

Effecten kunstmest op organische stof en bodemleven

R. Postma & D.W. Bussink

Aanleiding

Organische stof en bodemleven staan volop in de belangstelling in verband met het effect op bodemkwaliteit en de relatie met klimaatverandering. Organische stof vervult een belangrijke rol voor de bodemkwaliteit, vanwege effecten op bodemvruchtbaarheid (leveren en vasthouden van nutriënten), bodemstructuur, het vochthoudend vermogen en een actief en divers bodemleven. Niet alleen het organische stofgehalte (os-gehalte), maar ook de kwaliteit van de organische stof is van belang. Dit komt bijvoorbeeld tot uiting in de verhouding tussen koolstof en stikstof (de C/N-ratio). De laatste tijd is er sprake van een toenemende aandacht voor de rol die de bodem kan spelen bij het tegengaan van klimaatverandering, door het vastleggen van koolstof (C) in de vorm van organische stof. De vraag die in deze notitie centraal staat is wat het effect is van het gebruik van kunstmest op het organische stofgehalte en het bodemleven.

Hoe wordt het organische stofgehalte beïnvloed door aanvoer en afbraak?

Het organische stofgehalte in landbouwgronden is niet stabiel. Het kan veranderen door de aanvoer van verse organische stof en afbraak van organische stof (mineralisatie) in de bodem. Bij de afbraak van verse organische stof blijven de stabielere, humusachtige verbindingen achter in de bodem (humificatie). Organische stof in de bodem wordt langzaam afgebroken door het bodemleven. Om het organische stofgehalte op peil te houden is voldoende aanvoer van verse organische stof nodig. Het is moeilijk om het organische stofgehalte te verhogen en het vergt een lange termijn strategie waarbij de aanvoer van verse organische stof over een lange periode hoger is dan de afbraak. Landbouwkundig zijn er geen duidelijke streefwaarden voor een gewenst os-gehalte.

De aanvoer van verse organische stof kan worden verzorgd met gewasresten, groenbemesters en organische meststoffen of bodemverbeteraars, zoals compost. Met de organische stofbalans (www.os-balans.nl) is na te gaan of voldoende verse organische stof wordt aangevoerd om de afbraak van bodem organische stof te compenseren. Er zijn ook rekenmodellen beschikbaar die het verloop van het organische stofgehalte voor uiteenlopende situaties in landbouwgronden beschrijven. Een voorbeeld hiervan is de demeter-tool, die in het kader van een samenwerking van partijen uit Vlaanderen en Nederland (NMI) is ontwikkeld voor de akkerbouw en groenteteelt (<https://www.vlm.be/nl/projecten/Europeseprojecten/Demeter/Demetertool>).

Welke factoren beïnvloeden de afbraak van organische stof in landbouwgronden?

De afbraak van organische stof, ofwel mineralisatie, is een biologisch proces waarbij meerdere groepen organismen betrokken zijn. Temperatuur en vochtgehalte zijn belangrijke factoren voor de afbraaksnelheid van organische stof. Vooral het effect van temperatuur is groot. De optimale mineralisatiesnelheid wordt bereikt bij ca. 30 °C. Door het effect van temperatuur op de afbraak van organische stof, zijn organische stofgehalten in landbouwgronden in Zuid Europa gemiddeld lager dan in Noord en Midden Europa. Het vochtgehalte speelt vooral een rol bij extreem droge of natte omstandigheden, omdat de mineralisatie dan wordt geremd. De afbraak van organische stof verloopt in kleigronden langzamer dan in zandgronden. Kleigronden warmen minder snel op

en kleideeltjes beschermen de organische stof tegen afbraak.

Grondbewerking kan de afbraak van organische stof stimuleren. Recente studies geven echter aan dat zero-tillage (Dimassie et al., 2014; Meurer et al., 2018) niet leidt tot meer organische stof in het bodemprofiel dan reguliere grondbewerking, maar dat het leidt tot een andere verdeling van organische stof. Bij zero-tillage is het organische stofgehalte in de toplaag van de bodem hoger, maar daaronder juist lager dan bij reguliere grondbewerking. Permanent beteeld houden van de bodem zonder grondbewerking (zoals bij grasland) leidt tot de hoogste organische stofgehalten.

Tenslotte speelt ook de herkomst en kwaliteit van de organische stof in de bodem een rol bij de afbraaksnelheid. Zo breken veenresten langzaam af.

Wat is de rol van (de samenstelling van) het bodemleven bij de afbraak van organische stof?

