



## **Titel projectvoorstel: Gewasrestenmanagement tegen ziekten**

**Nummer: LWV193**

---

**Contactgegevens penvoerder:**

Naam: Edwin de Jongh  
Bedrijf: BO-Akkerbouw  
e-mailadres: [dejongh@bo-akkerbouw.nl](mailto:dejongh@bo-akkerbouw.nl)

**Contactgegevens namens onderzoekers:**

Naam: Bert Evenhuis & Jürgen Köhl  
Organisatie: Wageningen University & Research  
e-mailadres: [bert.evenhuis@wur.nl](mailto:bert.evenhuis@wur.nl) & [jurgen.kohl@wur.nl](mailto:jurgen.kohl@wur.nl)

**Het projectidee past onder missie**

- Kringlooplandbouw  
 Klimaatneutrale landbouw en voedselproductie  
 Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied  
 Gewaardeerd, gezond en veilig voedsel  
 Duurzame en veilige Noordzee, oceanen en binnenwateren

**Het voorstel past ook onder het programma Sleuteltechnologieën  nee**

**Zo ja welke Sleuteltechnologie** .....

**Heeft u het voorstel ook elders ingediend?**  Nee  Ja, te weten bij ....

## Inhoudelijke beschrijving

### 1. Samenvatting aanvraag (max. 0,5 A4; deze tekst wordt gepubliceerd)

Veel veroorzakers van ziekten en plagen overleven een gewas- of waardplantloze periode en vermeerderen op gewasresten om dan nieuwe vatbare gewassen in de rotatie te kunnen besmetten. Ook tijdens de gewasperiode kunnen er afstervend plantmateriaal van het gewas en van alternatieve waardplanten aanwezig zijn waarop de ziekteverwekkers zich kunnen handhaven. Overleving op gewasresten is relevant voor o.a. voor *Alternaria* spp., *Stemphylium* spp, *Fusarium* spp, veroorzakers van schadelijke ziektes in o.a. aardappel, ui en suikerbiet. Het past in de ziektebeheersstrategie van de teler om de ziektedruk voor en tijdens de teelt te verminderen. Een van de mogelijkheden is de overleving van ziekteverwekkers in de gewasloze periode (en tijdens de teelt van niet vatbare groenbemesters en gewassen in de gewasrotatie) te belemmeren door gewasrestenmanagement.

Deze PPS richt zich op de effecten van mechanische bewerking van gewasresten op de overleving van ziekteverwekkers in de tijd onder invloed van deze behandelingen. Gewerkt wordt aan 1 model pathogeen, *A. solani* en 1 gewas, aardappel. De resultaten hiervan worden direct toepasbaar voor de telers. Naar verwachting kan het resultaat voor het model pathogeen vertaald worden naar andere ziekteverwekkers in de akkerbouw met een vergelijkbare levenscyclus. Het binnen dit project verkregen DNA van andere ziekteverwekkers uit gewasresten kan gebruikt worden in vervolgonderzoek voor andere pathogenen.

Verder wordt aan het model pathogeen de overleving in bouwplanverband onderzocht. Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van lopend onderzoek op de Proeftuin Agro-ecologie en technologie of de locatie voor het nog te starten onderzoek: Integrale aanpak voor de akkerbouw op zand. In de bestaande rotaties worden gewasresten en afgestorven onkruiden bemonsterd en wordt de hoeveelheid van het pathogeen gekwantificeerd.

Het onderdrukken van populaties van ziekteverwekkers door gewasrestenmanagement sluit aan bij de doelstellingen van de LNV missie Kringlooplandbouw subthema robuuste teelten met een gezonde bodem en nagenoeg geen emissies naar grond- en oppervlaktewater. Dit voorstel is onderdeel van het onderzoeksprogrammavoorstel plantgezondheid 2030, een initiatief van LTO Nederland, in samenspraak met BO Akkerbouw, Glastuinbouw Nederland, KAVB en NFO.

### 2. Beoogde doel (max. 1 A4; evt. uitgebreide State of the Art toevoegen als Bijlage 2)

Veel veroorzakers van ziekten en plagen overleven een gewasloze periode en vermeerderen op gewasresten om dan nieuwe vatbare gewassen in de rotatie te kunnen besmetten. Ook tijdens de gewasperiode kunnen er afstervend plantmateriaal van het gewas en alternatieve waardplanten aanwezig zijn waarop de ziekteverwekkers zich kunnen handhaven. Overleving op gewasresten geldt o.a. voor *Alternaria* spp., *Stemphylium* spp en *Fusarium* spp, veroorzakers van schadelijke ziektes in o.a. aardappel, ui en suikerbiet. Het past in de ziektebeheersstrategie van de teler om de ziektedruk voor en tijdens de teelt te verminderen. Een van de mogelijkheden is de overleving van ziekteverwekkers in de gewasloze periode (en tijdens de teelt van niet vatbare groenbemesters en gewassen in de gewasrotatie) te belemmeren door gewasrestenmanagement. In de akkerbouw is kwantitatief nog weinig bekend over de afname van de pathogeen populatie als gevolg van gewasresten management. Dit voorstel beoogt in beeld te brengen wat gedaan kan worden om gewasresten sneller te laten verteren en / of te laten koloniseren door natuurlijk aanwezige niet pathogene micro-organismen. Het verwachte resultaat is dat ziekteverwekkers daardoor minder kans krijgen om op gewasresten te overleven en te vermeerderen en dat daardoor de ziektedruk afneemt. Dit zal naar verwachting bijdragen aan een verminderde afhankelijkheid van en noodzaak tot het inzetten van gewasbeschermingsmiddelen.

