

OVER DE BETEKENIS VAN DE MYCORRHIZA BIJ ONZE HOUTSOORTEN I.

door
H. van Vloten

In het jaar 1930 heeft Prof. Dr E. Melin ter gelegenheid van een wetenschappelijke cursus een voordracht gehouden over de mycorrhiza van bosbomen (10). Aangezien Prof. Melin een uitnodiging, om begin October van dit jaar voor ons te spreken over de vooruitgang van het onderzoek over mycorrhiza, heeft aangenomen, kan een tijdige oriëntering over enige belangrijke literatuur van nut zijn. Maar bovendien is het vraagstuk van zoveel belang, dat deze literatuur ook zonder de speciale aanleiding van de te verwachten voordracht zeer de moeite waard is.



Afb. 1. Mycorrhiza van groveden.

Uit: C. Ferdinandsen en C. A. Jørgensen, 1939, deel 2, p. 482.

Als men in een gesloten opstand van *Pinus silvestris* (of andere soorten van *Pinus*), waarin een laag strooisel gevormd is, het mosdek van *Hypnum* sp. verwijderd, dan kan men daar in het half verteerde strooisel wortels van de dennen vinden, die er uitzien als die op afbeelding 1. Men ziet dichotoom vertakte en herhaaldelijk dichotoom vertakte worteltjes en

verder bolletjes zo groot als een kleine erwt. Dit zijn de gaffelvormige mycorrhizae en de knolvormige mycorrhizae van *Pinus* soorten. De kleine knollen blijken bij anatomisch onderzoek uit zeer korte, dicht opeengehoopte gaffels gevormd te zijn, waar omheen de zwam nog een gezamenlijke mantel van hyphen heeft geweven.



Afb. 2. Het uiterlijk van de bouw van een ectotrophe mycorrhiza van *Pinus strobus* (B lengtedoorsnede door mycorrhiza)

Uit: A. B. Hatch, 1937, p. 2.

Afbeelding 2 geeft een jong stadium van een dichotoom vertakte mycorrhiza van *Pinus* te zien. Een stukje van een lange wortel (of strekwortel), bedekt met wortelharen en een dwergwortel (of zuigwortel) in een jong stadium van dichotome vertakking, volkomen omsloten door een mantel van mycelium.

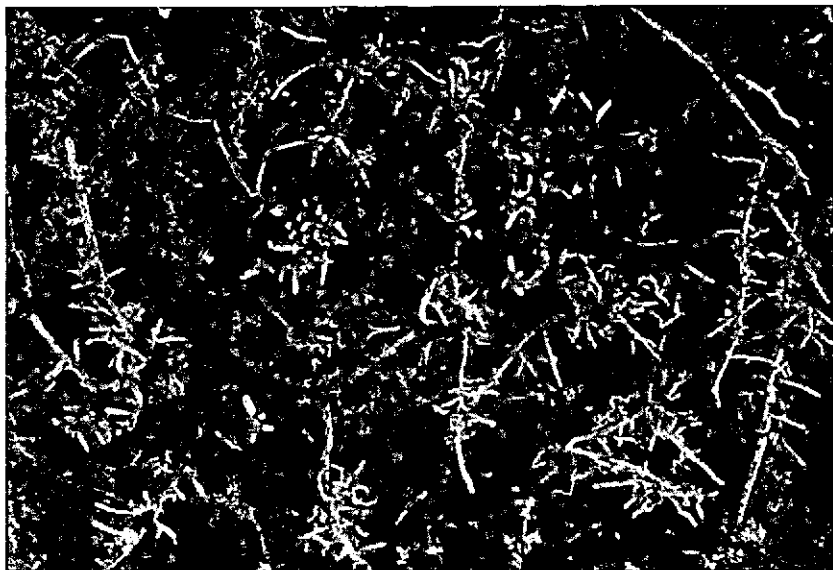
Maakt men een lengtecoupe door de dwergwortel, dan ziet men de pseudoparenchymatische mantel en ontdekt, dat het mycelium ook tusschen de cellen van de primaire schors groeit, soms twee lagen van hyphen dik. De cellen van de schors leven, niettegenstaande de volkomen isolatie van elkaar, met uitzondering van de donkergekleurde en ingedrukte cellen van de epidermis.

Dit is een voorbeeld van een *ectotrophe mycorrhiza*.

In een opstand van *Picea*, *Larix* of soorten van loofhout, vindt men een ander type. Hier zijn de dwergwortels niet dichotoom vertakt zoals

bij de soorten van *Pinus*, maar duidelijk monopodiaal, zooals op afbeelding 3 duidelijk is te zien. De zijtakjes van de mycorrhiza kunnen hier echter ook struik- of koraalachtig dicht opeengehoopt zitten.

Ook in het laatste geval hebben wij te maken met een *ectotrophe mycorrhiza*.



Afb. 3. Mycorrhiza van fijnspaar.

