



Bioimpuls-fase 2: 2014-2019

Totale looptijd van het project 2009-2019

Partners:

Fobek, Contactpersoon: Peter Keijzer
Adres: Nieuwebildtdijk 236, 9076 PM Sint Annaparochie,
Telefoonnummer: 0518-400212
e-mailadres: info@fobek.nl

Den Hartigh B.V., Contact persoon: Jacob Eising
Adres: Produktieweg 2, 8304 AV Emmeloord
Telefoonnummer: 0527-298000
e-mailadres: j.eising@denhartigh-potato.nl

KWS Potato B.V., contactpersoon: Erik Reinierse
Adres: Johannes Postweg 8, 8308 PB Nagele
Telefoonnummer: 0527-630555
e-mailadres: erik.reinierse@kws.com

C. Meijer B.V., contactpersoon: Guus Heselmans
Adres: Postbus 33, 4416 ZG Kruiningen
Telefoonnummer: 0113-760100
e-mailadres: GuusHeselmans@meijer-potato.com

TPC, contactpersoon: Jos Bus
Adres: Daalder 2, 8305 BE Emmeloord
Telefoonnummer: 06-14582351
e-mailadres: jos.bus@tpc.nl

Plantera, contactpersoon: Jeroen van Soesbergen
Adres: Oosterringweg 7, 8316 RW Marknesse
Telefoonnummer: 06-53744059
e-mailadres: jvansoesbergen@plantera.nl

Boerenkwekers

N. en L. Vos, Kraggenburg; -J. Miedema, Oude Bildtzijl; -J. van Arragon, Zutphen; -P. van Til, Kraggenburg (via Den Hartigh); -S. Westra, Dronten; -J. Bokdam, Biddinghuizen; -P. Segeren, Aarle-Rixtel, -Frits Werkman, Uithuizen, - Erwin Westers, Hornhuizen (via Den Hartigh), - Jan Darwinkel, Langelo, - Hans van den Oord, Wieringerwerf, - Eibert Tigchelaar, Zuidhoorn (Via Fobek), -S Brunia - Kraggenburg.

Onderzoeksorganisatie 1:

Naam contactpersoon: Prof. dr. ir. Edith Lammerts van Bueren
Organisatie: Louis Bolk instituut
Adres: Hoofdstraat 24, 3972 LA Driebergen
Telefoonnummer: 0343-523860
e-mailadres: e.lammerts@louisbolk.nl

Onderzoeksorganisatie 2:

Naam contactpersoon: Dr.ir. Ronald Hutten
Organisatie: Wageningen UR Plant Breeding, Wageningen University
Adres: Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen
Telefoonnummer: 031-481374
e-mailadres: ronald.hutten@wur.nl

Inhoudelijk

A. Samenvatting

De biologische aardappelproductie staat nog steeds zwaar onder druk, voornamelijk door a) het veelal ontbreken van voldoende rassen die resistent zijn tegen de ziekteverwekker *Phytophthora infestans* (*Phytophthora infestans*). Ook voor gangbare telers zijn robuustere rassen een bijdrage aan een verduurzaming van de landbouw. Daartoe staan we voor een aantal uitdagingen. Allereerst zijn daarvoor b) nieuwe geniteurs nodig met nieuwe resistentiegenen uit wilde verwanten. Naast loofresistentie is c) ook knolresistentie van belang en omtrent die eigenschap is nog nauwelijks kennis voorhanden met betrekking tot de nieuwe resistentiegenen. Voor een duurzaam beheer van de resistentiegenen is d) stapeling van *Phytophthora infestans*-resistentiegenen van belang en daarvoor is e) selectie op basis van (beschikbare) moleculaire merkers noodzakelijk. Echter, f) het toepassen van merkergerstuurde selectie op gestapelde *Phytophthora infestans*-resistentie is nog niet gevalideerd in een praktisch veredelingsprogramma.

– Samenvatting doel;

Het doel van dit 10-jarig traject (2009-2019) beoogt een impuls te geven aan de biologische aardappelsector door uitgangsmateriaal en geniteurs te ontwikkelen op basis van nieuwe resistentiebronnen voor *Phytophthora infestans*, in een nauwe samenwerking met twee kennisinstellingen, biologische boerenkwekers en diverse kweekbedrijven. In de tweede fase (2015-2019) zal dit introgressie- en veredelingsprogramma worden voortgezet met nadruk op ontwikkeling van zowel loof- als knolresistentie, op stapeling van resistentiegenen, en valideren van merkergerstuurde selectie.

– Samenvatting werkwijze;

In de tweede fase (2015-2019) zal voortgebouwd worden middels toegepast/strategisch onderzoek in zes werkpakketten. **Werkpakket 1 en 2:** het prebreedingsprogramma zal worden voortgezet om diverse bronnen van resistentie verder 'op te werken' tot goede geniteurs op basis van 10 wilde soorten en reeds beschikbaar 'half materiaal'.; **werkpakket 3:** uitgifte van zaden uit kruisingen op basis van geschikte geniteurs voor boerenkwekers en kweekbedrijven, waarbij in toenemende mate gefocust zal worden op het combineren van verschillende resistentiegenen, en waarbij de kruisingsouders zodanig gekozen zijn dat ook andere eigenschappen worden verbeterd die bijdragen aan duurzaamheids-aspecten zoals stikstofefficiëntie, vroegrijpheid, kiemrust, resistentie tegen alternaria, virus Y, gewone- en zilverschurft en rhizoctonia; **werkpakket 4:** inzicht verwerven over de effecten van phytophthora-loofresistentiegenen op de knolresistentie, en het opzetten/uitvoeren van toetsen voor het vaststellen van knolresistentie tegen phytophthora; **werkpakket 5:** toepassing van moleculaire merkers om gevorderde klonen met gestapelde resistentiegenen te identificeren, en het valideren van de merkergerstuurde phytophthora-veredeling bij aardappel door monitoren van de resultaten; en tenslotte **werkpakket 6:** communicatie: begeleiden van boerenkwekers en kennisoverdracht tussen boerenkwekers en professionele kwekers stimuleren, en kennis overdragen naar breder publiek en middels wetenschappelijke publicaties.

