

Plantenveredeling: kiezen, verbeteren en weggooien

door prof. dr. Richard G. F. Visser



WAGENINGEN UNIVERSITEIT

Inaugurele rede uitgesproken bij aanvaarding van het ambt
van persoonlijk hoogleraar bij het Departement
Plantenwetenschappen van Wageningen Universiteit op
7 oktober 1999.

Plantenveredeling: kiezen, verbeteren en weggooien

Mijnheer de rector, dames en heren.

De hedendaagse maatschappij, zoals wij die in het westen kennen, is er een van snelle informatievoorziening en verwerking. Dit zal in de toekomst alleen nog maar toenemen. Dat wordt bijvoorbeeld duidelijk als je een bezoek aan het Dolfinarium brengt. Acht jaar geleden was één dolfijn met één trainer bezig tijdens de voorstelling. Nu heb je een hoofdtrainer en twee assistent trainers die allen tegelijk een groep dolfijnen onder hun hoede hebben en ze verschillende kunstjes laten opvoeren. De show is wervelender dan ooit. Diezelfde maatschappij kent ook een veel hogere werkdruk. De werkdruk is tweemaal zo hoog geworden als ca 10 jaar geleden, zo konden we onlangs nog uit nieuwsberichten vernemen. Verder is het zo dat door die snelheid van informatieverschaffing men op veel terreinen reeds in een zo vroeg mogelijk stadium met allerlei factoren rekening dient te houden. In het onderzoek is dat al niet anders en dat vraagt meer dan vroeger naar een multidisciplinaire aanpak van vraagstellingen. Dit kan alleen in samenwerking met anderen. Dit vereist het opzetten en onderhouden van onderzoeksverbanden en het 'over de schutting' heen kunnen kijken van de individuele onderzoekers. Het vakgebied plantenveredeling heeft wat dat betreft al een streepje voor. Dit vakgebied, dat zich bezig houdt met het verbeteren van gewassen voor menselijke behoeften, weet sinds jaar en dag dat de nieuwe rassen aan de eisen van de teler en de markt moeten voldoen. Echter ook voor de veredeling geldt dat men door het aanhalen van betrekkingen met andere vakgebieden beter op de toekomst voorbereid is. Dit geldt niet alleen voor vakgebieden waarvan het voor de hand ligt ze te omhelzen, zoals moleculaire biologie, biochemie, bio-informatica en plantenfysiologie. Ook levensmiddelen-chemie, microbiologie, marktkunde en sociologie zijn onontbeerlijk.

Het zogenaamde ketengericht denken, met als voorbeeld voedingsgewassen waarbij men de weg van de grond tot in

de mond volledig wil kunnen controleren en reguleren, vereist dat de veredelaar ook allerlei niet-gewas gebonden aspecten in zijn werk moet betrekken. Het probleem van de kweker dat al redelijk groot is, want hij moet nu maken wat over 10 of 15 jaar de markt kan veroveren, wordt dus alleen maar groter. Het is dus essentieel dat de veredelaar alle hulpmiddelen die hij maar ter beschikking heeft gebruiken kan om betere rassen te maken. Het veredelingsonderzoek heeft als taak om technieken en methoden vanuit andere disciplines te benutten en zodanig te modificeren cq verder te ontwikkelen dat ze in de praktische veredeling te gebruiken zijn.

12 oktober 1999 is uitgeroepen door de Verenigde Naties als de dag waarop de 6 miljardste wereldburger, hoogstwaarschijnlijk in India, geboren wordt. En 20 jaar verder zal de grens van 10 miljard mensen overschreden worden. Hiervan zullen ca 8.5 miljard mensen in de zogenaamde ontwikkelingslanden leven. Om al deze mensen te kunnen voeden zal er heel wat moeten veranderen en zal de productiviteit van veel voedingsgewassen verhoogd moeten worden. In zijn afscheidsrede als hoogleraar plantenveredeling "Meer en beter met minder" gaf Prof. Parlevliet al enig inzicht in de problematiek die dit met zich meebrengt¹. Van de meeste voedingsgewassen wordt maar 5 tot 25% van de potentiële opbrengst gerealiseerd. Voornamelijk stress factoren zijn de oorzaak voor de 75 tot 95% die verloren gaat. Tot dusver zijn zeer veel veredelings inspanningen gericht geweest op verhoging van opbrengst en resistenties tegen ziekten en plagen. In de komende decennia zal meer aandacht gegeven moeten gaan worden aan veredeling op abiotische tolerantie; zoals tolerantie tegen droogte en zware metalen. Dit is niet alleen van belang voor ontwikkelingslanden waar het areaal goede landbouwgrond zeer gering is, maar ook voor de ontwikkelde landen waar men een meer duurzame landbouw nastreeft.

Al wandelend langs de rekken in supermarkten in West-Europa en Amerika blijkt echter dat er van voedsel schaars-

te in onze maatschappij geen sprake is. Dit blijkt zowel uit de prijs die voor voedsel betaald moet worden als aan de diversiteit van de voedselproducten. Wat verder opvalt is dat de kwaliteit van voedsel producten steeds belangrijker wordt. Daarnaast wordt ook de hang naar 'gezond' voedsel of zelfs voedsel met medicinale (bij)werking steeds groter.

Binnen het Laboratorium voor Plantenveredeling waar ik werkzaam ben zijn nu twee leerstoelgroepen actief. De een houdt zich bezig met Genetische Variatie en Reproductie, de ander met Selectiemethoden en Resistentieveredeling². Alle vier aspecten vormen onlosmakelijke ingrediënten van het vakgebied Plantenveredeling. Alle vier verdienen en krijgen aandacht in de meeste onderzoeksprojecten die uitgevoerd worden op het laboratorium. De accenten zijn echter in de verschillende projecten telkens net iets anders. In deze openbare lezing wil ik een aantal resultaten van veredelingsonderzoek op het terrein van kwaliteit(sverbetering) met U doornemen in de context van de veranderende samenleving. Daarnaast wil ik nog aandacht besteden aan het onderwijs en aan enkele "rest" zaken.

Keuzes maken en concentreren

Op veel terreinen geldt de gouden stelregel 'schoenmaker blijf bij je leest'. Kijken we nog eens naar het Dolfinarium. Om te kunnen concurreren met andere pret- en themaparken is het belangrijk je te richten op één gebied. Voor het Dolfinarium zijn dat zaken die samenhangen met zee en zeedieren. Landdieren die geen relatie met water (de zee) hebben zul je naar mijn idee niet snel aantreffen in het Dolfinarium. Het park is gefocuseerd op het thema zee en veel aspecten die een relatie hebben met dit thema worden getoond. Dit is iets wat ook in het onderzoek steeds belangrijker wordt en essentieel is om te overleven. Concurreren in de breedte met de grote 'life sciences' bedrijven is bij

voorbaat een verloren zaak. Concurreren in de diepte daarentegen is zeer goed mogelijk. Vandaar dat wij ca 10 jaar geleden ervoor gekozen hebben om een deel van het onderzoek op kwaliteitsverbetering te richten. Nu is kwaliteit een breed begrip en voor deze lezing wil ik daar twee onderdelen van behandelen. Ten eerste kwaliteitsverbetering van inhoudsstoffen in planten, waarbij de nadruk op koolhydraten (suikers) ligt en ten tweede onderzoek naar kwaliteit van aardappels.

