

Mycorrhizale schimmels  
en hun toepassingen

JEFF LOWENFELS

# Mycorrhizale schimmels *en hun toepassingen*

Colofon

Mycorrhizale schimmels en hun toepassingen / Jeff Lowenfels

Originele titel: *Teaming with Fungi. The Organic Grower's Guide to Mycorrhizae*

Copyright © 2017 Jeff Lowenfels

Uitgever VS: Timber Press, Inc., Portland, Oregon.

Nederlandse uitgave © Vonk Uitgevers

Eerste Nederlandse druk 2021

ISBN: 9789062240623

Vertaling: Marc Siepman, marcsiepman.nl

Redactie en eindredactie: Caroline Siepman-van den Berg

Met medewerking van prof. dr. Marcel van der Heijden en dr. Erik Verbruggen voor aanvullingen en update naar 2021, omdat het onderwerp nog volop in beweging is.

Foto omslag: Suzette Bousema, visueel kunstenaar. De foto komt uit haar multimedialproject *Super Organism*. Zie ook [suzettebousema.nl](http://suzettebousema.nl). De foto op het omslag is een bewerkte versie van haar origineel (pagina 27).

Fotocredits: zie pagina 192

Vormgeving: Karel Oosting

© Nederlandse vertaling en editie

Vonk Uitgevers (voorheen Uitgeverij Jan van Arkel)

[www.vonkuitgevers.nl](http://www.vonkuitgevers.nl)

Alle rechten voorbehouden

# Inhoud

Voorwoord – 7

Inleiding – 11

## DEEL I: MYCORRHIZALE WETENSCHAP

- I Gebiologeerd door schimmels – 18**
  - Wat zijn schimmels? – 19
  - Eencellig of meercellig – 20
  - Opbouw van de hyfen – 21
  - Groei en verval – 32
  - Verschillende soorten heterotrofen – 35
  - Vertering en voedingsstoffenopname – 37
  - Voortplanting – 41
  - De vruchtlichamen: paddenstoelen – 43
  - Classificatie – 46
- 2 Een kennismaking met mycorrhizale schimmels – 50**
  - Ontdekking en onderzoek – 51
  - Welke planten hebben baat bij mycorrhizae? – 53
  - Voordelen van mycorrhizale schimmels – 53
  - Endo- en ectomycorrhizae – 59
  - Endomycorrhizae – 59
  - Ericoïde mycorrhizae – 68
  - Orchideeënmycorrhizae – 68
  - Ectomycorrhizae – 69
  - Buitenbeentjes onder de mycorrhizae – 71
  - Planten zonder mycorrhizale relaties – 74
  - Vindplaatsen van de verschillende typen mycorrhizae – 75
  - Mycorrhizaal gedrag – 77

## DEEL 2: MYCORRHIZALE TOEPASSINGEN

- 3 Mycorrhizae in de landbouw – 80**
  - Verbeterde voedingsstoffenopname – 81
  - Weerstand tegen ziekteverwekkers – 87
  - Hormoonproductie – 90
  - Bodemherstel – 90
  - Droogteresistentie en temperatuurtolerantie – 91
  - Wilde planten in toom houden – 92
  - Landbouwpraktijken en mycorrhizae – 94
  - Bevorderlijke landbouwpraktijken – 99
  - Entstoffen toevoegen – 101
  - Onderzoek naar mycorrhizale gewassen – 106
- 4 Mycorrhizae in de tuinbouw – 107**
  - Entstoffen gebruiken – 108
  - Het juiste entmoment kiezen – 111
  - Plaatsing van de sporen – 111
  - Potgrond- en compostmengsels gebruiken – 112
- 5 Mycorrhizae in de boomteelt en bosbouw – 113**
  - Ectomycorrhizae en bosleven – 115
  - Hoe ectomycorrhizae ontstaan – 117
  - De juiste schimmel bij de juiste boom – 119
  - Mycorrhizale schimmels in het veld – 122
  - Entstoffen gebruiken – 125
- 6 Mycorrhizae in hydrocultuur – 127**
  - Mycorrhizale overwegingen – 128
  - Entstoffen gebruiken – 131

