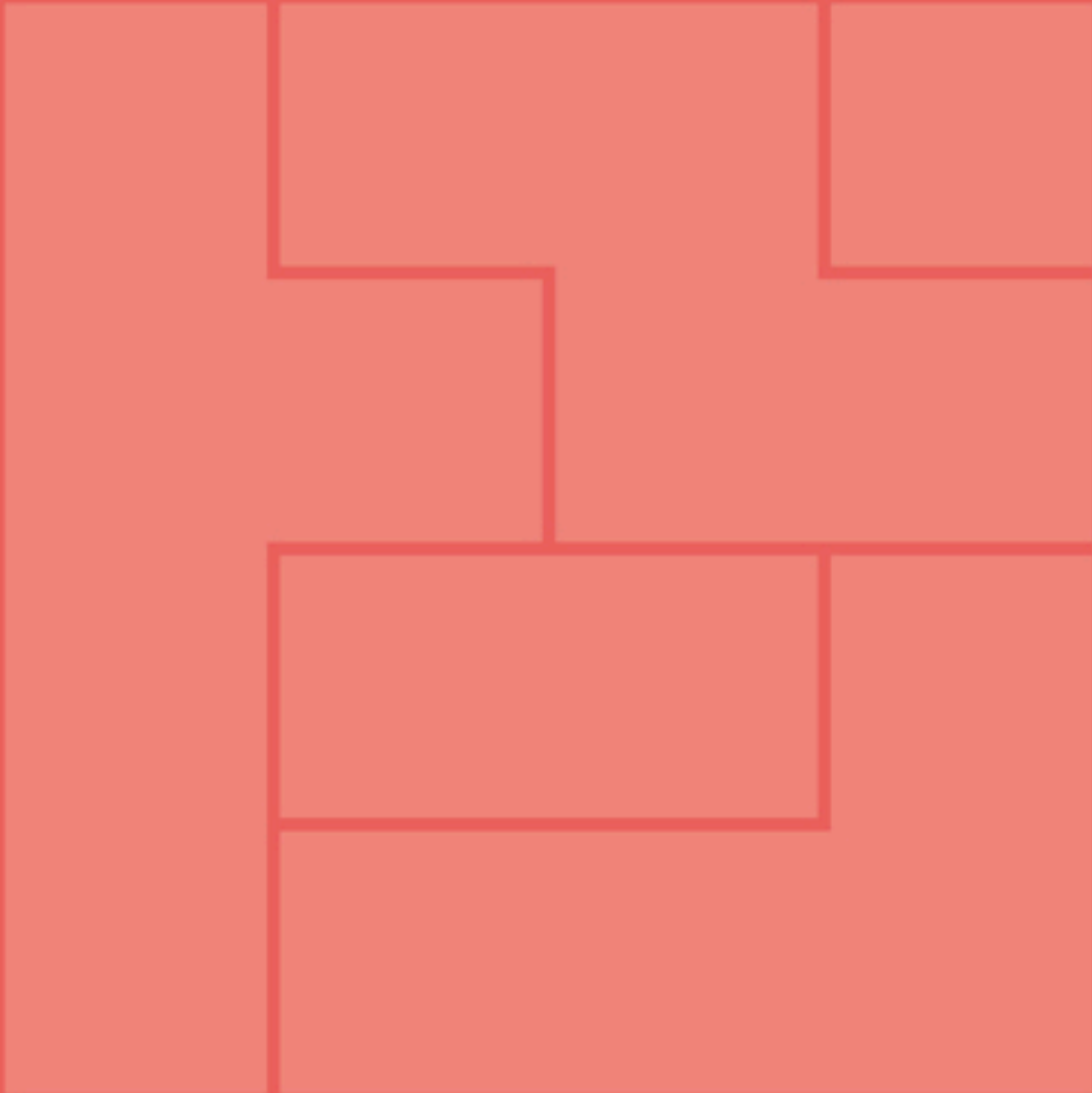


De kracht van platformen

Nieuwe strategieën
voor innoveren in een
digitaliserende wereld



Deze bijdrage over de aardappelverdeling is een hoofdstuk in de bundel ***De kracht van platformen*** – *Nieuwe strategieën voor innoveren in een digitaliserende wereld*. Deze bundel is samengesteld door en uitgegeven onder redactie van Maurits Kreijveld, Jasper Deuten en Rinie van Est van het Rathenau Instituut. Naast de aardappelverdeling worden een beschrijving gegeven van beschrijft aan de hand van appstores, het gebruik van sensoren in de zorg, 3D-printen en Crowdfunding.

Hoofdstuk 6

Aardappelveredeling: Oude eigenheimers in de puree?

door Huib de Vriend, Edith Lammerts van Bueren

“Wat me opvalt, is dat het gros van de aardappelkwekers nog op dezelfde manier werkt als honderdvijftig jaar geleden. Dat hobbykwekers nu nog in zo'n belangrijke mate de dienst uitmaken als het gaat om rassen kweken, zegt veel over de introducties van innovaties... De aardappel heeft gewoon een frisse wind nodig in de veredeling. Dat zal de winstgevendheid voor kweker en klant enorm verbeteren. Met moderne kweektechnieken gaan we de huidige trends zeker doorbreken.”

Aldus Philip von dem Bussche, directeur van het Duitse KWS SAAT AG, een van de vier grootste gewasveredelingsbedrijven ter wereld, in een interview naar aanleiding van de opening van een nieuwe faciliteit voor aardappelveredelingsonderzoek in 2013 (Delleman, 2013). Bluf en overschatting van de mogelijkheden van moderne kweektechnieken, of toch een aankondiging van belangrijke innovaties op het gebied van technologie en organisatie die de aardappelveredeling het komende decennium staan te wachten?

De biotechnologie ontwikkelt zich in hoog tempo. Niet alleen worden genetische modificatietechnieken steeds geavanceerder, ook de mogelijkheden van selectie op DNA-niveau zijn volop in ontwikkeling. Er wordt gewerkt aan het toepassen van een veredelingsstechniek waarmee in andere gewassen al veel eerder vooruitgang is geboekt. Deze technieken kunnen de ontwikkeling van nieuwe aardappelrassen versnellen en tegelijkertijd verstrekkende gevolgen hebben voor de manier waarop aardappels worden geproduceerd.

Dreigen Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen, die momenteel wereldwijd leidend zijn in de aardappelveredeling, deze slag te verliezen ten opzichte van de grote multinationals in de zaadindustrie met onderzoekslaboratoria elders? Hoe kunnen ze de moderne kweektechnieken zo in hun praktijk integreren dat ze hun internationale positie juist versterken?

Om antwoorden te vinden op deze vragen bekijken we ontwikkelingen in de aardappelsector vanuit het perspectief van innovatieplatformen. De architectuur van het platform is bepalend voor de rolverdeling tussen de verschillende actoren en hun machtspositie in het innovatienetwerk. We verkennen twee richtingen waarin het huidige ecosysteem van aardappelinnovaties zich zou kunnen bewegen. Tot slot benoemen we onderdelen van een mogelijk innovatieplatform dat gebruik maakt van zowel de kennis uit het lab als die van de teler op het land. Zo'n platform zou de coördinatie van de activiteiten van verschillende spelers kunnen bevorderen en daarmee bijdragen aan een versnelling van

het innovatieproces, een versterking van de positie van de Nederlandse spelers en een verduurzaming van de landbouw.

6.1 Het ecosysteem van aardappelinnovaties

Nederland is een aardappelland bij uitstek: marktleider in het ontwikkelen van nieuwe rassen, en groot in de productie van pootgoed, de kleine knollen waaruit nieuwe aardappelplanten groeien. Nederlandse veredelingsbedrijven en kennisinstellingen hebben een lange traditie van intensief samenwerken bij het ontwikkelen van nieuwe rassen. Daarbij worden ze geholpen door een open innovatiecultuur gebaseerd op goed ontwikkelde klassieke en ambachtelijke verdelingskennis, waarin kleinere en grotere kwekers en telers van pootgoed een relatief sterke positie hebben.

We bekijken nu het innovatie-ecosysteem waarin nieuwe aardappelinnovaties tot stand komen. Wie zijn de spelers, wat is hun rol en hoe zijn hun onderlinge relaties? De productieketen voor aardappelen kent een veelvoud aan actoren en een wirwar van verticale, horizontale en diagonale relaties. De kolom wordt schematisch weergegeven in figuur 6.1.

Figuur 6.1 - Waardeketen van de aardappelproductie

Hierin zijn de verschillende processtappen weergegeven van de ontwikkeling van een nieuw ras tot de consument. Bij elke stap horen andere spelers. De opeenvolgende schakels beïnvloeden elkaar. Geheel links zien we de ontwikkeling van nieuwe rassen. Dit ecosysteem staat in dit hoofdstuk centraal.



De concurrentie op de aardappelmarkt is hevig. Wereldwijd zijn er vijf grote aardappelverwerkers die samen 80% van de markt bezitten. 60% van de in Noordwest-Europa geproduceerde aardappelen wordt opgekocht door deze verwerkers. De verwerkingscapaciteit is de afgelopen tien jaar steeds verder toegenomen. Dit zien we bijvoorbeeld bij diepvriesaardappelen: hierbij wordt vrijwel uitsluitend op prijs geconcurrereerd. De inkopers vanuit grote retail- en foodserviceketens worden in deze markt steeds machtiger en kunnen harde prijzen bedingen (Rabobank, 2013).

De trend in de bedrijfskolom is dat de productie vaker gecontracteerd wordt door aardappelverwerkers zoals McCain en Lays, en door retailers zoals Albert Heijn en Jumbo. Het voordeel hiervan is dat prijsschommelingen worden gereduceerd en leveringszekerheid gewaarborgd. McDonalds heeft bijvoorbeeld lange termijn relaties met haar leveranciers: zij moeten een hele constante kwaliteit leveren. De verwerkers hebben

vanwege die kwaliteit ook weer lange termijn relaties met de telers. Verwerkers proberen vooral een sterke relatie op te bouwen met A-merken en proberen kwaliteit te garanderen. Aan de kant van de telers vindt steeds meer consolidatie plaats om tegenwicht te kunnen bieden aan de sterke inkopende partijen.

Nederland aardappelland

De aardappel is mondiaal bekeken het vierde gewas. Tot de top-tien van de aardappel producerende landen behoren niet alleen grote landen als China (1), Rusland (3) en de Verenigde Staten (5), maar ook Nederland (10) (FAOSTAT, 2014).

Op iets minder dan de helft van het Nederlandse aardappelareaal worden consumptieaardappelen geteeld. Een groeiend deel daarvan komt bij de consumenten op het bord in de vorm van frites en andere aardappelproducten.

