

# Resistente aardappel hoopt op genade

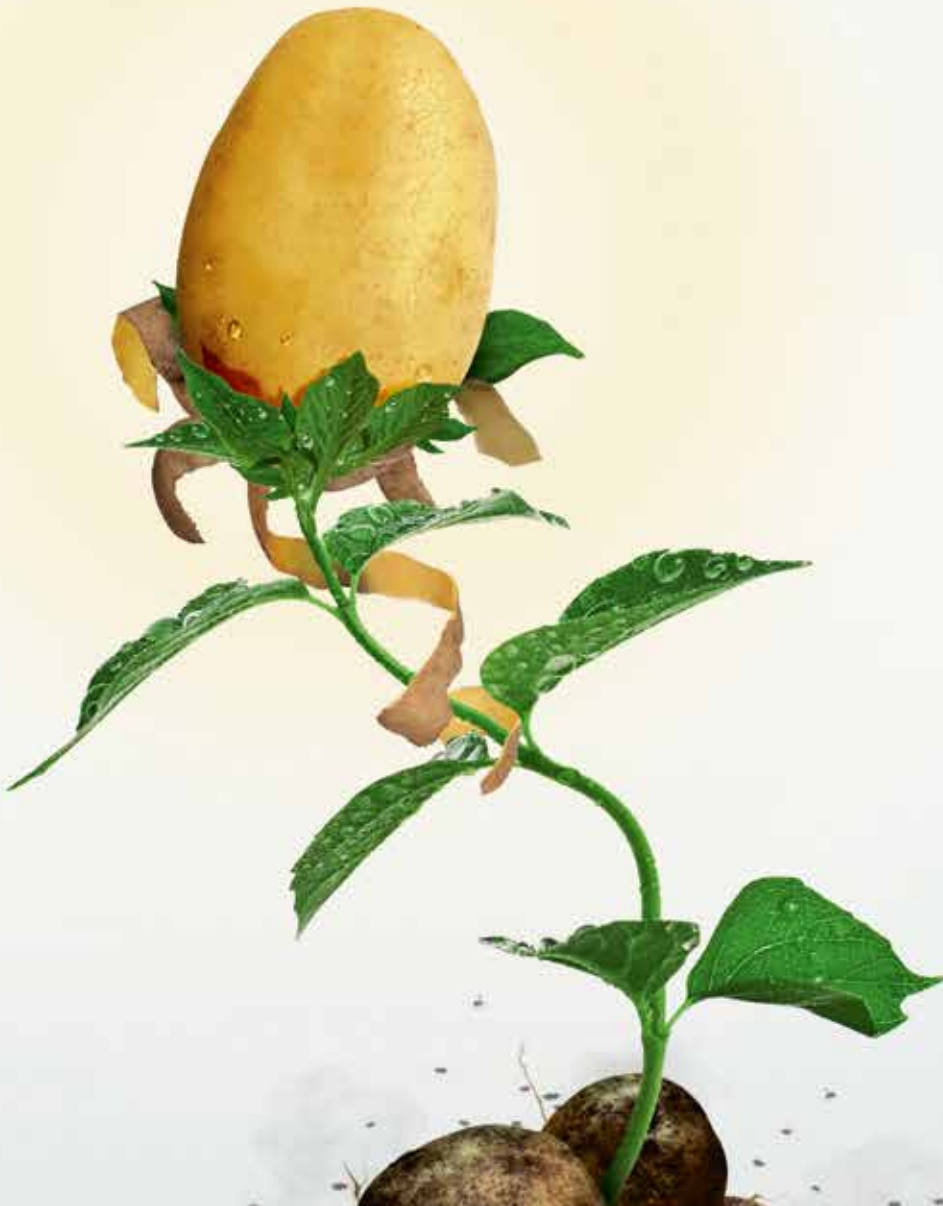
**Met Wageningse gentechnologie zijn aardappels te ontwikkelen die amper bestrijdingsmiddelen nodig hebben tegen de aardappelziekte fytoftora. Toepassing zou binnen vijf jaar resistente aardappelrassen kunnen opleveren, maar genetische modificatie ligt gevoelig en iedereen wacht met smart op bericht uit Brussel. ‘We hebben nog vier maanden voordat het pootgoed begint te verrotten.’**