In de fruitteelt is al gewerkt aan gewasresten management (lees behandelingen van afgevallen blad) om primaire inoculum bronnen van schurft en *Stemphylium* te verminderen. Maatregelen in de praktijk zijn gericht op afgevallen appelblad zoals blad versnipperen (machinaal), verzamelen en afvoer van blad en toediening van ureum. Deze maatregelen vertragen de start van schurft-epidemieën in het voorjaar. In experimenteel onderzoek zijn ook antagonisten toegepast op afgestorven appelblad om de epidemie te vertragen. Ook sanitatie door verwijderen of bespuiting met antagonisten van gewasresten (afgevallen perenblad, dood onkruid en gras) reduceert het risico op *Stemphylium* in peer. Voor toediening van antagonisten op gewasresten is in nog geen enkel gewas een toelating gerealiseerd in Nederland.

Het project levert informatie over het populatieverloop van een pathogeen in een bouwplan en onder gewasresten management.

Dit voorstel beoogt zowel kwalitatief als kwantitatief in beeld te brengen wat de rol van gewasresten is voor het overleven van pathogenen en wat gedaan kan worden om de relevante gewasresten sneller te laten verteren en / of te

*Tegen de uitspraak van de Topsectoren A&F en T&U over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.*

laten koloniseren door natuurlijk aanwezige niet pathogene micro-organismen. Het verwachte resultaat is dat ziekteverwekkers daardoor minder kans krijgen om op gewasresten te overleven en te vermeerderen en dat daardoor de ziektedruk afneemt. Dit zal naar verwachting bijdragen aan een verminderde noodzaak tot het inzetten van gewasbeschermingsmiddelen.

### 3. Beoogde impact (max. 1 A4)

Voor BO-Akkerbouw en haar aangesloten leden levert het project inzicht op in de maatregelen die ze kunnen nemen om de inoculumdruk van een aantal pathogenen te verminderen door gewasresten management uit te voeren. Door de ziektedruk vanuit gewasresten in en op de bodem te kwantificeren krijgt de teler inzicht of een perceel geschikt is om een bepaald gewas te telen en / of de te verwachten beheersing door inzet van fungiciden noodzakelijk is.

Voor de missie landbouw, water, voedsel levert het een bijdrage aan de doelstelling te komen tot een verminderde afhankelijkheid van chemische gewasbeschermingsmiddelen doordat gewasresten management maatregelen beschreven worden die bijdragen aan verlaging van de intrinsieke ziektedruk.

Het onderzoek is innovatief want kwantitatief is er weinig bekend over enerzijds overleving van pathogenen op gewasresten in een periode dat er geen waardplanten worden geteeld en anderzijds het effect van cultuurmaatregelen op die overleving en vermeerdering. Tijdens de proeven zal duidelijk worden welk effect gewasrestenmanagement heeft op het overleven en de vermeerdering van een ziekteverwekker.

Gedurende de loop van het project kunnen telers kennis nemen van de proefopzet en het resultaat. Omdat gewasrestenmanagement uitgevoerd wordt met gangbare machines en / of maatregelen kan bij gebleken effectiviteit de maatregel, de vernieuwende aanpak, meteen in de praktijk worden toegepast.

### 4. Aanpak van het project (max. 1 A4; uitgebreid meerjarig werkplan toevoegen als Bijlage 3)

a. *Inventarisatie mogelijkheden.* Aan de hand van de literatuur en op grond van een inschatting van mogelijkheden tot mechanisatie wordt een selectie gemaakt van de (on)mogelijkheden van behandelingen van gewasresten om de vertering te bevorderen en / of de concurrentie om plaats en voedsel van natuurlijk aanwezige antagonisten ten opzichte van ziekteverwekkers te bevorderen. In eerste instantie wordt gedacht aan mechanische maatregelen (zoals hakselen, kneuzen en verwijderen van gewasresten) omdat deze op eenvoudige wijze kunnen worden toegepast door een teler. Toepassing van nog niet toegelaten antagonisten valt buiten de opzet van het onderzoek omdat binnen de looptijd van het project en binnen het budget hiervoor geen methode kan worden ontwikkeld.

Deliverable: een verslag met daarin de geselecteerde behandelingen.

b. *Pathogeenkeuze en detectie.* Binnen de akkerbouw rotatie komen vele pathogenen voor die in aanmerking komen om het effect van gewasrestenmanagement te onderzoeken. Om focus aan te brengen wordt in het onderzoek gekozen voor één pathogeen. Deze kan model staan voor andere pathogenen in het akkerbouwsysteem. De keuze valt in eerste instantie op *Alternaria solani* maar kan aangepast worden op basis van voorgaand literatuuronderzoek en in overleg met de opdrachtgever. Ten aanzien van de niet gekozen pathogenen geldt dat DNA-monsters uit gewasresten worden bewaard voor eventueel toekomstig onderzoek.

