

*De basis onder ons bestaan*

# Leve(n)de bodem!

BIOWETENSCHAPPEN EN MAATSCHAPPIJ  
KWARTAAL 3 2016





**In de bodem huist niet alleen veel goeds, ook veel ziekten zijn aan de bodem gebonden. Tegelijk schuilen in diezelfde bodem ook oplossingen om die ziekten te bestrijden.**

■ PROFESSOR WIETSE DE BOER

**T**USSEN 1845 en 1852 werd Ierland getroffen door een langdurige hongersnood. Net als in de rest van Europa heerste er in die periode een grote uitbraak van ‘de aardappelziekte’. Overal in Europa mislukten de oogsten. Omdat in Ierland relatief veel mensen afhankelijk waren van de aardappel als stapelvoedsel, ging deze uitbraak internationaal de geschiedenis in als de ‘*Irish Potato Famine*’. Anderhalf miljoen mensen stierven en nog eens tweeëneenhalf miljoen emigreerden, waardoor Ierland in één klap bijna de helft van de bevolking verloor. In Ierland en elders ter wereld waar de immigranten neerstreken, zijn er zelfs speciale gedenktekens aan deze periode gewijd.

Onder andere door deze geschiedenis is de aardappelziekte waarschijnlijk een van de meest bekende plantenziekten. Ook diverse andere plantenziekten kunnen een groot probleem vormen in de land- en tuinbouw. De schade aan gewassen kan variëren van verminderde groei, en dus minder productie en inkomen voor de boer, tot complete verwoesting van een gewas. Dat dit niet alleen schadelijk is voor het inkomen van de boer bewijst de *potato famine*.

De aardappelziekte wordt veroorzaakt door *Phytophthora infestans*, een zogeheten oömyceet die

lijkt op een schimmel, maar dat feitelijk niet is; vandaar de benaming pseudo-schimmel. De bron van infectie zijn veelal besmette aardappelknollen die na de oogst in de bodem achterblijven. Het aardappelopschot dat in het voorjaar verschijnt zit vol met sporen die zich verspreiden via de wind en de epidemie op gang brengen. Het geslacht *Phytophthora* wordt ingedeeld bij de oömyceten. Het merendeel van de ruim 120 *Phytophthora*-soorten is bodemgebonden, dat wil zeggen dat ze leven in de bodem en ook de verspreiding voornamelijk in de bodem plaatsvindt. Daarnaast zijn er veel andere bodemgebonden oömyceten, zoals soorten in de geslachten *Pythium* en *Aphanomyces*, die ook berucht zijn als ziekteverwekkers.

Ook onder de ‘echte’ schimmels zijn verschillende bodemgebonden soorten die schadelijk zijn voor landbouwgewassen. In Nederland veroorzaken onder andere soorten uit de geslachten *Fusarium*, *Rhizoctonia* en *Verticillium* grote problemen. Daarnaast kan de bodem een infectiebron zijn voor plantenziekteverwekkende bacteriën, zoals enkele *Erwinia*- en *Ralstonia*-soorten.

Zet daar ook nog eens de plantparasitaire aaltjes bij, en het lijkt wel of de bodem één grote bron van ellende is. In werkelijkheid is slechts een uiterst klein deel van de micro-organismen in de bodem

schadelijk voor planten. Helaas is het wel een minderheid die zich sterk kan laten gelden.

### Voorkomen beter dan genezen

De grote problemen die ziekteverwekkers (pathogenen) kunnen veroorzaken, hebben te maken met de manier waarop wij de meeste gewassen verbouwen: in een monocultuur van allemaal dezelfde planten, die vaak ook nog dezelfde genetische eigenschappen hebben en al dan niet vatbaar zijn voor bepaalde ziekteverwekkers. Als er dus één plant geïnfecteerd wordt, kan de ziekte zich snel verspreiden over het hele veld.

