



Coördinatiecentrum praktijkgericht onderzoek en voorlichting Biologische Teelt vzw

Eindrapport Project 2023-2024

*Pathogene bodemschimmels bij bio
snijbloemen*

Aanvrager: *Viaverda*

Te bezorgen aan:
carmen.landuyt@ccbt.be



TECHNISCH VERSLAG VAN HET PROJECT

INTRODUCTIE

Kennis van pathogene bodemschimmels en het complexe web eromheen is belangrijk om in te kunnen grijpen bij een aantasting. De levenscyclus van pathogene bodemschimmels kent verschillende stadia. De algemene werking van bodemschimmels kan echter eenvoudig samengevat worden. Als de omstandigheden voor de schimmel gunstig zijn krijg je infectie en verspreiding van de schimmel. Zijn de omstandigheden ongunstig, dan worden er overlevingsstructuren gevormd die jarenlang in de bodem aanwezig kunnen blijven.

De oorsprong van pathogene bodemschimmels is meestal besmette grond die met werktuigen, materiaal of planten op een veld ingesleept wordt. Een tweede belangrijke bron van infectie is geïnfecteerd plantmateriaal. Dit kan gaan van afvallende bladeren die wegwaaien tot achterblijvend geïnfecteerd plantmateriaal of niet professioneel gecomposteerd materiaal. Infectie door besmette zaden is zeer zeldzaam. In principe gebeurt infectie door bodemschimmels altijd via de wortels vanuit de grond.

Een duurzame beheersing kan enkel verwezenlijkt worden door in te grijpen in de interactie tussen de waardplant, pathogene en de omgeving. Er kan op alle drie deze vlakken ingespeeld worden, maar hiervoor is inzicht vereist in de interacties binnen dit complexe web. Het zal belangrijk zijn in eerste instantie te beginnen vanuit een juiste diagnose. De symptomen van schimmelaantastingen variëren, maar kunnen bij de bodemschimmels ingedeeld worden in de volgende categorieën: smeul bij kiemplanten, wortelrot, stambasisrot of vergeling gevolgd door verwelking. De symptomen komen vaak maar een hele tijd na de eigenlijke infectie tot uiting, vaak tijdens de bloei.

Een eerste belangrijke factor die het verloop van een infectie bepaalt, is de omgeving. Als je deze begrijpt en kan beïnvloeden kunnen veel bodempathogenen in de hand gehouden worden. Zo leveren, bij het in gebruik nemen van een nieuw perceel, kennis over de voorgeschiedenis en een gedegen screening belangrijke informatie op over mogelijke problemen op het perceel. Vlas en aardappelen stimuleren bijvoorbeeld de hoeveelheid *Verticillium dahliae* terwijl dit niet altijd zichtbaar is bij deze gewassen. Belangrijk is ook te beseffen dat irrigatie, drainage, bemesting en bodemgezondheid niet enkel de plantgezondheid zullen beïnvloeden, maar ook een belangrijk effect zullen hebben op de aanwezige (pathogene) bodemschimmels. Inzicht in deze variabelen kan helpen bij het creëren van een minder gunstige omgeving voor schimmelgroei. Indien nodig kan ook overgegaan worden tot bodemontsmetting (thermisch of natuurlijk), mits rekening gehouden wordt dat dit ook een belangrijk effect zal hebben op de nuttige organismen in de bodem.



Figuur 1. Mogelijke insleeproutes voor pathogenen in een biologische bloementuin: slechte kwaliteit compost, geïnfecteerd plantgoed, verplaatsing van grond met materiaal en toestellen en gecontamineerd water.

Om pathogenen te voorkomen moet vooral ingezet worden op het vermijden van insleep. De meest gekende insleeproutes (Figuur 1) zijn door verplaatsing van grond, geïnfecteerd plantgoed of gecontamineerde grond bij plantgoed. Irrigatie met gecontamineerd drainwater kan ook voorkomen, bijvoorbeeld bij *Phytophthora*. Ook onvoldoende of niet-professioneel gecomposteerd materiaal kan ziekten verspreiden.

Door teeltrotatie met niet-vatbare gewassen, resistente plantensoorten en cultivars of door plantenversterking kan ook geprobeerd worden een infectie te beheersen. Een goede teeltkennis is hier essentieel om correct in te kunnen grijpen. Let op het belangrijke verschil tussen tolerantie en resistentie: een tolerant gewas kan geïnfecteerd raken maar vertoont weinig of geen symptomen, de plant is in staat om de schade te beperken. Resistente gewassen hebben geen of weinig last van infectie, deze planten hebben het vermogen om de ziekte niet of minder te laten ontwikkelen waardoor de populatieopbouw beperkt wordt.

DE BELANGRIJKSTE BODEMSCHIMMELS IN DE BLOEMENTEELT

De laatste jaren werden bij verschillende labo's (Tabel 1) protocollen ontwikkeld om heel specifiek pathogene schimmels te kunnen identificeren door middel van DNA-analyses. Hierbij zijn echter nog twee problemen, het kwantificeren is niet eenvoudig aangezien sommige pathogenen in zeer kleine hoeveelheden in de bodem aanwezig zijn. Voor detectie moet dus een zeer groot volume grond getest worden. Ook de complexe cycli van de schimmels en explosieve vermeerdering op bepaalde ogenblikken, gecombineerd met pleksgewijs aanwezig zijn, zorgen dat kwantificering niet altijd zinvol is omdat er geen eenduidige schadedrempel gesteld kan worden.

Tabel 1. Overzicht van enkele Analyselabo's waar bodemschimmelanalyses uitgevoerd kunnen worden. De prijzen zijn een voorbeeld voor *Verticillium*analyse.

Labo	Locatie	Type analyse	Vereisten staal	Kostprijs (excl. BTW)*
Eurofins	Wageningen, NL	DNA-analyse	2,5L grond, niet kwantitatief Analyse duurt 10 weken	185€/staal + verzendkosten stalen
Scientia Terrae	Sint-Katelijne-Waver, B	DNA-multiscan	Best enkel plantstalen, niet kwantitatief	175€/staal + zelf binnenbrengen stalen
ILVO Diagnosecentrum	Merelbeke, B	Uitplating + DNA-analyse	Kwantificering mogelijk, analyse duurt 10 weken	167€/staal + zelf binnenbrengen stalen

* Dit zijn richtwaarden op basis van een offerte voor 4 stalen in voorjaar 2024. Deze kunnen licht afwijken i.f.v. het aantal stalen of andere prijsstijgingen in de tijd.

Een belangrijke noot bij de DNA-multiscan is dat deze niet echt kwantitatief is en het nog onduidelijk is hoe je van een volledig perceel een representatief monster kan nemen. De analyse is in principe mogelijk, maar aangezien er weinig tot geen kennis is over de schadedrempels van deze ziekteverwekkers, en deze in geringe dichtheden in de grond overleven, is een zinvolle interpretatie van de analyseresultaten moeilijk.

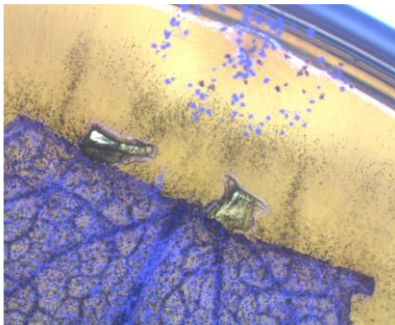
Voor pathogenen waarvoor geen bodemonderzoek mogelijk is, moet de teler op de hoogte zijn van een besmetting die optrad in een vorig gewas. Hiervoor is het noodzakelijk dat ervaringen perceelsgewijs gedocumenteerd worden. Alleen zo kunnen er preventieve maatregelen genomen worden. Voor sommige bodempathogenen is kwantificeren voorafgaand aan een teelt minder zinvol omdat deze zich pas na ontwikkeling van een gewas explosief vermeerderen, zoals bij *Pythium* het geval is. De aan- of afwezigheid van een pathogeen in de bodem op zich is dus niet altijd veelzeggend.

