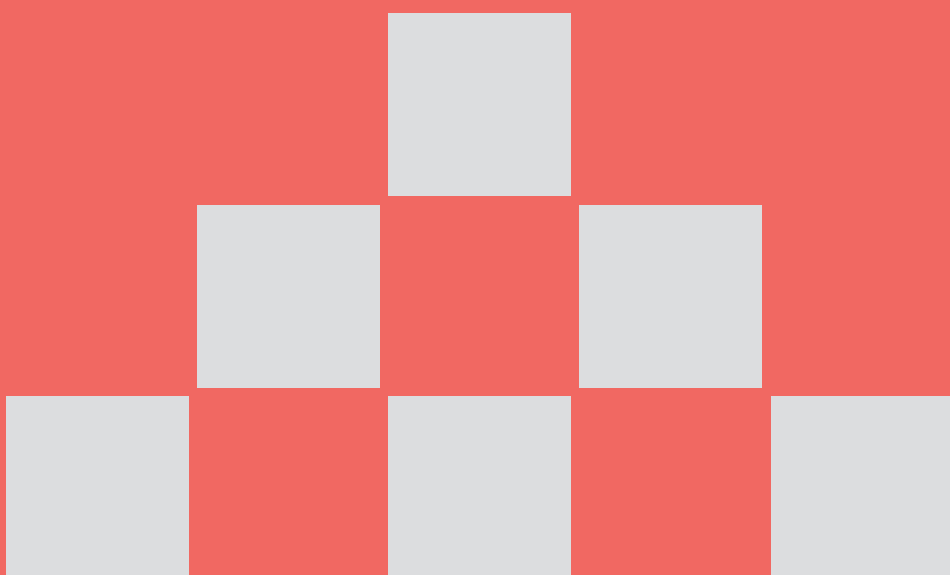
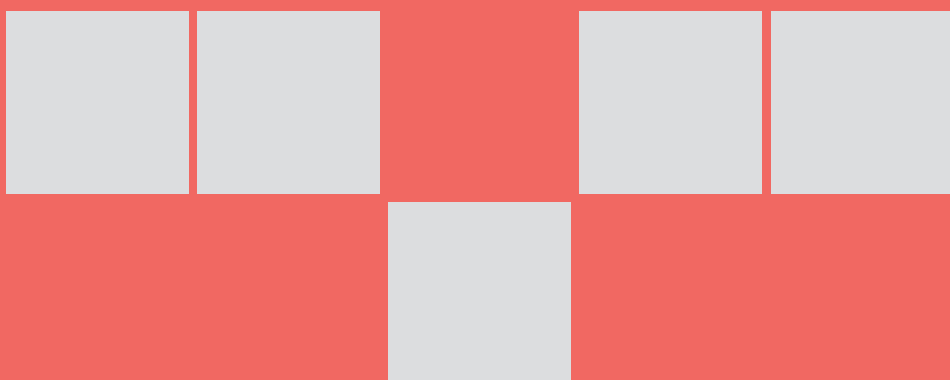


6 Aardappel- veredeling:



Oude eigenheimers in de puree?

Huib de Vriend

Edith Lammerts van Bueren

Met enkele bijdragen van Maurits Kreijveld

Ontwikkelingen in de biotechnologie geven een impuls aan schaalvergroting en consolidaties in de aardappelindustrie. Dankzij coöperatieve en open platformen kunnen kleine boeren overleven.

“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 grootse 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 veredelings technieken waarmee in andere gewassen al veel eerder vooruitgang is geboekt. Deze technieken kunnen de ontwikkeling van nieuwe aardappellrassen versnellen en tegelijkertijd verstrekken de 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 van de grote multinationals in de zaadindustrie? Hoe kunnen ze de moderne kweektechnieken zo in hun praktijk te 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 componenten van een mogelijk innovatieplatform dat gebruikmaakt van zowel de kennis uit het laboratorium als die van de boer op het land. Zo'n platform zou de coördinatie van de activiteiten van verschillende spelers op zich kunnen nemen en zo bijdragen aan een versnelling van het innovatieproces, een versterking van de positie van de Nederlandse spelers en een verduurzaming van de landbouw.

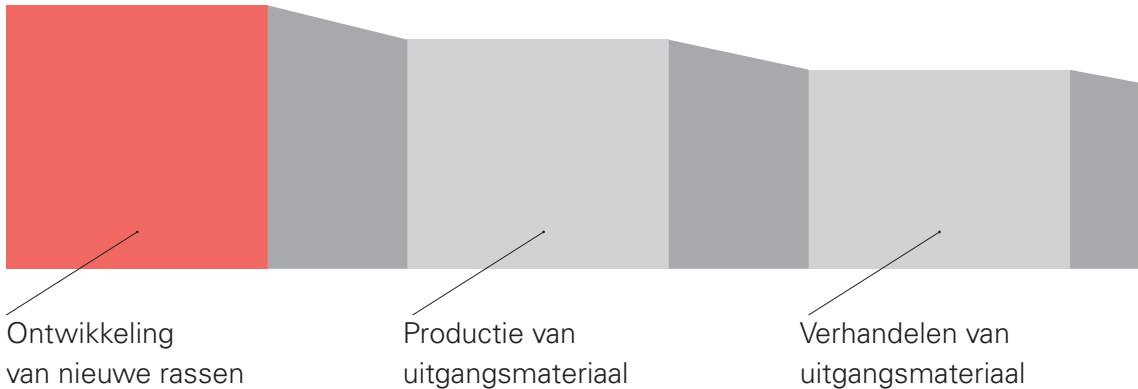
6.1 Het ecosysteem van aardappelinnovaties

Nederland is een aardappelland bij uitstek: marktleider in veredeling, het ontwikkelen van nieuwe rassen, en groot in de productie van het *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 die gebaseerd is op goed ontwikkelde klassieke en ambachtelijke veredelingskennis, waarin kleinere en grotere telers van pootgoed een relatief sterke positie hebben.

