

# WUR verzamelt kennis

## Alle aspecten inundatie in één project

Inundatie is een beproefde methode om een aantal aaltjes en bodemschimmels te doden. Maar welke invloed heeft inundatie op diverse aspecten van de bodem? Vanuit de PPS Bollen, Bodem, Aaltjes is de relevante informatie uit eerder onderzoek bijeengebracht. In dit artikel een samenvatting van het rapport. Aan de orde komen de effecten van inundatie op bodemstructuur, -chemie, -biologie en de bestrijdende werking op ziekten, plagen en onkruiden.

Tekst: R. Peters, J. Visser, P. Brinkman, K. van Rozen, A. Mager, G. van Os, L.P.G Molendijk |  
Fotografie: Hans van der Lee, WUR

**H**oewel op het oog simpel, is inundatie biochemisch gezien een complex proces. Er gebeuren in de bodem een aantal zaken tegelijkertijd, die allemaal een stukje vormen van het totale effect dat inundatie heeft op een bodem. De zuurtegraad (pH), het redoxpotentiaal (een maat voor de uitwisseling van elektronen tussen moleculen) en de TCEC (de totale kationen bindings- en uitwisselingscapaciteit) zijn de belangrijkste bodemparameters die veranderen door inundatie.

- De pH: verschuift voor zure en basische gronden richting neutraal. Hierbij geldt dat hoe actiever de biologische afbraakprocessen zijn, des te sterker de zuurtegraad richting neutraal gaat. Als er geen extra organische stof wordt aangevoerd, dan kan dit effect beduidend minder sterk zijn.

- Redoxpotentiaal: dit is de lastigste maar ook het belangrijkste aspect in het proces. Dit is een maat voor de uitwisseling van elektronen, en daarmee geeft het aan hoe makkelijk verschillende moleculen (stoffen) met elkaar reageren. Hiervoor is namelijk altijd uitwisseling van elektronen nodig.

Het bijzondere aan het redoxpotentiaal is dat als hij 0 is, er geen elektronen worden uitgewisseld en dat reacties tussen stoffen steeds sneller plaatsvinden naarmate de redoxpotentiaal hoger of lager wordt. In het geval van inundatie daalt de redoxpotentiaal behoorlijk, tot wel -400 microVolt,

terwijl een goed gedraineerde bodem op +300 tot +800 mV zit. Toevoeging van verse organische stof helpt het redoxpotentiaal snel te dalen, zodat andere reacties nog sneller op gang kunnen komen. Dankzij de lage redoxpotentiaal kunnen er reacties plaatsvinden die normaliter niet plaatsvinden. Omdat er tijdens inundatie volop vocht aanwezig is, leiden veel van de reacties tot het in oplossing gaan van

### Het project

De PPS bollen@bodem&aaltjes: integraal aangepakt wordt gefinancierd door Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, KAVB, Stichting Bloembollen Onderzoek, Royal Anthos, CNB, Agrifirm, CAV Agrotheek, BO Akkerbouw, Bloembollenacademie, Greenport Noord-Holland Noord en Greenport Duin- & Bollenstreek.

Het onderzoek wordt uitgevoerd door de kennisinstellingen Wageningen University & Research (BU Glastuinbouw & Bloembollen en BU Open Teelten) en Vertify in samenwerking met de partners.

Scan de QR-code voor het volledige rapport.



bepaalde verbindingen. Een veel voorkomend voorbeeld is ijzer, dat onder droge omstandigheden als roest in de bodem zit, maar tijdens inundatie als ijzerionen in oplossing komt.

- De veranderingen die inundatie teweegbrengt in de zuurtegraad en het redoxpotentiaal leiden samen tot een verandering van de TCEC: de totale kationen bindings- en uitwisselingscapaciteit. Doordat stoffen makkelijk(er) in oplossing gaan, komen er namelijk 'plekjes' vrij in het klei-humus-complex. Het gaat hierbij altijd om stoffen die als positief geladen deeltje (een zogenaamd kation) in de bodem voorkomen, zoals calcium (Ca<sup>2+</sup>). Dit komt omdat kleiplaatjes en organische stof van nature negatief geladen zijn. Omdat ook metalen in oplossing gaan, kunnen bijvoorbeeld de roestlaagjes van kleiplaatjes oplossen, waardoor allerlei ionen vrijkomen en er veel bindingscapaciteit bij komt.

### NUTRIËNTEN

Door deze processen komen er allerlei stoffen in oplossing en komt er bindingscapaciteit bij in het klei-humuscomplex. Doordat, zolang als de inundatie duurt, de redoxpotentiaal laag blijft, wordt deze vrijgekomen bindingscapaciteit niet direct opnieuw bezet. Stoffen blijven dus in oplossing, worden deels gebruikt door micro-organismen of volgen de weg van het water.

