

Groene Veredeling



BIOIMPULS-2 2015-2019: Een rijk palet aan phytophthora resistentiegenen voor bescherming van de aardappel in blad en knol

Regelmatig hebben aardappeltelers met een 'zwaar phytophthora seizoen' te maken, zoals recentelijk in 2014 en 2016. Dit benadrukt voor de biologische sector de noodzaak voor een divers assortiment aan phytophthora resistente aardappelrassen. Om meer prioriteit aan phytophthora veredeling te geven loopt er een tienjarig veredelingsprogramma Bioimpuls (2009-2019). Traditionele veredeling om nieuwe resistenties uit wilde soorten over te brengen en te combineren mag dan wel een lange weg zijn, maar heeft het grote voordeel dat onderweg ook op andere belangrijke eigenschappen geselecteerd kan worden. In deze brochure een overzicht van de stand van zaken met betrekking tot de tweede fase van Bioimpuls.

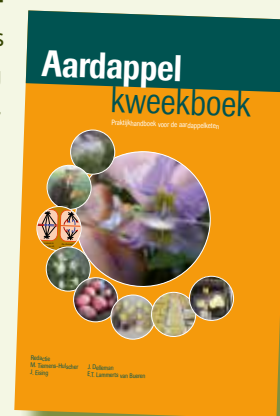


Selectie van eerstejaars klonen

Kader 1: Wat is bereikt in Bioimpuls-1 (2009-2014)?

Sinds 2009 is het Bioimpuls programma gestart en is een goed lopende samenwerking tot stand gebracht tussen twee kennisinstellingen (Wageningen University en Louis Bolk Instituut), zes commerciële veredelingsbedrijven en diverse boerenkwekers. De huidige partners zijn in Figuur 2 in beeld gebracht.

Inmiddels zijn er 14 boerenkwekers, zie Figuur 3, betrokken in de selectie waarvan zeven geheel biologisch werken. Er is een verdelingscursus ontwikkeld die vanaf 2008 jaarlijks wordt aangeboden met Jan van Loon als docent. Deze cursus is inmiddels overgenomen door de drie kwekersverenigingen, en heeft een niet weg te denken plaats in de aardappelsector gekregen; voor aanmelding zie www.louisbolk.nl/bioimpuls. Het cursusmateriaal heeft in 2013 tot het Aardappelkwekersboek geleid, dat in 2015 is herdrukt met toevoeging van een tweetal nieuwe hoofdstukken over het gebruik van moleculaire merkers en de rol van de fysiologie in de aardappelveredeling. Het handboek is inmiddels ook verschenen in het Engels en Chinees. Het boek is verkrijgbaar bij de uitgever De Aardappelwereld en het Louis Bolk Instituut, zie www.louisbolk.nl/bioimpuls





Bestuiving van een geëmasculeerd bloempje

Diversiteit aan resistentiegenen

De basis van het project is het kruisings- en selectiewerk om nieuwe rassen te ontwikkelen met resistentiegenen tegen phytophthora afkomstig uit wilde aardappelsoorten uit Midden- en Zuid-Amerika. Het overbrengen van resistentiegenen vanuit wilde soorten naar cultuurmateriaal vergt vier tot vijf (terug-)kruisingsgeneraties van elk vier of vijf jaar, dus in totaal 16 tot 25 jaar, zie Figuur 1.

Herhaalde malen terug kruisen met cultuurmateriaal (meestal een modern ras) is noodzakelijk om ongewenste wilde eigenschappen zoals lange stolonen, grillige knolvorm en hoge glyco-alkaloid gehalten kwijt te raken en om andere nuttige eigenschappen toe te voegen. Na vele jaren kruisen en selecteren komen