We bekijken nu het 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 veelheid aan actoren en een wirwar van verticale, horizontale en diagonale relaties. De productieketen wordt schematisch weergegeven in figuur 6.1.

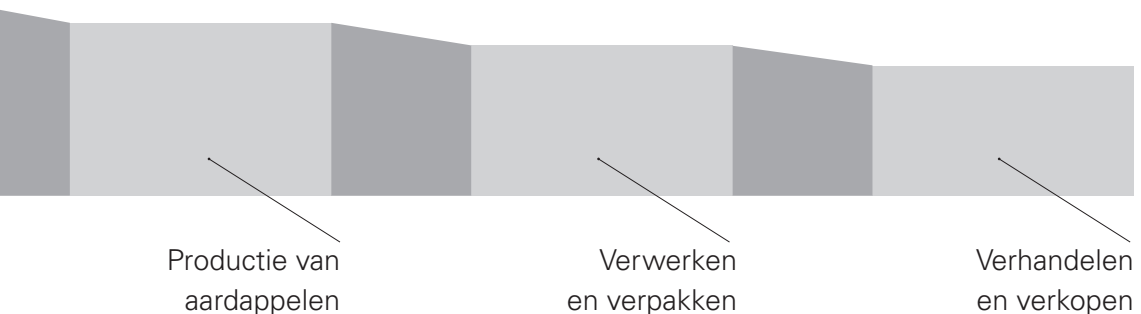
Figuur 6.1 – Waardeketen van de aardappelproductie

Hierin zijn de verschillende processtappen weergegeven van nieuwe ras tot de consument. Bij elke stap horen andere spelers. De verschillende 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 geconcentreerd. De inkopers van grote retail- en foodserviceketens worden in deze markt steeds machtiger en kunnen scherpe 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 prijsstommelingen worden gereduceerd en leveringszekerheid is gewaarborgd. McDonald's heeft bijvoorbeeld langetermijnrelaties met zijn leveranciers: zij moeten een heel constante kwaliteit leveren. De verwerkers hebben vanwege die kwaliteit ook weer langetermijnrelaties 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 producenten, de akkerbouwers, vindt steeds meer consolidatie plaats om tegenwicht te kunnen bieden aan de sterke inkopende partijen.

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 langetermijnafspraken 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. Steeds meer worden aardappelen als een schoon, gewassen product verkocht. Hierdoor blijven oneffenheden en gebreken

niet langer onder een laagje klei bedekt en moet de schil glad zijn zonder diepe ogen. Voor de kant-en-klaarproducten als voorgekookte schijfjes moet het ras in gekookte 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.

Nederland aardappelland

De aardappel is mondiaal bekeken het vierde voedselgewas. Tot de top tien van aardappelproducerende 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 1800 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 1300 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 prijsschommelingen 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 4000 rassen, waarvan er zo'n 1150 in het Nederlandse rassenregister staan. Europa telt ongeveer 70 aardappelveredelingsbedrijven, waarvan de meerderheid in Nederland, Duitsland, Frankrijk, Engeland en Polen zijn gevestigd.

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 in ontwikkelingslanden (Bradshaw, 2007), zoals verbeterde stressbestendigheid door water- en nutriëntenefficiëntie en resistenties tegen de belangrijkste ziekten en plagen. Daarnaast moet worden voldaan aan de consumentenverwachtingen rond gemaksvodsel, 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 veredelen van 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 heel nieuwe eigenschappen uit bijvoorbeeld 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 oude aardappelrassen als het bintje (1910) en de eigenheimer (1895) nog altijd verbouwd. Het is dus niet verwonderlijk dat er wegen worden gezocht om die ontwikkeltijd 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 veel seizoenen op het veld overheen voordat de eigenschappen van de nakomelingen kunnen worden vastgesteld en er 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 variëteiten teruggebracht tot enkele veelbelovende knollen, 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 talrijke opties en het terugbrengen tot enkele kansrijke variëteiten wordt gebruikgemaakt van een uniek netwerk van ongeveer 150 boerenkwekers. Dit zijn kleine kwekers die dit vaak uit liefde voor het vak doen, naast hun andere agrarische activiteiten (Kuipers, 2002). De helft van de Nederlandse rassen komt voort uit dit systeem met boerenkwekers.

Rolverdeling in het innovatie-ecosysteem

We bekijken nu het ecosysteem van de aardappelontwikkeling. Dit betreft spelers die zich bezighouden met het ontwikkelen van nieuwe rassen en eigenschappen, de productie van pootgoed en het verhandelen hiervan (figuur 6.1). In dit ecosysteem zijn diverse partijen actief in meerdere rollen en complexe onderlinge samenwerkingsrelaties en afhankelijkheden.

Onderzoeksinstellingen

Onderzoeksinstituut Wageningen UR vervult een centrale rol in het Nederlandse aardappelecosysteem. Het onderzoeksinstituut is internationaal leidend op het gebied van aardappelonderzoek en de ontwikkeling van moleculaire markers en genetische technieken zoals *cisgenese*. Binnen het Wageningse Centre for BioSystems Genomics is tussen 2003 en 2013 door universiteiten, bedrijven en brancheorganisaties precompetitief genomicaonderzoek verricht gericht op productiviteit, kwaliteit en duurzaamheid van de 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 het Louis Bolk Instituut, al of niet in samenwerking met Wageningen UR, actief op het terrein van aardappelonderzoek.