Zo vergaat het ook de meeste nutriënten voor planten. De macronutriënten

stikstof, fosfaat, kalium, zwavel en magnesium nemen allemaal in concentratie toe in het bodemvocht zolang er inundatie plaatsvindt. Hetzelfde geldt voor de micronutriënten ijzer, mangaan, borium, koper, zink, lood en waarschijnlijk ook voor alle andere metalen, hoewel hieraan weinig of geen onderzoek is verricht. Een risico op uitspoeling lijkt er vooral te zijn voor stikstof, die bij aanvang van de inundatie in minerale vorm aanwezig is in de bodem, voor fosfaat, en voor het makkelijk beschikbare kalium. Dit betreft kalium die vrij is om in oplossing te gaan maar dit nog niet is. De concentraties van deze stoffen in de bodem zijn na inundatie vrijwel altijd lager. Hoeveel lager is afhankelijk van de aanwezige hoeveelheid bij aanvang van de inundatie en van de manier waarop het weer opdrogen van de bodem verloopt.

Als de inundatie stopt en de waterlaag verdwijnt, dan kan zuurstofrijke lucht weer de bodem binnen dringen en ontstaan er door toedoen van zuurstof weer nieuwe verbindingen. Tijdens dit proces komen ook de bindingen tussen veel kationen (zoals calcium (Ca<sup>+</sup>)) en het klei-humus-complex opnieuw tot stand. De concentratie van de nutriënten in het bodemvocht daalt dan weer, met in sommige gevallen zwavel en magnesium als uitzondering. Deze nutriënten kunnen ook weken tot maanden na inundatie nog in verhoogde concentraties in het bodemvocht voorkomen. Welke factoren hieraan ten grond-

slag liggen en of er op te sturen is, is niet bekend. Een negatief geladen molecuul als fosfaat kan ook gebonden raken aan ijzer (ijzerfosfaat) of een ander metaal en zo neerslaan. Dat soort bindingen zijn bijna onomkeerbaar. Dat houdt in dat het fosfaat semi-permanent vast wordt gelegd en voor zeer lange tijd niet beschikbaar kan komen voor planten. Dit is vooral een risico bij ijzer, omdat dit een metaal is dat navenant veel voorkomt in de bodem, en dientengevolge kunnen ijzerrijke gronden dus een risico geven op fosfaat gebrek na inundatie.

### BODEMSTRUCTUUR

De invloed van inundatie op de bodemstructuur is divers. In zavelgronden neemt doorgaans de indringingsweerstand af en kunnen er (zeer) kleine verschillen optreden in de fractie vochtvoerende poriën. Zandgronden die arm zijn aan organische stof kunnen te maken krijgen met een 'instorting' van de structuur als er plots veel water wordt opgelaten als de grond droog is. Dit komt echter zeer sporadisch voor. In zandgronden met meer organische stof is dit risico kleiner omdat de organische stof als een soort 'cement' tussen de zanddeeltjes fungeert, waardoor deze minder gemakkelijk langs elkaar afglijden en de structuur in stand blijft. Kleigronden kunnen door inundatie zowel krimpen als zwellen. Of dat gebeurt en in welke mate is sterk afhankelijk van de

soort kleimineralen waaruit de bodem precies bestaat. In Nederland zijn veel kleigronden over lange perioden in laagjes afgezet en kunnen daarom bestaan uit diverse kleimineralen. Het is daardoor niet mogelijk een algemene uitspraak te doen over wat voor effect inundatie heeft op de structuur van kleigronden, maar uit de praktijk zijn tot dusver weinig tot geen geluiden gekomen dat de structuur nadelig wordt beïnvloed.

### BODEMLEVEN

De gevolgen van inundatie voor het bodemleven zijn divers en vaak ingrijpend, maar niet onoverkomelijk. Het grootste bodemleven, zoals insecten en aardwormen, heeft meer of minder specifieke overlevingsstrategieën voor als de grond waarin ze zitten plotseling onder water komt te staan. Deze strategieën lopen uiteen van vluchtgedrag via fysiologische aanpassingen aan lage zuurstofniveaus tot aan snelle herkolonisering door een aangepaste levenscyclus, bijvoorbeeld door inundatie-resistente eieren. Met name voor bepaalde wormen en springstaarten die zich uitsluitend door de grond verplaatsen kan herkolonisatie lang duren. Afhankelijk van hoe belangrijk deze soorten zijn voor de afbraak van organische stof en in het verlengde daarvan mineralisatie kan dat dus een effect hebben.

Van kleinere organismen is met name van schimmels maar heel weinig bekend over hoe ze reageren op inundatie. Op



Een geïnundeerd perceel aan de Belkmerweg in Sint Maartensvlotbrug.