Verbetering van inhoudsstoffen

Veel planten zijn voor hun overleving afhankelijk van inhoudsstoffen die ze aanleggen in tijden dat er voldoende voedingsstoffen en water aanwezig zijn. Deze inhoudsstoffen, primaire en secundaire metabolieten, worden vaak in organen afgezet die dienen voor reproductie of instandhouding. Hierbij kan gedacht worden aan zaden, wortels, knollen en bollen. In deze opslagorganen wordt 'voedsel' opgeslagen (energie, koolstof en stikstof) die, indien nodig, ter beschikking komt aan het zich ontwikkelende kiemplantje of aan de spruit die uit de moederknol ontstaat. Dit reservevoedsel kan zijn eiwit (bonen), olie (kokosnoot), suiker (suikerbiet) en zetmeel (aardappel). Het zal U niet verbazen dat we gekozen hebben voor het verbeteren van de zetmeelsamenstelling in aardappel. Hiervoor is het noodzakelijk dat we begrijpen hoe zetmeel gemaakt (gesynthetiseerd) wordt, zodat we ook gericht kunnen ingrijpen. Om een goede kans te hebben dat de uitgevoerde verandering inderdaad een verbetering en geen verslechtering is, is samenwerking met de zetmeelverwerkende industrie essentieel. Aangezien er nog veel vraagtekens waren (en nog steeds zijn) over de precieze wijze waarop zetmeel wordt gemaakt houden we ons ook bezig met het ophelderen van de biosynthese van zetmeel. De synthese van zetmeel, een polymeer van glucose, vindt plaats in zogenaamde amyloplasten. Dit zijn celorganellen

(plastiden) die door een dubbele membraan gescheiden zijn van de rest van de cel. Alle enzymen en bouwstenen die nodig zijn voor het maken van het zetmeel moeten over die dubbele membraan getransporteerd worden. Beïnvloeding van de hoeveelheden van de verschillende enzymen en bouwstenen die in de amyloplasten komen kan dus een geweldige uitwerking hebben op het uiteindelijke product; zetmeel. Zetmeel is in de meeste gevallen een mengsel van onvertakte en vertakte glucose polymeren; ook wel amylose en amylopectine genoemd. Opslag- of reserve-zetmeel van verschillende plantaardige bronnen heeft een zeer karakteristieke vorm en afmeting en kan zeer eenvoudig door kenners onder de microscoop herkend worden. Alhoewel voor zover we weten alle planten in principe over dezelfde enzymen beschikken; zoals zetmeelsynthasen, vertakking-senzymen, onttakking-senzymen en zetmeelafbrekende enzymen zoals amylases varieert het zetmeel uit de verschillende plantensoorten sterk³. Deze variaties zitten in grootte en vorm van de zetmeelkorrels (1 tot 100 micrometer; van rond tot ovaal). Ook de aanwezigheid van eiwit en vet (in graan zetmeel) alsmede de verhouding amylose/amylopectine zijn van belang. Het zetmeel uit de verschillende bronnen kent veel verschillende toepassingen. Die worden voor een groot deel bepaald door de regionale beschikbaarheid, de kosten van het ruwe meel, maar ook door de intrinsieke eigenschappen van het meel. De toepassingen variëren van bindmiddel in pappen en sauzen, het sterken van garens in de textielindustrie tot het beschermen van boorkoppen tijdens olieboringen. Zetmeel is een bulkproduct wat wel blijkt uit de hoeveelheden die jaarlijks geproduceerd worden. Circa 45 miljoen ton zetmeel wordt geproduceerd per jaar uit granen zoals maïs, tarwe, rijst en knolgewassen zoals aardappel en zoete aardappel. Maïs is met 20 miljoen ton de grootste bron van zetmeel, de aardappelzetmeel productie is ca 4 miljoen ton. Ondanks deze lagere productie heeft het toch een belangrijk aandeel (25%) in de voedsel- en industriële toepassingen. Dit komt vanwege de afwezig-

heid van eiwit en vet, het relatief hoge molecuul gewicht van de polymeren amylose en amylopectine en het hoge fosfaatgehalte van het aardappelzetmeel. Recent nog hebben we samen met de groep van Prof. Steven Ball uit Rijsel (Frankrijk) aangetoond dat in tegenstelling tot wat men altijd aannam het amylose niet onafhankelijk ontstaat maar een afsplitsing is van het amylopectine^{4,5}. Het precieze mechanisme waardoor een verlengde keten van het amylopectine afgesplitst wordt en amylose wordt is onderwerp van verdere studie. Dit resultaat betekent echter dat het in principe ook mogelijk moet zijn om het amylose gehalte in het zetmeel te veranderen door de amylopectine biosynthese te verstoren. We gebruiken verschillende benaderingen om veranderingen in de zetmeelbiosynthese te bewerkstelligen. Een aantal veranderingen waarvan we op grond van informatie van de zetmeelverwerkende industrie weten dat ze mogelijk interessant zijn voor commerciële toepassing zijn: verhoging van het amylose gehalte, verhoging van het amylopectine gehalte en verandering van de vertakkingsgraad van het zetmeel. De verschillende benaderingen bestaan uit gerichte uitschakeling van genen met behulp van transposons en antisense technologie en een ongerichte uitschakeling door bestraling van het erfelijke materiaal; het DNA. Transposons zijn kleine stukjes DNA die in het genoom heen en weer kunnen springen. Zo kunnen ze zich, met een kleine kans, nestelen in genen die verantwoordelijk zijn voor het maken van één bepaald eiwit. Ze blokkeren (ook wel muteren genoemd) dit gen waardoor géén eiwit of een ander soort eiwit wordt gemaakt. In maïs zijn door de werking van transposons een groot aantal mutanten met meer amylose of amylopectine verkregen⁶. Een nadeel van deze benadering is dat je planten moet hebben die de transposons bevatten en je moet de basenvolgorde van het uit te schakelen gen kennen. De frequentie waarmee het transposon in het gewenste gen springt is daarnaast zo laag dat vele duizenden planten geanalyseerd moeten worden. De tweede benadering, mutatie inductie door bestraling, is eerder al met succes

toegepast in aardappel om een amylose-vrije aardappel te verkrijgen⁷. Nadeel van deze benadering is dat je ook hier uit vele duizenden planten de door jou gewenste planten moet kunnen kiezen. Verder is deze benadering alleen mogelijk bij planten die slechts één keer alle erfelijke informatie bevatten (zogenaamde monoploïde planten). Veel planten, zoals tomaat en tabak, zijn diploïd; ze bevatten alle erfelijke informatie in duplo. De aardappel die in Nederland op de velden staat en die in de winkels verkocht wordt is tetraploïd. Ze bevat vier keer alle erfelijke informatie. Dit betekent dat elk gen in viervoud aanwezig is. Uitschakeling van één van de vier genen betekent dat er nog steeds drie intacte genen aanwezig zijn en deze dus een eventuele mutatie verbergen. Bij de derde benadering, de zogenaamde antisense techniek, zal ik wat langer stilstaan. De coderende basenvolgorde voor genen, het DNA, bestaat uit twee strengen. Eén van de strengen bevat de informatie voor het eiwit waarvoor het gen codeert. De andere streng bevat géén informatie, maar is complementair aan de streng met de genen. Vergelijk het maar met twee helften van een rits. De ene bevat het sluitingsmechaniek maar kan zonder de andere helft van de rits niets doen. Met het DNA kun je nu gaan sleutelen. Je kunt bijvoorbeeld een gen omgekeerd terug zetten in een streng. Of je zet het gen in de andere streng. Dit soort ingrepen brengen de plant van slag. Het resultaat ervan kan zijn dat de plant dat gen niet meer in eiwit omzet. De methode waarmee men de 'geknutselde' genen in de plant terugzet noemt men transformatie. Bij aardappel en veel andere dicotyle planten gebruiken we de bodembacterie *Agrobacterium tumefaciens* als hulpje⁸. Deze bacterie kan DNA naar planten overdragen en doet dat redelijk effectief. Om de transformatie succesvol te laten verlopen is het nodig dat uit stukjes blad of stengel weer volledige planten kunnen groeien. Dit proces noemt men regeneratie. Alleen die cellen die ook daadwerkelijk DNA van de *Agrobacterium* hebben ontvangen mogen uitgroeien. Daarom zorgt men ervoor dat naast het antisense gen ook