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 een eigen moleculair laboratorium waarin ze zich vooral richten op het ontwikkelen en toepassen van merkerttechnologie. Dergelijke grote bedrijven hebben

ook eigen handelshuizen die pootgoed produceren. Deze handelshuizen organiseren tevens de teelt van en handel in 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 en een eigen handelshuis hebben, of samenwerken met een ander handelshuis. Dan zijn er nog zo'n zes kleine kweekbedrijven en zes buitenlandse bedrijven die in Nederland een verkooppunt hebben (Lammers van Bueren & Van Loon, 2011). De middelgrote en kleine kweekbedrijven hebben geen eigen moleculair laboratorium en maken nog weinig gebruik van merkertehnologie. 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 kruising te combineren. De 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 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 industrieaardappelen 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 industrieaardappelen wordt uitbesteed aan een handelshuis dat aan een of meer 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 15 à 25% van hun omzet met 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 van het pootgoed gaat naar kleinverpakkers en inkooporganisaties, die het doorzetten naar gecontracteerde telers. 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 brancheorganisatie, lobbyt bij de politiek over zaken als kwekersrecht en octrooien om de positie van de Nederlandse verdelers 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 aardappeltelers 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 het grote aantal 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 welk doel hij voor ogen heeft en dus welke kruisingen hij interessant vindt, bijvoorbeeld omdat die goed bij zijn grondsoort passen of waarvoor hij nog een gat in de markt ziet. Het kweekbedrijf maakt de kruising, meestal met planten in een kas. De boerenkweker ontvangt jaarlijks enkele honderden zaden of kloontjes om uit 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 royalty's 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 royalty's 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, onder wie 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. Ze 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. Dat 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 in het innovatie-ecosysteem, nieuwe toetreders en gespecialiseerde bedrijven.

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 uiteengehaald tot 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, dataverwerking 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, 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 stukjes genetische code (DNA-sequenties) met interessante eigenschappen. De website levert een belangrijke bijdrage aan het onderzoek naar de erfelijke grondslagen van de eigenschappen van dit gewas en toepassingen in de veredeling. Via de website hebben onderzoekers en veredelaars de beschikking 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 achterhalen voor welke eigenschappen ze staan. Bepaalde eigenschappen komen pas tot expressie wanneer de plant uitgroeit en worden in meer of mindere mate beïnvloed door omgevingsfactoren zoals bodemgesteldheid, temperatuur en neerslag.

Merkergestuurde veredeling

Een belangrijke techniek die op deze kennis voortbouwt, is de moleculaire merkertechnologie. 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. Dergelijke eigenschappen zijn genetisch gezien dus veel complexer. De ontwikkeling van nieuwe merkers is in volle gang.

Dankzij merkers kan door een monster uit het blad of van het zaad te analyseren nagegaan worden 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 en knollen. Bovendien is het mogelijk om te selecteren op eigen-

schappen die met het blote oog of met andere detectietechnieken niet of moeilijk zijn waar te nemen. Ervaren boeren zijn in staat om verschillende rassen van elkaar 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 kan met de geselecteerde planten verder gegaan worden op het veld, zodat ook geselecteerd kan worden 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 merkertechnologie belangrijker zal zijn voor de versnelling van de veredeling dan het gebruik van genetische modificatietechnieken (Greenpeace, 2009).

Voor de eerder besproken, complexere eigenschappen levert de merker-technologie veel kennis op, maar zal in veel gevallen nog niet direct tot praktisch bruikbare veredelingstools leiden. 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 wordt een kruisingsouder homogener. Hierdoor vertonen de nakomelingen van een kruising meer uniformiteit en vaak een sterke toename van de opbrengst. Dankzij hybridisatie is de opbrengst van mais tussen 1930 en 2000 meer dan verdubbeld.

Lukte het tot voor kort niet om hybride aardappelen te kweken, het in 2011 opgerichte Nederlandse bedrijf Solynta is er uiteindelijk toch in geslaagd (Lindhout et al., 2011). Het idee is dat met hybridisatie de veredeling van de aardappel veel eenvoudiger en beter controleerbaar kan worden. Hybridisatie vergroot de voorspelbaarheid en snelheid van de veredeling. Net als in de tomaten- en maisveredeling zou de hybridisatie in aardappelen kunnen uitgroeien tot een drijvende kracht achter innovaties en kunnen er veel sneller nieuwe rassen worden ontwikkeld. Of hybridisatie in de aard-

appel ook tot een hogere opbrengst leidt, zoals dat bij andere gewassen vaak het geval is, moet in de praktijk nog blijken.

De haalbaarheid van deze technologie voor grootschalige toepassing in de aardappelteelt wordt op dit moment nog volop onderzocht. Als dit haalbaar wordt, kan dat ertoe leiden dat aardappelen voortaan direct uit zaden in plaats van knollen kunnen worden geteeld. Dat zou een grote invloed hebben op de voor Nederland zo belangrijke pootgoedsector. 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 voornamelijk 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 aardappelplant worden bijvoorbeeld veranderd door een gen voor de gewenste eigenschappen uit een andere aardappelplant, een ander gewas 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 *geplakt* 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. Eigenschappen kunnen dan als het ware aan- of uitgezet 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. Hierbij moeten we denken aan aardappelen die efficiënter zijn te verwerken zijn tot zetmeel, die resistent zijn voor ziekten of onkruidbestrijdingsmiddelen, of die extra vitaminen bevatten.

Maatschappelijke weerstand remt toepassing genetische modificatie

Het maatschappelijke draagvlak voor genetisch gemodificeerde organismen is in Europa klein. 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 marktleiders 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.

Het wijzigen van genen binnen de eigen soort bijvoorbeeld, lijkt sterk op wat er gebeurt bij het kruisen. Hiermee hopen de bedrijven dat hun technieken aangemerkt worden als niet-genetisch gemodificeerd en daarmee op een soepelere toelating op de Europese markt. Pogingen om in de EU-regelgeving een uitzondering op te nemen voor cisgenese, zoals onder meer toegepast 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 ecosysteem voor innovatie van gewassen als mais en koolzaad. Het heeft wereldwijd geleid tot nieuwe toetreders en een concentratie

in de zaadindustrie bij de meeste grootschalige gewassen voor de verwerkende industrie. Daarnaast is hierdoor een nieuwe taakverdeling in het innovatieproces en specialisatie tot stand gekomen. 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 de ontwikkeling van nieuwe soorten en eigenschappen in hun eigen onderzoekslaboratoria. De bedrijven zorgen ervoor dat de eigenschappen die door hen zijn ontwikkeld – zogeheten *events* – in een groot aantal commerciële rassen worden ingebracht. Ze doen dat door licenties te verlenen op 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. 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 waarvoor een grote markt bestaat omdat ze op grote schaal worden geteeld. Bovendien wordt er in de praktijk van de genetische modificatie maar van een beperkt aantal erfelijke eigenschappen gebruikgemaakt. Dit is een praktijk waarbij de ondernemingen die kleiner zijn en 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 groenterassen. 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 echter gewerkt aan technieken zoals hybridisatie, die daarin verandering kunnen brengen.

