

Samenvattingen werkgroep Bodempathogenen

De presentaties werden gehouden op 20 april 2023 bij Koppert Biological Systems tijdens de 102^e bijeenkomst van de KNPV-Werkgroep Bodempathogenen en bodemmicrobiologie.

Literatuurstudie naar interacties plantparasitaire aaltjes met plantpathogene bodemschimmels

Rik Peters

Wageningen University & Research
Open Teelten, Lelystad

Introductie

Plantparasitaire aaltjes en plantpathogene bodemschimmels zijn in hoge mate bodemgebonden en onder de juiste omstandigheden zeer schadelijk voor de opbrengst dan wel kwaliteit van bloembollen en akkerbouwgewassen. Beide groepen organismen zijn op zichzelf staand al hardnekkige problemen die in de meeste gevallen alleen met een lange-termijn-strategie, en dan in het bijzonder de juiste gewasrotatie, goed onder controle te houden zijn. Aaltjes en bodemschimmels kunnen in combinatie schadelijker zijn dan los van elkaar.

Werkwijze

In deze inventarisatie is middels een uitgebreide scan van de wetenschappelijke literatuur een overzicht gemaakt van de interacties tussen plantparasitaire aaltjes en plantpathogene bodemschimmels die minstens éénmaal en op betrouwbare wijze (voldoende herhalingen en met statistische onderbouwing) zijn onderzocht en gepubliceerd in een wetenschappelijk tijdschrift, thesis of boek. Deze literatuurscan werd uitgevoerd via de zoekmachine van Scopus en Google Scholar en leverde 136 publicaties op, waarvan er uiteindelijk 95 zijn opgenomen in deze studie.

Interactietypen

In de studie worden de onderstaande drie interacties onderscheiden:

Antagonistisch: De interactie is antagonistisch wanneer de in de interactie betrokken pathogenen samen minder schade veroorzaken dan wanneer ze individueel op de plant voorkomen ($1 + 1 \leq 2$)

Additief: De interactie is additief wanneer de in de interactie betrokken pathogenen samen de som van de schade veroorzaken die ze individueel zouden kunnen veroorzaken ($1 + 1 = 2$)

Synergistisch: De interactie is synergistisch wanneer de in de interactie betrokken pathogenen samen meer schade veroorzaken dan de som van de schade die ze individueel zouden kunnen veroorzaken ($1 + 1 \geq 2$)

Beschrijving interacties (per aaltjesgroep)

De resultaten zijn verzameld in de publicatie "Literatuurstudie naar interacties plantparasitaire

aaltjes met plantpathogene bodemschimmels: beschrijving van interacties en mechanismen en hun betekenis voor de akkerbouw en bollenteelt". Hierin wordt (in tabel 1 t/m 6 vanaf pagina 12) een overzicht gegeven van de interacties uit de gematigde streken. In geval van een elkaar versterkend effect (synergistisch) is er sprake van lagere opbrengsten, meer rot en/of versterkte aaltjesvermeerdering. Deze effecten zijn vooral gevonden bij de cysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes in combinatie met de bodemschimmels *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Verticillium* en *Pythium*. Ook de wortellesieaaltjes soorten komen in veel onderzoek naar voren als versterker van de schade in de combinatie met een groot aantal bodemschimmels. Voor het stengelaaftje *Ditylenchus dipsaci* zijn enkele interacties aangetoond. Voor de meeste andere aaltjessoorten zijn geen publicaties gevonden. Voor details zie de tabellen in de publicatie.

Het overgrote deel van de literatuur beperkt zich tot akkerbouw gewassen. Voor de bollenteelt of bloementeel is zeer weinig informatie te vinden. In tabel 6 is op basis van expertise van WUR bollen-specialist Paul van Leeuwen een viertal interacties opgesomd. Hierbij is steeds het wortellesieaaltje *P. penetrans* betrokken. In de daaropvolgende tabellen komen de (sub) tropische soorten aan bod. Hier voeren de wortelknobbelaaltjes de boventoon.

Interactiemechanismen

Aantasting door aaltjes zorgt, ongeacht het mechanisme, altijd voor een slechtere opname en daardoor een trager metabolisme. Dit zorgt voor een vertraging in de ontwikkeling van de plant doordat water en nutriënten niet optimaal door de plant gebruikt kunnen worden. Hierdoor krijgen schimmels langer de tijd om de meest kwetsbare delen van de wortels binnen te dringen, zijn cellen minder vitaal en komt de immunreactie van de plant bij infectie veel trager op gang. Wanneer de schimmel en het aaltje hetzelfde deel van de plant infecteren werkt dit vaak in het nadeel van de een of de ander, pathogenen die ernstige wortelrot veroorzaken verminderen vrijwel zonder uitzondering de vermeerdering van de aaltjes.