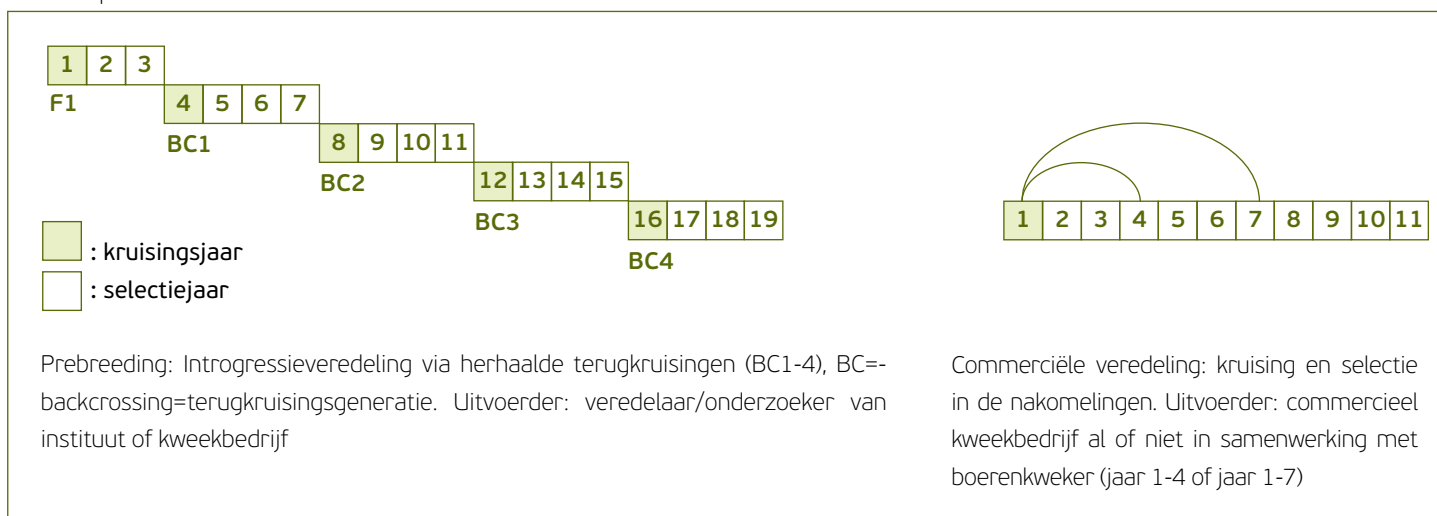
we op een bruikbaar niveau uit. Dit proces heet 'pre-breedings' en vraagt veel tijd en specifieke kennis. Met name de kleinere kweekbedrijven en de boerenkwekers kunnen dat niet allemaal zelf doen en zijn blij dat dit centraal wordt opgepakt zodat een zo breed mogelijk pakket aan resistenties beschikbaar komt voor de commerciële veredeling.

Vanuit onderzoek en pre-breedings door Wageningen University & Research en Bioimpuls-1, en door kweekwerk van diverse aardappelkweekbedrijven is er een mooi scala aan resistenties tegen phytophthora beschikbaar gekomen, zie Tabel 1. De beschikbare resistentie is onder te verdelen in hoofdgenen die een kwalitatieve werking hebben (ze houden

Tabel 1. Gebruikte resistentiebronnen in Bioimpuls

Resistentiebronnen met hoofdgenen	Resistentiebronnen met kwantitatieve resistentie
<i>S. demissum</i> (R2, R8, R9)	<i>S. brachycarpum</i>
<i>S. bulbocastanum</i> (Rpi-blb2)	<i>S. iopetalum</i>
<i>S. berthaultii</i> (Rpi-ber)	<i>S. sucrense</i>
<i>S. edinense</i> (Rpi-edn2)	<i>S. bukasovii</i>
<i>S. venturii</i> (Rpi-vnt1)	<i>S. multiinterruptum</i>

Figuur 1. Schematisch overzicht van het prebreedings (links) en commerciële deel (rechts) van een aardappelveredelingsprogramma zoals Bioimpuls





Uit de rijpe bessen worden de zaden geogst

de aanwezige phytophthora wel of niet tegen) en resistentie met een meer kwantitatief karakter (de planten worden wel aangetast maar de aantasting/epidemie verloopt veel langzamer).