Concentratie in de zaadindustrie

De wereldwijde zaadindustrie heeft in de afgelopen eeuw drie concentratiegolven doorgemaakt, 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 combinatie van wetenschappelijke en technologische doorbraken, overheidsbeleid en bedrijfsstrategieën (Schenkelaars, De Vriend & Kalaitzandonakes, 2011).

Wereldwijd wordt door een beperkt aantal bedrijven volop ingezet op de toepassing van genetische modificatie in bepaalde akkerbouw- en groentegewassen. De hieruit verkregen gentechgewassen zijn in eerste instantie op de markt gebracht door chemische bedrijven die gewassen verkopen die resistent zijn gemaakt tegen een meegeleverde onkruidverdelger, 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 gentechgewassen gepatenteerd zijn, zodat hun zaad ook niet vrij beschikbaar is voor verdere veredeling. Het aantal patentaanvragen is de afgelopen decennia flink gegroeid. Het merendeel van de patenten is in handen van bedrijven (70%), daarna volgen kennisinstellingen (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., 2009a).

Slechts tien 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 tien bedrijven al 67% van de wereldzaadmarkt in handen. Van de vier transgene gewassen is soja de belangrijkste. Het beslaat 57% van het mondiale oppervlak transgene gewassen, gevolgd door mais (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 gebied van transgene zaden. Sinds

enkele jaren is ook het Duitse bedrijf BASF actief in de gitechmarkt voor aardappelen. 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 zetmeelaardappel 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).

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 zaaden biotechnologie-industrie aan. Gewassen met een kleine markt, bijvoorbeeld pastinaak of andijvie, waarvoor het moeilijk is om dergelijke investeringen terug te verdienen, worden steeds vaker door veredelingsbedrijven afgestoten. Daarmee dreigt een verschraling in diversiteit van gewassen.

Op veel plaatsten 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 onderzoek 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 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 heb-

ben kleine en middelgrote zaad- en biotechnologiebedrijven ontmoedigd om dergelijke gewassen op de markt te brengen.

Rolverdeling in het ecosysteem voor innovatie: van land naar lab

Door technieken als hybridisatie en genetische modificatie is de rolverdeling bij het ontwikkelen van nieuwe rassen veranderd. Boeren met hun kennis van het land hebben minder inbreng in het proces. De veredelaars en moderne biotechnologiebedrijven hebben meer naar zich toegetrokken (figuur 6.2). Er is sprake van een scherpere taakverdeling en specialisatie.

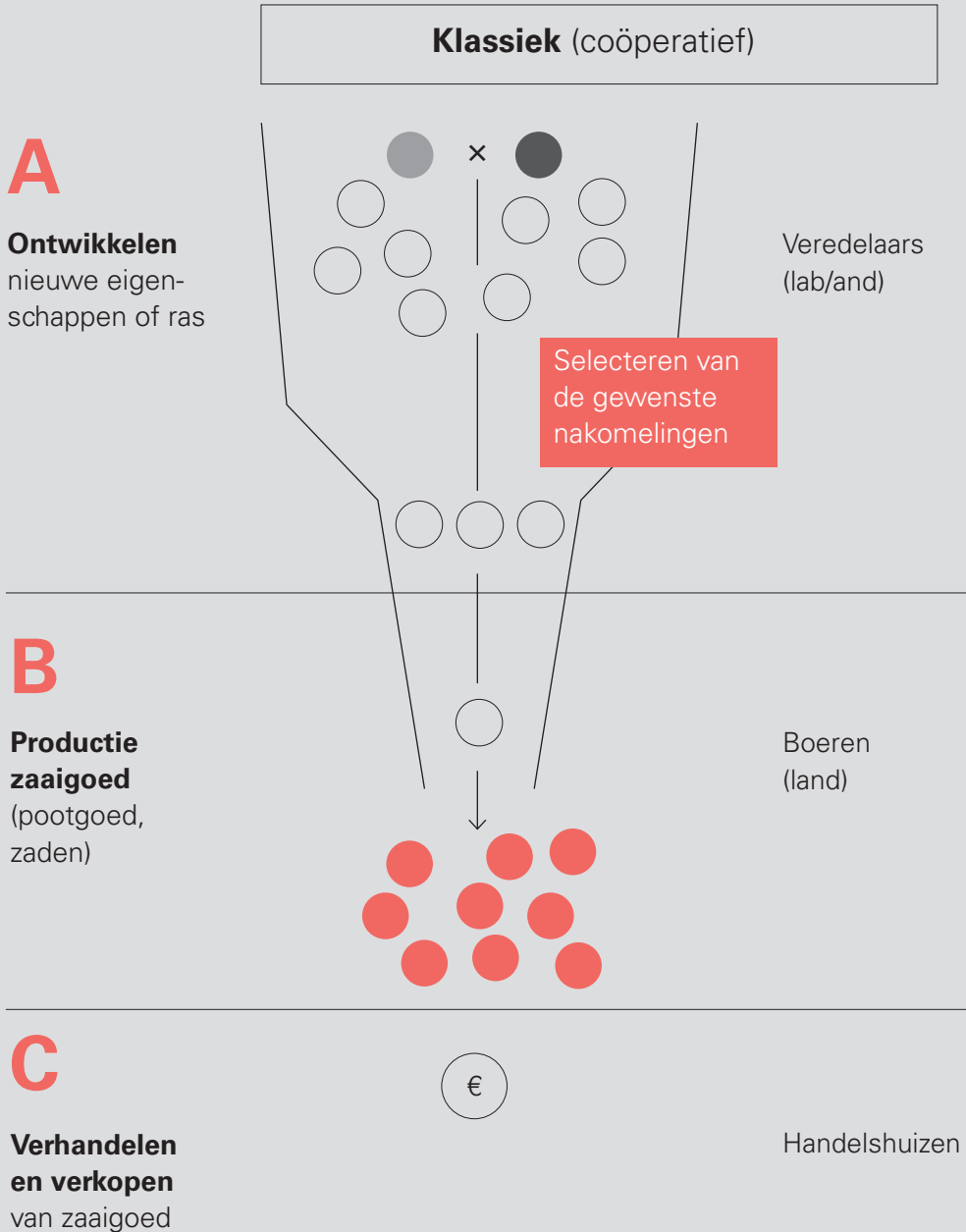
Bij klassieke veredeling (links) ligt de nadruk op samenwerking bij de selectie van de geschikte soorten, die vervolgens worden vermeerderd, meestal via knollen (pootgoed) die verkocht kunnen worden. Bij deze selectie speelt de kennis van de boer een belangrijke rol. Een individuele boer kan de 'ontdekker' zijn van een nieuw ras en daarom licentiebetalings ontvangen van de veredelaar met wie hij samenwerkt en die hem de plantjes heeft geleverd.