Nederland heeft een uitstekend klimaat, grond en expertise voor de productie van kwalitatief goed en virusvrij pootgoed. Een kwart van het aardappelareaal is dan ook bestemd voor de teelt van pootaardappelen (CBS, 2012). Meer dan 1.800 telers produceren ruim 900.000 ton pootgoed, waarvan 70% wordt geëxporteerd. Hiermee is ons land veruit de grootste exporteur van pootgoed in de wereld.

Alhoewel de omzet van biologische aardappelen al jaren achtereen stijgt, schommelt het areaal biologisch geteelde aardappelen rond de 1.300 hectare, minder dan 1% van het totale aardappelareaal in Nederland; een belangrijke oorzaak voor het achterblijven van het areaal biologische aardappelen is het gebrek aan rassen met resistentie voor de aardappelziekte.

Vanwege grote prijschommelingen is de economische waarde van de Nederlandse aardappelproductie moeilijk te schatten. Sommigen schatten de waarde op 787 miljoen euro (Haverkort et.al., 2008). Een belangrijk deel daarvan wordt verdiend aan de export. In 2010-2011 exporteerde Nederland meer dan een miljoen ton consumptie- en zetmeelaardappelen en in 2012 werd bijna 780.000 ton pootgoed geëxporteerd (Gerbrandy, 2013). Daarnaast wordt in toenemende mate toegevoegde waarde gegenereerd in de verwerking tot allerlei aardappelproducten waaronder gemaksvoding zoals frites en aardappelschijfjes.

Nederland is ook een van de leidende landen in de aardappelveredeling. Wereldwijd zijn er zo'n 4.000 rassen waarvan zo'n 1.150 in de Nederlandse rassenregister staan. Europa telt ongeveer 70 aardappelveredelingsbedrijven, waarvan de meerderheid in Nederland, Duitsland, Frankrijk, Engeland en Polen zijn gevestigd.

De Nederlandse supermarkten hebben een aandeel van 77% in de markt voor verse aardappelen, groenten en fruit (HBD, 2011). In de ons omringende landen zien we vergelijkbare marktaandelen. Het grootwinkelbedrijf betreft aardappelen van een beperkt

aantal vaste leveranciers. Daarbij worden in beperkte mate lange termijnafspraken gemaakt over omvang, prijs en levertijdstip en worden er specificaties afgegeven voor de kwaliteit, inclusief de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen, en de verpakking van de te leveren producten (Bunte, Kuiper, Van Galen & Goddijn, 2003).

Voor de supermarkten is voldoende volume van hetzelfde ras gedurende het hele jaar van belang. Dat betekent bijvoorbeeld dat een ras goed te bewaren moet zijn om deze het hele jaar te kunnen leveren. Steeds meer wordt aardappel als gewassen product verpakt. Hierdoor worden oneffenheden en gebreken niet langer onder een laagje klei bedekt en moet de schil glad zijn zonder diepe ogen. Voor de kant-en-klaar producten als voorgedroogde schijfjes moet het ras in gedroogde toestand niet verkleuren en vastkokend zijn in plaats van kruimig. Dergelijke eigenschappen gaan steeds meer de bovenaan voeren. De spelers in de productieketen van de aardappel zijn door alle afspraken en contracten behoorlijk aan elkaar vastgeketend. Aardappelverwerkers en supermarkten zijn, door de toegenomen verticale integratie in de keten, zeer bepalend voor wat er in de hele keten gebeurt tot aan het begin ervan. Hun streven naar een jaarrond uniforme kwaliteit zet een druk op de diversiteit in rassen.

Aardappelinnovaties

Hoewel er al erg veel aardappelrassen op de markt zijn, is aardappelveredeling nog steeds een belangrijke activiteit. De sector staat voor grote uitdagingen om te voldoen aan de eisen van een moderne, economisch verantwoorde en duurzame landbouw zowel in Europa als voor ontwikkelende landen (Bradshaw, 2007), zoals verbeterde stressbestendigheid door water- en nutriënte-efficiëntie en resistenties tegen de belangrijkste ziekten en plagen. Daarnaast moet worden voldaan aan de consumentenverwachtingen rond gemaksvoesel, gezondheidsaspecten, smaak en nieuwe producten. Consumenten en de verwerkende industrie stellen eisen aan de kook- en bakkwaliteit of andere verwerkingskenmerken zoals een mooie ronde vorm voor het schillen. Opbrengst blijft een belangrijk veredelingsdoel en dan vooral gericht op verbreden van teeltareaal in een veranderend klimaat. Daarom proberen veredelaars het gewas tolerant te maken voor zout en droogte en rassen te ontwikkelen die resistent zijn voor ziekten en plagen. Een van de belangrijkste veredelingsdoelen om de grote hoeveelheid benodigde bestrijdingsmiddelen terug te dringen, is resistentie voor de verwekker van aardappelziekte, de schimmel *Phytophthora infestans*.

Het verbeteren of verdelenvan aardappelen is een complexe aangelegenheid. Dat komt door de enorme genetische variatie van de aardappel. Hierdoor duurt het ontwikkelen van een ras van kruising tot registratie en marktintroductie zo'n tien tot vijftien jaar. Bovendien kan een ras ook na succesvolle marktintroductie onder specifieke jaaromstandigheden alsnog door de mand vallen en afgevoerd worden. Het introduceren van hele nieuwe eigenschappen, bijvoorbeeld uit wilde verwanten, die nog niet of nauwelijks in bestaande rassen voorhanden zijn duurt nog langer, zo'n vijftien tot twintig

jaar. Innovaties in de aardappelindustrie gaan dus relatief langzaam. Mede daarom worden de oude aardappelrassen zoals het Bintje (uit 1910) en de Eigenheimer (1895) nog altijd verbouwd. Het is dus niet verwonderlijk dat er wegen worden gezocht om die tijd te verkorten met moderne technieken.

Ambachtelijke eigenheimers

Het ontwikkelen van nieuwe aardappelrassen verloopt altijd nog via klassieke veredeling, een eeuwenoude traditie. Hierbij worden twee planten gekruist, wat nakomelingen met een grote variatie aan eigenschappen oplevert. Het is vervolgens de uitdaging om hieruit planten te selecteren met de gewenste of meest gunstige eigenschappen (Tiemens-Hulscher et al., 2013).

Het kruisen en selecteren is een arbeidsintensief werk dat neerkomt op het reduceren van de talrijke opties en diversiteit in planten en eigenschappen. Er gaan meerdere seizoenen op het veld overheen voordat de eigenschappen van de nakomelingen kunnen worden vastgesteld en bepaald kan worden welke nakomelingen het meest gewenst zijn. Na een gerichte kruisbestuiving laat men de bevruchte bloemen uitgroeien tot bessen, waaruit zaden worden gewonnen. Een gemiddelde kruising levert tientallen tot honderden zaden op die genetisch allemaal anders zijn. In ongeveer vijf rondes worden knollen geselecteerd en wordt het aantal teruggebracht tot enkele veelbelovende exemplaren die vervolgens nog een aantal jaren getoetst worden door ze op veel verschillende velden te telen. Alles bij elkaar duurt dit proces tien tot twaalf jaar. Daarna kan de procedure gestart worden om het ras toegelaten te krijgen op de markt.

Bij het selecteren van de vele opties en het terugbrengen tot enkele kansrijke variëteiten, wordt gebruik gemaakt van een uniek netwerk van ongeveer 150 boerenkwekers. Dit zijn kleine kwekers die dit vaak uit liefde voor het vak doen naast hun andere activiteiten als teler (Kuipers, 2002). De helft van de Nederlandse rassen komt voort uit dit systeem met boerenkwekers.

Rolverdeling in het innovatie-ecosysteem

We bekijken nu het innovatie-ecosysteem van de aardappelontwikkeling. Dit betreft spelers die zich bezig houden met het ontwikkelen van nieuwe rassen en eigenschappen, de productie van pootgoed en het verhandelen hiervan (zie Figuur 6.1). In dit ecosysteem zijn diverse partijen betrokken met meerdere rollen en onderling complexe samenwerkingsrelaties en afhankelijkheden.

Onderzoeksinstellingen

Wageningen UR vervult een centrale rol in het Nederlandse aardappel-ecosysteem. Het onderzoeksinstituut is internationaal leidend op het gebied van aardappelonderzoek en de ontwikkeling van moleculaire markers en genetische technieken zoals *cisgenese*. Bin-

nen het Wageningse Centre for BioSystems Genomics is tussen 2003 en 2013 door universiteiten, bedrijven en brancheorganisaties pre-competitief genomicaonderzoek verricht, gericht op productiviteit, kwaliteit en duurzaamheid in aardappel (CBSG, 2013). Daarnaast zijn er gespecialiseerde biotechbedrijven zoals het Nederlandse Keygene, dat technieken en gereedschappen zoals merkers ontwikkelt en diensten levert aan veredelaars. De grote internationale bedrijven hebben eigen onderzoekslaboratoria waarin zij kennis ontwikkelen. Voor de biologische landbouw is met name Louis Bolk Instituut, al of niet in samenwerking met Wageningen UR, actief op het terrein van aardappelonderzoek. Dat onderzoek is onder meer gericht op optimalisatie van de bemesting en pootgoedteelt, veredeling en vermarkting van biologische aardappelen.

Veredelaars

Nederland telt vijf grote veredelaars die zich richten op het veredelen van aardappelen. Agrico, HZPC, Meijer, KWS Potato en Averis Seeds. Agrico en HZPC zijn coöperaties, Meijer is een familiebedrijf, KWS Potato is een groot Duits internationaal bedrijf en Averis Seeds is een dochterbedrijf van Avebe, een producent van zetmeel. Deze bedrijven hebben alle in meer of mindere mate een eigen moleculair laboratorium waarin ze zich op dit moment vooral richten op het ontwikkelen en toepassen van merkertechnologie. Dergelijke grote bedrijven hebben ook eigen handelshuizen die pootgoed produceren. Deze handelshuizen organiseren ook de teelt en handel van consumptieaardappelen voor de retail en industrieaardappelen voor de verwerkende industrie. Zulke bedrijven hebben de drie processtappen van het ontwikkelingsproces geïntegreerd en door consortia te vormen hebben ze schaalgrootte.