Uit: C. Ferdinandsen en C. A. Jorgensen, 1939, deel 2 p. 481.

Bij *Juniperus communis* komt, althans in Zweden, waar een uitgebreid onderzoek is uitgevoerd door Lihnell (6), de *ectotrophe mycorrhiza* slechts bij uitzondering voor. Daar overweegt de *endotrophe mycorrhiza*.

Anatomisch is deze mycorrhiza zorgvuldig onderzocht. De zwam groeit hier in de cellen van de schors der wortels en vormt ook geen mantel om de wortel. In de cellen kan men behalve het mycelium opzwellingen (vesiculi) en boomvormig vertakte draden (arbusculi) onderscheiden.

Zolang het nog niet mogelijk is, om de zwam te kweken en door de synthese van de mycorrhiza in reïncultuur de identiteit te bewijzen, kan nog geen besliste verklaring van het anatomische beeld worden gegeven.

Lihnell is dit bij de *Juniperus* ook niet gelukt.

Dit type van *endotrophe mycorrhiza* is van een reeks van planten (Phanerogamen en Cryptogamen) bekend geworden. Volgens Butler (2) enige honderden soorten. Voorbeelden zijn de mycorrhiza van de aardbei (O'Brien en M'Naughton (14), Bouwens (1)), van suikerriet (Wakker en Went (26)), aardappel (Constantin) en bijv. van diverse soorten Citrus (Peyronel (15/16) Rayner (18), Reed en Frémont (19, 20, 21, 22), Muller (13)).

Ik ga op deze *endotrophe mycorrhiza* niet nader in, maar wil nog even op enkele punten wijzen.

O'Brien en M'Naughton (14) beschouwen het voorkomen van de zwam in de wortels van de aardbei volkomen als een ziekte. Zij

spreken, weliswaar, van „endotrophe mycorrhiza en haar beteekenis”, maar zij meenen, dat de zwam niet alleen een parasiet is — dat moet trouwens elke zwam zijn, wil zij mycorrhizae kunnen vormen! — maar dat de zwam altijd ook pathoogeen is, dus een ziekte van de aardbei veroorzaakt. Dit niettegenstaande zij het experimentele bewijs, door inoculatie met een reïncultuur van de zwam, niet hebben kunnen leveren. Volkomen zeker hiervan schijnen de auteurs echter niet te zijn, anders konden zij immers niet meer van mycorrhiza spreken en hadden op zijn minst mycorrhiza tussen aanhalingstekens moeten zetten. Het begrip mycorrhiza omvat de vereniging van zwam en wortel tot een bepaald orgaan, waarbij een evenwicht tusschen beide partners is tot stand gekomen.

De endotrophe mycorrhiza van Citrus is door Reed en Frémont zeer uitvoerig vooral cytologisch onderzocht en beschreven en van hun onderzoek wil ik nog een onderdeel aanhalen.

Het is deze onderzoekers n.l. gebleken, dat de infectie van de wortels van Citrus en de verdere ontwikkeling van de verhouding boom tot zwam van enige uitwendige factoren afhangt.

Alleen bij krachtige ontwikkeling van jonge wortels vindt men deze rijkelijk geïnfecteerd.

Bij geheel onbemeste bomen groeit de zwam hoofdzakelijk intercellulair en zendt slechts hier en daar korte, weinig vertakte draden in de cellen van de schors van de wortels. Er lijkt geen flinke digestieve actie van de cellen uit te gaan op het ingedrongen mycelium. De reactie van de bomen is verder zo gering, dat het gehele jaar door geïnfecteerde wortels te vinden zijn.

Reed en Frémont (22) hebben den indruk, dat de zwam in de verzwakte bomen zich als „true parasite” gedraagt. Zij bedoelen, dat de parasiet hier pathoogeen gaat werken.

Bij de éézijdig met Chilisalpeter bemeste bomen is er wel infectie, maar in de cellen, waarin het mycelium is binnengedrongen wordt geen enkel geval van vertering van de zwamdraden door de plant gevonden. Wel bleken de geïnfecteerde cellen abnormaal groot te zijn en ook het cytoplasma was veranderd (te herkennen aan het veel intensievere opnemen van kleurstoffen dan bij normaal cytoplasma en het groot aantal kleine vacuolen). Ook bevatten de cellen abnormaal veel phenolverbindingen en vetten. De bomen groeiden slecht maar zij leden bovendien aan een ziekte, genaamd „mottle leaf”, die door een physiologische storing wordt veroorzaakt.

Een typische mycorrhiza komt hier volgens de auteurs niet tot stand, blijkbaar door een te hevige reactie van de bomen.

Anders is het daarentegen bij bomen, die flink met stalmest zijn bemest. Daar groeit de zwam in hoofdzaak intracellulair en alle cellen van de primaire schors, die ervoor in aanmerking komen, worden aangetast. Het mycelium vertakt zich typisch boomvormig (arbusculi) en wordt flink verteerd door de cellen van de wortel.