Het plantmateriaal met de hoofdgenen heeft inmiddels een goede landbouwkundige waarde. Ook is er inmiddels al een klein aantal rassen op de markt die ieder een van de in Tabel 1 genoemde hoofdgenen bezit. De resistentiebronnen met kwantitatieve resistentie zijn nog niet op dat niveau. Niet alleen was dit bronmateriaal bij aanvang van Bioimpuls-1 op een primitiever/wilder cultuurniveau, maar ook de selectie op kwantitatieve resistentie is veel lastiger dan de selectie op hoofdgenen. Bij kwantitatieve resistentie is er niet altijd een duidelijke aan- of afwezigheid van het resistentiegen omdat het effect van de resistentie beïnvloed kan worden door het milieu, de ziektedruk, de aanwezige isolaten en het afrijpingstype van de betreffende aardappelklonen. Hierdoor zijn vaak meer jaren van beproeving noodzakelijk in de diverse BC-generaties dan wanneer er met hoofdgenen veredeld wordt.

Stapelen van genen

De ervaring met phytophthora heeft ons geleerd dat deze makkelijk in staat is te muteren waardoor deze de barrière van een resistentiegen vroeg of laat weet te doorbreken. De kans op een doorbraak

Kader 2. Rol van de boerenkwekers

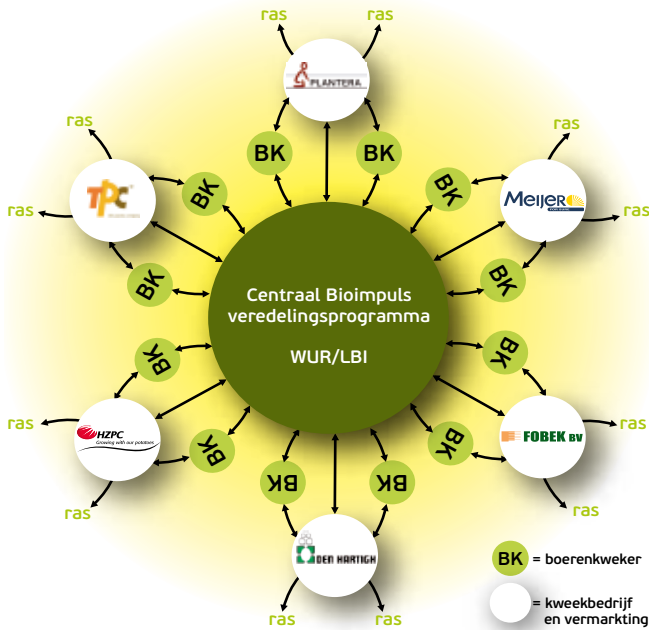
Boerenkwekers hebben een belangrijke rol binnen de Nederlandse aardappelveredeling. De selectie van zaad tot ras duurt in principe 8 à 10 jaar, waarvan de boerenkweker de eerste 3 à 4 jaar op zich neemt. Zij reduceren de bulk aan populaties en zaden tot een handvol succesvol ogende klonen die naar kweekbedrijven/handelshuizen kunnen gaan voor verdere selectie. Dit is een systeem waar de Nederlandse aardappelveredeling groot mee is geworden en waarin momenteel ongeveer 150 boerenkwekers actief zijn. Deze worden ook wel hobbykwekers of kleine kwekers genoemd. Dit scheelt de kweekbedrijven veel werk en geld omdat het op een no-cure, no-pay-basis geschiedt. De boerenkweker ontvangt pas een vergoeding (in de vorm van gedeelde royalties) voor zijn/haar inspanningen als de aangeleverde kloon het tot een geregistreerd ras heeft gebracht en er pootgoed van wordt verkocht. De aan Bioimpuls deelnemende boerenkwekers ontvangen zaden uit het centrale kruisingsprogramma. Zij zijn eigenaar van het geselecteerde materiaal maar hebben de verplichting het geselecteerde materiaal naar één van de deelnemende kweekbedrijven te brengen voor verdere selectie en eventuele vermarkting. Ook leveren zij pootgoed aan voor evaluatie in het centrale Bioimpuls programma zodat ook dit materiaal eventueel beschikbaar is voor een nieuwe kruisingsronde.

