

# Project Information Reporting Format for Agriculture, Water, and Food

## Public-Private Partnerships

Version date: November 2022

### 1. Project Information

<b>1.1 Funding</b> (choose an option)	WR capacity
<b>1.2 Project number</b>	TU-18123
<b>1.3 Project title</b>	PPS Weerbaarheid
<b>1.4 Project partners</b>	BO Akkerbouw, Glastuinbouw Nederland
<b>1.5 Project leader</b> (Name and e-mail address)	Marie Duhamel
<b>1.6 Start date</b> (dd-mm-yyyy)	1-1-2019
<b>1.7 End date</b> (dd-mm-yyyy)	31-12-2023
<b>1.8 Primary MMIP</b>	A2 Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder schadelijke emissies naar grond- en oppervlaktewater
<b>1.9 Secondary MMIP</b> (only fill this in if there is a second MMIP that the project is contributing to)	
<b>1.10 TRL at the start of the project</b> (see appendix 1, choose number + max 2 sentences to describe)	TRL 1 – basic principles have been observed and reported
<b>1.11 Projectwebsite</b> (please provide the project website, if available)	<a href="https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/kennisonline/PPS-Weerbaarheid.htm">https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/kennisonline/PPS-Weerbaarheid.htm</a>

### 2. Project Description

<p><b>2.1 Summary</b> Provide a brief summary of what the project entails and aims to achieve. It is a publicly available summary (target, contribution to the mission, results to be delivered in terms of knowledge for target group x and the partners in the project).</p> <p>In dit project worden de mechanismen achter plantweerbaarheid onderzocht. De werkingsmechanismen van weerbaarheid tegen ziekte en plaag veroorzakers (biotische stress factoren) in planten wordt onderzocht door elicitors en micro-organismen toe te dienen. Op basis hiervan worden effecten op plant metaboolom en microbiom samenstellingen gemeten. Uit fundamenteel onderzoek, vaak uitgevoerd met Arabidopsis als modelplant, zijn verschillende verdedigingsroutes van planten bekend, waaronder die van salicylzuur en jasmonzuur, die verantwoordelijk zijn voor weerbaarheid tegen biotische stressfactoren. Deze kennis wordt in de PPS Weerbaarheid vertaald naar commercieel relevante gewassen binnen de groep van nachtschade-achtigen (tomaat en aardappel).</p> <p>Het is van belang voor de praktijk dat er meer inzicht komt in de mechanistische kennis achter weerbaarheid tegen biotische stressfactoren, om beter te kunnen beoordelen of weerbaarheidsverhogende maatregelen op bedrijfsniveau effectief zullen zijn.</p>
---

<b>2.2 Project target</b> <i>What will the project contribute to the objectives of the KIA, the mission(s), and the MMIP(s)?</i>
Het doel van het project is om mechanistische kennis op te doen over weerbaarheid tegen biotische stress. Met het uitfaseren van chemische middelen om ziekten en plagen te bestrijden, is er dringend behoefte aan alternatieve middelen. Het beheersen van de plantweerbaarheid door het gebruik van resistentie bevorderende micro-organismen en stoffen is een belangrijke optie. Door gebruik te maken van de intrinsieke eigenschappen van planten en de bijbehorende microben kan het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen worden verminderd.
<b>2.3 Motivation</b> <i>Describe how this project fits within the MMIP. Connect with 1 or 2 parts of the Theory of Change of the MMIP.</i>
Reductie van chemische pesticiden gebruik is een van de doelstellingen van de Nederlandse overheid en de EU. Via de Green Deal worden onderzoeksprogramma's opgestart om te vast te stellen op welke wijze het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen kan gereduceerd en eventueel vervangen door alternatieven. Dit project sluit aan bij Green Deal en circulaire landbouw programma's.
<b>2.4 Intended results</b> <i>Describe the intended deliverables of the project as SMART as possible. These include deliverables in terms of content (regarding question 2.2) and results such as meetings and reports. Include the timeline per year whenever possible.</i>
De eerste fase van het project is gestart op 1-1-2019 en afgerond op 31-12-2019. Een rapport over inductie van werkingsmechanismen van weerbaarheid tegen biotische stressfactoren in diverse plantengroepen is opgeleverd en besproken met uiteenlopende sectoren in land en tuinbouw. Het project heeft van 1-1-2020 tot en met 31-12-2020 on hold gestaan. Per 1-1-2021 werd het project voortgezet met experimenteel onderzoek in de groep van nachtschade-achtigen, en dit onderzoek loopt door tot en met 31-12-2023. Concrete producten die zullen worden opgeleverd zijn: 1) publicatie over geïnduceerde weerbaarheid tegen ziekten en plagen in economisch relevante land en tuinbouwgewassen (2022). 2) rapport naar telers over werkingsmechanismen van geïnduceerde weerbaarheid tegen biotische stressfactoren in nachtschade-achtigen (end of 2023). 3) wetenschappelijke publicatie op basis van experimenteel onderzoek naar werkingsmechanismen van geïnduceerde weerbaarheid tegen biotische stressfactoren in nachtschade-achtigen.