Waar nu echter het verband van het mycelium met de de wortel omgevende grond niet anders dan zeer gering kan zijn — er is immers bij de endotrophe mycorrhiza, zoals bij Citrus, geen sprake van een mantel van mycelium — meent H. R. A. Muller (13) te moeten betwijfelen dat, onder welke omstandigheden ook, de boom van een dgl. symbiose enig nut kan trekken.

Dat bij de evenwichtig bemeste en goed groeiende bomen de mycorrhiza veel beter ontwikkeld is, moet volgens hem niet als oorzaak van de goede groei beschouwd worden, maar juist als gevolg ervan, evengoed als het meer op een aantasting gelijkende optreden van de zwam bij de slechter groeiende bomen een gevolg is van de slechte groei.

Volgens *Endrigkeit* (3) is echter een verbinding tussen mycelium in de wortel der endotrophe mycorrhiza en dat in de grond wel degelijk ook in andere stadia nog aanwezig. Hij heeft planten met hun wortels en mycorrhiza in kleurstoffen geplaatst en zo nagegaan hoe het staat met de afsluiting der endotrophe of „Verdauungsmycorrhizen“, zoals hij deze liever wil noemen, tegenover de afsluiting der ectotrophe of „Austauschmycorrhizen“. Het is hem gebleken, dat het mycelium in de endotrophe mycorrhiza niettegenstaande de afsluiting van de schors eventueel verkrampend de hypodermis verdikking van de wanden der eventuele doorlaatcellen, toch nog contact onderhoudt met de buitenwereld via de hyphen, die de infectie hebben tot stand gebracht.

Endrigkeit neemt daarom aan, dat via de verbindende hyphen, ook bij de endotrophe mycorrhiza, stoffen uit de grond worden opgenomen, die voor de groei van het mycelium nodig zijn en beschouwt de boomvormige vertakte uitgroeiingen van het mycelium in de cellen zeker niet als een soort van haustoriën; zij zijn volgens hem op te vatten als woekeringen, die veroorzaakt worden door „das Wachstum fördernde Reize des Zellmediums“.

Gezien het opnemen van stoffen uit de omgevende grond en humus door hyphen, kan volgens *Endrigkeit* de hogere plant wel degelijk voordeel trekken uit de samenleving door vertering van de intracellulaire delen van de zwam resp. van hun inhoud.

Endrigkeit gaat hierin zelfs zo ver, dat hij het voordeel, dat de mycorrhizavormende zwam van de symbiose heeft, bij normale ontwikkeling der hogere planten ondergeschikt acht. De hogere plant heeft er meer profijt van. Alleen als de wortels ouder zijn, kunnen zij slachtoffer van de zwam worden.

Een grote moeilijkheid voor het beoordelen van de betekenis der endotrope mycorrhiza is, dat het nog niemand gelukt is, de zwam of zwammen te isoleren en in reincultuur met de plant de mycorrhiza tot stand te brengen. Het is wel aan *Bouwen* en *Lihnell* gelukt zwammen te isoleren resp. van aardbei en kweepeer en van *Juniperus*. *Bouwen* heeft een *Rhicoctonia* gekregen en *Lihnell* enige soorten. Maar *Lihnell* zegt zeer terecht, dat de synthese met de geïsoleerde zwammen noch aan *Bouwen* noch aan hem zelf is gelukt. De typische mycorrhiza-*arbusculi* zijn bij de proeven niet gevormd, hoewel iets van mycorrhiza-achtige vorming tot stand is gekomen.

In dat opzicht hebben de onderzoekingen over de *ectotrophe* mycorrhiza meer resultaat opgeleverd. Dank zij het prachtige werk van *Melin* in Zweden en zijn school.

Hier is men volkomen zeker van de symbionten en heeft men in reincultuur de typische mycorrhiza verkregen.

Wat is nu de betekenis van de mycorrhiza voor de *Pinus*?

In 1938 beschreef *McComb* (18) een typisch geval, waarbij de invloed van mycorrhiza op de ontwikkeling van kiemplanten van ver-

schillende soorten van *Pinus* zeer evident was. Op een terrein, dat vele jaren voor landbouw bestemd was in de staat Iowa (U.S.A.) werden zaai-bedden aangelegd. Deze werden bedekt met een laag van half verterde naalden uit een krachtig groeiende opstand van *Pinus* in de omgeving. Het bleek, dat de kiemplanten omstreeks Augustus van het eerste jaar pleksgewijze groen en krachtig waren, terwijl de rest in groei achterbleef en bruin tot roodachtig purper verkleurde naalden had.