VERTICILLIUM DAHLIAE

Verwelkingsziekte, veroorzaakt door de schimmel *Verticillium dahliae*, is een schadelijke ziekte die een breed scala aan sierplanten kan treffen. Deze schimmel kent een matig brede waardplantenreeks, waartoe soorten als *Achillea*, *Aconitum*, *Asclepias*, *Aster*, *Astilbe*, *Campanula*, *Celosia*, *Chrysanthemum*, *Crocospia*, *Dahlia*, *Dendranthema*, *Gerbera*, *Helianthus*, *Helichrysum*, *Leucanthemum*, *Liatris*, *Limonium*, *Lupinus*, *Nigella*, *Paeonia*, *Papaver*, *Phlox*, *Physalis*, *Rosa* en *Trollius* behoren.



Figuur 2. Symptoom van *Verticillium dahliae* op chrysant: gedeeltelijke geelverkleuring.



Figuur 3. Vorming van microscleroten (overlevingsstructuren) vanuit een dwars doorgesneden blad van een geïnfecteerde Chrysant.

De symptomen van verwelkingsziekte zijn in theorie goed herkenbaar. Geleidelijk kunnen delen van de plant geel verkleuren (Figuur 2) of in dwerggroei blijven hangen. Dit begint meestal bij de onderste bladeren. Aangetaste planten beginnen plotseling gedeeltelijk te verwelken, vaak zonder dat de hele plant meteen aangetast lijkt. Een ander veelvoorkomend teken is asymmetrische groei, waarbij de plant onregelmatig vervormd lijkt en ook het afsterven van jonge stengeldelen. Wanneer de stengel

doorgesneden wordt kan een verkleuring in de vaatbundels waargenomen worden die varieert van bruin of grijs tot paars. Als de stengel dwars wordt doorgesneden is een cirkel zichtbaar, bij overlangs snijden zijn er bruine lijnen zichtbaar. Bij bolgewassen is dit herkenbaar als bruine puntjes in de doorgesneden bol. Chrysanten en rozen zijn uitzonderingen en vertonen deze sporen echter niet als ze geïnfecteerd zijn.

Verticillium dahliae overleeft zeer lang in de bodem in de vorm van microscleroten (Figuur 3) of rustsporen die soms meer dan 10 jaar levensvatbaar kunnen blijven. Deze microscopische structuren kunnen in gunstige omstandigheden kiemen en voor een nieuwe infectie zorgen. Uit deze microscleroten groeien schimmeldraden die door de bodem naar de plant toe groeien. De schimmel dringt de plant binnen via kleine wondjes aan de wortels en verspreidt zich vervolgens door de houtvaten (water geleidende weefsels) van de plant. Deze vaten raken verstopt, wat de water- en voedingsopname belemmert, met verwelking als gevolg. Boven de grond worden sporen gevormd op aangetaste plantendelen, wat verdere verspreiding naar gezonde plantendelen mogelijk maakt.

Vochtige omstandigheden bevorderen de infectie aanzienlijk, en de aanwezigheid van aaltjes verergert het probleem nog verder. Aaltjes veroorzaken namelijk wondjes aan de wortels, waardoor de schimmel gemakkelijker kan binnendringen. Aaltjes beheersing is dan ook belangrijk om symptomen van *Verticillium dahliae* te beperken: *Tagetes patula* is hierbij een belangrijk hulpmiddel. Deze combinatie van factoren maakt *Verticillium dahliae* tot een hardnekkige en moeilijk te bestrijden ziekte, die serieuze schade kan toebrengen aan veel verschillende sierplanten.

De schimmel kan met besmette grond verspreid worden, dus vermijd het verspreiden van grond rond aangetaste planten via schoeisel of gereedschap. Ook sommige onkruiden zijn gastheer, daarom is onkruidvrij houden van de bodem belangrijk. Verwijder de besmette planten met zoveel mogelijk wortels en vernietig ze. Vermijd een nieuwe aanplant met vatbare planten en kies in plaats voor resistente cultivars of grassen (resistent). *Helenium* bijvoorbeeld zou resistent zijn tegen de meeste ziekten en plagen. Vermijd groenbemesters die een vermeerdering van de pathogeen in de bodem veroorzaken zoals witte klaver en granen. Ook veldbonen, peen, erwt, ui en koolzaad zorgen voor vermeerdering. Overige groenbemesters kunnen geen kwaad en kruisbloemigen zouden een daling tot 30% van de pathogeen veroorzaken (onderzoek in Maine, VS, bij aardappel).

Meer ingrijpende maatregelen zoals inundatie¹ en anaerobe grondontsmetting² kunnen redelijk effectief zijn (tot 80% afdoding).

¹ Meer informatie over inundatie: www.agrifirm.nl/uitdagingen/aaltjes-en-schimmels-bestrijden-door-inundatie/

² Meer informatie over anaerobe grondontsmetting: <https://edepot.wur.nl/378267>

Qua biologische bestrijding is in België enkel [Serenade ASO](#) (*Bacillus amyloliquefaciens*) erkend.

FUSARIUM OXYSPORUM

Vaatziekte, veroorzaakt door de schimmel *Fusarium oxysporum*, is een hardnekkige ziekte die een breed scala aan sierplanten kan aantasten. Deze schimmel heeft een breed waardplantenspectrum, waartoe soorten zoals *Aconitum*, *Agapanthus*, *Allium*, *Alstroemeria*, *Amaryllis*, *Antirrhinum*, *Asclepias*, *Aster*, *Callistephus*, *Campanula*, *Carthamus*, *Centaurea*, *Cheiranthus*, *Chrysanthemum*, *Cimicifuga*, *Crocsmia*, *Cyperus*, *Delphinium*, *Dianthus*, *Doronicum*, *Eremurus*, *Euonymus*, *Euphorbia*, *Eustoma*, *Freesia*, *Frittilaria*, *Gentiana*, *Gypsophila*, *Hebe*, *Hydrangea*, *Ixia*, *Lathyrus*, *Liatris*, *Limonium*, *Lupinus*, *Matthiola*, *Nerine*, *Ornithogalum*, *Physostegia*, *Scabiosa*, *Solidago*, *Tagetes*, *Trollius*, *Zea* en *Zinnia* behoren.



Figuur 4. Fusarium bij Anjer.



Figuur 5. Vaatbundelverkleuring door Fusarium.



Figuur 6. Fusarium onder de microscoop.

De symptomen van deze vaatziekte zijn vrij karakteristiek en komen voornamelijk voor bij warm weer en warme grond, hoewel dit geen beperking is. Aangetaste planten vertonen vaak slaphangende bladeren en scheuten, vooral bij zonnig weer. In eerste instantie kunnen ze zich herstellen wanneer de verdamping terug afneemt, maar na verloop van tijd worden de bladeren en stengels geel waarna ze beginnen af te sterven (Figuur 4). Wat deze ziekte vaak opvallend maakt, is dat de aantasting meestal slechts aan één kant van de plant zichtbaar is, wat je ook ziet als de scheuten kromtrekken. De vaatbundels in de stengels vertonen bij dwarse doorsnede een droge, bruinrotte verkleuring of roodachtige vlekken op de houtvaten in de stengel (Figuur 5). Onder vochtige omstandigheden kan er bovendien wit, lichtroze of oranje schimmelpuis ontstaan op aangetaste plantendelen. In bolgewassen wordt bolrot veroorzaakt, meestal vanaf de basis. Chinese asters vertonen dan weer een zwartgeblakerde, rottende stengelbasis.

Fusarium oxysporum overleeft zeer lang in de bodem door zich in dood organisch materiaal als rustsporen (chlamydosporen) te vestigen (Figuur 6). Zo kunnen ze soms tot 8 jaar levensvatbaar blijven. Deze schimmel dringt de plant binnen via kleine wondjes aan de wortels, veroorzaakt door bijvoorbeeld wortellesie-aaltjes, die de infectie versterken of waar de zijwortels vastzitten aan de penwortel. Eenmaal in de plant verspreiden de schimmelsporen zich langs de vaatbundels, waar ze toxische stoffen uitscheiden en het vaatstelsel van de plant verstoppen, wat leidt tot uitdroging en verwelking. Bovengronds is de verspreiding van deze schimmel echter beperkt, wat de focus van de schade vooral op de wortels en vaatbundels legt.