Daarnaast zijn er nog zo'n acht middelgrote aardappelveredelingsbedrijven die een eigen kweekprogramma hebben en een eigen handelshuis hebben, of samenwerken met een ander handelshuis. Dan zijn er nog zo'n zes kleine kweekbedrijven en een zestal buitenlandse bedrijven die in Nederland een verkooppunt hebben (Lammerts van Bueren & Van Loon, 2011). De middelgrote en kleine kweekbedrijven hebben zelf geen eigen moleculair lab en maken nog weinig gebruik van merkertechnologie. Bij deze bedrijven wordt nog op traditionele wijze geselecteerd op basis van visuele kenmerken en ziekte-toetsen. Ook al lopen ze in zekere mate achter bij de grotere bedrijven die sneller toegang hebben tot nieuwe eigenschappen, ze weten zich te handhaven met succesvolle rassen. Daarbij maken ze slim gebruik van bestaande aardappelrassen om de beste eigenschappen door middel van een kruising te combineren. Deze bedrijven werken veel samen met de pootgoedtelers en boerenkwekers.

Telers van pootgoed, consumptieaardappelen en industrieaardappelen

Voor het op grote schaal telen van aardappelen is uitgangsmateriaal nodig. Bij aardappelen zijn dat in de regel geen zaden maar knollen, waaruit aardappelplanten groeien die nieuwe aardappelen produceren. Dit uitgangsmateriaal wordt geproduceerd door gespecialiseerde telers die een hoge kwaliteit en virusvrij pootgoed kunnen leveren.

Voor Nederland is dit een economisch belangrijke sector, vooral vanwege de wereldwijde export.

De pootgoedtelers hebben meestal een contract met een handelshuis om een bepaalde hoeveelheid pootgoed te vermeerderen. Ook de telers van consumptie- of industrie-aardappelen werken veelal via een contract met een handelshuis of rechtstreeks met de verwerkende industrie.

Handelshuizen

Het organiseren van zowel de pootgoedteelt als de teelt van consumptie- of industrie-aardappelen wordt uitbesteed aan een handelshuis dat aan een of meerdere veredelingsbedrijven is verbonden. Het handelshuis verkoopt de oogst door aan verpakkers, retail of de verwerkende industrie. De twee grootste pootgoedhandelshuizen in Nederland zijn HZPC en Agrico U.A. Samen zijn ze goed voor ongeveer 80% van de Nederlandse pootgoedproductie (Hazeu & Silvis, 2011). Beide bedrijven realiseren ongeveer 15-25% van hun omzet uit consumptieaardappelen. Agrico en HZPC doen bovendien ook zelf aan veredeling.

De bulk van het pootgoed is bestemd voor de productie van aardappelen voor de verwerkende bedrijven zoals Aviko, McCain, Lamb Weston Meijer en Farm Frites, die samen een marktaandeel hebben van 87%. Het overige deel is meestal bestemd voor de productie van tafelaardappelen en vindt z'n weg naar gecontracteerde telers via kleinverpakkers en inkooporganisaties/importeurs. Soms verkoopt de veredelaar of het handelshuis het pootgoed rechtstreeks aan telers, die vervolgens vrije keuze hebben aan wie zij hun oogst verhandelen.

De grotere handelshuizen zijn verbonden aan een kweekbedrijf. De handelshuizen zijn in staat een ras voor een kweekbedrijf te vermarkten en groot te maken in de wereld. De handelshuizen nemen daarbij nog andere taken op zich. Ze innen de licentiegelden voor de kweker en nemen maatregelen als daarmee verkeerdt wordt omgegaan. Plantum, de branche organisatie, lobbyt bij de politiek over zaken als kwekersrecht en octrooien om de positie van de Nederlandse veredelaars te behartigen.

Boerenkwekers

Aardappelveredelingsbedrijven schakelen veelal boerenkwekers in bij de selectie van hun klonen. Daardoor neemt het aantal handen en ogen in de selectie toe. Dat vergroot de kans dat goede rassen worden gevonden. Nederland kent al lang dit unieke systeem met zo'n 150 boerenkwekers. Op enkele uitzonderingen na zijn dit gespecialiseerde aardappel telers die in clusters aan commerciële kweekbedrijven verbonden zijn (Lammerts van Bueren & Van Loon, 2011). Op basis van *no-cure/no-pay*-contracten nemen zij een deel van de selectieactiviteiten voor hun rekening. Daarom worden ze ook wel *hobbykwekers* genoemd.

Deze boerenkwekers nemen veel werk uit handen van het kweekbedrijf, omdat ze de vroege selectie uitvoeren en uit de bulk van nakomelingen de beste weten te selecteren. Ze gebruiken hun ambachtelijke kennis bij de selectie en de teelt van de aardappel. De boerenkweker bespreekt jaarlijks met de veredelaar welke doel hij voor ogen heeft en dus welke kruisingen hij interessant vindt, omdat die bijvoorbeeld goed bij zijn grondsoort passen en of waarvoor hij nog een gat in de markt ziet. Het kweekbedrijf maakt de kruising, meestal met planten in een kas, soms ook met planten op het veld. De boerenkweker ontvangt jaarlijks enkele honderden zaden of kloontjes om in te selecteren. De naar het oordeel van de boerenkweker beste klonen worden aan het kweekbedrijf teruggegeven voor verdere selectie. Als een van de klonen de daaropvolgende strenge selectie doorstaat en een ras wordt, worden de royalties over het areaal pootgoed van dat ras verdeeld tussen kweekbedrijf en boerenkweker, meestal in de verhouding 50-50%.

Enkele grote kweekbedrijven hebben elk zo'n dertig tot veertig boerenkwekers aan zich gebonden. Andere bedrijven werken liever zonder boerenkwekers en hoeven dus ook geen royalties te delen.

Van de ongeveer 350 aardappelrassen in Nederland is ongeveer de helft door boerenkwekers en vrije kwekers ontwikkeld. Zij hebben dus een essentiële rol gespeeld bij het op de kaart zetten van Nederland als aardappelland. Tachtig procent van de boerenkwekers krijgt gratis zaden of kloontjes van kweekbedrijven. De rest, waaronder de vrije kwekers, kruist (deels) zelf.

Het aantal boerenkwekers neemt af. In de jaren zestig van de vorige eeuw waren er 250 kwekers, nu nog 150. Voor een deel komt dit door de vergrijzing. De instroom van jonge kwekers is te klein om de uitstroom te compenseren. Tijd is een belangrijke factor bij de beperkte instroom. De boerenkweker is elk jaar veel tijd kwijt aan het planten van de klonen, het selecteren en het bijbehorende administratieve werk om alle klonen goed uit elkaar te houden. Het duurt minstens tien jaar voordat een kloon uiteindelijk de kans krijgt een ras te worden. Geld verdienen aan het kweekwerk is voor weinigen weggelegd. Deze hobbykwekers vinden het vooral eervol als een ras dat zij hebben ontwikkeld op de markt wordt gebracht, en zien het niet als een serieus verdienmodel. Wie geluk en geduld heeft, kan op den duur enkele duizenden euro's per jaar verdienen.

6.2 Genomics brengt nieuwe innovatiedynamiek

Gedurende de afgelopen 30 jaar is er veel nieuwe kennis over de genetica van de belangrijkste gewassen ontwikkeld, waaronder de aardappel. Er is kennis ontwikkeld waarmee het mogelijk wordt om op het niveau van de DNA-code genetische eigenschappen vast te stellen, en technieken waarmee aan die DNA-code kan worden gesleuteld. Deze expertise wordt aangeduid als *genomics*.

Met deze nieuwe kennis en technieken kunnen gericht nieuwe eigenschappen en rassen ontwikkeld worden, wat het innovatieproces aanzienlijk kan versnellen. Tegelijkertijd zorgt de opkomst van genomics voor een nieuwe werkverdeling en nieuwe toetreders in het innovatie-ecosysteem.

We bespreken de belangrijkste ontwikkelingen en bekijken vervolgens het effect dat deze gehad hebben op de sectorstructuur bij andere gewassen. Dat levert een beeld op van de nieuwe innovatiedynamiek en geeft ons houvast om verder te denken over de verschillende platformstrategieën.

DNA-technieken in opkomst

Met behulp van nieuwe kennis over de genetica worden de erfelijke eigenschappen van een plant vastgesteld in de vorm van een genetische code. De eigenschappen van de plant corresponderen met delen van deze code, de zogenoemde DNA-sequenties. Er is inmiddels een uitgebreide gereedschapskist om genetische eigenschappen te identificeren, isoleren en desgewenst te wijzigen. Naast biologische kennis over de functies en over het overdragen van genen, wordt volop geprofiteerd van de snelle vooruitgang in data-analyse, data-verwerking en visualisatietechnieken uit de bio-informatica. Hiermee kan al kort na het kruisen vastgesteld worden wat de eigenschappen van de grote aantallen nakomelingen zijn.

De DNA-code van aardappel

Een belangrijke stap voor het inzetten van DNA-technieken bij het ontwikkelen van nieuwe aardappelrassen was het genetisch ontleden van de aardappel. In 2011 publiceerde het Potato Genome Sequencing Consortium, bestaande uit zeventien instellingen uit vijftien landen de DNA-volgorde van het aardappelgenoom (Potato Genome Sequencing Consortium, 2011; Kircher & Kelso, 2010).

Via een publieke website is het aardappelgenoom te bekijken en kan gezocht worden naar genen met interessante eigenschappen. Dit soort informatie levert een belangrijke bijdrage aan het onderzoek naar de erfelijke grondslagen van de eigenschappen van dit gewas en toepassingen in de veredeling. Het heeft onderzoekers en veredelaars de beschikking gegeven over systematische informatie over het DNA van de gehele genenpool van de aardappel, zowel van bestaande cultuurrassen als van wilde verwanten. Verwacht wordt dat de wilde aardappelplanten resistenties bevatten tegen ziektes en plagen dan wel andere teelt- of consumptie-eigenschappen bezitten, die in de huidige cultuurrassen ontbreken.

Hoewel de DNA-volgorde van het aardappelgenoom bekend is, is dit pas het begin. Er is nog veel onderzoek nodig om de betekenis van alle gevonden DNA-sequenties te begrijpen, en te weten voor welke eigenschappen die coderen. Bepaalde eigenschappen komen pas tot expressie wanneer de plant uitgroeit en worden in meer of mindere mate

beïnvloed door omgevingsfactoren zoals de bodemgesteldheid, temperatuur en neerslag.

Merkergeïstuurde veredeling

Een belangrijke techniek die op deze kennis voortbouwt is de moleculaire merkertechologie. Moleculaire merkers zijn kleine specifieke stukjes DNA-code in de plant zelf die gerelateerd zijn aan een bepaalde eigenschap. Heeft een plant dit stukje code in zijn DNA, dan zal hij hoogstwaarschijnlijk ook de bijbehorende eigenschap hebben. Bepaalde eigenschappen zijn gerelateerd aan een enkel gen. Andere, zoals droogte-, temperatuur- en zouttolerantie berusten meestal op een combinatie van genen, waarbij hun werking ook van omgevingsfactoren afhankelijk is en zijn dus veel complexer. De ontwikkeling van nieuwe merkers is in volle gang.