Het voorstel is dan ook voor *A. solani* verder uitgewerkt. De primaire inoculum bron voor dit pathogeen bestaat uit gewasresten in en op de grond. Voor het onderzoek is het belangrijk dat de ziekteverwekker kwantitatief en betrouwbaar gedetecteerd kan worden in gewasresten. Hiervoor zal een qPCR voor het modelpathogeen worden ontwikkeld en gevalideerd.

Deliverable: Een qPCR voor *A. solani* waarmee de hoeveelheid DNA kwantitatief wordt vastgesteld in gewasresten in en op de grond.

c. *Effect gewasrestenmanagement op een model pathogeen.* In veldproeven wordt het effect van de behandelingen op *Alternaria solani* onderzocht. Aardappelblad en stengels van een aangetast aardappelgewas worden blootgesteld aan de gekozen mechanische behandelingen. Niet mechanisch behandelde gewasresten wordt ter controle gebruikt als maat voor de natuurlijk afbraak. Vervolgens worden de gewasresten in netzakjes ingegraven in de grond of op de grond gelegd op een proeflocatie. Op gezette tijden worden de netzakjes uit het veld gehaald. Het behandelingseffect wordt bepaald met behulp van een te ontwikkelen qPCR. De DNA concentratie van de ziekteverwekkers wordt gemeten in de *Tegen de uitspraak van de Topsectoren A&F en T&U over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.*

gewasresten en de hoeveelheid gewasresten per netzakje wordt bepaald zodat het effect van de behandeling in de gewasresten op vertering en kolonisatie door *Alternaria* kwantitatief kan worden vastgesteld.

Deliverable: Een verslag met daarin informatie over effecten van de getoetste mechanische maatregelen op de vertering van gewasresten en de overleving van de pathogeen populatie.

d. *Overleving van ziekteverwekker in een rotatie*. Om inzicht te krijgen in de rol van diverse gewasresten voor overleving en vermeerdering van ziekteverwekkers in een bouwplanverband zullen monsters van gewasresten worden genomen. Dit wordt gedaan in samenwerking met de Proeftuin voor Agro-ecologie en technologie in Lelystad of in samenwerking met de in aanvraag zijnde PPS Integrale aanpak voor de akkerbouw op zand. De monsters worden zowel genomen van de daar geteelde gewassen in de rotatie als ook op de aanwezige resten van onkruiden en opslagplanten in en op de bodem. Daarnaast zal in samenspraak met de PPS beter bodembeheer gekeken worden in hoeverre het effect van kerende en niet kerende grondbewerking op de overleving van *A. solani* ingebracht kan worden. Uit de monsters wordt DNA geëxtraheerd. Een deel van het monster wordt gebruikt om direct te analyseren op de aanwezigheid van het model pathogeen (*A. solani*). De rest van het geëxtraheerde DNA wordt opgeslagen. Deze monsters kunnen in een later stadium worden geanalyseerd om de populatieontwikkeling van andere pathogenen in bouwplan verband te onderzoeken (bv. *Fusarium* spp. pathogenen van ui of graan, *Stemphylium* pathogenen in ui of aardappel). Dit valt buiten de scope van het huidige onderzoekprogramma.

Deliverables:

- Een verslag met daarin informatie over het effect van diverse gewasresten van aardappel, verdere gewassen en mogelijke groenbemesters en onkruiden op de overleving van *A. solani* in relatie tot gewasvolgorde en frequentie van aardappel in de rotatie.
- Een voor het onderzoek opgebouwde collectie van DNA monsters uit gewasresten van diverse gewassen (kan worden gebruikt voor eventueel vervolgonderzoek naar andere pathogenen)

e. *Effect van antagonisten op overleving van pathogenen op gewasresten*. Voor de behandeling van gewasresten zijn er nog geen antagonisten toegelaten. Voorgesteld wordt om de projectresultaten ook te gebruiken om de mogelijke toepassing het antagonisten te evalueren (maar geen experimenten hierover uit te voeren).

Deliverable: Een onderzoeksvoorstel voor het ontwikkelen van een antagonist voor de toepassing op gewasresten met als doel de pathogeenpopulatie te reduceren.

## 5. Organisatie (max. 0,5 A4; uitgebreide beschrijving van consortiumpartners toevoegen als Bijlage 1)

Het onderzoek wordt uitgevoerd in een samenwerking tussen de Branche Organisatie Akkerbouw en Wageningen UR. De betrokkenheid van telers aangesloten bij BO Akkerbouw garandeert dat er praktische maatregelen worden ontwikkeld die direct toepasbaar zijn in de bedrijfsvoering van de akkerbouwers. Wageningen UR is verantwoordelijk voor het design van de experimenten, en de optimalisatie en evaluatie van detectiemethoden.

