

Boomwortel met mycorrhizaschimmels

# CO<sub>2</sub>-opname: de meerwaarde van mycorrhizaschimmels

**Bijdragen aan de CO<sub>2</sub>-quota in Nederland is voor bouseigenaren en beheerders een ingewikkelde taak. Ruimte om grote oppervlakten blijvende bossen aan te leggen wordt schaarser. Diverse bouseigenaren en beheerders hebben interesse in de aanleg van kleine oppervlakten bossen die ook aanzienlijk bijdragen aan de CO<sub>2</sub>-vastlegging. Bodemleven, specifiek mycorrhizaschimmels, lijken geschikt om de opname en vastlegging van CO<sub>2</sub> door bossen te verhogen. Dit artikel beschrijft een eerste onderzoek naar de bijdrage van mycorrhizaschimmels aan de opname en vastlegging van CO<sub>2</sub>, en wat de baten daarvan kunnen zijn voor bouseigenaren en beheerders.**

— JACQUELINE BAAR (TRIPLE E), KIMBERLEY DEN HERDER (STUDENT HOGESCHOOL INHOLLAND), AAFKE VAN ERK (TRIPLE E), TIM NIEMAN (ARCADIS)

In de afgelopen vijftig jaar is de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer met bijna 40% toegenomen. Wegens internationale afspraken streeft Nederland naar een gereduceerde productie van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer voor 2020. Dit kan bereikt worden door energiebesparing en het gebruik van duurzame energie. Ook kan

CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer worden opgenomen en vastgelegd door de aanleg van meer bos. Bossen die bestaan uit vitale bomen met een gezonde kruin met een groot bladoppervlakte, leggen meer CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer vast dan bossen waarvan de bomen niet gezond zijn en staan te kwijnen.

## Bodemleven en CO<sub>2</sub>-opname

Veelal wordt aangenomen dat de opname van CO<sub>2</sub> plaatsvindt door de bomen zelf. Echter ook bodemorganismen zijn van belang voor de opname en vastlegging van CO<sub>2</sub>, maar het staat nog ter discussie in welke mate. Ook is niet bekend of de opname van CO<sub>2</sub> bevordert kan worden door beheermaatregelen die gunstig zijn voor de ontwikkeling van de bomen en het bodemleven. Wel is uit eerder onderzoek bekend dat symbiotisch levende schimmels, ook wel mycorrhizaschimmels (zie kader) het benodigde koolstof volledig opnemen uit de bovengrondse delen van planten en bomen en niet uit dood organisch materiaal zoals saprofytische schimmels en bacteriën dat doen.

Er is weinig onderzoek verricht naar de bijdrage van ectomycorrhizaschimmels aan de CO<sub>2</sub>-opname van bomen. Wereldwijd is er slechts één studie gepubliceerd waarin wordt aangegeven dat de verplaatsing van koolstof van dennen naar de bijbehorende ectomycorrhizaschimmels 1 tot 21% bedraagt. Voor een optimale koolstofopname door de bomen is het van belang dat zowel de bomen als de ectomycorrhizaschimmels vitaal zijn. Bomen worden vitaal genoemd als de takken een groot aantal scheuten en een hoge dichtheid aan bladeren of naalden bevatten. Vitale bomen hebben een goed ontwikkeld wortelstelsel met wortels die veel levende cellen bevatten. Vitale ectomycorrhizaschimmels bevatten levende cellen. Waarnemingen aan ectomycorrhizaschimmels geven een indicatie over de mate van vitaliteit van bomen.