## Annual Report (please also fill this in for the final year)

### 3. Project Status

<b>3.1 Project status</b> <i>(select one option)</i>	O Het project heeft 1 jaar vertraging opgelopen vanwege 'on hold' status in 2020. In 2022 is er drie maanden vertraging opgetreden vanwege slechte kieming van aardappelpootgoed
<b>3.2 Explanation</b> including changes to the original work plan (relate to 2.4)	Op basis van het in 2019 geschreven rapport is in juni 2021 de definitieve beslissing genomen om door te gaan met tomaat en aardappel als modelplanten met de keuze van Phytophthora infestans, Alternaria, meeldauw, Trips and Myzus als ziekte/ plaag verwekkers/plagen in beide plantensoorten. Het eerste kasexperiment met tomaat startte in de eerste

	<p>week van september 2021 en eindigde eind oktober. Het experiment in de aardappelkas zou in oktober starten, maar het was buitengewoon moeilijk om de plant te laten ontkiemen, de rustperiode werkte niet. Nieuwe aardappelen waren besteld en pas in december ontvangen door personeelstekort door Corona.</p> <p>Bovendien leverden het aardappelexperiment van 2022 onvoldoende resultaten op het onderzoek te vervolgen met onderzoek in de praktijk. Hierdoor kan waarschijnlijk niet de volledige in kind bijdrage door de private partners worden opgehaald. We moeten dus de geplande experimenten in 2023 opnieuw evalueren en zoeken we nu naar alternatieve oplossingen voor de in kind bijdrage van de private partners in het project.</p> <p>We verwachten dat de achterstand van circa 4-6 maanden dit jaar weer zal worden ingehaald</p>
<p><b>3.3 Main results</b> (in max 3 lines)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tomatenkasexperiment: Het bladmetabooloom en het wortelmicrobioom worden geanalyseerd. Het toont een sterk effect van het groeiende substraat. MeJA en SA hebben voornamelijk een effect op secundaire metabolieten die verband houden met de afweer van planten. Inssimo induceert niet dezelfde stoffen als SA, hoewel het een SA-analoog is. Ook het microbioom laat een sterk effect van het groeisubstraat zien. Afhankelijk van de behandeling worden specifieke micro-organismen gerekruteerd in het kernmicrobioom.</li> <li>- Aardappelexperiment 1: De positieve controles activeerden de verdedigingsmechanismen van de plant niet. Daarom besloten we het experiment te herhalen met verschillende concentraties van MeJA en SA.</li> <li>- Aardappelexperiment 2: MeJA had een grote invloed op het drooggewicht van de plant in zandgrond. Voor zowel MeJA als SA verbeterde een van de geteste concentraties de plantresistentie tegen <i>Alternaria</i>.</li> </ul>

#### 4. Achieved results

<p><b>4. Brief description of the results</b> and their contribution to the MMIP (as described in 2.2)</p> <p>Het bladmetabooloom en het wortelmicrobioom van het in 2021 opgezette tomatenplantenexperiment werden geanalyseerd. Het toont een sterk effect van het groeiende substraat. MeJA en SA hebben voornamelijk een effect op secundaire metabolieten die verband houden met de afweer van planten. Inssimo induceert niet dezelfde stoffen als SA, hoewel het een SA-analoog is. Het verhoogt GABA, een aminozuur dat een rol speelt bij de afweer van planten. Ook het microbioom laat een sterk effect van het groeisubstraat zien. Afhankelijk van de behandeling worden specifieke micro-organismen gerekruteerd in het kernmicrobioom. Sommige van de micro-organismen die in het kernmicrobioom worden aangeworven, zijn identiek tussen de behandelingen en de positieve controles. Dit duidt op mogelijke overeenkomsten tussen de geactiveerde routes.</p> <p>In januari en februari 2022 werd een kasexperiment met aardappelplanten opgezet. De planten werden gekweekt op één groeisubstraat (kokosaarde) behandeld met vier verschillende elicitors en vier verschillende microbiologische preparaten, evenals twee positieve controles (MeJA en SA). De resultaten van de bioassay van losse bladeren, waaronder <i>Alternaria</i>, <i>Phytophthora</i>, trips en <i>Myzus</i>, gaven aan dat de verschillende toegepaste behandelingen (positieve controles: MeJA en SA evenals de elicitors en microbiële behandelingen) de afweermechanismen van de plant niet konden activeren. We zagen een lager infectiesucces bij <i>P. simiae</i>, Inssimo, SA en MeJA (~50%).</p>
---

Als gevolg hiervan werd samen met de projectpartners besloten om een nieuw aardappel experiment uit te voeren op kokossubstraat en zandsubstraat met drie verschillende MeJa-concentraties en drie verschillende SA-concentraties om plantafweermechanismen te activeren. Het experiment vond plaats in juli en augustus 2022. Bioassays van hele planten en bioassays van losse bladeren werden uitgevoerd. Voor Trips, Myzus en Phytophthora werden geen effecten waargenomen. Voor zowel MeJa als SA verbeterde een van de geteste concentraties de plantresistentie tegen Alternaria. Dit resultaat werd verwacht voor MeJa, maar niet voor SA, aangezien Alternaria een necrotrofe schimmel is. Wortels en bladeren werden respectievelijk bemonsterd voor microbiom- en metaboolanalyses. Deze analyses zullen in 2023 worden uitgevoerd.