De Brancheorganisatie Akkerbouw is een door het Ministerie, in het kader van het GLB, erkende brancheorganisatie die een brede vertegenwoordiging van de akkerbouwsector kent. De leden zijn: LTO, NAV, NAJK, Plantum, NAO, Vavi, Agrifirm, Van Iperen, CZAV, Comité van Graanhandelaren, Cosun en Avebe. Een belangrijke taak is zorg te dragen voor pre-competitief onderzoek op het gebied van plantgezondheid. BO-Akkerbouw heeft middels prioritering door haar leden aangegeven dat gewasrestenmanagement een kansrijke methode is om de ziektedruk te verminderen en verwacht daarmee de afhankelijkheid van chemische gewasbescherming te kunnen verminderen. Dit voorstel is onderdeel van het onderzoeksprogrammavoorstel plantgezondheid 2030, een initiatief van LTO Nederland, in samenspraak met BO Akkerbouw, Glastuinbouw Nederland, KAVB en NFO.

Dit PPS-voorstel maakt, afhankelijk van de voorwaarden, tevens deel uit van het Programma Plantgezondheid 2030.

Binnen het consortium is uitgebreide kennis over teeltmethoden, gewasrestenmanagement en plantenziekten aanwezig.

Binnen Wageningen UR is door de jaren heen veel expertise opgebouwd op het gebied van overleving van pathogenen in de periode tussen vatbare gewassen. Met de Proeftuin Agro-Ecologie en technologie en de locatie voor Integrale aanpak

*Tegen de uitspraak van de Topsectoren A&F en T&U over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.*



voor de akkerbouw op zand heeft Wageningen UR gespecialiseerde centra voor onderzoek aan gewasrestenmanagement in bouwplan verband.

Het secretariaat ligt in handen van de BO-Akkerbouw. Het project zal worden uitgevoerd onder leiding van Dr. J. Köhl die een jarenlange ervaring en track record heeft op het gebied van fundamenteel en strategisch onderzoek aan plantpathogenen, de rol van gewasresten in fruitteelt en akkerbouwgewassen en detectie technieken.

#### **6. Kennisvalorisatie en -disseminatie (max. 0,5 A4)**

De resultaten zullen ten goede komen van de akkerbouwers en naar verwachting gebruikt gaan worden om de ziektedruk van het modelpathogeen en vergelijkbare ziekteverwekkers te verminderen door gewasrestenmanagement. De resultaten komen ten goede aan de samenleving doordat minder gewasbeschermingsmiddelen gebruikt zullen gaan worden.

Communicatie vindt plaats door

- Vergaderingen van de klankbordcommissie met vertegenwoordigers van partners en uitvoerders (driemaal per jaar), voor informatie overdracht en planning
- Aandacht voor gewasrestenmanagement bij lezingen en excursie op de Proeftuin Agro-ecologie en technologie en de locatie voor de Integrale aanpak voor de akkerbouw op zand.
- Publicaties in vakbladen zoals de Aardappelwereld en de Boerderij, dit in overleg met en na goedkeuring van de klankbordgroep
- Wetenschappelijke publicaties en lezingen op wetenschappelijke congressen.

#### **7. Projectbegroting**

### Tabel 1. Projectbegroting

In onderstaande tabel vult u de projectkosten in. Specificeer hierbij de inzet van de partijen die het onderzoek gaan uitvoeren in euro's en maak daarbij ook het onderscheid in de kosten voor de inzet van onderzoekers, materiële kosten, investeringen in apparatuur en overige kosten. Als u al kosten maakt in 2019 (bijv. voorbereiding op teelproeven) dan dient u dit in een aparte kolom aan te geven.

Projectkosten	Kosten in k€ EXCLUSIEF BTW				
	2020	2021	2022	2023	Totaal
<b>Personele kosten voor inzet onderzoekers:</b>					
Wageningen University and Research	60	60	60	60	240
Private partners					
Anders					
<i>TOTAAL:</i>					
<b>Materiële kosten en diensten door derden:</b>					
Wageningen University and Research	15	15	15	15	60
Naam kennisinstelling, kostenpost					
Naam kennisinstelling, kostenpost					
Private partners, kostenpost					
Anders					
<i>TOTAAL:</i>					
<b>Investeringen in apparatuur en afschrijvingen:</b>					
Wageningen University and Research	0	0	0	0	0
Naam kennisinstelling, investering					
Naam kennisinstelling, investering					
Private partners, investering					
Anders					
<i>TOTAAL:</i>					
<b>Eventuele overige kosten</b>					
Wageningen University and Research	5	5	5	5	20
Naam kennisinstelling, kostenpost					
Naam kennisinstelling, kostenpost					
Private partners, kostenpost					
Anders					
<i>TOTAAL:</i>					
<b>KOSTEN TOTAAL (excl. BTW):</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>320</b>

## Tabel 2. Projectfinanciering

In deze tabel vult u de inkomsten in (zowel reeds toegezegde private bijdragen en subsidies, als de door u gevraagde bijdrage van de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen of Agri & Food).

