

Organische mestkwaliteit beïnvloedt bodemmicroben en bodemfuncties

microbieel bodemleven
agro-ecosystemen
stikstofkringloop
bemesting
fosfolipiden

Micro-organismen spelen een sleutelrol in bodemfuncties zoals de kringlopen van koolstof en stikstof. Voor een duurzame landbouw is het van belang dat deze kringlopen optimaal functioneren om verliezen van nutriënten zoveel mogelijk te voorkomen. Dit onderzoek geeft inzicht in de rol van bodemmicroben bij optimalisatie van de stikstofkringloop door toevoeging van zowel minerale kunstmest als verschillende kwaliteiten organisch materiaal.

De productiviteit van agro-ecosystemen is lange tijd geoptimaliseerd door toevoeging van grote hoeveelheden minerale stikstof (kunstmest). Kunstmest is snel toegankelijk voor de plant en stimuleert daardoor gewasproductie, maar spoelt ook gemakkelijk uit vanwege de hoge oplosbaarheid, met negatieve gevolgen voor de omgeving. Het vinden van duurzamere bemestingsmethoden om stikstofverliezen tegen te gaan bij gelijkblijvende gewasopbrengst is daarom één van de grootste uitdagingen voor de landbouwsector (Robertson & Vitousek, 2009).

Als alternatief voor alleen kunstmest kan een combinatie van kunstmest en organische materialen worden toegevoegd (Grandy et al., 2013). Toevoeging van organische materialen stimuleert de afbraak van organische stof door bodemmicroben, waardoor stikstof wordt vastgelegd in het bodemleven en door stikstofmineralisatie gedurende het groeiseizoen geleidelijk beschikbaar komt voor de gewassen. Op deze manier worden hoge concentraties mineralen vermeden en gaan minder nutriënten verloren. Het tegelijk toevoegen van kunstmest zorgt daarnaast voor voldoende minerale stikstof aan de start van het groeiseizoen. Toevoeging van organische materialen heeft een significant effect op de structuur en diversiteit van microbiële levensgemeenschappen (Berthrong et al., 2013) en daarmee op de bodemstikstofkringloop en gewasproductie (Berthrong et al. 2013; Philippot et al. 2013). De effecten worden mede bepaald door de C:N-verhouding en de kwaliteit van het

organische materiaal (Grandy et al., 2013; Berthrong et al. 2013)

Deze studie onderzoekt het effect van het gecombineerd toevoegen van kunstmest en sterk uiteenlopende organische materialen op de microbiële bodemgemeenschap. Tevens is gekeken naar de gevolgen van deze microbiële veranderingen op de stikstofkringloop en gewasproductie.

Het experiment

De proef bestaat uit potten met 10 kilo zandgrond waarin spruitkoolzaailingen (14 dagen) zijn geplant. De zaailingen kregen alleen kunstmest toegediend (controle) of kunstmest gecombineerd met vier typen organisch materiaal (figuur 1). Deze materialen verschilden in afbreekbaarheid (percentage lignine) en C:N-verhouding (tabel 1). Per pot zijn gelijke hoeveelheden organische stikstof en kunstmest toegediend (beide 0,98 g N/pot). Na 2,5 en 4,5 maand zijn de gewasproductie, koolstof- en stikstofmineralisatiesnelheden gemeten. De samenstelling en biomassa van de micro-organismen in de grond is bepaald met een fosfolipidenanalyse (PLFA). Fosfolipiden vormen de membranen van levende cellen, waarbij de samenstelling kenmerkend is voor verschillende groepen micro-organismen.

Effect organische meststoffen op microben

Twee en een halve maand na toevoeging van kunstmest en organische materialen laten de behandelingen met

A. Heijboer, MSc

Biometris, Wageningen UR, Postbus 16, 6700 AA Wageningen/Ecology and Biodiversity Group, Universiteit Utrecht
Amber.Heijboer@wur.nl

