

Onderdrukking van bodemgebonden pathogenen in mengteeltsystemen

Gerbert Hiddink

Enza Zaden B.V., Postbus 7, 1600 AA, Enkhuizen; e-mail : G.Hiddink@enzazaden.nl

PROMOTIES

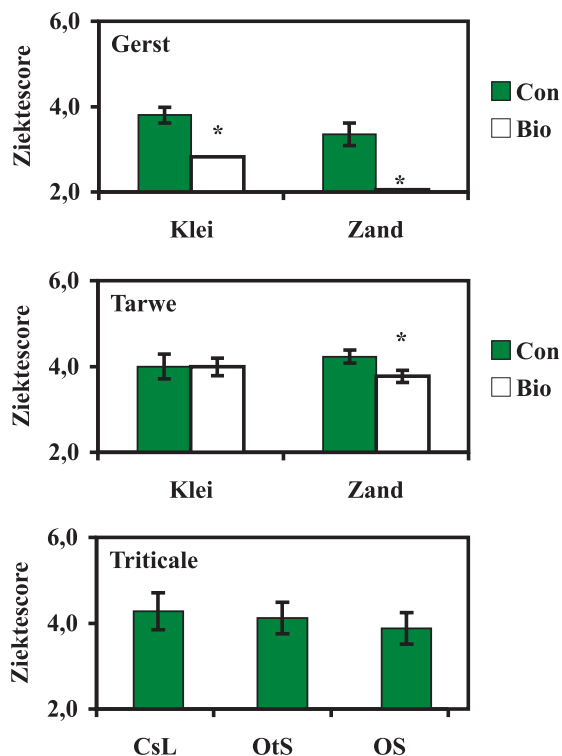
Op 7 november 2008 promoveerde Gerbert Hiddink aan Wageningen Universiteit (WU) op het proefschrift getiteld 'Suppression of soilborne pathogens in mixed cropping systems'. Promotor was Prof. Dr. Ir. Ariena H.C. van Bruggen van de leerstoelgroep Biologische Landbouwsystemen van WU. Co-promotoren waren Dr. Aad J. Termorshuizen van Blgg B.V. in Wageningen, en Jos Raaijmakers van het laboratorium voor Fytopathologie van WU. Het onderzoek werd gefinancierd door het NWO programma Biodiversiteit (projectnummer 014.22.032), in samenwerking met de WU-leerstoelgroepen Entomologie en Gewas- en Onkruid Ecologie.

Inleiding

Bodemgebonden plantenpathogenen zijn een belangrijke oorzaak van verliezen in de agrarische productie. Weliswaar zijn veel bodemgebonden pathogenen goed te beheersen door middel van vruchtwisseling, maar de kosten van een brede vruchtwisseling zijn hoog en daardoor vaak niet uitvoerbaar. Verder zijn er maar weinig duurzame maatregelen beschikbaar die bodempathogenen voldoende kunnen beheersen. Chemische middelen zijn nauwelijks voorhanden en hebben bovendien als nadeel dat ze vaak ongewenste neveneffecten hebben op het milieu. Dit proefschrift had tot doel om te onderzoeken of door middel van verhoging van de biodiversiteit van de bodem een betere onderdrukking van bodempathogenen bewerkstelligd kon worden. Dit werd gedaan door (1) het ziektevermogen van biologisch beheerde gronden te vergelijken met gronden die gangbaar beheerd zijn en (2) de effecten van mengteelten op bodempathogenen en wortelziekten te onderzoeken in vergelijking met die van teelten met één gewas. Dit laatste deel van het onderzoek werd uitgevoerd op biologisch beheerde gronden.

