

De beheersing van bodempathogenen is niet hetzelfde als management van bodemkwaliteit

Maatregelen in de landbouw tegen bodempathogenen

Uit een recent verschenen rapport¹ valt op te maken dat er geen generieke manier is om bodempathogenen aan te pakken. Het helpt om zorg te dragen voor optimale groeiomstandigheden, maar dit beschermt onvoldoende.¹ Ook een goede biologische bodemkwaliteit, voor zover deze al helder is gedefinieerd, leidt niet automatisch tot effectieve ziektevering. De werkelijkheid is complexer en lichten we toe.

Door: Aad Termorshuizen, Leendert Molendijk en Joeke Postma

Over de auteurs:

Dr.ir. Aad Termorshuizen, Aad Termorshuizen Consultancy,
✉ aad.termorshuizen@bodemplant.nl
Ir. Leendert Molendijk, nematoloog, Wageningen University & Research
Dr.ir. Joeke Postma, fytopatholoog, Wageningen University & Research

BODEMPATHOGENEN

Bodempathogenen zijn bodemgebonden organismen die planten ziek kunnen maken. In de landbouw zijn ze een belangrijke opbrengst beperkende factor (zie kader). Het gaat om een keur aan organismen, met name schimmels, oömyceten, protisten en aaltjes. De belangrijkste ziektesymptomen zijn wortelrot, achterblijvende gewasgroei, omval van kiemplanten en verwelking door verstopping van de houtvaten. Een eigenschap die alle bodempathogenen gemeen hebben, is dat ze in staat zijn om minimaal één jaar te overleven in afwezigheid van vatbare planten (waardplanten). Maar veel pathogenen kunnen aanmerkelijk langer in de bodem overleven, met een overlevingsduur van 10-20 jaar of meer. Kampioen overleven zijn wratziekte en knolvoet die wel gedurende 20 jaar in slaapstand kunnen blijven.

Hoeveel schade veroorzaken bodempathogenen?

Het is lastig de schade die bodempathogenen veroorzaken nauwkeurig vast te stellen. Een goede poging werd gedaan voor Nederlandse suikerbietentelers.² Voor telers die historisch gezien tot de top van Nederland behoren werd ingeschat dat hun opbrengsten 30 procent en 13 procent geringer zijn voor resp. zand- en kleigronden door toedoen van pathogenen en insecten. De bodempathogenen bietencysteenaaltje, het virus dat rhizomanie veroorzaakt (BNYVV) en *Aphanomyces cochliformis* zijn hiervan de belangrijkste.

- Wortelbewoners zijn actief in de levende plant, en gebruiken de bodem alleen om te overleven als er geen vatbaar gewas staat. Voorbeelden zijn: veel plantenparasitaire aaltjes, *Verticillium* en knolvoet. Het zijn vooral deze bodempathogenen die vele jaren in de bodem kunnen overleven met hun gespecialiseerde ruststructuren.

MAATREGELEN TEGEN BODEMPATHOGENEN

Bij het opzetten van een plan voor de beheersing van bodempathogenen zijn twee zaken van het grootste belang:

- Om welke soort bodempathogeen gaat het? Elke soort vraagt zijn eigen aanpak. Zijn er resistente cultivars voorhanden, of zijn er bodemmaatregelen die de pathogenen kunnen beheersen? Zie tabel 1.
- Wat is de mate van besmetting? Bij een zware besmetting zullen meer rigoureuze maatregelen genomen moeten worden.