Door de langdurige overleving in de bodem en de moeilijke bestrijding, vormt *Fusarium oxysporum* een ernstig probleem voor veel verschillende sierplanten. Vooral planten met wortelschade zijn extra kwetsbaar, wat betekent dat preventie en zorg voor een

gezonde bodemstructuur essentieel zijn in de bestrijding van deze ziekte.

De schimmel wordt geïntroduceerd via geïnfecteerde zaden, stekken en jonge planten of op gereedschap en machines. Verwijder de besmette planten zo snel mogelijk met zoveel mogelijk wortels en vernietig ze. Vermijd een nieuwe aanplant met vatbare planten en laat de grond minstens 5 jaar rusten. Groenbemesters waarbij een vermeerdering van de pathogeen in de bodem gekend is, zijn haver, tarwe, Japanse haver en soedangras. Enige onderdrukking van de ziekte wordt bekomen bij het inzaaien van raapzaad en stengels van zonnebloem.

Qua biologische bestrijding kan in België gebruikt gemaakt worden van de werkzame stoffen: *Trichoderma asperellum*, *Clonostachys rosea*, *Bacillus amyloliquefaciens* en *Trichoderma harzianum*³.

SCLEROTINIA SCLEROTIORUM

Rattenkeutelziekte, veroorzaakt door de schimmel *Sclerotinia sclerotiorum*, is een schadelijke ziekte die een breed scala aan sierplanten aantast. Deze schimmel kent een matig brede waardplantenreeks en kan planten zoals *Achillea*, *Aconitum*, *Antirrhinum*, *Artemisia*, *Aster*, *Brassica*, *Campanula*, *Caryophyllus*, *Cheiranthus*, *Chelone*, *Chrysanthemum*, *Dahlia*, *Dianthus*, *Delphinium*, *Echinops*, *Eryngium*, *Forsythia*, *Gerbera*, *Helianthus*, *Helichrysum*, *Helipterum*, *Liatris*, *Limonium*, *Matricaria*, *Matthiola*, *Molucella*, *Nigella*, *Papaver*, *Skimmia*, *Solidago*, *Trachelium*, *Veronica*, *Xeranthemum* en *Zinnia* treffen.



Figuur 7. Symptomen van *Sclerotinia* bij Matthiola Lyndon Mason.

bodem door de vorming van



Figuur 8. Sclerotia of 'rattenkeutels' in Dahlia.



Figuur 9. Symptomen van *Sclerotinia* bij Dahlia.

De symptomen van rattenkeutelziekte beginnen met blauwkleuring van de stengel, vaak in de onderste delen of halverwege de stengel. Op die plaats zullen vochtige, weke plekken (Figuur 7) ontstaan die vervolgens ook de bladstelen en bladeren kunnen aantasten. Hierdoor zakken de planten vaak in elkaar. Het zieke deel van de stengel begint te rotten, waardoor alle bovenliggende delen van de plant plots verwelken en afsterven (Figuur 9). Bij hoge luchtvochtigheid vormt zich een dicht, sneeuwwit schimmelpluis op de aangetaste delen. In een later stadium verschijnen wit-, grijs- tot zwarte, harde sclerotia, die lijken op rattenkeutels. Bij planten met dikke stengels bevinden deze sclerotia zich vaak in het merg van de stengel, bijvoorbeeld bij Dahlia. De symptomen treden typisch op in de zomer en vroege herfst. In gladiool veroorzaakt de schimmel een droogrot van de knollen en bij hyacinten en andere bollen een natrot van de bollen.

De schimmel *Sclerotinia sclerotiorum* overleeft zeer lang in de bodem door de vorming van persistente, grote sclerotia (Figuur 8) die vaak meer dan 10 jaar levensvatbaar blijven in de bodem. Deze sclerotia bevinden zich voornamelijk in humusrijke zandgronden. Ze worden geactiveerd door hoge vochtigheid en gematigde temperaturen. Als de sclerotia ondiep in de bodem liggen (tot 3 cm diep), worden in gunstige omstandigheden (stijgende temperaturen en vocht) bovengrondse vruchtlichamen (apothecia) gevormd. Deze vruchtlichamen produceren sporen in april en mei, die door de wind verspreid

worden tot op een afstand van wel 200 meter en kunnen infecteren bij vochtige omstandigheden. Dit proces kan gedurende ongeveer drie weken doorgaan. Naast verspreiding door sporen kunnen nabije plantendelen direct worden aangetast door ondergronds schimmelweefsel dat vanuit de sclerotia vertrekt. De infectie vindt vaak plaats via wondjes in de plant of afstervende plantendelen, wat de schimmel de kans geeft om snel toe te slaan. *Sclerotinia sclerotiorum* is een bijzonder persistente ziekteverwekker die grote schade kan veroorzaken, vooral in vochtige omstandigheden en bij grote plantdichtheid.

Preventie en goede bodemomstandigheden zijn cruciaal om de verspreiding van rattenkeutelziekte te beperken, aangezien de schimmelsporen zich gemakkelijk over grote afstanden kunnen verspreiden en de sclerotia jarenlang actief blijven in de bodem. Aangetaste planten moeten onmiddellijk verwijderd en vernietigd worden, best met de omringende grond als al

overlevingsstructuren gevormd werden. Let op want gladiool, lelie en tulp geven bijvoorbeeld geen schadesymptomen terwijl ze wel geïnfecteerd kunnen zijn.

Gebruik enkel professionele compost omdat voldoende temperatuur gehaald moet worden om de sclerotia af te doden.

Sclerotinia sclerotiorum kan door een combinatie van vruchtwisseling en de beschikbaarheid van effectieve biologische bestrijding (specifieke microbiële ziektevering) theoretisch tot 100% verholpen worden.

In België is biologische bestrijding toegelaten met producten op basis van *Bacillus amyloliquefaciens* en *Trichoderma atroviride*⁴. *Coniothyrium minitans* mag ook op onbeteelde grond.

Coniothyrium kan toegepast worden in een vochtige grond bij een bodemtemperatuur >12°C. Er zijn verschillende toepassingen nodig die enkele maanden voor een gevoelige teelt opgestart moeten worden. Het middel kan pas na de kerende grondbewerking angewend worden omdat het de scleroten in de bovenlaag zijn die aangepakt moeten worden. Gewasbehandelingen na optreden van de symptomen zijn ook mogelijk, maar dit moet gedurende meer dan 5 jaar volgehouden worden om een goede bestrijding te verkrijgen. Anaerobe grondontsmetting is effectief, evenals inundatie (in kas). Qua groenbemesters en andere gewassen dienen verschillende soorten gemeden te worden aangezien ze een vermeerdering van de schimmel in de bodem veroorzaken zoals: gele mosterd, bladkool, bladrammenas, tuinboon, peen, erwt, zonnebloem en koolzaad. Een natuurlijke afname van de pathogeen in de bodem wordt bekomen met granen, Engels raaigras, Italiaans raaigras, Japanse haver en eenmalig een kerende grondbewerking.

⁴ [Gewasbeschermingsmiddelen zoeken | Fytoweb](#)

PHYTOPHTHORA SPP.

Voetrot en wortelrot, veroorzaakt door verschillende soorten van de schimmelachtige *Phytophthora spp.*, deze micro-organismen zijn een veelvoorkomende ziekte die een breed scala aan sierplanten aantast. Deze schimmelachtige kent geen specifieke voorkeur en treft waardplanten zoals *Aconitum*, *Amaryllis*, *Asclepias*, *Aster*, *Astilbe*, *Callistephus*, *Celosia*, *Centaurea*, *Chelone*, *Chrysanthemum*, *Cimifuga*, *Convallaria*, *Crococsmia*, *Dahlia*, *Delphinium*, *Dianthus*, *Dicentra*, *Doronicum*, *Echinops*, *Eremurus*, *Erigeron*, *Eryngium*, *Euphorbia*, *Eustoma*, *Forsythia*, *Gaultheria*, *Gerbera*, *Gypsophila*, *Hebe*, *Helichrysum*, *Hydrangea*, *Lavandula*, *Paeonia*, *Papaver*, *Physostegia*, *Rosa*, *Scabiosa*, *Solidago*, *Syringa*, *Tanacetum*, *Trollius* en *Zantedeschia*. Er zijn ook *Phytophthora*-soorten die als bladziekteverwekkers werken en via sporen door de lucht verspreid worden, maar deze worden hier niet behandeld.



