

**PLANTENVEREDELING,
SPEL EN TEGENSPEL VAN
MENS EN NATUUR**

OPENBARE LES

**UITGESPROKEN BIJ
DE AANVAARDING VAN HET AMBT VAN
LECTOR IN DE PLANTENVEREDELING
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP 9 DECEMBER 1971**

Dr. Ir. J. G. Th. HERMSEN

H. VEENMAN & ZONEN N.V. - WAGENINGEN

'Die Natur ist listig, aber zu gutem Ziele. Man gehorcht ihren Gesetzen, auch wenn man ihnen widerstrebt; man wirkt mit ihr, auch wenn man gegen sie wirken will. Sie ist weise und still. Ich preise sie mit allen ihren Werken'.

De natuur, zeer geachte toehoorders, wordt hier door Goethe geschilderd als een zwijgende, wijze, maar ook listige moeder, met aan haar voeten de mens, die niet anders kan dan gehoorzamen aan haar wetten. Het is niet de eerste maal, dat dit citaat in onze aula wordt uitgesproken. In 1950 besloot de toenmalige rector-magnificus en hoogleraar in de plantenveredeling, Professor Dorst, met dit citaat zijn rede bij gelegenheid van de 32ste dies natalis van de Landbouwhogeschool. Dat dit citaat ook de veredelaar boeit, is niet toevallig. Hij immers moet de geheimen van de natuur leren kennen, om deze te kunnen aanwenden ten bate van de mensheid. De natuur is wijs, maar zwijgt. De veredelaar slaagt in zijn opzet alleen, wanneer hij dat zwijgen weet te doorbreken door haar uit te dagen. Dit is het spel van de mens. Maar de natuur is listig en fel bij het bieden van tegenspel. Hiermee is het thema van deze voordracht aangeduid: natuur en mens, die elkaar om beurten verrassen, overtroeven, op de vingers tikken en corrigeren; de mens lerend van de reacties van de natuur, de natuur gehoorzamen aan de wenken van de mens, totdat deze wegens kortzichtigheid of gebrek aan kennis natuurwetten dreigt te negeren of te verkrachten. Bij de veredeling manifesteert zich die spannende strijd in allerlei vormen. Laten wij daarom samen het terrein van de plantenveredeling betreden.

Een van de meest fundamentele elementen van de plantenveredeling is het uitkiezen of selecteren van het beste. De neiging om het beste te kiezen, is de mens eigen. Het is deze instinctieve drang, die hem reeds duizenden jaren geleden bracht tot een primitieve verbetering van zijn eetbare planten door niet het beste op te eten en de rest te planten, maar juist de beste planten verder te telen. Het zou echter tot de achttiende eeuw duren, voordat men zich bij de veredeling meer door het verstand dan door het instinct liet leiden. Hiermee begint een periode van bewuste veredeling van planten, hetgeen inhoudt het combineren van ervaringsfeiten, het trekken van conclusies en het toetsen van deze conclusies. Uitwisseling van ervaringen, inzichten en materiaal maakt van het aanvankelijke kinderspel grote-mensenwerk. We zien dan ook, dat de lijn van de vooruitgang zich opricht uit de bijna horizontale stand, die hem duizenden jaren had gekenmerkt.

Ofschoon het bewust veredelen weliswaar een duidelijke vooruit-

gang bewerkte, bleef plantenveredeling een kunst, die grotendeels was gebaseerd op ervaring en persoonlijke intuïtie. Pas toen vanaf rond 1900 de basiswetenschappen, de erfelijkheidsleer voorop, meer en meer vaste grond onder de voeten gingen krijgen, kreeg geleidelijk aan ook de veredeling een wetenschappelijk fundament. Het huwelijk tussen de kunst van het veredelen en het wetenschappelijk inzicht in het veredelen zal leiden tot ongekende successen. De subjectieve poëzie van het veredelen wordt steeds meer omgebogen volgens de objectieve richtlijnen, die voortkomen uit wetenschappelijk onderzoek.

Als we de zojuist geschetste ontwikkeling vanaf het instinctief verbeteren-van-planten tot het veredelen-volgens-wetenschappelijk-vast-gestelde-principes overzien, dan blijkt, dat het ingrijpen van de mens in de natuurlijke processen zowel kwalitatief als kwantitatief een stijgende lijn vertoont.

In de nu volgende beschouwingen zullen we niet betrekken het praktisch gezicht van de plantenveredeling, dat is het kweken, instandhouden en vermeerderen van rassen. Wel zullen we de aandacht richten op het fundamentele veredelingsonderzoek, uiteraard zonder de pretentie hierbij volledig te zijn, noch in de breedte, noch in de diepte. Wanneer U mocht denken: 'Dat klinkt nogal zuinig', dan mag ik daarop antwoorden, dat gepaste zuinigheid een deugd is.