PLANTWEERBAARHEID

Als abiotische omstandigheden zoals nutriëntenvoorziening en fysische bodemgesteldheid (doorwortelbaarheid, waterdoorlaatbaarheid en -vasthoudendheid) groei beperkend voor het gewas

Bodemanalyses kunnen ziektevering van bodems niet meten

De leefwijze van bodempathogenen wordt vaak ingedeeld in bodembewoners en wortelbewoners:

- Bodembewoners zijn in staat tot enige activiteit in de bodem, zoals afbraak van organische stof, meestal betreft dit wortelmateriaal dat ze zelf hebben afgedood. Voorbeelden zijn: *Rhizoctonia*, *Fusarium* en *Pythium*.

zijn, dan verhoogt dat de vatbaarheid van planten voor infectie door pathogenen. Als bijvoorbeeld de nalevering van stikstof aan een gewas door decompositie van organische stof te gering is (bijv. door een te laag gehalte aan (afbreekbare) organische stof of door een te beperkt bodemleven (bijv. door te natte omstandigheden)) dan kunnen infecties door *Rhizoctonia* of *Pythium*



VAN LINKS NAAR RECHTS: RIJ 1: STENGELAALTJE IN UI (*DITYLENCHUS DIPSACI*), RESP. VELDAANTASTING EN AANGETASTE UIEN, DE KOP VAN HET WORTELLESIEAALTJE (*PRATYLENCHUS PENETRANS*); RIJ 2: BOLROT IN UI (*FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *CEPAE*), WORTELROT IN SUIKERBIET (*RHIZOCTONIA SOLANI* AG2-2 IIIB), VERWELKING IN KOOLZAAD (*VERTICILLIUM LONGISPORUM*); RIJ 3: KNOLVOET IN BLOEMKOOL (*PLASMIDIOPHORA BRASSICAE*), LAKSCHURFT IN AARDAPPEL (BOVENSTE RIJ KNOLLEN MET SCLEROTIËN, ONDERSTE RIJ GEZOND) (*RHIZOCTONIA SOLANI* AG3), VALPLEK VEROORZAAKT DOOR AARDAPPELCYSTEAAALTJE (*GLOBODERA* SP.).

frequenter optreden en leiden tot heftiger ziektesymptomen. Anderzijds is het niet zo dat een optimaal weerbare plant ongevoelig is voor een ziekte: als er voldoende infectiedruk is, dus als een bodem zwaar besmet is, dan wordt ook een weerbare plant ziek. De bodem heeft dus invloed op de weerbaarheid van een plant, maar kan ook direct ziekteverende eigenschappen tegen bodempathogenen hebben.

ZIEKTOWERENDHEID VAN DE BODEM

In de literatuur zijn er voorbeelden te over van bodems die pathogenen van nature onderdrukken. Dit kan komen door de aanwezigheid van bijv. hyperparasitaire schimmels, antagonistische bacteriën of schimmel-etende aaltjes, mijten of springstaarten. Maar in de praktijk komen van nature sterk ziekteverende bodems erg weinig voor. Pogingen om biologische ziekteverendheid te introduceren door soorten te enten in bodems die oorspronkelijk niet ziekteverend zijn hebben geen succes gehad. Weliswaar zijn er allerlei biologische bestrijders op de markt, maar hun effecten zijn variabel en beperkt, zeker bij zwaarder besmette gronden. Daarom is er nu veel aandacht voor het stimuleren van het bodemleven door gewasrotatie, groenbemesters en toevoegen van organische meststoffen.

Ook abiotische bodemfactoren kunnen leiden tot ziekteverendheid. Het beste voorbeeld is bekalking ter beheersing van knolvoet. Verder speelt textuur nogal eens een cruciale rol: bijv. geel bieten-cysteeltje komt vooral voor op zand- en dalgronden en wit bieten-cysteeltje op kleigronden. Textuur is een gegeven en kan niet wor-

den beïnvloed door maatregelen. Een slechte fysische bodemgesteldheid die leidt tot natte situaties bevordert oömyceten en protisten, omdat deze pathogenen met de zoösporen die ze vormen vrij water nodig hebben. Onder zulke natte omstandigheden hebben deze organismen bovendien minder last van concurrentie met het overige bodemleven. Alles bij elkaar genomen levert het optimaliseren van de fysische bodemgesteldheid de beste kansen voor zowel ziekteverendheid tegen een reeks (maar zeker niet alle!) aan bodempathogenen, en daarnaast ook voor vitale planten.