nog een ander gen, een merker gen, wordt overgedragen zodat we later kunnen selecteren. Meestal gaat het om een antibioticum resistentie gen of een herbicide resistentie gen. De behandelde cellen worden gekweekt op een medium met daarin het herbicide of antibioticum. Alleen die cellen die het merker gen voor een bepaald herbicide of antibioticum hebben ontvangen kunnen groeien op dit medium. Zij zijn er resistent tegen. De andere plantencellen die de selectie merker niet bezitten gaan dood. Met het overbrengen van het merker gen en daarmee ook het antisense gen hoop je planten (transformanten) te vinden die veranderd zijn voor bepaalde eigenschappen. In tegenstelling tot de bestralings aanpak maakt het bij deze benadering niet uit of het een plant is met één, twee of vier genomen. Alle genen kunnen erdoor getroffen worden. Het eindresultaat is dat in ongeveer 50% van de geregenereerde planten het betreffende gen minder of helemaal niet tot expressie komt. Deze benadering hebben wij met succes gevolgd voor het gen coderend voor het enzym korrelgebonden zetmeelsynthase⁹. Van dit gen was reeds bekend (uit onder andere maïs) dat als het niet meer functioneerde aanleiding gaf tot planten die geen amylose meer maakten. In tetraploïde aardappelen van het zetmeel ras Karnico werden op deze manier transformanten verkregen die geen amylose meer synthetiseerden¹⁰. Deze amylose-vrije of hoog amylopectine zetmeel aardappelen werden in 1991 verkregen. Het zetmeel bleek geen korrelgebonden zetmeelsynthase activiteit meer te bezitten en er was dus bereikt wat we wilden. Uitgebreide testen zowel bij NIKO-TNO, AVEBE, Levensmiddelen natuurkunde en bij Plantenveredeling gaven aan dat het amylose-vrije zetmeel duidelijk andere eigenschappen bezat dan het normale zetmeel^{11,12,13}. En bij producttesten, door AVEBE uitgevoerd, bleek dat de eigenschappen van dit zetmeel superieur zijn over die van normaal aardappelzetmeel. Uit alle transformanten die we hadden verkregen werden er in eerste instantie 10 geselecteerd. Deze werden beoordeeld op hun landbouwkundige eigenschappen, zoals resistenties

tegen bepaalde ziekten en op opbrengst. Uiteindelijk werden er drie transformanten geselecteerd en opgenomen in zogenaamde rassenbeproevingen. In 1995 werden twee van deze klonen als ras erkend. Zij worden Apriori en Apropos genoemd¹⁴. De weg voor grote aanbouw van deze rassen stond open. Twee aspecten van dit meel wil ik hier kort bespreken. De eerste is het feit dat de producent van dit type zetmeel milieubewuster kan werken. Bij de normale verwerking van aardappelzetmeel is het van groot belang dat de viscositeit van het meel niet te hoog is. Te hoge viscositeit zorgt er namelijk voor dat het zetmeel gaat zwellen en geleren; er ontstaat een dikke brij die niet door buizen te transporteren is. In het normale proces wordt de viscositeit kunstmatig verlaagd door het zetmeel te behandelen met zuur. In latere stappen van het verwerkingsproces moet dit zuur weggewassen worden en hiervoor gebruikt men loog. Loog en zoutzuur afvalstromen worden geloosd op het oppervlaktewater en komen dus terecht in het milieu. Hiervoor moeten voorzieningen worden getroffen en moet een afvallozing heffing worden betaald. Het amylose-vrije zetmeel maakt het gebruik van deze twee chemicaliën grotendeels overbodig omdat de viscositeit al beduidend lager is dan dat van normaal aardappelzetmeel. Dit betekent dat de productiekosten van het zetmeel lager uitvallen vanwege besparing op de kosten voor de chemicaliën, maar ook omdat de afvalstoffen heffingen lager uitvallen. Verder is er natuurlijk een voordeel voor het milieu omdat er minder afvalstoffen geloosd worden. Dat het amylose-vrije zetmeel ook in de product applicatie zeer goed presteert kan geïllustreerd worden met product Quicksolan SPR. SPR staat voor synthetic polymer replacer, letterlijk synthetische polymeer (dus uit aardolie gemaakt) vervanger. In de textielindustrie worden lange garens gebruikt om bijvoorbeeld T-shirts te weven. De garens lopen met een grote snelheid langs allerlei spoelen door de machines die dit textiel weven. Om te voorkomen dat de garens breken, waardoor het hele productieproces stop gezet moet

worden worden de garens 'gesterkt'. Dit houdt in dat het garen bedekt wordt met een laagje synthetisch polymeer waardoor het garen minder snel breekt; het wordt dus letterlijk sterker. Men heeft nu zo een 'garen versterkend' product gemaakt van amylose-vrij aardappelzetmeel. Het versterkende effect van dit amylose-vrije zetmeel product zorgt er nu voor dat de machines ca 30% sneller kunnen draaien. In dezelfde tijdseenheid kan dus 30% meer textiel gefabriceerd worden wat zorgt voor lagere productiekosten. Het is dus duidelijk dat de technische kwaliteiten van dit zetmeel zeer goed zijn. De technische kwaliteiten vormen echter slechts één aspect waar rekening mee dient te worden gehouden. De methode waarmee wij het zetmeel hebben veranderd duidt men aan onder de naam genetische modificatie. Wil men deze methode gebruiken dan zijn er allerlei richtlijnen die men moet volgen en vergunningen die men moet hebben. Dit loopt vanaf het eerste moment dat men op het laboratorium besluit om een antisense construct te maken, via het in de kas en het veld brengen van de transgene planten tot het moment dat men de planten op grote schaal wil gaan telen. Het ministerie van VROM, zorgt via de COGEM¹⁵ (commissie genetische modificatie) die de minister adviseert, voor uitgifte en toezicht op de vergunningen. Wil men een genetisch gemodificeerde plant of de producten daaruit op de markt gaan brengen dan krijgt men ook met andere instanties en ministeries te maken. Hieronder vallen het toelaten tot de rassenlijst, vergunningen om de planten of producten en de bijproducten als voedsel of veevoeder op de markt te brengen. Er is dus een heel systeem van vergunningen, controles en monitoring opgezet om te zorgen dat genetisch gemodificeerde producten niet zonder meer op de markt komen. Men zou zelfs kunnen beweren dat genetisch gemodificeerde producten meer en uitvoeriger getest worden dan vergelijkbare traditionele producten. Toch bestaan er grote weerstanden tegen genetisch gemodificeerde producten zoals een ieder van U heeft kunnen lezen in allerlei dag- en opiniebladen. Voor een

deel zijn deze weerstanden te wijten aan de gebrekkige informatie voorziening. Daarnaast speelt keuze vrijheid een andere belangrijke rol. Men wil in de winkel kunnen kiezen of men al dan niet genetisch gemodificeerde producten koopt. Door het instellen van verplicht labelen komt men hier in Europa aan tegemoet. In Amerika ligt dit anders daar is labeling niet verplicht.

