

KUNNEN KUNSTMATIG TOEGEDIENDE MYCORRHIZA-SCHIMMELS ZOUTSCHADE BIJ BOMEN VERMINDEREN?

P.J. Keizer

Kruisweg 23, 3513 CS Utrecht

Keizer, P.J. 2006. Can mycorrhizas increase salt tolerance of trees? *Coolia* 49(2): 57–66.

This paper summarizes and discusses the EU report “Mycorrhiza and Salt Tolerance of Trees” by I. Weissenhorn (2003).

Bij bedrijven die bomen verzorgen en plantsoenbeplantingen aanleggen zijn bepaalde preparaten met mycorrhizaschimmels en andere hulpmiddelen beschikbaar. Volgens de verkopers van de in de handel zijnde producten laten die preparaten de bomen beter groeien of helpen ze om de bomen te beschermen tegen ongunstige omstandigheden. De moeilijkheid is dat er tot nog toe weinig onderzoek is gedaan waar de effectiviteit van die preparaten uit blijkt. Het is daarom bijzonder interessant dat er nu een onderzoek aan de werking van deze producten is gedaan, specifiek gericht op zoutstress bij bomen. Zout is weliswaar maar één van een groot aantal ongunstige omgevingsvariabelen, waartegen de producten bescherming zouden moeten bieden. Zoutstress komt langs wegen, waar wordt gepekeld tegen gladheid, echter veel voor. In theorie zouden dus veel (weg-)bomen, die van deze zouttoediening te lijden kunnen hebben, geholpen kunnen worden door de producten.

In de jaren 2000–2002 is er onderzoek uitgevoerd dat primair tot doel had om de effecten van mycorrhiza's op zoutstress bij bomen te testen. Het onderzoek maakte deel uit van een EU project genaamd “The Use of Mycorrhizal Fungi in Phytoremediation Projects” [Het gebruik van mycorrhizaschimmels in fyto-remediatie projecten (= herstel van land met behulp van resistente planten)].

Het onderzoek werd uitgevoerd door Ingrid Weissenhorn, onder verantwoordelijkheid van het bedrijf Pius Floris Boomverzorging B.V. te Vught. Dit bedrijf leverde ook de commerciële mycorrhizapreparaten waarvan de werking onderzocht is, en specifiek gereedschap voor de toediening van die preparaten aan levende bomen. Ik heb van de onderzoekster toestemming verkregen om haar onderzoeksrapport voor *Coolia* te bespreken. Alle foto's bij dit verhaal zijn ook van haar afkomstig.

Planten en zout in het milieu

Zout (Natriumchloride, NaCl) is voor de meeste planten giftig wanneer het in hogere concentraties aanwezig is in het bodemvocht. Enkele soorten planten tolereren hoge zoutconcentraties; deze planten vinden we in kweldervegetaties in de nabijheid van de zee. In Nederland speelt zout een rol in het westen van het land, waar het in de bodem aanwezig is als gevolg van de aanwezigheid of de vroegere aanwezigheid van de zee. Ook de zoute zeewind kan schadelijk zijn voor bladeren van planten. Langs wegen komen ook periodiek ('s winters) hoge zout-



Figuur 1. Zoutnekrose (afsterving door zoutschade) bij bladeren van Linde.

concentraties voor, omdat er in het kader van de gladheidbestrijding wordt gepekeld. Enkele plantensoorten hebben daar enorm van geprofiteerd. Zo is tegenwoordig het Deens lepelblad (*Cochlearia danica*), van oorsprong beperkt tot het kustgebied, nu in het gehele land langs gepekeld wegen te vinden. Voor de meeste planten, en zeker voor de bomen die vaak langs wegen zijn aangeplant, is dat zout echter ongunstig. De schadelijkheid van pekelen is echter wellicht minder ernstig dan wel wordt aangenomen, juist doordat het wordt toegepast in de winter. Dat is voor planten een inactieve periode. Tevens is het zo dat het zout na aanbrengen snel weer wegspoelt naar diepere bodemlagen of naar de berm-sloot, zodat de invloed zich maar korte tijd doet gelden. Ten slotte is de zoutinvloed het sterkst direct langs de weg omdat daar het meeste wegwater terecht komt en de grond in zakt. Dus alleen bomen direct langs een weg zouden aanzienlijke schade kunnen lijden.