In deze fase zal ook ruimte worden gegeven voor nieuwe partners die selectie van het materiaal onder gangbare omstandigheden zullen verrichten om ook bij te dragen aan verduurzaming van de gangbare aardappelsector.

– Samenvatting gewenste producten (gefaseerde output per jaar indien meerjarige PPS);

In dit project wordt tijdens het traject veel kennis gegenereerd waarmee de kweekbedrijven hun rassen voor de gangbare en biologische sector kunnen verbeteren met name met betrekking tot loof- en knolresistentie uit nieuwe resistentiebronnen tegen *Phytophthora infestans*. In toenemende mate zal ook kennis gegenereerd worden over de potentie van gestapelde resistentiegenen tegen *Phytophthora infestans* om tot een duurzame aanpak van het phytophthora probleem te komen.

Daarnaast worden jaarlijks 40.000 zaden uitgegeven uit het centrale kruisingsprogramma op basis van 10 nieuwe resistentiebronnen waarvan ca. 20.000 zaden aan boerenkwekers en kweekbedrijven, en ca. 20.000 zaden voor geniteur- en rasontwikkeling in het centrale veredelingsprogramma.

Er zullen jaarlijks ongeveer 10 derdejaars resistente klonen (potentiële rassen) naar bij Bioimpuls aangesloten handelshuizen gaan voor verdere beproeving. Daarnaast zal ongeveer een gelijke hoeveelheid derdejaars klonen van kweekbedrijven en boerenkwekers als potentiële rassen verder worden beproefd bij de handelshuizen.

– **Samenvatting impact op economisch, maatschappelijk en wetenschappelijk gebied;**

De jaarlijkse uitgifte van zaden op basis van kruisingen met nieuwe *Phytophthora infestans* resistentiebronnen levert voor de deelnemende bedrijven al tijdens het project economisch voordeel doordat zij toegang krijgen tot nieuwe bronnen met een hoogwaardige genetische achtergrond. De eerste rassen uit dit materiaal (incl. Bioimpuls-1) kunnen op een termijn van 5-10 jaar worden verwacht. Daarnaast versterkt dit project de positie van Nederlands pootgoed op de mondiale exportmarkten: tweederde van alle wereldwijd verkochte pootgoed wordt in Nederland geteeld en door het gebruik van nieuwe resistentiebronnen zal die positie worden versterkt, terwijl tegelijkertijd tegemoet wordt gekomen aan toenemende duurzaamheids-vereisten. We zien daarom dat dit project niet alleen voor de biologische landbouw en markt van belang is, maar ook voor de verdere verduurzaming van de gangbare teelt. Daarmee kan Bioimpuls bijdragen aan een schonere aardappel.

Het project zal veel nieuwe wetenschappelijke kennis genereren rond de nieuwe resistentiebronnen voor zowel loof- als knolresistentie en met betrekking tot het gebruik van moleculaire merkers bij stapeling van *Phytophthora infestans* resistentiegenen in een praktisch veredelingsprogramma. Wereldwijd worden nog niet zoveel nieuwe *Phytophthora infestans* resistentiebronnen opgewerkt tot aardappelgeniteurs gericht op duurzame biologische en gangbare aardappelrassen als in dit project.

B. **Projectgegevens uitvoering**

– **Doelstelling/visie:**

Bioimpuls beoogt de basis te leggen voor rassen die geschikt zijn voor de biologische teelt met een veelomvattende aanpak die alleen in een langjarig traject kan worden gerealiseerd; de nadruk ligt op een veelzijdige aanpak omdat het anders de biologische sector niet echt verder helpt. *Phytophthora* resistentie is de belangrijkste *bottleneck*, maar ook andere eigenschappen behoeven verbetering door gerichte keuze van kruisingsouders om oogstzekerheid te bieden voor biologische productie. Om dergelijke eigenschappen een hogere prioriteit te geven dan gemiddeld genomen gebeurt of kan gebeuren in de reguliere veredeling is de inzet en samenwerking met selectie door biologische boerenkwekers vruchtbaar. Nu dat de samenwerkingsbasis voor een volwaardig introgressie- en biologisch veredelingsprogramma is gelegd in de eerste zes jaar van Bioimpuls, wordt in de 2^e fase het introgressieprogramma voortgezet om de geniteurs voor *phytophthora*-resistentie verder op te werken tot een hogere landbouwkundige gebruikswaarde, en zullen met reeds gevorderde geniteurs kruisingen gemaakt worden om zaden te produceren als uitgangsmateriaal voor de partners en voor het centrale Bioimpuls programma waarin zoveel mogelijk stapelingen van *Phytophthora infestans* resistentiegenen worden meegenomen. Daarnaast is gebleken dat het geen zin heeft als alleen *Phytophthora infestans* resistentie in het loof werkt en niet in de knol, maar daartoe is nog veel kennis en inzicht nodig over de relatie loof- en knolresistentie. Kennis die op dit moment ontbreekt. Voor de benutte resistentiegenen in de gevorderde geniteurs zijn inmiddels uit andere programma's moleculaire merkers beschikbaar gekomen, en dit project biedt de mogelijkheid om merkergerstuurde aardappelveredeling te valideren.