Ziektevermindering van biologische beheerde gronden

Voor het eerste onderdeel van het proefschrift werd ziekteonderdrukking in biologisch beheerde gronden vergeleken met die in gangbaar beheerde gronden. Aantasting door tarwehalm-doder (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) op gerst- en tarwewortels was minder ernstig in biologisch beheerde gronden dan in gangbaar beheerde gronden (Figuur 1). Grondsoort, met name de textuur, beïnvloedde dit verschil tussen biologisch en gangbaar beheerde gronden sterk. Fluorescerende pseudomonaden spelen een belangrijke rol bij 'Take-all decline', het verschijnsel waarbij door continue teelt van graan de aantasting door de tarwehalm-doder in de loop der jaren af- in plaats van toeneemt zoals bij de meeste andere pathogenen. Deze fluorescerende pseudomonaden bleken in relatief geringe aantallen aanwezig in de biologisch beheerde gronden vergeleken met de gangbaar beheerde gronden. Introductie van een bepaald *Pseudomonas*-isolaat, waarvan de relatie met 'Take-all decline' bekend was (isolaat Pf32-*gfp*) liet zien dat de populatie in eerste instantie sneller terugliep in biologisch beheerde gronden. Hoewel het uiteindelijke populatieniveau in de biologisch en gangbaar beheerde gronden gelijk was, bleek de ziekteonderdrukking door deze geïntroduceerde antagonist significant beter in de gangbaar beheerde gronden dan in de biologisch beheerde gronden. Deze resultaten suggereren dat deze groep van pseudomonaden niet van groot belang is voor de onderdrukking van de tarwehalm-doder in de biologisch beheerde gronden. Daarentegen lijken algemenere vormen van ziekte-onderdrukkende mechanismen belangrijker in de biologisch beheerde gronden. In de biologisch beheerde zandgrond bleek een hogere microbiële activiteit samen te gaan met een geringere aantasting door de tarwehalm-doder. Dit suggereert dat microbiële activiteit een



Figuur 1. Aantasting door tarwehalm-doder op gerst en tarwe wortels in biologisch (Bio) en gangbaarbeheerde (Con) zand- en kleigrond en tarwehalm-doderaantasting op triticale wortels getest op conventionele kleigrond (CsL), zandgrond in transitie van gangbaar naar biologisch beheer (OtS) en zandgrond van een biologisch gecertificeerd bedrijf (OS). Significante verschillen ($P < 0,05$) zijn gemerkt met een *.

rol speelt bij de ziekteonderdrukking in biologisch beheerde gronden. De samenstelling van de bacterie- en schimmelgemeenschappen in de biologisch beheerde gronden, zoals bepaald met een moleculaire methode (*Denaturing Gradient Gel Electrophoresis* of DGGE), bleek te verschillen van die in de gangbaar beheerde gronden. Dit is een aanwijzing dat er mogelijk ook andere specifieke ziekteonderdrukkende groepen aanwezig zijn in de biologisch beheerde gronden.

Effecten van mengteelten op bodempathogenen en wortelziekten

In de rest van het proefschrift is mengteelt onderzocht als methode om de biodiversiteit van grond te verhogen. In een uitgebreid literatuuroverzicht is mengteelt gedefinieerd, zijn diverse agrarische systemen beschreven en is op basis van de literatuur geëvalueerd in welke mate deze systemen zouden kunnen bijdragen tot beheersing van bodemgebonden pathogenen. Door de teelt van menggewassen kunnen

hogere relatieve opbrengsten per oppervlakte worden gerealiseerd, is het gebruik van beschikbare nutriënten efficiënter en kan bodemerosie sterk gereduceerd worden. Daarnaast is het optreden van ziekten in mengteelten over het algemeen minder heftig. Dit is vaak beschreven voor bovengrondse pathogenen, maar ook in het geval van bodemgebonden ziekten is wetenschappelijk bewijs voorhanden. In 29 van de 35 gevonden publicaties over dit onderwerp bleek dat bodemgebonden ziekten in mengteelten minder schade aanrichten in vergelijking met een enkel gewas. In slechts zes publicaties werd geen of een negatief effect gevonden. Minder waardplanten per oppervlakte-eenheid werd het meest genoemd als oorzaak voor de geringere aantasting. Hoewel het voor de hand ligt dat ook andere ziekteonderdrukkende mechanismen optreden in mengteeltsystemen, zijn deze vaak niet onderzocht. Deze kennislacunes moeten opgevuld worden voordat de ziekteverende eigenschappen van mengteeltsystemen adequaat toegepast kunnen worden. Vanwege de veelbelovende ziekteverende resultaten en ook de andere ecologische voordelen van mengteelt verdient het gebruik ervan meer aandacht als een duurzame wijze van agrarische productie.