Het zout beïnvloedt de planten op verschillende directe en indirecte wijzen. Het chloride en natrium werken direct giftig op de planten; ze verstoren bepaalde stofwisselingsprocessen. Natrium kan ook de opname van andere mineralen belemmeren. Zout in het bodemvocht maakt dat de plant moeilijker water kan opnemen door de hogere osmotische spanning van het bodemvocht. Ten slotte verandert zout de bodemstructuur in ongunstige zin doordat het natrium ten dele de plaats inneemt van andere bodemmineralen. Wanneer zout via wind of opspattend zout wegwater op bladeren belandt, onttrekt het vocht aan de bladeren door osmotische werking. De bladeren lopen daardoor schade op.

Boomsoort	Mycorrhiza type	Mycorrhiza inoculum	Commercieel preparaat
<i>Aesculus hippocastaneum</i> Witte paardenkastanje	AM	<i>G. etunicatum</i>	MVC
<i>Aesculus pavia</i> “Gladde kastanje”	AM	<i>G. geosporum</i>	MFS
<i>Ulmus × hollandica</i> Hollandse iep	AM	<i>G. etunicatum</i> <i>P. involutus</i> <i>S. citrinum</i>	MTI
<i>Populus canescens</i> Gauwe abeel	AM & ECM	<i>G. etunicatum</i> <i>P. involutus</i> <i>S. citrinum</i>	MTI
<i>Tilia cordata</i> Winterlinde	ECM	<i>P. involutus</i>	MTIP
<i>Fagus sylvaticus</i> Beuk	ECM	<i>L. bicolor</i>	MTIP

Tabel 1. Boomsoorten waaraan in de kwekerij gevoeligheid voor zoutschade is getest. Kolom 2 geeft de mycorrhizavorm die bij de boom voorkomt (zie kader over mycorrhiza), kolom 3 de soorten schimmelmycelium waarmee een deel van de boompjes is geënt, en kolom 4 de commerciële preparaten (zie Tabel 2) waarmee een ander deel van de boompjes is behandeld. *G.* = *Glomus*, *L.* = *Laccaria*, *P.* = *Paxillus*, *S.* = *Scleroderma*.

MYCORRHIZA

‘Mycorrhiza’ is de benaming van de samenlevingsvorm tussen planten en schimmels, waarbij de schimmels zich in de wortels bevinden. De schimmel profiteert van fotosyntheseproducten van de groene plant (suikers), maar draagt op zijn beurt, via de hyfen die in de bodem groeien, bij aan de vocht- en mineralenopname ten behoeve van de plant. De belangrijkste twee vormen van mycorrhiza zijn:

- Arbusculaire Mycorrhiza (AM): de hyfen van de schimmel dringen de wortelcellen in en vormen geen mantel rondom de wortel; vormen geen bovengrondse vruchtlichamen; vooral bij kruiden en bij enige bomen. Ook wel endomycorrhiza genoemd.
- Ectomycorrhiza (ECM): de hyfen van de schimmel dringen wel de wortel binnen, maar niet de cellen; de schimmelhyfen bedekken de worteltop met een dicht weefsel (mantel); veel soorten vormen bovengrondse vruchtlichamen (paddestoelen); vooral bij bomen en bij enige kruiden.