- 7 **Mycorrhizae voor gazons en graszoden** – 132
  - Watermanagement – 133
  - Een paar wilde planten, waarom niet? – 135
  - Entstoffen gebruiken – 136
  - Onderzoek naar mycorrhizale grassen – 138
- 8 **Kweek je eigen mycorrhizale schimmels** – 139
  - Propagulen uit het veld oogsten – 139
  - Nat zeven van sporen – 141
  - Hoe het Rodale Institute entstoffen maakt – 142
  - Entstoffen voor potplanten – 148
  - Entstoffen uit het veld – 148
  - Ectomycorrhizale schimmels produceren – 150
- 9 **Samenvatting: waar moet je op letten?** – 152
- 10 **Mycorrhizae en de toekomst** – 157

## BIJLAGE

Toepassingen van mycorrhizale schimmels bij planten, struiken en bomen – 159

### Appendices

Index – 175

Index Specifiek: *Bomen en struiken* 180; *Planten* 182;

*Schimmels* 184; *Geslachten en stammen van schimmels* 185

Woordenlijst – 186

Boeken/artikelen/tijdschriften/websites – 188

Bedrijven – 191

Illustratie- & fotoverantwoording – 192

# Voorwoord

De enorme stijging van de voedselproductie gedurende de 20e eeuw is een van de indrukwekkendste verdiensten van de mensheid in het algemeen, en boeren en wetenschappers in het bijzonder. Tegelijkertijd wordt het meer en meer duidelijk dat we niet op dezelfde weg verder kunnen: er verdwijnt te veel organische koolstof uit de bodem, nutriënten vervuilen onze waterwegen, pesticiden accumuleren in de bodem, bronnen voor voedingsstoffen raken uitgeput, en gewasverbeteringen renderen steeds slechter. De laatste jaren zijn er steeds meer aanwijzingen dat een betere omgang met de bodem en het bodemleven ons juist met deze problemen kan helpen – als we mét het bodemleven werken, in plaats van het te negeren of tegen te werken. In de landbouw worden nuttige bodemorganismen steeds vaker toegepast en de markt voor producten gebaseerd op dergelijke microben neemt enorm toe. Een belangrijke groep organismen die we steeds weer tegenkomen, wordt gevormd door de mycorrhizale schimmels, een grote groep bodemschimmels die de groei van allerlei planten kunnen bevorderen door het aanleveren van voedingsstoffen en door bescherming tegen ziektes en ongunstige omstandigheden.

Daarom komt het boek van Jeff Lowenfels ook als geroepen: het zet duidelijk uiteen hoe een cruciaal deel van het bodemleven, deze mycorrhizale schimmels, ingezet kan worden om de landbouw duurzamer en wellicht productiever te maken. Deze schimmels helpen immers al miljoenen jaren voedingsstoffen uit de bodem op te nemen voor veruit het merendeel van alle plantensoorten, waaronder vele planten die in de landbouw populair zijn geworden. In dit boek wordt uitgelegd wat mycorrhizale schimmels eigenlijk zijn en welke gewassen er baat bij hebben en welke niet. Het geeft handvatten voor het toevoegen van mycorrhizale schimmels aan de bodem. Daarnaast wordt duidelijk vermeld waarbij mycorrhizale schimmels kunnen helpen: efficiëntere voedingsstoffenopname, mogelijk lagere druk van ziekten en plagen, en een betere bodemstructuur met verbeterde infiltratie en wateropname. Daarmee is dit een uitstekend handboek voor boeren, tuiniers, en eigenlijk iedereen die meer wil weten over de relatie tussen planten en het bodemleven.