Een tamelijk onverwacht resultaat van het literatuuronderzoek¹ was, dat effecten van organische stof op de ziekteverendheid van de bodem vooral in potproeven kunnen worden aangetoond, maar dat effecten in veldproeven beperkt lijken te zijn. Een uitzondering hierop zijn zandgronden met een laag organische-stofgehalte. Vertaling van onderzoek in potproeven naar de praktijk in het veld verdient nog de nodige aandacht.

RELATIE TUSSEN BODEMPATHOGENEN EN BODEMKWALITEIT

Aangezien bodempathogenen een onderdeel zijn van het bodemleven is vaak het idee dat als de biologische bodemkwaliteit maar op peil is ook de ziekteverendheid optimaal is. Dit idee klopt helemaal niet. Biologische bodemkwaliteit dient vele doelen en zorgt bijvoorbeeld voor actieve omzetting van organische materialen. Zo wordt de diversiteit en kwantiteit aan aaltjes en regenwormen en de bacterie- en schimmelbiomassa als biologische indicatoren ge-

TABEL 1: AANTAL SOORTEN BODEMPATHOGENEN DIE EFFECTIEF ONDERDRUKT KUNNEN WORDEN MET AANGEGEVEN MAATREGELN (●), MAATREGELN DIE PERSPECTIEFRIJK ZIJN (◐); OF HET PATHOGEEN JUIST STIMULEREN (●).

	groep bodempathogenen (aantal behandelde soorten)	nematoden (12)	schimmels (12)	overige (8)*
maatregel	vruchtwisseling	●●●●●●●●●●●●	●●●●●●●●●●●●	●●●●●●●●
	groenbemesters	●●●●◐	●●	◐
	niet-specifieke organische stof	◐	◐	●◐
	specifieke organische stof	◐◐◐	◐◐◐◐	
	biologische bestrijding	◐◐	●●●●◐◐◐◐	●●●
	grondbewerking	●	●●●●◐	●●●●●●●●
	pH			●●●◐
	inundatie	●●●◐◐◐	●◐◐◐◐◐◐◐	◐
	anaerobe grondontsmetting	◐◐◐◐◐	●◐◐◐◐	◐
	onkruidbestrijding	●●●●●●●◐	●●●	●●
	hygiëne	●●	●●●◐	●

* Dit betreft pathogenen die behoren tot de groep van oömyceten, protisten of bacteriën.

noemd in de eerste versie van de bodemindicatoren voor landbouwgronden in Nederland.³ Maar het is onduidelijk hoe deze parameters in verband staan met ziekteverendheid. Het project ‘Open Bodemindex’⁴ beoogt ziekteverendheid te kwantificeren aan de hand van bodemanalyses, maar ook daar is nog niet duidelijk hoe dit zou kunnen. Mogelijk is er wel een verband tussen complexiteit of diversiteit van het bodemvoedselweb en ziekteverendheid. Of dit zo is, is niet duidelijk en wordt veroorzaakt doordat metingen aan ziekteverendheid van bodems niet op grote schaal verricht zijn. Sommige bodempathogenen vormen dusdanig sterke overlevingsstructuren dat ze nauwelijks tot niet zijn te beïnvloeden via biologische bodemkwaliteit. De kansen om door bodemanalyse te komen tot een maat voor “de” ziekteverendheid van een bodem zijn naar onze mening gering, omdat ieder bodempathogeen weer anders reageert op biotische en abiotische omstandigheden. Interpretaties van bodemanalyses kunnen zich beter richten op optimalisatie van de bodemcondities voor gewasgroei, zodat de plantweerbaarheid maximaal kan zijn.