Planten (bomen) met zoutschade vertonen vaak verkleuringen aan de bladeren (bijvoorbeeld beukenbladeren verbleken bij zoutvergiftiging) of sterfte aan de bladranden (Figuur 1). In ernstige gevallen vallen de bladeren af en kunnen takken of de gehele boom dood gaan. Niet alle bomen reageren hetzelfde bij zoutstress. Als gevoelig gelden o.a. Beuk, Haagbeuk, Linde en Paardenkastanje en als minder gevoelig gelden o.a. Eik, Robinia en Populieren (van de Burg, 1981). Iepen zijn bij uitstek bestand tegen de zilte zeewind; vandaar dat in de kustgebieden graag Iepen werden geplant. Helaas zijn intussen bijna alle Iepen verdwenen als gevolg van de Iepenziekte (een dodelijke schimmelaantasting). Ook de bodemschimmels vertonen verschillende gevoeligheid voor zout, al is hierover veel minder bekend. Een kwelderplant als Zeeaster (*Aster tripolium*) heeft mycorrhiza, wat betekent dat de betreffende schimmel het zout kan verdragen. De meeste zoutplanten hebben evenwel geen mycorrhiza.

Het onderzoek

In de literatuur is wel gesuggereerd dat natuurlijke mycorrhiza's of extra mycorrhiza's of speciale mycorrhiza's planten kunnen beschermen tegen de schadelijke effecten van zout. Om dat te testen is in een reeks van experimenten getracht na te gaan of dit geldt voor een aantal veel gebruikte laanbomen. Daarom is aan deze bomen kunstmatig een aantal schimmelpreparaten toegevoegd, waarna ze zijn opgekweekt in een zoute bodem. Vervolgens is gekeken of er minder schade of groeireductie optrad in vergelijking met controle-exemplaren, die zonder behandeling maar in overigens gelijke omstandigheden opgekweekt werden. De experimenten zijn uitgevoerd aan jonge, 1-3-jarige boompjes die in een kwekerij in potten werden opgekweekt (Fig. 2). Boomsoorten en behandelingen staan samengevat in Tabel 1.



Figuur 2. Opstelling van de kwekerijproeven

Afk.	Handelsnaam	Ingrediënten
MFS	Mycor® FlowerSaver®	als MVC, maar 22.000 sporen/kg plus “rhizosfeer bacteriën”
MI	MycorTree® Injectable	<i>Pisolithus tinctorius</i> sporen (hoeveelheid niet aangegeven)
MTI	MycorTree® TreeSaver Injectable	MVC plus MTIP
MTIP	MycorTree® TreeSaver Injectable Pt	<i>Pisolithus tinctorius</i> sporen (> 3.9 miljard sporen/kg) plus “rhizosfeer bacteriën”
MVC	Mycor® VAMCocktail®	<i>Entrophospora columbiana</i> , <i>Glomus etunicatum</i> , <i>G. clarum</i> , <i>G. spec.</i> > 88.000 sporen/kg (> 15% per soort)

Tabel 2. Commerciële preparaten die getest zijn op hun werkzaamheid tegen zoutschade. In de tekst worden ze genoemd bij hun afkorting (kolom links).

Naast de kwekerij-experimenten werd ook nog Zomereik (*Quercus robur*) gebruikt in een wegbeplanting van 6 – 8 jaar oud op zandbodem langs de Rijksweg A2 nabij Vught.

De myceliumpreparaten van de ectomycorrhiza (ECM-) schimmels Gele aardappelbovist (*Scleroderma citrinum*) en Krulzoom (*Paxillus involutus*) zijn beide afkomstig van vervuilde bodems. De AM-schimmel *Glomus geosporum* was afkomstig van zoute bodem. De commercieel verkrijgbare mycorrhizapreparaten bevatten behalve sporen van verscheidene schimmelsoorten ook droge Yucca plantenextract en humuszuren ('humic acids'). Yucca extract is een middel dat bacteriegroei bevordert en geregeld in bodemverbeteringsprogramma's wordt toegepast.

Alle volgens Tabel 1 behandelde bomen werden in een reeks van 3 tot 5 van zwak tot sterk oplopende zoutconcentraties opgekweekt in potten in een boomkwekerij, van elke categorie in een 5-7-voudige herhaling. De concentraties waren 0, 1, 2, 4 of 8 g/l (gram per liter) zout in het water. Daar komt nog de van nature aanwezige achtergrondhoeveelheid zout (ca. 0.5 g/l) bij. Ter vergelijking: zeewater bevat ongeveer 35 g/l zout.

