiging uit mest. Ammoniak slaat snel neer, wat het plaatselijke karakter van deze vorm van stikstofdepositie veroorzaakt. Voor ongeveer 30% van de stikstofdepositie zijn de stikstofoxiden (auto's, industrie) verantwoordelijk. Deze slaan niet zo snel neer en worden dus wijd verspreid. Van nature is stikstof een voor planten beperkende factor.

Het effect van stikstofdepositie op mycorrhiza's kan op twee manieren verklaard worden: ten eerste een effect van stikstofdepositie op de plant, waardoor deze minder ' aantrekkelijk ' wordt voor de mycorrhizaschimmel, en ten tweede een effect van stikstofdepositie op de bodem. In het laatste geval kan gedacht worden aan direct toxische effecten of indirecte effecten zoals veranderingen in de microbiële flora en fauna en strooiselophoping. Mogelijk spelen verschillende van deze processen tegelijk een rol. Hier wordt in een toekomstig artikel meer uitgebreid op ingegaan.

Heel interessant is dat de mycorrhizabezetting in de onderzochte bossen nog steeds 96-100% blijkt te zijn. Mogelijk treden er veranderingen op in de bodem, veroorzaakt door stikstofdepositie, die vooral of alleen het fructificatieproces negatief beïnvloeden. Een andere verklaring kan zijn dat het koolstofaanbod van de plant aan de schimmel is verminderd, waardoor minder vruchtlichamen gevormd worden. Het verminderde koolstofaanbod kan verklaard worden door de invloed van stikstofdepositie op de boom.

Waarom hebben we dan nu in Nederland nog wel mycologisch rijk jong bos? Hiervoor is een aantal redenen aan te wijzen. Lage opstanden, speciaal als ze zijn gesitueerd tussen hoge bomen, vangen minder wind en onderscheppen dus ook minder ammoniak. Getallen hierover zijn mij echter niet bekend. Deze redenatie gaat niet op voor de vrij gelegen stuifzandterreinen, maar de hier onderzochte terreinen liggen allemaal wel vrij ver verwijderd van intensieve veehouderijbedrijven. Een andere factor is dat het omwoelen van de bodem tijdens kap en het daaropvolgende inplanten mineralisatie en uitspoeling van nitraat naar het grondwater tot gevolg heeft. Hierdoor neemt de hoeveelheid stikstof in de bodem af. Tot slot is de stikstofbehoefte van jonge bomen mogelijk groter dan die van oude, waardoor ze bij de huidige stikstofdeposities voor de eerste ± 15 levensjaren nog geen 'last' hebben van de verstoorde voedingsstoffenbalans.

Een aspect dat bovenstaande gedachtingang ondersteunt is dat oud bos in mycologisch opzicht verrijkt kan worden door het afplaggen van de humuslaag, of, in andere woorden, het wegnemen van een grote hoeveelheid stikstof. Dit is inmiddels al in een aantal studies bevestigd (o.a. Jansen & Van Dobben, 1987). Het is overigens niet zo dat jong bos immuun is voor stikstofdepositie. In zowel een veldproef als een laboratoriumproef met jonge planten vond ik bij hoge stikstofgiften negatieve effecten op de mycorrhiza's en de produktie van paddestoelen (Termorshuizen, 1991).

4.4. Conclusie

De samenstelling van de flora van mycorrhizapaddestoelen in oudere grove-dennenbossen is in zeer sterke mate verarmd. Om in Nederland een indruk te krijgen hoe het vroeger was moeten we of een kijkje nemen in de jonge bossen, met name de stuifzandterreinen, of in de grove-dennenpercelen in de duinen, waar maar weinig luchtverontreiniging is. De verarming is onlangs ook geconstateerd in de eikenbossen. Rapporteerde Jansen (1981) nog een zeer rijke paddestoelvegetatie in het gaffeltand-eikenbos (*Dicrano-Quercetum*), heden ten dage zijn deze zelfde terreinen ernstig verarmd (Arnolds, *mond. meded.*). Hoe de situatie is in jonge eikenpercelen is niet bekend. Voor eik blijkt het mycologisch meest rijke biotoop nog de wegberm te zijn (Keizer, 1993). Het zou interessant zijn om te onderzoeken of dit ook opgaat voor wegbermen die beplant zijn met Grove den.