Projectinkomsten	Toegezegde / gevraagde bedragen (k€)				
	2020	2021	2022	2023	Totaal
Totaal bijdrage bedrijven <i>in kind</i> 1)	0	0	0	0	0
Totaal bijdrage bedrijven <i>in cash</i> 2)	40	40	40	40	160
Al toegezegde publieke financiering (NWO, regio etc.)					
Gevraagde publieke financiering (PPS-toeslag of WR-capaciteit)	40	40	40	40	160
<b>TOTAAL (excl. BTW)</b>	80	80	80	80	320

- 1) In kind bijdragen dienen te worden uitgesplitst in een extra tabel (zie tabel 3) per jaar en per bedrijf. De juiste wijze van berekenen van de waarde van in-kind bijdragen is weergegeven in de (bijlage van de) calltekst.  
 2) Cash bijdragen dienen verder uitgesplitst te worden in tabel 4.

## Tabel 3. Specificatie *in-kind* private bijdragen per bedrijf

Indien er in tabel 2 sprake is van een in kind bijdrage van bedrijven, geef dan in onderstaande tabel aan welke partijen welke inzet gaan plegen om het onderzoek en/of de valorisatie-activiteiten uit te voeren, en wat de waarde van deze inzet is.

Naam Partner	Specificatie inzet (aantal uren, materialen, kasruimte, enz)	MKB	Waarde in kind bijdrage (k€)				
			2020	2021	2022	2023	Totaal
BO-Akkerbouw		JA/NEE	0	0	0	0	0
		JA/NEE					
		JA/NEE					
		JA/NEE					
<b>TOTAAL excl. BTW</b>			0	0	0	0	0

## Tabel 4. Specificatie *in cash* private bijdragen per bedrijf

Geef in onderstaande tabel weer welke cash bijdragen door welke bedrijven worden betaald, en aan welke kennisinstelling.

Naam Partner	T.b.v. welke erkende onderzoeksinstelling	MKB	Waarde in cash bijdrage (k€)				
			2020	2021	2022	2023	Totaal
BO-Akkerbouw	Wageningen Plant Research	JA/NEE	40	40	40	40	160
		JA/NEE					
		JA/NEE					
		JA/NEE					
<b>TOTAAL excl. BTW</b>			40	40	40	40	160





**TOPSECTOR**  
TUINBOUW & UITGANGSMATERIALEN

Handtekening(en) voor akkoord:

**Kennisinstelling:**

Naam: Dr. Willem Jan de Kogel

Handtekening:

Datum:

26/08/2019

**Private trekker:**

Naam en bedrijf/organisatie: E. de Jongh, Branche organisatie Akkerbouw

Handtekening:

Datum:

29/8/2019

*Tegen de uitspraak van de Topsectoren A&F en T&U over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.*





**Bijlage 1:** overzicht van alle deelnemende PPS-partners

Naam partner 1	BO-Akkerbouw
KvK nr.	61136662
Postadres en postcode	Louis Braillelaan 80, 2719 EK
Plaats	Zoetermeer
Contactpersoon	Edwin de Jongh
e-mailadres	dejongh@bo-akkerbouw.nl

Naam partner 2	Stichting Wageningen Research
KvK nr.	09098104
Postadres en postcode	Postbus 16, 6700 AA
Plaats	Wageningen
Contactpersoon	Jürgen Köhl
e-mailadres	jurgen.kohl@wur.nl

## Bijlage 2: State of the Art

Ziekteverwekkers tasten gewassen aan en veroorzaken schade. Omdat vatbare gewassen niet altijd aanwezig zijn hebben ziekteverwekkers verschillende strategieën ontwikkeld om periodes te overbruggen waarin geen vatbaar gewas aanwezig is: (1) Overleven in ruststructuren zoals oösporen en sclerotia; (2) Overleven op vatbare gewassen en tussenwaarden en overbruggen van grote afstanden via sporen. Hiervoor zijn diverse roestpathogenen een voorbeeld. (3) Overleven en vermeerderen op gewasresten van de waardplant en op gewasresten van niet waardplanten. De meerderheid van plantenpathogenen gebruikt deels of uitsluitend deze strategie. Voorbeelden hiervoor zijn *Fusarium* spp. in graan, mais, ui en verdere gewassen, *Stemphylium* spp. in diverse gewassen en appelschurft maar ook andere internationaal belangrijke gewassen van druif tot peanuts (Köhl & Fokkema, 1998). De rol van diverse gewasresten voor de epidemiologie van ziekten is in enkele gewassen uitgebreid onderzocht en de kennis wordt in de praktijk toegepast. Appelschurft is hiervoor een voorbeeld. Diverse maatregelen zoals verwijderen of versnipperen van dood appelblad en toepassing van ureum of antagonisten zijn onderzocht (Sutton et al., 2000; Gomez et al., 2007). Voor de meeste gewassen is in de afgelopen decennia weinig aandacht geweest naar de rol van gewasresten en gewasrestmanagement in het beheersing van plantenziekten omdat de directe bestrijding van de ziekten door gebruik van gewasbeschermingsmiddelen breed werd toegepast. Ook was het onderzoek naar pathogenen op gewasresten lastig omdat de beschikbare uitplaat-technieken zeer bewerkelijk en weinig kwantitatief waren. Door de ontwikkeling van nieuwe kwantitatieve detectiemethoden is nu de betrouwbare meting van een groot aantal monsters mogelijk (Waalwijk et al., 2004; Köhl et al., 2009). Dit maakt nu ook het onderzoek naar de populatieontwikkeling van pathogenen in gewasresten mogelijk. De technieken worden recentelijk grootschalig toegepast in het onderzoek naar de rol gewasresten voor *Fusarium* spp. in graan (Köhl et al., 2007), *Mycosphaerella brassicicola* (ringspot), *Alternaria brassicicola* and *A. brassicae* (dark leaf spot) and *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in spruitkool (Köhl et al., 2011), *Stemphylium* in peer (2013), en diverse vruchtrotpathogenen (*Neofabraea alba*, *N. perennans*, *Cadophora malorum* and *C. luteo-olivacea*) in appel en peer (Köhl et al., 2018). Dit onderzoek heeft soms zeer onverwachte resultaten opgeleverd en er toe geleid dat de zicht op de levenscyclus van pathogenen werd aangepast. Dit heeft ook directe gevolgen voor de beheersing van de ziekte en de ontwikkeling van mogelijk preventieve maatregelen. Voorbeeld hiervoor is dat *Stemphylium vesicarium* in peer (zwartvruchtrot) niet alleen op dood perenblad kan overleven (zoals verwacht) maar dat dood onkruid (onverwacht) een cruciale rol speelt voor het overleven in de winter maar vooral ook voor het vermeerderen gedurende het teeltseizoen (Köhl et al., 2013).