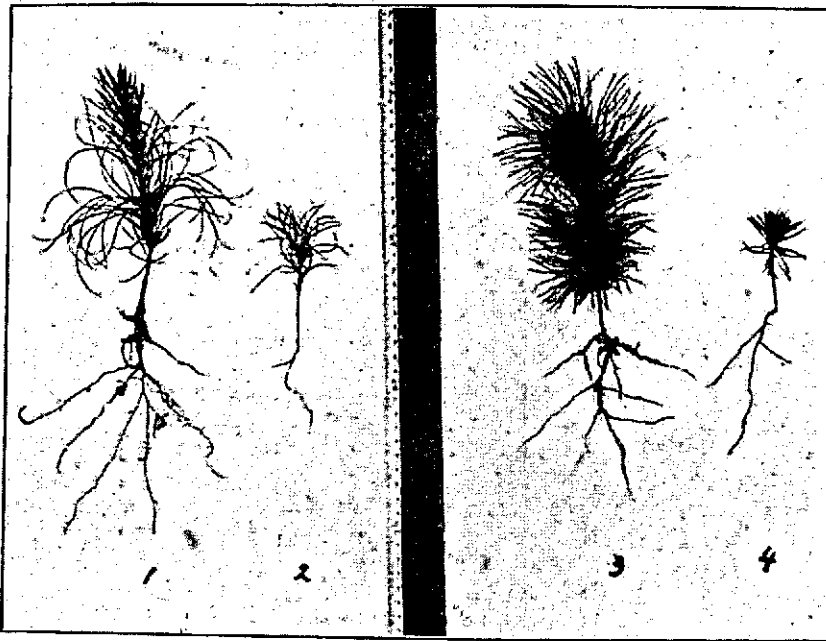
Aan twintig zaailingen met mycorrhiza vond *McComb* gemiddeld per plant 350 dwergwortels tot mycorrhiza omgevormd en 321 niet geïnfecteerde, samen 671; aan twintig zaailingen, die slecht groeiden telde hij als 297 dwergwortels, die niet geïnfecteerd waren, en slechts 7 dwergwortels als mycorrhiza ontwikkeld, totaal dus 304 dwergwortels.

Het gewicht van de verse planten en het drooggewicht was bij de planten met mycorrhiza het dubbele van die zonder infectie. Het gehalte aan N en K der planten met mycorrhiza was $2 \times$ en het gehalte aan P zelfs $4 \times$ zo groot als van de andere. In procenten van het drooggewicht waren N en K niet zeer uiteenlopend en P ongeveer het dubbele bij de planten met mycorrhiza.

Het verschil in totale lengte bedroeg 35% en de delen van de stammetjes boven de cotyledonen verschilden 60%.

Men zou hiertegen kunnen inbrengen, dat de mycorrhiza niet oorzaak van de betere groei is, maar slechts gevolg.

Daarom volgt hier nog een ander voorbeeld van een soortgelijk geval uit onze Overzeese gebiedsdelen (23). Op Sumatra had men in de jaren



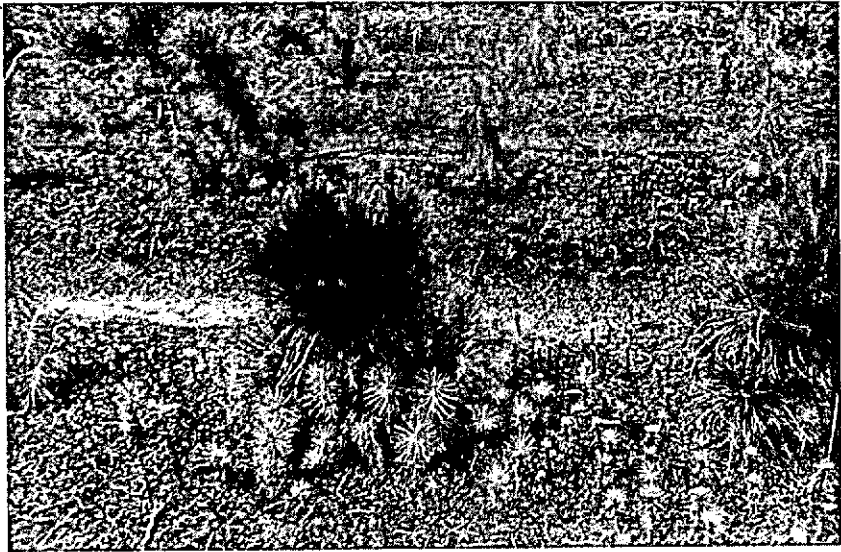
Afb. 4. *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr. (links) en *Pinus Khasya* Royle (rechts), 5 maanden oud met en zonder mycorrhiza.

Uit: J. W. Roeloffs, 1930, p. 896/897.

1927 tot 1930 soortgelijke moeilijkheden met de kunstmatige verjonging van *Pinus Merkusii*. De zaden kiemden in zaaipannen prachtig, maar na het uitplanten in de kwekerij bleek het grootste deel slecht verder te groeien en geel te worden. Ook in dit geval waren er echter plekken te vinden, waar de planten beter groeiden. Bij onderzoek bleek eveneens, dat de betere groei samenging met meer mycorrhiza. De 4 planten op afbeelding 4 zijn 5 maanden oud van eenzelfde bed afkomstig, resp. *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr. en *Pinus Khasya* Royle.