Van alle bomen werden ook controles opgekweekt zonder schimmel-inoculaties. Om spontane mycorrhizavorming te voorkomen, werd aan de meeste controles van de Iep en de twee Kastanjes in het groeiseizoen van 2001 het fungicide Benomyl toegevoegd.

Bij 120 eiken van de laanbeplanting werden de volgende behandelingen uitgevoerd:

- toevoegen van perliet¹ via “luchttunnels”;
- toevoegen van perliet plus mest (wormengrond) via luchttunnels
- toevoegen van perliet plus MI (zie Tabel 2) via luchttunnels
- controle: geen enkele wortelbehandeling

Bij elk van de behandelingen werd in de groeiperioden van mei 2001 tot oktober 2002 4× zout toegevoegd in een hoeveelheid van telkens 10 kg over een oppervlak van ca. 10 m² rond de boom. Dat komt globaal overeen met 3 gram per liter als alle neerslag wordt meegeteld. In werkelijkheid verdampt een groot deel (vaak meer dan de helft) van de neerslag en kan de zoutconcentratie sterk oplopen. Bij de toegevoegde hoeveelheid zout komt een onbekende

¹ Perliet is een korrelige minerale stof die gunstige vocht- en luchtregulerende eigenschappen heeft.

hoeveelheid zout door pekels afkomstig van de weg. Tijdens de proef is ook geprobeerd het zout met water dieper in de bodem te spoelen. De uiteindelijk gerealiseerde zoutconcentraties in het wortelmilieu zijn dus onbekend.

Resultaten

In het onderzoeksrapport worden de resultaten per boomsoort gepresenteerd. Ik kort de namen van de commerciële producten weer af volgens Tabel 2.

Witte paardenkastanje

Bij de boompjes van deze soort had het zout een duidelijk effect: de bladranden waren verdord en de groei was duidelijk afgenomen, en wel sterker naarmate de zoutconcentratie hoger was. Dit komt goed overeen met de bekende zoutgevoeligheid van de paardenkastanje. De inoculatie met de schimmel *Glomus etunicatum* noch de toediening van het product MVC kon deze effecten verminderen. Er werden ook geen significante verschillen gevonden tussen effecten van de schimmel en het commerciële product (dat verschillende componenten bevat).

Onderzoek aan de wortels wees uit dat het deel van de wortels met endomycorrhiza's bij alle behandelingen (controle, schimmelinoculatie en MVC) ongeveer gelijk was, nl. ongeveer 40% van de totale lengte, bij de laagste zoutconcentratie. Dit percentage nam bij alle behandelingen af met toenemende zoutconcentratie.

Een deel van de boompjes van de controlegroep was behandeld met het fungicide Benomyl om de ontwikkeling van mycorrhiza's tegen te gaan. Hier werd een lagere graad van mycorrhiza-ontwikkeling waargenomen. Er was echter geen verschil in groei tussen deze behandelde boompjes en de andere. Er werd dus geen betere bescherming tegen zoutstress waargenomen bij boompjes met meer mycorrhiza.

“Gladde kastanje”

De groei (lengtetoeename en diktetoeename) van deze boompjes leek minder af te nemen bij toenemende zoutstress bij zowel inoculatie met de schimmel *Glomus geosporum* als bij toediening van MFS, vergeleken met de controle. Door de sterke variatie in de gegevens is deze uitspraak niet al te sterk. Er was geen verschil in ontwikkeling van de mycorrhiza's te vinden bij de drie behandelingen.

Opvallend genoeg kon de toegediende schimmel *G. geosporum*, die oorspronkelijk afkomstig was van zoute bodem, niet terug gevonden worden (moleculaire analyse toegepast) in de wortels van de boompjes. Hieruit volgt dat deze schimmel het in de concurrentie met andere, van nature aanwezige schimmels heeft afgelegd. De waargenomen verschillen in groei tussen behandelde boompjes en de controle moeten dus door andere oorzaken tot stand zijn gekomen. Mogelijk speelden hier toevoegingen van organische stoffen bij de inoculatie en bij de behandeling met MFS een rol.