Kader 3. Rol van de kweekbedrijven

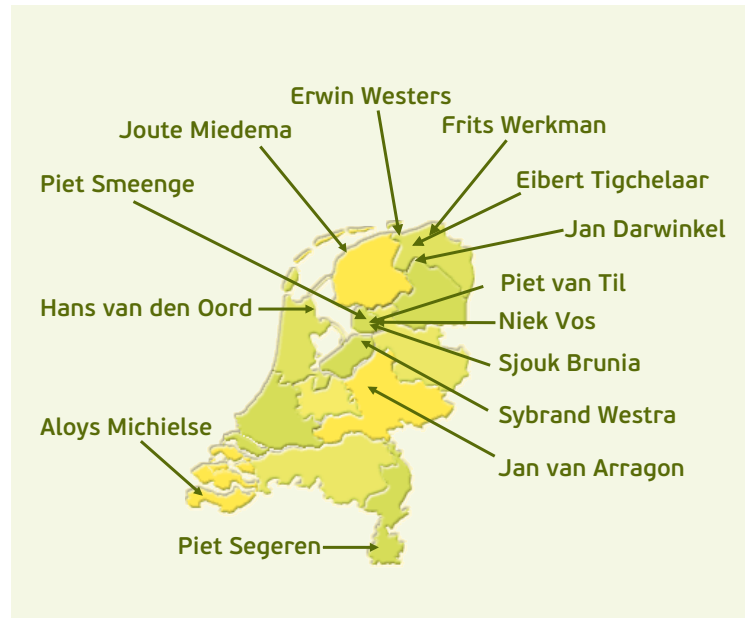
Ook de deelnemende kweekbedrijven nemen jaarlijks zaad af uit het centrale Bioimpuls programma en voor hen geldt hetzelfde als voor de boerenkwekers met betrekking tot eigendom en beschikbaarstelling van het geselecteerde plantmateriaal. Naast hun eigen materiaal zorgen zij ook voor de verdere beproeving, pootgoedteelt en eventuele vermarkting van door de boerenkwekers en het centrale programma geselecteerde ouderejaars klonen. De biologische markt wordt door sommigen als een belangrijke trekker in hun assortiment voor de toekomst gezien. Anderen zien dat de onder (semi-)biologische omstandigheden geselecteerde resistente rassen vaak goed voldoen aan de eisen vanuit lage-input landen, waardoor nieuwe export mogelijkheden gerealiseerd worden.



Selectie van tweedejaars klonen



Figuur 2. Bioimpuls is een samenwerking van WUR, LBI en zes kweekbedrijven en diverse boerenkwekers.



Figuur 3. In 2017 zijn in totaal 14 boerenkwekers in Bioimpuls actief.

van een resistentiegen moeten we zo klein mogelijk maken. Diversiteit in resistentiegenen is daarbij heel belangrijk, in de teelt (geen grootschalige mono-teelten maar meerdere rassen met verschillende resistentiegenen per bedrijf) en in één ras (verschillende resistentiegenen in één ras). Van de hoofdgenen zijn de moleculaire sequenties bekend waardoor we in het veredelingsprogramma gebruik kunnen maken van merkers. Vroeger waren we alleen in staat om door middel van resistentietoetsen te bepalen of en in welke mate een kloon resistent was. Tegenwoordig kunnen we met moleculaire merkers de verschillende hoofdgenen in ons veredelingsmateriaal en in nieuw op de markt

gebrachte rassen identificeren, we kunnen ze in de kruisingspopulaties volgen, en we kunnen ze in ons veredelingsmateriaal stapelen.

