



The Chemical Company

BASF Plant Science

**Aanvraag voor de introductie in het leefmilieu van  
aardappelstammen met verbeterde weerstand  
tegen**

***Phytophthora infestans***

**in 2011 en 2012**

**Publiek dossier**

**A Algemene informatie**

Naam en adres van de kennisgever

BASF Plant Science Company GmbH  
Carl-Bosch Str. 38  
67056 Ludwigshafen  
Duitsland

Deze aanvraag voor een veldproef is gerelateerd aan de aanvraag voor een aardappelveldproef van de Universiteit van Gent die gelijktijdig wordt ingediend. Deze twee aanvragen hebben betrekking op dezelfde voorgenomen veldproef, inclusief de lijnen beschreven in beide toepassingen.

Volgens planning zullen de genetisch gemodificeerde aardappelstammen worden geïntroduceerd van april tot oktober in de jaren 2011 en 2012; het planten zal op zijn vroegst plaatsvinden in april en op zijn laatst in juni. Het oogsten zal plaatsvinden in september/oktober van ieder jaar.

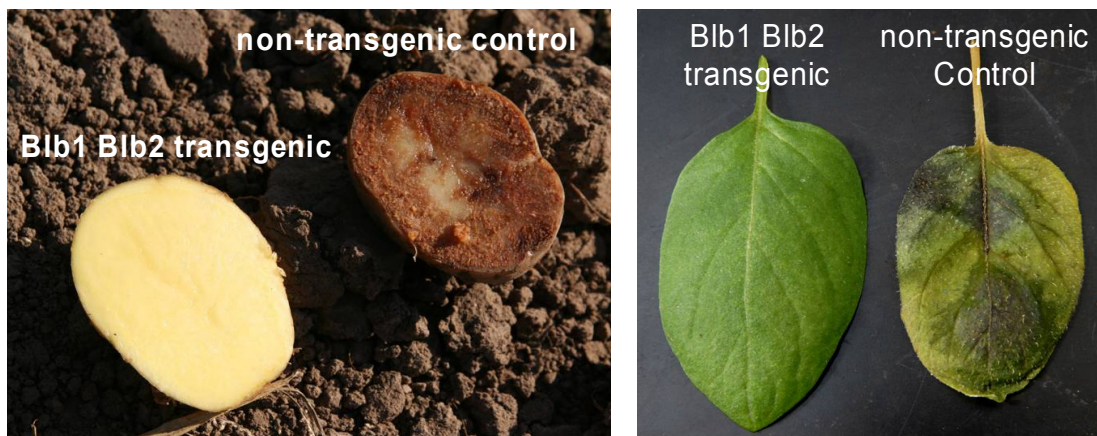
**B Doel van het project**

Het doel van dit project is aardappelen te ontwikkelen met een verbeterde weerstand tegen *Phytophthora infestans*, het organisme dat aardappelziekte veroorzaakt.

**C Onderzoekskader en beschrijving van de GMO****Inleiding betreffende aardappelziekte**

De oorsprong van aardappelen ligt in twee gebieden in Zuid-Amerika, in de hoge Andes, van het oosten van Venezuela tot het noorden van Argentinië, en in de laaglanden van zuid-centraal Chili. De aardappel werd in 1567 in Europa geïntroduceerd en vandaar wereldwijd verspreid. Tegenwoordig worden aardappelen overal in Europa verbouwd en worden wereldwijd als een van de belangrijkste landbouwgewassen beschouwd.

De tot de oomycetes behorende *Phytophthora infestans*, die bladvlekkenziekte veroorzaakt in diverse gewassen, blijft mondiaal de belangrijkste pathogeen in het grootste deel van de gebieden waar aardappelen worden verbouwd. Als de meteorologische omstandigheden bevorderlijk zijn voor de aanzet en verspreiding van een epidemie, dan heeft dit organisme de potentie om de gewassen in enkele weken tijd te verwoesten. De westerse wereld werd zich bewust van *Phytophthora infestans* door de verwoestende epidemieën van aardappelziekte rond 1840 in het noordoosten van de Verenigde Staten en Europa. De Ierse hongersnood is een bekend resultaat van deze vroege epidemieën.