Vanuit het oogpunt van opbrengst en oogstbaarheid, is het telen van gewassen in monocultuur natuurlijk te begrijpen. Tegelijk creëert de boer ideale omstandigheden voor de in de bodem aanwezige ziekteverwekkers om zich sterk uit te breiden. Gedurende het groeiseizoen neemt hun aantal gestaag toe. Als de boer in een volgend jaar op hetzelfde perceel weer hetzelfde gewas verbouwt, krijgen deze ziekteverwekkers steeds meer kans om schade aan te richten. Dit fenomeen is al heel lang bekend. Daarom zijn landbouwers in de Middeleeuwen op een gegeven moment overgegaan op zogenoemde vruchtwisseling: niet steeds hetzelfde gewas verbouwen op hetzelfde perceel. Door de gewassen in een rotatie te verbouwen, hebben de ziekteverwekkers die gespecialiseerd zijn in het infecteren van een bepaald gewas geen kans om zich ongeremd uit te breiden. In de jaren dat er andere gewassen op het veld staan, gaan de ziekteverwekkers vaak sterk in aantal achteruit.

### Hulp van de chemie

Helaas lost gewasrotatie niet alle problemen met ziekteverwekkers op. Er zijn soorten die heel lang in gewasresten kunnen overleven. Een bekend voorbeeld is *Fusarium*, een schimmel die vele jaren kan overleven in percelen waarop asperge is verbouwd. Daarnaast zijn er ook minder kies-

keurige soorten. Die kunnen zich op verschillende gewassen vermeerderen, zonder dat ze bij al die gewassen ziektes veroorzaken. En er zijn ziekteverwekkers die zich heel snel binnen één seizoen kunnen uitbreiden als de gewassen verzwakt raken, bijvoorbeeld door extreme weersomstandigheden. Voor die ziekteverwekkers waartegen gewasrotatie niet volstaat worden vaak chemische bestrijdingsmiddelen ingezet.

Fungicides en nematicides – synthetische middelen die schimmels en aaltjes bestrijden – zijn op dit moment de meest gebruikte chemische

Een monument in Dublin ter herinnering aan de 'aardappelziekte' die in de negentiende eeuw met name in Ierland hard heeft toegeslagen.



bestrijdingsmiddelen in de Nederlandse landbouw. Bekende fungicides zijn Maneb en Mancozeb, met dicarbamaten als werkzame stof. Maar de maatschappij en de overheid willen liefst zo veel mogelijk van al die synthetische middelen af. Er zijn ontegenzeggelijk giftige bijwerkingen en de consument vraagt meer en meer om duurzaam geproduceerd voedsel.

### Biologische bestrijding

Er bestaan ook steeds meer biologische alternatieven voor chemische bestrijdingsmiddelen. Voor de bestrijding van ziekteverwekkende bodemschimmels zijn dit vaak andere bodemmicro-organismen, die de ziekmakende organismen zouden moeten doden of wegconcurreren bij de wortels van gewassen.

De ontwikkeling van een microbiologisch bestrijdingsmiddel begint met testen in het laboratorium. Bacteriën en schimmels worden vanuit de bodem of plantenwortels opgekweekt en daarna gescreend op hun vermogen om ziekteverwekkende schimmels in een kweekschalpje te remmen. De bacteriën en schimmels die dat het beste doen worden verder getest in kasproeven, om te zien of ze ook daadwerkelijk de aantasting van de planten door pathogene schimmels onderdrukken.

Als de geselecteerde microben ook de ziekteverwekkers op de plant remmen, worden ze getest in veldexperimenten. Er zijn ondertussen al veel producten in de handel die dit soort onderdrukkende microben bevatten, en dus als (micro)biologisch bestrijdingsmiddel kunnen worden toegepast. Toch is het succes van deze middelen helaas nog beperkt. Het lijkt erop dat in veel gevallen de variatie in biologische, chemische en fysische omstandigheden in de bodem te groot is om een consistente onderdrukking van ziekten te krijgen.

Een van de problemen is dat de beschermende microben zich, na verspreiding op het gewas, moeten vestigen op plaatsen langs het wortelstelsel



waar ook ziekteverwekkers actief zijn. In de bodem zitten echter ook veel andere soorten micro-organismen die zich rond de wortel vestigen. Die wortel is namelijk een bron van voeding voor microben. Wortels scheiden onder andere suikers, aminozuren, en andere organische producten uit. De natuurlijke microben zijn goed aangepast aan de bodemomstandigheden. Ze winnen doorgaans dan ook de slag om de uitgescheiden voedingsstoffen van de microben die door de boer worden toegediend bij wijze van biologische bestrijding. Het resultaat is dat de toegediende microben vaak niet aanslaan, en er dus ook geen beschermende werking optreedt.