4.5. Mogelijkheden om de flora van mycorrhizapaddestoelen in oud grove-dennenbos te stimuleren

Wat kunnen we eraan doen? Aan het verminderen van de oorzaak, stikstofdepositie, wordt door middel van bepalingen van de wetgever omtrent productie en verwerking van mest en verplichting van katalysatoren hard gewerkt. Deze maatregelen zullen zonder twijfel effect hebben, maar op welke termijn is niet duidelijk. Bovendien zal er altijd wel een bepaalde, ten opzichte van de natuurlijke situatie forse, stikstofdepositie blijven bestaan. Ik denk dat iedere verlaging in stikstofdepositie tot gevolg zal hebben dat de verarming van een rijk jong bos naar een arm oud bos op een later moment zal plaatsvinden. Op dit moment lijkt die verarming in aangeplant grove-dennenbos op ongeveer 15-20 jarige leeftijd op te treden (eigen waarnemingen).

Verder zijn er een aantal technische maatregelen te overwegen, zoals plaggen van de humuslaag, kaalkap, dunning, ploegen van de grond en aanvullende bosbemesting. Deze worden hierna verder uitgewerkt.

Het grootschalig plaggen van de humuslaag (of strooiselverwijdering) is doeltreffend maar praktisch niet haalbaar gezien de kosten van het werk en het afvalprobleem dat dan ontstaat.

Kaalkap is een normale bosbouwkundige handeling. Met het oog op de natuurwaarde wordt dit wel uitgevoerd in stuifzandterreinen, om volkomen dichtgroeien te voorkomen. Het al te fanatiek verwijderen van opkomend jong bos in stuifzandterrein zou naar mijn mening vermeden moeten worden om een aantal zeer bijzondere habitats voor mycorrhizapaddestoelen in Nederland te handhaven. Aangezien het in het geheel nalaten van handelingen uiteindelijk ook tot gevolg zal hebben dat de jonge stuifzandterreinen met hun paddestoelen verdwijnen zou een beperkt kaalkapbeleid het beste zijn voor instandhouding van de bijzondere paddestoelvegetaties in stuifzandterreinen.

Een forsere en eerder uitgevoerde dunning zou ook gunstige effecten kunnen hebben op de mycoflora. Dunning beïnvloedt de stikstofmineralisatie positief en strooiselophoping negatief. Hierdoor zou de achteruitgang, zoals die nu zich voordoet in ouder wordende grove-dennenbossen, afgeremd kunnen worden.

Ploegen van de grond vóór inplant van nieuw bos verhoogt de mineralisatie en daarmee de uitspoeling van stikstof naar het grondwater. Ploegen gebeurt al in rijen tijdens inplant. Uitgebreider ploegen of diepploegen zou misschien meer effect kunnen

hebben. Gezien de kosten en zeker ook uit esthetisch oogpunt lijkt me dit echter niet meer dan een theoretische maatregel.

Momenteel wordt aanvullende bosbemesting gesubsidieerd door de overheid. Het in balans brengen van de verhoudingen aan voedingsstoffen in de grond kan positieve effecten hebben voor de mycorrhizapaddestoelen. Dit is echter allerminst zeker. In de landbouw ondervinden mycorrhizaschimmels negatieve effecten van hoge bemesting. Door de hoge fosfaatgiften zijn de planten minder mycorrhiza-afhankelijk, en de symbiosefrequentie neemt af. Hoewel bij kruidachtige planten een heel ander mycorrhizatypen van belang is dan bij bomen zou iets dergelijks ook kunnen gebeuren in het grove-dennenbos. Een andere factor is dat Grove den bij toegenomen aanbod van alle meest belangrijke voedingsstoffen harder zal gaan groeien. Versnelde groei kan hogere gevoeligheid voor ziekten, droogte en vorst tot gevolg hebben en daardoor een verlaagde vitaliteit, met alle gevolgen voor de mycorrhizapaddestoelen.

Minder reizen, minder weggooien en veel andere milieuvriendelijke handelingen die iedereen kan uitvoeren zijn maatregelen die ook belangrijk kunnen bijdragen tot verbetering van het paddestoelenmilieu. Als we dit doen, dan wordt het grove-dennenbos weer een spannend biotoop voor ons!

Slotopmerkingen

Ik bedank Thom Kuiper en André Schaffers voor hun kritiek. De in dit artikel summier gepresenteerde resultaten zijn uitgebreid geschreven in mijn dissertatie (Termorshuizen, 1991). Voor serieus geïnteresseerden zijn hiervan nog enkele exemplaren beschikbaar. De meeste hoofdstukken zijn later in iets verbeterde vorm gepubliceerd in afzonderlijke artikelen.