Bij moderne verdeling (rechts) werken de veredelingsbedrijven in hun laboratoria aan de gewenste ouderlijnen (hybride gewassen) waarmee zij zaad produceren en verkopen. De rol van de boer beperkt zich hier tot het verbouwen van de gewassen en het realiseren van zo hoog mogelijke opbrengst van het land. De veredelingsbedrijven analyseren direct na het kruisen of na de genetische modificatie de eigenschappen van de planten met behulp van DNA-technieken (zoals merkertechnieken): ze laten de plantjes kort uitgroeien, nemen geautomatiseerd en met behulp van robots monsters van het materiaal en analyseren dit direct, zonder dat de planten tot volledige wasdom hoeven te komen. Deze processen zijn vrijwel volledig geautomatiseerd. De fase (1) wordt in dit geval volledig door de veredelaars uitgevoerd.

Hoewel de veredelaars dankzij de moderne technieken veel greep hebben gekregen op het innovatieproces zouden zij kunnen winnen door (efficiënt en gecoördineerd) samen te werken met de boeren.

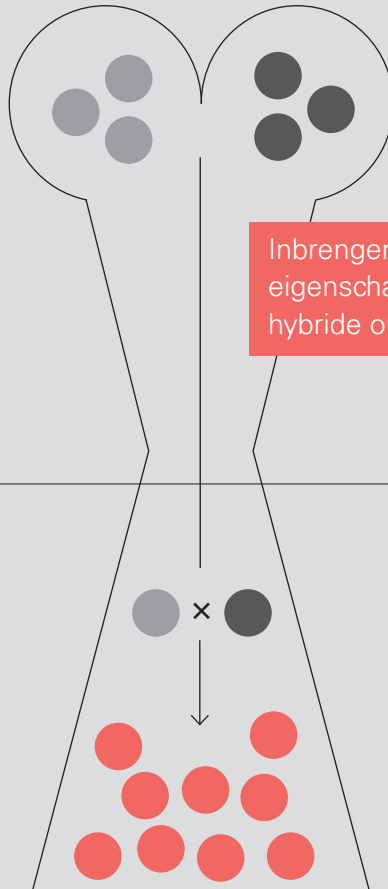
Figuur 6.2 – Plantveredeling: twee innovatiestrategieën

Schematische weergave van het veredelingsproces: klassiek (links) en modern (rechts). Er is duidelijk verschil in de rolverdeling tussen de spelers in het innovatieproces.



Modern (gesloten, competitief)

GM-bedrijven
(lab)



Inbrengen van gewenste eigenschappen in hybride ouderlijnen

GM-bedrijven,
boeren (lab)

GM-bedrijven,
handelshuizen

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 bij de hoge kosten voor de toelatingsprocedures van genetisch gemodificeerde rassen) het innovatieproces in de afgelopen decennia technologie-intensiever is geworden (Schenkelaars, De Vriend & Kalaitzandonakes, 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 ingevoerd om (bijna) monopolieposities op markten te voorkomen. Zowel in de VS als Europa werden veredelaars verplicht om bepaalde belangen af te stoten voordat voorgenomen fusies en overnames werden goedgekeurd. Er zijn vooralsnog geen aanwijzingen dat de veredelaars onacceptabele marktmacht hebben: veredelaars kunnen prijzen niet verhogen zonder het risico dat (boeren)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- en 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 dat 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 ze daarmee de mogelijkheden verkleinen om de vaste R&D-kosten terug te verdienen. In vergelijking met bijvoorbeeld de tomaat zijn de winstmarges bij de aardappel laag.

Beschermen of delen

De mate waarin verschillende spelers toegang hebben tot de genomics-kennis 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 als intellectueel eigendom worden 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 zeven grootste 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. De bezitter van dit recht heeft het alleenrecht op de verhandeling van zaad en vermeerderingsmateriaal. Ook kan hij aan anderen onder bepaalde voorwaarden een licentie verlenen. Er wordt dan meestal een overeenkomst gesloten waarin licentiegever en licentiene-

mer 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, dus de kweker, de mogelijkheid een vergoeding te vragen voor zijn inspanningen om een nieuw ras te ontwikkelen. Het kwekersrecht voor de aardappel geldt dertig jaar. Voor het verkrijgen van kwekersrecht moet het ras nieuw, onderscheidend van alle algemeen bekend bestaande rassen, uniform en bestendig zijn.