Dankzij merkers kan een veredelaar op basis van de analyse van een monster uit het blad of het zaad nagaan of de betreffende merker ook in de nakomeling aanwezig is, en daarmee dus ook de gewenste eigenschappen. Daarvoor hoeft de plant dus niet eerst uit te groeien tot een volwaardige plant met zaden of knollen. Bovendien is het mogelijk om te selecteren op eigenschappen die met het blote oog of met andere detectietechnieken niet of moeilijk zijn waar te nemen. Ervaren telers zijn in staat om verschillende rassen te onderscheiden, maar alleen zolang de onderlinge variaties groot genoeg zijn.

Voor de simpel overervende eigenschappen kan dus in het laboratorium al snel na het kruisen een eerste selectie gemaakt worden van de interessante nakomelingen met gunstige eigenschappen. Vervolgens kunnen de geselecteerde planten op het veld worden geselecteerd op andere eigenschappen waar geen merkers voor zijn of die pas tijdens de groei tot expressie komen. Merkers kunnen dus ook helpen om het klassieke proces van veredeling via kruisingen te versnellen. Sommigen verwachten dat merkertechologie belangrijker zal zijn voor de versnelling van de veredeling dan het gebruik van genetische modificatietechnieken (Greenpeace, 2009).

Voor de eerder besproken, meer complexere eigenschappen levert de merkertechologie veel kennis op, maar zal in veel gevallen nog niet direct tot praktisch bruikbare veredelingstools opleveren. Daarvoor is nog veel onderzoek noodzakelijk.

Hybridisatie

Hybridisatie is een techniek die in groentegewassen en verscheidene akkerbouwgewassen al vele decennia wordt toegepast om de veredeling doelgerichter te maken. Door een proces van kunstmatige en herhaalde inteelt –via zelfbestuiving– wordt een kruisingsouder homogener. De nakomelingen van een kruising tussen twee ingeteelde ouderlijnen, een mannelijke en een vrouwelijke, vertonen hierdoor meer uniformiteit. Bovendien gaat dit en vaak gepaard met een sterke toename van de opbrengst. Dankzij hybridisatie is de opbrengst van maïs tussen 1930 en 2000 meer dan verdubbeld.

Lukte het tot voor kort niet om hybride aardappelen te kweken, het in 2011 opgerichte Solynta is er door het opheffen van een specifiek gen nu toch in geslaagd (Lindhout et al., 2011). Met hybridisatie zou de veredeling in de aardappel veel simpeler kunnen worden zou het mogelijk worden om bepaalde gewenste eigenschappen, zoals kwaliteitskenmerken, efficiënter in te kruisen. Hybridisatie vergroot de voorspelbaarheid en snelheid van de veredeling. Net als in de tomaten- en maïsveredeling zou de hybridisatie in aardappel kunnen uitgroeien tot een enorme driver achter innovaties en kunnen er veel sneller nieuwe rassen worden ontwikkeld. Of hybridisatie in de aardappel ook tot een hogere opbrengst zal leiden zoals dat bij andere gewassen vaak het geval is, moet nog blijken.

De haalbaarheid van deze technologie voor grootschalige toepassing in aardappel wordt op dit moment nog volop onderzocht. Wanneer de techniek slaagt, dan kan het ertoe leiden dat aardappelen voortaan direct uit zaden in plaats van knollen worden geteeld. Dat zou een grote invloed hebben op de voor Nederland zo belangrijke pootgoedindustrie. Zaad heeft diverse voordelen ten opzichte van knollen. Zaden kunnen veel sneller in grote hoeveelheden geproduceerd worden, er zijn minder of helemaal geen problemen met virusbesmettingen, opslag en transport zijn eenvoudiger. Solynta wil geld verdienen met licenties op deze technologie.

Gentechnologie

Met de huidige gentechnologie kunnen gericht eigenschappen worden veranderd of toegevoegd aan bestaande rassen. De eigenschappen van een aardappel worden bijvoorbeeld veranderd door een gen voor de gewenste eigenschappen uit een andere aardappelplant of een bacterie te halen en direct in het genetische materiaal in te brengen. In plaats van een moeizaam proces van kruisen en selecteren kunnen in het lab gericht de gewenste eigenschappen in andere planten of in andere organismen worden opgespoord, daaruit worden gekopieerd en ingebracht worden in het erfelijk materiaal van een aardappelplant. Het kan gaan om nieuwe eigenschappen die nog niet voorkwamen in de plant zelf (*transgenese*) of om eigenschappen binnen de eigen soort (*cisgenese*), afkomstig uit andere aardappelrassen of uit wilde aardappelen.

Daarnaast worden er andere vormen van gentechnologie ontwikkeld waarmee eigenschappen versterkt of verzwakt kunnen worden. Dit alles maakt het ontwikkelen van nieuwe rassen heel gericht en mogelijk sneller. Daarbij gaat het over het algemeen om eigenschappen die tot stand kunnen worden gebracht door het veranderen of toevoegen van een zeer beperkt aantal genen. Daarbij moeten we denken aan aardappelen die efficiënter zijn te verwerken zijn tot zetmeel, die resistent zijn voor ziekten of onkruidbestrijdingsmiddelen, of extra vitamines bevatten.

Maatschappelijke weerstand remt toepassing genetische modificatie

Het maatschappelijk draagvlak voor genetisch gemodificeerde organismen is in Europa laag. Europese overheden zijn daarom erg terughoudend met het toelaten van deze gewassen. Eerst moet worden aangetoond dat het gewas veilig is voor de omgeving en de mens. Ook wordt het behoud van biodiversiteit meegewogen. In de praktijk worden maar weinig gewassen toegelaten en als het ene land een gewas goedkeurt, bestaat nog steeds het risico dat andere landen het alsnog tegenhouden.

Pogingen om een genetisch gemodificeerde aardappel op de markt te brengen zijn tot nu toe mislukt. Dit is reden voor Monsanto en BASF, internationale marktleaders op het gebied van zaadveredeling, om de Europese markt voorlopig te mijden. Ook in Amerika en Canada mislukte de introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen onder druk van activisten en consumenten.

De Europese toelatingsprocedure voor genetisch gemodificeerde gewassen kan drie jaar duren en kost naar schatting enkele miljoenen euro's (Schenkelaars, De Vriend & Kalaitzandonakes, 2011). Om die reden zoeken onderzoekers en het bedrijfsleven de grenzen op met nieuwe geavanceerde technieken. Een aantal van deze technieken wordt gekenmerkt door het feit dat ze mutaties, kleine veranderingen, aanbrengen in het DNA van de planten. Andere technieken 'knippen en plakken' genen die afkomstig zijn uit de genenpool van de eigen soort, ook uit wilde aardappelen.

Het wijzigen van genen binnen de eigen soort lijkt sterk op wat er gebeurt bij het kruisen. Hiermee hopen de bedrijven dat hun technieken aangemerkt worden als niet-genetisch gemodificeerd en daarmee kunnen rekenen op een soepelere toelating op de Europese markt. Pogingen om in de EU-regelgeving een uitzondering op te nemen voor 'cisgenese', dat onder meer gebruikt werd door de Nederlandse aardappelzetmeelproducent AVEBE zijn tot op heden echter mislukt. Er is in Nederland weliswaar steun van de overheid en een meerderheid in de Tweede Kamer (I&M, 2012; Tweede Kamer, 2012), maar Europabreed lijkt zo'n vrijstelling weinig kans te maken.

Nieuwe machtsverhoudingen

De inzet van DNA-technieken heeft grote invloed gehad op de verhoudingen in het innovatiesysteem van gewassen als mais en koolzaad. Het heeft wereldwijd geleid tot toetreding van nieuwe spelers en bijgedragen aan een concentratie in de zaadindustrie. In het innovatieproces zijn nieuwe taken ontstaan en is de rolverdeling veranderd. We bespreken deze elementen hierna.

Nieuwe spelers en concentratie in de zaadindustrie

De opkomst van genetische modificatie heeft geleid tot nieuwe spelers op het terrein van de veredeling: de biotechnologiebedrijven. Zij zijn gespecialiseerd in het toepassen van genetische modificatie bij het ontwikkelen van nieuwe soorten en eigenschappen in

hun eigen onderzoekslaboratoria. De bedrijven zorgen er voor dat de eigenschappen die door hen zijn ontwikkeld –zogenoeten *events*- in een groot aantal commerciële rassen worden ingekruist. Ze doen dat door licenties te verlenen op de toepassing van de technologie, dan wel door de producenten van commerciële rassen over te nemen. Niet geheel toevallig zijn enkele van deze grote bedrijven zoals Monsanto, Dupont en Bayer afkomstig uit de chemie en groot geworden met landbouwbestrijdingsmiddelen. In gewassen als mais, soja en katoen hebben deze bedrijven inmiddels een dominante marktpositie verworven. Dit is nog niet het geval bij aardappelen. Alleen bedrijven van deze omvang hebben voldoende middelen om zich toegang tot de genetische modificatie te verschaffen, gentechgewassen te patenteren en ze op de markt te brengen. Om die reden wordt genetische modificatie alleen ingezet in gewassen waar een grote markt voor is omdat ze op grote schaal worden geteeld. Bovendien wordt er in de praktijk van de genetische modificatie maar van een beperkt aantal erfelijke eigenschappen gebruik gemaakt. Dit is een praktijk waarbij de ondernemingen die kleiner zijn en die zich richten op gewassen voor kleinere markten en andere eigenschappen moeite krijgen om de technologieontwikkeling bij te houden dan wel er toegang toe te houden.

Europese aardappelveredelaars en de verwerkende industrie weigeren momenteel nog om genetische modificatietechnieken toe te passen. De snelheid waarmee nieuwe aardappelrassen worden ontwikkeld is bovendien laag ten opzichte van bijvoorbeeld groenterrassen. Hierdoor is de aardappelveredeling tot dusver nauwelijks interessant voor multinationals als Monsanto, DuPont en Syngenta, die sterk inzetten op genetische modificatietechnieken en een snelle *return on investment* willen zien. Er wordt in aardappel echter gewerkt aan technieken zoals hybridisatie, die daarin verandering kunnen brengen.