De beoogde eigenschappen ondersteunen ook de verduurzaming van de gangbare aardappelteelt, hetgeen er toe bijdraagt dat ook na afloop van het Bioimpuls project in 2019 voortzetting van de ontwikkeling van nieuwe, *Phytophthora* resistente rassen op eigen kracht in het bedrijfsleven kan geschieden. Aan het eind van het project zullen alle in Bioimpuls betrokken resistentiegenen zijn opgenomen in veredelingsprogramma's van deelnemende kweekbedrijven en is er een stevige basis gelegd door de ontstane samenwerkingsverbanden tussen biologische en gangbare boerenkwekers en de kweekbedrijven om deze focus op robuustere rassen voort te zetten.

Begrenzing/scope: wat gebeurt er nog wel binnen de scope van het project, wat gebeurt er niet binnen de scope van het project;

In dit project zullen geen nieuwe moleculaire merkers (kunnen) worden ontwikkeld, maar er wordt gebruik gemaakt van merkers die uit andere onderzoeksprogramma's beschikbaar komen om de stapeling van resistentiegenen in zowel loof als knol te kunnen vervolgen in de nakomelingen van

kruisingen binnen Bioimpuls. Echter, niet van alle nieuwe resistentiebronnen zijn de resistentiegenen bekend (gekarteerd of gekloneerd). Hiervoor is binnen dit project geen ruimte (gemiddelde kosten voor het ontwikkelen van een moleculaire merker bedraagt 100.000 euro). Voor de resistentiegenen waarvoor nu reeds gevorderde geniteurs in Bioimpuls voorhanden zijn, zijn merkers op dit moment beschikbaar om te kunnen stapelen, en is er dus nog geen knelpunt. Waar op dit moment nog geen merkers voorhanden zijn, betreft het genen die in de looptijd van dit project nog niet in zodanig landbouwkundig gevorderde geniteurs voorhanden zijn dat stapeling zinvol is. Het zal wel noodzakelijk zijn dat dergelijke merkers ook op termijn (na 2019) voor de nieuwste resistentiegenen beschikbaar komen om ook die in de toekomst in stapelingen mee te kunnen nemen.

- [De kennis- en innovatieopgaven die in het project worden beantwoord gerelateerd aan de beoogde innovatie en de reeds beschikbare kennis.](#)

Phytophthora-resistentie heeft hoge prioriteit in de biologische teelt bij gebrek aan gewasbeschermingsmiddelen, maar is tevens ook van belang voor de gangbare teelt bij het reduceren van het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen.

De biologische aardappelproductie in Nederland staat nog steeds zwaar onder druk, voornamelijk door de grote problemen met de ziekteverwekker *Phytophthora infestans* die ook in 2012 en in 2014 weer hevig en vroeg in het productie seizoen toesloeg. Biologische telers hebben behoefte aan rassen die aangepast zijn aan biologische teeltomstandigheden voor oogstzekerheid. Van de gewenste eigenschappen heeft Phytophthora-resistentie de hoogste prioriteit; dergelijke resistente rassen zijn nog slechts beperkt beschikbaar en nog niet voor alle segmenten in de markt (van vast naar kruimig, van tafel, convenience, frites naar chips, etc).

Om Phytophthora-resistentie en andere relevante eigenschappen (zoals vroegrijpheid, geringe kiemlustigheid bij gebrek aan kiemremmers, minder vatbaarheid tegen rhizoctonia, schurft, alternaria en virus, etc) meer prioriteit in de veredeling te kunnen geven is er behoefte aan goede geniteurs en zaden uit kruisingspopulaties om rassen uit te selecteren. Daartoe was het in 2009 geformuleerde doel van het Bioimpuls veredelingsproject om gedurende een periode van 10 jaar de biologische aardappelsector middels Phytophthora resistentieveredeling een impuls te geven. De basis daartoe is nu in de afgelopen 6 jaar (2009-2014) gelegd in de vorm van een volwaardig draaiend aardappelveredelingsprogramma gericht op uitgangsmateriaal voor rasontwikkeling voor de biologische sector. Er is een vruchtbare samenwerking met kweekbedrijven en boerenkwekers ontstaan, en Bioimpuls 2 (2015-2019) zal voortbouwen op de samenwerking met diverse aardappelkweekbedrijven, biologische en gangbare hobbykwekers (zie werkpakket 3).

Diverse aardappelkweekbedrijven hebben geen toegang tot voldoende, geschikte geniteurs op basis van nieuwe Phytophthora-resistentiebronnen, of die bronnen zijn nog te primitief (wild) om binnen die bedrijven als kweekmateriaal praktisch hanteerbaar te zijn. Dergelijke geniteurs met nieuwe resistentiebronnen zijn bovendien nog te ver van de markt verwijderd om op een economisch haalbare manier in een commercieel kweekprogramma te kunnen worden ingezet. Introgressie van resistentiegenen en opwerken tot geniteurs is een zeer langdurig proces (15-20 jaar) en vereist specialistische kennis met betrekking tot strategie van terugkruisingen met cultuurmateriaal om geniteurs te ontwikkelen die niet alleen de gewenste resistentie bevatten maar ook landbouwkundig op niveau zijn en geschikt zijn als kruisingsouder in een commercieel kweekprogramma. In diverse projecten zoals CBSG en het Phytophthora Paraplu Plan zijn interessante bronnen van resistentie tegen phytophthora geïdentificeerd, maar veel kleine tot middelgrote kweekbedrijven hebben niet zelf de kennis in huis om het gat te overbruggen tussen de identificatie van resistentiebronnen en het daadwerkelijke gebruik van dit materiaal in de commerciële aardappelveredeling. Deze specialistische kennis is wel bij Wageningen University ontwikkeld.