Maar terug naar de verandering van het zetmeel. Het feit dat amylose-vrij zetmeel zo eenvoudig te verkrijgen was gekoppeld aan de bijzondere eigenschappen van het meel maakte dat ook andere modificaties werden geprobeerd. Alhoewel die wetenschappelijk zeer interessant waren (zoals verhoging van de vertakkingsgraad van het meel¹⁶), bleken de modificaties onvoldoende te zijn voor praktische toepassingen. Aangezien er meer dan 25 genen direct betrokken zijn bij de zetmeel biosynthese en er dus zeer veel modificaties denkbaar zijn, is het noodzakelijk om een betere voorstelling te kunnen maken welk gen de meest nuttige verandering teweeg kan brengen. Daarom zijn we ons meer en meer gaan richten op de fysisch-chemische en rheologische eigenschappen van zetmeel en andere polymeren van suikers. Dankzij een subsidie van het ministerie van economische zaken via het PPS-MIBITON¹⁷ (publiek private samenwerking) programma waren we in staat om het Laboratorium voor Polymere Koolhydraat analyses op te zetten. Deze faciliteit heeft tot doel om analyses aan polymere koolhydraten op microschaal op te zetten. Een van de nadelen van de bestaande faciliteiten is dat zij veel materiaal nodig hebben om analyses mee uit te kunnen voeren. Bij de genetische modificatie benadering zijn er in eerste instantie zeer veel monsters te analyseren waarvan maar weinig materiaal voorhanden is. Dit vereist een andere analyse mentaliteit en opzet. Verder is het zo dat het bij de hand hebben van zo een faciliteit het mogelijk maakt om gericht bepaalde modificaties op te sporen, zoals een andere viscositeit of ander smeltgedrag. Het op een goede manier kunnen uitvoeren en vooral interpreteren van de resultaten

verkregen met de verschillende apparaten maakte het noodzakelijk om samenwerking te zoeken met groepen die meer in deze disciplines thuis waren dan wij als veredelaars, wat resulteerde in samenwerking met onder andere levensmiddelenchemie. Deze samenwerking heeft er mede toe geleid dat we ook onderzoek zijn gestart naar koolhydraten in celwanden¹⁸ en naar andere opslagproducten zoals eiwitten.

Aardappels koken

Aardappelen zijn een belangrijk Nederlands akkerbouwgewas. In Nederland wordt per jaar ca 185.000 hectare aardappels aangebouwd. Daarvan bestaat 30% uit fabrieks- of zetmeelaardappelen, 45% uit consumptieaardappelen en 25% uit pootaardappelen¹⁹. Nederland is de grootste pootgoedaardappel exporteur ter wereld en herbergt de grootste aardappelzetmeel verwerkende industrie. Zoals uit de opsomming al blijkt zijn er drie grote groepen aardappelen. Voor zetmeelaardappelen is het van belang dat ze veel zetmeel bevatten, terwijl dat voor consumptieaardappelen juist niet zo gewenst is. Pootaardappelen daarentegen moeten niet al te groot of klein van afmeting zijn en moeten na planten vrij snel weer kiemen. Ook binnen de consumptieaardappelen zijn zeer veel verschillende soorten aardappelen gewenst al naar gelang hun toepassing als patat, chips of voorgekookte aardappel. Binnen het Laboratorium voor Plantenveredeling wordt al sinds ca 40 jaar onderzoek gedaan aan aardappel. Kruisingsonderzoek, het ontwikkelen van aardappelen met bepaalde gewenste kenmerken of resistenties, speelde en speelt een grote rol in het onderzoek. Het kruisen van aardappels is een tijdrovende bezigheid. Uit bijna 100.000 zaden die uit de kruisingen worden verkregen moeten vervolgens de beste klonen geselecteerd worden. Het is lastig om de juiste combinaties te maken vanwege het feit dat de aardappel vier genomen heeft. Goede ouders kunnen slechte nakomelingen geven en

omgekeerd. Het is dus een proces van kiezen, waarbij elk jaar minder planten overblijven. Het duurt een aantal jaren voordat men potentiële goede planten kan beoordelen op belangrijke eigenschappen zoals opbrengst en resistentie tegen nematoden. Uiteindelijk moet men na 10 à 15 jaar hopen dat er nog steeds een kloon aangehouden is die beter is dan al het bestaande materiaal. Die kloon kan dan aangemeld worden als ras. Verder is het instandhouden van een ras wanneer men die eenmaal heeft ook een redelijk arbeidsintensieve en dure bezigheid, omdat aardappel vegetatief vermeerderd wordt via pootaardappelen. Deze moeten gegarandeerd het goede genotype hebben en moeten ziektevrij zijn. Het zou dus aanzienlijk helpen wanneer men veel sneller wist welke van de 100.000 planten nu de beste zijn en wanneer men deze goede planten veel sneller tot ras zou kunnen maken. Door het kruisen worden er nieuwe combinaties gegenereerd waaruit de veredelaar door selecteren een ras ontwikkelt. Is de ene ouder een roodschillige aardappel en de ander een witschillige dan is selectie van de nakomelingen met de gewenste schilkleur relatief eenvoudig, als er knollen gevormd worden. Echter veel eigenschappen waaronder enkele van de meest belangrijke, zoals opbrengst, vroegheid en tolerantie tegen abiotische factoren zoals droogte, vererven niet zo eenvoudig. Deze eigenschappen worden door zeer veel genen beïnvloed (polygeen) en zijn in veel gevallen gevoelig voor milieuomstandigheden en afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de plant. Men spreekt hier over kwantitatieve eigenschappen in het engels ook wel "Quantitative Trait Loci" oftewel QTL genaamd. Sinds de komst van moleculaire ofwel DNA merkers is het echter ook mogelijk deze eigenschappen te volgen. Hiervoor is het wel eerst nodig dat de gewenste eigenschap in elke nakomeling van een kruising individueel wordt vastgesteld. Om een zo betrouwbaar mogelijke hoeveelheid resultaten te krijgen werken we met een populatie van 250 planten. Om de genetica van de overerving niet te gecompliceerd te maken hebben we een

kruising gemaakt tussen twee diploïde ouders. Dit jaar is er een zeer grote veldproef uitgevoerd waarbij een promovenda, samen met een groot aantal hulpkrachten van Unifarm, in tweewekelijkse intervallen de ontwikkeling van de 250 nakomelingen boven en onder de grond heeft geanalyseerd. Hierbij gaat onze bijzondere interesse uit naar al die aspecten die te maken hebben met knolzetting, knolgrootte, knolverdeling en knolaantal. Dit gebeurt in samenwerking met de leerstoel gewasfysiologie. In diezelfde populatie is ook gekeken naar andere knol kwaliteitseigenschappen zoals kooktype, verkleuring na koken, chipskwaliteit, oogdiepte en ca 25 andere eigenschappen. Bij eerder onderzoek op Plantenveredeling is van elk individu ook een zeer uitgebreide moleculaire 'vingerafdruk' verkregen²⁰. De vingerafdruk is verkregen door het DNA van elke plant te isoleren en er een letterlijk een afdruk, een bandenpatroon, van te maken. Deze afdruk of DNA profiel is voor elke plant uniek. Het is precies bekend op welk van een van de twaalf chromosomen een groot aantal van de individuele banden uit de afdruk van elke plant ligt. We kunnen nu de resultaten van het koken van de verschillende planten vergelijken met de individuele bandenpatronen. Indien bij een plant met een bepaald kooktype ook altijd een bepaald bandenpatroon hoort dan moeten ze dus met elkaar verbonden zijn. Je kunt immers nu aan de hand van het bandenpatroon voorspellen welk kooktype de aardappel zal hebben. Deze koppeling is een zeer belangrijk aspect en de sterkte van de koppeling is bepalend voor het succes om uiteindelijk 'het gen voor kooktype' te kunnen isoleren. Op deze manier hopen we dus DNA merkers te ontwikkelen die de veredelaar vervolgens kan gebruiken om al in zaailingstadium de planten te identificeren die het door hem gewenste kooktype bezitten. Het hangt natuurlijk van de belangrijkheid van de eigenschap af of hij dat ook daadwerkelijk gaat doen. De sterkte van de koppeling tussen het kooktype en de DNA merkers is zeer belangrijk en bepaald de waarde van de merker. Is de koppeling in allerlei verschillende kruisingen en bij zeer veel

planten altijd absoluut dan ligt de merker heel dicht tegen de eigenschap aan en zou zelfs wel de genetische informatie voor die eigenschap kunnen dragen. Op deze wijze kunnen we dus de genen isoleren die verantwoordelijk zijn voor het kooktype.