TEKST ARNO VAN 'T HOOG ILLUSTRATIE JEROEN MURRÉ INFOGRAPHICS STEFFIE PADMOS

**D**e aardappelziekte fytoftora is letterlijk overal. In alle gebieden met aardappelteelt is in de bodem de besmettelijke waterschimmel *Phytophthora infestans* te vinden, een eencellige die zich razendsnel kan vermenigvuldigen en een oogst binnen enkele weken vernietigt. Om dat te voorkomen bespuiten Nederlandse boeren hun aardappelakker tien à zestien keer per seizoen met antischimmelmiddelen. De aardappelteelt is daarmee verantwoordelijk voor de helft van het bestrijdingsmiddelenverbruik in de Nederlandse landbouw. Kosten voor

de boer: zeshonderd euro per hectare aardappels. Gezamenlijk spenderen de Nederlandse telers ruim honderd miljoen euro per jaar aan de bestrijding van fytoftora, ook wel aangeduid als ‘aardappelziekte’. Wereldwijd lopen oogstverliezen door fytoftora richting de tien miljard euro per jaar. Afgelopen september is een langlopend project afgerond waarin Wageningse onderzoekers aardappelrassen hebben gemaakt die resistent zijn tegen aardappelziekte. Die rassen zijn met genetische modificatie voorzien van genen van wilde aardappel-

soorten uit Midden-Amerika. Fytoftora heeft er nauwelijks grip op; in veldproeven kon het verbruik van bestrijdingsmiddelen met tachtig procent omlaag. De gemodificeerde aardappelplanten lijken als twee druppels op de traditionele rassen. ‘Behalve als je op proefveldjes bestrijdingsmiddelen achterwege laat, dan zie je dat de opgepluste rassen echt anders zijn’, zegt projectleider agrosysteemkundige Anton Haverkort van Wageningen UR. ‘Die blijven doorgroeien, terwijl gewone planten ernaast verrotten. Het proefveld oogt na een paar weken als een groenbruin dambord.’ >



## ‘We wisten dat we binnen tien jaar een duurzaam resistente aardappel konden maken’



Er is ruim tien jaar verstreken, sinds een delegatie ambtenaren van diverse ministeries naar Wageningen kwam, op zoek naar projecten voor de toepassing van genetische modificatie in de landbouw. Haverkort: ‘In Den Haag bestond toen het gevoel dat Nederland een beetje achterliep. In geen ander land wordt zoveel verdiend aan pootgoed, bloembollen en zaai­zaden, maar aan genetische modificatie werd niets gedaan.’ Het Wageningse antwoord kwam bijna vanzelfsprekend uit op een project dat draait om aardappel en fytoftora, zegt Haverkort. Het is het belangrijkste Nederlandse akkerbouwgewas en aardappelziekte is een fors probleem. Bovendien was de Wageningse hoogleraar Evert Jacobsen een tijdje bezig met genetische modificatie van aardappel en hij had al een paar fytoftora-resistentiegenen ontdekt. ‘We konden dus een vliegende start maken; we wisten dat we binnen tien jaar een duurzaam resistente aardappel konden maken.’

Het voorstel kreeg al snel groen licht met tien miljoen euro subsidie uit aardgasbaten: het project DuRPh was geboren, een titel afgeleid van de Duurzame Resistentie tegen Phytophthora in aardappel. Het DuRPh-project heeft bewust voor een nieuwe vorm van genetische modificatie gekozen. Om de planten resistent te maken is alleen soort­eigen aardappel-DNA gebruikt. Dat wil zeggen: genen van wilde aardappelsoorten die ook via bestuiving met moderne aardappels kunnen kruisen.

### TRADITIONELE VEREDLING

Genetische modificatie die binnen de soortgrenzen blijft, heet cisgenese en wijkt af van transgenese, waarbij DNA van een andere plantensoorten of bacteriën wordt gebruikt. Transgene maïs en soja met genen uit bacteriën en virussen riepen de voorbije twintig

jaar veel vragen en discussie op over risico’s voor mens en milieu. Omdat cisgenese veel meer lijkt op de uitkomst van gewone veredeling, neemt het een deel van die bewaren weg. Haverkort: ‘We wilden met cisgenese een brug slaan met de traditionele veredeling. Cisgenese is wat moeilijker en duurder omdat het selecteren van de juiste gemodificeerde plantjes iets ingewikkelder is.’