Sinds de moleculaire biologie haar intrede heeft gedaan in de plantenveredeling wordt er ook gebruikgemaakt van patenten. Hierbij kan de aanvrager zelf in de claims beschrijven wat de uitvinding behelst. In Europa vallen plantenrassen niet onder het patentrecht. Ook wezenlijke biologische werkwijzen voor de voortbrenging van planten, zoals kruisbestuiving, vermeerdering via knollen en enten, zijn van patentering uitgesloten. Geïsoleerde DNA-sequenties behorende bij plantengenen 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 nodig van de octrooihouder. De patenthouder kan derden beletten de gepatenteerde werkwijze te gebruiken en kan ook het inzetten en verhandelen verbieden van rechtstreeks via deze werkwijze verkregen producten. 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, de zogenoemde boerenvrijstelling (Louwaars et al., 2009a).

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

Blijvende rol voor klassieke veredeling

DNA-technieken hebben een belofte in zich om ook in de aardappelveredeling een grote bijdrage te leveren aan het versnellen van innovaties. In het volgende kader laten we zien waartoe dit uiteindelijk zou kunnen leiden. Bij diverse andere gewassen en in andere domeinen, zoals de medicijnontwikkeling, zijn biologische modelsystemen ontwikkeld waardoor de innovatie letterlijk gedigitaliseerd is: biologie wordt daarmee in grote mate modificeerbaar en programmeerbaar, zoals ICT. Toch zijn de praktijk en de biologie weerbarstiger.

Bij dit alles moeten we ons realiseren dat met de komst van nieuwe DNA-technieken de rol van de klassieke veredeling allesbehalve is 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 genetische 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, neerslag, bodem 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 schimmel. 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 gentechnologie 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.

Genomics: een industriële hightechbenadering

De aardappel kent net als andere gewassen een grote diversiteit en variatie. Daarmee hebben planten en organismen zich millennia lang weten aan te passen aan veranderende omstandigheden en te overleven. De mens is voortdurend bezig geweest om meer greep te krijgen op de biologie. Bij planten heeft de ontwikkeling van zogenoemde hybride gewassen de opbrengst van de landbouw enorm vergroot. Via genomics is een volgende stap gezet: het leven werd gedigitaliseerd weergegeven in een genetische code die kon worden uitgelezen en veranderd. De biologie kwam daarmee binnen het bereik van de ICT, de bits en bytes.

Digitale aardappel: naar een appstore voor genencassettes?

Gentechnieken zorgen als het ware voor een digitalisering van de plant. De heilige graal van de gentedchbedrijven is een volledig digitale 'model'aardappel waarin precies de gewenste eigenschappen kunnen worden geknipt en geplakt. In gewassen zoals mais, tomaten, soja en graan hebben grote technologiebedrijven als Monsanto, DuPont en Bayer inmiddels hun eigen modelgewassen ontwikkeld, met goed gecontroleerde eigenschappen waarbij ze gewenste functies kunnen toevoegen of verwijderen. Ook in andere domeinen van de life sciences zien we modelsystemen terugkomen, zoals de schimmels en bacteriën die DSM ontwikkelde om medicijnen zoals penicilline te produceren.

Je zou zo'n modelplant kunnen vergelijken met een smartphone waarop verschillende apps kunnen worden geïnstalleerd. De modelplant is dan zelf een technologisch platform. De 'apps' zijn geïsoleerde genetische eigenschappen, die als plug-ins toegevoegd kunnen worden aan een gewas. Er ontstaat op deze manier een heel nieuwe manier van samenwerken en concurreren rond innovaties, gecentreerd rond de gedigitaliseerde model-

plant. Een gemeenschap van appontwikkelaars kan voortdurend nieuwe toepassingen ontwikkelen. De appontwikkelaars kunnen kennisinstellingen, grote veredelaars of gespecialiseerde biotechnologiebedrijven zijn zoals Keygene die al dan niet in opdracht genetische apps ontwikkelen. Vaak blijken die functies of apps in meerdere gewassen toe te passen. Monsanto maakte op die manier diverse gewassen zoeter met dezelfde bouwsteen. Dergelijke genetische apps zijn dan extra waardevol.

Open of gesloten?

De eigenaren van de 'platformen', momenteel bedrijven als Monsanto en Bayer, hebben een dominante positie als het gaat om het toelaten van genetische apps en zij ontwikkelen voortdurend eigen apps en beschermen hun platform met octrooien. Ook kunnen zij bepalen onder welke voorwaarden zij licenties afgeven, net zoals Apple en Google. Daardoor kan toetreding van nieuwe spelers lastig zijn. Voor mais bijvoorbeeld zijn er inmiddels nog maar twee grote spelers over die de wereldmarkt domineren. In de huidige situatie hebben de grote spelers hun platformen gesloten. Middelgrote bedrijven werken meer met elkaar samen en kunnen op die manier kennis en nieuwe technieken ontwikkelen. Daarin speelt een bedrijf als Keygene een belangrijke rol. Dit bedrijf ontwikkelt technieken waarmee veredelingsbedrijven nieuwe innovaties kunnen ontwikkelen. Ook ontwikkelt het 'apps', soms in opdracht van veredelaars.

We zien dus dat de coördinatie van het platform plaatsvindt rond de genetische code van de modelplant. Biotechbedrijven hebben in de loop van de jaren hun greep op hun eigen modelplanten vergroot, zodanig dat derden er niet meer op voort kunnen bouwen. Daarmee beschermen zij hun eigen investeringen, maar wordt de route voor andere innovators afgesloten. In 2014 hebben enkele onderzoekers van de Universiteit van Wisconsin het Open Source Seed Initiative gelanceerd. Deze gewassen worden gelicentieerd volgens de General Public License zoals die gebruikt wordt door Linux. De beschikbaar gestelde gewassen, variërend van broccoli en boerenkool tot sla, blijven zo beschikbaar voor de commons.