## Onderzoek naar de grove den en beuk

Om meer inzicht te verkrijgen in de bijdrage van mycorrhizaschimmels aan de CO<sub>2</sub>-opname door bomen hebben wij onderzoek uitgevoerd aan grove den en beuk. De grove den komt in het noordoosten, midden en zuidoosten op droge arme zandgronden in Nederland voor. De beuk groeit op vrij droge tot vochtige kalkrijke gronden vooral in het zuidoosten van Nederland. Voor dit onderzoek zijn vier locaties met grove den en beuk geselecteerd, waarvan twee locaties met vitale en twee met niet-vitale bomen. De locaties van de grove den bevonden

zich in Limburg met bomen van de vergelijkbare leeftijd van circa 40 jaar. Wat betreft de bodemgesteldheid zijn de locaties vergelijkbaar, beide bevonden zich op zand. De twee locaties van beuk bevonden zich in de provincie Drenthe op zand. De onderzochte bomen waren circa vijf jaar oud. Hoewel de twee locaties met vitale respectievelijk niet-vitale bomen zoveel mogelijk vergelijkbaar zijn gekozen, zijn er mogelijk verschillen aanwezig (die niet zijn gemeten), die van invloed kunnen zijn op de resultaten van dit onderzoek. Per locatie zijn vijf bomen geselecteerd die representatief waren voor de bossen.

Er zijn verschillende manieren om de CO<sub>2</sub>-opname van bomen te bepalen. In ons onderzoek is van de vijf bomen de assimilatie (het vastleggen van CO<sub>2</sub> in organische verbindingen) bepaald met behulp van een fotosynthesemeter. Daarnaast is de boomdiameter op borsthoogte gemeten. Met behulp van formules uit de literatuur is de bovengrondse biomassa berekend aan de hand van de bepaalde boomdiameters. Daarbij is een formule gebruikt die specifiek de biomassa berekent voor grove den, en een formule die specifiek is voor beuk. Ook zijn bodemmonsters met wortels genomen van de vijf bomen in de bovenste 20 centimeter van de bodem. Vervolgens zijn de bodemmonsters microscopisch onderzocht op het voorkomen van vitale wortels, wortels met ectomycorrhizaschimmels en vitale ectomycorrhizaschimmels.

#### Meer mycorrhizaschimmels, meer CO<sub>2</sub>-opname

Uit het onderzoek kwam naar voren dat op beide locaties de vitale grove dennen en beuken een relatief hoog percentage vitale wortels bevatten (zie tabel 1). Van deze wortels was de helft van de wortels van grove den gemycorrhizeerd en driekwart van de wortels van de beuken. De meerderheid van de ectomycorrhizaschimmels op de wortels was vitaal, 90% op de wortels van de grove den en 63% op de wortels van de beuk. Bij de minder vitale bomen daarentegen is de vitaliteit van de mycorrhizaschimmels veel lager met 13% en 7%. Vitale grove dennen hebben een goede dichte structuur van de kronen en een sterk ontwikkeld wortelstelsel. Dit in tegenstelling tot de niet-vitale grove dennen, die verkleurde naalden hebben met kronen met zeer open structuur.

De metingen aan de assimilatie van de bomen laten zien dat de fotosyntheseactiviteit hoger is

## Bomen in symbiose met ectomycorrhizaschimmels

Mycorrhizaschimmels gaan een samenlevingsverband aan met planten, zowel kruiden als bomen. Bekende mycorrhizaschimmels bij bomen zijn: vliegenzwam, eekhoorntjesbrood en cantharel waarvan de paddenstoelen in het najaar bovengronds verschijnen. De rollen tussen de partners zijn verdeeld. De schimmels nemen nutriënten op uit de bodem en geven die via de schimmeldraden door aan de planten en bomen. Vooral stikstof en fosfaat, maar ook andere voedingsstoffen, zoals kalium en magnesium, worden opgenomen. In ruil voor de opname van nutriënten ontvangen de schimmels koolstof in de vorm van suikers afkomstig van de fotosynthese van de planten en bomen. Een andere functie is vermindering van droogtestress. De flinterdunne schimmeldraden van enkele micrometers dikte kunnen uit de verste plekjes van de bodem vocht opnemen.