[B1b1 B1b2 transgeen niet-transgene controle]

[B1b1 B1b2 transgeen niet-transgene controle]

**Afbeelding 1:** Genetisch gemodificeerde aardappelknol en bladeren geïnoculeerd met *Phytophthora infestans* vergeleken met de conventionele moederplant.

*Phytophthora infestans* is een van de ongeveer 70 *Phytophthora*-soorten die aantoonbaar de meest verwoestende pathogenen zijn van tweezaadlobbige planten. Ondanks een draderige, op schimmel gelijkende groeiwijze behoren ze tot de oomyceten en zijn nauwer verwant aan bruine algen dan aan schimmels. Terwijl het ziekteverwekkend vermogen van schimmels intensief is onderzocht, is er weinig bekend over de moleculaire genetica van het ziekteverwekkend vermogen van oomyceten of over pathogene moleculen die worden herkend door het verdedigingsmechanisme van de gastheer.

Thans is het beheersen van ziektes in de ontwikkelde landen gebaseerd op het erg vaak toepassen van schimmelwerende middelen. Veelvuldig sproeien met deze middelen tijdens het groeiseizoen vraagt grote investeringen van de boer, en kan daartoe leiden dat het pathogeen weerstand ontwikkelt tegen de actieve ingrediënten van de middelen die ter bescherming van het gewas worden toegepast wat kan leiden tot grote verliezen bij het oogsten van de aardappelen.

### Telen op weerstand

In de twintigste eeuw werd de ontwikkeling van nieuwe aardappelcultivars met een hoog weerstandsniveau tegen *Phytophthora infestans* als een alternatief voor het gebruik van bestrijdingsmiddelen gezien. Telers hebben door middel van introgressie de dominante resistentiegenen R1, R2, R3, R4 en R10 vanuit de wilde aardappelsoort *Solanum demissum* overgebracht in de *Solanum tuberosum*. Maar binnen enkele jaren waren diverse rassen van het pathogeen in staat de weerstand overwinnen die tot stand was gebracht door deze genen. Deze resistentiegenen bieden slechts weerstand tegen sommige geïsoleerde soorten van de *Phytophthora infestans*. Het doel van de aardappelteelt is nu aanvullende resistentiegenen toe te voegen die een breedspectrum resistentie bieden tegen aardappelziekte en deze door middel van introgressie over te brengen in moderne aardappelvariëteiten.

Een aantal functionele resistentiegenen van verschillende wilde aardappelsoorten is kortgeleden gekloond. Helaas wordt de klassieke overgang van weerstand van de meeste wilde *Solanum*-soorten naar de gecultiveerde aardappel vaak tegengehouden door verschillen in ploïdie en het endosperm getal (*Endosperm Balance number, EBN*).

De diploïde *Solanum bulbocastanum* uit Mexico en Guatemala is een van de knoldragende soorten die bekend staat om zijn hoge weerstandsniveau tegen aardappelziekte. Vanuit deze soort werden twee resistentiegenen, Rpi-blb1 en Rpi-blb2

genaamd, geïsoleerd en overgebracht naar de *Solanum tuberosum*. Deze resistentiegenen bieden een hoog resistentieniveau tegen een erg uitgebreide reeks geïsoleerde soorten *Phytophthora infestans* met complexe rasstructuren die meervoudige virulentiefactoren bij zich dragen.

Vanaf 2006 zijn deze genetisch gemodificeerde aardappelstammen al succesvol in het veld getest in Nederland, Zweden, het Verenigd Koninkrijk, de Tsjechische Republiek en Duitsland. Daarbij werden ze blootgesteld aan de lokale *Phytophthora infestans* stammen, met opmerkelijke resultaten (zie afbeeldingen 1 en 2).