Hoewel mycorrhizale schimmels al ruim een eeuw bestudeerd worden, zijn er toch nog veel zaken die we niet helemaal begrijpen. De invloed van mycorrhizale schimmels op de groei van planten varieert sterk en is afhankelijk van het soort gewas, de bodem, de hoeveelheid voedingsstoffen in de bodem en het reeds aanwezige bodemleven. Ook is het nog steeds moeilijk (en dus duur) om ze op grote schaal te vermeerderen, en snappen we nog steeds niet helemaal waarom toegevoegde mycorrhizale schimmels op een bepaald perceel goed aanslaan en planten stimuleren, terwijl ze op een ander perceel geen effect hebben. Wat we wel weten is dat sommige gewassen en variëteiten minder interacties met mycorrhizale schimmels aangaan en nauwelijks profiteren. Denk bijvoorbeeld aan veel granen met hun van nature al heel fijne wortels. Onderzoek laat zien dat granen alleen van mycorrhizale schimmels profiteren als er weinig voedingsstoffen in de bodem zitten. Daarnaast speelt (historische) bemesting een belangrijke rol, omdat een hoge hoeveelheid beschikbare nutriënten de wortelkolonisatie kan remmen. Tijdens onderzoek dat wij hebben uitgevoerd op vele percelen in Nederland, vonden wij verder dat verschillende biologische praktijken, zoals het weren van kunstmest en toepassen van een vruchtwisseling met hoge bodembedekkingsgraad, de wortelbezetting en diversiteit van mycorrhizale schimmels aanzienlijk kunnen bevorderen.

Om die reden ondersteunen wij de oproep van de auteur om voluit mycorrhizale schimmels toe te voegen aan uw planten, of ze door natuurlijke processen te bevorderen, van harte. Er zijn daarbij twee strategieën mogelijk. Enerzijds kan men mycorrhizale schimmels aan de bodem toevoegen (dit wordt ook 'inoculatie' genoemd). Dit kan inderdaad erg leuke resultaten opleveren, bijvoorbeeld als er in de bodem of het substraat geen of nauwelijks mycorrhizale schimmels aanwezig zijn, en bepaalde bodemtypen kunnen er duidelijk baat bij hebben. Hiertoe kan mycorrhizaal inoculum in de winkel of op het internet gekocht worden, al blijkt uit ons recente onderzoek\* dat diverse commercieel verkochte producten vaak geen levende of actieve schimmelsporen bevatten. Het uitblijven van effecten na inoculatie is daarom vaak te wijten aan de kwaliteit van het gekochte product. Vraag daarom de fabrikanten naar hun kwaliteitscontrole, zoals bewezen effecten op de groei van planten, inclusief bewijs dat er werkelijk levende schimmels in het product zitten (helaas is er op het moment nog geen keurmerk voor de kwaliteit van schimmelpreparaten). Laat dit echter de experimenteerdrang niet drukken!

*\*) Dit onderzoek zal naar verwachting eind 2021 verschijnen (M.J. Salomon et al.)*

Er is nog een andere strategie om mycorrhizale schimmels in de bodem te stimuleren. Dit kan bereikt worden door de omstandigheden in de bodem te verbeteren. Door minder bestrijdingsmiddelen in te zetten, minder kunstmest te gebruiken en de bodem, indien mogelijk, gedurende het jaar bedekt te houden, kunnen de reeds in de bodem aanwezige mycorrhizale schimmels gestimuleerd worden. Ook is het belangrijk in de vruchtwisseling planten te telen die een positieve invloed op mycorrhizale schimmels hebben. Bijvoorbeeld de teelt van één- of tweejarige grasklaver kan de hoeveelheid mycorrhizale schimmels in de bodem ook sterk verhogen. Bovendien verbetert de combinatie de bodemstructuur, neemt het aantal regenwormen toe en verbetert klaver op een natuurlijke manier de bodemvruchtbaarheid vanwege de symbiose met stikstoffixerende bacteriën van deze vlinderbloemige. Dus met een verandering van de landbouwpraktijk kan behoorlijk wat bereikt worden, ook zonder schimmels toe te voegen. Er is steeds meer bewijs dat het bodemleven een enorm positieve invloed op de groei van planten en op het ecosysteem heeft. Wij zijn het volledig eens met de auteur dat het de hoogste tijd is hiermee aan de slag te gaan, en er zo achter te komen wat wel of niet werkt!

