

Wat is de invloed van verschillende organische producten op de uitspoeling van fosfaat?

Fosfaatuitspoeling op zandgronden

Meer dan de helft van de Nederlandse landbouwgronden is verzadigd met fosfaat (P) en heeft daardoor een verhoogd risico op P-uitspoeling naar het ondiepe grondwater. Wanneer P wordt toegediend aan de bodem in de vorm van meststoffen of organische bodemverbeteraars kan dit leiden tot een verhoogde P-uitspoeling, maar dat hoeft niet.

Door: Debby van Rotterdam en Adrie Veeken

Over de auteurs:

Dr. Ing. A.M.D. van Rotterdam-Los is sinds 2011 werkzaam bij het Nutriënten Management Instituut, Wageningen op het gebied van bodemkwaliteit in relatie tot agrarische productie, natuurontwikkeling en waterkwaliteit.

✉ Debby.vanrotterdam@nmi-agro.nl

Dr. A.H.M. Veeken, Research & Business Developer Biobased, Sinds 2011 werkzaam bij Attero op het gebied van creëren van waarde uit organische reststromen, gericht op ontwikkeling van biobased producten en kwaliteits-compost.

AANLEIDING EN DOELSTELLING

Binnen de landbouw is het op peil houden van het organische stofgehalte van de bodem belangrijk voor het waarborgen van de bodemkwaliteit en de ecosysteemdiensten die de bodem levert. Een voldoende hoogorganische stofgehalte in de bodem is met name van belang op de van nature armere zandgronden. Als onderdeel van het organische stofmanagement¹ kan organische stof worden aangevoerd in de vorm van organische meststoffen en bodemverbeteraars. De totale hoeveelheid die van deze organische producten mag worden toegediend wordt beperkt door de fosfaat (P) gebruiksnormen. Primaire doel van het toedienen van organische meststoffen is het voeden van de plant met nutriënten. Het primaire doel van bodemverbeteraars, zoals compost, is het op peil houden of brengen van de bodemkwaliteit. In een recente studie is de samenstelling van verschillende organische producten onderzocht in relatie tot de uitspoeling van P op zandgronden.²

KARAKTERISATIE ORGANISCHE PRODUCTEN

De mate en snelheid van afbraak van organisch materiaal en het beschikbaar komen van koolstof, stikstof en fosfaat zijn bepaald met de Oxitop® methode (aerobe incubatie onder optimale omstandigheden aangepast om ook P te meten) in compost, bermmaaisel (dat al drie maanden op het veld lag) en drijfmest. Zowel de P-gehalten van de organische producten als de verhouding tussen het gehalte effectieve organische stof en het P-gehalte bleken geen goede indicator te zijn voor de netto

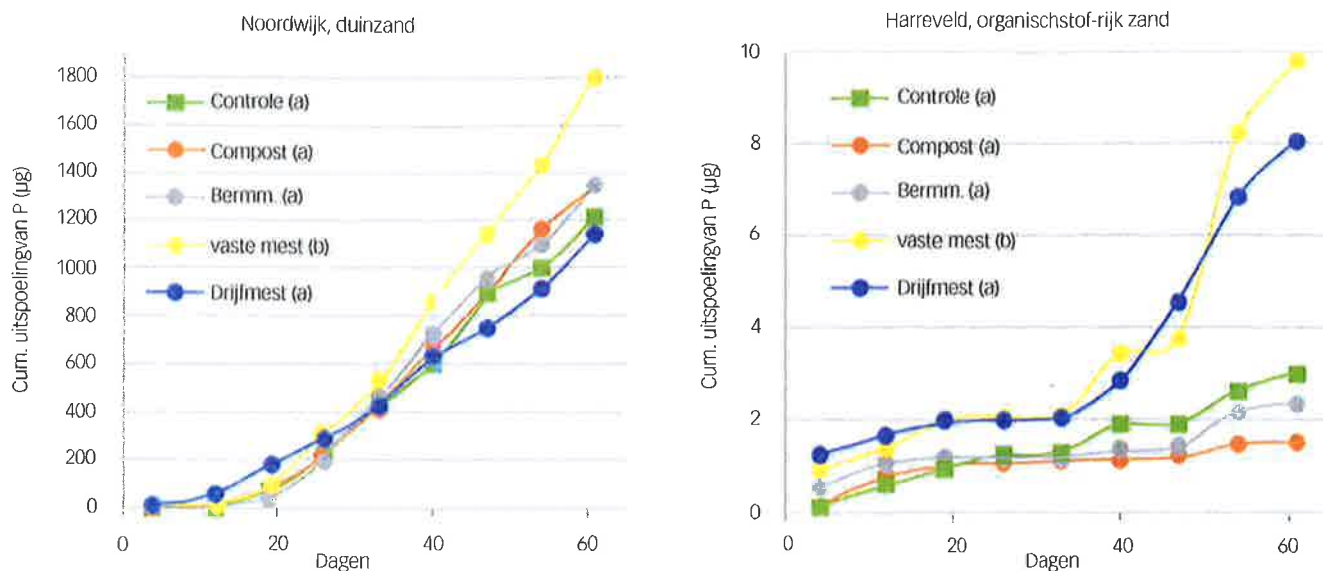
P-mineralisatie. In runderdrijfmest waren de hoeveelheid mineraliseerbare organische stof en de afbraaksnelheid ongeveer 20 keer hoger dan in compost. Ondanks dat in de runderdrijfmest het totale P-gehalte bijna 5 keer lager was dan in compost, was de P die vrijkwam door mineralisatie 3 keer zo hoog als in compost. Oorzaken hiervan zijn de verschillen in P-speciatie in het product en de verschillen waarin het gemineraliseerde P weer kan worden gebonden aan aanwezige bodemmineralen (Fe/Al oxides) of kan neerslaan met vrije kationen.