Er is een duidelijk verschil in ontwikkeling.

De houtvester, die dit geval heeft beschreven, Roeloffs, kwam toen op het idee om planten met mycorrhiza, afkomstig uit de kwekerij of ook natuurlijke zaailingen met mycorrhiza op regelmatige afstanden



Afb. 5. Zaailingen van *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr. met ertussen geplante, natuurlijk geïnfecteerde planten („moederboompjes“) van dezelfde soort. Het nuttig effect is aan de zaailingen in hun naaste omgeving duidelijk te zien.

Foto: Prof. A. te Wechel, Oct. 1930.

tussen de jonge, slecht groeiende zaailingen te plaatsen. Reeds na enkele maanden was het succes van deze maatregel duidelijk te zien. Beginnend in de omgeving der „moederboompjes“ zoals zij blijkbaar worden genoemd („pleegmoederboompjes“ zou juist zijn, omdat onder moederbomen iets anders wordt verstaan), kregen de jonge zaailingen een andere kleur en gingen aan de groei (Afb. 5).

Deze veldproef van Roeloffs levert een zeer sterke aanwijzing, dat de mycorrhiza in dit geval de normale ontwikkeling der planten mogelijk maakt.

Hoe moeten wij ons nu de werking van deze ectotrophe mycorrhiza voorstellen?

Melin (9, 10) heeft de verklaring van Frank (4) in 1894 verder

uitgewerkt, dat het gaat om het beschikbaar stellen van gecompliceerdere N-verbindingen, die de bomen zelf niet zouden kunnen opnemen.

Stahl (25) daarentegen meende dat de mycorrhiza planten en stelde, ook op een grond met weinig beschikbare minerale zouten voldoende ervan op te nemen voor een normale ontwikkeling.

Hatch (5) heeft aanvankelijk met Melin in Zweden, later in samenwerking met verschillende van zijn Amerikaanse collega's en met een aantal instituten en proefstations aan dit probleem gewerkt en in 1937 een bijzonder interessant werk gepubliceerd onder de titel "The physical basis of mycotrophy in Pinus".

De wortels van Pinus (en waarschijnlijk ook andere boomsoorten) moeten onderscheiden worden in lange wortels of strekwortels en dwergwortels of zuigwortels. De lange wortels kunnen doorgaan met hun lengtegroei; alleent hun toppen hebben een nog levende primaire schors met wortelharen, die voedsel kunnen opnemen. Maar bij het doorgroeien worden de oudere deelen spoedig secundair verdikt en het opnemen van voedingszouten houdt op door het afsterven van de primaire schors.

De dwergwortels zijn voor het opnemen van voedingsstoffen het belangrijkste. Zij zijn beperkt in hun lengtegroei, hun primaire schors blijft voor het grootste deel maar betrekkelijk korte tijd functioneren. Zij kunnen daarbij wortelharen ontwikkelen. Zij kunnen echter ook omgevormd worden tot mycorrhizae (Afb. 6).

Onder omstandigheden kan ook een pseudo-mycorrhiza ontstaan. Hier stralen vele donkergekleurde hyphen in de omgevende grond uit. Deze



Afb. 6.

- A. Strekwortel zonder dwergwortels in zandcultuur met hoog N-gehalte.
- B. Middelmatige ontwikkeling van dwergwortels in zandcultuur met laag N-gehalte.
- C. Ontwikkeling van dwergwortels bij infectie door mycorrhiza-vormende zwammen in arme grond.

Uit: A. B. Hatch, 1937, p. 135.

groeien uit een mantel van mycelium. Ook vindt men een net van hyphen, dat de cellen van de schors van elkaar isoleert. De zwam is echter een geheel andere als bij de voorgaande gevallen nl. *Mycelium Radicis Nigrostrigosum*.

Het aantal dwergwortels dat tot mycorrhiza wordt omgevormd blijkt nu in arme grond het grootst te zijn. In rijke grond zijn het er belangrijk minder. Geeft men een volledige bemesting dan neemt de hoeveelheid mycorrhiza af. Wordt echter, en dit geldt ook voor de rijke grond, bij die bemesting een van de elementen P, K, of Ca weggelaten, dan stijgt het aantal mycorrhiza.

Het resultaat was bij een proef met vruchtbare grond het volgende.

In de grond zonder meer gebruikt, vertonen de wortels hier en daar slecht ontwikkelde mycorrhizae. Bij volledige bemesting met weglating van N: geen mycorrhiza. Bij weglating van Ca zijn mycorrhizae goed ontwikkeld. Werd geen K gegeven, dan was de mycorrhiza goed ontwikkeld. Ten slotte zijn de mycorrhizae bijzonder goed ontwikkeld, waar P. werd weggelaten.

Eenzelfde resultaat verkregen Mitchell (12) en medewerkers met *Pinus* en *Picea* bij een proef op onvruchtbare klei gemengd met verteerd zaagsel, die verschillend bemest werd en met grond werd geënt, waarin mycorrhiza-vormende zwammen.