Zware Verticillium aantasting bij aardappel. Wanneer deze plant gelijktijdig ook wordt aangetast door wortellessieaaltjes of cysteaaltjes verergeren de symptomen (foto: Rik Peters, WUR OT).

De mechanismen via welke aaltjes een interactie aangaan met plantpathogene bodemschimmels zijn: fysieke schade door migratie en voeden, lekken van wortellexudaten en verandering van de samenstelling van de wortellexudaten, verstoring van cel- en weefselfunctie en vorming van afwijkende cellen, extra groei van de schimmel in reuzencellen of lesies, en het onderdrukken van het immuunsysteem. Tabel 11 geeft een overzicht van de mechanismen per aaltjesgroep.

Bij het voorkomen van een aaltje en een plantpathogene schimmel die potentieel samen een ziektecomplex zouden kunnen vormen presteren rassen met

een volledige resistentie tegen het aaltje in de interactie beter dan rassen met een volledige resistentie tegen de schimmel. Het komt namelijk veel vaker voor dat een aaltjesaantasting de resistentie tegen de schimmel doorbreekt dan andersom. Een ras dat volledig resistent is tegen het aaltje maar matig resistent tegen de schimmel ondervindt in de meeste gevallen dus minder schade dan een ras dat vatbaar is voor het aaltje en dan door de aaltjesaantasting zijn schimmelresistentie verliest.

Beperkingen (van de) huidige inventarisatie

Wat duidelijk blijkt uit deze inventarisatie is dat er vele soorten zijn die in ieder geval de potentie hebben om een interactie aan te gaan waar extra schade aan het gewas uit voortvloeit. Helaas blijft het in de publicaties in verreweg de meeste gevallen bij beschrijvend onderzoek en modelstudies. Proeven zijn vaak uitgevoerd in potten in kassen, vaak met alleen maar jonge planten waardoor er weinig te zeggen is over de invloed op de 'echte' opbrengst aan het eind van het teeltseizoen. Sommige onderzoeken zijn gebaseerd op veldpopulaties die beperkt gekwantificeerd zijn, of er is gewerkt met alleen de aan- of afwezigheid aaltjes, zonder verloop in inoculumdichtheid. Daar waar wel netjes rekening is gehouden met verschillende inoculumdichtheden en het moment van inoculeren betreft het vaak weer geen voor de Nederlandse akkerbouw relevante gewassen.

Boodschap richting (vertaling naar) akkerbouwpraktijk

Voor de meest ernstige schade moeten de omstandigheden voor zowel aaltje als schimmel op het juiste moment goed zijn. Het is daarom te verwachten dat deze interacties de opbrengstverliezen in slechte jaren nog verder verslechteren, en in goede jaren slechts incidenteel tot extra verlies van opbrengst leiden. Vaker voorkomende extreme weersomstandigheden en krappe bemesting kunnen ervoor zorgen dat er vaker situaties ontstaan die geschikt zijn voor het ontstaan van interacties tussen aaltjes en schimmels. Het steeds meer wegvallen van nematiciden en bodemfungiciden maakt het rekening houden met schadelijke interacties via bouwplan en rassen een belangrijk aandachtspunt in de strategische planning van de akkerbouwer en bollenteler.

Rapport

Peters, R., Visser, J. & Molendijk, L. Literatuurstudie naar interacties plantparasitaire aaltjes met plantpathogene bodemschimmels: beschrijving van interacties en mechanismen en hun betekenis voor de akkerbouw en bollenteelt.
<https://doi.org/10.18174/576264>

Circulair terreinbeheer: effect van toedienen van bokashi op de nematodengemeenschap

Pella Brinkman, Viola Kurm, Johnny Visser & Gerard Korthals

Bermmaaisel en gevallen blad worden in de huidige regelgeving als afval bestempeld. In het programma 'Circulair terreinbeheer' worden metingen verricht om te komen tot een advies over mogelijkheden om dit materiaal te gebruiken. Eén van de mogelijkheden is om het materiaal te verwerken tot bokashi en dit in te zetten als bodemverbeteraar. Hiertoe werden in twee opeenvolgende jaren veldproeven uitgevoerd op drie locaties om het effect op de bodem en gewasproductie in de akkerbouw te toetsen. Er werd een selectie gemaakt van bokashi's gemaakt van bermmaaisel, bokashi van gevallen blad, een mengsel van bermmaaisel en compost, onbehandeld bermmaaisel en compost. Als vergelijking dienden een gangbare bemesting met organische mest aangevuld met kunstmest en vier trappen minerale stikstofbemesting (0, 33, 66 en 100% van de gebruiksnorm). Het organische materiaal werd eind maart ingewerkt en vijf weken later werden grondmonsters genomen. Toedienen van organisch materiaal had vooral een effect op de bacterie-etende nematoden, maar