Er is dus behoefte aan voortzetting van het pre-competitieve introgressie-programma om meerdere geniteurs geschikt te maken. Immers, in de eerste fase is nog maar een deel van de geniteurs geschikt geworden voor praktische veredeling. Er is een breed pallet aan genen noodzakelijk, en ook de andere resistentiebronnen/geniteurs behoeven nog verdere opwerking voordat ze geschikt zijn voor toepassing in commerciële veredeling. (Zie werkpakket 1 en 2)

Voor het duurzaam telen van aardappelen is naast phytophthora-resistentie in het blad ook de knolresistentie van groot belang. Het is daartoe van groot belang te weten welke genen uit de gebruikte resistentiebronnen ook in de knol werken, zodat bij het stapelen van resistentiegenen combinaties van genen kunnen worden gebruikt die werken in zowel loof als knol. Kennis over relatie loof- en knolphytophthora-resistentiegenen is nu onvoldoende voorhanden. Van de 12

beschreven klassieke phytophthora-resistentiegenen uit *Solanum demissum*, is slechts de knolspecifieke werking van R1, R3b (beide werkzaam), R2 en R3a (beide niet werkzaam) in voldoende mate onderzocht (Park et al. 2005). Van de nieuwe resistentiebronnen is slechts de knolspecifieke werking van Rpi-vnt1 (werkzaam) nader bekeken (Pel, 2010). Voor de veredeling is het van doorslaggevend belang te weten welke genen uit de beschikbare resistentiebronnen ook in de knol werkzaam zijn, zodat bij het stapelen van resistentiegenen, om te komen tot duurzaam resistente rassen, ook resistentiegenen in elke combinatie aanwezig zijn die werken in de knol. Er zijn aanwijzingen dat een aantal resistentie-genen geen kwalitatieve maar kwantitatieve resistentie-effecten geven in de knol (geen immuniteit maar een reductie van rot als gevolg van reductie in schimmelgroei en sporenvorming). Stapeling van deze genen zou ook tot een voldoende hoog niveau van knolresistentie kunnen leiden. (Zie werkpakket 4)

In het verleden zijn diverse phytophthora-resistenties uit *Solanum demissum* doorbroken, en ook bij nieuwe resistentiebronnen is dit risico aanwezig. Als onderdeel van de strategie om doorbreken van resistentiegenen zoveel mogelijk te voorkomen is niet alleen vroegrijpheid als raskenmerk van belang (zo kort mogelijk aan phytophthora seizoenen blootstellen om mutatiekans van Phytophthora te verkleinen), maar ook stapeling van resistentiegenen noodzakelijk. Phytophthora-resistente rassen die nu op de markt zijn, bevatten slechts resistentie op basis van 1 werkend hoofdgen, en er is dringend behoefte aan rassen met stapeling van resistentiegenen voor een duurzaam beheer van de beperkt beschikbare resistenties. (Zie werkpakket 3).

Voor het stapelen van loof- en knolresistentiegenen is merkertechnologie een onontbeerlijk hulpmiddel. Echter, de ontwikkelde merkers (verkregen uit andere onderzoeksprogramma's en voor WUR toegankelijk) moeten nog in een praktisch veredelingsprogramma gevalideerd worden. Enerzijds borduurt het Bioimpuls project verder op de kennis opgedaan in projecten als het Phytophthora Paraplu Plan, CBSG, DuRPh en andere binnen Wageningen UR lopende projecten. Anderzijds is het Bioimpuls project een uitgelezen platform voor de validatie van de door de genoemde projecten geproduceerde kennis en hulpmiddelen, en levert het plantmateriaal voor de ontwikkeling van phytophthora beheersstrategieën. Voorbeeld: Recentelijk zijn een aantal moleculaire merkers voor het screenen op de aanwezigheid van resistentiegenen tegen phytophthora beschikbaar gekomen. Deze moleculaire merkers zijn ontwikkeld in een zeer beperkte genetische achtergrond. Binnen Bioimpuls kan hun toepasbaarheid in een breed aardappelveredelingsprogramma worden gevalideerd. (zie werkpakket 5)

– Wat levert het initiatief op voor de betrokken bedrijven en instellingen? Beschrijf (in afrekenbare deliverables) wanneer de PPS succesvol is;

- Toegang tot en kennis van nieuwe resistentiebronnen tegen *Phytophthora infestans*.
- Kennis over de potentie van gestapelde resistentiegenen tegen *Phytophthora infestans* om tot een duurzame aanpak van het phytophthora probleem te komen.
- Kennis over de werking van de verschillende resistentiegenen in de knol.
- Jaarlijks uitgifte zaden: Er wordt in het centrale Bioimpuls programma een kruisingsprogramma uitgevoerd van ongeveer 300 kruisingscombinaties per jaar op basis van nieuwe resistentiebronnen. Van de kruisingen uit het middellange en korte termijn programma worden zaadlijsten gemaakt, waaruit kweekbedrijven en boerenkwekers jaarlijks een keuze kunnen maken. Jaarlijks worden ca. 20.000 zaden uitgegeven aan boerenkwekers en kweekbedrijven. Voor het centrale Bioimpulsdeel zullen jaarlijks ca. 20-25.000 zaden voor geniteur- en rasontwikkeling worden uitgezaaid.
- Jaarlijks uitgifte klonen: Er zullen ongeveer 10 derdejaars resistente klonen (potentiële rassen) uit het centrale Bioimpuls programma naar bij Bioimpuls aangesloten handelshuizen gaan voor verdere beproeving. Daarnaast zal ongeveer een gelijke hoeveelheid derdejaars klonen van kweekbedrijven en boerenkwekers als potentiële rassen verder worden beproefd in het centrale Bioimpuls programma en bij de handelshuizen.
- Jaarlijks ontvangst klonen: Kweekbedrijven en boerenkwekers zullen derdejaars klonen aan het centrale Bioimpuls programma aanbieden voor beproeving op geschiktheid als geniteur.

- Jaarlijks bij de winterbezigting voor de deelnemende kweekbedrijven en hobbykwekers: Tabellen met een overzicht van de in dat jaar verzamelde proefveldresultaten, en de resultaten van de in dat materiaal uitgevoerde merkeranalyses.