LITERATUUR

- Arnolds, E.J.M., 1985. Veranderingen in de paddestoelenflora. KNNV WM 167.
- Dighton, J. & P.A. Mason, 1985. Mycorrhizal dynamics during forest tree development. In: Moore et al. (editors), Developmental biology of higher fungi: 117-139.
- Hintikka, V., 1988. On the macromycete flora in oligotrophic pine forests of different ages in South Finland. Acta Botanica Fennica 136: 89-94.
- Jalink, L. & M. Nauta, 1994. Een herfstwandeling in Noord-Noorwegen. Coolia 37: 1-8.
- Jansen, A.E., 1981. The vegetation and macrofungi of acid oakwoods in the North-East Netherlands. Dissertatie Landbouwuniversiteit Wageningen.
- Jansen, E. & H.F. van Dobben, 1987. Is decline of *Cantharellus cibarius* in the Netherlands due to air pollution? Ambio 16: 211-213.
- Kalamees, K. & S. Silver, 1988. Fungal productivity of pine heaths in North-West Estonia. Acta Botanica Fennica 47: 5-51.
- Keizer, P.J., 1993. The ecology of macromycetes in roadside verges planted with trees. Dissertatie Landbouwuniversiteit Wageningen.
- Mason, P.A., F.T. Last, J.P. Pelham & K. Ingleby, 1982. Ecology of some fungi associated with an ageing stand of birch (*Betula pendula* and *B. pubescens*). Forest Ecology & Management 4: 19-39.
- Rudnicka-Jeziarska, W., 1969. Higher fungi of the inland dunes of the Kampinos forest near Warsaw. Monogr. Bot. 30: 3-116 (in het Pools).
- Termorshuizen, A.J., 1991. Decline of carpophores of mycorrhizal fungi in stands of *Pinus sylvestris*. Dissertatie Landbouwuniversiteit Wageningen.

	J1s	Terreintype				
		J1a	J2	OZs	OZ	OP
Aantal terreinen	4	4	8	13	2	4
<i>Tricholoma equestre</i>	4					
<i>Tricholoma albobrunneum</i>	4					
<i>Lactarius fuscus</i>	2					
<i>Boletus edulis</i>	2					
<i>Tricholoma portentosum</i>	2					
<i>Inocybe mixtilis</i>	1					
<i>Amanita gemmata</i>	1					
<i>Tricholoma robustum</i>	1					
<i>Cortinarius mucosus</i>	1					
<i>Suillus luteus</i>	4	3				
<i>Hebeloma velutipes</i>		2				
<i>Cortinarius saniosus</i>		1				
<i>Chroogomphus rutilus</i>	1	1	1			
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	1	2	1			
<i>Inocybe lacera</i>	4	1	3			
<i>Hygrophorus hypothejus</i>	3	1	2			
<i>Inocybe carpta</i>	4	1	5			
<i>Inocybe brevispora</i>	2	2	6			
<i>Laccaria laccata</i>		2	1			
<i>Cortinarius fusisporus</i>	1		4			
<i>Amanita muscaria</i>	4		3	1		
<i>Rhizopogon luteolus</i>	4		3	1		
<i>Gomphidius roseus</i>	1		3	1		
<i>Dermocybe croceoconea</i>	3		6	2		
<i>Suillus variegatus</i>	1		2	1		
<i>Coltricia perennis</i>			2			
<i>Amanita rubescens</i>			4			
<i>Cortinarius flexipes</i>			2			
<i>Inocybe umbrina</i>			2			
<i>Cortinarius obtusus</i>				2		
<i>Inocybe lanuginosa</i>			1	2	2	
<i>Russula emetica</i>			1	1	1	1
<i>Dermocybe semisanguinea</i>			6	2		
<i>Scleroderma citrinum</i>			5			1
<i>Lactarius helvus</i>		2	1		1	
<i>Suillus bovinus</i>	3	2	6	2	2	
<i>Lactarius rufus</i>	4	2	8	2	5	1
<i>Laccaria proxima</i>	4	4	8	1	11	3
<i>Paxillus involutus</i>	3	2	8	2	7	2
<i>Xerocomus badius</i>	2		6	2	6	2
<i>Lactarius hepaticus</i>			7	2	12	4
<i>Russula ochroleuca</i>			2		6	3

Tabel 4. Aantal terreinen waarin soorten zijn gevonden, per terreintype. Het totaal aantal onderzochte terreinen per terreintype is op de eerste regel vermeld. De codes van de terreintypen zijn uitgelegd in tabel 1.