Beginnen we bij het begin, dan kunnen we stellen, dat veredelen zonder erfelijke variabiliteit is als het vissen in een regenplas aan de kant van de weg of liever het zoeken naar uitzonderlijk mooie knikkers uit een doos, waarin maar één type knikkers zit. Erfelijke variabiliteit staat ons ter beschikking in tweeërlei vormen. In de eerste plaats in genobiliseerde vorm en wel in de rassen, die in de historie van de veredeling door kwekers zijn gecreëerd en door de beschermende hand van de mens bewaard zijn gebleven in rassencollecties en landrassen. Een geheel andere en rijkere vorm van erfelijke variabiliteit is door de natuur opgebouwd en vooral gelocaliseerd in tropische en subtropische schatkamers, die wij aanduiden als genencentra of centra van diversiteit. Elk cultuurgewas heeft zijn genencentrum, een gebied, waar de rijke verscheidenheid van wilde en primitieve verwante soorten groeien en waar het cultuurgewas vaak ook is ontstaan. De beide genoemde bronnen van variabiliteit vertonen een wezenlijk onderscheid, dat stoelt op het verschil tussen plantenveredeling en natuurlijke evolutie. Wanneer we de door de mens geleide evolutie, zoals de plantenveredeling door Vavilov is gedefiniëerd, vergelijken met de natuurlijke evolutie, zijn er naast frappante punten van overeenkomst, ook fundamentele verschillen tussen de werkwijze van de natuur en die van de mens. Een eerste verschil is gebaseerd op de factor 'tijd'. De natuur is geduldig en neemt de tijd; de mens is gehaast en denkt voortdurend in tijdnood te verkeren. Deze situatie bevat de kiem voor botsingen tussen mens en natuur. Een tweede verschil bestaat hierin, dat de natuur met harde hand, maar effectief de levensbelangen der

planten behartigt. De mens daarentegen dient bij het veredelen van planten zijn eigen levensbelangen. Wat is nu het resultaat?

Laat de menselijke producten, de cultuurgewassen, over aan de natuur en zij gaan ten onder als schoothondjes in de wildernis. Plant onveredelde wilde verwanten der cultuurgewassen op onze velden en de boer zal hun schamele producten met verachting op de mestvaalt deponeren. Dit betekent alleen, dat de sterke ruige natuurproducten niet geschikt zijn voor directe teelt. Maar voor de veredeling vormen zij een rijke bron, zowel ter vergroting van de algemene erfelijke variabiliteit van de gewassen alsook voor welomschreven eigenschappen, die in de cultuurassen ontbreken, zoals resistenties tegen ziekten, tegen schadelijke dieren en tegen ongunstige milieufactoren, bepaalde kwaliteitskenmerken en verder manlijke steriliteit, die we voor sommige veredelingsprogramma's nodig hebben.

Het gebruik van wilde en primitieve soorten ter vergroting van de algemene erfelijke variabiliteit is nuttig voor alle gewassen, maar nodig voor die, welke door toedoen van de mens zijn geïsoleerd van hun genencentrum, zodat als het ware een levensader voor het gewas werd doorgesneden. Een sprekend voorbeeld hiervan is de aardappel, waarvan het genencentrum ligt in Zuid-Amerika, maar die in de 16de eeuw door ontdekkingsreizigers in Europa werd geïmporteerd en na een lange periode van aanpassing een van de belangrijkste, maar ook meest kwetsbare cultuurgewassen van Europa werd. Die kwetsbaarheid is de rekening, die de natuur gepresenteerd heeft aan het nageslacht van de zestiende eeuwse 'conquistadores', die zich van geen kwaad bewust waren, althans niet van het kwaad tegen de aardappel begaan.

Pas in de vijftiger jaren van deze eeuw is men begonnen de erfelijke basis van de aardappelveredeling te verbreden door op zeer grote schaal nieuw materiaal uit het genencentrum in te schakelen en aldus nieuwe mogelijkheden te scheppen voor vooruitgang. Dit betekende een onderkennen van gemaakte fouten en een soort eerherstel aan de natuur. In versneld tempo herhaalt men nu het aanpassingsproces van de aardappel in Europa, maar ditmaal op zeer brede basis. De eerste resultaten lijken veelbelovend, maar tien jaren zijn een te korte tijd voor een evaluatie en het onderzoek is nog in volle gang. Wat hier is meegedeeld over de aardappelveredeling geldt in principe voor meer gewassen, ook al liggen de detailproblemen vaak anders.