UITSPOELINGSEXPERIMENT

Het effect van het toedienen van vier verschillende organische meststoffen en bodemverbeteraars op de uitspoeling van P is onderzocht in een kolomproef. Er werden vier organische producten onderzocht. Bermmaaisel en compost werden beide in een dosis van 100 kg P₂O₅/ha toegediend (de P in compost is wettelijk voor 50 procent vrijgesteld en die in bermmaaisel volledig). Vaste rundermest en runderdrijfmest werden beide in een dosis van

Gebruik van meststoffen leidt niet altijd tot verhoogde fosfaatuitspoeling

50 kg P₂O₅/ha toegediend. In de controlebehandeling werd niets toegediend. De proef is uitgevoerd op een organischestof-arme duinzandgrond uit Noordwijk en een organischestof-rijke zandgrond uit Harreveld. Beide gronden hebben een vergelijkbare, hoge beschikbare P-voorraad (P-AL= 65 mg P₂O₅/100 g). De duinzandgrond is sterk verzadigd met P en heeft ook een hoge directe P-beschikbaarheid. De organischestof-rijke zandgrond heeft een lagere P-verzadiging en lage directe P-beschikbaarheid.



FIGUUR 1: CUMULATIEVE HOEVEELHEID P-TOTAAL IN HET EFFLUENT (CONCENTRATIE X WATER VOLUME EFFLUENT) IN DE KOLONNEN MET NOORDWIJK GROND (LINKS) EN MET HARREVELD GROND (RECHTS). DE LETTERS A EN B IN DE LEGENDA GEVEN AAN OF ER EEN SIGNIFICANT VERSCHIL IS TUSSEN DE BEHANDELINGEN.

De kolom was 20 cm lang. Alle behandelingen zijn in duplo uitgevoerd en gedurende 8 weken is wekelijks water opgebracht en het effluent bemonsterd en geanalyseerd.

UITSPOELING VAN FOSFAAT

Het fosfaatevenwicht in de bodem bepaalt de P-concentratie waarmee P door de bodem uitspoelt. Ondanks dat de fosfaattoestand op basis van P-AL vergelijkbaar is tussen de twee gronden, is aan het begin van de proef de P-concentratie van uitspoeling uit de duinzandgrond een factor 10 hoger dan uit de organischestof-rijke zandgrond. Dit verschil is direct gerelateerd aan de directe P-beschikbaarheid van de bodem zoals gemeten met P-CaCl₂ en dit komt overeen met eerdere studies (o.a. referentie 3). Gedurende de proef wordt het verschil in P-concentratie tussen beide gronden groter door het ontstaan van gereduceerde omstandigheden in de duinzandgrond.

Wanneer P wordt toegediend aan de bodem ten behoeve van de agrarische productie kan dit leiden tot een verhoogde P-uitspoeling, maar dat is niet noodzakelijkerwijs het geval. De kolomproef toont aan dat binnen de P-gebruiksnorm het toedienen van compost en bermmaaisel, op de korte termijn niet leidt tot een verhoging van de P-uitspoeling ten opzichte van de controlebehandeling waaraan niets is toegediend (Figuur 1); dit geldt voor beide zeer uiteenlopende zandgronden. Het toedienen van vaste mest leidt op beide zandgronden wel tot een verhoogde P-uitspoeling, voor drijfmest is dat alleen het geval op de organischestof-rijke zandgrond. Voor de organischestof-rijke zandgrond was de P-concentratie en daarmee de totale P-vracht in het effluent zeer laag.

