

Drie proefschriften over boomwortels en bodemverzuring.

Als gevolg van de belangstelling voor effecten van de verzuring en stikstofverrijking op onze natuurlijke ecosystemen, is er de laatste jaren veel fundamenteel onderzoek gedaan. Daarbij is relatief veel aandacht besteed aan wortelgroei omdat ook de bodem veel veranderingen ondergaat bij depositie van verzurende en verrijkende stoffen. Het is daarom verheugend om op deze plaats drie proefschriften te kunnen bespreken die te maken hebben met wortelgroei van bomen, nl. respectievelijk mycorrhizaontwikkeling bij grove den (Termorshuizen, 1990), saprofytische schimmels en bacteriën op het worteloppervlak van douglas (Gorissen, 1991) en effecten van stikstofopname van douglas-wortels op de pH direct rond de wortels (Gijsman, 1990).

In alle onderzoeken staan de effecten van bodemkundige veranderingen als gevolg van de depositie van luchtverontreiniging centraal, dat wil zeggen een stijging van stikstof- en van aluminiumgehalten als gevolg van de verzuring die ontstaat door omzetting van de ene stikstofvorm (ammonium) in de andere (nitraat). Bij deze veranderingen treedt ook eerder uitspoeling van voedingselementen op (kalium, calcium en magnesium). Kortom: het wortelmilieu lijkt minder gunstig te worden. De vraag is hoe wortels en organismen in hun directe omgeving (de rhizosfeer) hierop reageren.

Termorshuizen (1990) onderzocht bij grove den hoe de achteruitgang van mycorrhizapaddestoelen in de laatste decennia verklaard kan worden. De worteltoppen van vrijwel alle boomsoorten zijn bezet met een schimmelmantel van schimmels die in symbiose met de boom leven. De beide organismen hebben voordeel van dit samenleven. Door achteruitgang van deze schimmels zou onder andere de voedingsstoffenvoorziening van de boom gestoord kunnen worden. In het veldonderzoek bleek dat met name de stikstofverrijking een negatieve invloed had op de hoeveelheid en soortenrijkdom van deze paddestoelen. De invloed van depositie van zwavelverbindingen was minder sterk. De invloed van verrijking was overigens vooral terug te vinden in de bovengrondse vruchtlichamen (de paddestoelen) en was minder duidelijk voor de mycorrhizabezettingsgraad op de worteltoppen zelf. In kasproeven kon echter wel een verband met het aantal mycorrhiza-wortel-

toppen worden aangetoond. Bij begassing met SO₂ bleek dat de ene schimmelsoort gevoeliger is dan de andere. In de veldsituatie was al eerder geconstateerd dat er enige paddestoelsoorten juist waren toegenomen gedurende de laatste decennia. Volgens Termorshuizen verloopt de invloed van depositie van luchtverontreiniging op mycorrhizapaddestoelen vooral via de stikstofcomponenten en minder via de zwavelcomponenten. Voor de vastlegging van de (overmaat) stikstof in de plant zijn o.a. suikers nodig, die dus niet ten goede kunnen komen aan de symbiotische schimmel rond de worteltop.

Andere organismen in de rhizosfeer zijn bestudeerd door Gorissen (1991). Hij heeft gekeken naar het effect van luchtverontreiniging op bacteriën en saprofytische schimmels direct rond de fijne wortels. Dit zijn organismen die gebruik maken van voedingsstoffen die uit de wortels weglekken, zoals suikers, maar ook van afgestorven cellen. Zij zijn echter niet parasitair, maar kunnen ook niet werkelijk symbiontisch worden genoemd. Zij spelen wel een rol bij de opname van voedingsstoffen door de boom. Zowel veranderingen in de plant als veranderingen in de bodem hebben een effect op deze rhizosfeerbewoners. De bovengrondse invloed van luchtverontreiniging en de stikstofovermaat kan ervoor zorgen dat er minder assimilaten in de wortels terecht komen: de spruit/wortelverhouding stijgt. Om dit effect te testen heeft Gorissen gebruik gemaakt van een speciale klimaatkamer waarmee ¹⁴CO₂ (licht radioactief CO₂) aan de bovengrondse delen van de boom kon toedienen. Na enige tijd is de ¹⁴C ook in de wortels terug te vinden, in de suikers die daarheen worden getransporteerd. Met deze apparatuur kon worden vastgesteld dat ozon en zwaveldioxide het transport van deze suikers uit de naalden kunnen verminderen. Dit heeft dus nadelen voor de andere delen van de boom, met name de wortels. Het bleek een kortdurend effect te zijn, dat wil zeggen het transport verliep weer normaal, nadat de concentraties waren teruggebracht. Als planten last hebben van ozon, verergert het droogteeffect. Ondanks de effecten op de wortelgroei kon geen effect worden aangetoond op de bacteriepopulaties. Door de veranderingen in de bodem als gevolg van luchtverontreiniging veranderde de wortelmorfologie van de jonge douglasbomen, o.a. door stijgende ammonium- en aluminiumconcentraties en een lagere pH. Hierdoor trad in de rhizosfeer een duidelijke reductie op in bacteriën en mycorrhiza. Er was minder invloed op de schimmelflora rond de wortel. Door deze veranderingen in bodem en rhizosfeer traden in de plant grote veranderingen op. Dit uitte zich met name in een ongunstige stikstof/fosfor-verhouding in de naalden.