De onderzoekers hebben tijdens het project vijftien resistentiegenen opgespoord in wilde aardappelsoorten. Die genen zorgen ervoor dat een plant fytoftora kan herkennen. Bij een eerste contact ontstaat daardoor een snelle afweerreactie, waardoor de ziekteverwekker geen voet aan de grond krijgt. Maar resistentie is nooit voor eeuwig. Doordat organismen doorlopend evolueren, kunnen er in de loop der jaren fytoftora-stammen ontstaan waar ook een resistente plant geen grip meer op heeft. De aardappel herkent z’n belager niet meer, waardoor de infectie om zich heen kan grijpen. Dat doorbreken van de plantenafweer is wel stukken lastiger als er meerdere resistentiegenen aanwezig zijn. De onderzoekers plakken daarom twee of drie verschillende resistentiegenen achter elkaar, om ze vervolgens in het DNA van aardappelcellen in te bouwen. De planten die uit deze cellen opgroeien worden uitgebreid getest op ziekte­weer­stand, maar ook of ze nog in alle andere opzichten lijken op het originele ras. Op die manier zijn drie aardappelrassen – Première, Désirée en Aveka – fytoftora-resistent gemaakt. Teelt op proefvelden leverde overtuigende resultaten op.

Bestrijdingsmiddelen zijn daarmee niet helemaal overbodig geworden, zegt Haverkort. ‘Het zou helemaal zonder kunnen, maar als het aardappel­loof in het najaar vergeelt, staat de afweer ook op een laag pitje en kan fytoftora toch z’n kans grijpen. Dan is een of

twee keer spuiten verstandig.’ Het is ook denkbaar dat fytoftora geleidelijk evolueert en zo een van de resistentiegenen dreigt te omzeilen; ook daarom is een beetje spuiten gewenst, zegt Haverkort.

Goed in de gaten houden hoe fytoftora zich ontwikkelt, zal altijd nodig blijven. Net als het afwisselen van aardappellijnen als fytoftora een resistentiegeen dreigt te omzeilen. Er is als het ware een reservebank met wissel­spelers nodig: hetzelfde aardappelras met telkens een andere combinatie van resistentiegenen. Daardoor krijgt fytoftora weinig kans zich aan de aardappelvariant aan te passen. Lijkt een resistentiegeen te worden doorbroken dan wordt die variant een paar jaar niet meer toegepast. De fytoftora-stammen die de resistentie hebben doorbroken, verliezen die eigenschap geleidelijk weer. Bij terugkeer op het veld na een aantal jaren heeft een resistentiegeen dus weer aan waarde gewonnen. Haverkort: ‘Door te monitoren en vijftien resistentiegenen in verschillende combinaties af te wisselen, kun je ervoor zorgen dat je fytoftora de baas blijft en je resistentiegenen niet waardeloos worden.’