Twee series veldexperimenten werden uitgevoerd om mengteelten met teelten van de individuele gewassen te vergelijken. In de eerste serie werden spruitkool en gerst apart en in mengteelt geproduceerd (Figuur 2) gedurende twee jaar op twee locaties in de omgeving van Wageningen. Hoewel dit geen realistische combinatie van gewassen was, heeft dit onderzoek interessante gegevens opgeleverd, met name met betrekking tot insectenplagen en hun natuurlijke vijanden. Daarnaast bleek in het veld dat knolvoet van spruitkool (*Plasmodiophora brassicae*) in het eerste jaar minder tot ontwikkeling kwam in de mengteelt dan in het individuele spruitkoolgewas; in het tweede jaar was dit verschil niet significant meer.

In een veld waar een mengteelt van triticale en witte klover (Figuur 3) werd vergeleken met de afzonderlijke teelten van deze plantensoorten, bleek de tarwehalm-doder (*G. graminis* var. *tritici*) significant minder ziekte op triticale te veroorzaken in de mengteelt dan in het enkelvoudige triticalegewas.

De gronden van deze proefvelden werden gebruikt om het effect van deze mengteelten op hun ziekteonderdrukkende vermogen te onderzoeken in vergelijking tot dat vermogen in de gronden beteeld met de enkelvoudige gewassen. Grondmonsters werden in potproeven getoetst



Figuur 2. Mengteelt van spruitkool en gerst.

met de volgende bodemgebonden pathogenen: *Rhizoctonia solani* (veroorzaakt wortelrot en kiemplantenziekte in tal van gewassen), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* (veroorzaakt verwelking bij vlas; staat model voor tal van verwelking-inducerende pathogenen), en *G. graminis* var. *tritici* (tarwehalmdoder). Grond waarop een menggewas had gestaan bleek geen hogere ziekteonderdrukking te bezitten vergeleken met grond waarop één van beide gewassen alleen was geteeld. De bacterie- en schimmeldiversiteit, bepaald met DGGE, bleken niet significant te verschillen tussen de gronden. We concluderen hieruit dat de in dit onderzoek toegepaste mengteelten niet leiden tot een verhoging van ziektevering in de achtergebleven grond tegen de drie onderzochte bodemgebonden pathogenen. Mogelijkerwijs zou de rhizosfeer van een menggewas wel ziekteonderdrukkend kunnen zijn.