het effect was afhankelijk van het product, het jaar en de locatie. In 2021 was het aantal bacterie-etende nematoden hoger na toedienen van een mengsel van bermmaaisel en compost vergeleken met sommige minerale stikstofbehandelingen (Lelystad en Vredepeel) en de gangbare bemesting (Vredepeel). In 2022 gaf juist toedienen van één van de bokashi's van bermmaaisel een toename van het aantal bacterie-etters op alle drie locaties. Het effect op de 'colonizer-persister'-groepen bestond uit een toename van de groepen 1 en 2, nematoden die snel reageren op een toename in voedselaanbod. Dit was een opvallend verschil met de micro-organismen, waarbij juist de schimmels in aantal toenamen (Kurm et al., 2023). Toedienen van sommige organische producten resulteerde in een hogere droge stofproductie van de mais vergeleken met 0% stikstof, maar een lagere productie vergeleken met de gangbare bemesting en 100% stikstof. Dit effect was vooral duidelijk in Lelystad.

Het rapport over 2021: <https://edepot.wur.nl/571399>



Onderzoek naar het effect van het toedienen van organische producten, zoals bokashi, op de nematodengemeenschap en de plantengroei.

Circulair terreinbeheer: bodemmicrobiologie in twee jaar

Viola Kurm, Johnny Visser, Pella Brinkman & Gerard Korthals

Er is steeds meer aandacht voor de belangrijke rol van micro-organismen voor de bodemgezondheid. Voor boeren is duidelijk dat het toevoegen van verschillende vormen aan organische stof positieve effecten kan hebben op het bodemleven en daarmee op duurzame landbouwdoelen op de lange termijn. Tegelijkertijd wordt het gebruik van lokale organische reststromen aangemoedigd om een circulair systeem met weinig tot geen externe input te creëren. Terwijl compost al vaak wordt toegepast is er weinig kennis over het effect van alternatieve producten, zoals



Een handje bokashi

bokashi (gefermenteerd maaisel of blad) en maaisel. In een meerjarig project worden daarom verschillende composten, bokashi's en producten gemaakt van maaisels toegepast in veldexperimenten en vergeleken met gangbare bemesting en verschillende hoeveelheden stikstof-giften. De experimenten zijn uitgevoerd in 2021 en 2022 op twee zandgronden en één kleigrond. Het effect op bodemgezondheid werd onder ander bepaald door het meten van de bodemvruchtbaarheid, de aaltjesgemeenschap, gewasopbrengst en de microbiële gemeenschap. De laatste is gemeten middels PLFA (Phospholipid derived fatty acids) analyse. Op de kleigrond-locatie was de hoeveelheid bacteriën en schimmels in de grond verhoogd na de toepassing van meerdere bokashi's en composten, wat duidt op een actiever bodemleven. Op de zandgronden waren minder verschillen in het bodemmicrobioom te zien, wat kan worden verklaard met de hogere initiële bodemvruchtbaarheid van deze gronden. Op twee locaties waren de effecten groter in 2022 dan in 2021. De gemeten verschillen tussen locaties, jaren en producten was te verwachten, omdat per locatie en jaar de microbiële gemeenschap in de grond verschilt en dan ook verschillend reageert op de toevoeging van organische producten. Een open vraag is of het mogelijk zou zijn om door het bepalen van de microbiële gemeenschap voor en na toevoegen van verschillende organische producten over meerdere jaren en locaties een voorspelling kan worden gedaan over welke producten leiden tot een betere bodemgezondheid.