Dr. Ir. H.F.M. ten Berge

Plant Research International, Wageningen UR

Prof. Dr. P.C. de Ruiter

Biometris, Wageningen UR /IBED, Universiteit van Amsterdam

Prof. Dr. G.A. Kowalchuk

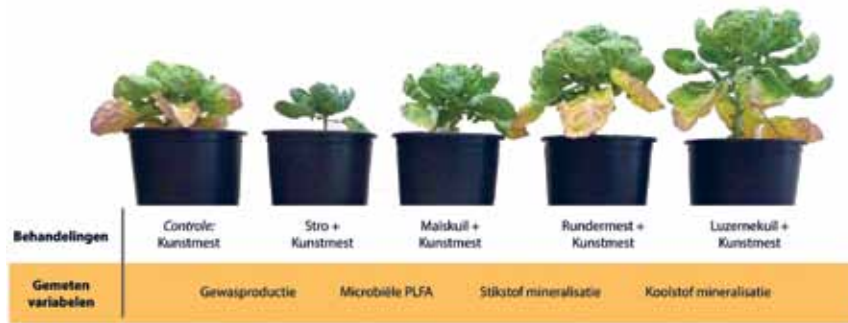
Ecology and Biodiversity Group, Universiteit Utrecht

Dr. H.B. Jørgensen

Department of Biology, Lund University

Dr. J. Bloem

Alterra, Wageningen UR



Figuur 1 experimentele opzet van de potproef met de vijf typen bemestingsbehandelingen en de vier gemeten variabelen. Het effect na vier en een halve maand wordt getoond.

stro en maiskuil, met een hoge C:N-verhouding, een significante toename zien van de microbiële biomassa in vergelijking met de controlebehandeling (ANOVA; $F_{4,14} = 4.1$, $P < 0.05^*$; figuur 2). Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door een grote toevoeging van organische (kool)stof, welke een sterke toename van de schimmelbiomassa veroorzaakt (data hier niet getoond). Dezelfde materialen (hoge C:N-verhouding) verlagen echter de spuitkoolproductie ten opzichte van de controlebehandeling. Dit wordt veroorzaakt doordat microbiële afbraak van materiaal met een hoge C:N-verhouding gepaard gaat met vastlegging van minerale stikstof door microben waardoor die te weinig beschikbaar komt voor het gewas.

Toevoeging van stikstofrijkere organische materialen met een lage C:N-verhouding, luzernekuil en rundermest, hebben daarentegen een positieve invloed op de

gewasgroei (data hier niet getoond; ANOVA, $F_{4,14} = 74.93$, $P < 0.001^{***}$). Afbraak van dit materiaal zorgt juist voor stikstofmineralisatie, waardoor meer stikstof vrij komt voor de plant.

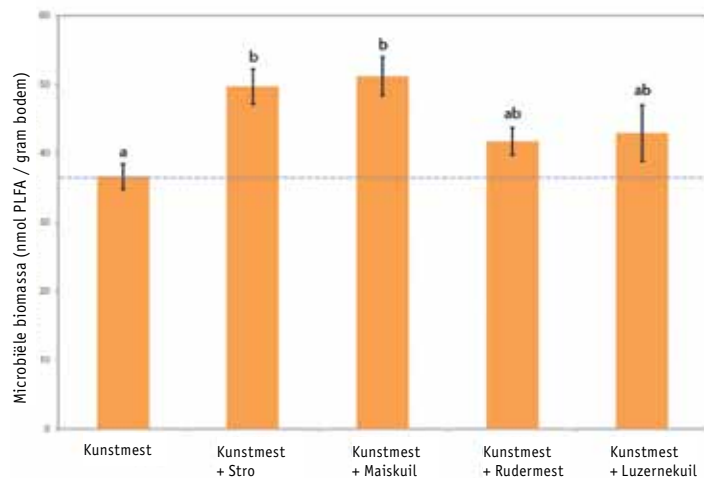
Aan de hand van de fosfolipidenanalyse is een principale-componentenanalyse (PCA) uitgevoerd (figuur 3). Na 4,5 maand is er een significant effect van het organische mesttype op de structuur van de microbiële levensgemeenschap (PC1; $F_{4,13} = 188.36$, $P < 0.001^{***}$) en op de mineralisatiesnelheden. Microbiële levensgemeenschappen die rundermest of luzernekuil (lage C:N-verhouding) kregen toegediend laten een positieve correlatie met gewasproductie en stikstofmineralisatiesnelheden zien. De strobehandeling geeft juist een positieve correlatie met koolstofmineralisatiesnelheden (microbiële ademhaling).