- Heeft het initiatief uitstraling naar de hele sector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, delen daarvan of andere sectoren (cross overs)

Bioimpuls 2 beoogt de ontwikkeling van aardappelrassen geschikt voor de biologische teelt met een spin-off naar de verduurzaming van de gangbare aardappelteelt.

Voor de gangbare kweekbedrijven en handelshuizen passen deze resistente, robuuste rassen in hun exportmarkt naar low-input landen, waar beschikbaarheid van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen beperkende factoren zijn voor de teelt.

- Motivering hoe het voorstel / de PPS bijdraagt aan de ambities in het de Uitvoeringsagenda Tuinbouw & Uitgangsmaterialen;

Bioimpuls draagt bij aan het verduurzamen van de aardappelteelt in het algemeen en de biologische teelt in het bijzonder, door minder afhankelijkheid van gewasbeschermingsmiddelen.

De in dit project beoogde geniteurontwikkeling op basis van phytophthora-resistentiegenen uit wilde soorten als pre-competitief proces, draagt bij aan het breder beschikbaar maken van (combinaties van) nieuwe resistentiebronnen tegen phytophthora zowel in loof als knol. Het uitgangsmateriaal dat aan boerenkwekers en kweekbedrijven wordt uitgegeven voor selectie, komt voort uit kruisingen waarin ook andere eigenschappen voor duurzaamheid worden meegenomen. Dit zijn eigenschappen die tot nu toe relatief weinig aandacht hebben gekregen in de veredeling zoals stikstofefficiëntie, tolerantie tegen (zilver-)schurft, alternaria, PVY-virus en rhizoctonia, inclusief kwaliteitseisen met betrekking tot gebruik en/of verwerking. Dit leidt tot robuustere rassen die bijdragen aan een duurzame aardappelteelt met meer oogstzekerheid en betere voedselveiligheid (minder residu).

- Bij welk innovatie thema(s) en prioriteiten sluit het aan;

- Meer met Minder
- Voedselveiligheid en -zekerheid
- Internationaal

- Wat is de economische en maatschappelijke meerwaarde van het initiatief;

De jaarlijkse uitgifte van zaden op basis van kruisingen met nieuwe *Phytophthora infestans* resistentiebronnen levert voor de deelnemende kweekbedrijven en boerenkwekers al tijdens het project economisch voordeel op, doordat zij toegang krijgen tot nieuwe bronnen met een hoogwaardige genetische achtergrond. De eerste rassen uit dit materiaal (incl. Bioimpuls-1) kunnen op een termijn van 5-10 jaar worden verwacht.

Vanaf 2000 is 20% van de biologische aardappeltelers opgehouden met aardappelteelt vanwege de grote risico's; het areaal biologische aardappelteelt is door de toegenomen Phytophthoradruk afgenomen van zo'n 1.440 ha naar 1.000 ha per jaar. Het beschikbaar komen van nieuwe resistente rassen maakt dat deze sector weer zal kunnen groeien, en met name de exportmarkt met pootgoed aantrekkelijker kan maken. De opbrengst van deze 1.000 ha is circa 25.000 ton biologische aardappel per jaar met voor de telers met een prijs van € 250 per ton een waarde van 6,26 miljoen Euro.

Bij een biologische teelt zonder of bij een geringe aantasting als resultaat van de inzet van de resistentie rassen die het product zijn van dit Bioimpuls project is de opbrengst 45 ton ha en neemt de totale productie op 1.000 ha met 20.000 ton toe per jaar met een waarde van €5 miljoen. Als het areaal daarbij zou toenemen tot 1.500 ha komt er nog 22.500 ton bij met een additionele waarde van €5.6 miljoen per jaar.

Daarmee komt de verwachte *return on investment* op termijn jaarlijks op circa 10 miljoen euro. In de keten zal dit inkomen worden gedeeld door de pootgoedtelers en hun handelshuizen (kwekersrecht) en de telers van de biologische tafelaardappelen. Een prijsdaling wordt niet verwacht omdat het extra aanbod eerder zal leiden tot verminderde importen uit met name Frankrijk waar de biologische teelt nu nog gebruik maakt van koper om Phytophthora te bestrijden. We zien een groot economisch en maatschappelijk belang voor dit project: tweederde van alle wereldwijd verkocht pootgoed wordt in Nederland geteeld. Dit project gaat op originele wijze op zoek naar nieuwe phytophthora resistentiebronnen, waardoor een betere positie in de internationale markt bereikt kan worden bij toenemende duurzaamheidsvereisten. We zien daarom dat dit project niet alleen voor de biologische landbouw en markt van belang is, maar ook voor de verdere verduurzaming van de gangbare teelt. Daarvoor is wel een lange aanloop nodig waarbij in deze fase onze inzet vooral nog maatschappelijk is en gericht op algemeen belang.

Al met al zal Bioimpuls kunnen bijdragen aan een schonere aardappel die weggkomt van het gifpieper-imago.

– **Wat is de wetenschappelijke meerwaarde van het initiatief;**

De wetenschappelijke vernieuwing zit in een aantal aspecten. De speciale samenwerking tussen publieke en private veredelaars is nog niet eerder beschreven; de literatuur rond participatory breeding richt zich voornamelijk op publieke instituutsveredelaars en boeren, maar nog niet eerder is beschreven dat ook commerciële partijen hier deel van uit kunnen maken en daartoe geëigende contracten maken die ook de inspanning van de selecterende teler recht doet bij het delen van de royalties op basis van gedeeld kwekersrecht (benefit sharing). Daarnaast is het beschrijven en analyseren van de veelzijdige benadering in Bioimpuls vernieuwend waarin telers opgeleid worden om een significante bijdrage te leveren in de selectie, naast het introgressieveredelingsdeel waarin 10 nieuwe resistentie bronnen tegen phytophthora worden ingezet. Ook kennis over de relatie knol- en loofresistentie is wetenschappelijk nieuw en nog niet beschreven voor deze bronnen. En tot slot is het inzetten en valideren van moleculaire merkers in een praktisch aardappelveredelingsprogramma met inbegrip van stapelingen van resistentiegenen is nog niet eerder beschreven. Er kunnen uit dit project zeker 4 wetenschappelijke artikelen komen. Het eerste artikel is in 2014 verschenen op basis van interviews dat een stagiaire in Bioimpuls-1 onder diverse biologische en gangbare hobbykwekers had gehouden:

1. Almekinders, CJM, L Mertens, JP van Loon, ET Lammerts van Bueren, 2014. Potato breeding in the Netherlands: a successful participatory model with collaboration between farmers and commercial breeders. Food Security 6:515-524
2. Werktitel: Valorisatie van merkergestuurde aardappelveredeling.
3. Werktitel: Effect van loofresistentiegenen op resistentie in de knol van aardappel
4. Werktitel: Resultaten van 10 jaar biologische aardappelveredeling

C. Aanpak & tijdpad

In 2014-2019 wordt in zes werkpakketten gewerkt. Voor al deze activiteiten wordt gebruik gemaakt van diverse biologische en gangbare proefvelden door inzet van niet alleen het centrale veredelingsprogramma, maar ook door de inzet van de kweekbedrijven en boerenkwekers.

– **Tabel 1. Gebruikte resistentiebronnen in Bioimpuls 2009-2013, en perspectief 2019**

BRON	GEN	RASSEN	TERMIJN 2009-2013	TERMIJN 2014	Te verwachte termijn 2019	Merkers beschikbaar in 2014?
ABPT	<i>S. bulbocastanum</i> (Rpi-blb2)	TOLUCA, BIONICA	KORTE	KORTE	KORTE	JA
CAROLUS	Bekend	CAROLUS	KORTE	KORTE	KORTE	JA
ATHLETE	?	ATHLETE	KORTE	KORTE	KORTE	NEE
VR95-98	VR95-98 (R8)	VITABELLA	KORTE	KORTE	KORTE	JA
SARPO MIRA	Sarpo mira (Rpi-Smira1)	SARPOMIRA	KORTE	KORTE	KORTE	JA
2424A(5)	R8 differential (R8)		MIDDEN	MIDDEN	KORTE	JA
2573(2)	R9 differential (R9)		MIDDEN	MIDDEN	KORTE	JA
EDIFRI-3	<i>S. edinense</i> (Rpi-edn2)		MIDDEN	KORTE	KORTE	JA
BCP 326-3	<i>S. brachycarpum</i> (BCP)		LANGE	MIDDEN	KORTE	NEE
IOP 273-1	<i>S. iopetalum</i> (IOP)		LANGE	LANGE	MIDDEN	NEE
SCR 849-6	<i>S. sucrense</i> (SCR)		LANGE	LANGE	MIDDEN	NEE
BUK 510-2	<i>S. bukasovii</i> (BUK)		LANGE	LANGE	MIDDEN	NEE
MPT 364-1	<i>S. multiinterruptum</i> (MTP)		LANGE	MIDDEN	KORTE	NEE

Werkpakket 1. Lange termijntraject: introgressie (vroeg generaties). Doel: nieuwe resistentiegenen uit wild materiaal, door middel van herhaalde cycli van kruisen met cultuurmateriaal en daaropvolgende selectie. Voor de introgressie wordt gewerkt met 5 resistentiebronnen uit 3 wilde soorten: *Solanum iopetalum* (IOP), *Solanum sucrense* (SCR) en *Solanum bukasovii* (BUK). Kruisingen met deze bronnen bevinden zich in de eerste of tweede terugkruisingsstadia, zie Tabel 1.

- Deze activiteiten worden alleen door de twee kennisinstellingen verricht

Werkpakket 2. Middellange termijntraject: opwerken halfmateriaal (gevorderde generaties). Doel: beschikbaar 'halfmateriaal' opwerken tot geschikte geniteurs. De bronnen die hiervoor gebruikt worden zijn: R8-differential (R8), R9-differential (R9), *Solanum brachycarpum* (BCP), en *Solanum multiinterruptum* (MPT). Hiernaast zullen er kruisingscombinaties gemaakt worden met

geniteurs met verschillende bronnen onderling om de verschillende resistentiegenen te stapelen voor het verkrijgen van een duurzame resistentie. De bronnen die hiervoor al geschikt zijn, zijn: ABPT, VR 95-98, Carolus, Athlete en Sarpo Mira, en *Solanum edinense* (EDN). Geniteurs zullen met beschikbare merkers worden getoetst op aanwezige combinaties.

- Private partners 1-5 zullen jaarlijks zaden uit dit werkpakket opnemen in hun veredelingsprogramma.

Werkpakket 3. *Korte termijntraject: uitgeven van zaad uit raswaardige kruisingen en begeleiden boerenkwekers.* Doel: het ontwikkelen van een strategie om op korte termijn de kweekcapaciteit voor de selectie van aardappelrassen geschikt voor de biologische teelt te vergroten, door a) het produceren van raswaardige kruisingspopulaties als uitgangsmateriaal voor het ontwikkelen en selecteren van (commerciële) rassen binnen het centrale Bioimpuls programma, door kweekbedrijven en boerenkwekers; en door b) begeleiden van biologische boerenkwekers en kweekbedrijven, en stimuleren van kennisuitwisseling tussen alle partners door veld- en winterbijeekkomsten.

- Aan deze activiteiten doen alle betrokken partijen mee, zowel private als publieke.