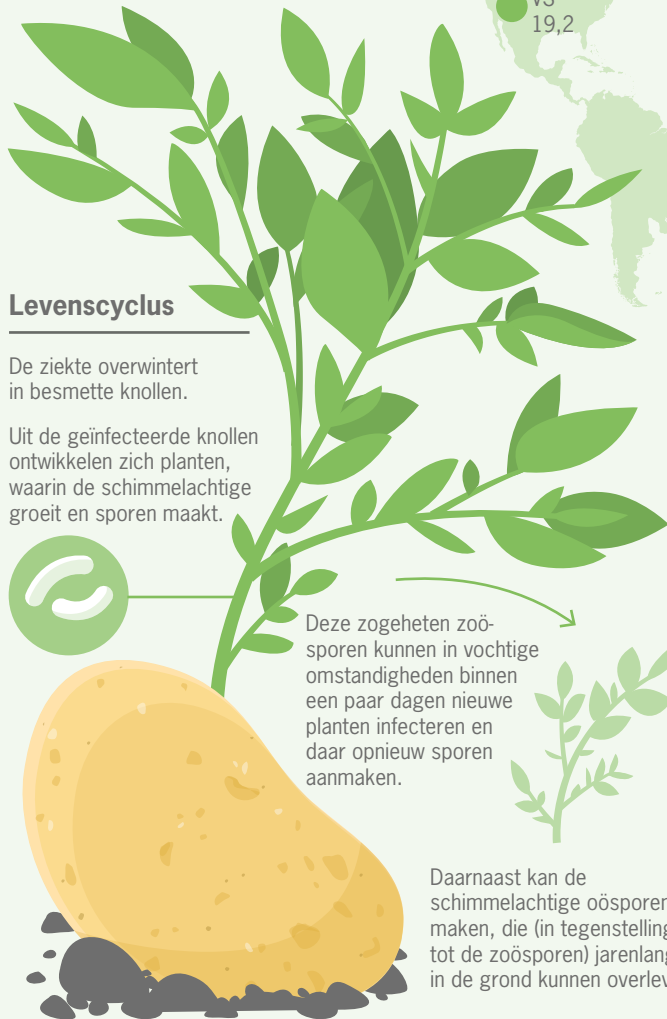
### INDRUKWEKKEND

‘Ik ben bij de proefvelden geweest. Die zijn indrukwekkend om te zien’, zegt Tanja van Oers, voorzitter van de begeleidings­commissie van DuRPh en senior beleidsmedewerker bij de Directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit van het ministerie van Economische Zaken. ‘Daar zie je dat resistente aardappels met nauwelijks gewas­bescherming groeien, terwijl gewone rassen afsterven.’

Het ministerie is erg enthousiast over wat er binnen DuRPh is ontwikkeld, zegt Van Oers. ‘Het is een mooi voorbeeld van een techniek die bijdraagt aan voedselzekerheid en duur-

## AARDAPPELTEELT EN AARDAPPELZIEKTE

De aardappelziekte fytoftora zorgt wereldwijd structureel voor enorme schade aan de aardappel oogst. De veroorzaker, schimmelachtige *Phytophthora infestans*, verspreidt zich razendsnel en kan een hele oogst binnen een paar weken vernietigen. Alleen al in Nederland kost bestrijding jaarlijks ruim 1400 ton aan antischimmelmiddelen.



### Levenscyclus

De ziekte overwintert in besmette knollen.

Uit de geïnfecteerde knollen ontwikkelen zich planten, waarin de schimmelachtige groeit en sporen maakt.

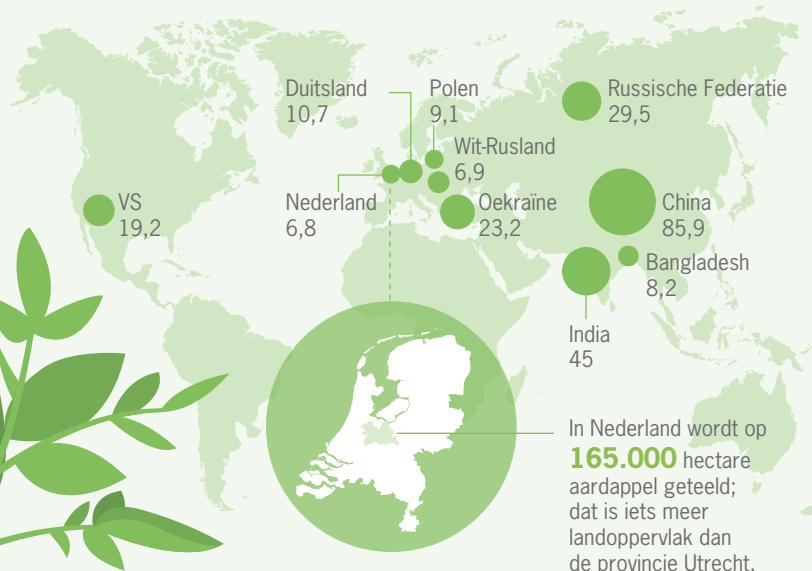
Deze zogeheten zoösporen kunnen in vochtige omstandigheden binnen een paar dagen nieuwe planten infecteren en daar opnieuw sporen aanmaken.

Daarnaast kan de schimmelachtige oösporen maken, die (in tegenstelling tot de zoösporen) jarenlang in de grond kunnen overleven.

## Aardappelteelt wereldwijd

Aardappel is nu wereldwijd het derde voedselgewas na tarwe en rijst. Met name in China en India neemt de productie snel toe.