Een benadering van de andere kant volgen we ook met de zogenaamd 'candidate-gene approach' (kandidaat-gen benadering). Hierbij proberen we van tevoren een inschatting te maken wat voor soort genen wellicht een rol spelen bij de eigenschap waarin we geïnteresseerd zijn. Bij kooktype zou je je kunnen voorstellen dat de celwandsamenstelling, de celgrootte en de hoeveelheid zetmeel per cel bepalend zijn voor het uiteindelijke resultaat; vaste, kruimige of pap aardappels. Door nu de genen betrokken bij de celwand en zetmeel biosynthese om te zetten in een bandenpatroon bij elk van de 250 nakomelingen uit de eerder genoemde kruising kun je nagaan of er genen zijn die koppeling met het kooktype vertonen. Als die genen al aanwezig zijn dan kun je de experimenten relatief eenvoudig uitvoeren. Zijn er geen genen voorhanden dan bestaan er een aantal verschillende technieken om die genen in handen te krijgen. De meest eenvoudige is soortgelijke genen uit andere planten te gebruiken als monster. Een andere methode is die waarbij je twee extremen met elkaar vergelijkt en alle genen die bij die twee stadia tot expressie komen tegen elkaar wegstreept. Uiteindelijk houdt je alleen maar die genen over die specifiek voor een stadium zijn. Deze techniek wordt 'differential display' genoemd. Om genen te isoleren die betrokken zijn bij de knolvorming hebben wij gebruik gemaakt van een op ons laboratorium opgezette techniek van 'RNA fingerprinting'²¹. Deze techniek hebben we toegepast op een *in vitro* knol inductie systeem in een samenwerkingsproject met de leerstoelgroep plantenfysiologie²². Van planten die zodanig opgekweekt waren dat ze op het punt stonden om knollen te vormen werden okselknoppen geïsoleerd en op een medium met 80 g/l sucrose gezet. Binnen 5 tot 6 dagen was in de okselknoppen een zichtbaar knolletje

gevormd. Het hele experiment duurde 11 dagen en elke dag werden een aantal explantaten geoogst en in vloeibare stikstof ingevroren. Later werd uit deze monsters RNA geïsoleerd en hiervan werd in de reageerbuis complementair DNA gemaakt. Dit cDNA van de 11 tijdstippen werd vervolgens in fragmenten geknipt met restrictie-enzymen. Met behulp van de polymerase ketting reactie (PCR) werden de verschillende fragmenten vermenigvuldigd. Afhankelijk van de eindjes van de fragmenten kunnen verschillende fragmenten vermenigvuldigd worden en ontstaat een RNA vingerafdruk of bandenpatroon. Die banden die zichtbaar werden of toenamen in sterkte op het moment dat de *in vitro* knol vorming begon werden geïsoleerd. Op deze manier hopen we genen in handen te krijgen die belangrijk zijn voor het knolvormingsproces. Circa 150 cDNA fragmenten werden geïsoleerd en de basenvolgorde van deze fragmenten werd bepaald. Deze cDNA fragmenten worden ook gebruikt in de 'candidate gene' benadering²³. Aan het eind van dit jaar hopen we een groot aantal van de kwantitatieve kwaliteits eigenschappen gelokaliseerd te hebben en zullen we een keuze gaan maken om tot de isolatie van een aantal van deze eigenschappen te komen.

Ontwikkelingssamenwerking en keuzes maken

Ik hoor sommigen van U al denken; wat heeft alles wat ik tot nu toe verteld heb nu met die 10 miljard burgers en het probleem van voedselverschaffing te maken? Welnu aardappelen zijn weliswaar belangrijk voor Nederland, maar niet voor de meeste ontwikkelingslanden. In deze landen zijn zogenaamde 'orphan crops' zoals taro, sorghum, zoete aardappel en cassave belangrijk. Dit zijn zetmeel gewassen die zowel als voedsel gewas als als industrieel gewas gebruikt worden. We kunnen de ervaringen opgedaan met aardappel vertalen naar een aantal van deze gewassen. In sommige gevallen omdat de inhoudstoffen vergelijkbaar zijn,

in andere gevallen omdat de veredelingsprincipes gelijk zijn. Wij werken in ons laboratorium aan het gewas cassave. Cassave, ook wel tapioca genoemd, is een voedselgewas voor 500 miljoen mensen voornamelijk in Afrika en delen van Zuid-Amerika. Het komt voor in de tropische en subtropische gebieden van Zuid-Amerika, Afrika en Azië als houtig struikgewas. Het wordt geteeld vanwege zijn verdikte wortels (wortelknollen) waarin zich veel zetmeel bevindt²⁴. In landen zoals Thailand, Indonesië en Brazilië wordt cassave commercieel geteeld en is een bloeiende zetmeel industrie ontstaan²⁵. In Afrika echter zijn er grote verliezen aan cassave oogsten door een zeer agressief virus. Dit virus, het ACMV (African Cassava Mosaic Virus), heeft in hele delen van Afrika de teelt volledig verwoest. Veredeling van cassave om virus resistente planten te verkrijgen verloopt zeer traag. Een van de problemen is namelijk dat cassave een (allotetraploide) kruisbevruchter is die vegetatief vermeerderd wordt. Veredeling duurt 10 a 15 jaar. Een mogelijke oplossing zou kunnen zijn om door genetische modificatie goede cassave variëteiten resistent te maken tegen het virus²⁶. Voor genetische modificatie is het noodzakelijk dat er uit cellen weer volledige planten kunnen groeien en dat die cellen getransformeerd kunnen worden. Dat was tot ca twee jaar geleden nog niet mogelijk. Wij zijn erin geslaagd om als een van de drie laboratoria in de wereld cassave te transformeren waardoor de weg vrij is gemaakt om net als in het eerder genoemde aardappel onderzoek cassave genetisch te verbeteren²⁷. Wij houden ons niet zelf met virusresistentie in cassave bezig maar richten ons op een ander probleem dat dit gewas kent. Cassave is een wortelknolgewas. De verdikte wortel is geen overlevingsorgaan zoals de aardappelknol dat wel is. Dit houdt in dat zodra de wortelknol geoogst is deze vrij snel verwerkt moet worden omdat er anders een verrottingsproces in werking treedt. Hierdoor is de knol niet meer geschikt voor consumptie of voor de isolatie van zetmeel. Dit proces (ook wel 'post harvest deterioration' genoemd)

komt voor bij alle cassave genotypen²⁸. Sommige genotypen hebben er eerder of meer last van dan anderen. Wij proberen, langs moleculaire weg, het mechanisme te ontrafelen dat verantwoordelijk is voor dit verrottingsproces. In eerste instantie zijn we begonnen zelf na te gaan wat er nu wel en niet waar is van de in de literatuur geclaimde zaken. Een van de steeds terugkerende opmerkingen was dat het zetmeel van cassave wortelstokken al vrij snel na de oogst zo slecht werd dat het niet meer te gebruiken was voor allerlei toepassingen. Uit ons onderzoek bleek dat dit op grond van allerlei fysisch-chemische analyses niet te bevestigen was. Pas 12 dagen na de oogst bleek dat deze eigenschappen veel slechter waren dan meteen na de oogst. Wel konden we bevestigen dat reeds vrij snel na de oogst allerlei fenolische verbindingen gemaakt werden. Deze verbindingen zorgden ervoor dat het zetmeel enigszins gekleurd werd. Mogelijk dat deze verbindingen ook een negatieve invloed op de smaak van het meel kunnen hebben, dat hebben we echter niet kunnen bepalen. Alhoewel we een aantal genen hebben geïsoleerd die mogelijk bepalend zijn voor dit verrottingsproces hebben we nog lang geen oplossing voor dit probleem. De voordelen voor de boeren lijken evident. De wortelstokken kunnen geoogst worden als ze goed zijn en kunnen opgeslagen worden totdat ze verder verwerkt of getransporteerd worden. Voornamelijk dit aspect van verder kunnen transporteren zou de infrastructuur van de cassave zetmeelindustrie in Thailand drastisch kunnen veranderen. In Thailand, maar ook in andere delen van de wereld waar een cassave zetmeelindustrie bestaat, zijn er veel relatief kleine zetmeelfabrieken. Deze bevinden zich midden in het teeltgebied van de cassave. Kleine vrachtwagens die circa 1 ton wortelstokken kunnen laden transporteren de cassave van de velden naar de fabrieken. Het zijn mensen die voor zichzelf werken en hun actieradius is 30 km. Zij laden de vers geoogste wortelstokken direct naast het veld op en vervoeren die dan naar de fabrieken. Er zijn boeren coöperaties die overeen-