Deze resultaten staan niet op zichzelf. Ook in langjarige proeven op gronden met een relatief hoge directe P-beschikbaarheid (P-CaCl₂ 1,5 en 3 mg/kg⁻¹) had jarenlange toediening van P met compost geen effect, maar runderstalmest gaf wél een significante verhoging van de P-uitspoeling ten opzichte van de controle zonder P.³

ZEER HOGE P-UITSPOELING DUINZANDGROND

Een opvallend resultaat was dat in de duinzandgrond de P-uitspoeling, onafhankelijk van de behandeling, extreem hoog werd. Een toename van de P-concentratie van 0,1 mg/l naar ruim 20 mg/l. Dit werd veroorzaakt doordat het in de bodemkolom anaeroob (zuurstofloos) werd. Dit was tegen de verwachting in omdat het water op deze gronden, zowel in de proef als in het

veld, snel door de bodem wordt getransporteerd. Omdat onder aerobe omstandigheden de P-uitspoeling niet hoger kan worden dan ongeveer 2 mg/l, is P-mobilisatie door het ontstaan van anaerobe omstandigheden in de bodem waarschijnlijk ook de verklaring voor de hoge P-concentraties in het drainagewater die bij bollenteelt op duinzandgrond worden gevonden (gemiddeld 4,7 mg P-totaal/l).⁴

CONCEPTUEEL MODEL

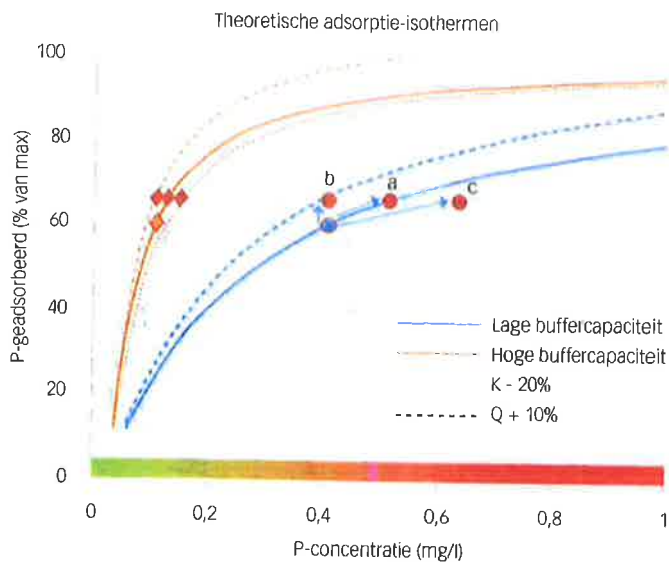
De resultaten van de kolomproef staan niet op zichzelf. In de literatuur zijn er verschillende studies die het effect van verschillende organische producten (meststoffen en bodemverbeteraars) op de P-dynamiek in de bodem onderzoeken. Deze studies geven

Duinzandgronden worden gemakkelijk anaeroob waardoor fosfaat sterk mobiliseert

echter geen eenduidig beeld. Getracht is de variatie te verklaren met een conceptueel model op basis van de breed geaccepteerde P sorptie-isotherm.

Een sorptie-isotherm beschrijft het evenwicht in de bodem tussen de hoeveelheid P dat zit gebonden aan het oppervlak van de bodem en de P-concentratie in het bodemvocht (Figuur 2). Dit evenwicht wordt bepaald door de maximale sorptiecapaciteit (Q_{max}) en de bindingssterkte (K). Het verschil in Q_{max} en K in de duinzandgrond (benaderd door blauwe lijn in Figuur 2) en de organischestof-rijke zandgrond (benaderd door oranje lijn in Figuur 2) verklaart het verschil in (initiële) P-concentratie in de uitspoelingsproef.

Wanneer P in een makkelijk beschikbare vorm wordt toegediend aan een bodem, dan dicteert het evenwicht in welke mate de P-concentratie zal toenemen (pijlje richting a in Figuur 2). Duidelijk is dat dit in de ene bodem een groter effect op de P-concentratie, en daarmee op de P-uitspoeling, heeft dan in een andere bodem.