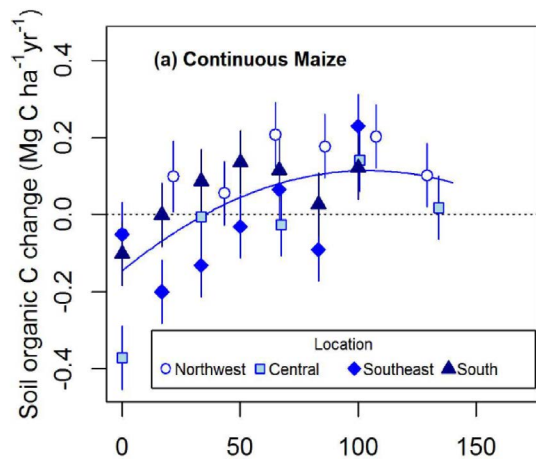
Organismen in de bodem gebruiken organische stof als voedsel- en energiebron. Meerdere groepen organismen zijn betrokken bij de afbraak van verse organische stof vanaf het moment dat het op de bodem terecht komt. Dit wordt weergegeven met het bodemvoedselweb. De belangrijkste groepen micro-organismen zijn de schimmels en de bacteriën. Bacteriën kunnen vooral eenvoudige verbindingen afbreken, zoals suikers en aminozuren die door plantenwortels worden uitgescheiden, en schimmels de meer recalcitrante, zoals cellulose en lignine, die aanwezig zijn in plantaardig materiaal. Bij de afbraak van eenvoudige verbindingen domineren de bacteriën en bij de afbraak van plantaardig materiaal spelen schimmels een grote rol. De diversiteit aan soorten schimmels en bacteriën in de bodem is enorm. Veel soorten zijn in staat dezelfde verbindingen af te breken en er is in de bodem dan ook veel concurrentie tussen soorten (De Boer, 2014).

Wat is het effect van bemesting op het organische stofgehalte?

De toediening van meststoffen beïnvloedt het organische stofgehalte in landbouwgronden op verschillende manieren. De meest voor de hand liggende beïnvloeding is het directe effect door aanvoer van organische stof met organische meststoffen. De mate waarin dit bijdraagt aan de opbouw van bodem organische stof hangt af van het organische stofgehalte in de meststoffen en de afbreekbaarheid. Een ander effect van bemesting op het organische stofgehalte is indirect en verloopt via de hoeveelheid en de kwaliteit van biomassa die in de vorm van gewas- en wortelresten op het land achterblijft. Door bemesting neemt in het algemeen zowel de bovengrondse als ondergrondse geproduceerde hoeveelheid biomassa toe. Daarnaast kan ook de verhouding tussen het oogstproduct en de gewasrest (harvest index) en de samenstelling van gewasresten (b.v. N-gehalte, C/N-ratio) wijzigen. In het algemeen leidt bemesting tot een hogere aanvoer van organische stof en daardoor tot een hoger organische stofgehalte dan een situatie zonder bemesting (Singh, 2018).

Wat is het effect van kunstmest op het organische stofgehalte?

In de wetenschappelijke literatuur is de afgelopen jaren veel discussie gevoerd over de vraag of het gebruik van stikstofkunstmest leidt tot een verhoging of verlaging van het organische stofgehalte. Aanleiding hiervoor was een Amerikaanse studie van Mulvaney et al. (2009), die op basis van een lange termijn veldproef in bouwplannen met graan (de Morrow plots; vanaf 1876) stelden dat het gebruik van N-kunstmest leidde tot een afname van het organische stofgehalte en de hoeveelheid organische stikstof in de bodem. Dit werd bestreden door Powlson et al. (2009) die op basis van dezelfde proeven en lange termijn veldproeven in Engeland (Rothamsted; vanaf 1852) tot andere conclusies kwamen. Zij stelden dat de toediening van N-kunstmest vaak juist leidt tot hogere organische stofgehalten en afbraaksnelheden. Ook Poffenbarger et al. (2017) stelden dat de toediening van N-kunstmest leidt tot een verhoging van het organische stofgehalte, vanwege een toename van de biomassa-productie (figuur 1).



Figuur 1. Effect van een toename van de N-gift (in % van de optimale N-gift; x-as) op veranderingen in het organisch C-gehalte in de 0-15 cm bodemlaag bij de continueelt van maïs in een lange-termijn veldproef (2000-2015) in Iowa, VS (bron: Poffenbarger et al., 2017).

Mahal et al. (2019) en Li et al. (2017) meldden ook positieve effecten van N-kunstmest op organische stofgehalten, maar zij schreven dit toe aan een remmend effect van N-kunstmest op de mineralisatie. Recent gaven Hijbeek et al. (2019) aan dat N-kunstmest leidt tot hogere organische stofgehalten door het eerder genoemde mechanisme van de hogere biomassa-productie, maar ook door een efficiëntere omzetting van plantaardig materiaal met een hoge C/N-ratio (b.v. stro) in bodem organische stof met lagere C/N-ratio's (zie ook Kirkby et al., 2016). Kortom, er zijn veel aanwijzingen dat het gebruik van N-kunstmest leidt tot een stijging van het organische stofgehalte in landbouwgronden.

Wat is het effect van kunstmest op het bodemleven?