6.3 Naar een open innovatieplatform

Het Duitse KWS, wereldwijd een van de grootste zaadveredelingsbedrijven, heeft in Nederland een aardappelkweekbedrijf overgenomen en een eigen onderzoeksstation opgezet. Het bedrijf wil kennis in huis bundelen en daarbij gebruikmaken van technieken die het voor mais en suikerbieten heeft ontwikkeld. Als de hybridisatietechniek van Solynta succesvol kan worden toegepast, zou dat de aardappelveredeling wel eens een stuk aantrekkelijker kunnen maken voor overname door bedrijven van vergelijkbare omvang als KWS. Met als mogelijk gevolg een innovatiestijl gericht op snelle return on investment die kenmerkend is voor wat we rond de genterchnologie hebben gezien en die bij 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 voedingsbodemp zijn voor de noodzakelijke innovaties gericht op een duurzame aardappelteelt die een wezenlijke bijdrage levert aan de voedselzekerheid. Daarbij kan ruimte zijn voor diverse bedrijfsstijlen, inclusief coöperatieve en participerende 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.

Samenwerking tussen lab (hightech genomics, genotypering) en boer (ambachtelijke kennis over teeltomstandigheden, fenotypering) is 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 innovaties te versnellen. Ze kunnen zorgen voor 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 is onvoldoende geïnstitutionaliseerd. Daardoor wordt de potentie van samenwerking niet optimaal benut.

Er wordt ook wel gesproken van *participatory plant breeding*. Hierbij wordt naar het totale innovatiesysteem gekeken en alle benodigde kennis en expertise. Het doet recht aan het feit dat voor nieuwe innovaties zowel

DNA-technieken als 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 voor kleinere spelers.

We verkennen nu de elementen waaruit een innovatieplatform voor aardappelveredeling 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 coöperatieve 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 worden ingezet, programmeren in belangrijke mate het spel tussen de actoren in het ecosysteem voor innovatie. 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 is 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 wordt opgedaan over de genetische eigenschappen van de plant als de uitwerking ervan tijdens de groei van de plant.

Voor vrijwel alle landbouwgewassen zijn inmiddels databestanden in ontwikkeling waarin kennis over de gewassen uit verschillende bronnen wordt verzameld en gelinkt aan de genetische code. Voor onderzoekers en technologieontwikkelaars wordt het mogelijk om te zoeken en bladeren door het genoom zoals door een encyclopedie. Daarom wordt wel ge-

sproken 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 component zijn van het 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 in het genoom te kunnen zoeken naar interessante genen en houden hun bevindingen voor zichzelf, patenteren ze of delen ze 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 lastig om toegang te krijgen tot zulke afgeschermd platformen, die ook gesloten kunnen worden voor concurrenten.

Om de nieuwste genomicskennis toegankelijk te houden en ervoor 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.

Open technieken

Wanneer partijen individueel niet over de middelen beschikken om een onderzoeks- en ontwikkelingslaboratorium op te zetten, 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 wordt opgepakt.

Een variant is dat enkele bedrijven de handen ineenslaan en gezamenlijk een onderzoeksbedrijf oprichten. In hoofdstuk 3 zagen we hoe een aantal 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 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 nieuwe DNA-technieken te ontwikkelen, maar groot genoeg om te kunnen investeren en voldoende kennis over genomics te hebben. Keygene werkt al voor aardappelveredelaars als KWS.

Daarnaast wordt er in internationale netwerken gewerkt aan genomics-technieken die opensource zijn: dus die vrij gebruikt mogen worden en waarvan de gegevens openbaar worden gemaakt. Projecten zijn onder andere Open Genomics Engine: software voor het analyseren en interpreteren van high-throughput sequencing data; GenomeTools: bioinformaticagereedschappen om genomen te analyseren, en het CAMBIA-project dat als doel heeft om volledig 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 dat opensource alternatieven vaak last hebben van gebrek aan leiderschap en risico lopen op wildgroei aan niet gestandaardiseerde varianten van de technologie. Dit vraagt dus extra aandacht, een beheer van de code en standaardisatie van bepaalde onderdelen, zoals de Linux Foundation dit doet voor de broncode van het softwareprogramma Linux.

Verdienmodellen

De toegang tot kennis wordt in belangrijke mate 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 brancheorganisatie zelf. Als veredelingsbedrijven geen vrije toegang meer hebben tot elkaars genenpool zal dat op termijn de genetische basis voor veredeling versmallen. Dit leidt ertoe dat het niveau van innovaties sectorbreed zal worden geremd en dat boeren voor aanpassing aan bijvoorbeeld klimaatveranderingen en teeltomstandigheden afhankelijk worden van enkele spelers. Dat kan een bedreiging 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 betaalbare licenties af te dwingen of te eisen dat de broncode openbaar wordt gemaakt. China dwong eigen telecomstandaarden af en de Indiase overheid overweegt een eigen rijstras te ontwikkelen om niet meer zo afhankelijk te zijn van enkele grote zaadveredelaars die de markt vrijwel

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

Samenwerken

Het relatief 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 het kader 'Samen tegen schimmels'). 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 bedrijven en kennisinstellingen.

Beide onderzoeksprojecten wisselen hun kennis uit. Daarbij gaat het om merkerttechnologie en om strategieën om duurzaam resistente rassen te ontwikkelen. Het genetischemodificatieproject geeft inzicht in relevante *genecassettes* 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 worden 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 integratie van alle beschikbare kennis op genetisch niveau. De projecten tonen aan dat er in de bestaande structuur plaats is voor een relatief nieuwe groep spelers, 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 richting de reguliere sector. Daarmee zou de hele sector kunnen verduurzamen.