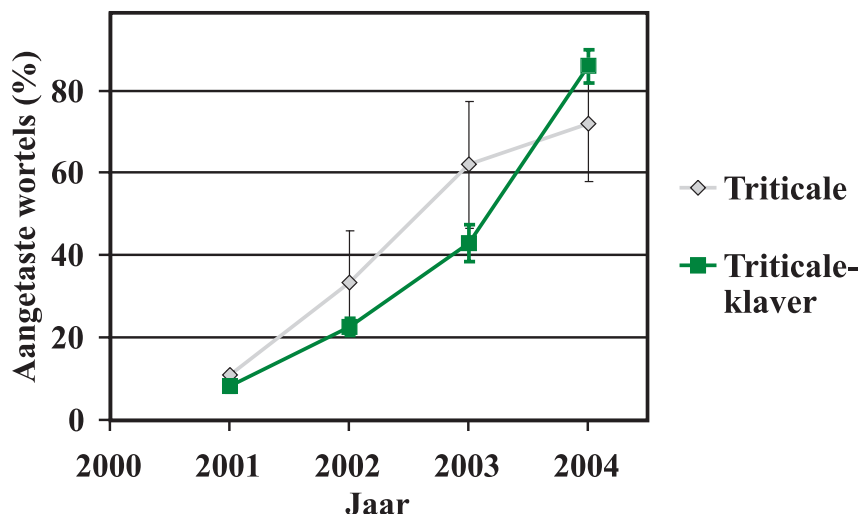
Directe effecten van mengteelt op aantasting door de tarwehalmdoder werden nader onderzocht gedurende meerdere teeltcycli van triticale en witte klaver apart en in mengteelt in het veld en in potproeven in de kas. In het veld werd de aantasting op triticalewortels heviger gedurende de eerste drie jaar in zowel triticale alleen als in de mengteelt van triticale met witte klaver (Figuur 4). Maar de aantasting nam in de mengteelt minder sterk toe dan in de alleen geteelde triticale. In het

vierde groeiseizoen verdween dit verschil echter, wat waarschijnlijk veroorzaakt werd door de slechte stand van de witte klaver in de mengteelt. In het kasexperiment was de aantasting van triticale door de tarwehalmdoder in het mengsel triticale-witte klaver lager in vergelijking met de triticale gedurende alle vijf cycli (Figuur 5). Diverse ziekteonderdrukkende mechanismen die de tarwehalmdoder kunnen beïnvloeden werden onderzocht. Daartoe werd het belang van de microbiële activiteit en diversiteit, stikstofgehalte en populatiedichtheid van fluorescerende pseudomonaden onderzocht. In het kasexperiment bleek dat de microbiële activiteit significant hoger was in de met triticale-klaver beteelde grond. De microbiële activiteit was ook positief gecorreleerd met de klaverbiomassa in de mengteelt en negatief gecorreleerd met de mate van aantasting door de tarwehalmdoder. Ook in het veld correleerde een grotere klaverbiomassa met een geringere aantasting door de tarwehalmdoder over de jaren heen. Hieruit werd geconcludeerd dat de klaverbiomassa in de mengteelt een negatieve invloed heeft op de aantasting door de tarwehalmdoder. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door veranderingen in het wortelgroei patroon, verhoging van de microbiële activiteit en/of stimulering van antagonisten in de rhizosfeer en verder wellicht ook door hogere ammoniumconcentraties in de rhizosfeer.



Figuur 3. Mengteelt van triticale en witte klaver.

Figuur 4. Aantasting van tarwehalm-doder op triticalewortels in mono en triticale-witte klavermengcultuur gedurende vier opeenvolgende jaren onder veldomstandigheden op een biologisch beheerde zandgrond.



Conclusies

De resultaten in dit proefschrift geven informatie over en een verbeterd inzicht in de methoden waarmee de problemen met bodemgebonden pathogenen in biologisch en gangbaar beheerde gronden bestreden en voorkomen kunnen worden. De belangrijkste conclusies zijn:

A) Algemene onderdrukking is sterker in biologisch beheerde gronden dan in gangbaar beheerde gronden. De mate van deze algemene