Een ander probleem is dat de werking van micro-organismen in bestrijdingsmiddelen vaak is gebaseerd op de productie van een of andere chemische component door de microbe, die de ziekteverwekker moet remmen of doden. Eigenlijk is biologische bestrijding dus chemische bestrijding op microschaal! De productie van die remstoffen

**In bloemrijke akkerranden leven verschillende insecten die kunnen helpen bij het bestrijden van plagen.**



De meeste plantenwortels leven in symbiose met mycorrhizavormende schimmels.

is weer afhankelijk van de groeiomstandigheden van de microben. Die groeiomstandigheden zijn in de bodem vaak heel anders dan op de kweekmedia in laboratoria of in de gesteriliseerde potgrond die vaak in kasproeven worden gebruikt.

Onderzoek naar verbetering van de microben die de boer over zijn gewas kan verspreiden is in volle gang. Tegelijk wordt er ook naar andere mogelijkheden gekeken om ziekteverwekkers in de bodem in toom te houden.

---

Het succes van biologische bestrijders van bodemziekten is nog beperkt

## Laat de bodem het zelf doen

**E**EN MOGELIJKHEID die steeds meer aandacht krijgt, is het stimuleren van ziekteonderdrukkende microben die toch al in de bodem aanwezig zijn. Dergelijke microben zijn aangepast aan de lokale bodemomstandigheden, en zijn daardoor in het voordeel ten opzichte van microben die in laboratoria zijn gekweekt, en die zich daarna in de bodem moeten zien te vestigen.

Er zitten in de bodem al heel veel microben die van nature ziekten kunnen onderdrukken. Nagenoeg elk grondmonster laat een zekere mate van remming zien van ziekteverwekkende bodemschimmels. Deze remming kun je duidelijk herkennen wanneer je de vatbaarheid van een gewas voor een schadelijke bodemschimmel in gesteriliseerde grond vergelijkt met die in niet-gesteriliseerde grond. In het geval van gesteriliseerde grond is de ziektedruk van een toegediende pathogene schimmel (veel) groter dan in de niet-gesteriliseerde grond. Door sterilisatie schakel je dus blijkbaar een onderdrukkend effect uit. Dit onderdrukkende effect wordt veroorzaakt door andere micro-organismen.

Bij het in toom houden van schadelijke schimmels draait alles om concurrentie. In een gram grond zitten letterlijk duizenden soorten bacteriën en schimmels, om van het aantal individuen nog maar te zwijgen. Tegelijk is er schaarste aan voedingsstoffen. De meeste bacteriën en schimmels voeden zich met makkelijk afbreekbare organische stoffen zoals suikers. Het aanbod daarvan is heel beperkt, zelfs in de omgeving van plantenwortels. De bodemmicroben voeren daarom continu strijd om het schaarse voedsel. Sommigen gebruiken daarbij stoffen om concurrenten te onderdrukken. Een aantal van die stoffen wordt door ons gebruikt als antibiotica! (Zie ook de paragraaf op pagina 74).



In augustus 2009 werd deze akker aangelegd met proefveldjes van zes bij zes meter (foto links). De linkerstrook werd beheerd volgens de biologische, de strook rechts ernaast volgens de gangbare methode. Er werden verschillende behandelingen tegen wortellesie-aaltjes en verwelkingsziekte toegepast.

De behandeling die elf maanden later (juli 2010) het meest effectief bleek tegen de bodemziekten ligt toevallig op de biologische zowel als op de gangbare strook vooraan (foto rechts). Deze bestond uit: afrikaantjes als nagewas, toediening van compost



en toediening van gemalen garnalenhuidjes. Andere behandelingen waren onder meer een grondontsmettingstechniek waarbij organisch materiaal de grond in werd gewerkt, dat vervolgens werd afgedekt met folie (duidelijk te zien op de foto) om zuurstofarme omstandigheden te creëren.