Top tien aardappelproductielanden (in mln. tonnen)



In Nederland wordt op **165.000** hectare aardappel geteeld; dat is iets meer landoppervlak dan de provincie Utrecht.

### Schade en kosten

De gemiddelde wereldwijde opbrengstverliezen als gevolg van fytoftora worden geraamd op 22%. Om besmetting te voorkomen wordt wereldwijd meerdere malen per seizoen gespoten met antischimmelmiddel.

In Nederland bespuiten boeren hun aardappelakker **10 à 16** x per seizoen.

Jaarlijks kost dat **1424** ton aan bestrijdingsmiddelen. Kosten: **€ 61,1** mln.



De aardappelteelt is daarmee verantwoordelijk voor de helft van het bestrijdingsmiddelengebruik in de Nederlandse landbouw.

zaamheid, en deze aanpak is toepasbaar in de bestaande consumptieaardappelen. Daardoor kun je rassen binnen enkele jaren resistent maken. Dit past ook bij een van de doelen van het ministerie: terugdringen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.'

Sharon Dijkma, de voormalige staatssecretaris van Economische Zaken, heeft een presentatie gehad van de onderzoekers, zegt Van Oers. Zij zei toen dat ze hoopt dat het bedrijfsleven verder gaat met de toepassing van de cisgenesetechniek bij de productie van resistente aardappelrassen. Van Oers:

'De ontwikkelfase is gedaan met financiering van het ministerie, nu is het aan het bedrijfsleven om het op te pakken. De techniek is zo ver dat cisgene aardappelrassen snel op de markt gebracht zouden kunnen worden. We snappen ook dat Wageningen graag verder wil met dit >

## Genetische modificatie en klassieke veredeling

Het DuRPh-project heeft bij het ontwikkelen van fytoftora-resistente aardappel een nieuwe vorm van genetische modificatie toegepast: cisgenese. Alleen soort-eigen genen worden ingebracht, in dit geval aardappel-DNA van wilde aardappelsoorten. Dit wijkt af van transgenese, waarbij DNA van een andere plantensoorten of van bacteriën wordt gebruikt.



aardappelplant

**Cisgenese:** genen met gewenste eigenschappen worden uit een andere aardappelplant gehaald en overgezet.

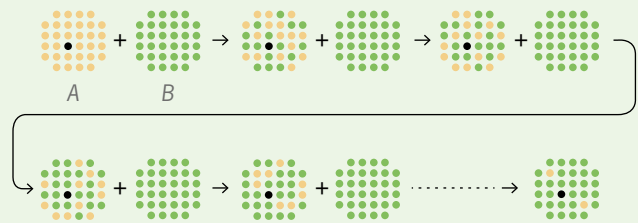


wilde  
aardappelplant

geteelde  
aardappelplant

**Klassieke veredeling:** herhaald kruisen van plant A en B; ook andere eigenschappen kruisen mee; selectie van planten met gewenste eigenschap, levert een steeds beter resultaat.

● gewenste eigenschap



bacterie

**Transgenese:** genen met gewenste eigenschappen worden uit niet-verwant organismen gehaald en overgezet.



bacterie

geteelde  
aardappelplant

onderzoek; wellicht kan dat in samenwerking met het bedrijfsleven. Dan kun je bijvoorbeeld denken aan financiering via het topsectorenbeleid, waarbij de overheid een bijdrage levert, maar het bedrijfsleven het voortouw neemt.'

Maar wil cisgenese echt interessant worden voor de het bedrijfsleven, zoals de aardappelveredeling, dan moet het stempel GGO (genetisch gemodificeerd organisme), of de Engelse variant GMO eraf. Dat zegt Robert Graveland, hoofd van de R&D-afdeling van aardappelveredelaar HZPC, de grootste producent van pootaardappelen in Nederland. Het bedrijf uit Joure levert pootgoed aan meer dan tachtig landen. Graveland ziet grote voordelen in deze technologie, maar HZPC past het alleen nog toe in een onderzoeksproject, en zeker niet binnen de veredeling van nieuwe rassen.