Resistentie in de knol

Phytophthora tast niet alleen het loof van de aardappelplant aan maar ook de knollen. De praktijk leert ons dat er niet alleen veel variatie in mate van aantasting in het loof voorkomt maar zeker ook in mate van aantasting van de knollen. Dit kan door verschillende factoren beïnvloed worden zoals de positie van de knollen in de aardappelrug, de dikte van schil, en resistentiemechanismen in

schil en knol. De rol van loofresistentiegenen met betrekking tot de knolresistentie is nauwelijks onderzocht. Duidelijk is dat loofresistentie niet altijd samen gaat met knolresistentie en andersom. In Bioimpuls-2 wordt onderzoek gedaan naar het effect van de verschillende resistentiegenen op de mate van knolaantasting. Onderzoek binnen Bioimpuls-1 heeft ook knolresistentie aangetoond in rassen welke geen effectieve hoofdgenen bezitten. Deze resistentie zal ook nader worden onderzocht en gebruikt in het veredelingsprogramma.



Klonen worden op kook- en bakwaliteit beoordeeld

Meerdere eigenschappen gewenst

Traditionele veredeling is een lange weg, maar heeft als voordeel dat op meerdere eigenschappen geselecteerd kan worden. Niet alleen op phytophthora-resistentie, maar ook op andere ziekteresistenties die belangrijk zijn voor de bio-sector, zoals alternaria, rhizoctonia, schurft en virussen. Door de zorgvuldige keuze van kruisingsouders met verminderde vatbaarheid voor deze ziekten wordt de kans op robuuste nakomelingen verhoogd. Ook stikstofefficiëntie en een goede kiemrust tijdens de bewaring zijn belangrijke eigenschappen waar de biologische teelt om vraagt. 'Last but not least' is daar natuurlijk de consument en/of de verwerker die zijn wensen heeft op het gebied van kwaliteit (knolvorm, oogdiepte, smaak, schilkleur, vleeskleur, kooktype, bakwaliteit, drogestofgehalte) van de aardappel. Deze wensen zijn vaak divers van aard en staan soms haaks op elkaar. Vandaar niet alleen de noodzaak van een breed assortiment op het gebied van resistentie maar ook van een breed assortiment op het gebied van de wens van de gebruiker.

Invulling van het praktische veredelingswerk

Jaarlijkse uitgifte van zaden

Naast het voortzetten van het langjarige pre-breedingsprogramma, richt Bioimpuls-2 zich ook op de kortere termijn. Jaarlijks worden zo'n 300 kruisingen gemaakt die in potentie een nieuw ras op zouden kunnen leveren. Van deze kruisingen gaan jaarlijks zo'n 40.000 zaden naar de deelnemende kweekbedrijven en boerenkwekers en nog eens 20.000 wordt door het centrale programma zelf gezaaid en beselecteerd, zie Figuur 2 en Tabel 2. In grootte evenaart dit alles de omvang van een middelgroot kweekprogramma.

Centraal Bioimpuls selectieveld

Jaarlijks worden er ongeveer 20.000 zaailingen op het centrale biologische Bioimpuls selectieveld bij de familie Vos in Kraggenburg (NOP) uitgeplant. Van alle zaailingen die de onvermijdelijke phytophthora-epidemie overleven wordt 1 knolletje geogst om in het tweede jaar als zogenoemde eerstejaars kloon opnieuw te worden gepoot. Naast een tweede ronde van selectie op

resistentie wordt nu ook naar andere visuele eigenschappen van de knollen en de plant gekeken. Van de geselecteerde eerstejaars klonen worden 6 knollen geogst voor uitplant van de tweedejaars. In dit stadium wordt naast een tweede ronde van visuele selectie ook blad geplukt voor moleculaire merkeranalyse. Knolmateriaal van geselecteerde klonen uit de tweedejaars wordt verdeeld over verschillende velden voor pootgoedproductie, opbrengst en kwaliteitsonderzoek (biologisch en gangbaar), en een speciaal aangelegd phytophthora proefveld. Gedurende de jaren vallen steeds meer klonen af, zie Tabel 3; wat overblijft wordt elk jaar opnieuw beoordeeld volgens hetzelfde schema als de derdejaars. Een deel van de aangehouden klonen wordt gebruikt voor een nieuwe kruisingsronde.