De belangrijkste resultaten van het genoemd recentelijk in Nederland uitgevoerd onderzoek zijn:

**Spruitkool:** Bladeren spelen geen rol voor het overleven van de vier onderzochte pathogenen. In resten van stronken vermeerderen de pathogenen significant na de oogst en waren nog twee jaar later aan te tonen. Ook gewasresten van koolzaadstengels waren gekoloniseerd door de pathogenen. Resultaten van detailstudies van de spreiding van de kolonisatie tussen individuele gewasresten geven aanleiding tot de ontwikkeling van methoden voor gewasrestmanagement.

**Tarwe:** Tijdens afrijping van het gewas kan de gehele plant worden gekoloniseerd door *Fusarium* spp. (niet alleen de korrels en de aar). Vooral in de knoppen van het stro werden hoge concentraties *Fusarium* spp. geconstateerd. Heel verrassend was dat 10 maanden na oogst (dus op het tijdstip van de infecties van een mogelijk vervolg-tarwegewas) de meeste *Fusarium* spp. werd gevonden in restanten van stoppel, maar niet in restanten van het stro en de knoppen. Maatregelen moeten dus vooral gericht worden op de stoppel. In verder onderzoek is aangetoond dat door de toepassing van antagonisten de hoeveelheid *Fusarium* in stro van tarwe kan worden gereduceerd.

**Mais:** *Fusarium* werd in grote hoeveelheden in maisstoppel aangetoond. Toepassing van antagonisten reduceert *Fusarium* in de stoppel. Microbioom onderzoek heeft eerste inzicht opgeleverd in de rol van nuttige schimmels en bacteriën die in maisstoppel van nature aanwezig zijn.

**Peer:** Gewasresten van onkruiden spelen een onverwacht grote rol in de zwartvruchtrot-epidemieën (*Stemphylium vesicarium*), voor het overleven gedurende het winterseizoen, maar vooral ook als ziektebron in het gehele teeltseizoen.

**Vruchtrot:** De analyse van duizenden van monsters van diverse substraten van een groot aantal percelen laat zien dat bepaalde substraten (zoals mummies en dood onkruid) belangrijk zijn als ziektebronnen. Een grote variatie tussen percelen  
*Tegen de uitspraak van de Topsectoren A&F en T&U over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.*

geeft aanleiding tot de hypothese dat het management van de percelen effect heeft op de hoeveelheid van dode gewasresten en hun kolonisatie door de diverse pathogenen. Ontrafelen van de achtergronden voor de verschillen tussen percelen is een beginpunt voor het ontwikkelen van nieuwe methoden voor gewasrestmanagement.

**Karwij:** Onderzoek aan karwij heeft laten zien dat gewassen en gewasresten die als dekvrucht worden gezaaid bij de teelt van karwij een rol spelen bij de epidemiologie van *Mycocentrospora acerina* (Evenhuis & Verdam, 1997)

**Alternaria:** Recent is het volledig genoom van *A. solani* geassembleerd (Wolters et al., 2018), wat helpt bij de ontwikkeling van een specifieke qPCR. Een standaard protocol is ontwikkeld voor de detectie en isolatie van *A. solani* (Leiminger, et al. 2015). Binnen PPS Groen wordt gewerkt aan de detectie van *A. solani* met MinION (nog niet gepubliceerd).