**Erik Verbruggen en Marcel van der Heijden**

*Erik Verbruggen onderzoekt en doceert microbiële ecologie en plant-bodem ecologie in de onderzoeksgroep Plants and Ecosystems (PLECO – Universiteit Antwerpen).*

*Marcel van der Heijden is hoofd onderzoeksgroep Plant-Soil Interactions (Agroscope, Zwitserland). Tevens verbonden aan de Universiteit Utrecht (Mycorrhizale ecologie) en de Universiteit Zürich (agro-ecologie en plant-microbiome interacties).*

# Inleiding

**E**en verbijsterende 80 tot 95 procent van alle landplanten gaat een symbiose aan met mycorrhizale schimmels. In een dergelijke relatie, mycorrhiza genoemd, geven de gastheerplanten koolstof aan de mycorrhizale schimmels. In ruil daarvoor helpen de schimmels de plantenwortels aan water en voedingsstoffen. Dergelijke relaties zijn cruciaal voor de gezondheid van vrijwel alle planten die op Aarde groeien. Elk type mycorrhizale schimmel koloniseert de gastheerplant op een andere manier. Het proces is zo complex dat het lang duurde voordat wetenschappers doorhadden hoe belangrijk het is.

Als je dit leest, ben je misschien al bekend met het bodemvoedselweb: de onwaarschijnlijk diverse gemeenschap van organismen die de bodem bewonen. Je ziet waarschijnlijk ook het belang in van de mutualistische symbiotische relaties tussen plantenwortels en een veelheid aan bodemorganismen, waarin beide partijen elkaar helpen. Je weet van de relaties tussen Rhizobium-bacteriën en de wortels van vlinderbloemigen, die tot stikstofbinding leiden. Bodembewonende mycorrhizale schimmels, het onderwerp van dit boek, werken net als bacteriën samen met plantenwortels en doen dit op vergelijkbare wijze.

Mycorrhizae (het meervoud van mycorrhiza) zijn al sinds 1885 bekend. De Duitse wetenschapper Albert Bernhard Frank deed onderzoek naar de groei van dennen. Hij ontdekte dat zaailingen die in met bosgrond geënte grond stonden, sneller groeiden en veel groter werden dan boompjes in gesteriliseerde grond. Toch was het belang van mycorrhizale schimmels ruim een eeuw later (de jaren negentig van de twintigste eeuw) nog onbekend bij vele boeren en tuiniers – en ook bij de tuinschrijvers. Wij tuiniers verfoeiden alle schimmels. We vreesden voor meeldauw, verwelkingsziektes en alle andere problemen die we met schimmels associëren. De meesten van ons kozen voor gifstoffen die dodelijk waren voor alle schimmels. Ik schreef al zo'n 25 jaar een wekelijkse tuincolumn toen ik voor het eerst de woorden 'mycorrhizaal' en 'mycorrhizae' hoorde. Dat was in 1995. Ik schaamde me voor mijn gebrek aan kennis over deze belangrijke organismen, maar als ik ernaar

vroeg bij mijn tuiniercollega's hadden ze ook geen idee waar ik het over had. Toen ik voor het eerst begon te schrijven over mycorrhizae, keurde niet alleen mijn spellingcontrole, maar ook mijn redacteur het woord af.

## WAAROM MYCORRHIZAE BELANGRIJK ZIJN

Vrijwel elke plant in tuin, akker, boomgaard, bos, weide, oerwoud of woestijn gaat een relatie aan met een mycorrhizale schimmel. Sterker nog, de meeste planten zouden niet eens bestaan zonder hun schimmelige vrienden.