komsten hebben met fabrieken om te leveren, maar er zijn ook boeren die aan tussenhandelaren leveren. Bij aanvang van de zetmeelcampagne staan er mensen van de fabrieken langs de weg om te zorgen dat de fabrieken waar zij voor werken voldoende aanvoer van verse wortelstokken krijgen. Hoe verder de fabriek van het veld aflight, hoe groter de kans dat een concurrent de vracht binnen krijgt. Zou nu het verrottingsprobleem opgelost zijn dan zouden de geoogste cassave knollen geoogst en opgeslagen kunnen worden. Wanneer er voldoende oogst binnen gehaald was zouden grotere vrachtwagens met een grotere actieradius de wortelstokken kunnen transporteren. Dit zou betekenen dat de kleine transporteurs overbodig worden en dat er veel minder, maar wel grotere, fabrieken zouden kunnen komen. Daarnaast zouden er veel mensen die direct of indirect in het huidige systeem werkzaam zijn zonder werk komen te zitten. Dit is een onderwerp waar bedrijfskunde en economie een belangrijke bijdrage kunnen leveren. Oriënterende gesprekken over een dergelijke studie hebben inmiddels ook al plaatsgevonden met de leerstoelgroep marktkunde.

Samenwerken en verbeteren

Uit het bovenstaande blijkt dat plantenveredelaars en onderzoekers in de plantenveredeling op alle mogelijke manieren samen (moeten) werken met verschillende disciplines. Samenwerking is iets wat 'natuurlijk' moet groeien en wat mede bepaald wordt door de keuze van het onderzoek. Samenwerking gedijt het best als er sprake is van complementariteit in het onderzoek, maar vooral ook als het 'klikt' tussen de betreffende onderzoekers. Met een aantal binnen- en buitenlandse groepen is op deze manier in verschillende velden een goede samenwerking opgebouwd die het ene jaar intenser is dan het andere. De positieve rol van diverse EU programma's mag daarbij zeker niet onvermeld blijven. Dit heeft in het verleden echter

doorgaans groepen samengebracht die meer in elkaars verlengde lagen dan complementair aan elkaar waren. Met het vijfde kaderprogramma lijkt daar verandering in te komen en moeten ook de alfa- en gamma- wetenschappen in de projecten geïncorporeerd worden. Alhoewel dat voor de meeste bètawetenschappers in eerste instantie een probleem zal zijn zal dat leiden tot meer maatschappij gerichte projecten. Het zal vooral voor de individuele onderzoekers (aio's en postdocs) een voortreffelijke kans zijn om ook buiten hun eigen discipline ervaring op te doen met het oplossen van wetenschappelijke problemen. Een mooi voorbeeld hiervan is het onlangs gestarte PROFETAS programma. In dit onderzoek project waarbij getracht wordt om plantaardige eiwitten als goed alternatief voor dierlijke eiwitten te ontwikkelen onderzoeken technische groepen de mogelijkheden en sociale groepen de implicaties. Samenwerkingsverbanden vormen naar mijn idee ook de voedingsbodem voor nieuwe, betere, onderzoeksinitiatieven. Alleen op deze manier zal het ook in de toekomst mogelijk blijven om voldoende wetenschappelijke vooruitgang te boeken en tegelijkertijd tegemoet te komen aan de wensen vanuit de maatschappij. De steeds verder voortschrijdende automatisering en de daarmee samenhangende hogere kosten voor faciliteiten dwingen tot concentratie van onderzoeksinspanningen. Steeds vaker zal daarbij een (aantal) groep(en) een loketfunctie gaan vervullen om zo subsidieverleners en opdrachtgevers een compleet pakket aan onderzoeksmogelijkheden te kunnen bieden. Een voorbeeld van zo een samenwerkingsverband is het Carbohydrate Research Centre Wageningen. Een aantal leerstoelgroepen en DLO instituten hebben besloten om gezamenlijk het onderzoek aan koolhydraten te structureren en van een gezicht te voorzien. Via dit centrum wordt onderzoek aan koolhydraten van plantenveredeling tot en met organische chemie bij elkaar gebracht en waar mogelijk geïntegreerd. Op een wat hoger niveau kun je de recente ontwikkelingen rond de oprichting van het Wageningen Universiteit en

Research center ook een samenwerkingsverband noemen. Hier wil ik echter wel een aantal kanttekeningen bij plaatsen. Mijn moeder was altijd dol op spreekwoorden en een van de spreuken die ze hier zou gebruiken zou luiden: nooit de hand bijten die je voedt. Welnu ik wil zeker niet bijten, maar wel een beetje knagen. Het staat buiten kijf dat schaalvergroting en samenwerking tussen de DLO instituten, Wageningen Universiteit en de proefstations bittere noodzaak is, wil Wageningen ook in de toekomst kunnen overleven. Als ik het onderzoek in Nederland en daarbuiten bekijk dan is er bijna geen enkele andere plaats ter wereld aan te wijzen waar een zo sterke concentratie aan hoogwaardige planten onderzoeksgroepen aanwezig is. Adel verplicht, en dus zullen onvermijdelijke concentraties en schaalvergrotingen noodzakelijk zijn al was het alleen maar om die hoogwaardige infrastructuur in stand te houden. Ik juich de samenwerking dan ook van harte toe, alleen ontbreekt er naar mijn mening iets in het proces. De druk van bovenaf om samen te werken of zelfs te fuseren is zwaar, maar begrijpelijk. Dit leidt bij sommige delen van de totale organisatie tot irritatie opwekkende capriolen. Ook dat is begrijpelijk in een fusieproces waarbij er sprake is van ongelijkheid in ontwikkelingsniveau van de verschillende partners. Wat ik echter niet begrijp is dat er geen aandacht is voor hoe de werkvloer denkt over de beoogde partners. Er is geen proces dat ervoor zorgt dat er begrip voor en objectieve kennis over de respectievelijke partners bij de werknemers gekweekt wordt. Samenwerking tussen verschillende partijen kan naar mijn idee alleen maar succesvol worden als op alle niveaus met respect, wederzijds vertrouwen in elkaars kunde en deskundigheid en de wil om er samen wat mooiers van te maken opgetreden wordt. Dat mis ik. Voor een deel is de Universiteit daar zelf verantwoordelijk voor, want te vaak wordt nog Leerstoelgroep belang geprevaleerd boven het belang van Departement of Universiteit. Iets wat ook duidelijk naar voren komt in de aan- of afwezigheid bij vergaderingen in

commissies die opgezet zijn om het eenwordingsproces te vergemakkelijken. Daarnaast is het, ook in fusie of samenwerkings verbanden, nog steeds zo dat je eet of gegeten wordt als je niet oppast. Respect, indien niet gegeven, kun je ook afdwingen door daden. Kunde en deskundigheid kun je nadrukkelijk onder de aandacht brengen van de toekomstige partner. Dat is niet zo Nederlands maar soms wel heel prettig om te doen. Bovenal echter moet er de uitdrukkelijke wens zijn, zowel in woord als daad, om er inderdaad sámen en niet alléén wat moois van te willen maken. De optie om er alleen wat van te maken is er een die wellicht voor de korte termijn zal werken maar zeker niet voor de toekomst. De drie poten van Wageningen UR (Universiteit, instituten en praktijkonderzoek) hebben elkaar daarvoor veel te hard nodig.