Figuur 10. Symptomen van Phytophthora ramorum op Prunus.



Figuur 11. Symptomen van Phytophthora cinnamomi op Viool.



Figuur 12. Symptomen van Phytophthora bij Lavendel. bron: ILVO

De symptomen van voet- en wortelrot verschijnen meestal enkele dagen tot weken na het planten en dit het hele jaar door, meestal bij waterverzadiging in de bodem. Bij jonge planten zijn de eerste tekenen blauw- tot bruine verkleuringen aan de stengelbasis, wat leidt tot verwelking en het omvallen van de plant (Figuur 11, 12). Hoewel de wortels vaak intact blijven, ontstaat er een groen-zwarte, waterige rotte plek aan de stengelbasis, wat een uitgesproken symptoom is. Ondergronds zal een slecht wortelstelsel te zien zijn, met fijne, voedende wortels die weggerot zijn. Bij aangetaste planten kan het merg bruin verkleuren, en de hoofdwortel kan hol en bruin-zwart verkleurd zijn. Bij oudere houtige gewassen wordt de schimmel vaak herkend door kurkachtige, bruine, droge afstervingen (Figuur 10) die zichtbaar zijn na het verwijderen van de bast aan de stengelbasis.

Phytophthora spp. bestaat uit veel verschillende soorten en is meestal bodemgebonden, hoewel deze ook als bovengrondse parasiet kan optreden. De bovengrondse verspreiding is echter beperkt. Deze schimmel kan jarenlang in de bodem overleven door sporen te vormen op dood organisch materiaal en tot 5 jaar levensvatbaar blijven. De infectie begint vaak via wondjes aan de wortels, waarna de schimmelsporen de plant binnendringen. Eenmaal in de plant verspreidt *Phytophthora spp.* zich langs de vaatbundels, waarbij schimmeldraden worden gevormd die toxische stoffen uitscheiden, wat leidt tot de verstopping van de vaatstelsel en uiteindelijk het afsterven van de plant.

De aanwezigheid van aaltjes kan de infectie verergeren, omdat zij wondjes aan de wortels veroorzaken waardoor de schimmel gemakkelijker kan binnendringen. *Phytophthora spp.* vormt een ernstige bedreiging voor sierplanten, vooral bij ongunstige bodemomstandigheden en slechte drainage. Het is een lastig te bestrijden ziekte vanwege de lange overleving in de bodem en de brede waardplantenreeks. Preventieve maatregelen zoals een goede bodemdrainage en het vermijden van wortelwonden zijn essentieel in het beheersen van deze ziekte. Als de ziekte voor het eerst voorkomt moeten aangetaste planten vernietigd worden en de grond van de wortelstrook indien mogelijk vervangen door verse bovengrond. Herbepanting moet gebeuren met minder vatbare soorten.

Phytophthora spp. verspreidt zich door minuscule sporen die rondzwemmen in de waterlagen tussen bodemdeeltjes. Deze sporen kunnen op eigen kracht slechts zeer korte afstanden afleggen (een paar millimeter), maar chemische stoffen die in de waterfilm van de wortels van een vatbare plant worden afgescheiden, kunnen de sporen naar zich toe trekken. Irrigatiewater kan dus een bron zijn van deze pathogeen. Vermijd bodemverdichting door bij droge omstandigheden te werken. Plant niet te diep zodat de wortelhals blootligt of werk in verhoogde bedden. Mulchen kan, maar liefst pet droge mulch en niet met materialen die vocht vasthouden. Qua biologische bestrijding mag in België gebruik gemaakt worden van stoffen met: *Clonostachys rosea* en *Bacillus amyloliquefaciens*⁵.

⁵ [Gewasbeschermingsmiddelen zoeken | Fytoweb](#)

PYTHIUM

Wortelrot, veroorzaakt door de schimmel *Pythium*, is een veelvoorkomende ziekte die een breed scala aan sierplanten aantast. Deze schimmel heeft een zeer breed waardplantenspectrum en kan onder andere *Achillea*, *Aconitum*, *Agapanthus*, *Amaranthus*, *Ammobium*, *Antirrhinum*, *Astilbe*, *Bouvardia*, *Carthamus*, *Celosia*, *Centaurea*, *Cheiranthus*, *Chelone*, *Chrysanthemum*, *Convallaria*, *Crocsmia*, *Dahlia*, *Delphinium*, *Dianthus*, *Digitalis*, *Doronicum*, *Echinops*, *Eremurus*, *Erigeron*, *Euphorbia*, *Frittilaria*, *Gaultheria*, *Gerbera*, *Gladiolus*, *Gypsophila*, *Hebe*, *Helianthus*, *Helichrysum*, *Hydrangea*, *Ixia*, *Lepidium*, *Limonium*, *Lupinus*, *Matthiola*, *Nerine*, *Physostegia*, *Rosa*, *Scabiosa*, *Scilla*, *Tagetes*, *Tanacetum*, *Trachelium*, *Trolius*, *Xeranthemum*, *Zea* en *Zinnia* treffen.



Figuur 13. Door *Pythium* aangetaste plantenwortels bij *Hedera*.



Figuur 14. Symptomen van *Pythium* op *Maranta*.

Pythium is vooral een secundaire schimmel, die voorkomt op een al verzwakt gewas. De symptomen van wortelrot zijn bijzonder duidelijk bij kiemplanten, die vaak geel verkleuren en voortijdig afsterven. De ziekte tast vooral de voet, de stengelbasis en het wortelgestel aan (Figuur 13, 14). Aangetaste wortels kleuren donker en de schors komt gemakkelijk los, terwijl het harde binnenste van de wortels intact blijft. Je kan de schors van de wortels afstropen. In tegenstelling tot andere schimmelziekten is er geen zichtbaar schimmelpuis aanwezig, hoewel er wel sporenvorming optreedt. Bij specifieke waardplanten kunnen afwijkende symptomen optreden. Zo krijgt Strobloem zwarte vlekken op het midden van de bladeren en vertoont de stengelbasis bruinverkleuring in de vaatbundels. Bij Chrysant verschijnen er vaak kleine, donkerbruine strepen aan één zijde van de stengel, en kunnen er stengelvlekken ontstaan van ongeveer 2 cm. Ook groeit de stengel soms scheef en kunnen de bladeren aan één kant van de plant vergelen.

Pythium kan jarenlang overleven in de grond door het vormen van rustsporen die meer dan 3 jaar levensvatbaar kunnen blijven. De ziekte treft vooral verzwakte planten en kiemplanten en komt vaak voor als een secundaire infectie. De schimmel dringt binnen via wondjes in het wortelstelsel, vaak veroorzaakt door wortellesie-aaltjes, die de infectie verergeren door extra toegangspoorten voor de schimmel te creëren. Verspreiding vindt plaats via water en opspattende gronddeeltjes, met name in zandgronden. Wortelrot

treedt voornamelijk op bij ongunstige groeiomstandigheden, zoals bij koele en natte grond in het voor- of najaar. *Pythium* kan echter slecht tegen concurrentie van andere micro-organismen.

Door zijn brede waardplantenreeks en langdurige overleving in de bodem vormt *Pythium* een groot risico voor veel soorten sierplanten. Vooral planten in natte of slecht doorlatende grond zijn kwetsbaar, waardoor een goede bodemstructuur en drainage essentieel zijn om deze ziekte te voorkomen. Op deze manier kunnen de zwemsporen niet in vrij water bewegen.

Pythium houdt niet van concurrentie dus het gebruik van compost zou ook in beperkte mate een ziektevererend effect kunnen hebben. De meeste groenbesters - zelfs grassen - hebben een toename van de pathogeen in de bodem tot gevolg en zijn dus ongeschikt.