Stijgende investeringskosten

Publiek gefinancierd onderzoek in de plantenwetenschappen en moleculaire genetica heeft gezorgd voor wetenschappelijke en technologische doorbraken in de plantenveredeling en de ontwikkeling van genetische technieken. Elke wetenschappelijke doorbraak bracht niet alleen nieuwe mogelijkheden, maar zorgde ook voor een toename van de kosten van R&D en dreef zodoende een golf van private investeringen in de zaad- en biotechnologie industrie aan. Gewassen met een kleine markt als pastinaak en andijvie, waarvoor het moeilijk is om dergelijke investeringen terug te verdienen, worden steeds vaker door veredelingsbedrijven afgestoten. Daarmee dreigt een verschraving in diversiteit van gewassen.

Op veel plaatsen in de wereld hebben overheden wetenschaps- en technologiebeleid en wetten voor intellectueel eigendom zoals Kwekersrecht en Octrooirecht ontwikkeld om stimulansen voor innovatie te creëren. Dit heeft bedrijven gestimuleerd om te investeren, te fuseren en uit te breiden. Wetenschappelijke doorbraken en overheidsbeleid schiepen de voorwaarden voor innovaties in de plantenveredeling. Bedrijven ontwikkelden verschillende strategieën om deze kansen te benutten: investeringen in eigen on-

derzoek en ontwikkeling (research and development, R&D) in de plantenwetenschap en plantenveredeling, R&D-samenwerking met publieke en private partners en het verkrijgen van intellectuele eigendomsrechten, inclusief door middel van het (kruis)licentiëren van intellectueel eigendom.

Tegelijkertijd is regelgeving ingevoerd voor het waarborgen van de voedsel- en milieuveiligheid van genetisch gemodificeerde gewassen. De relatief hoge regelgevingskosten voor de toelating van deze gewassen hebben kleine en middelgrote zaad- en biotechnologiebedrijven ontmoedigd om dergelijke gewassen op de markt te brengen.

Machtsconcentratie

Hoewel nog niet zo zichtbaar in de aardappelsector, hebben we bij andere grote gewassen gezien dat door de hoge investeringen in R&D (opgeteld met de hoge kosten voor de toelatingsprocedures van genetisch gemodificeerde rassen) het innovatieproces in de afgelopen decennia technologie-intensiever is geworden (Schenkelaars, 2011). Dit heeft geleid tot een industrie van enkele grote veredelingsbedrijven met voldoende kritische massa, die in meerdere gewassen actief zijn en het proces van gewasveredeling beheersen, van ontwikkeling tot productie van zaaigoed en de verhandeling ervan. Zij hebben voldoende schaalgrootte om nieuwe moleculaire technieken te kunnen ontwikkelen en rendabel te exploiteren in meerdere markten.

Voor nieuwkomers is de financiering van deze investeringen de belangrijkste toetredingsdrempel. Bestaande veredelaars kunnen hun infrastructuur langdurig gebruiken en de kosten verdelen over meerdere projecten en bronnen van inkomsten. Bedrijven die op kapitaalintensieve technologieën willen overschakelen, moeten bovendien hoge overstapkosten maken: kosten van het onderzoek naar, de inkoop van en het leren van nieuwe technologieën.

Met het oog op de belangen van afnemers en consumenten hebben overheden concurrentie- en antikartelwetgeving is ingevoerd om (bijna) monopolieposities op markten te voorkomen. Zowel in de VS en Europa zijn veredelaars verplicht om bepaalde belangen af te stoten, voordat bepaalde fusies en overnames konden worden goedgekeurd. Er zijn vooralsnog geen aanwijzingen dat de veredelaars onacceptabele marktmacht hebben: veredelaars kunnen prijzen niet verhogen zonder het risico dat telers op grote schaal, illegaal, zelf zaden en knollen gaan vermeerderen. Tot slot lijkt de brutowinstmarge van de grootste veredelaars relatief laag (SEO, 2013).

Ook verderop in de productieketen, bij de tafel- als industrieaardappelen, zijn geen aanwijzingen dat handelshuizen exclusieve levering bedingen en daarmee een afhankelijke positie voor de afnemer creëren (SEO, 2013). Het omgekeerde komt wel voor: het bedrijf van de industrieaardappel verwerkt of de kleinverpakker, importeur of inkooporganisatie van de tafelaardappel tracht in dat geval voor een bepaalde periode een monopolie op een bepaald aardappelras te verkrijgen. Voor veredelaars is dit niet aantrekkelijk, omdat het in gewas met relatief lage winstmarges als aardappel al snel

moeilijk wordt om de vaste R&D-kosten terug te verdienen. Exclusiviteitsclausules zijn daarom geen gangbare praktijk in de aardappelveredeling.

Concentratie in de zaadindustrie

De wereldwijde zaadindustrie heeft in de afgelopen eeuw drie concentratiegolven door- gemaakt, waarvan de laatste veruit de grootste was. Tussen 1985 en 2010 steeg het aandeel van de tien grootste zaadbedrijven in de wereldwijde zadenmarkt van 12,5% naar bijna 45%. Die concentratiegolven werden steeds aangedreven door een combina- tie van wetenschappelijke en technologische doorbraken, overheidsbeleid en bedrijfs- strategieën (Schenkelaars, De Vriend & Kalaitzandonakes, 2011).

Wereldwijd wordt door een aantal bedrijven volop ingezet op de toepassing van geneti- sche modificatie in een aantal akkerbouw- en groentegewassen. De hieruit verkregen gentergewassen zijn in eerste instantie op de markt gebracht door chemische bedrij- ven die gewassen verkopen die resistent zijn gemaakt tegen een meegeleverd herbicide, of waarin een insecticide was ingebouwd. Er is een consolidatie geweest met fusies en overnames die geleid heeft tot enkele grote monopolisten. Daar komt bij dat de gen- techgewassen gepatenteerd zijn, zodat hun zaad ook niet vrij beschikbaar is voor verde- re veredeling. Het aantal patentaanvragen is de afgelopen decennia flink gegroeid. Het merendeel van de patenten is in handen van bedrijven (70%), daarna volgen kennisin- stellingen (26%) en publiek-private consortia (4%). Van de patentaanvragen in de VS komt 68% van bedrijven. In de EU is dat 83% (Louwaars et al., 2009).

Slechts 10 bedrijven controleren nu twee derde van de mondiale zaadmarkt. Monsanto is het grootste zaadbedrijf ter wereld, op de voet gevolgd door DuPont. Midden jaren zeventig waren er nog zo'n 7000 zaadbedrijven, waarvan geen enkel bedrijf ook maar een half procent van de wereldmarkt in handen had. Nu hebben 10 bedrijven al 67% van de wereldzaadmarkt in handen (Zie ook Monopolisering van de zaadhandel). Van de vier transgene gewassen is soja de belangrijkste. Het beslaat 57% van het mondiale op- pervlak transgene gewassen, gevolgd door maïs (25%), katoen (13%) en koolzaad (5 %).

Behalve Monsanto is in de VS ook het bedrijf DuPont actief in landbouw-gentech, met name via de dochteronderneming Pioneer Seeds. In Europa zijn, na een hele reeks van fusies en overnames, de bedrijven Syngenta en Bayer de twee grote spelers op het ge- bied van transgene zaden. Sinds enkele jaren is ook het Duitse bedrijf BASF actief in de gentechmarkt voor aardappel. Het bedrijf heeft aangekondigd een net zo grote speler als Monsanto te willen worden. Alhoewel De Europese Commissie toestemming had verleend voor de commerciële teelt van een genetisch gemodificeerde zetmeelaardap- pel van BASF, besloot het bedrijf de verdere ontwikkeling en markttoelating in Europa voor genetisch gemodificeerde aardappelen in 2012 te staken vanwege aanhoudend verzet en onzekerheid over de regelgeving (RSC, 2012).

Beschermen of delen

De mate waarin verschillende spelers toegang hebben tot de genomicskennis en technologie wordt onder meer bepaald door:

- De mate waarin de kennis en technologie zijn toegesneden op verschillende veredelings- en landbouwpraktijken;
- De expertise en vaardigheden die nodig zijn om effectief van de kennis en technologie gebruik te maken;
- De wijze waarop die kennis en technologie door middel van intellectueel eigendom wordt beschermd;
- De kosten van verdere R&D.

Technologieontwikkelaars en biotechnologiebedrijven maken over het algemeen gebruik van octrooien om hun technieken te beschermen. Kennis en technologie worden daarmee sterk afgeschermd en in beperkte mate gedeeld op basis van zakelijke overeenkomsten, in de vorm van (kruis-)licenties, joint ventures of bedrijfsovernames.

Daarnaast maken plantenveredelaars al decennia gebruik van het kwekersrecht om de handel in de door hen ontwikkelde rassen te beschermen. Sinds 2000 stijgt het aantal kwekersrechtenaanvragen, zowel die van de zeven grootste pootgoedveredelaars als die van de overige marktpartijen. Verder blijkt dat in de afgelopen zes jaar de top zeven veredelaars samen meer kwekersrechtenaanvragen deden dan het totaal aantal aanvragen van de overige veredelaars: gemiddeld respectievelijk 27 en 22 per jaar.

Intellectueel eigendom in de plantenveredeling

Om innovatie te stimuleren is er al in de eerste helft van de twintigste eeuw een vorm van intellectueel eigendom voor plantenrassen ontwikkeld: het kwekersrecht. Dit geeft de houder het alleenrecht voor verhandeling van zaad en vermeerderingsmateriaal. Ook kan hij aan anderen onder bepaalde voorwaarden een licentie verlenen. Er wordt dan meestal een overeenkomst gesloten, waarin de licentiegever en de licentienemer voorwaarden overeenkomen, waaronder de licentienemer de verkregen licentie mag exploiteren.

Rassen met kwekersrecht mogen vanwege de zogenaamde *breeder's exemption*-clausule wel door anderen vrij en dus zonder toestemming gebruikt worden voor het maken van kruisingen en het ontwikkelen van nieuwe rassen. Zodoende delen de veredelaars elkaars innovaties om als totale sector verder te komen. Door het kwekersrecht krijgt de veredelaar of kweker de mogelijkheid een vergoeding te vragen voor zijn inspanningen om een nieuw ras te creëren. Het kwekersrecht geldt voor de duur van dertig jaar voor de aardappel. Voor het verkrijgen van kwekersrecht moet het ras nieuw, onderscheidbaar van alle algemeen bekend bestaande rassen, uniform en bestendig zijn.

Sinds de moleculaire biologie haar intrede heeft gedaan in de plantenveredeling wordt er ook gebruik gemaakt van patenten. Hierbij kan de aanvrager zelf in de claims beschrijven wat de uitvinding behelst. In Europa vallen plantenrassen niet onder het pa-

tentrecht. Ook wezenlijke biologische werkwijzen voor de voortbrenging van planten, zoals kruisbestuiving, vermeerdering via knollen en enten zijn van patentering uitgesloten. Geïsoleerde DNA-sequenties zijn wel patenteerbaar, mits ze voldoen aan de algemene criteria van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid. Ook technische methoden die in het laboratorium worden toegepast, zoals een specifieke methode voor het genetisch modificeren van planten, zijn te beschermen met patenten.