[Bib 1 – Blb2 transgene planten]

[niet-transgene controleplanten]

**Afbeelding 2:** Genetisch gemodificeerde aardappelstammen geïnoculeerd met *Phytophthora infestans* vergeleken met de conventionele moederplant.

#### **De in genetisch gemodificeerde aardappelstammen ingebrachte genen worden geïntroduceerd**

Twee resistentiegenen Rpi-blb1 en Rpi-blb2 uit de wilde aardappel *Solanum bulbocastanum* voor het verbeteren van de weerstand tegen *Phytophthora infestans* werden overgebracht op conventionele aardappelsoorten via planttransformatie.

Een gen dat weerstand biedt aan imidazoline-herbiciden werd overgebracht naar de plantlijnen, waardoor een selectie van het genetisch gemodificeerde plantweefsel na transformatie mogelijk wordt gemaakt. Tolerantie voor imidazoline-herbiciden voor toepassing in de reguliere landbouw wordt niet beoogd.

#### **D Extra waarde van de doelbewuste introductie**

De geplande veldtest wordt uitgevoerd om deze genetisch gemodificeerde aardappelstammen te onderzoeken op verbeterde weerstand tegen *Phytophthora infestans* onder realistische Belgische klimatologische condities en grondcondities met plaatselijke *Phytophthora infestans*-stammen. De introductie zal ook een mogelijkheid bieden om potentiële interacties met het leefmilieu te onderzoeken door het optekenen en vergelijken van het voorkomen van andere ziekten en insecten.

**E Mogelijke invloed op de gezondheid van mens en dier en op het leefmilieu**

De genetisch gemodificeerde aardappelen wijken af van conventionele aardappelvariëteiten in hun weerstand tegen *Phytophthora infestans*, die tot stand komt via de ingebrachte resistentiegenen. Aardappelen bevatten al veel weerstandsgenen die weerstand bieden tegen andere plantenziektes, waarbij de meerderheid van deze genen tot de NBS-LRR klasse behoort. Van geen van deze genen is bekend dat zij toxische of allergische effecten in de menselijke gezondheid teweeg brengen. De ingebrachte genen komen op zeer lage niveaus tot uitdrukking via hun endogene promotors; dit leidt tot zeer lage hoeveelheden proteïnen in de planten.

De resistentiegenen die in de genetisch gemodificeerde aardappelen zijn ingebracht, behoren tot de NBS-LRR klasse; ze zijn zeer specifiek en beperkt tot soorten of zelfs tot rassen, in hun herkenning van doelorganismen. Behalve de effecten die ook reeds van toepassing zijn op de wisselwerking met niet-genetisch gemodificeerde aardappelen in de conventionele agrarische praktijk, worden dankzij het specifieke karakter van de herkenningsreactie uitsluitend effecten verwacht op het *Phytophthora infestans* organisme. Door een verminderde noodzaak tot behandeling met fungiciden kan een verhoging in de populaties van de organismen worden verwacht die niet tot de doelgroep behoren die reageren op de antischimmelbehandelingen. De totale invloed op organismen die niet tot de doelgroep behoren, wordt verwaarloosbaar geacht en er worden geen andere veranderingen in wisselwerking voorzien.

De geïntroduceerde selectiemarkergen wordt uitgedrukt als het enzym AHAS. Dit is een enzym dat in alle plantensoorten wordt gevonden en waarvan bekend is dat het geen toxische of allergene eigenschappen met zich meebrengt. De veiligheid van planten met een door AHAS tot stand gekomen tolerantie voor imidazoline-herbiciden is beoordeeld door de Canadese Gezondheids- en Veiligheidsinspectie [*Health Canada* en het *Canadian Food Inspection Agency*] voor imidazoline-tolerante maïs, rijst, koolzaad, zonnebloem, linzen en tarwe. In de Verenigde Staten wordt het voor imidazoline-herbiciden tolerante maïs, verkocht onder het label CLEARFIELD, sinds 1992 verbouwd, CLEARFIELD koolzaad sinds 1996 en CLEARFIELD tarwe sinds 2001.