Er zijn geen biologische bestrijdingsmiddelen toegelaten tegen *Pythium* in België, hoewel *Trichoderma harzianum* T22 de periode dat de kiemplanten vatbaar zijn zou verkorten. Verhitting van zaaizaad is ook efficiënt, maar anaerobe grondontsmetting en inundatie niet.

BEHEERSING DOOR BODEMGEZONDHEIDSMATREGELEN

Door de diversiteit in levenscyclus en interactie met de bodem is er geen standaardmanier om bodempathogenen aan te pakken. Het kan wel helpen om optimale groeiomstandigheden te creëren voor de planten en een goede biologische bodemkwaliteit te onderhouden, maar dit zal nooit voldoende bescherming geven. Algemeen geldt hoe zwaarder de infectie, hoe ingrijpender de maatregelen zullen moeten zijn. In eerste instantie kan wel gekeken worden naar stimulatie van het bodemleven door gebruik van organische meststoffen, groenbemesters en gewasrotatie. In de praktijk bestaan ziekteverende bodems echter niet. Naast het bodemleven kan ook de bodemstructuur een invloed hebben en is 'te nat' altijd een oorzaak van een hogere infectiedruk. Dit heeft deels te maken met minder sterke planten, maar ook een slechter bodemleven.

In theorie moet je zorgen dat je weet wat er in de bodem aanwezig is door analyses te laten uitvoeren. Verder kan je gaan kijken naar preventie door strenge hygiënemaatregelen, een goed groeiend en vitaal gewas, resistente cultivars of biologische bestrijding. Alle maatregelen zullen echter afhangen van de aanwezige pathogenen in je bodem.

Let op met vruchtwisseling, dit heeft amper nut bij bodempathogenen met een zeer brede waardplantenreeks. Ook groenbemesters hebben een dubbel effect. Sommigen kunnen de bodempathogeen effectief onderdrukken, maar anderen zorgen weer voor een toename van de populatie in de bodem.

Het toedienen van OS aan de bodem is een van de belangrijkste manieren om, naast grondbewerking, het bodemmilieu te beïnvloeden. Als voldoende materiaal wordt aangebracht kan het zowel de bodemstructuur, de bodemchemie als het bodemleven sterk beïnvloeden. Maar dit is onhaalbaar in de praktijk (500 ton/ha – 800 ton/ha nodig) en effecten zijn wisselend en afhankelijk van het bodemtype. Veel algemene mogelijkheden zijn er dus helaas niet.

Bronnen

- Abawi, G. S., & Grogan, R. G. (1979). Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. *Phytopathology*, 69(8), 899-904.
- Barboza, E. A., Cabral, C. S., Rossato, M., Luz, E. D. M. N., & Reis, A. (2020). Morphologic, molecular, and pathogenic characterization of *Phytophthora palmivora* isolates causing flower rot on azalea. *Brazilian Journal of Microbiology*, 51(4), 1493-1503.
- Boland, G. J., & Hall, R. (1994). Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 16(2), 93-108.
- Church, V. J., & McCartney, H. A. (1995). Occurrence of *Verticillium dahliae* on sunflower (*Helianthus annuus*) in the UK. *Annals of applied biology*, 127(1), 49-56.
- Sisodia, A., Singh, K. A., Padhi, M., Barman, K., & Sah, A. K. (2022). Dahlia (*Dahlia Variabilis*): Key Diseases and Their Management. In *Diseases of Horticultural Crops: Diagnosis and Management* (pp. 79-96). Apple Academic Press.
- Smith, H. C. (1965). The morphology of *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*, and *V. tricorpus*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 8(3), 450-478.
- Martin, F. N., & Loper, J. E. (1999). Soilborne plant diseases caused by *Pythium* spp.: ecology, epidemiology, and prospects for biological control. *Critical reviews in plant sciences*, 18(2), 111-181.
- Neupane, K., Alexander, L., & Baysal-Gurel, F. (2022). Management of *Phytophthora cinnamomi* using fungicides and host plant defense inducers under drought conditions: A case study of flowering dogwood. *Plant Disease*, 106(2), 475-485.
- Reeves, R. J. (1972). *A study of the biology and ecology of Phytophthora cinnamomi* Rands. University of Surrey (United Kingdom).
- van Os, G. (2003). *Ecology and control of Pythium root rot in flower bulb culture*. Wageningen University and Research.
- Wang, D., Su, Z., Ning, D., Zhao, Y., Meng, H., Dong, B., ... & Zhou, H. (2021). Different appearance period of *Verticillium* wilt symptoms affects sunflower growth and production. *Journal of Plant Pathology*, 103, 513-517.
- Xiao, C. L., & Subbarao, K. V. (1998). Relationships between *Verticillium dahliae* inoculum density and wilt incidence, severity, and growth of cauliflower. *Phytopathology*, 88(10), 1108-1115.
- Xiao, C. L., Subbarao, K. V., Schulbach, K. F., & Koike, S. T. (1998). Effects of crop rotation and irrigation on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil and wilt in cauliflower. *Phytopathology*, 88(10), 1046-1055.
- Zhou, T., & Boland, G. J. (1998). Biological control strategies for *Sclerotinia* diseases. *Plant-microbe interactions and biological control*, 127-156.
- Beheersing-van-bodempathogenen-via-bodemgezondheidsmaatregelen.pdf (bodemplant.nl)
- Fusarium wilts / RHS Gardening
- Print Layout 1
- Plantenpest(er): Phytophthora wortelziekten - ILVO Vlaanderen

PRAKTIJK- EN DEMONSTRATIEPROEVEN

PRAKTIJKPROEVEN BODEMGEBONDEN SCHIMMELS PROEFJAAR 1 (2023)

In een biologische zelfpluktuin in de regio Destelbergen (Proefbedrijf 1 - Figuur 15) werden in het voorjaar van 2023 bloemen aangeplant op een perceel waarop, uit ervaringen in de voorgaande jaren een vermoeden was van een aantasting met *Verticillium dahliae*. Enkele jaren geleden werd hier een bodemstaal genomen waarin de aanwezigheid van *V. dahliae* bevestigd werd.



Figuur 15. Proefperceel voor de aanplant van de bloemen op Proefbedrijf 1.

Voor de proef opgestart werd, werden opnieuw enkele bodemstalen genomen van de precieze locatie waar de praktijkproef aangelegd kon worden. Deze werden geanalyseerd door middel van een DNA-multiscan. Het analyseverslag van deze staalname wordt ter illustratie getoond in Figuur 16.

Origineel			
Monster	Onderzoek-/ordernr: 168788/020007059	Datum staalname: 06-06-2023	Datum verslag: 08-06-2023
	Code onderzoek: 160	Datum ontvangst: 07-06-2023	Staal genomen door: Derden
	Contactpersoon staalname:		
	Materiaal: Bodem		

Resultaat	Schimmels	Resultaat	1	2	3	4	5	6
	Fusarium oxysporum	4						
	Fusarium solani	2						
	Pythium spp.	6						
	Verticillium dahliae	1						

Detectie: 1 = zeer licht, 2 = licht, 3 = matig, 4 = redelijk, 5 = sterk, 6 = zeer sterk

Aangevoerde schimmels worden hierboven apart vermeld. Bij geen weergave van aangevoerde schimmels, dan zijn geen van de getoetste schimmels meetbaar aangetroffen in het analysemonster. Het analysemonster is op de volgende schimmels onderzocht:

<i>Cylindrocarpum destructans</i>	<i>Phytophthora spp.</i>	<i>Verticillium albo-atrum</i>
<i>Cylindrocadium spp.</i>	<i>Pythium spp.</i>	<i>Verticillium dahliae</i>
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	
<i>Fusarium solani</i>	<i>Trichoderma spp.</i>	

Methode	Schimmels	Em: MSC2
---------	-----------	----------

Figuur 16. Analyseverslag DNA-multiscan proefbedrijf 1.

Uit de analyses bleek op dit proefperceel op de plaats van staalname voornamelijk *Fusarium oxysporum* aanwezig in de bodemstalen, evenals *Pythium* spp. en in mindere mate *Verticillium dahliae*. Het feit dat er slechts een lage hoeveelheid *Verticillium dahliae* waargenomen werd, wil niet zeggen dat het op dit perceel geen probleem kan opleveren. Een aantasting komt meestal pleksgewijs voor zodat bij een staalname op een groot perceel zoals hier een sterke verdunning op kan treden in het staal. Er werd beslist om op dit perceel een proef op te zetten en nadien te controleren welke schimmel tot uiting kwam bij de bloemen.