Derden, die het gepatenteerde product willen vervaardigen, gebruiken of verhandelen, hebben daarvoor toestemming van de patenthouder nodig. De patenthouder mag derden beletten de gepatenteerde werkwijze te gebruiken en het rechtstreeks door middel van deze werkwijze verkregen product te gebruiken of te verhandelen. Gepatenteerde methoden of geïsoleerde DNA sequenties zijn dus niet vrij beschikbaar voor andere veredelaars. Er geldt een uitzondering voor het gebruik van het gepatenteerde in experimentele handelingen en handelingen tot het beperkt vermeerderen van teeltmateriaal (Louwaars et al., 2009)¹.

We zagen al eerder dat het resultaat van het publiek gefinancierde werk van het Potato Genome Sequencing Consortium vrij toegankelijk is. Het aardappelveredelingsplatform tot nog toe een redelijk open karakter in vergelijking met de groenteveredeling. Dankzij het heeft kwekersrecht en de daarin opgenomen dankzij het Kwekersrecht en de daarin opgenomen *breeder's exemption*, de kwekersvrijstelling, die borg staat tot vrije toegang tot genetisch materiaal voor verdere veredeling door andere kwekers. Hierdoor kunnen onderzoekers van verschillende disciplines ook in redelijke mate kennis delen en kan de nieuwe technologie onder redelijke voorwaarden beschikbaar worden gesteld. Daarnaast bestaat er voor aardappel een openbare database², waarin informatie over de genetische afstamming van rassen wordt gedeeld. Dergelijke informatie delen is ondenkbaar voor bedrijven uit de meer kapitaalsintensieve en meer gesloten groenteveredeling.

Voorts is bij de aardappelveredeling sprake van samenwerking tussen veredelaars bij fundamenteel, precompetitief onderzoek ondersteund door de overheid. Deze samenwerkingsinitiatieven zorgen ervoor dat ook kleine veredelaars toegang hebben tot nieuw ontwikkelde kennis. Dit in tegenstelling tot de werkwijze waarbij zogenaamde *patent pools* worden gecreëerd, waartoe alleen bedrijven toegang hebben die zelf ook patenten inbrengen, doorgaans de grotere spelers.

¹ Inmiddels heeft Nederland hierop een uitzondering gemaakt door het invoeren van een beperkte vrijstelling voor kwekers. Tijdens het veredelingsproces mag de kweker vrij gebruik maken van gepatenteerde eigenschappen. Zodra het resultaat van dit proces op de markt wordt gebracht in de vorm van een nieuw ras, zijn de regels van het patentrecht weer van toepassing.

² <http://www.plantbreeding.wur.nl/potatopedigree/>

Blijvende rol voor klassieke veredeling

Genomics en DNA-technieken kunnen in principe ook in de aardappelveredeling een grote bijdrage leveren aan het versnellen van innovaties. De mogelijkheden van deze technieken zijn echter niet onbegrensd. De eigenschappen van planten zijn het resultaat van een complexe wisselwerking tussen genen, regulerende DNA-elementen die zich buiten de celkern bevinden en omgevingsfactoren. Hierdoor is de rol van de klassieke veredeling allesbehalve uitgespeeld. DNA-technieken zijn aanvullende tools, maar de basisverbetering van gewassen zal altijd klassieke veredeling blijven, zelfs als genetische modificatie voor bepaalde eigenschappen wordt ingezet.

Het beperkte aantal eigenschappen dat met genetische modificatie tot stand wordt gebracht heeft onder meer te maken met de complexiteit van veel eigenschappen. Vaak zijn er meerdere genen op verschillende plaatsen in het genoom bij een eigenschap betrokken, en is niet altijd precies bekend om welke genen het dan gaat. Bovendien worden akkerbouwgewassen als aardappel in de praktijk onder zeer uiteenlopende omstandigheden geteeld. Samen met de erfelijke eigenschappen bepalen milieufactoren als temperatuur, bodem en vochtgehalte en het vakmanschap van de boer hoe de planten zich op de akker gedragen. Zo doet het ene aardappelras het goed op de Groningse klei, terwijl het andere ras beter gedijt op een Brabantse zandgrond en heeft de ene boer een betere oogst dan zijn buurman, wiens akkers net iets vochtiger en minder goed bemest zijn. Biologische telers, die geen kunstmest gebruiken, en telers in ontwikkelingslanden die genoodzaakt zijn de kosten laag te houden, zijn niet gebaat bij rassen die een hoge opbrengst leveren bij een hoge stikstofgift, maar hebben juist behoefte aan rassen die gedijen bij een lage stikstofgift, al is de opbrengst dan lager. En dan zijn er nog de afnemers. Die stellen uiteenlopende eisen aan de kwaliteit van het product: de bakkwaliteit, houdbaarheid, vorm, kleur, smaak en consistentie (vast, kruimig).

Genetische variatie in de vorm van een breed en voortdurend veranderend rassenassortiment met uiteenlopende kenmerken is dan ook van groot belang voor alle spelers in de aardappelketen. Dat is de reden waarom de genetisch gemodificeerde eigenschappen (*events*) worden toegevoegd aan genetisch materiaal dat op andere eigenschappen via klassieke kruising en selectie is verbeterd.

Bovendien kan ook de levende omgeving zich aanpassen: ziekteverwekkers kunnen na enige tijd een antwoord ontwikkelen op ziekteresistente rassen. Dat laatste zien we bijvoorbeeld bij de aardappelziekte, die wordt veroorzaakt door een schimmelachtig organisme. Ook hier is genetische variatie en diversiteit van groot belang: resistenties die op meerdere genen zijn gebaseerd zijn voor ziekteverwekkers moeilijker te doorbreken dan enkelvoudige resistenties. Genetische diversiteit is dan ook van groot belang voor een duurzame landbouw. Om zulke meervoudige resistentie te verkrijgen worden genen gestapeld. Dat stapelen van genen kan zowel met traditionele veredeling als met genetechnologie worden gerealiseerd.

Zo'n breed en gevarieerd rassenassortiment met voldoende genetische diversiteit kan alleen worden verkregen door voortdurend gebruik te maken van de beschikbare genetische diversiteit in de genenpool van de aardappelsoort. Zeker bij een complex gewas als aardappel is en blijft het klassieke kruisen en selecteren daarvoor de aangewezen methode.

6.2 Naar een open innovatieplatform

Het Duitse KWS, wereldwijd een van de grootste zaadveredelingsbedrijven, heeft in Nederland een bestaand Nederlands aardappelkweekbedrijf (Van Rijn) overgenomen en een eigen onderzoeksstation opgezet in Emmeloord. Het bedrijf wil kennis in huis bundelen en daarbij gebruik maken van technieken die het voor mais en suikerbieten heeft ontwikkeld. Als de hybridisatietechniek van Solynta succesvol kan worden toegepast, dan zou dat de aardappelveredeling wel eens een stuk aantrekkelijker kunnen maken voor overname door bedrijven van vergelijkbare omvang als KWS. Met als gevolg een innovatiestijl gericht op snelle *return on investment* die kenmerkend is voor wat we rond de gentechnologie hebben gezien en die bij een aantal andere gewassen dominant is geworden.

Naast deze innovatiestijl is ook een andere denkbaar. Een alternatief waarin sprake is van intensieve samenwerking tussen het lab en de boerenpraktijk, ofwel tussen geavanceerde hightech genomics en ambachtelijke kennis over het kruisen en kweken. Deze samenwerking kan een voedingsbodem zijn voor de noodzakelijk innovaties gericht op een duurzame aardappelteelt die een wezenlijke bijdrage levert aan de voedselzekerheid. Daarbij kan ruimte zijn voor diverse bedrijfsstijlen, inclusief coöperatieve en participatieve stijlen, waarin kleine veredelingsbedrijven toegang houden tot nieuwe kennis en technologie en de telers kunnen beschikken over de rassen die het best bij hun bedrijfsvoering passen.

Samenwerken tussen lab (hightech genomics, genotypering) en teler (ambachtelijke kennis over teeltomstandigheden, fenotypering) is dus nog altijd nodig om in de aardappelveredeling succesvol te kunnen innoveren. Zo'n samenwerking ondersteunen is de essentie van de platformen voor innovatie. Platformen kunnen helpen het innovatieproces te versnellen. Ze kunnen zorgen voor een coördinatie van de samenwerking tussen de verschillende actoren zoals we in eerdere hoofdstukken zagen. Die coördinatie in de samenwerking lijkt op dit moment nog te ontbreken of onvoldoende geïnstitutionaliseerd. Daardoor wordt de potentie van samenwerking niet optimaal benut.

Er wordt ook wel gesproken van *participatory plant breeding*. Hierbij wordt naar het gehele innovatiesysteem gekeken en alle benodigde kennis en expertise. Het doet recht aan het feit dat voor nieuwe innovaties zowel DNA-technieken als de ambachtelijke kennis en ervaring van boerentelers in het selecteren en kweken van nieuwe soorten noodzakelijk zijn. Het kiezen voor meer openheid en toegankelijkheid is een bewuste keuze

op het niveau van het platform. Overheden kunnen een rol spelen in het bewaken van die toegang ook voor kleinere spelers.

We verkennen nu de elementen waaruit een innovatieplatform voor aardappelverdeling zou kunnen bestaan. Dat kan een doorontwikkeling zijn van de reeds bestaande samenwerkingsrelaties die leidt tot een verdere professionalisering en institutionalisering. Per element bekijken we hoe het ontwerp bepalend is voor het type samenwerkingscultuur: een meer gesloten innovatie of een meer collaboratieve strategie waarbij kennis wordt gedeeld. Het laatste sluit meer aan bij de huidige samenwerking in de sector, laat ruimte voor kleinere spelers of markten zoals biologische landbouw.

Technologie

We bekijken eerst de kennis en de technologische basis van het innovatieplatform. De kennis en de technologie en de manier waarop deze wordt ingezet programmeert in belangrijke mate het spel tussen de actoren in het innovatie-ecosysteem. Belangrijke ingrediënten zijn de kennis van de genetische code van de aardappel, daarop gebaseerde DNA-technieken en eigendomsrechten op deze technieken en genetische codes.