Kunstmest werkt de positieve werking van mycorrhizale schimmels tegen. Gelukkig groeit het besef dat deze schimmels belangrijk zijn voor land- en tuinbouw, bloementeelt, (voedsel)bosbouw en hydrocultuur (het in water telen van planten, zonder bodem). Mycorrhizale schimmels spelen ongemerkt een grote rol in de voedselvoorziening van mens en dier. Planten hebben veel baat bij de symbiose, zoals bijvoorbeeld een betere opname van voedingsstoffen, betere droogteresistentie, verbeterde weerbaarheid tegen ziekteverwekkers, eerdere vruchtzetting en grotere vruchten en planten. Mycorrhizale schimmels helpen steeds meer boeren om droogtes beter te doorstaan en minder meststoffen te gebruiken. Ze kunnen bijvoorbeeld fosfaat zoeken en weer opneembaar maken voor planten. Mycorrhizale schimmels worden ook gebruikt om vervuilde bodems te zuiveren en gedegradeerde akkers te herstellen om erosie van de waardevolle bodem te voorkomen.

## MYCORRHIZALE MYTHEN

Mycorrhizale schimmels laten zich moeilijk vermenigvuldigen in een laboratoriumomgeving. Bovendien zijn de meeste alleen zichtbaar met behulp van een microscoop, waardoor het heel lang lastig was om ze te identificeren en bestuderen. Voordat we mycorrhizale schimmels echt begonnen te begrijpen (veel mycologen dachten oorspronkelijk dat het ziekteverwekkers waren), werden ze alleen door een kleine, toegewijde groep wetenschappers onderzocht. Zelfs als het lukte ze in een laboratorium te kweken, gedroegen deze schimmels zich niet altijd zoals in een veldonderzoek. Het kostte tijd om vermeerderingsmethoden te ontwikkelen en inzicht te krijgen in de omstandigheden die nodig zijn voor een succesvolle vestiging van de schimmels. Hierdoor zijn er tal van mythen ontstaan. Dit boek beoogt vele hiervan te ontkrachten.

Allereerst is er de aanname dat schimmels alomtegenwoordig zijn en dat we ze dus niet aan de bodem hoeven toe te voegen. Dat klopt tot op zekere hoogte: als de bodem met rust is gelaten, is de kans groot dat ze in voldoende mate aanwezig zijn. Het geldt echter niet voor grond rondom nieuwbouwhuizen en ook niet in het geval van zeer intensief landgebruik, zoals het toevoegen van een overmaat aan kunstmest, regelmatig ploegen en het gebruik van bestrijdingsmiddelen. De populaties schimmels zijn in deze omstandigheden wellicht niet afdoende of ontbreken zelfs helemaal. Waarschijnlijk is de hoeveelheid veel lager dan die in de entstoffen die in de winkel verkrijgbaar zijn of die je zelf maakt.

Ook bestaat er de nodige scepsis over de effectiviteit van commerciële mycorrhizale producten, omdat er maar een paar soorten schimmels in zitten, terwijl er in de bodem honderden soorten kunnen leven. Dat klopt, maar de producten bevatten de meest kansrijke schimmels. Toch is de scepsis enigszins terecht: Uit recent (blind) onderzoek van de Universiteit Zürich en Agroscope\* is gebleken dat 80% van de in Europa verkrijgbare producten, waaronder enkele die in Nederland verkrijgbaar zijn, geen levende schimmels bevat. Er zijn ook zeker goede producten verkrijgbaar in Nederland. Het advies is om aan de producent te vragen hoe hun kwaliteitscontrole is opgezet: hoe vaak wordt er gecontroleerd en wat waren de resultaten? Op welke bodem is getest en met welk gewas? Als je mycorrhizale schimmels wilt gaan toevoegen, is het verstandig hiermee eerst op kleine schaal te experimenteren. Omdat de kwaliteit per producent kan verschillen, kun je ook verschillende producten naast elkaar testen.