Onderwijs

Zoals aan het begin al aangekondigd zou ik ook nog wat over het onderwijs vermelden. Tijdens het schrijven bemerkte ik echter dat ik al zoveel aandacht, en dus tijd, kwijt was met het onderzoeksgedeelte dat er voor onderwijs niet veel overblijft. Gelukkig mag dat ook, want ik heb geen leeropdracht. Volgens velen die het kunnen weten heb je wel de lusten maar niet de lasten als je persoonlijk Hoogleraar bent. Maar over welke lasten hebben we het eigenlijk. Als onderzoeker is het idee dat er geen colleges of practica gegeven hoeven te worden soms heel verlokkelijk. Je ziet dat sommige Universiteiten daar ook op ingaan door banen aan te bieden met een lage onderwijsbelasting²⁹. Maar is het werkelijk zo een belasting. Het is duidelijk dat goed onderwijs verzorgen andere kwaliteiten vereist dan goed onderzoek doen. Echter zonder onderzoek geen goed onderwijs. De snelheid waarmee de ontwikkelingen in het onderzoek gaan vereist een nauwe koppeling tussen de twee, zodat recente ontwikkelingen in het onderwijs worden opgenomen

voordat ze verjaard zijn. Met name de interacties met steeds nieuwe studenten is een heel interessant aspect van mijn baan. Niet alleen met de reguliere studenten, maar ook met MSc en PhD studenten en aios. Met name het onderwijs aan PhD studenten en aios, in de vorm van 'Summer' en 'Autumn' scholen, geeft mij zeer veel voldoening. De huidige herprogrammering van het onderwijs, alhoewel weer uitgevoerd in een waanzinnig hoog tempo, biedt naar mijn idee goede mogelijkheden om de studenten vaktechnisch goed op te leiden. Daarnaast is er ook ruim voldoende aandacht voor allerlei maatschappelijke aspecten die samenhangen met de opleiding. Met name over de integrerende vakken, waarbij alle aspecten van het plantenonderzoek aan bod kunnen komen, ben ik enthousiast. Twee dingen waarin de Wageningse studie zich van andere studies onderscheidde waren de grote keuzevrijheid en de daarmee verbonden vakken en de (al dan niet verplichte) stage. Dat eerste zal na de herprogrammering, in ieder geval in vakken aanbod, minder zijn en dat lijkt me niet meer dan reëel. Het is niet te verantwoorden om voor slechts enkele studenten per jaar een heel vak in stand te houden. Wel hoop ik dat er in het nieuwe curriculum nog voldoende vrijheid over blijft voor zowel student als leerstoelgroep. Wat de stage betreft, dankzij de uitbreiding van de studieduur tot 5 jaar is daar weer volop ruimte voor. De stage is de manier voor studenten om zowel vakinhoudelijk als ook sociaal maatschappelijk ervaring op te doen. Het is bovendien een goede manier om Wageningen Universiteit bekend te maken in de wereld. Dat van de inhoud van de stages een bepaald niveau vereist wordt is dan ook een goede zaak. Er mag echter niet uit het oog verloren worden dat met name in de veredeling de stage ook een uitstekende manier is om een toekomstige werkkring in de praktische veredeling te leren kennen. Omgekeerd is de stage bij uitstek geschikt voor bedrijven om te zien of er een passende toekomstige werknemer bij zit. Met de reeds eerder genoemde herprogrammering is het naar mijn idee dan ook

belangrijk dat er een goede balans ontstaat tussen de verschillende vakken teelt, veredeling en gewasbescherming. Die kans ligt nu voor het grijpen. Daarnaast is het nu, naar mijn mening, ook een uitgelezen moment om de studiecoördinatie en de werving voor de studierichting L3 breed op te zetten, met voldoende objectieve aandacht voor al de verschillende aspecten binnen die studierichting.

Toekomst?

De plantenveredeling bevindt zich in een turbulente wereld en fase. Enerzijds is er de eis om steeds meer voedsel, van steeds hogere kwaliteit, te produceren op steeds slechtere gronden. Anderzijds is er het verlangen om te komen tot een duurzame landbouw waarin landbouw producten ook een steeds belangrijkere rol als industriële grondstof krijgen. Om al deze doelstellingen te verwezenlijken, en aan de wensen van ieder individu tegemoet te komen, zal de veredeling zich moeten inspannen. Alleen door gebruik te kunnen maken van alle mogelijkheden en technieken zullen de bestaande problemen op den duur opgelost kunnen worden. Belangrijk bij dit hele proces zal zijn dat de veredelaar die keuze mag maken. Net als de consument die moet kunnen kiezen tussen genetisch gemodificeerd voedsel of genetisch gemodificeerd-vrij voedsel. De hele discussie rond genetisch gemodificeerde organismen heeft duidelijk gemaakt dat er behoefte is aan veel meer, onafhankelijke, objectieve en betrouwbare, voorlichting aan consumenten. Wetenschappers hebben naast hun wetenschappelijke taak ook een sociale taak. Zij moeten hier een actievare rol in gaan spelen en zich niet geremd voelen door tijdgebrek of werkdruk. De belangen zijn te groot om voorlichting alleen in handen te laten van belangen organisaties. De mogelijkheden voor het veredelingsonderzoek worden met de komst van allerlei grootschalige analyse technieken zoals genomics, proteomics en metabolomics ongekend

groot. Bio-informatica zal hierbij een nog belangrijkere rol gaan spelen dan nu het geval is. Echter om uiteindelijk de gewenste 'super'plant te verkrijgen zal op zijn minst nog één kruising gemaakt moeten worden.

Op allerlei fronten -onderzoek, organisatie en onderwijs- moeten keuzes gemaakt worden. Er kan veel verbeterd worden als je op zijn tijd dingen weggooit. De realisatie dat alles wat op enig moment zeer goed is uiteindelijk ook weggegooid wordt werkt wat dat betreft zeer relativerend.

Dankwoord

Mijnheer de rector, geachte leden van de Raad van Bestuur van Wageningen Universiteit en Research Centrum. Graag wil ik U bedanken voor mijn benoeming, die niet mogelijk was geweest zonder de hulp van een groot aantal personen. Alhoewel ik besef dat ik daarmee anderen tekort doe wil ik er slechts een paar met name noemen.

Mijn ouders voor al hun zorgen en de stimulerende omgeving die ze gecreëerd hebben om toch maar vooral door te leren. Mijn moeder was trots toen zij op haar sterfbed van mijn benoeming hoorde. Ze was een sterke en stimulerende kracht in mijn loopbaan.

Hooggeleerde Feenstra, beste Will. Bij jou ben ik als promovendus mijn carrière begonnen. Je wetenschappelijke scherpzinnigheid en integriteit zijn voor mij een voorbeeld. Ik ben trots jou mijn wetenschappelijke vader te kunnen noemen. Hooggeleerde Jacobsen, beste Evert. Sinds 1983 kennen we elkaar al en zijn we in allerlei verschillende hoedanigheden met elkaar opgetrokken. Vanaf het eerste moment was het een relatie die zich kenmerkte door een grote openheid en waardering voor elkaars kennis en inzichten gebaseerd op vertrouwen. Ik heb je vanaf het eerste moment als een collega en vriend gezien en ik hoop dat we de samenwerking nog lang kunnen voortzetten.

Hooggeleerde Stam, beste Piet. Wij hebben verschillende

achtergronden, maar onze samenwerking is goed, omdat de Plantenveredeling als sterke en levensvatbare discipline ons beiden zeer ter harte gaat.

Hooggeleerde Ball, Shewry en van der Plas. Jullie positieve ondersteuning van mijn voordracht heeft mede geleid tot mijn uiteindelijke benoeming. Ik dank jullie hiervoor.