Hollandse iep

Bij de iepen werden pas een duidelijke afname in groei en zoutschade in de bladeren waargenomen na toediening van hogere zoutconcentraties. Dat stemt overeen met de reputatie van de Iep als redelijk zout-tolerant. Er kon echter geen enkel (beschermend) effect van inoculatie

met de schimmel *Glomus etunicatum* of van het product MTI worden vastgesteld.

Aan het einde van het experiment was ongeveer 40% van de wortellengte gemycorrizeerd en was er geen verschil tussen de behandelingen en de controle. Wel nam de mate van mycorrhiza-ontwikkeling bij toenemende zoutconcentratie duidelijk af, en was mycorrhiza bij de hoogste zoutconcentratie zelfs afwezig.

Ook hier was een deel van de controle-boompjes behandeld met het fungicide Benomyl; dit heeft in dit experiment geen effect gehad. Ook deze boompjes ontwikkelden mycorrhiza.

Omdat ook de controleboompjes mycorrhiza's bleken te hebben, is uit dit experiment niet vast te stellen of boompjes met mycorrhiza beter tegen zout kunnen dan boompjes zonder.

Het product MTI bevat ook sporen van de ECM-schimmel Verfstuifzwam. Op de wortels van de boompjes is na behandeling met dit product geen enkele ontwikkeling van ectomycorrhiza's gevonden. Dat is in overeenstemming met de literatuur (Harley & Harley, 1987). De Iep gaat associatie aan met AM-schimmels.

Grauwe abeel

Ook bij de Grauwe abeel nam de groei van de boompjes pas af bij de hoogste zoutconcentraties, hetgeen overeenstemt met de zouttolerantie van deze boom. Er werd geen enkel effect gevonden tussen de controle en de twee behandelingen, dus inoculeren met mycorrhiza-schimmels hielp hier niet de bomen te beschermen tegen zoutstress. Wel nam bij de hogere zoutconcentratie de graad van mycorrhiza-ontwikkeling af.

Na controle van de wortels werden alleen ECM-schimmels aangetroffen, alhoewel ook met vier soorten AM-schimmels was geïnoculeerd. Opvallend genoeg behoorden de ECM-schimmels die op de wortels zaten tot andere soorten dan die waren aangebracht. Hoewel Krulzoom, Gele aardappelbovist en Verfstuifzwam werden aangebracht, behoorden de gevonden ectomycorrhiza's tot Franjezwam (*Thelephora*), Truffel (*Tuber*), Vaalhoed (*Hebeloma*) en een onbekende Ascomyceet. Van de Vaalhoed werden ook vruchtlichamen aangetroffen. Het is duidelijk dat de aangebrachte schimmels niet succesvol konden concurreren met de later op de wortels aangetroffen schimmels.

Winterlinde

Bij de Linde vertoonden behandelde bomen duidelijk minder symptomen van zoutstress dan de controle; ook was de sterfte bij de controle-bomen

twee keer zo hoog als bij behandelde bomen bij de hoogste zoutconcentraties (28% resp. 14%). Er was geen verschil in beschermend effect tussen de inoculatie met Krulzoom en de toediening van MTIP.

Figuur 3. Mycorrhiza van Vaalhoeden op de wortels van Winterlinde; de inzet toont worteltopjes bij sterkere vergroting. Rechtsboven de vruchtlichamen die bij sommige van de boompjes in de pot gevormd werden.





Controle van de wortels zeven maanden na inoculatie liet een duidelijk hoger aantal gemycorrhizeerde worteltoppen zien dan bij de niet-behandelde controles. Bij analyse van de wortels aan het eind van het experiment was dit verschil verdwenen. Wel bleef een afnemende mycorrhiza-ontwikkeling bij toenemende zoutconcentratie zichtbaar.

Net als bij de Abelen werden de geïnoculeerde ECM-schimmels Krulzoom en Verfstuifzwam niet teruggevonden op de wortels. In plaats daarvan zaten de schimmels

Vaalhoed en Truffel op de wortels. De Vaalhoeden vormden ook vruchtlichamen en wel meer bij behandelde boompjes dan bij de controles. Dat lijkt erop te wijzen dat de inoculatie zelf groei-bevorderend werkt op schimmels, maar dat alleen de in de kwekerij reeds aanwezige schimmels daarvan profiteren. De oorzaak zou de mede-aanwezigheid van schimmelgroei-bevorderende stoffen bij de inoculatie kunnen zijn.