Vrij toegankelijke data

We zagen eerder dat de genetische code van de aardappel een belangrijke kennisbasis was voor de verdere ontwikkeling van nieuwe DNA-technieken. De code is via een publieke website toegankelijk. De uitdaging is nu om waardevolle stukjes code te vinden die corresponderen met interessante en gewenste planteigenschappen. Dat is een grote zoektocht waarbij zowel kennis over de genetische eigenschappen van de plant als de uitwerking ervan tijdens de groei van de plant.

Voor vrijwel alle gewassen zijn inmiddels dergelijke databestanden in ontwikkeling waarin kennis over deze gewassen uit verschillende bronnen wordt verzameld en gekoppeld aan de genetische code. Voor onderzoekers en technologieontwikkelaars wordt het dan mogelijk om te zoeken en bladeren door het genoom zoals door een encyclopedie. Daarom wordt wel gesproken van een *genome browser*. Hier wordt voortdurend nieuwe kennis over de functies van de stukjes genetische code bij elkaar gebracht. De *genome browser* kan dus een belangrijke bouwsteen zijn van het een aardappelinnovatieplatform: het stelt verschillende spelers in staat hun kennis te combineren en uit te wisselen op een gestandaardiseerde manier.

De website van het aardappelgenoom wordt bijgehouden door een consortium van publieke kennisinstellingen en wordt gesteund door nationale overheden. Toch delen niet alle spelers hun kennis via deze openbare encyclopedie. Enkele bedrijven ontwikkelen slimme zoektechnieken om effectiever en sneller door het genoom te kunnen zoeken naar interessante genen en houden de bevindingen voor zichzelf, patenteren deze of delen deze alleen met partners binnen een gesloten website. In deze platformstrategie is vooral ruimte voor spelers die ofwel het geld hebben om toegang te kopen tot deze

informatie, ofwel de omvang hebben om voldoende kennis in te brengen binnen het kennisdelingsplatform. Voor kleinere spelers is het lastiger om toegang te krijgen tot zulke afgeschermd platformen, die ook gesloten kunnen worden voor concurrenten.

Om de nieuwste genomicskennis toegankelijk te houden en te zorgen dat ook kleinere spelers hun kennis kunnen inbrengen en delen, zouden openbare *genome browsers* doorontwikkeld moeten worden. Dit zou een uitbreiding kunnen zijn van de bestaande aardappelgenoomwebsite. Dat vraagt om een partij die de rol van platformprovider op zich neemt, bijvoorbeeld Wageningen UR.

Open technieken

Wanneer partijen individueel niet over de middelen beschikt om een onderzoeks- en ontwikkelingslaboratorium op te zetten dan zijn er verschillende strategieën mogelijk.

De bedrijven kunnen participeren in publiek-private onderzoekprogramma's die door de overheid en het bedrijfsleven worden gefinancierd en waarin wordt samengewerkt met publieke kennisinstellingen zoals Wageningen UR. Dit is momenteel de meest gangbare vorm.

Een stap verder is om in een samenwerkingsverband tussen de publieke kennisinstellingen en het bedrijfsleven een onderzoeksfaciliteit op te zetten waarin de kennis van de verschillende spelers wordt gebundeld en uitgebouwd. Het beheren van informatie zagen we bij andere platformen al terug als een belangrijke taak die vaak door platformproviders werd opgepakt.

Een variant is dat enkele bedrijven de handen ineenslaan en gezamenlijk een onderzoeksbedrijf oprichten. [In hoofdstuk 3 zagen we hoe meerdere kleine Finse bedrijven een gesloten zorgplatform oprichtten.] Datzelfde deden vijf grote zaadveredelingsbedrijven toen zij in 1989 het biotechbedrijf Keygene oprichtten. Via Keygene konden de bedrijven gezamenlijk investeren in de opbouw van genomicskennis en -technieken. Het bedrijf is in 25 jaar tijd uitgegroeid tot meer dan 140 medewerkers. Het ontwikkelde talloze technieken waarmee de veredelaars (de aandeelhouders) hun eigen innovatietrajecten hebben kunnen versnellen. Het bedrijf levert zijn diensten inmiddels ook aan bedrijven uit andere sectoren, die geen directe concurrent zijn van de aandeelhouders. Binnen het netwerk van partners en aandeelhouders wordt kennis gedeeld en worden technieken beschikbaar gemaakt. Keygene is als middelgroot bedrijf een geschikte partner voor middelgrote bedrijven uit de zaadveredeling. Bedrijven die te klein zijn om zelfstandig in huis nieuwe DNA-technieken te ontwikkelen maar groot genoeg zijn om te kunnen investeren en om voldoende kennis over genomics te hebben. Keygene werkt al voor aardappelveredelaars als KWS.

Daarnaast wordt er in internationale netwerken gewerkt aan genomicstechnieken die open source zijn: dus die vrij gebruikt mogen worden en waarvan de gegevens openbaar worden gemaakt. Projecten zijn o.a. Open Genomics Engine: software voor het analyseren en interpreteren van *high-throughput sequencing data*; GenomceTools: bioin-

formatica-gereedschappen om genomen te analyseren, en het CAMBIA-project dat als doel heeft om volledige patentvrije DNA-technieken te ontwikkelen bijvoorbeeld voor het overbrengen van genen. Het project verloopt vooralsnog uiterst moeizaam, mede door gebrek aan een strakke leiding. We zagen eerder [in de bundel] dat open source alternatieven vaak last hebben van gebrek aan leiderschap en risico op wildgroei aan niet gestandaardiseerde varianten van de technologie. Dit vraagt dus extra aandacht en mogelijk ook leiderschap zoals de Linux Foundation dit doet voor de broncode van softwareprogramma Linux.

Verdienmodellen

De toegang tot kennis wordt in belangrijke bepaald door de uitvoeringspraktijk van het kwekersrecht en het patentrecht. Deze eigendomsrechten geven ontwikkelaars van nieuwe soorten en eigenschappen de mogelijkheid hun uitvindingen te beschermen en geld te verdienen via licenties. Daarmee kunnen ze nieuwe investeringen doen in onderzoek en ontwikkeling.

De samenwerking en kennisopbouw zouden verder kunnen professionaliseren door het ontwikkelen van een platform waarmee veredelaars en boerenkwekers hun inspanningen onderling kunnen coördineren. Het kwekersrecht geeft meer toegang tot kennis dan het patentrecht (Louwaars et.al., 2009b). Biotechnologiebedrijven geven steeds vaker de voorkeur aan het patentrecht omdat zij daarmee hun vondsten beter kunnen beschermen. In het voorgaande zagen we dat er een tendens is dat bepaalde bedrijven patenten stapelen en een steeds grotere claim leggen op de genetische eigenschappen van een gewas. Daardoor kunnen andere spelers nog amper bijdragen of toetreden. Patenten kunnen bovendien gebruikt worden om concurrentie te blokkeren.

Niet alleen diverse maatschappelijke organisaties maken zich zorgen over deze praktijk, ook de branche organisatie zelf. Als veredelingsbedrijven onderling geen meer vrije toegang hebben tot elkaars genenpool zal dat op termijn de genetische basis voor veredeling versmallen. Dit leidt er toe dat het niveau van innovaties sectorbreed zal worden geremd en boeren voor aanpassing aan bijvoorbeeld veranderend klimaat en teeltomstandigheden afhankelijk worden van enkele spelers hetgeen een bedreiging kan vormen voor de voedselzekerheid. Daarom heeft de Tweede Kamer gepleit voor gebruik van het kwekersrecht, en verkent de brancheorganisatie Plantum of er varianten van het patentrecht mogelijk zijn in de veredeling waarbij na bijvoorbeeld twee jaar het *breeder's exemption* geldt.

In andere sectoren waar dit speelde, zoals de ICT, heeft de overheid op diverse manieren toegang tot kennis afgedwongen door bijvoorbeeld door betaalbare licenties af te dwingen of te eisen dat de broncode openbaar werd gemaakt. China dwong eigen telecomstandaarden af en de Indiase overheid overweegt een eigen rijst-ras te ontwikkelen om zo niet meer afhankelijk te zijn van enkele grote zaadveredelaars die de markt vrij-

wel volledig hebben gemonopoliseerd. Al dit overheidsingrijpen wordt gelegitimeerd door publieke belangen. Rijst, computerchips en telecomnetwerken worden daarbij gezien als publieke goederen (Ostrom, 1999).

Samen tegen schimmelziekte

De schimmelachtige *Phytophthora infestans* geldt als de meest schadelijke ziekteverwekker in de aardappelteelt. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de bestrijding ervan verantwoordelijk is voor bijna veertig procent van het chemische middelenverbruik in de Nederlandse akkerbouw (CBS, 2008). Deze bespuitingen zijn niet alleen schadelijk voor het milieu, ze vormen ook een flinke kostenpost voor de telers. Biologische aardappeltelers gebruiken dergelijke middelen niet. Men wordt geadviseerd om alert te zijn op lokale infecties en vroegtijdig het loof van aangetaste aardappelen te doden, zodat de ziekte zich niet verder kan verspreiden.

Een van de effectiefste manieren om de schadelijke effecten van de aardappelziekte te voorkomen is het telen van resistente rassen. Echter, de meeste resistenties die tot nu toe ontwikkeld waren zijn niet meer werkzaam. De ziekteverwekker kan namelijk snel muteren en weet zo het ingebouwde resistentiegen telkens weer te omzeilen (De Haas et.al., 2009; Govers, 2010). Daarom poogt men rassen te ontwikkelen met twee of meer resistentiegenen uit verschillende bronnen. Deze stapeling van resistentiegenen kan verkregen worden door zowel klassieke kruising als door genetische modificatie. Moleculaire merkers zijn daarbij onmisbaar, want op het oog kun je niet zien of nakomelingen slechts één of meerdere resistentiegenen bezitten.

In het project DuRPh (Duurzame Resistentie voor Phytophthora, 2006-2015) zijn via genetische modificatie nieuwe resistente aardappelvarianten ontwikkeld.

De in DuRPh ontwikkelde kennis is door de onderzoekers gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften en is daarmee vrij toegankelijk. Waar mogelijk en noodzakelijk proberen de onderzoekers de door hen geïsoleerde genen en achterliggende technieken te beschermen met patenten. Deze strategie geeft Wageningen UR de mogelijkheid om zelf te bepalen of, wanneer en welke bedrijven, instanties of personen deze geïsoleerde genen of technieken mogen gebruiken voor de ontwikkeling van nieuwe rassen. Zo wil men voorkomen dat één of slechts enkele partijen uit het project een monopolie kunnen opbouwen en daarmee de bredere toepassing en toepassing door bijvoorbeeld het midden- en kleinbedrijf belemmeren. Met het oog op voedselvoorziening en voedselzekerheid hanteert Wageningen UR een zogenaamde Humanitair Gebruik Licentie waarbij arme landen onder bepaalde omstandigheden en voorwaarden, resistentiegenen beschikbaar krijgen om in te bouwen in lokale rassen.