Er wordt vaak gesteld dat kunstmest slecht is voor het bodemleven, maar is dat wel zo? De wetenschappelijke literatuur wijst daar niet op. Zo hebben van der Wal et al. (2009) het bodemleven bestudeerd in een lange termijn veldproef op grasland op een zware rivierkleigrond te Wageningen. In de proef zijn behandelingen met N, PK, NPK en bekalking (jaarlijks aangebracht) vergeleken met een controle-behandeling zonder bemesting. De behandelingen met N, PK en NPK leidden tot een grotere diversiteit aan bodemleven dan de controle-behandeling. Dit was onverwacht, aangezien de diversiteit aan planten juist groter was in de onbemeste situatie en de onderzoekers hadden verwacht dat dit ook zou leiden tot een grotere diversiteit van het bodemleven. De verklaring voor het positieve effect van kunstmest op het bodemleven werd gezocht in de grotere biomassa-productie in die behandelingen, waardoor er meer voedsel voor bodemleven beschikbaar is. Dit werd bevestigd in een recent overzichtsartikel van de wetenschappelijke literatuur (Singh, 2018), waarin het effect van N-kunstmest op bodemgezondheid centraal stond. De auteur stelt dat uit een groot aantal lange termijn veldproeven is gebleken dat een optimale N-gift in de vorm van kunstmest niet leidt tot een afname van organische stofgehalten of een verminderde activiteit van het bodemleven, maar juist tot een verbetering.

Conclusies

- In de wetenschappelijke literatuur zijn er veel aanwijzingen dat N-kunstmest leidt tot een verhoging van organische stofgehalten in landbouwgronden. Ook kan het leiden tot een grotere diversiteit en activiteit van het bodemleven.
- De belangrijkste verklaring hiervoor is de hogere biomassa-productie door het gebruik van N-kunstmest, waardoor er sprake is van een hogere aanvoer van organisch materiaal in de vorm van gewasresten naar de bodem. Dit organisch materiaal kan worden omgezet in bodem organische stof en dient als voedsel voor bodemleven.

Literatuur

- De Boer W** (2014). *Ecologie van bodemmicro-organismen: de basis voor een gezonde bodem*. Gewasbescherming 45, 1, 4-6.
- Dimassi Bassem, Bruno Mary, Richard Wylleman, Jérôme Labreuche, Daniel Couture, François Piroux Jean-Pierre Cohan** (2014). *Long-term effect of contrasted tillage and crop management on soil carbon dynamics during 41 years*. Agriculture, Ecosystems & Environment, Vol 188, 134-146.
- Hijbeek R, Van Loon MP & Van Ittersum MK** (2019). *Fertiliser use and carbon sequestration: opportunities and trade-offs*. CCAFS Working Paper 264. Wageningen, The Netherlands: CGIAR. Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security. Online available via www.ccafs.cigar.org.
- Kirkby CA, Richardson AE, Wade LJ, Conyers M & Kirkegaard JA** (2016). *Inorganic Nutrients Increase Humification Efficiency and C-Sequestration in an Annually Cropped Soil*. Plos One 11, 5. Online available via [10.1371/journal.pone.0153698](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153698).
- Ladha JK, Reddy CK, Padre AT & Van Kessel C** (2011). *Role of Nitrogen Fertilization in Sustaining Organic Matter in Cultivated Soils*. Journal of Environmental Quality 40, 1756-1766.
- Li et al.**, (2017). *Nitrogen fertilization decreases the decomposition of soil organic matter and plant residues in planted soils*. Soil Biology and Biochemistry 112, 47-55.
- Mahal et al.**, (2019). *Nitrogen fertilizer suppresses mineralization of soil organic matter in maize agroecosystems*. Frontiers in Ecology and Evolution, 7, 59, 1-12.
- Meurer KHE, Haddaway NR, Bolinder MA & Kätterer** (2018). *Tillage intensity affects total SOC stocks in boreo-temperate regions only in the topsoil—A systematic review using an ESM approach*. Earth-Science Reviews. P 613-622. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.12.015>
- Mulvaney et al.**, (2009). *Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: a global dilemma for sustainable cereal production*. Journal of Environmental Quality 38, 2295-2314.
- Poffenbarger et al.**, (2017). *Maximum soil organic carbon storage in Midwest US cropping systems when crops are optimally nitrogen-fertilized*. PLoS ONE
- Powlson et al.**, (2010). *Comments on 'Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: a global dilemma for sustainable cereal production'*. Journal of Environmental Quality 39, 1-4.
- Singh B**, (2018). *Are nitrogen fertilizers deleterious to soil health? A review*. Agronomy 8, 48, 1-19.
- Van der Wal et al.**, (2009). *Dissimilar response of plant and soil biota communities to long-term nutrient addition in grasslands*. Biology and Fertility of Soils 45, 663-667.
- Zwart et al.**, (2013). *Tien vragen en antwoorden over organische stof*. HLB, Wijster, 10 p.



Deze notitie is geschreven in opdracht van Meststoffen Nederland



Nutriënten Management Instituut BV
Nieuwe Kanaal 7c
6709 PA Wageningen

tel: (06) 29 03 71 03
e-mail: romke.postma@nmi-agro.nl
internet: www.nmi-agro.nl