In ieder geval waren de behandelde bomen beter beschermd tegen het zout dan onbehandelde, waarschijnlijk door de snel ontwikkelde mycorrhiza's.

Beuk

De Beuken die behandeld waren met Tweekleurige fopzwam (*Laccaria bicolor*) mycorrhiza (al vanaf de kwekerij) vertoonden een significant kleinere schade door zoutstress dan de controle en de behandeling met het product MTIP, dat sporen van de ECM-schimmel Verfstuifzwam bevat. De schade was zichtbaar in de vorm van later verschijnen van bladeren, afgenomen groei (stamdiameter en lengte van de boompjes) en percentage uitval van boompjes. Controle van de wortels liet de sterkste mycorrhiza-ontwikkeling zien bij de met de fopzwam geïnoculeerde bomen; de aantallen en (ogenschijnlijke) vitaliteit van de mycorrhiza's nam wel af bij toenemende zoutconcentratie.

Net als bij de Abelen en Linden werden aan het einde van het experiment de reeds aanwezige Tweekleurige fopzwam en de aangebrachte Verfstuifzwam niet als mycorrhiza's op de wortels teruggevonden. Daarentegen werden ook hier de in kwekerijen algemene Franjezwam-, Vaalhoed- en Truffelmycorrhiza's aangetroffen, die kennelijk de sterkste competitoren waren en de eerdere schimmels hebben verdrongen. Ook hier werden vruchtlichamen van Vaalhoeden gevonden.

De aanwezigheid van de Fopzwam lijkt bevorderend gewerkt te hebben voor de vestiging van de in de kwekerij al aanwezige schimmels, meer dan de inoculatie met Verfstuifzwam. De aldus ontwikkelde ECM-mycorrhiza's (niet Fopzwam!) bieden blijkbaar



Figuur 4. Zoutnekrose op blad van Beuk.

een zekere bescherming tegen zout. De vergelijking met de Linde kan in dit experiment niet direct worden gemaakt, omdat bij Beuk direct na inoculatie zout toegediend werd, terwijl bij Linde het zout pas later toegediend werd. Daardoor had de mycorrhiza tijd zich te ontwikkelen, net als bij de beuken die al van tevoren met Fopzwam gemycorrhizeerd waren.

Eik

In de bladeren van de Eiken werd bij de zoutbehandelingen een hogere chlorideconcentratie gevonden dan bij de controle. Chloride is boven bepaalde concentraties giftig voor bomen; in het tweede jaar werd de grens van de giftige concentratie bereikt, wat ook aan bladschade te zien was. In het tweede jaar was bij alle behandelingen de chlorideconcentratie in de bladeren significant minder hoog dan bij de controle, m.a.w. alle behandelingen leidden tot een verminderde chlorideopname.

Het beeld van de groeiafname (in mm stamontrek op 1,3 m hoogte) onder invloed van de zoutgift was meer gecompliceerd. In het tweede jaar waren zowel de beste groei als de sterkste groeiafname bij zoutgift te zien bij de controle. Bij de behandelde bomen was de groeiafname kleiner maar de behandelingen “perliet” en “MI” leverden al zonder zout een significant lagere groei op dan de controle en vervolgens een niet-significante groeiafname met zout (wat een zekere bescherming tegen de zouteffecten suggereert). Alleen met mest hadden zowel de met als zonder zout behandelde bomen een niet significant afwijkende groei vergeleken met de controle. Alle behandelingen leken dus ongunstig te zijn voor deze bomen, wat door bemesting enigszins kon worden opgeheven.