In het BioImpuls-project (2009-2019) werken kweekbedrijven, boerenkwekers en onderzoeksinstituten Louis Bolk Instituut en Wageningen University samen om nieuwe rassen te ontwikkelen op basis van klassieke veredeling en merkertechnologie, maar

zonder gebruik te maken van genetische modificatietechnieken. Het Louis Bolk Instituut voert de centrale coördinatie over dit gezamenlijk selectieprogramma waarbij de aangesloten veredelingsbedrijven en boerenkwekers hun taken onderling verdelen en hun inspanningen onderling afstemmen. De betrokkenheid van de biologische telers in de selectie zorgt ervoor dat rassen worden geselecteerd die voor meerdere eigenschappen aangepast zijn aan de biologische teelt. De kweekbedrijven en hun aangesloten handelshuizen zijn bereid rassen voor de biologische markt te ontwikkelen als deze ook aanvullend een gangbare markt kunnen bedienen in binnen- of buitenland.

Samenwerken

Het relatieve open innovatiemodel, dat de huidige samenwerkingscultuur in de aardappelveredeling kenmerkt, zien we terug in de samenwerking tussen twee onderzoeksprojecten gericht op duurzame resistentie voor de belangrijkste aardappelziekte: DuRPh en Biolmpuls (zie kader 'Samen tegen de schimmelziekte'). In beide projecten worden resistente aardappelrassen ontwikkeld, maar ieder vanuit een verschillende benadering. Beide projecten worden grotendeels gefinancierd door de overheid en uitgevoerd door Wageningen UR in samenwerking met andere instellingen zoals het Louis Bolk Instituut, waardoor de kennis na afloop breed toegankelijk wordt voor de diverse bedrijven en kennisinstellingen.

Beide onderzoeksprojecten wisselen hun kennis uit. Daarbij gaat het om merkertechnologie en om strategieën om duurzaam resistente rassen te ontwikkelen. Het genetische modificatieproject geeft inzicht in relevante combinaties van genen die betrokken zijn bij resistentie. De klassieke veredeling geeft nieuwe mogelijkheden door grotere variaties van resistentie uit wilde soorten te introduceren. Door de kennis van beide projecten te combineren kan gericht gezocht worden naar duurzaam resistente rassen, die uiteindelijk met of zonder genetische modificatie kunnen worden ontwikkeld. Met deze aanpak wordt de expertise van de boerenkweker en de waarde van klassieke veredeling serieus genomen. Deze kennis is vooralsnog onontbeerlijk voor het ontwikkelen van nieuwe aardappelrassen.

De complexiteit en uitdagingen waarvoor de meest gevreesde aardappelziekte ons stelt vraagt om alle beschikbare kennis op genetisch niveau te integreren. De projecten tonen aan dat er plaats kan zijn voor een relatief nieuwe groep van spelers in de bestaande structuur, de biologische veredelaars. De projecten hebben laten zien dat alternatieve innovatietrajecten mogelijk zijn waarbij ambachtelijke en biologische werkwijzen met moderne DNA-technieken worden geïntegreerd. Dat kan tevens een spin-off mogelijk maken van de benadering van de biologische landbouw benadering richting de reguliere sector. Daarmee zou de hele sector kunnen verduurzamen.

6.4 Lessen

Uit de analyse van de innovatiedynamiek rond aardappelveredeling en onze verkenning van een innovatieplatform komen diverse inzichten voort. Een goede coördinatie van de inspanningen van de verschillende spelers is van groot belang voor het succes van het ecosysteem voor innovatie. Bij de samenwerkingsprojecten waarbij het draait om de selectie van planten, is een andere vorm van coördinatie nodig: zowel om de kennis die in het lab wordt ontwikkeld te verbinden met de ambachtelijke en omgevingsgebonden expertise van de teler op het land, als om de inspanningen van de kwekers onderling te verdelen en op elkaar af te stemmen. Alleen dan kan optimaal geprofiteerd worden van de diverse aanwezige kennis. Gedurende de looptijd van BioImpuls en DuRPH werd de coördinatie ad hoc verzorgd door de trekkers van de projecten. Willen kleinere spelers overleven dan moet zij intensiever en professioneler gaan samenwerken.

Een platform kan daarbij coördinerend en ondersteunend zijn. Een tegenhanger voor de meer gesloten platformen die in ontwikkeling zijn bij de grote multinationale biotechbedrijven, kan een open platform zijn. De toegankelijkheid van het platform kan zorgvuldig worden verankerd in de architectuur van het platform. Daarbij kan ruimte geboden worden aan meerdere innovatiestijlen (Platform LIS, 2014), met en zonder genetische modificatie, met of zonder de inzet van boerenkwekers, en bijbehorende verdienmodellen, afhankelijk van de mate van openheid en het gebruik van eigendomsrechten en licenties, en in elk geval gebaseerd op het delen van kennis.

Mede dankzij een publieke bijdrage aan het onderzoek heeft de Nederlandse aardappelveredeling in het internationale veld een zeer sterke positie weten op te bouwen. De verdere uitbouw van een innovatieplatform gericht op voedselzekerheid en duurzaamheid kan een bijdrage leveren aan de toekomstbestendigheid van deze sector. Wie pakt de handschoen op? Wellicht is een grote ambitie nodig in navolging van het Duitse bedrijfsleven dat samen met de overheid het initiatief voor het toekomstbestendig maken van de voor Duitsland zeer belangrijke maakindustrie. Dit alles onder de noemer Industrie 4.0. Is het tijd voor een 'Eigenheimer 4.0'?

Literatuur

- Bradshaw, J.E. (2007): Potato-breeding strategy. In: Vreugdenhil, D.; Bradshaw, J.; Gebhardt, C.; Govers, F.; Taylor, M.A.; MacKerron, D.K.L. & Ross, H.A. (eds.): *Potato biology and biotechnology: advances and perspectives* (pp. 157-177). Amsterdam: Elsevier.
- Bunte, F.H.J.; Kuiper, W.E.; Van Galen, M.A. & Goddijn, S.T. (2003): *Macht en prijsvorming in agrofoodketens. (Rapport 5.03.1)*. Den Haag: LEI.
- CBS (2008). *Gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen in de landbouw*. Statline, geraadpleegd op 30 oktober 2013.
- CBS (2012). *Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar regio*. Statline, geraadpleegd op 30 oktober 2013.
- CBSG (2013). *Centre for BioSystems Genomics*. Online document (5 april 2014) op: www.cbsg.nl.
- Delleman, J. (2013). KWS wil op technologisch gebied wereldwijd marktleider worden. *Aardappelwereld magazine* (10): 3-7.
- FAOSTAT, 2014: Cijfers 2006-2012, gedownload via website: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.
- Gerbrandy, A. (2013): *Export pootgoed op 778.912 ton*. Online document (5 april 2014) op www.akkerwijzer.nl
- Govers, F. (2010). *Phytophthora infestans, een dynamische ziekteverwekker*. *Gewasbescherming* 41 (2010)3.
- Greenpeace (2009): *Smart breeding: marker-assisted selection: a non-invasive biotechnology alternative to genetic engineering of plant varieties*. Online document (5 april 2014) op www.greenpeace.nl
- Haas, B.J. et.al. (2009): Genome sequence and analysis of the Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans*. *Nature* 461: 393-398.
- Haverkort A.J. et al. (2008): Societal costs of late blight in potato and prospects of durable resistance through cisgenic modification. *Potato Research* 51: 47-57
- Hazeu, C. A., & Silvis, H. J. (2011). *Juridisering in de agrosector: Verkenning van een veelkopig fenomeen*. Den Haag: LEI, onderdeel van Wageningen UR.
- HBD (2011): Feiten en cijfers, bestedingen en marktaandelen supermarkten. Online document (5 april 2014) van www.hbd.nl
- I&M (2012): *Reactie op motie Ormel/Wiegman betreffende bevorderen Europese vrijstelling cisgenese*. Online document (5 april 2014) op: www.foodlog.nl
- Kircher, M. & Kelso, J. (2010): High-throughput DNA-sequencing – concepts and limitations. *Bioessays* 32: 524-536.

Kuipers, A. (2002): *De principes van de plantenveredeling*. Online document (5 april 2014) op: www.kennislink.nl

Lammerts van Bueren, E.T., Van Loon, J.P. (2011): *De praktijk van de kleine kweker in de aardappelveredeling in Nederland (COGEM report CGM 2011-05)*. Bilthoven: Commissie Genetische Modificatie,

Lindhout, P. D.Meijer, T. Schotte, R. C. B. Hutten, R. G. F. Visser, H. J. van Eck (2011). Towards F1 Hybrid Seed Potato Breeding *Potato Research* 54:301–312

Louwaars, N. et al. (2009b): *Veredelde zaken: de toekomst van de plantenveredeling in het licht van de ontwikkelingen in het octrooirecht en het kwekersrecht (CGN Rapport 14)*. Wageningen: Centrum voor Genetische Bronnen.

Ostrom E. (1999) *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Platform Landbouw, Innovatie & Samenleving (2014): *Gentechnologie – Ruimte voor dialoog tussen horenden. Advies aan de staatssecretaris van Economische Zaken*. Culemborg: Platform Landbouw, Innovatie & Samenleving.

Potato Genome Sequencing Consortium (2011): Genome sequence and analysis of the tuber crop potato. *Nature* 475: 189–195.

Rabobank (2013): *What about potatoes?* Rabobank Industry Note, September 2013.

RSC (2012). BASF pulls out of Europe over GM hostility. *Chemistry World*, 18 January 2012. Royal Society of Chemistry

Schenkelaars, P., De Vriend, H. & Kalaitzandonakes, N. (2011): *Drivers of consolidation in the seed industry and its consequences for innovation (COGEM Report CGM 2011-01)*. Bilthoven: Netherlands Commission on Genetic Modification.

SEO (2013): *Concurrentie in de kiem: mededinging in de Nederlandse veredelingssector. Onderzoek in opdracht van het ministerie van Economische Zaken*. Amsterdam: SEO.

Tiemens-Hulscher, M., J. Delleman, J. Eising, E.T.Lammerts van Bueren (red), 2013. *Aardappelkeweekboek – praktijkhandboek voor de aardappelketen*. Aardappelwereld BV, Den Haag. 170pp.

Tweede Kamer (2012): *Motie van de leden Ormel en Wiegman-van Meppelen Scheppink*. Ingediend op 19 april 2012. Kamerstuk 27 428 Nr. 223.