Gijsman (1990) bestudeerde de effecten van de stikstofvoorziening op de pH van de rhizosfeer. Stikstof kan in twee vormen worden opgenomen door de fijne wortels, als ammonium (met een positieve elektrische lading) of als nitraat (met een negatieve elektrische lading). Doordat stikstof een van de belangrijkste voedingsstoffen is voor planten, is de netto elektrische lading van alle opgenomen stoffen sterk afhankelijk van de stikstofvorm. De plant compenseert deze lading door extra uitscheiding van H^+ (positief) of OH^- (negatief). Bij veel ammoniumopname wordt dus H^+ uitgescheiden, zodat de rhizosfeer zuurder wordt dan de rest van de grond. Bij nitraatopname wordt de rhizosfeer pH juist hoger. Gijsman heeft onderzocht welke stikstofvorm douglas prefereert en wat voor effect dit heeft op de pH veranderingen rond de wortel. Uit een proef met zaailingen die de twee vormen van stikstof kregen toegediend, bleek dat douglas de opname van ammonium prefereert in een voedingsoplossing. In grond is ammonium echter minder beweeglijk dan nitraat, zodat in potproeven en in het veld vaak toch meer nitraat wordt opgenomen. Ondanks de voorkeur, heeft de ammoniumopname een aantal negatieve gevolgen voor de plant. Bij overmatige ammoniumopname in zure bodems, krijgt de plant problemen met de interne pH regulering, de plant verzuurt zelf. Uit andere proeven bleek dat de wortels niet overal een zelfde opnamegedrag vertonen. Bij de worteltop treedt vaak minder verzuring op, of treedt zelfs alkalisering op, afhankelijk van de verhouding ammonium en nitraat in de bodem. Het lijkt erop dat de wortelpunt in zure bodems enigszins beschermd wordt doordat hier een voorkeur voor de opname van nitraat is. Echter als er alleen ammonium beschikbaar is, werkt dit mechanisme niet. In

modelberekeningen voor een douglasopstand op de Veluwe bleek dat minder dan de helft van de stikstof uit de bodem wordt opgenomen als ammonium. In de bovengrond is dit in verhouding meer, doordat er meer ammonium beschikbaar is uit de natte en droge depositie van ammoniakverbindingen. Gijsman verwacht dat als door toenemende bodemverzuring de nitrificatie afneemt en er dus geen nitraat meer gevormd wordt, de wortels versneld in de problemen komen, met grote risico's voor de vitaliteit van het bos.

De laatste jaren is er uiteraard meer geschreven over de effecten van luchtverontreiniging op bodems en ecosystemen. De hier beschreven proefschriften zijn niet aan te bevelen voor de oppervlakkig geïnteresseerde lezer. Zij bevatten echter een schat aan informatie voor iemand die meer wil weten over de mechanismen van veranderingen in het wortelmilieu, om zich een voorstelling te kunnen maken van de manier waarop luchtverontreiniging het functioneren van bomen en bossen beïnvloedt. De proefschriften zijn o.a. in beide bosbouwbibliotheken in Wageningen beschikbaar.

A.F.M. Olsthoorn

Literatuur

- Gijsman, A.J. 1990 Nitrogen nutrition and rhizosphere pH of Douglas-fir. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, 132p.
- Gorissen, A. 1991 Effects of air pollutants on the microflora in the rhizosphere of Douglas fir. Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam, 114p.
- Termorshuizen, A.J. 1990 Decline of carpophores of mycorrhizal fungi in stands of Pinus sylvestris. Proefschrift Landbouwwuniversiteit Wageningen, 128p.

Peulen voor al uw houtbewerkingsmachines.
Bezoek onze moderne showrooms met meer
dan 200 verschillende machines in voorraad.

Importeur:

Ingenieursbureau
PEULEN

MEER DAN 38 JAAR SERVICE

OOSTPLEIN 130

3011 KX ROTTERDAM

010-411.71.66

Demonstratie
Rotterdam of Dalfsen.



Houtblokken zagen en kloven in één arbeidsgang
t/m 30 cm \varnothing Door gebruik van pendelzaag weinig
krachtsinspanning noodzakelijk. Opgenomen
vermogen 7,5 kW. Aandrijving via aftakas of
elektromotor. Hulpstuk: transportband.