Werkpakket 4. *Ontwikkeling kennis over relatie phytophthora loof- en knolresistentie.* Doel: Onderzoek starten aan de onderzoekspopulaties voor knolresistentie. Er zal een werkbare laboratoriumtoets worden ontwikkeld en onderzoek worden gedaan aan de hand van kruisingspopulaties (kruisingen zijn in 2013 gemaakt). 2015: Uitzaaien van onderzoekspopulaties (50-100 zaden per populatie). Selectie van 20-50 nakomelingen per populatie met voldoende aantal (≥ 4) en voldoende grote knollen om deze in 2016 als pootgoed voor de productie van knolmateriaal op het veld te kunnen gebruiken. 2016-2017: knolresistentietoetsen. Het aantal te zaaien en te selecteren klonen hangt vooral af van het aantal aanwezig resistentiegenen. Hoe meer genen in een populatie aanwezig zijn, hoe groter de onderzoekspopulaties moeten zijn om de afzonderlijke werking van de resistentiegenen goed te kunnen analyseren.

- Naast de twee kennisinstellingen zullen de private partners 1-5 actief bijdragen in toetsen en vermeerderen van knollen voor deze analyse.

Werkpakket 5. *Onderzoek valorisatie merker-gestuurde veredeling.* Doel: inzicht in bruikbaarheid van de merkers. Gedurende de periode 2014 t/m 2019 zullen tenminste alle derde- en ouderejaars klonen, geniteurs en overige kruisingsouders gescreend worden op de aanwezigheid van moleculaire merkers en op de aanwezigheid van phytophthora-resistentie (middels phytophthora veld- en/of bladtoetsen). Koppeling van al de gegenereerde data maakt een goede valorisatie van merkergestuurde veredeling per individuele merker mogelijk. Momenteel hebben we vanuit andere WUR-projecten de beschikking over moleculaire merkers die gekoppeld zijn aan de resistentiegenen R8, R9, Rpi-blb2, Rpi-edn2 en Rpi-chc1. Wanneer nieuwe moleculaire merkers voor de betreffende resistentiegenen beschikbaar komen zullen zij in het valorisatieonderzoek en veredelingsprogramma worden ingezet.

- Omdat niet alle tot nu toe beschikbare merkers publiekelijk toegankelijk zijn zullen in eerste instantie de kennispartners hierbij betrokken zijn en relevante gegevens van private partners meenemen in de analyse.

Werkpakket 6: *Organisatie.* Doel: project coördinatie, interne en externe communicatie: begeleiden van boerenkwekers en kennisoverdracht tussen boerenkwekers stimuleren, en (semi-) wetenschappelijke publicaties.

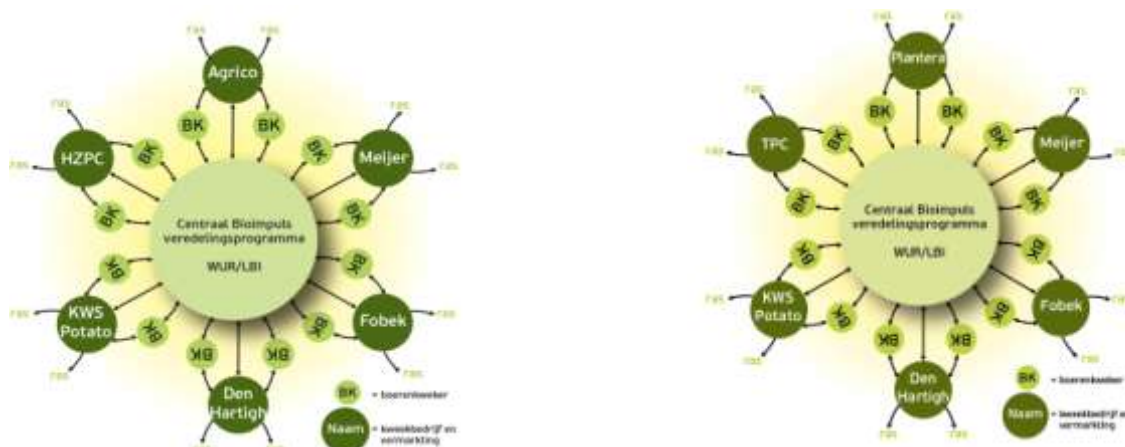
Door deze unieke constellatie van diverse professionele kweekbedrijven en biologische boerenkwekers is het uiterst belangrijk een goede kennisuitwisseling tussen de partners te stimuleren. Eenmaal per jaar vindt een winterbijeekkomst plaats in december, waarbij ook externe belangstellende aardappelkwekers worden uitgenodigd. Op deze bijeenkomst zijn alle proefveldgegevens beschikbaar en kunnen de partners hun keuze van kruisingsouders kenbaar maken en kunnen kweekbedrijven de voor hen meest belovende klonen kenbaar maken. De boerenkwekers worden eenmaal per jaar op hun eigen locatie bezocht. Daarnaast wordt in de komende jaren gestreefd minimaal 3-4 wetenschappelijke publicaties uit te geven.

- De coördinatie ligt bij de kennisinstellingen maar deelname betreft alle partners.

D. Organisatie

Wageningen University heeft met aardappelveredelingsonderzoeker Dr.ir. R. Hutten veel expertise in huis over introgressieveredeling met wilde aardappelsoorten en beschikte over een al lopend introgressieprogramma waarbij bij aanvang in 2009 kon worden aangehaakt. Louis Bolk Instituut heeft veel expertise over biologische aardappelteelt en over participatieve aanpak waarbij uiteenlopende partijen in een vruchtbare samenwerking kunnen worden gebracht.

Bij de bespreking van de werkpakketten is al aangegeven welke partners betrokken zijn bij welke werkpakketten, zie onder C. In aanvulling daarop wordt hier een overzicht gegeven van verantwoordelijkheden in tabel vorm, zie Tabel 2, en fasering in de tijd in Tabel 3. De algemene samenwerking en stromen van zaden en klonen zijn weergegeven in Figuur 1 zoals die was tussen 2009-2014. Ook al zullen de deelnemende partners vanaf 2015 met de openstelling voor nieuwe partners iets wijzingen, toch zal de basisorganisatievorm in stand blijven. Van de zes in Bioimpuls 1 deelnemende private partijen zullen twee hun deelname beëindigen (HZPC en Agrico) en zullen met hun programma met eigen materiaal voortzetten. De andere vier (Den Hartigh, Meijer, KWS en Fobek) zullen doorgaan, aangevuld met mogelijk enkele nieuwe partijen. Ook zullen er enkele nieuwe boerenkwekers bij komen.