Conclusie

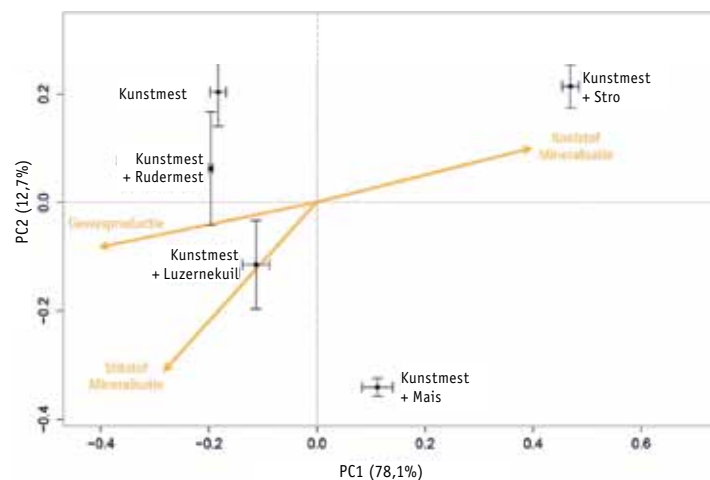
Het toedienen van kunstmest in combinatie met verschillende soorten organische stoffen biedt mogelijkheden om de natuurlijke stikstofkringloop van bodems te stimuleren en te sturen. Onze resultaten laten zien dat de combinatie met organische materialen met een hoge C:N-verhouding een positief effect heeft op de aantallen microben in de bodem. Vooral de schimmelbiomassa neemt toe met koolstofrijke bemesting. Toename van schimmels gaat gepaard met een toenemende stikstofretentie (De Vries et al., 2006). De uitdaging is om een goede balans te vinden tussen snelle vastlegging van minerale stikstof door het bodemleven (minder uitspoeling) en het tijdig weer vrijkomen voor de gewasproductie.

Tabel 1 kwaliteitseigenschappen van de vier typen gebruikte organische meststoffen.

	Lage C:N-verhouding	Hoge C:N-verhouding
Lage afbreekbaarheid	Rundermest	Stro
	C:N = 19	C:N = 132
	Lignine: 22.7%	Lignine: 17.4%
Hoge afbreekbaarheid	Luzernekuil	Maiskuil
	C:N = 12	C:N = 41
	Lignine: 9.1%	Lignine: 2.7%



Figuur 2 microbiële fosfolipidenbiomassa in de bodem, 2,5 maand nadat de vijf verschillende bemestingsbehandelingen zijn toegepast.



Figuur 3 PCA van de fosfolipiden na 4,5 maand. De verschillen in hoeveelheden van 20 fosfolipiden bij verschillende behandelingen vormen de input voor deze analyse. De figuur visualiseert al deze verschillen samen: hoe groter de afstand tussen de punten, des te groter het contrast tussen

twee typen microbiële levensgemeenschappen in de bodem. In oranje zijn de gemeten variabelen geplot: gewasproductie, koolstof- en stikstofmineralisatie. De grootte van de error-bars is gelijk aan de standaard error.

Literatuur

Berthrong, S.T., D.H. Buckley & L.E. Drinkwater, 2013. Agricultural management and labile carbon additions affects soil microbial community structure and interact with carbon and nitrogen cycling. *Microbial Ecology* 66: 158-170.

Grandy, A.S., C. Kallenbach, T.D. Loecke, S.S. Snapp & R.G. Smith, 2013. The biological basis for nitrogen management in agroecosystems. In: T.E. Cheeke, D.C Coleman & D. H. Wall (eds), *Microbial Ecology in Sustainable Agroecosystems*: 113-132.

Philippot, L., A. Spor, C. Hénault, D. Bru, F. Bizouard, C.M Jones, A,

Sarr & P.A. Maron, 2013. Loss in microbial diversity affects nitrogen cycling in soil. *The ISME Journal* 7: 1609-1619.

Robertson, G.P. & P.M. Vitousek, 2009. Nitrogen in agriculture: balancing the cost of an essential resource. *Annual Review of Environment and Resources* 34: 97-125.

Vries F.T. de, E. Hoffland, N. van Eekeren, L. Brussaard & J. Bloem, 2006. Fungal/bacterial ratios in grasslands with contrasting nitrogen management. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 2092-2103.