Alleen daar waar P of K of N was weggelaten, waren de mycorrhizae goed ontwikkeld. Bij volledige bemesting ontbraken zij.

De controle-bedden waren niet bemest en niet geënt. Hierin trad nu hetzelfde verschijnsel op als boven beschreven, dat nl. tussen de slecht-groeiende planten in hun tweede jaar groepen van zaailingen beter groeiden. Deze bleken mycorrhiza gevormd te hebben.

Van de planten met en zonder mycorrhiza werden 10 Juni en 20 Augustus monsters genomen en het gemiddelde drooggewicht op die data bepaald benevens het gehalte aan N, P en K.

Het drooggewicht is bij *Pinus* ook zonder mycorrhiza nog iets toenomen, maar de planten met mycorrhiza hebben veel meer geproduceerd in de 70 dagen. De hoeveelheid opgenomen N, P en K is in die tijd \pm gelijk gebleven of verminderd bij planten zonder mycorrhiza, terwijl degenen met mycorrhiza blijkbaar geen moeite hadden veel grotere hoeveelheden op te nemen.

Nog evidentier zijn de cijfers bij *Picea*. Daar is ook het totale drooggewicht van planten zonder mycorrhiza achteruitgegaan en is het verschil met de geïnfecteerde planten nog groter.

Uit analyse bleek dat in de grond geen verschillen in het P-, K- of N-gehalte te constateeren waren.

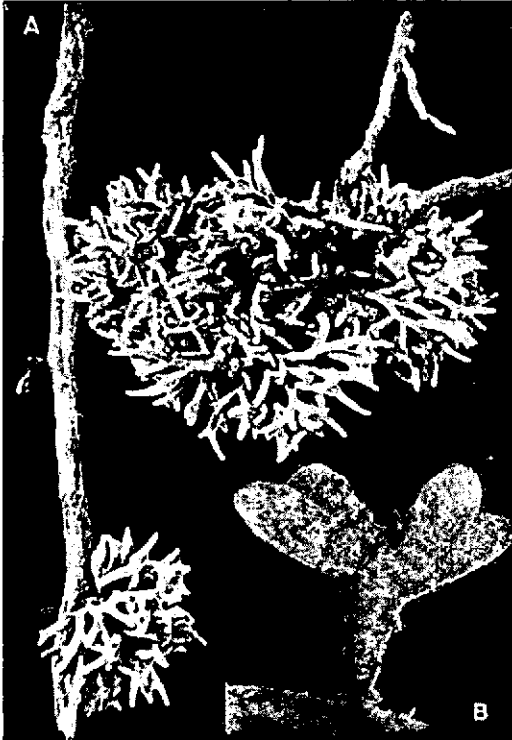
Hatch komt tot de conclusie dat de houtsoorten, die ectotrophe mycorrhizae vormen, met uitzondering van de rijke landbouwgronden, overall niet kunnen bestaan zonder mycorrhiza en dat het nut van de mycorrhiza zich concentreert op het opnemen van de 4 genoemde elementen, waarschijnlijk zelfs alle elementen die nodig zijn, veel eerder dan op de N alleen.

Stahl had het dus z.i. bij het rechte eind.

Waardoor is nu de boom met mycorrhiza beter in staat voedingsstoffen op te nemen uit de bodem en het strooisel?

De dwergwortels zonder mycorrhiza hebben een slechts geringe lengte ; daarbij komt, dat de verkurking aan de primaire schors en het onwerkzaam worden al betrekkelijk spoedig optreedt.

In de geïnfecteerde dwergwortels zijn de cellen van de schors hypertrophisch vergroot, waardoor de gehele wortel opzwelt en het oppervlak dus toeneemt. Nog veel groter is het effect door de hypertrophisch geactiveerde lengtegroei der dwergwortels en hun dichotome vertakking. Deze kan zover gaan dat een haast heksenbezemachtige vorming ontstaat (Afb. 7). Een détail van een dwergwortel met jonge stadia van



Afb. 7. Invloed van mycorrhiza-vormende zwammen op de ontwikkeling der dwergwortels van Pinus.