Figuur 1a en 1b. Organisatiestructuur van Bioimpuls-1 (2009-2014, links) en Bioimpuls -2 (2015-2019, rechts) waarbij de kennisinstellingen Wageningen UR Plant Breeding en Louis Bolk Instituut het centrale veredelingsprogramma uitvoeren, en jaarlijks materiaal uitgeven dat door de zes kweekbedrijven en ca 12 boerenkwekers (BK) verder worden geselecteerd tot rassen.

E. Communicatie

Daar waar aan de orde wordt een brug geslagen wordt tussen gangbaar en bio, en naar andere spelers in het veld zoals bij winterbijeenkomst. Indien mogelijk zal ook weer worden gestreefd naar een gezamenlijke Publieksdag met DURPH en Solynta aardappelhybride veredeling. Doordat er in Nederland zo duidelijk twee benaderingen worden nagestreefd (klassieke/bio veredeling en cisgenese) staat Bioimpuls (meer als de andere Groene Veredelingsprojecten) erg in de schijnwerpers en wordt veel benaderd door de pers en het maatschappelijke veld om mee te doen met publieke debatten, lezingen en interviews, etc.

Daarnaast wordt gewerkt aan diverse, al of niet jaarlijkse of periodieke communicatieactiviteiten:

- Er is een actief netwerk van biologische boerenkwekers, via de landelijke hobbykwekersvereniging AKV Midden Nederland, en via Bioimpuls velddagen en bezichtigingen kweekmateriaal;
- Jaarlijks wordt deelgenomen met een stand op de vakbeurs Biovak in januari en de Biovelddag in september;
- Openbaar rapport met resultaten 2009-2014 en over 2015-2019;
- Projectwebsites, zoals www.louisbolk.nl/bioimpuls en www.groeneveredeling.nl/aardappel worden regelmatig bijgewerkt;
- Artikelen en interviews in vakbladen naar vakpubliek, zoals Ekoland, Boerderij Vandaag, Nieuwe Oogst;
- Wetenschappelijk artikelen naar wetenschappelijk publiek;
- Presentaties op internationale wetenschappelijke conferenties

- Intellectueel eigendom. Is dat bij de PPS relevant? Zo ja, welke globale afspraken moeten hierover worden gemaakt?

In dit project is geen sprake van patenten; eigendomsrechten zijn vastgelegd in de kwekersovereenkomsten tussen Bioimpuls en kweekbedrijven en tussen Bioimpuls en boerenkwekers, en tussen kweekbedrijven en hun aangesloten boerenkwekers.

F. Afbouw project in de periode 2018-2019.

Het project genereert plantmateriaal voor selectie van rassen en geniteurs uit resistentiebronnen die aan het begin van het project zijn getypeerd als bronnen voor de korte, midden- en lange-termijn. Jaarlijks worden zaden van het korte termijn materiaal uitgegeven aan kweekbedrijven en boerenkwekers. De kweekbedrijven hebben jaarlijks ook de mogelijkheid om zaden van het midden termijn materiaal te verkrijgen (dit materiaal vraagt ervaring met geniteurontwikkeling, iets wat bij de boerenkwekers niet voorhanden is). Deze wijze van verspreiding van materiaal zal tot aan het eind van het project doorgang vinden met dien verstande dat wat nu midden-termijn materiaal is tegen die tijd waarschijnlijk korte-termijn materiaal is geworden, en lange-termijn materiaal midden-termijn materiaal.

Het materiaal wat aan het eind van het project midden-termijn materiaal is zal dus slechts de kweekbedrijven en niet de boerenkwekers bereiken. Een uitzondering daarop zullen de boerenkwekers zijn die zich geassocieerd hebben met een van de deelnemende bedrijven. Zij zullen waarschijnlijk toegang kunnen blijven houden tot de geniteurs die door deze bedrijven uit dit materiaal zullen worden ontwikkeld. Daarmee zullen alle resistentiebronnen waaraan gewerkt is, toegankelijk zijn gemaakt voor de deelnemende bedrijven.

Via het project kwam 3^e jaars materiaal ontwikkeld bij de verschillende bedrijven en boerenkwekers weer ter beschikking van alle deelnemers doordat het weer opgenomen werd in het centrale veredelingsprogramma. Na afloop van het project zal die uitwisseling van materiaal tussen deelnemers stoppen.

Het project genereert kennis (evaluaties met betrekking tot landbouwkundige waarde, kwaliteit met betrekking tot gebruik en/of verwerking, resistenties en moleculaire merkergegevens) over de ontwikkelde geniteurs en deelt dit met de deelnemers. De uitwisseling van kennis over het plantmateriaal zal worden beëindigd en de kleinere kweekbedrijven alsmede alle boerenkwekers die geen toegang hebben tot alle moleculaire merkers zullen zonder verdere acties van hun kant ernstig worden beperkt in het verkrijgen van moleculaire merkerdata; iets wat de verdere ontwikkeling m.b.t. stapeling van resistentiegenen (nodig voor het verkrijgen van duurzame resistentie) bij deze kleinere kweekbedrijven en boerenkwekers zal kunnen vertragen.

Het centrale kweekprogramma zoals dat in het project door LBI en WUR wordt uitgevoerd zal bij de beëindiging van het project door WUR in een zeer sterk afgeslankte vorm worden voortgezet. Resultaten zullen echter niet meer worden gedeeld met voormalige deelnemers.