De effecten op aardappel zijn in 2010 duidelijk te zien. In de eerste veldjes van beide stroken leidde de behandeling zowel in 'biologisch' als 'gangbaar' tot hogere opbrengst én hogere kwaliteit. Verder is te zien dat de verschillen tussen de behandelingen in 'biologisch' groter zijn dan in 'gangbaar'.

Ook ziekteverwekkende bodemschimmels ontkomen niet aan die concurrentiestrijd. Toch blijkt in de praktijk dat natuurlijke onderdrukking niet voldoende is om ziektes te voorkomen. De natuurlijke onderdrukking van pathogene bodemschimmels wordt ook wel fungistase genoemd. Je moet het vooral zien als een eerste natuurlijke buffer tegen ziektes. Maar als de hoeveelheid ziekteverwekkers in de bodem te veel toeneemt, bijvoorbeeld door teelten in monocultuur, dan zal een aantal van die ziekteverwekkers de wortels wél weten te bereiken.

### Help de natuurlijke weerbaarheid

De natuurlijke onderdrukking van ziekteverwekkende bodemschimmels wordt vooral bepaald door de activiteit en de samenstelling van de micro-organismen in de bodem. Dat zijn allebei eigenschappen die je door het beheer van de grond kunt sturen. Dit biedt dus ook mogelijkheden om de natuurlijke weerbaarheid van een bodem via gericht beheer te stimuleren.

Met organische meststoffen, zoals compost en ondergewerkte groenbemesters, kan een boer de microbiële activiteit van de bodem bevorderen. Deze meststoffen bevatten voedingsstoffen die



**Garnalenhuidjes worden toegevoegd om schadelijke bodemschimmels te bestrijden.**

essentieel zijn voor de natuurlijke microben. Maar ook de ziekmakende schimmels profiteren van organische mest. De timing van het bemesten is dan ook belangrijk. Het liefst wil je dat de natuurlijke bodemmicro-organismen de makkelijk afbreekbare onderdelen van de meststoffen al op hebben op het tijdstip dat de gewassen gezaaid of gepoot worden. Op dat moment gaan de jonge planten ook voedingsstoffen voor microben verspreiden via hun wortels. Als de bodem op dat moment goed vol zit met natuurlijke microben die geen ziekten veroorzaken, dan hebben de pathogenen minder kans om een infectieproces op gang te brengen.

Met specifieke meststoffen kan de boer ook bepaalde groepen micro-organismen stimuleren die extra goed zijn in het aanvallen van ziekteverwekkende schimmels. Een bekend voorbeeld zijn meststoffen die chitine bevatten. Die stof zit onder andere in de pantsers die overblijven na het pellen van garnalen. Door middel van mest met chitine, stimuleer je bacteriën die dit chitine kunnen afbreken. Dat zijn vaak dezelfde bacteriën die

schimmels aanvallen, omdat chitine een belangrijk onderdeel is van de celwand van schimmels. Helaas vallen niet alle chitine-afbrekende bacteriën de schimmels aan en ook de 'pseudo-schimmels' zoals *Phytophthora* zijn geen doelwit omdat ze geen chitine in hun celwand hebben. Er is dus meer onderzoek nodig om te kijken hoe je precies de juiste bacteriën kunt stimuleren.

Behalve met de juiste meststoffen, kan een boer ook via de plant zelf de weerbaarheid van de bodem vergroten. De wortels van de planten scheiden immers voedingsstoffen uit voor de microben in de bodem. De samenstelling van die voedingsstoffen bepaalt ook de samenstelling van de micro-organismen rond de wortel. Een boer of een plantenveredelaar zou dus kunnen kiezen voor juist die planten die de goede samenstelling hebben van hun zogenaamde wortellexudaten, die de ziekte-onderdrukkende microben stimuleren. Daarbij valt ook nog veel te leren van het onderzoek aan wilde verwanten van gewassen. Er zijn vermoedelijk nog diverse andere mogelijkheden om de natuurlijke weerbaarheid van bodems te stimuleren. Hoe dan ook begint al het onderzoek en al het beheer op dat gebied met de notie dat het duurzaam telen van gezonde gewassen hand in hand moet gaan met het beheren van het microbiële bodemleven.