Op het deel van het perceel waar de teler de voorbije jaren de meeste ziekteproblemen ervoer, werden 17 verschillende plantensoorten aangeplant en dit in 4 herhalingen. Zo werd vermeden dat, indien de aanwezige schimmels inderdaad slechts op bepaalde plekken in hoge concentraties aanwezig waren, er symptomen bij de bloemen gemist werden.

De bloemen werden allen voorgezaaid in zaitrays met biologische potgrond en opgekweekt in de bioserre van Viaverda in Destelbergen. Er werden op het proefperceel 4 lange stroken grasvrij gemaakt zodat er in 4 rijen aangeplant kon worden. Tabel 2 geeft een overzicht van de aangeplante bloemen en tot welke families deze behoren.

Tabel 2. Overzicht van de aangeplante bloemen en hun plantenfamilies.

Plant	Plantenfamilie
Bevertjesgras	<i>Poaceae</i> - Grassen
Brokaatbloem	<i>Solanaceae</i> - Nachtschadefamilie
Hanenkam	<i>Amaranthaceae</i> - Amarantenfamilie
Cosmos	<i>Asteraceae</i> - Composieten
Anjer	<i>Caryophyllaceae</i> - Anjerfamilie
Vingerhoedskruid	<i>Plantaginaceae</i> - Weegbreefamilie
Duifkruid	<i>Caprifoliaceae</i> - Kamperfoelifamilie
Ereprijs	<i>Plantaginaceae</i> - Weegbreefamilie
Ganzebloem	<i>Asteraceae</i> - Composieten
Gipskruid	<i>Caryophyllaceae</i> - Anjerfamilie
Hazenstaart	<i>Poaceae</i> - Grassen
Juffertje-in-het-groen	<i>Ranunculaceae</i> - Ranonkelfamilie
Knoopsgatbloem	<i>Plantaginaceae</i> - Weegbreefamilie
Leeuwenbek	<i>Plantaginaceae</i> - Weegbreefamilie
Moederkruid	<i>Asteraceae</i> - Composieten
Stroblom	<i>Asteraceae</i> - Composieten
Vlasleeuwenbek	<i>Plantaginaceae</i> - Weegbreefamilie

Een evaluatie van de tweewekelijkse scouting leert ons dat bijna alle planten gedurende het seizoen symptomen van stress vertoonden. Meestal ging dit om geelverkleuring of verwelking van de gehele planten of een deel van de planten (Figuur 17). Deze symptomen werden vaak in meerdere herhalingen waargenomen, maar dit was niet elke keer het geval.



Figuur 17. Veel planten vertoonden symptomen als vergeling en verwelking gedurende het seizoen.

De geelverkleuring en verwelking kunnen zeker te maken gehad hebben met de aanhoudende droogte na aanplanten (mei/juni) en de concurrentie voor water en nutriënten met het omliggende gras. Zoals te zien is in Figuur 18 werd de aanplant namelijk gerealiseerd in losgewerkte voren en niet op een volledig bewerkt en voorbereid perceel.



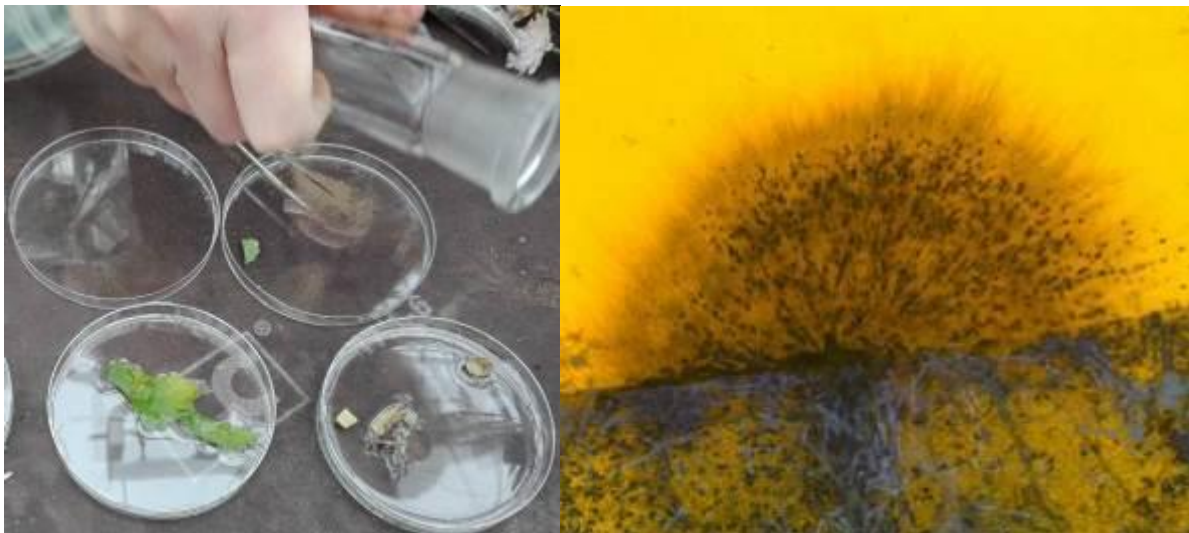
Figuur 18. Beeld in September van het aangelegd proefperceel op proefbedrijf 1.

Gezien de symptomen vergeling en verwelking waren en dit meestal bij delen van de plant of enkele planten, werd verwelkingsziekte vermoed. Deze symptomen wijzen namelijk op een vaatbundelziekte. Om zeker te zijn van de oorzaak van de symptomen, werden op dit proefperceel eind oktober van alle planten stalen genomen van het loof en de stengel en dit in 2 herhalingen. Als er planten waren die symptomen van een aantasting vertoonden werden deze bij voorkeur geselecteerd. Er werden telkens doorsneden van het blad en een doorsnede van de stengel uitgeplaat op een selectief MSEA-medium dat geschikt is voor de ontwikkeling van *Verticillium*

dahliae. Op elke petriplaat werden minstens 3 stukken blad en 1 stuk stengel uitgeplaat (Figuur 19). Na incubatie gedurende 2 weken bij 22°C en microscopische analyse van de platen werden er op 6 platen microscleroten van *Verticillium dahliae* teruggevonden (Figuur 20) en dit bij 4 verschillende bloemsoorten. Bij de Strobloemen (*Asteraceae*) en Knoopsgatbloemen (*Plantaginaceae*) werd een infectie bevestigd in alle uitgeplate plantendelen en dit in beide herhalingen. Bij Hanenkam (*Amarantaceae*) werd enkel *Verticillium dahliae* teruggevonden in de stengel en bij de Leeuwenbek (*Plantaginaceae*) enkel in de blaadjes. Daar vertoonde het gekozen stukje stengel geen aantasting. De symptomen bij de vermelde bloemsoorten worden geïllustreerd in Figuren 21 tot en met 24.



Figuur 19. Voorbeeld van enkele MSEA-petriplaten met uitgeplaat plantmateriaal waarbij een infectie vermoed werd.



Figuur 20. Prodecure van ontsmetting bij het selecteren van symptomatisch plantmateriaal (links) en ontwikkelende microscleroten van *V. dahliae* uit een stukje blad op petriplaat (rechts).



Figuur 21. Symptomatische plantdelen met effectieve besmetting van *Verticillium dahliae* bij Hanenkam.



Figuur 22. Symptomatische plantdelen met effectieve besmetting van *Verticillium dahliae* bij Leeuwenbek.



Figuur 23. Symptomatische plantdelen met effectieve besmetting van *Verticillium dahliae* bij Stroblloem.



Figuur 24. Symptomatische plantdelen met effectieve besmetting van *Verticillium dahliae* bij Knoopsgatbloem.