Maatregelen tegen bodempathogenen⁵

- Vruchtwisseling: de oudste maatregel waarbij vatbare en niet vatbare gewassen afgewisseld worden. Vruchtwisseling heeft geen zin bij bodempathogenen met een zeer brede waardplantenreeks.
- Groenbemesters kunnen bepaalde bodempathogenen effectief onderdrukken; anderzijds kunnen ze ook andere populaties bodempathogenen vermeerderen.
- Niet-specifieke organische stof zoals compost. Aangezien zulke stoffen pathogenen kunnen bevatten, is hygiënisering voorafgaand aan toepassing (zoals bij compostering) essentieel. Effect op ziektevering in het veld beperkt zich vooral tot zandgronden met een laag organische-stofgehalte.
- Specifieke organische stof: monostromen van bepaalde typen organische stof, zoals chitine. Dit bevordert bepaalde antagonistische bacteriën. Onderzoek is in opkomst, effectieve veldtoepassingen zijn veelal nog te duur.
- Biologische bestrijding: er is slechts een beperkt arsenaal beschikbaar. De effectiviteit is in de praktijk vooralsnog tamelijk beperkt.
- Grondbewerking: nuttig om plantweerbaarheid te verhogen op verdichte bodems; remt bovendien bepaalde bodempathogenen (vooral oömyceten en protisten) in hun ontwikkeling.
- pH: bekalking is effectief tegen knolvoet, maar juist niet tegen aardappelschurft.
- Inundatie en anaerobe grondontsmetting zijn dure en complexe maatregelen die soms worden toegepast om pathogenen af te doden als er geen andere opties beschikbaar zijn. Kunnen negatieve neveneffecten

- hebben op bodemleven en bodemstructuur.
- Onkruidbestrijding: essentieel bij bepaalde bodempathogenen die zich sterk kunnen vermenigvuldigen op bepaalde algemene onkruiden.
- Hygiëne: weliswaar is hygiëne de basis voor beheersing van bodempathogenen, in sommige gevallen is het zo essentieel dat het apart vermeld wordt.
- Chemische bestrijding is maar beperkt beschikbaar, vooral tegen aaltjes.

SAMENVATTEND

Om bodempathogenen te beheersen en te bestrijden worden heel verschillende maatregelen ingezet. Door de zeer uiteenlopende levenswijzen van al deze pathogenen is het onmogelijk om een breed werkende methode aan te wijzen die effectief is in alle gevallen. Tegengaan van schade door bodempathogenen bestaat uit: (1) voorkomen dat pathogenen een veld besmetten, (2) bodemmaatregelen die zorgen voor een goed groeiend, vitaal gewas, (3) inventariseren van bodempathogenen door bodemanalyse, (4) opstellen van een slim bouwplan, (5) combinatie van specifieke maatregelen afhankelijk van de aangetroffen pathogenen. Het vinden van effectieve maatregelen per pathogeen is complex, en wij hopen dat het overzicht in het genoemde rapport¹ hierbij kan helpen. Om de informatie toegankelijker te maken is in oktober 2021 op initiatief van de Branche Organisatie Akkerbouw een interactieve digitale versie beschikbaar gekomen (www.gezondgewastool.nl). Een eenvoudige indicator voor het bepalen van een brede ziekteverendheid van een bodem tegen verschillende bodempathogenen is geen reële verwachting; de relevante bodemeigenschappen voor een gezond gewas verschillen per pathogeen.

BRONNEN EN NOTEN

1. Termorshuizen, A.J., Molendijk, L.P.G., Postma, J., 2020: Beheersing van bodempathogenen via bodemgezondheidsmaatregelen; een overzicht van de beschikbare kennis voor een selectie van akkerbouwgewassen met hun bijbehorende bodemziekten. Wageningen Research, Rapport WPR-955. <https://doi.org/10.18174/513197>.
2. Hanse, B., Schneider, J.H.M., Termorshuizen, A.J., Varrelmann, M., 2011: Pests and diseases contribute to sugar beet yield difference between top and averagely managed farms. *Crop Protection* 30: 671-678.
3. de Haan, J., Hanegraaf, M., van den Elsen, E., Visser, S., 2021: Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland (BLN versie 1.0). www.openbodemindex.nl.
4. Veel factsheets over maatregelen, inclusief vruchtwisselingsschema's, staan op www.best4soil.eu.