Samen tegen schimmels

De schimmel *Phytophthora infestans* geldt als de schadelijkste ziekteverwekker in de aardappelteelt. De bestrijding ervan is verantwoordelijk voor bijna veertig procent van het chemischmiddelenverbruik 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 telers gebruiken dergelijke middelen niet. Hen 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 zich snel muteren en weet zo het ingebouwde resistentiegenen telkens weer in korte tijd te omzeilen (De Haas et al., 2009; Govers, 2010). Daarom poogt men nu rassen te ontwikkelen met twee of meer resistentiegenen. Deze stapeling van resistentiegenen kan verkregen worden via klassieke kruising en door genetische modificatie. Moleculaire merkers zijn daarbij onmisbaar. Op het oog kun je niet zien of planten slechts één of toch meer 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 of de toepassing door bijvoorbeeld het midden- en kleinbedrijf belemmeren. Met het oog op voedselvoorziening en voedselzekerheid hanteert Wageningen

UR een zogenaamde Humanitair Gebruik Licentie waarmee arme landen, onder bepaalde omstandigheden en voorwaarden, resistentiegenen ter beschikking gesteld krijgen om in te bouwen in lokale rassen.

In het BiolImpuls-project (2009-2019) werken kweekbedrijven, boerenkwekers en onderzoeksinstituten, het Louis Bolk Instituut en de 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 gezamenlijke selectieprogramma waarbij de aangesloten veredelingsbedrijven en boerenkwekers hun taken onderling verdelen en hun inspanningen onderling afstemmen. De betrokkenheid van 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 meer gangbare markt kunnen bedienen in binnen- of buitenland.

Nieuwe vormen van samenwerken

De complexiteit van de aardappel en het aanpassingsvermogen van de schimmelinfectie die ingebouwde resistenties weet te omzeilen, laten het belang zien van de combinatie van kennis van het lab en het land. De helft van de biologische eigenschappen van een plant wordt bepaald door de genen die je in het lab kunt identificeren: genotypering. De andere helft wordt bepaald door de omgeving waarin de plant groeit: fenotypering. Om kansrijke nieuwe innovaties te ontwikkelen zullen lab en land dus meer moeten samenwerken, met elkaar aanvullende expertises.

Platformen waarin een modelplant of cropedia's een centrale rol vervullen, kunnen een belangrijke rol spelen in het coördineren van de samenwerking. Daarnaast zouden platformproviders boeren meer kunnen faciliteren om hun bijdrage aan innovatie te leveren. Internet biedt talloze

mogelijkheden om samenwerken en kennisdelen te bevorderen.

Farmhack: doe-het-zelfgemeenschap

Samenwerking tussen boerenkwekers op het gebied van kennisuitwisseling en -ontwikkeling zien we ook terug in het Amerikaanse Farmhack, een onlinegemeenschap van relatief jonge boeren, die kennis en informatie uitwisselen over nieuwe landbouwtechnieken. Regelmatig worden hackatons georganiseerd en do it yourself-bijeenkomsten: boeren leren elkaar omgaan met nieuwe technieken zoals drones, sensoren, robots. Zij zoeken daarbij aansluiting bij een levendige gemeenschap van doe-het-zelfbiologen die gebruikmaken van eenvoudige en goedkope gentechnieken. Dit soort initiatieven zijn onderdeel van levendige en relatief jonge makersgemeenschappen die via internet actief zijn op vrijwel alle terreinen. Een verjonging van de boerenkwekers zou geen kwaad kunnen aangezien de hobbykwekers die nu worden betrokken bij de ontwikkeling van nieuwe aardappelrassen in hoog tempo aan het vergrijzen zijn.

iCrop: samenwerking en innovatie in de productieketen

Daarnaast zien we nieuwe vormen van samenwerking binnen de aardappelketen die bijdragen aan duurzame innovatie. Het Amerikaanse PepsiCo, een grote speler op het gebied van frites en chips, is bezig de CO₂-uitstoot en het waterverbruik van zijn productieproces te verlagen. Daartoe heeft het inmiddels in diverse landen in Latijns-Amerika en in Turkije en India geïnvesteerd in de aanleg van sensornetwerken bij de boerenkwekers. Het sensornetwerk meet elk kwartier de bodemkwaliteit, de temperatuur en de vochtigheid. Deze data worden verwerkt door het iCrop-sensorplatform van de Universiteit van Cambridge. Dit sensorplatform geeft inzicht in welke aardappel het beste groeit met welke hoeveelheid water. Daarnaast maken boeren met hun smartphone foto's van de planten met de locatie. Het iCrop-platform analyseert de ontwikkeling van de plant en maakt op basis daarvan een prognose. Het geeft boeren en telers bovendien advies over hoe zij hun gewassen het beste kunnen verzorgen en wanneer ze het beste kunnen oogsten. Dit heeft inmiddels geleid tot een aanzienlijke reductie van de hoeveelheid water die gebruikt werd bij het telen van aardappelen en vergrootte de opbrengst. Deze werkwijze versterkt tegelijkertijd de band tussen afnemer en producent. Via het platform wordt bovendien nieuwe kennis opgebouwd over het verbouwen van aardappelen met een

maximale opbrengst. In dit geval investeert PepsiCo in verdere professionalisering van de boerentelers. Dit is in veel sectoren gebruikelijk en noodzakelijk om het kennisniveau en de professionaliteit van de hele keten te verhogen en het hele ecosysteem te laten profiteren. Tegelijkertijd wordt de onderlinge afhankelijkheid van de spelers groter. Wanneer zij van aanbieder of leverancier willen wisselen, kan marktregulering nodig zijn.

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 eminent 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 boer 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 alle aanwezige kennis. Gedurende de looptijd van Biolmpuls en DuRPh werd de coördinatie ad hoc verzorgd door de trekkers van de projecten. Willen kleinere spelers overleven, dan moeten 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 diverse 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 vanuit een bredere visie nodig in navolging van het Duitse bedrijfsleven, dat samen met de overheid het initiatief nam 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'?

De kracht van platformen

Nieuwe strategieën voor innoveren
in een digitaliserende wereld

Maurits Kreijveld

met medewerking van
Jasper Deuten en Rinie van Est