#### **4.2 Deliverables/communication** (also show how target audiences are being reached)

- Bijeenkomsten met vertegenwoordigers van Glastuinbouw en Akkerbouw in april 2022, september 2022 en januari 2023. Voor elk van deze bijeenkomsten zijn powerpoints gemaakt die de voortgang van het project samenvatten.

##### 4.2.1 Scientific articles and their DOI (*Digital Object Identifiers*)

##### 4.2.2 Reports/articles in journals

[https://www.bo-akkerbouw.nl/files/Pdfs-Kennis-en-Innovatie/O19006\\_PPSWeerbaarheid\\_030220\\_Eindverslag\\_BOAkkerbouw.pdf](https://www.bo-akkerbouw.nl/files/Pdfs-Kennis-en-Innovatie/O19006_PPSWeerbaarheid_030220_Eindverslag_BOAkkerbouw.pdf)  
<https://edepot.wur.nl/566561>

##### 4.2.3 Other communications (introductory sessions/posters/radio/TV/social media/readings at scientific conferences/workshops//newsletters/exhibitions)

#### **4.3 Other results:** techniques, devices, methods

## Final report

### 5. TRL upon project completion

Technology Readiness Level (TRL) of the technology when completing the project.

<b>5.1 TRL upon project completion</b> ( <i>see appendix 1, choose TRL level + max 2 sentences description</i> )	
--	--

### 6 Project status upon completion & follow-up

<b>Project status</b> ( <i>select one option</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The project has been completed in accordance with the original scope and all milestones were achieved.</li> <li>2. The project has been completed satisfactorily, but the content of the milestones was changed.</li> <li>3. The project was not completed and has been definitively terminated.</li> </ol>
<b>6.2 Will the project have a follow-up</b> ( <i>if so, please indicate</i> )	F.e. <input type="checkbox"/> Follow-up research <input type="checkbox"/> Development of a prototype <input type="checkbox"/> Introduction onto the market <input type="checkbox"/> The government will use the project as 'launching customer' <input type="checkbox"/> Other... <input type="checkbox"/> No follow-up

### 7 Output across the whole project

		Number
7.1	<b>Number of scientific publications achieved</b> <i>Published articles in peer-reviewed journals.</i>	
7.1 a	Include DOI of article	
7.2	<b>Number of anticipated scientific publications</b> <i>Publications expected to be published in a peer-reviewed journal.</i>	
7.3	<b>Number of non-scientific publications achieved</b> <i>Reports, journal articles.</i>	
7.4	<b>Number of requested patents</b> <i>The number of patents requested on the basis of research within the project.</i>	
7.4 a	Provide the DOI for each patent, if available.	
7.5	<b>Number of licences granted</b> <i>The number of licences granted on the basis of research within the project.</i>	
7.6	<b>Number of prototypes</b> <i>The number of developed prototypes on the basis of research within the project.</i>	
7.7	<b>Number of demonstrators</b>	

	<i>The number of developed demonstrators on the basis of research within the project.</i>	
7.8	<b>Number of spin-offs/spin-outs</b> <i>The number of spin-offs and spin-outs resulting from research within the project.</i>	
7.9	<b>Number of new or improved products/processes/services introduced</b> <i>The number of products, processes, and services that were improved or newly developed on the basis of research within the project.</i>	

## 8 Impact

Impact concerns the story of the project: a qualitative description of how the project has contributed to the missions and/or the realisation of economic opportunities. Indicate what will be done with the developed knowledge/tools from the project and describe what conditions are needed to realise societal impact. The impact mentioned may relate to topics such as:

- The (amount of) milestones that have been achieved in the project;
- The reached goals (KPI's) of the project
- The portfolio of (new) partners and (strengthening of) networks that have been build
- an interesting example listed as output (section 7) especially when the output was unexpected or far beyond expectation;
- connection with practical education and other methods of dissemination.
- Provide a link to the website of the project, video, or infographic (if applicable).

<b>Describe the impact of the project, provide a link to the project website, a video, or infographic (if applicable).</b>

### Appendix 1 TRL categories

The detail categories are:

TRL 1 – basic principles have been observed and reported

TRL 2 – technological concept and/or application has been formulated

TRL 3 – critical function or characteristic has been analytically and experimentally proven

TRL 4 – component or experimental model has been validated in a laboratory environment

TRL 5 – component or experimental model has been validated in a relevant environment

TRL 6 – system/sub-system model or prototype has been demonstrated in a relevant environment

TRL 7 – prototype of the system has been demonstrated in an operational environment

TRL 8 – the actual system has been completed and has been qualified through testing and demonstration

TRL 9 – the actual system has been validated by a successful operational company