Microbiële ecologie van teelt uit de grond in de kas – microbial ecology of soilless cultivation

Annelein Meisner, Marta A. Stremiška, Chris Blok, Jim van Ruijven & Caroline van der Salm

Een groot deel van de productie van groente en sierbloemen in Nederland vindt plaats onder glas. In Nederland werd er in 2022 1770 miljoen kg groenten geproduceerd onder glas op 4972 ha land tegenover 2954 miljoen kg groenten in de grond op 85877 ha land (CBS, 2023). Veel van de komkommers, tomaten en paprika's als ook de sierteelt maken gebruik van groeimedia voor de teelt van de gewassen. De voordelen van het gebruik van groeimedia zijn: pathogeen vrije start van de teelt als schoon uitgangsmateriaal wordt gebruikt; potentie voor lager watergebruik en voor minder milieuvervuiling als het drainwater binnen de kas wordt gerecirculeerd; voedselproductie op plekken waar geen grondteelt mogelijk is; minder groot oppervlakte voor productie groenten. Maar er zijn ook een aantal toekomstige uitdagingen waarbij

oplossingen vanuit de microbiologie een bijdrage kunnen leveren, zoals zero-emissie van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het milieu, veenvrije groeimedia vanaf 2027 (veel groeimedia bevatten veen) en een halvering van het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen in 2030.

In teelt uit de grond in de glastuinbouw, vindt de teelt plaats in water (hydroponic), op inerte substraten als steenwol, of op organische substraten als potgrondmengsels van o.a. veen, kokos en compost. In vergelijking met bodems, hebben deze materialen vaak een lagere microbiële diversiteit en dus een minder divers reservoir aan micro-organismen beschikbaar (Thomas et al., 2023). Bodems zijn heel heterogeen en de microbiële gemeenschap in bodems wordt

beïnvloed door het bodemtype, de gebruiksgeschiedenis en de planten die erop gegroeid hebben (Vos et al., 2013). Groeimedia in de kas zijn meer homogeen dan bodems. In inerte substraten, zoals steenwol, wordt de microbiële gemeenschap gedomineerd door bacteriën. De microbiële gemeenschappen in de potgrondmengsels zijn afhankelijk van de samenstelling (b.v. veen, compost, kokosvezel, stro, etc). De dispersie van microben en nutriënten gaat snel in waterige groeimedia door de *bulk flow* in het water (Thomas et al., 2023). Ondanks dat de groeimedia een lagere microbiële diversiteit hebben dan bodems, groeien er wel degelijk bacteriën en schimmels (Alsanius and Wolhanka, 2019). Daarnaast kan er weerbaarheid tegen *Pythium* worden gevonden in oudere steenwolmatten (Postma et al., 2000). Maar veel kennis over microbiële ecologie is gebaseerd op microbiële ecologie in bodems terwijl teelt op groeimedia dus mogelijk niet een op een te vergelijken is met bodems.

In de toekomst is er fundamentele kennis nodig om het microbioom in verschillende groeimedia

te sturen voor optimale groei van de plant en/of onderdrukking van pathogenen. Echter is er nog relatief weinig kennis omtrent de ontwikkeling van de diversiteit en functies van het microbioom in substraat systemen. Er wordt gewerkt aan verschillende toepassingen waarbij fundamentele kennis van de microbiële ecologie noodzakelijk is voor een juiste toepassing. Een rationeel ontworpen microbioom kan ontwikkeld worden om de plantengroei te stimuleren of pathogenen te onderdrukken. Functie van het natuurlijk microbioom van groeimedia kunnen ook gestuurd worden door de toediening van o.a. composten aan potgrond mengsels of inerte substraten, aangezien deze kunnen dienen als prebiotica en probiotica. Tevens kunnen er microbiële en niet-microbiële biostimulanten, ter ondersteuning van de groei van de plant, en biofungiciden, ter onderdrukking van plantenpathogenen, worden toegevoegd. Deze ontwikkeling draagt bij aan de duurzame productie van groenten en siergewassen op groeimedia, maar zou versneld kunnen worden door samenwerking van toegepast en fundamenteel onderzoek.

Referenties

- Alsanius, B.W. and W. Wolhanka (2019). Chapter 5 - Root Zone Microbiology of Soilless Cropping Systems. In: Soilless Culture (Second Edition), edited by M. Raviv, J. H. Lieth and A. Bar-Tal, Elsevier 2019
- CBS. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37738/table?ts=1684486230256>, toegang 19 mei 2023
- Postma, J., J. E. I. M. Willemsen-de Klein and J. D. van Elsas (2000). Effect of the Indigenous Microflora on the Development of Root and Crown Rot Caused by *Pythium aphanidermatum* in Cucumber Grown on Rockwool. *Phytopathology* 90(2): 125-133
- Thomas, p. et al. (2023) The Hydroponic Rockwool Root Microbiome: Under Control or Underutilised? *Microorganisms* 11: 835.
- Vos, M. et al. (2013) Micro-scale determinants of bacterial diversity in soil. *FEMS Microbiology Reviews* 37 (6): 936-954