De wortels van de eikenbomen waren in het jaar 2001 maar matig ontwikkeld met weinig ectomycorrhiza-worteltoppen, met *Tomentella*, Franjezwam (*Thelephora*) en Melkzwam (*Lactarius*) en met de algemene *Cenococcum* als dominant. Bij met zout behandelde bomen werd een lagere mycorrhizafrequentie gevonden. Bij de bomen die met Verfstuifzwam waren geïnoculeerd, werden geen mycorrhiza's van deze soort teruggevonden, dus de inoculatie had niet geleid tot kolonisatie.

Conclusies en discussie

1. De behandeling leidde bij Winterlinde en Beuk tot een zekere bescherming tegen zoutstress, bij de andere bomen niet. Het is moeilijk vast te stellen welk aspect van de behandeling de werking kon hebben veroorzaakt, omdat de toegediende schimmels niet werden teruggevonden. Mogelijk ontstaan er door de behandeling omstandigheden die de vestiging van de meest geschikte ECM-schimmels bevorderen, die vervolgens beschermend werken.
2. Het effect is gevonden op heel jonge boompjes. Het is daarmee geenszins gezegd dat dezelfde werking gevonden zou worden bij oudere bomen die te lijden hebben van pekel vanaf de wegen.
3. De verschillende behandelingen hadden geen effect op de bomen die een associatie met AM-schimmels aangaan. De toegediende schimmels werden opmerkelijk genoeg niet teruggevonden in de wortels. Blijkbaar heeft onder deze omstandigheden geen vorming van mycorrhiza met de aangeboden schimmels plaats gevonden. Al aanwezige schimmels zijn hier de sterkere competitoren.
4. Ook toediening van ECM-schimmels leidde niet tot vorming van mycorrhiza's. De aangeboden schimmels Tweekleurige fopzwam, Gele aardappelbovist en Krulzoom zijn

kenmerkend voor een arm, zuur milieu, dat veelal ook vrij droog is. De Verfstuifzwam is in Nederland nauwelijks inheems en groeit op mijnstorthopen en vervuilde grond. De omstandigheden in de kwekerij verschillen hiervan sterk: vruchtbare, niet te zure bodem met goede vochtvoorziening. Vandaar dat op kwekerijen een heel andere soortensamenstelling van (wilde) ECM-schimmels wordt aangetroffen. Ook groeien bij heel jonge boompjes meestal andere schimmels dan de toegediende soorten. Het resultaat was ernaar: geen enkele van de toegediende ECM-schimmels werd teruggevonden, en op de wortels ontwikkelden zich soorten die karakteristiek zijn voor jonge boompjes van het kwekerij-milieu. In ander onderzoek naar correlaties tussen paddenstoelen in wegbermen en diverse omgevingsvariabelen (Keizer, 1993) werd geen verband gevonden tussen verkeersdrukte en soortensamenstelling en aantallen vruchtlichamen van paddenstoelen. De aanname was dan dat op drukkeren wegen meer pekkel werd gebruikt dan op rustige wegen. De hoeveelheid pekkel was evenwel niet gemeten. De enige weg waar de Beuken in de berm duidelijke tekenen van zoutstress vertoonden was de drukke oude weg Assen – Vries – De Punt. Hier stonden toch op diverse plaatsen grote aantallen paddenstoelen. In dit onderzoek stond echter het aantonen van effecten van zout op paddenstoelen niet centraal.

5. In het experiment met de Eiken werd het zout in de zomer toegevoegd. Echter, het pekelen van wegen gebeurt in de winter. Daardoor is de onderzochte situatie mijns inziens niet erg realistisch.
6. De toediening van de commerciële groei of bescherming bevorderende preparaten hielp niet bij Witte paardenkastanje, “Gladde kastanje”, Hollandse iep, Grauwe abeel en Zomereik. Mochten ze al effecten hebben laten zien, dan is het in wetenschappelijk opzicht nog zeer lastig om daar conclusies uit te trekken. Hoewel het onderzoek in principe was opgezet om uitspraken over het effect van mycorrhizaschimmels te doen, bestaan de commerciële producten uit een mengsel van diverse onderdelen, zoals verscheidene schimmelsoorten, perliet, yucca extract en dikwijls ook vochtregulerende gels. Daardoor is het onmogelijk om vast te stellen welk van die onderdelen nu een effect heeft gehad. Daarbij is het mogelijk dat die onderdelen elkaars werking beïnvloeden.
7. Opvallend is in elk geval wel dat in de experimenten ook bij de controle zonder zout de toediening van de producten geen (positief groei-) effect liet zien. Alleen bij Winterlinde was er wel een significant effect van inoculatie op de groei. Dat suggereert dat bij deze kleine boompjes in een kwekerij toediening van de producten in het algemeen geen zin heeft. Ook bij de jonge laanbeplanting van Zomereik (maar ouder dan de kwekerijboompjes) gaf het product geen positief effect. Dat maakt het nut van toediening van dergelijke preparaten aan bomen al met al hoogst twijfelachtig.