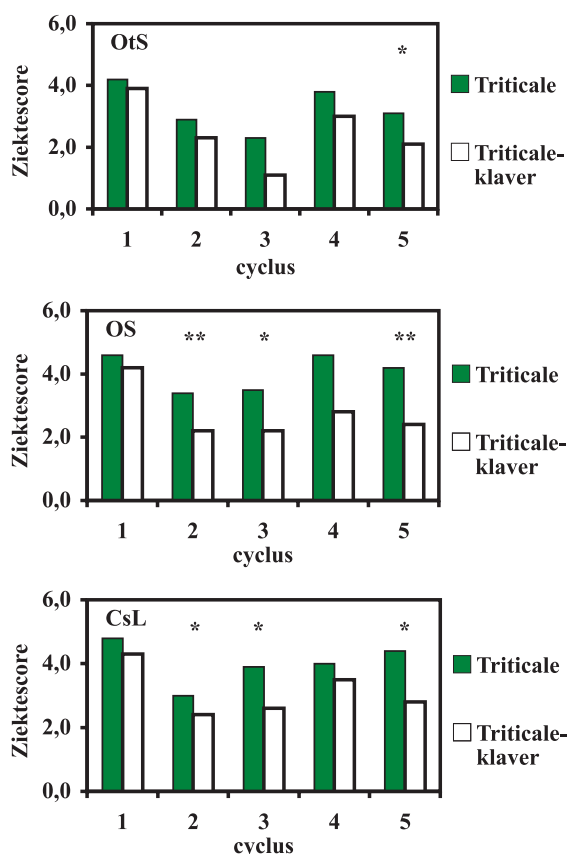
onderdrukking wordt grotendeels bepaald door de soort en het gehalte aan organische stof en daardoor door de fysieke en biologische eigenschappen van de bodem.

B) In biologisch en gangbaar beheerde gronden zou het telen van een mengteelt vanwege de plantgerelateerde ziektevering een aanvulling kunnen zijn van de al aanwezige bodemgebonden ziektevering.

C) Ziekteonderdrukking is een algemeen voorkomend verschijnsel in mengteelten en veel gewascombinaties kunnen tenminste sommige pathogenen onderdrukken. De teelt van een menggewas kan sommige algemene ziekteverende mechanismen zoals microbiële activiteit versterken, maar ook specifieke ziekteonderdrukkende mechanismen (bijvoorbeeld antagonisten) zouden gestimuleerd kunnen worden.

D) Het effect van een mengteelt op ziekteonderdrukking is voornamelijk aanwezig in de rhizosfeer. Ziektevering door middel van mengteelten moet dus gericht worden op deze rhizosfeer. Er wordt benadrukt dat de ziekteonderdrukkende effecten van mengteelten vooral een direct gewas- of cultivareffect zijn, op het moment dat het menggewas wordt geteeld. Er lijkt dus niet een langer durend effect te zijn dat meetbaar is in een volgend gewas.

E) Hieruit volgt dat het telen van een mengge-



*Figuur 5. Aantasting van tarwehalm-doder op triticalewortels in monocultuur en triticale-witte klavermengteelt gedurende vijf opeenvolgende cycli onder kasomstandigheden. OtS = zandgrond in transitie van gangbaar naar biologisch beheer; OS = zandgrond van een biologisch gecertificeerd bedrijf; CsL = conventionele kleigrond. Significante verschillen zijn gemerkt met een * ($P < 0,05$) of ** ($P < 0,01$).*

PROMOTIES

was niet tot grote verbetering van de algemene ziekteonderdrukking van de grond leidt, tenzij het menggewas een grotere hoeveelheid ondergeploegde gewasresten geeft dan de enkele gewassen.

Tot slot

Alhoewel er regelmatig een sterkere ziekteonderdrukking is gezien in mengteelten, kan het gebruik van mengteelten nog niet geadviseerd worden als methode om bodemgebonden pathogenen te onderdrukken. Vele vragen zijn nog onbeantwoord en generalisatie van onze

resultaten naar andere mengteeltsystemen is nog maar beperkt mogelijk. Desondanks zien we het gebruik van mengteelten niet slechts als een interessant wetenschappelijk onderzoeksobject. Integratie van mengteelten in de huidige agrarische productiesystemen zou een verduurzaming van de agrarische productie kunnen zijn in de breedste zin, zelfs in moderne kosten-intensieve agrarische productiemethoden, indien adequate teelt- en oogstmethoden voorhanden zijn.