Tabel 2. Aantal Bioimpuls zaden dat tussen 2009 en 2016 is gezaaid

Jaar	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bioimpuls Centraal	11362	23257	16892	21233	23967	18006	16068	17691
Bioimpuls Prebreeding	900	1352	3873	4684	0	2054	6010	2174
Kweekbedrijven	5350	9334	10347	13913	11350	14872	18152	16834
Hobbykwekers	3570	12451	5213	10365	24707	14898	13211	25488
Totaal	21182	46394	36325	50195	60024	49830	53441	62187



Excursie op het phytophthora-veld in Wageningen

Tabel 3. Centrale selectieveld: Aantal zaailingen en aangehouden klonen per jaar

Gezaaid		Aangehouden							
Jaar	Aantal	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2009	12262	511	58	31	14	8	6	3	1
2010	24609		7185	523	131	63	40	28	15
2011	20765			5172	575	149	60	39	16
2012	25917				6491	664	186	77	41
2013	23967					3516	369	115	49
2014	20060						4131	360	83
2015	22078							4462	383
2016	19865								5200

Jaarlijkse bezichtiging in de winter

In december wordt er jaarlijks voor de deelnemers aan het Bioimpuls veredelingsprogramma een bezichtiging georganiseerd. De opbrengsten (van zowel het biologische als het gangbare opbrengstproefveld) van de geselecteerde klonen van het centrale programma, de boerenkwekers en de bedrijven, alsmede alle in het kruisingsprogramma gebruikte rassen van derden, worden uitgesteld. Alle evaluatiegegevens met betrekking tot resistenties, opbrengst en kwaliteit worden

de deelnemers ter hand gesteld. Aan de hand hiervan kunnen de deelnemers bekijken van welke kruisingsouders ze zaad willen bestellen voor het aankomende seizoen. Ook kunnen de kweekbedrijven zien of er voor hun interessante derde- of ouderejaars klonen tussen zitten die ze verder op hun bedrijf willen beproeven voor eventuele vermarkting. Jaarlijks worden 10-15 klonen uit het centrale programma door de kweekbedrijven geselecteerd voor verdere beproeving.

Bioimpuls team:

Edith Lammerts van Bueren en Hans Dullaert, Louis Bolk Instituut.
 Ronald Hutten, Christel Engelen, Wageningen University & Research, Plantenveredeling.
 Rene Alles en Eddy de Boer, Wageningen University & Research, Unifarm.

Er is een nauwe samenwerking met het bedrijfsleven door 15 boerenkwekers en zes kweekbedrijven: Den Hartigh, Fobek, HZPC, Meijer, Plantera, en TPC.



Bioimpuls

Onderzoeksprogramma Groene Veredeling

Het onderzoeksprogramma Groene Veredeling 2010 tot 2020 richt zich zowel op veredeling van rassen die met minder bemesting en water toe kunnen als op resistentieveredeling om ziekten en plagen te voorkomen. Het onderzoek wordt uitgevoerd aan verschillende gewassen. De hoofdgewassen in de periode van 2015 tot 2020 zijn aardappel, prei, spinazie en paprika. Daarnaast loopt er nog een project met appel. Het programma wordt gefinancierd door het ministerie van EZ, met minimaal 40% 'in-kind' en/of 'in-cash' bijdrage van betrokken bedrijfsleven.

Programma-coördinatoren:
 dr.ir. Olga Scholten,
 olga.scholten@wur.nl

Prof.dr.ir. Edith Lammerts van Bueren,
 e.lammerts@louisbolk.nl

Website: www.groeneveredeling.nl