Een uitgebreid experiment bij grotere laanbomen, in de leeftijd waarbij ze doorgaans worden uitgeplant, waarbij de groei (en andere kenmerken) van de bomen bij toediening van de afzonderlijke onderdelen van de preparaten wordt onderzocht, zou zeker interessant zijn. Ook zou onderzoek naar de mogelijkheden (d.w.z. de werking van preparaten) om oude laanbeplantingen of oude bomen in het stedelijk milieu indien nodig op te peppen zeker de moeite waard zijn.

Voor nadere vragen kan men zich wenden tot mw. I. Weissenhorn, Kamperfoelieweg 17,

9753 ER Haren (Gn) (Tel: 050 5370393), die het onderzoek uitvoerde, of tot P.J. Keizer (zie boven).

Literatuur

In het besproken onderzoeksrapport staan vele andere relevante literatuurverwijzingen, die ik hier niet herhaal.

- van de Burg, J. 1981a. De invloed van zout (NaCl) in het wortelmilieu op elf boomsoorten. Rapportnr. 280. Rijksinstituut voor Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.
- van de Burg, J. 1981b. De invloed van zout (NaCl) in het wortelmilieu op vier boomsoorten. Rapportnr. 281. Rijksinstituut voor Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.
- Harley, J.L. & Harley, E.L. 1987. A checklist of mycorrhiza in the British flora. *New Phytologist* 105 (suppl.): 1-102.
- Keizer, P.J., 1993. The ecology of macromycetes in roadside verges planted with trees. Proefschrift Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Weissenhorn, I. 2003. Mycorrhiza and Salt Tolerance of Trees. Rapport van EU-project MYCOREM (QLK3-1999-00097). Beschikbaar via internet op <http://www.coriza.nl/download/MycoremReport.pdf>

MICROSCOPIEDAG 'VOOR ELK WAT WILS'

Ook dit jaar zal er door de Wetenschappelijke Commissie weer een microscopiedag worden georganiseerd. Evenals in 2004 zal het programma geschikt zijn voor "beginners", dus voor leden die nog nooit met een microscoop hebben gewerkt, als ook voor "gevorderden". De beginners kunnen bijvoorbeeld leren hoe je een preparaat maakt, sporen meet of kleurstoffen gebruikt. Geef bij opgave voor deelname aan of u wilt deelnemen aan het beginnersprogramma.

Gevorderden kunnen eventueel speciale determinatieproblemen opgeven. In voorgaande jaren bleek er bijvoorbeeld veel belangstelling te zijn voor de weefselstructuur van paddenstoelen, speciaal die van hoedhuid en trama (vlees).

Het verdient aanbeveling een eigen microscoop mee te nemen. Ter plaatse zijn slechts enkele exemplaren beschikbaar.

Datum: zaterdag 20 mei 2006.

Plaats: Centraalbureau voor Schimmelcultures te Utrecht.

Opgave vóór 10 mei bij Joost Stalpers, Torenlaan 43, 3742 CR Baarn, tel. 035-5417475; e-mail: jastalpers@hotmail.com.

Wacht niet te lang met uw aanmelding want er kunnen slechts 20 personen geplaatst worden. Als er minder dan zes opgaven zijn gaat het niet door. De deelnemers krijgen t.z.t. bericht.

Elisabeth Jansen, secretaris Wetenschappelijke Commissie