Op de site van het bedrijf staat niet voor niets een duidelijke non-GMO verklaring, die zegt dat alle geleverde rassen zonder genetische modificatie zijn verkregen. 'Onze klanten vragen een helder standpunt', aldus Graveland. Het geeft aan hoe de aardappelmarkt kijkt naar genetische modificatie, en zolang cisgenese in die categorie wordt ge-

plaatst, is het voor een veredelaar niet aantrekkelijk om met die techniek nieuwe rassen te maken.

'Bedrijven geven ook aan dat toelatingseisen hen op dit moment weerhouden om met cisgenese te beginnen', aldus Van Oers. Omdat de techniek onder GMO geschaard wordt, moeten ze veldtesten en risicobeoordelingen doen voor een cisgeen ras op de markt gebracht mag worden. 'We hopen dat de uitkomst van een analyse van de Europese Commissie daarbij gaat helpen.' De Commissie is bezig met een juridisch onderzoek naar de toepassing van wetgeving op nieuwe verdelingstechnieken. Misschien leidt dat tot een nieuwe inschaling voor cisgenese, met minder veeleisende procedures dan bij andere GMO's. In 2012 oordeelde de European Food Safety Authority (EFSA) al dat de risico's die cisgene plantenrassen opleveren voor de consument vergelijkbaar zijn met planten afkomstig van traditionele veredeling. Een coalitie van Europese milieuen consumentenorganisaties, waaronder Greenpeace en Friends of the Earth riep begin dit jaar in een open brief de Europese Commissie op om vooral geen uitzondering voor cisgenese te maken. Zij schatten de

risico's hoger in en vinden dat voor deze gewassen dezelfde testen en etiketteringsplicht moeten blijven gelden. Tegenstanders wijzen er al langer op dat het inbrengen van soorteigen genen dezelfde onverwachte en onvoorspelbare gevolgen kan hebben als het modifieren met soortvreemde genen. Een ingebracht gen landt op een willekeurige plek in het erfelijk materiaal van de plant en kan zo onbedoeld processen verstoren die uitmonden in de vorming van toxische of allergische stoffen. Of de jarenlange discussie over de beoordeling van cisgenese binnenkort eenvoudig zal worden beslist, is dan ook nog maar de vraag.

### OP DE MARKT BRENGEN

'Zo'n Europees oordeel hebben we echt nodig, want pas dan kunnen we gaan rekenen', zegt Graveland van aardappelveredelaar HZPC. 'Als de regelgeving niet verandert, en je verplicht bent om een dossier op te bouwen met veldtesten en risicobeoordelingen, dan wordt het erg lastig. Het op de markt brengen van een cisgeen aardappelras gaat dan tien jaar en tientallen miljoenen euro's kosten. Dat kunnen we onmogelijk terugverdienen. Of wij als bedrijf cisgenese in onze



## ‘De toelatingseisen weerhouden bedrijven om met cisgenese te beginnen’

gereedschapskist gaan opnemen, hangt dus echt af van wat de Europese overheid beslist.’

Graveland zit sinds 2006 in de begeleidingscommissie van DuRPh. Het project heeft volgens hem los van cisgenese al veel praktisch bruikbare kennis opgeleverd voor de veredeling. Veredelaars weten door het onderzoek inmiddels hoe resistentiegenen het beste combineren, dus kunnen ze nu met DNA-screening ouderplanten selecteren op hun genetisch profiel en vervolgens met elkaar kruisen. Zo kunnen met klassieke veredeling ook rassen worden gemaakt met nieuwe resistentiegenen tegen fytoftora. Volgens Van Oers ligt in die toepassing ook de waarde van DuRPh voor de biologische landbouw. ‘Genetische kennis uit het project helpt de veredeling, zonder dat daarbij per se cisgenese nodig is. Het mooie is dat er uitgebreid contact is geweest met het onderzoek aan fytoftora-resistentie voor de biologische sector.’ Hoewel klassieke veredeling ook resistentie tegen fytoftora kan bereiken, kost die route met tien à vijftien jaar wel meer tijd, zegt Graveland.

Cisgenese biedt nog een ander voordeel als veredelaars de conservatieve aardappelmarkt willen veroveren. Telers en verwerkers, zoals friet- en chipsfabrikanten, zijn gewend aan aardappelrassen die knollen leveren met een bekende vorm, zetmeelsamenstelling en bak-eigenschappen. ‘Ze stappen daarom niet snel over op een nieuw ras. Met cisgenese verbeter je alleen de resistentie, terwijl die vertrouwde ras-eigenschappen hetzelfde blijven. Dat is echt een plus ten opzichte van klassieke veredeling.’