### Ectomycorrhiza

Een deel van de boomsoorten, waaronder eik, beuk, berk en grove den leven in symbiose met een specifieke groep mycorrhizaschimmels. Deze schimmels worden aangeduid met de term ectomycorrhizaschimmels, omdat de schimmeldraden uitbundig rondom de wortels groeien. Daarbij vormen ze een stevige structuur aan de buitenkant van de wortels, de mantel die per soort verschilt in kleur en vorm. Ook groeien schimmeldraden de wortels binnen tussen de cellen in. Vanuit deze schimmeldraden vindt de uitwisseling van nutriënten, water en koolstof plaats. Het koolstof is afkomstig van het door de bomen opgenomen CO<sub>2</sub> en wordt getransporteerd naar de stammen en takken waar het wordt vastgelegd. Ook wordt koolstof geleverd aan de wortels, waar de uitwisseling van de door de schimmels opgenomen nutriënten en het van de bomen afkomstige koolstof plaats vindt. Ectomycorrhizaschimmels zijn van groot belang voor een vitale ontwikkeling van hun gastheerbomen.

**Tabel 1** De percentages vitale wortels, gemycorrhizeerde wortels en vitale mycorrhizaschimmels van vitale en weinig-vitale bomen (grove den en beuk).

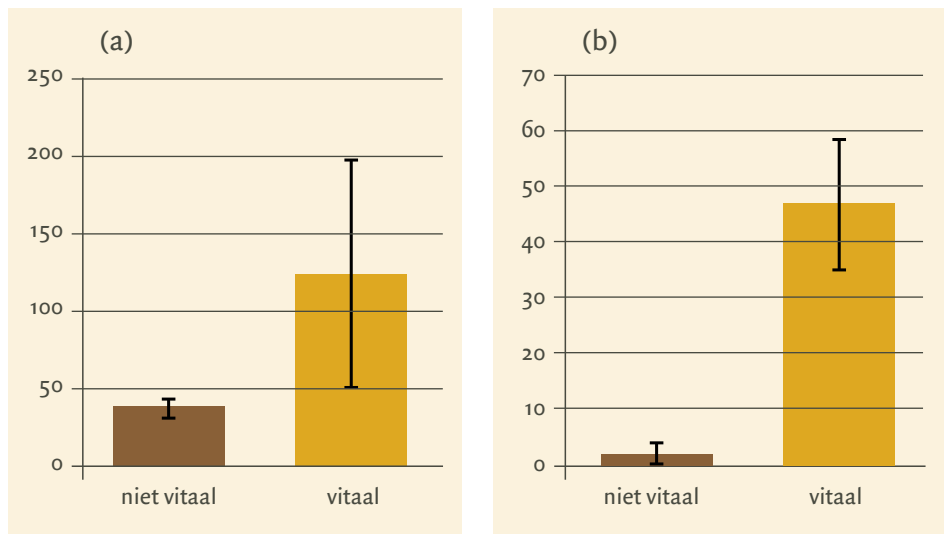
#### Kwaliteit mycorrhizaschimmels en wortels van grove den en beuk

	vitaliteit wortels (%)	gemycorrhizeerde wortels (%)	vitaliteit mycorrhizaschimmels (%)
grove den	Vitale bomen	73	90
	Weinig-vitale bomen	12	13
beuk	Vitale bomen	65	63
	Weinig-vitale bomen	10	7

**Tabel 2** Assimilatie bij vitale en weinig vitale bomen (grove den en beuk).

#### Assimilatie bij grove den en beuk

	maximale assimilatie	
Grove den	Vitale bomen	15997
	Weinig-vitale bomen	4529
Beuk	Vitale bomen	8390
	Weinig-vitale bomen	3006



**Figuur 1** De biomassa van (a) minder-vitale en vitale grove dennen en (b) de biomassa van minder-vitale en vitale beuken, berekend aan de hand van de diameter.

bij de grove dennen en beuken met meer mycorrhizaschimmels (zie tabel 2). De maximale assimilatie van de vitale beuken gaat samen met een goede ontwikkeling van de mycorrhizaschimmels en is ruim twee maal zo hoog als de assimilatie van de weinig vitale beuken. Bij grove den is de maximale assimilatie drie maal zo hoog bij vitale bomen ten opzichte van de weinig vitale bomen.