In sommige van de bovenstaande, én andere bloemen werden ook aaltjes gevonden in de bladeren en soms andere schimmels, welke op basis van de beschikbare literatuur en informatie niet onmiddellijk geïdentificeerd konden worden met deze werkwijze. Voor veel meervoudige analyses via DNA-multiscans was binnen dit project geen budget beschikbaar (186€ per staal) zodat niet verder gezocht werd naar het soort aaltje, noch de andere schimmels.

Uit de regio Antwerpen nam ook een biobloemenbedrijf deel aan deze proef (proefbedrijf 2). Op dit bedrijf was er een aangetoonde aantasting met *Fusarium oxysporum* in de bodem. Hier werden geen planten specifiek voor dit project aangeplant aangezien de meeste symptomen van de voorgaande jaren op een perceel voorkwamen waar tweejarigen stonden en al een nieuwe aanplant in aanleg was. Daarom liep de proef mee in de gewone werking van de pluktuin. Deze percelen werden wel tweewekelijks bezocht door onze medewerkers voor een uitgebreide scouting van de planten op symptomen van bodemschimmels die verwelking veroorzaken als *Verticillium dahliae* en *Fusarium oxysporum*, maar ook *Sclerotinia* bij de Dahlia's. Hierbij werd gelet op alle mogelijke symptomen van aantasting door bodemschimmels. Ook hier hadden de planten te lijden onder de droogte, maar door de mogelijkheid tot irrigatie en minder concurrentie met ondergroei of andere gewassen, was dit minder uitgesproken dan op het andere proefbedrijf. De resultaten van de gehele scoutingperiode tonen dat hier amper symptomen waargenomen werden die door bodemschimmels veroorzaakt konden zijn. Hoewel de schimmels dus wel aanwezig waren in de bodem volgens de DNA-multiscan, zullen de zonnige weersomstandigheden en irrigatie ervoor gezorgd hebben dat de planten weinig stress hadden waardoor de aanwezigheid van de bodemschimmels niet tot uiting kwam in de bloemen en planten op het proefperceel. Dit illustreert mooi hoe de omgeving een belangrijke invloed uitoefent op de infectie met pathogene bodemschimmels.

Op het derde proefbedrijf werden vorig jaar voornamelijk bij de Dahlia's symptomen van *Sclerotinia sclerotiorum* waargenomen. Een bodemanalyse bevestigde ook duidelijk de aanwezigheid van deze pathogeen in de bodem. De teler besloot echter uiteindelijk toch niet deel te nemen aan het praktijkonderzoek, waardoor dit proefbedrijf wegviel.

PRAKTIJKPROEVEN BODEMGEBONDEN SCHIMMELS PROEFJAAR 2 (2024)

Begin 2023 werd een proef met groenbemesters aangelegd op een perceel bij Viaverda Destelbergen. Dit perceel werd jaren gebruikt voor de teelt van potchrysan en sinds enkele jaren trad hier heel wat uitval op door de aanwezigheid van *Verticillium dahliae* in de bodem. Een bodemanalyse begin 2023 bevestigde de aanwezigheid van deze bodemschimmel. Met deze proef wilden we nagaan of er een effect kon waargenomen worden van een opeenvolging van verschillende groenbemesters op het inoculum van *Verticillium dahliae* in de bodem.

Als eerste groenbemester werd er gekozen voor *Triticale* aangezien deze volgens het bodemschimmelschema (WUR) geen vermeerdering van het inoculum in de bodem veroorzaakt. Er werden opnieuw bodemstalen genomen in mei. De bodemstalen werden geanalyseerd in het diagnosecentrum van ILVO via 'density flotation' en/of zonale centrifugatie. De kwantificatie van de microscleroten in de bodemstalen gebeurde via DNA-extractie en specifieke real-time PCR voor *Verticillium dahliae*. De resultaten toonden echter aan dat in de 4 proefplots telkens minder dan 0.1 microscleroten per gram grond terug te vinden waren. Er kan niet geconcludeerd worden dat dit het effect is van de *Triticale* aangezien veel andere factoren een invloed op deze resultaten gehad kunnen hebben. Omdat de hoeveelheid inoculum in de bodem zo laag was, werd ook beslist dat het geen zin had om een tweede en derde groenbemester op dit perceel in te zaaien omdat er geen extra informatie uit gehaald zou kunnen worden.

Er werd geopteerd om ter vervanging van deze proef nog een derde demoproef aan te leggen bij Viaverda Destelbergen zelf op een perceel waar in de bodemstalen *Verticillium dahliae* teruggevonden werd. Hiervoor werd op het perceel een aanplanting gerealiseerd met 62 verschillende biobloemen (Tabel 3). Deze aanplant vond door de omstandigheden pas op 10 en 11 augustus plaats. Er werd gekozen voor een combinatie van meerjarige en eenjarige planten en dit in minstens 2 herhalingen. Er werd gewerkt met beschikbare kiemplantjes en zaden, waardoor het aantal herhalingen lager lag als bij de proeven op de proefbedrijven. De eenjarigen werden in 2024 opnieuw aangeplant. Ook op dit perceel werd tijdens de groei een grondige scouting uitgevoerd en werden op het einde van het groeiseizoen de symptomatische planten geoogst voor een uitplating. De werkwijze was identiek aan deze in 2023. Bij deze proefaanplant vonden we uiteindelijk bij de 62 planten slechts 3 soorten waarbij een infectie met *Verticillium dahliae* aangetoond kon worden. Het ging in dit geval om Vlasleeuwenbek (*Plantaginaceae*), Goudsbloem (*Asteraceae*) en Strobloem (*Asteraceae*).

Merk op dat de (vlas)leeuwenbekken en Strobloem ook in 2023 op Proefbedrijf 1 tot de soorten behoorden waarbij we de aanwezigheid van *Verticillium dahliae* door uitplating konden aantonen.

Tenslotte werd op het bioperceel van Viaverda Destelbergen een proef aangelegd. Ook op dit perceel werd namelijk de aanwezigheid van *Verticillium dahliae* aangetoond, weliswaar in lichte mate. Er werd een teeltrotatie aangelegd met biobloemen waarbij telkens gekozen werd voor slechts 1 of een combinatie van 2 plantenfamilies per bed. Op deze manier wilden we de biobloementelers demonstreren wat de mogelijkheden zijn om productief te blijven mét het aanhouden van een teeltrotatie van 8 jaar. In deze teeltrotatie werd minstens gebruik gemaakt van grassen (*Poaceae*) en vlinderbloemigen (*Fabaceae*). Beiden met het oog op bodemgezondheid. De grassen zijn over het algemeen gezien minder gevoelig voor de meeste bodempathogenen en de vlinderbloemigen zorgen voor een aanrijking met stikstof. Let op, witte klaver kan voor een matige vermeerdering van het inoculum van *Verticillium dahliae* in de bodem zorgen en is dus geen goede keuze om in te zaaien op een perceel met aantasting. Het effect van andere klavers is momenteel nog ongekend.

Tabel 3. Overzicht van de aanplant met snijbloemen op een perceel aangetast met *Verticillium dahliae* bij Viaverda Destelbergen.