Het is precies de reden waarom de Belgen via cisgenese een fytoftora-resistent Bintje willen maken. Bintje is een in Vlaanderen populaire friet-aardappel, maar het ras is zeer gevoelig voor fytoftora. Drie Vlaamse

instanties – Universiteit Gent, VIB en landbouwinstituut ILVO – willen daar verandering in brengen.

‘We hebben in 2011 en 2012 ervaring opgedaan met veldproeven in Wetteren met planten uit het DuRPh-project’, zegt René Custers van het Vlaams Instituut voor Biotechnologie (VIB). ‘Ik denk dat DuRPh echt momentum heeft gecreëerd; dat project ligt aan de basis van wat er vandaag allemaal mogelijk is. We hoeven geen nieuwe resistentiegenen te zoeken; we bouwen voort op onderzoek dat in Wageningen is gedaan.’

Als alles meezit staan in 2017 of 2018 de eerste veldproeven met Bintje-plus op de rol, zegt Custers, die in Wageningen moleculaire wetenschappen heeft gestudeerd. ‘We willen een Bintje maken met enkele goed werkende combinaties van resistentiegenen. Daarna volgt een ontwikkelingstraject met veldproeven en moet een commercialisatietraject gestart worden door een aardappelveredelaar.’ Ook in Vlaanderen wordt reikhalzend uitgekoken naar het oordeel van de Europese Commissie over cisgenese. Custers: ‘Zelfs als cisgene aardappels onder de bestaande regels blijven vallen, is het nog de vraag of voor zulke aardappelen dezelfde batterij aan veiligheidstesten moet worden uitgevoerd als voor veel transgene gewassen het geval is. Ik hoop dat dit een nieuwe discussie zal opleveren, want een fytoftora-resistentie aardappel is een heel belangrijk product. Via klassieke veredeling komen ook resistente rassen beschikbaar, maar die moeten zich nog bewijzen. En ze zullen geen meerdere resistentiegenen hebben, waardoor het moeilijker wordt om op termijn resistentie te behouden.’

Ook in het Engelse Sainsbury laboratorium, dat deze zomer nog met onderzoekers van Wageningen UR publiceerde over de ontdekking van een nieuw resistentiegen, is een

project in gang gezet waar met cisgenese een bestaand aardappelras fytoftora-resistent wordt gemaakt. De technologie is nu zo ver ontwikkeld dat het zowel in België als in Engeland mogelijk is binnen vier tot vijf jaar een resistent ras op de markt te brengen, schat Haverkort.

### KNOLLEN GEOOGST

Een vergelijkbaar Nederlands vervolg heeft zich nog niet aangediend. Wat er met de aardappellijnen uit het DuRPh-project gaat gebeuren, is onduidelijk. Onlangs zijn de knollen geoogst, maar of die komend voorjaar de grond in gaan, is afhankelijk van financiering. Het voortkweken kost zo’n dertigduizend euro per jaar. Een subsidieaanvraag werd door het ministerie van Economische Zaken afgewezen, al is behoud van de aardappellijnen wel onderdeel van de gesprekken die het ministerie voert met bedrijven over een vervolgonderzoek. Haverkort zou de DuRPh-lijnen graag aanhouden voor monitoring en demonstraties. ‘We kunnen ze in het lab als kleine plantjes laten doorgroeien, alleen duurt het dan twee seizoenen voordat je ze weer in het veld kunt laten groeien. Maar we hebben nog vier maanden de tijd om een oplossing te vinden, voordat het pootgoed begint te verrotten.’ Ondanks dit open einde, noemt Haverkort de resultaten van DuRPh vooral een droomuitkomst. ‘We hebben het wetenschappelijk en technisch echt heel mooi in de vingers gekregen. Het project is niet half mislukt omdat het nog niet in de landbouwpraktijk wordt toegepast. Het was natuurlijk mooi geweest als ons onderzoek de wetgeving had doen veranderen, maar dat was niet het doel. Dat zou bijvangst zijn geweest, en die laat nog even op zich wachten.’ ■

[www.wageningenur.nl/durph](http://www.wageningenur.nl/durph)