De diameter van de grove dennenbomen varieerden van 13 tot 35 centimeter en die van de beuken van 1 tot 11 centimeter. De berekende biomassa op basis van de gemeten boomdiameters varieerde eveneens sterk. Daarbij bleek dat de biomassa van zowel vitale beuken als vitale grove dennen enkele malen groter is dan van niet-vitale bomen (zie figuur 1). Dit duidt er op dat ook de vitale bomen een grotere hoeveelheid CO<sub>2</sub> opnemen dan de niet vitale bomen.

De waargenomen resultaten geven aan dat bomen met een vitaal wortelstelsel met 50% of meer vitale ectomycorrhizaschimmels een grotere biomassa hebben dan bomen met gering percentage vitale wortels en mycorrhizaschimmels. De bomen met een vitaal wortelstelsel zijn niet alleen vitaler dan bomen met een wortelstelsel met minder dan 15% vitale wortels en mycorrhizaschimmels, ze assimileren ook nog eens meer. Daarmee nemen ze meer CO<sub>2</sub> op die kan worden vastgelegd in de bomen. Hoewel er geen directe oorzaak-gevolgrelatie is aangetoond in dit onderzoek, ondersteunen

de resultaten de hypothese dat de aanwezigheid van mycorrhizaschimmels bijdragen aan de vitaliteit van de boom en hiermee aan een hogere opname en vastlegging van CO<sub>2</sub>.

#### Belang voor boseigenaren en beheerders

Op basis van de resultaten kunnen er aanbevelingen worden gedaan voor de boseigenaren en beheerders. Daarbij raden wij aan om te streven naar zo vitaal mogelijke bomen met een goed ontwikkeld vitaal wortelstelsel met meer dan 50% vitale mycorrhizaschimmels. Dit kan worden bepaald met behulp van microscopisch onderzoek door experts in mycorrhizaschimmels.

Het verbeteren van de wortelontwikkeling met mycorrhizaschimmels kan worden gerealiseerd door de toediening van de juiste mycorrhizaschimmels bij de aanplant van de bomen. Bovendien is het voor een goede en vitale ontwikkeling van de wortels met mycorrhizaschimmels van belang de bodem schraal te houden. Veelal worden houtsnippers en/of houtafval over de bodem uitgestrooid. Daarmee ontstaat een overmaat aan organisch materiaal in de bodem met nutriëntverrijking tot gevolg. Daarom is ons advies om zo min mogelijk houtsnippers en/of houtafval aan te brengen. ♦

Jacqueline Baar (Triple E), [jacqueline@tripleee.nl](mailto:jacqueline@tripleee.nl)  
 Kimberley den Herder (Student Hogeschool InHolland), Aafke van Erk (Triple E), Tim Nieman (Arcadis)



Metten van de assimilatie en diameter van de grove den

#### Subsidie voor de aanleg van nieuw duurzaam en blijvend bos

Boseigenaren en beheerders kunnen in aanmerking komen voor een subsidie voor de aanleg van nieuw duurzaam en blijvend bos uit een boscertificatenfonds. Het fonds geeft een eenmalige bijdrage die tussen de € 4600 en € 6800 per hectare ligt. Enkele voorwaarden om in aanmerking te komen zijn onder andere dat het bos minstens vijf hectare groot moet zijn of jaarlijks minstens 875 ton CO<sub>2</sub> opneemt.

Bossen met een hoog percentage vitale mycorrhizaschimmels hebben de potentie om wel twee tot drie keer zoveel CO<sub>2</sub> op te nemen als bossen zonder deze vitale mycorrhizaschimmels. Dit biedt perspectieven om kleinere oppervlakten dan vijf hectare te kunnen beplanten die wel in aanmerking komen voor subsidie.