Bed 6	Bed 5	Bed 4	Bed 3	Bed 2	Bed 1
Lange ereprijs	Amandelroosje	Goudsbloem	Afrikaantje	Leeuwenbek	Vingerhoedskruid
Echinacea rood	Slangenkruid	Koekruid	Groot kaasjeskruid	Bonte salie	Oregano
Gipskruid	Meisjesogen	Leeuwenbek	Zonnestrobloem	Bekermalva	Prikneus
Korenbloem	Bonte ganzebloem	Moederkruid	Bekermalva	Vlas	Geel duizendblad
Droplant	Huazontle	Strobloem	Celosia	Groot kaasjeskruid	Wilde bertram
Echte heemst	Bolderik	Gele ganzebloem	Vlas	Papaver	Duizendblad
Echinacea wit	Papierknopje	Juffertje	Zonnebloem	Fonteingras	Echinacea rood
Duizendschoon	Cosmos	Bonte salie	Bolderik	Steraster	Echinacea wit
Scharlei	Bekermalva	Turkse drakenkop	Fijn akkerscherm	Huazontle	Witte spoorbloem
Droplant	Komkommerkruid	Bonte ganzebloem	Papierknopje	Saffloer	Oregano
Korenbloem	Groot kaasjeskruid	Slaapmuts geel	Goudsbloem	Zomeraster	Cistusroos
Echte heemst	Vlas	Slaapmuts oranje	Afrikaans madeliefje	Strobloem	Prikneus
Stijf ijzerhard	Zonnestrobloem	Amandelroosje	Goudsbloem	Koekruid	Echte valeriaan
Scharlei	Fijn akkerscherm	Slangenkruid	Huazontle	Gele ganzebloem	Vingerhoedskruid
Echte valeriaan	Celosia	Meisjesogen	Cosmos	Drakenkop	Pluimgipskruid
Duizendschoon	Zonnebloem	Japanse gerst	Saffloer	Slaapmuts geel	Gipskruid
Lange ereprijs	Afrikaantje	Juffertje	Brokaatbloem	Slaapmuts oranje	Droplant
Vingerhoedskruid	Japanse gierst	Strobloem	Zomeraster	Slangenkruid	Scharlei
Gipskruid	Jewels of opar	Leeuwebek	Komkommerkruid	Japanse gierst	Korenbloem
Duizendblad	Fonteingras	Koekruid	Bolderik	Moederkruid	Lange ereprijs
Echinacea wit	Lijmkruid	Bonte salie	Fijn akkerscherm	Jewels of opar	Verbena
Duizendblad geel	Tabak	Gele ganzebloem	Papierknopje	Afrikaantje	Duizendschoon
Wilde bertram	Papaver	Moederkruid	Meisjesogen	Lijmkruid	Echte heemst
Cistusroos		Papaver	Amandelroosje	Celosia	Wilde bertram
Echinacea rood		Jewels of opar	Bonte ganzebloem	Zonnestrobloem	Duizendblad geel
Prikneus		Fonteingras	Goudsbloem	Zonnebloem	Duizendblad
Oregano		Lijmkruid		Komkommerkruid	
			Afrikaans madeliefje	Brokaatbloem	
			Juffertje	Cosmos	

Tabel 4 illustreert het gebruik van de verschillende plantenfamilies op de 8 bedden van de proef in proefjaar 1 (boven) en proefjaar 2 (onder). Bij de bovenste 4 bedden zijn de plantenfamilies hetzelfde gebleven omdat hier 2-jarigen geplant werden. Bij de onderste 2 bedden werd een rotatie uitgevoerd. In 2025 zal er ook op de bedden bovenaan het schema een rotatie van de plantenfamilies gebeuren binnen het proefprogramma.

Tabel 4. Overzicht van de plantfamilies en bloemen ingezaaid op het bioveld bij Viaverda Destelbergen in 2023 (boven) en 2024 (onder).

Bed 1		Bed 2		Bed 3		Bed 4	
Asteraceae	Strobloem Cosmos Dahlia	+ Liliaceae Lamiaceae	Salvia Tulp	Plantaginaceae	Vlasleeuwenbek Lange ereprijs Vingerhoedskruid Leeuwenbek	Caryophyllaceae	Duizendschoon Duizendblad Gipskruid
Fabaceae	Vaste lupine Incarnaatklaver Reukerwt	Amarantaceae	Celosia Kogelamarant	+ Dipsaceae Poaceae	Duifkruid Drumstick Hazenstaart	+ Solanaceae Malvaceae	Bekermalva Brokaatbloem
Bed 1		Bed 2		Bed 3		Bed 4	
Asteraceae	Dahlia Juffertje Cosmos Ridderspoor	+ Liliaceae Lamiaceae	Salvia Turkse drakenkop Tulp	+Plantaginaceae	Vingerhoedskruid Leeuwenbek Vlasleeuwenbek Lange ereprijs	+Caryophyllaceae	Gipskruid Duizendblad Duizendschoon
Amarantaceae	Celosia Kogelamarant	Fabaceae	Reukerwt Veldboon	+Solanaceae Malvaceae	Bekermalva Brokaatbloem	+Dipsaceae Poaceae	Drumstick Duifkruid Japanse gierst

In 2023 werd op dit veld een besmetting met *Verticillium dahliae* aangetoond in de Vlasleeuwenbek. Op dezelfde plaats werd in 2024 Leeuwenbek aangeplant (eveneens weegbreefamilie) en ook deze planten vertoonden tegen de zomer duidelijke symptomen van een aantasting met bodemschimmels, zoals asymmetrische (dwerg)groei en het partieel verwelken van de plant (Figuur 25). De Vlasleeuwenbek werd volledig aangetast en het hele gewas stierf hier voortijdig af. De DNA-multiscan van enkele stalen toonde hier echter aan dat op dit bed *Fusarium* en *Pythium* in het spel waren. Zoals eerder vermeld is het moeilijk om met deze methoden te bepalen welke pathogeen de belangrijkste rol speelt zodat we hier niet onmiddellijk een duidelijke conclusie kunnen trekken naar symptomen toe.

Pas in 2025 zal op dit bed een andere plantfamilie komen en kan geëvalueerd worden of de densiteit van het inoculum hier hoger ligt dan elders op het veld, óf indien de *Plantaginaceae* gevoeliger zijn voor schimmelaantastingen dan andere plantenfamilies. Aangezien er op de andere percelen ook al bevestigde aantastingen waren bij de familie van de *Asteraceae* en *Amarantaceae*, zal hiermee rekening gehouden worden in de volgorde van de rotatie.



Figuur 25. Symptomen van *Fusarium* bij Leeuwenbek: een deel van de plant vertoont verminderde groei, vergeling en verwelking.

BESLUIT

Bij de praktijkproeven waren we afhankelijk van bestaande aantastingen met pathogene bodemschimmels bij de telers en op het praktijkcentrum. De focus is daardoor wat verschoven naar *Verticillium dahliae* aangezien deze volgens de analyseresultaten op alle percelen aanwezig was. Een tweede oorzaak om voornamelijk om deze schimmel in te zetten is de kostprijs voor analyse van plantstalen. Het uitplaten op selectief medium is een relatief eenvoudige analysemethode, die enerzijds betaalbaar was en die we zelf konden uitvoeren in het labo bij Viaverda Kruisem. Dit stelde ons in staat om voor een groot aantal planten een kwalitatieve beoordeling te doen van de aanwezigheid van deze pathogeen in de plant zelf. Deze informatie was anders verloren gegaan.

Het verschil tussen de vaatbundelschimmels *Verticillium dahliae* en *Fusarium oxysporum* is met het blote oog niet op te merken, tenzij misschien met een zeer grondige en dagelijkse scouting waarbij alle mogelijke symptomen en hun volgorde van voorkomen minutieus opgetekend worden. De vraag is of dit zin heeft aangezien de preventieve maatregelen gelijklopend zijn voor beide pathogenen.

In het projectvoorstel werd initieel gekozen om enkel DNA-analyses van de bodem te laten uitvoeren, maar tijdens het project is gebleken dat voor bodemstalen het uitplaten op een selectief medium interessanter is om een correcte kwantificering uit te voeren. Deze methode is echter langzaam, waardoor de resultaten lang op zich lieten wachten en de proefopzet uiteindelijk een aanpassing nodig had. De DNA-analyses zijn beter geschikt voor nog levend plantmateriaal en sneller, maar ook een pak duurder.

Op de verschillende locaties merkten we een gevoeligheid op van bloemen in dezelfde plantenfamilies voor *Verticillium dahliae*. Dit waren de composietenfamilie, de amarantenfamilie en de weegbreefamilie. Niet alle planten uit deze families vertoonden echter symptomen. In deze proeven was de schade beperkt tot de Strobloemen* en Goudsbloem (composieten), Knoopsgatbloem, Vlasleeuwebek* en Leeuwenbek* (weegbreefamilie) en de Hanenkam (amarantenfamilie). De bloemen met * die symptomen vertoonden kwamen van verschillende percelen. Bij het verder bekijken van de teeltrotatie zal het belangrijk zijn hier rekening mee te houden en deze families niet kort na elkaar op hetzelfde bed aan te planten met oog op een mogelijke vermeerdering van het inoculum in de bodem in deze bedden.