Als laatste is er de mythe dat planten die geënt zijn met mycorrhizale schimmels, niet groter of gezonder worden dan planten waar geen schimmels aan zijn toegevoegd. Dit komt vaak doordat er fouten worden gemaakt, zoals het toevoegen van stikstofrijke bemesting. Dat verstoort of vernietigt de schimmels of mishandelt de populatie op een andere manier. Bovendien hebben de voordelen die mycorrhizale schimmels bieden, vaak weinig met zichtbare plantengroei te maken.

## MYCORRHIZALE REALITEITEN

Ik heb de basis van het tuinieren van mijn vader geleerd, hij was biologisch tuinier. De enige schimmels die biologisch tuiniers destijds kenden, waren slechteriken. Als je door de literatuur uit die tijd bladert,

*\*) Dit onderzoek zal naar verwachting eind 2021 verschijnen (M.J. Salomon et al.)*

zul je niet veel informatie over schimmels vinden, behalve dan hoe je ze dood krijgt. Zelfs potgrond werd gesteriliseerd om schimmels te doden.

Mijn vader kweekte orchideeën en had een grote verzameling boeken over deze planten. Geen enkele daarvan wist te vermelden dat orchideeën niet eens willen kiemen als ze geen mycorrhizaal ondersteuningsteam in de buurt hebben. Als mijn vader nog had geleefd, had hij nu wel geweten wat mycorrhizale schimmels zijn en wat ze doen. Ook bij schrijvers van boeken en columns over tuinieren neemt dit besef toe.

Als het gaat om het kiemen, kweken en gezond houden van planten, kun je de rol van mycorrhizale schimmels niet meer in twijfel trekken. Je kunt tegenwoordig mengsels met mycorrhizale propagulen kopen bij kwekerijen en groothandels. Propagulen zijn vermeerderingseenheden. In het geval van schimmels zijn dat mycorrhizale sporen (de 'zaden' van schimmels, waarmee ze zich vermeerderen), schimmeldraden (zich vertakkende filamenten) of stukjes gemycorrhizeerde wortel (plantenwortels die gekoloniseerd zijn door mycorrhizale schimmels). Veel plantgoed is gekoloniseerd (of geïnfecteerd) door mycorrhizale schimmels. Naarmate de interesse in en het gebruik van mycorrhizale schimmels toeneemt, komen er honderden nieuwe onderzoeken bij de tienduizenden die er al waren. Zo kunnen we onze kennis vergroten over hun samenwerking met planten en de manier waarop we mycorrhizale schimmels kunnen laten aanslaan en vermeerderen. En, vooral belangrijk voor iedereen die voor zijn werk of hobby planten vermeerdert, wanneer en hoe je ze moet inzetten.

## OVERZICHT VAN HET BOEK

Dit boek bestaat uit twee delen: het eerste gaat over de wetenschap achter schimmels en mycorrhizae, en het tweede over de toepassing ervan.

In hoofdstuk 1 en 2 krijg je wat algemene informatie over schimmels – hun verschijningsvorm en de verschillende typen mycorrhizale schimmels. Elk type gaat anders te werk en alle karakteristieken en voordelen worden verkend en verklaard. Dit boek bevat echter niet veel informatie over de classificatie, omdat dat gecompliceerde beschrijvingen van de reproductieprocessen met zich meebrengt. Voor de meeste mensen zal dat te veel van het goede zijn.

In hoofdstuk 3 leer je over het gebruik van arbusculaire mycorrhizale schimmels, die samenwerken met (eenjarige) gewassen. Deze informa-

tie is belangrijk voor de landbouw, maar ook interessant voor de huis-, tuin- en keukentuiner. In hoofdstuk 4 verken je het gebruik van mycorrhizale schimmels in de tuinbouw. Als je een kwekerij of kas hebt, is dit van bijzonder belang.