Medewerkers van het Laboratorium voor Plantenveredeling. Het zijn moeilijke tijden voor de vroegere 'vakgroep' Plantenveredeling. Door de aangezegde verdwijning van een van de twee leerstoelgroepen zijn personele bezuinigingen niet te vermijden in de nabije toekomst. Door deze halvering zal de werkdruk voor de overblijvende personeelsleden alleen maar verder toenemen. Ondanks alle onzekerheden en daarmee gepaard gaande onrust ben ik blij dat we datgene wat ons dierbaar is, de plantenveredeling, met onverminderd enthousiasme gezamenlijk blijven dienen. Collega's binnen en buiten Wageningen Universiteit. Dit zijn er teveel om op te noemen. Met diverse Leerstoelgroepen wordt intensief samengewerkt. Ik hoop dat we dat nog lang blijven doen en dat er nieuwe samenwerkingsverbanden opgezet gaan worden.

Dames en heren studenten. Ik hoop dat de drempel naar mijn kamer ook in de toekomst nog zo laag is als hij in het verleden was. Van mijn kant zeker al was het alleen maar omdat ik in 'mijn vissenkomp' blijf zitten. Het contact met de studenten op Leerstoelgroep niveau is wat minder als dat het was op vakgroepniveau. Ik hoop echter dat er voldoende kritische geluiden vanuit de studenten blijven opborrelen. Huidige en vroegere studenten, analisten, PhD studenten, aios, postdocs en gastmedewerkers binnen het 'zetmeelonderzoek', de celbiologie, het cassave onderzoek en 'het stolon tot knol' gebeuren. Jullie allen dank ik voor de toewijding, discussies en vele leuke en leerzame momenten die ik tijdens het beoefenen van mijn hobby heb mogen ervaren. Het is met dit werk als met trapeze of pyramide werk. De 'ster' kan slechts de dodensprong succesvol afwerken als hij weet dat alle anderen hun taak goed uitvoeren.... en als

hij opgevangen wordt.

Dat brengt me bij jou Anneke; mijn luisterend en kritisch oor en mijn sociaal geweten. Lisette, Thomas en Leon jullie kunnen de computer weer gebruiken. En Leon je ziet er zijn toch wel mensen die een uur lang naar mij willen luisteren. De score is uiteindelijk 8.022 woorden. Inderdaad veel te veel.

Ik dank u voor uw aandacht.

Referenties

1. Parlevliet JE (1993). Meer en beter met minder. Afscheidsrede LU Wageningen.
2. <http://www.spg.wau.nl/pv>
3. Martin C & AM Smith (1995). Starch biosynthesis. *The Plant Cell* 7: 971-985.
4. Van de Wal M, C D'Hulst, J-P Vincken, A Buleon, R Visser & S Ball (1998). Amylose is synthesized in vitro by extension of and cleavage from amylopectin. *J Biol Chem* 273: 22232- 22240.
5. Ball SG, MHBJ van de Wal and RGF Visser (1998). Progress in understanding the biosynthesis of amylose. *Trends in Plant Science* 3: 462-467.
6. Fedoroff N (1983). In: *Mobile Genetic Elements*. J Shapiro, ed. Academic Press New York. pp 1-63.
7. Hovenkamp-Hermelink JHM, E Jacobsen, AS Ponstein, RGF Visser, GH Vos-Scheperkeuter, EW Bijmolt, JN de Vries, B Witholt & WJ Feenstra (1987). Isolation of an amylose-free mutant of the potato (*Solanum tuberosum* L.). *Theor Appl Genet* 75: 217-221.
8. Visser, RGF, E Jacobsen, A Hesseling- Meinders, MJ Schans, B Witholt & WJ Feenstra (1991). Transformation of homozygous diploid potato with an *Agrobacterium tumefaciens* binary vector system by adventitious shoot regeneration on leaf and stem segments. *Plant Mol Biol* 12: 329-337.
9. Visser RGF, I Somhorst, GJ Kuipers, NJ Ruys, WJ Feenstra & E Jacobsen (1991). Inhibition of the expression of the gene for granule-bound starch synthase in potato by antisense genes. *Mol Gen Genet* 225: 289-296.
10. Kuipers GJ, E Jacobsen & RGF Visser (1994). Formation and deposition of amylose in the potato tuber starch granule are affected by the reduction of granule-bound starch synthase expression. *The Plant Cell* 6: 43-52.

11. Bruinenberg PM, E Jacobsen & RGF Visser (1995). Starch from genetically engineered crops. *Chemistry and Industry*, nov. 95: 881-884.
12. Visser RGF, L Suurs, P Bruinenberg, I Bleeker & E Jacobsen (1997). Comparison between amylose-free and amylose containing potato starches. *Starch/Staerke* 49: 438-443.
13. Visser RGF, L Suurs, PAM Steeneken & E Jacobsen (1997). Some physicochemical properties of amylose-free potato starch. *Starch/Staerke* 49: 443-448.
14. Publikatieblad van de raad voor het kwekersrecht. Nummer 325; 16 juni 1994.
15. Regeling genetisch gemodificeerde organismen en richtlijnen van de COGEM bij deze regeling. Juni 1998.
16. Kortstee AJ, AMG Vermeesch, B de Vries, E Jacobsen & RGF Visser (1996). Expression of *Escherichia coli* branching enzyme in tubers of amylose-free potato leads to an increased branching degree of the amylopectin. *The Plant Journal* 10: 83-90.
17. Jaarverslag (1998). pps mibiton.
18. Vincken JP, B Borkhardt, M Bush, C Doeswijk-Voragen, E Labrador, L Lange, M McCann, C Morvan, F Munoz, R Oomen, I Peugnet, B Rudolph, H Schols, S Sorensen, P Ulvskov, A Voragen & RGF Visser (1999). Remodeling pectin structure in plants. *Plant Science* in press.
19. 73e Rassenlijst voor Landbouwgewassen. (1998).
20. Van Eck HJ, JNAM Rouppe van der Voort, J Draaistra, P van Zandvoort, E van Enckevort, B Segers, J Peleman, E Jacobsen, J Heider & J Bakker (1995). The inheritance and chromosomal localization of AFLP markers in a non-inbred potato offspring. *Mol Breeding* 1: 397-410.
21. Bachem CWB, RS van der Hoeven, SM de Bruijn, D Vreugdenhil, M Zabeau & RGF Visser (1996). Visualization of differential gene expression using a novel method of RNA fingerprinting based on AFLP: Analysis of gene expression during potato tuber development. *The Plant Journal* 9(5): 745-753.

22. Appeldoorn NJG, SM de Bruijn, EAM Koot-Gronsveld, RGF Visser, D Vreugdenhil & LHW van der Plas (1997). Developmental changes of enzymes involved in conversion of sucrose to hexose-phosphate during early tuberisation of potato. *Planta* 202: 220-226.
23. Struik PC, D Vreugdenhil, HJ van Eck, CW Bachem & RGF Visser (1999). Physiological and genetic control of tuber formation. *Potato Res* 41, in press.
24. Hershey CH (1993). Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). In G Kalloo & BO Bergh (eds). Genetic improvement of vegetable crops. Pergamon Press Oxford, pp 669-691.
25. Munyikwa TRI, S Langeveld, S.N.I.M. Salehuzzaman, E. Jacobsen & R.G.F. Visser (1997). Cassava starch biosynthesis: New avenues for modifying starch quantity and quality. *Euphytica* 96: 65-75.
26. Thro AM, RN Beachy, M Bonierbale, C Fauquet, G Henry, GG Henshaw, MA Hughes, K Kawano, CJJM Raemakers, W Roca, C Schopke, N Taylor & RGF Visser (1996). International research on biotechnology of cassava and its relevance to Southeast Asian economies. *Asian Journal of Biotechnology* 2:1-30.
27. Raemakers CJJM, E Sofiari, N Taylor, G Henshaw, E Jacobsen & RGF Visser (1996). Production of transgenic cassava (*Manihot esculenta* Crantz) plants by particle bombardment using luciferase activity as selection marker. *Mol Breeding* 2: 339-349.
28. Rickard J (1985). Physiological deterioration of cassava roots. *J. Sci. Food Agric.* 36: 167-176.
29. Intermediair (1999). Advertentie juni 1999.