Uit : A. B. Hatch, 1937, p. 138

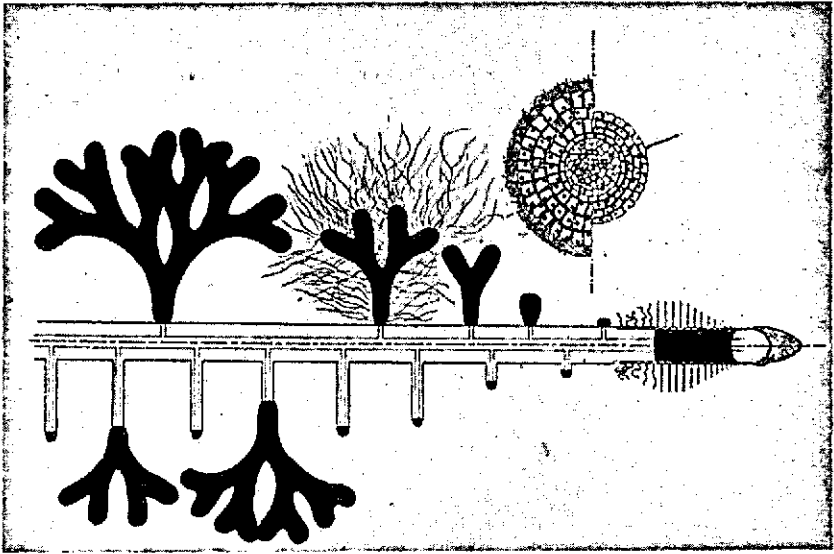
de vertakking toont ook duidelijk de hypertrophische verdikking van de dwergwortel.

Daarbij komt nog dat de primaire toestand in de tot mycorrhiza omgevormde dwergwortels langer bewaard blijft en het toch reeds vele malen vergrootte oppervlak ook langer kan functionneren.

Rekent men daarbij nog het oppervlak van de myceliumdraden en strengen die de mantel met de grond verbinden dan wordt de verhouding nog meer verschoven ten gunste van de wortels met mycorrhiza.

Hatch heeft dit schematisch voorgesteld in Afb. 8.

Nu is door de Zweedse School (Melin (11) en medewerkers) nog een andere ontdekking gedaan. Zij vonden nl. dat niet alleen kiemende zaden stoffen afscheiden die een gunstige invloed uitoefenen op de ontwikkeling van zwammen, die mycorrhiza kunnen vormen, maar dat ook



Afb. 8. Diagram, voorstellende de invloed van een infectie door mycorrhiza-vormende zwammen op de ontwikkeling der dwergwortels. Zwart gekleurd = het opnemend oppervlak van de wortel.

Uit: A. B. Hatch, 1937, p. 140.

de zwammen stoffen afscheiden, die de groei van kiemplanten bevorderen.

Daarmee zou het hele probleem dus volgens Lindquist (7) verschoven zijn naar het gebied van de groeistoffen en zou de symbiose opgevat moeten worden als een uitwisseling van groeistoffen, terwijl de kwestie van een uitwisseling van bouwstoffen slechts secundair zou zijn.

Wij zullen moeten afwachten of deze hypothese ons nog nader tot een juist begrip van de (ectotrophe) mycorrhiza zal brengen.

Tenslotte lijkt mij "The physical basis of mycotrophy" zoals Hatch zijn samenvattend werk heeft genoemd, een zeer reële basis.

Ik kan niet nalaten te eindigen met een vrij weergegeven citaat van Romell (24).

Als de bomen een wortelsysteem geheel van eigen materiaal moesten maken zo uitgebreid, dat zij zich in de concurrentie met de talrijke organismen in de grond kunnen handhaven, dan zou dit de bomen veel meer kosten, dan wat zij aan de zwammen die mycorrhiza vormen, moeten afstaan om hetzelfde effect te bereiken.

Van een dgl. wortelsysteem zou men dus met meer recht kunnen zeggen, dat het op de boom „parasiteert” dan van de fungi die mycorrhiza vormen.

De hypertrophische opzwellings van de schors en de hypertrophische vertakkingen van de dwergwortels zijn pathologische verschijnselen. Dus kan men de ectotrophe mycorrhiza characteriseren als: een „weldadige ziekte”.

LITERATUUR:

1. Bouwens, H. Investigations about the mycorrhiza of fruit-trees, especially of Quince (*Cydonia vulgaris*) and of strawberry-plants (*Fragaria vesca*). Zentrabl. f. Bakteriologie etc., II Abt. 97: 34—49, 1937.
2. Butler, E. J. The occurrences and systematic position of the vesicular-arbuscular type of mycorrhizal fungi. Trans. Brit. Mycol. Soc. 22: 274—301, 1939.
3. Endrigkeit, A. Beiträge zum ernährungsphysiologischen Problem der Mykorrhiza unter besonderer Berücksichtigung des Baues und der Funktion der Wurzel- und Pilzmembranen. Bot. Arch. 39: 1—87, 1937.
4. Frank, A. B. Die Bedeutung der Mykorrhiza für die gemeine Kiefer. Forstwissensch. Centralbl. 38: 183—190, 1894.
5. Hatch, A. B. The physical basis of mycotrophy in *Pinus*. Black Rock Forest Bull. no. 6. 168 p., 1937.
6. Lihnell, D. Untersuchungen über die Mykorrhizen und die Wurzelpilze von *Juniperus communis*. Symbol. Bot. Upsal. V. 3. Pt. 3, 141 p., 1939.
7. Lindquist, B. Die Fichtenmykorrhiza im Lichte der modernen Wachstoffsorschung. Särtryck us Botaniska Notiser 1939, Lund 1939.
8. Mc Comb, A. L. The relation between mycorrhizae and the development and nutrient absorption of pine seedlings in a prairie nursery. Journ. For. 36: 1148—1154, 1938.
9. Melin, E. Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Jena (G. Fischer), 1925.
10. ——— Die Mykorrhizapilze der Waldbäume und ihre Bedeutung. Nederl. Boschbouwtijdschrift, 4 (2): 39—46, 1931.
11. Melin, E. & Lindbeerg, G. Ueber den Einfluss von Aneurin und Biotin auf das Wachstum einiger Mykorrhizenpilze. Bot. Not. 1939: 241—245. Lund 1939.
12. Mitchell, H. L., Finn, R. F. & Rosendahl, R. O. The relation between mycorrhizae and the growth and nutrient absorption of coniferous seedlings in nursery beds. Black Rock Forest Papers 1: 58—73, 1937.
13. Muller, H. R. A. Mycorrhiza van Citrus. Landbouw, XII: 1—10, 1396/1937.
14. O'Brien, D. C. & McNaughton, E. I. The endotrophic mycorrhiza of strawberry and its significance. The West of Scotland Agric. Coll. Res. Bull. 1, 1928.
15. Peyronel, B. Sulla normale presenza di micorize nel grano e in altre piante coltivate e spontanee. Bull. mens.inform. e not. della R. Staz. Pat. Veg. III: 43—50, 1922.
16. ——— Fructification de l'endophyte à arbuscules et à vésicules des mycorrhizes endotrophes. Bull. Soc. Myc. de France, 39: 119—126, 1923.
17. Rayner, M. C. Mycorrhiza. An account of non-pathogenic infection by fungi in vascular plants and bryophytes. The New Phytologist, 25, 1926. 26, 1927.
[New Phytologist reprint No. 15, 246 p. 64 fig.]
18. ——— Mycorrhiza in the genus *Citrus*. Nature, 131: 399, 1933.
19. Reed, H. S. & Frémont, Th. Les arbuscules des mycorrhizes endotrophes. Comptes rendus hebdomadaires de la Société de Biologie et de ses Filiales et Associées, 116: 201—202, 1934.
20. Reed, H. S. & Frémont, Th. Sur les réactions des cellules des racines de Citrus à l'infection par les mycorrhizes. Compt. Rend. Acad. Sci., 199: 84—87, 1934.
21. Reed, H. S. & Frémont, Th. Étude physiologique de la cellule à mycorrhizes dans les racines de Citrus. Revue de Cytologie et de Cytophysiologie végétales 1 (4): 327—347, 1935.
22. Reed, H. S. & Frémont, Th. Factors that influence the formation and development of mycorrhizal associations in Citrus roots. Phytopath. 25: 645—647, 1935.

23. Roeloffs, J. W. Over kunstmatige verjonging van *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vr. en *Pinus Khasya* Royle.
Tectona 23: 874—907, 1930.
24. Romell, L. G. The ecological problem of mycotrophy. Ecology 20 (2): 163—167, 1939.
25. Stahl, E. Der Sinn der Mykorrhizenbildung. Eine vergleichend-biologische Studie.
Jahrb. f. wiss. Bot. 34: 534—668, 1900.
26. Wakker, J. H. & Went, F. A. F. C. De ziekten van het suikerriet op Java.
Leiden, 1898.

MEDEDELING.

Het Bosbouwproefstation T.N.O. te Wageningen, zal gaarne van de zijde van bosbezitters en bosbeheerders, zowel ten aanzien van bossen in particuliere als in publiekrechtelijke eigendom, worden ingelicht over de aanwezigheid van:

1. afzonderlijke bomen, boomgroepen of gehele opstanden van uitheemse en inheemse loof- en naaldhoutsoorten, waarvan de uiterlijke verschijning opvallend goed is, met het oogmerk hiervan, na nader gebleken geschiktheid, zaad te winnen voor het selectie- en het veredelingswerk;

2. opstanden van uitheemse houtsoorten, met de bedoeling hierin opmetingen te doen ter uitbreiding van het exoten-onderzoek, dat tot dusverre door de Exoten-commissie der Nederlandsche Heidemaatschappij werd verricht. Dit onderzoek betreft douglas, Jap. lariks, Oostenrijkse en Corsicaanse den, waarvan door oorlogs- en andere omstandigheden een groot aantal proefvelden is afgevallen. Naast oudere opstanden van deze houtsoorten komen ook jonge beplantingen in aanmerking, terwijl eveneens voor andere, in opstandsverband aanwezige uitheemse houtsoorten belangstelling bestaat.

Iedere boseigenaar en -beheerder wordt uitgenodigd voor zijn ressort na te gaan, in hoeverre daarin iets van het gevraagde aanwezig is. Berichten zullen gaarne worden ingewacht bij het

*Bosbouwproefstation T.N.O. „De Dorschkamp”, Domeinweg 1,
postbus 23 te Wageningen.*