Bomen zijn afhankelijk van mycorrhizae. Hoofdstuk 5 gaat over de relaties die bomen aangaan met de eerdergenoemde arbusculaire en een tweede type, de ectomycorrhizale schimmel. Hoofdstuk 6 gaat over het gebruik van mycorrhizale schimmels in hydrocultuur. Je zal misschien niet gedacht hebben dat deze schimmels van nut kunnen zijn in dergelijke omstandigheden, toch is dat wel zo. Dit hoofdstuk ontkracht een aantal myco-mythen.

Voor diegenen die geïnteresseerd zijn in het verbeteren van de kwaliteit van gazon gras en recreatie- en sportvelden is hoofdstuk 7 van belang. Dit toepassingsgebied wordt van steeds groter belang vanwege de milieuproblemen die voortvloeien uit het overmatig gebruik van fosfor- en stikstofverbindingen in kunstmest.

Steeds meer bedrijven produceren vermeerderingseenheden (in dit boek propagulen genoemd). Ik behandel in hoofdstuk 8 verschillende manieren om ze zelf op te kweken. Er zijn altijd regels, zoals hier de regels die van toepassing zijn op het toevoegen, verzorgen en onderhouden van mycorrhizae. Die som ik op in hoofdstuk 9. Door de regels in dit boek te volgen, ben je verzekerd van gezonde mycorrhizae. Zowel boeren als tuiniers kunnen hun voordeel halen uit het vele onderzoek en zo kosten besparen.

Tot slot (ik kon me niet inhouden) bevat het laatste hoofdstukje een paar gedachten over de toekomst van mycorrhizale schimmels en hun gebruik. Tegen de tijd dat je hier bent aanbeland, kun je zelf waarschijnlijk vele ideeën toevoegen.

Achterin vind je nog adressen waar je mycorrhizale schimmels kunt verkrijgen, naast producten om ze zelf te vermeerderen. Ook vind je er een verklarende woordenlijst en overzichten van bronnen, literatuur en websites, zodat je meer te weten kunt komen over mycorrhizale schimmels en op de hoogte kunt blijven van nieuwe ontwikkelingen.

## BOEKENREEKS

Dit boek is het derde in een reeks van door mij geschreven boeken over de werking van het bodemvoedselweb en de organismen die daartoe behoren. De boeken zijn sterk verwant en vullen elkaar aan. Je vindt



veel informatie in de twee boeken die ik eerder schreef. De hele reeks bestaat uit:

- *Teaming with Microbes: The Organic Gardener's Guide to the Soil Food Web*, samen met mijn goede vriend en collega Wayne Lewis. (In het Nederlands verkrijgbaar als *Het Bodemvoedselweb – Alle kleine beestjes helpen*).
- *Teaming with Nutrients: The Organic Gardener's Guide to Optimizing Plant Nutrition*.
- *Teaming with Fungi: The Organic Grower's Guide to Mycorrhizae*. (In het Nederlands verkrijgbaar als *Mycorrhizale schimmels en hun toepassingen*).

Omdat deze boeken aan elkaar gerelateerd zijn, raad ik je aan ze alle drie te lezen als je wilt weten hoe planten, mycorrhizale schimmels en andere microben en voedingsstoffen met elkaar interacties aangaan – het zijn onderdelen van het bodemvoedselweb die onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Je kunt pas volledig begrip hebben van de werking van mycorrhizale schimmels als je begrijpt hoe het bodemvoedselweb functioneert. Je kunt niet begrijpen hoe fosfaat vanuit de bodem wordt getransporteerd naar een blad, tenzij je weet hoe een plant voedingsstoffen opneemt. Je kunt niet begrijpen hoe een plant fotosynthese gebruikt om energie vast te leggen voor mycorrhizale schimmels, tenzij je de kennis van het bodemvoedselweb combineert met kennis van de manier waarop planten voedingsstoffen opnemen. Het is allemaal verbonden.

Mycorrhizale schimmels zijn fascinerende organismen die tot op heden sterk ondergewaardeerd zijn gebleven. Hopelijk wordt hun belang dankzij dit boek door meer mensen ingezien!

# DEEL I MYCORRHIZALE WETENSCHAP