FIGUUR 2: TWEË THEORETISCHE P-SORPTIE-ISOTHERMEN; ÉÉN MET EEN LAGE BUFFERCAPACITEIT (BLAUWE PUNT OP BLAUWE LIJN) EN ÉÉN MET EEN HOGE BUFFERCAPACITEIT (ORANJE PUNT OP ORANJE LIJN). NAAST DEZE DOORGETROKKEN LIJNEN ZIJN OOK DE SITUATIES WEERGEGEVEN WANNEER HET ADSORPTIEMAXIMUM (Q_{MAX}) WORDT VERHOOGD MET 10 PROCENT (GESTREEPTE LIJNEN) EN WANNEER DE SORPTIECONSTANTE (K) MET 20 PROCENT WORDT VERLAAGD (GESTIPPELDE LIJNEN). DE GEKLEURDE BALK LANGS DE X-AS GEEFT EEN INSCHATTING VAN HET RISICO OP P-EMISSIE NAAR HET WATERSYSTEEM. DE PIJLEN RICHTING A, B, EN C WORDEN IN DE TEKST UITLEGD.

In het conceptuele model beïnvloeden organische producten het P-evenwicht in de bodem. De hypothese is enerzijds dat stabiele organische bodemverbeters met een lage netto P-mineralisatie de bindingscapaciteit (Q_{max}) van de bodem kunnen verhogen. Bijvoorbeeld compost bestaat gemiddeld voor 60 tot 80 procent uit minerale delen met een bepaalde P-bindingscapaciteit. Daarnaast kan compost hoge concentraties vrij calcium bevatten dat kan neerslaan of co-adsorberen met P. Ondanks dat P wordt toegediend heeft dit geen tot een beperkt effect op de P-uitspoeling (pijlje richting b in Figuur 2). Anderzijds is de hypothese dat organische meststoffen met een snelle mineralisatie en een hoge netto P-mineralisatie de bindingssterkte voor P in de bodem verlagen. Bijvoorbeeld door competitie tussen negatief ge-

laden kleine organische moleculen en de adsorptie van P. Dit kan ertoe leiden dat de P-concentratie meer toeneemt dan verwacht mag worden op basis van het P-evenwicht in de bodem (pijlje richting c in Figuur 2). De belangrijkste interactieprocessen tussen organische (mest)stof en de bodem moeten nader onderzocht worden om het netto effect op P-uitspoeling, ook op de lange termijn, beter te kunnen duiden en bovenstaande hypothese te onderbouwen.

RELATIE MET BELEID

De milieuwinst als gevolg van het toepassen van compost en maaisels in plaats van dierlijke mest kan met name worden bereikt in uitspoelingsgevoelige gronden die (sterk) zijn opgeladen met fosfaat. Dit is relevant omdat meer dan de helft van de Nederlandse landbouwgronden fosfaatverzadigd is met een verhoogd risico op P-uitspoeling naar het ondiepe grondwater. In het mestmeetnet lijkt de P-uitspoeling naar het bovenste grondwater in de periode van 2010 tot 2015 toe te nemen.⁵ In zeer organischstof-arme bodem met een hoge pH moet ten alle tijden zorgvuldig met (P) bemesting worden omgegaan, vanwege de zeer hoge mobiliteit van P onder reducerende omstandigheden. In het zesde actieprogramma nitraatrichtlijn wordt voor bodems met een fosfaattoestand die gedefinieerd is als hoog, het gebruik van organische bodemverbeters gestimuleerd. Dit onderzoek toont aan dat dit beleid bijdraagt aan het beperken van P-uitspoeling op uitspoelingsgevoelige zandgronden.

REFERENTIES

1. Van Wensem, J., Technische commissie bodem, 2016. Advies, Toestand en dynamiek van organische stof in Nederlandse landbouwbodems. TCB A110.
2. Van Rotterdam, D. 2018. Samenstelling organische producten in relatie tot uitspoeling van fosfaat op zandgronden. Rapport 1705.N.17. Nutriënten Management Instituut, Wageningen.
3. Vanden Nest, T., Vandecasteele B., Ruyschaert, G., Coughon, M., Merckx, R., Reheul, D. 2014. Effect of organic and mineral fertilizers on soil P and C levels, crop yield and potential P leaching in a long term trial on a silt loam soil. Agriculture, Ecosystems and Environment 197, 309-317.
4. Jansen, S., Stuurman, R., Gerritse, J. 2011. Nitraatverwijdering uit drainage-water: veldproeven in project Puridrain. H2O/20.
5. Mestmeetnet 2019. <https://lmmn.rivm.nl/Figuur/Trend/Hoofdgrondsorptieregio/zand/uitspoelingswater/zomer/Orthofosfaat>.