Tijdens eerdere veldtesten zijn er bij de beoordeling op agronomische en fenotypische eigenschappen in vergelijking met de controlestammen geen veranderingen waargenomen in de voortplantingseigenschappen, noch in de verspreiding in de omgeving. Tijdens eerdere veldtesten zijn er bij de beoordeling op agronomische en fenotypische eigenschappen in vergelijking met de controlestammen geen veranderingen waargenomen in de overlevingskenmerken.

Het is onwaarschijnlijk dat de genetisch gemodificeerde aardappelen met verhoogde weerstand tegen *Phytophthora infestans* enige wijziging in hun wisselwerking met de abiotische omgeving zullen hebben, in vergelijking met niet-genetisch gemodificeerde aardappelen. Geen van de geïntroduceerde genen houden verband met vorst-, droogte- of zouttolerantie die leiden tot een gemodificeerde overleving van de knollen in de grond.

Er wordt niet voorzien dat de genetisch gemodificeerde aardappelen met verhoogde weerstand tegen *Phytophthora infestans* enige toxische, allergene of schadelijke effecten zullen hebben op de gezondheid van mens of dier, noch op de leefomgeving.

Op basis van de in het technische dossier gegeven informatie, de risicobeoordeling en de resultaten van de voorgaande veldtesten, wordt de totale invloed van het gedrag van de voorziene veldtest op de leefomgeving, en gezondheid van mens of dier, verwaarloosbaar geacht.

**F Controle en monitoren van de veldtest**

De locatie waarop de introductie plaatsvindt wordt beheerd volgens de conventionele agrarische praktijken. Tijdens transport en werkzaamheden worden de aardappelen duidelijk gelabeld, gescheiden van conventionele aardappelen en verpakt in een gesloten, uit twee lagen bestaande verpakking. Machines en machineonderdelen die voor het planten en oogsten worden gebruikt, worden ter plaatse gereinigd. Overtollig aardappel materiaal (knollen na planten of na oogst) wordt geïnactiveerd, bijvoorbeeld door verhitting of verhakselen.

Gedurende de gehele testperiode wordt een isolatieafstand van ten minste 10 meter in acht genomen ten opzichte van commercieel verbouwde, niet-genetisch gemodificeerde aardappelen. Echter, op de specifieke veldproeflocatie van deze aanvraag wordt geen aardappel geteeld binnen een straal van 150 m vanaf het plot waarin de genetisch gemodificeerde aardappelen staan.

Het oogsten vindt handmatig plaats. Overgebleven knollen die op het veld worden gevonden na het oogsten worden verzameld en van de locatie verwijderd om geïnactiveerd te worden. De uit de test afkomstige genetisch gemodificeerde aardappelknollen zullen niet worden gebruikt voor menselijke consumptie of diervoeder.

Gedurende het gehele verloop van de groeiperiode (ongeveer van april tot oktober) van de aardappelstammen zal het gebied waarin de aardappelen worden verbouwd, worden bezocht door *compliance* medewerkers en opgeleide medewerkers van BASF Plant Science die de introductie op vastgestelde tijden zullen observeren (minstens eenmaal per maand). Gedurende de periode waarin wordt verwacht dat *Phytophthora* zal optreden, wordt het veld minstens eenmaal per week geïnspecteerd.

Het eerste jaar volgend op de introductie gaat het monitoringprogramma op opslagplanten van start en het veld blijft ofwel braak liggen, of er wordt maïs verbouwd.

Gedurende dit monitoringprogramma op niet-aangeplante aardappelplanten wordt de locatie gecontroleerd op aardappelplanten die groeien uit aardappelknollen die de winter hebben overleefd (zogenaamde opslagplanten). Alle opslagplanten worden vernietigd. Indien in het eerste controlejaar opslagplanten opkomen, wordt het monitoringprogramma telkens met een jaar verlengd totdat er gedurende een heel seizoen geen opslagplanten meer worden gevonden.