## Referenties

- Evenhuis, A. & Verdam, B., 1997. Effects of cover crops, weeds and plant debris on development of *Mycocentrospora acerina* in caraway. *Annals of Applied Biology* 131: 227-243.
- Gomez, C., Brumn, I., Chauffour, D, & Vallee, D.D.L. 2007. Effect of leaf litter management on scab development in an organic apple orchard. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118:249-255.
- Köhl, J. & N.J. Fokkema (1998). Biological control of necrotrophic foliar fungal pathogens. In: Boland, G.J. & L.V. Kuykendall (eds.) *Plant-Microbe Interactions and Biological control*, Marcel Dekker, New York, pp. 49-88
- Köhl, J., B. H. Groenenboom-de Haas, P. Kastelein, V. Rossi and C. Waalwijk (2009). Quantitative detection of pear-pathogenic *Stemphylium vesicarium* in orchards. *Phytopathology* 99:1377-1386.
- Köhl, J., B.H. Haas, P. Kastelein, S.L.G.E. Burgers & C. Waalwijk (2007). Population dynamics of *Fusarium* spp. and *Microdochium nivale* in crops and crop residues of winter wheat. *Phytopathology* 97: 971-978.
- Köhl, J., Lombaers, C.H., Moretti, A., Bandyopadhyay, R., Somma, S., Kastelein, P. (2015). Analysis of microbial taxonomical groups present in maize stalks suppressive to colonization by toxigenic *Fusarium* spp.: A strategy for the identification of potential antagonists. *Biological Control* 83, 20-28.
- Köhl, J., M. Vlaswinkel, B.H. Groenenboom-de Haas, P. Kastelein, R.A. van Hoof, J.M. van der Wolf, M. Krijger (2011). Survival of pathogens of Brussels sprouts (*Brassica oleracea* Gemmifera group) in crop residues. *Plant Pathology* 60:661-670.
- Köhl, J., P.-F. de Jong, P. Kastelein, B.H. Groenenboom-de Haas, R.H.N. Anbergen, H. Balkhoven & J.P. Wubben (2013). Dynamics of pear-pathogenic *Stemphylium vesicarium* in plant residues in Dutch pear orchards. *European Journal of Plant Pathology* 137:609-619.
- Köhl, J., Wenneker, M., Groenenboom-de Haas, B. H., Anbergen, R., Goossen-van de Geijn, H. M., Lombaers-van der Plas, C. H., Pinto, F. A. M. F., Kastelein, P. 2018. Dynamics of post-harvest pathogens *Neofabraea* spp. and *Cadophora* spp. in plant residues in Dutch apple and pear orchards. *Plant Pathology* 67, 1264-1277. Doi: 10.1111/ppa.12854.
- Leiminger, J., Livic, A., Spoelder, J., Förch, M.G. and Evenhuis, B., 2015. Efforts towards a harmonized early blight detection method, results of the first *Alternaria* ring test. 2015, p127 – 130. Proceedings of the fifteenth Euroblight workshop. ISBN 1569-321664
- Luongo, L, M. Galli, L. Corazza, E.T.M. Meekes, B.H. de Haas, C.H. Lombaers-van der Plas & J. Köhl (2005). Potential of fungal antagonists for biocontrol of toxigenic *Fusarium* spp. in wheat and maize through competition in crop debris. *Biocontrol Science and Technology* 15: 229-242.
- Palazzini, J.M., Groenenboom – de Haas, B.H., Torres, A.M., Köhl, J. and S.N. Chulze (2013). Biocontrol and population dynamics of *Fusarium* spp. on wheat stubble in Argentina. *Plant Pathology* 62: 859-866.
- Sutton, D.K., MacHardy, W.E. & Lord, W.G. 2000. Effects of shredding of treating apple leaf litter with urea on ascospore dose of *Venturia inaequalis* and disease buildup. *Plant Dis.* 84:1319-1326.
- Waalwijk, C., R. van der Heide, I. de Vries, T. van der Lee, C. Schoen, G. Costrel-Decorainville, I. Haeuser-Hahn, P. Kastelein, J. Köhl, P. Lonnet, T. Demarquet & G.H.J. Kema (2004). Quantitative detection of *Fusarium* species in wheat using TaqMan. *European Journal of Plant Pathology* 110: 481-494.
- Wolters, Pieter J., Faino, Luigi, Bosch, Trudy B.M. Van Den, Evenhuis, Bert, Visser, Richard G.F., Seidl, Michael F., Vleeshouwers, Vivianne G.A.A. (2018). Gapless genome assembly of the potato and tomato early blight pathogen *Alternaria solani*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 31 (7). - p. 692 - 694.



### Bijlage 3: **Uitgebreid meerjarig werkplan**

Gestart wordt met de selectie van een geschikt pathogeen en gewas op basis van de epidemiologie van de ziekte. In de literatuur zal gekeken worden wat er al bekend is over overleving van het betreffende pathogeen. De focus ligt daarbij op overleving op gewasresten van het vatbare gewas en op overleving op gewasresten van niet vatbare gewassen en onkruiden. Dit kunnen andere gewassen zijn in het bouwplan, opslagplanten, groenbemesters en onkruiden. In deze opzet gaan we er vanuit dat gewerkt wordt aan *Alternaria solani* en aardappel. Op basis van literatuuronderzoek en in overleg met de opdrachtgever kan hiervan afgeweken worden.

De te toetsen hypothese is dat een snelle vertering van gewasresten het voor het pathogeen moeilijker maakt te overleven en te vermeerderen in het bouwplan totdat het volgende vatbare gewas geteeld wordt. Voorgesteld wordt om die snellere vertering vooral te zoeken in mechanische bewerking van het gewas tijdens of na de oogst. De reden hiervoor is dat dit relatief eenvoudig door een teler kan worden toegepast of de noodzakelijk mechanisatie hiervoor kan worden ontwikkeld. Eerder onderzoek in de fruitteelt heeft laten zien dat de vertering versneld kan worden door toepassing van ureum op de gewasresten in het najaar. Dit heeft echter een ongewenst effect dat stikstof wordt aangeboden in een periode dat die niet nodig is voor de gewasgroei. Dit past niet bij de doelstellingen van een circulaire landbouw. Toepassing van antagonisten en aansturen van het microbiom wordt gezien als een zeer kansrijke optie voor gewasrestmanagement. Een dergelijke aanpak vraagt fundamenteel onderzoek dat buiten dit project wordt geïnitieerd. Echter deelresultaten van het project kunnen worden gebruikt voor zo'n vervolgotraject (DNA monsters afkomstig van diverse gewasresten, zie beneden). Het project is gericht op korte termijn oplossingen uitgaand van (bijna) bestaande opties zoals het versnipperen (hakselen), kneuzen of verwijderen van gewasresten. Mogelijk is verwijderen in de praktijk een haalbare oplossing indien bekend is welke specifieke gewasresten belangrijk zijn voor het lange termijn overleven van het pathogeen. Zo wordt bijvoorbeeld mechanische verwijdering van dood appelblad in bepaalde teelt situaties in de praktijk toegepast. Het onderzoek is ook gericht op gewasresten op de grond. Dit omdat grondbewerking nooit tot een volledig ingraven van gewasresten leidt en gereduceerde grondbewerking of niet kerende grondbewerking in de toekomst een belangrijkere rol gaat spelen. Uit eerder onderzoek is bekend dat het gedrag van pathogenen (en de vertering van gewasresten) heel verschillend kan verlopen in en op de grond. Voor het onderzoek is het nodig dat het pathogeen gedetecteerd kan worden in gewasresten. Hiervoor is het nodig een betrouwbare kwantitatieve en gevoelige methode te ontwikkelen waarmee de ziekteverwekker kan worden aangetoond. De methode moet kwantitatief zijn om een uitspraak te kunnen doen over de mate waarin de ziekteverwekker overleeft en vermeerderd. De methode moet gevoelig zijn om ook lage concentraties te kunnen aantonen. Uiteraard moet de methode betrouwbaar zijn en geschikt om de monsters van gewasresten te analyseren en niet reageren met andere nauw verwante schimmelsoorten.

Voor het onderzoek wordt besmet plantmateriaal verzameld uit een van nature besmet perceel. De gewasresten worden mechanisch behandeld of niet behandeld. Vervolgens worden de gewasresten in netzakjes gedaan en op een proeflocatie in de grond en op de grond aangebracht. Met tussenpozen worden zakjes met gewasresten gedurende maximaal 4 jaar (2020-2023) verzameld. De hoeveelheid gewasresten wordt gemeten (vertering) en DNA wordt geëxtraheerd uit de gewasresten. Dit DNA wordt geanalyseerd op de aanwezigheid van *A. solani*. Door bemonstering in de tijd kan de ontwikkeling worden gevolgd. Het effect van de behandelingen op de populatiedynamica (overleven, toename, afname) van het pathogeen wordt bepaald en statistisch vergeleken. De proef wordt in jaar 1 (2020) van het project ingezet en in jaar 2 (2021) herhaald.

Instappen in verschillende moment in de rotatie (4 jaar).

Op de Proeftuin Agro-ecologie en technologie in Lelystad ligt een meerjarige proef waarin 7 gewassen worden geteeld in een 1 op 8 rotatie, behalve voor aardappel die in een 1 op 4 rotatie wordt geteeld. Verwacht wordt dat een dergelijke proefopzet ook op een zandlocatie wordt aangelegd in 2020. Beide locaties zijn geschikt om de overleving van *Alternaria* in rotatieverband te volgen. Hierbij zal niet alleen gekeken worden naar gewasresten van aardappel, maar ook van andere gewassen, groenbemesters en onkruiden omdat deze mogelijk een rol spelen bij de overleving van het pathogeen.

Op een van de twee locaties worden in elk plot 3 representatieve monsters van dood blad, dode stengels, dood onkruid genomen. Monsternamen vindt plaats kort na de oogst en bij de start van een nieuw seizoen voordat er gezaaid of gepoot wordt. Van de monsters wordt DNA geëxtraheerd en opgeslagen. Een database met opgeslagen DNA monsters wordt gemaakt. Deze extracten worden gebruikt om de hoeveelheid van *Alternaria solani* te bepalen maar kunnen ook later, in *Tegen de uitspraak van de Topsectoren A&F en T&U over de beoordeling van de PPS-aanvraag is geen beroep mogelijk; met het indienen van deze aanvraag accepteert u dit.*



een vervolg project, gebruikt worden om te analyseren op kolonisatie door andere pathogenen die relevant zijn in de bouwplan (bvb Fusarium pathogenen van ui en graan; Stemphylium pathogenen in aardappel of suikerbiet) en bredere microbiom studies (naar de dynamica van het microbiom in gewasresten op en in de grond in relatie tot overleving van pathogenen).