Het inschakelen van wilde en primitieve verwanten van onze cultuurgewassen met het doel, om de algemene erfelijke variabiliteit te vergroten, wordt nog betrekkelijk weinig toegepast, vergeleken bij het gebruik van genoemde verwanten voor het introduceren van bepaalde eigenschappen in cultuurgewassen, vooral diverse resistenties. Waar het in dit geval gaat om specifieke eigenschappen, is het een gebruikelijke methode, om de verwante soort met een gewenste eigenschap te kruisen met het cultuurras, dat men met die eigenschap wil verrij-

ken. De nakomelingen worden zorgvuldig geselecteerd en de beste opnieuw gekruist met het cultuurras. Deze procedure wordt herhaald tot het niveau van een cultuurras weer is bereikt. Alleen bezit het verkregen ras nu een of meer gewenste eigenschappen uit de verwante soort. Soms hebben gewenste eigenschappen een eenvoudige erfelijke basis, maar vaak ook is die ingewikkeld. In het laatste geval bergt de zojuist geschetste procedure van herhaald kruisen en selecteren twee gevaren in zich, die beide het gevolg zijn van een verstoren van het evenwicht, dat door de natuur in de loop van eeuwen in de soort is opgebouwd.

Worden de genetische elementen of genen, die een gewenste eigenschap bepalen, uit zo'n soort overgebracht in een cultuurras, dus in een heel ander genetisch milieu, dan is het de vraag of de betrokken eigenschap zich op dezelfde wijze of in dezelfde mate kan manifesteren als in het natuurlijke genetisch milieu in de soort. Als de interactie met het genetisch milieu geen rol speelt, kan in principe de eigenschap volledig worden overgebracht. De kweker moet zich dan wel bewust zijn, dat na elke kruising met het cultuurras de genen voor de gewenste eigenschap verstrooid raken over de nakomelingen. Dit houdt in dat na elke kruising de verstrooide genen weer moeten worden bijeengegaard door onderlinge kruisingen tussen zusterplanten en door selectie op een hoog niveau voor de betrokken eigenschap. Daarna pas kan hij de kruisingen met het cultuurras voortzetten. Heeft de kweker niet het geduld om deze extra tijd te investeren, dan is de kans op verlies van genen levensgroot. Zoals zo vaak in de veredeling, gaat ook hier te grote haast samen met verspilling. De Engelse woorden 'haste' en 'waste' verschillen maar in één letter. Dit is iets voor de kweker om te onthouden.

Er is nog een tweede oorzaak van het onvolledig benutten van wat de natuur ons te bieden heeft. Zowel kwekers als vele onderzoekers verwaarlozen de mogelijkheid, om alvorens te kruisen met cultuurassen, eerst binnen de wilde of primitieve verwante soort een zo hoog mogelijk niveau van de gezochte eigenschap op te bouwen en dan tegelijkertijd de onmisbare gegevens te verzamelen over de erfelijke basis van de betrokken eigenschap. Deze werkwijze, die we wel aanduiden als 'pre-breeding' binnen de wilde soort, biedt de kans om de potentie en de aard van de erfelijke elementen te onderzoeken in hun natuurlijk genetisch milieu, zonder gehinderd te worden door barrières, die de natuur tegen het kruisen van wilde soorten met cultuurgewassen heeft opgebouwd. Deze barrières, die in aard en omvang zeer uiteen lopen, kunnen een erfelijke analyse onvolledig of zelfs onmogelijk maken, als die analyse pas wordt uitgevoerd na kruising met het cultuurgewas. Een kweker wil echter zo snel mogelijk naar een nieuw ras en past ervoor, om zoals wel eens wordt gezegd, wilde soorten te veredelen. 'Haste' en 'waste' verschillen maar in één letter.

We hebben zojuist al het woord barrières laten vallen en ook reeds

gewezen op de grote verschillen tussen de natuurproducten die het resultaat zijn van natuurlijke evolutie, en cultuurproducten, die voortkomen uit door de mens gerichte evolutie of plantenveredeling. Wanneer wij bij de veredeling van cultuurgewassen wilde en primitieve verwanten inschakelen, verbinden wij ruwe natuurproducten in de echt met verfijnde cultuurproducten. Men kan zich dan met recht afvragen: Wat moet er van zo'n huwelijk terechtkomen? De wijze natuur is er tegen en heeft in haar wilde vormen barrières ingebouwd, die dergelijke kruisingen vaak moeilijk, soms zelfs onmogelijk maken. En als ze door de mens met kunst en vliegwerk toch worden doorgedreven, zijn de kinderen de dupe: zij sterven vaak al in de moederschoot. We noemen dat embryo-abortie. Soms groeien de kinderen op, maar vertonen als gevolg van de erfelijk bepaalde disharmonie tussen hun ouders de meest uiteenlopende afwijkingen, zoals jeugdsterfte of letaliteit, armtierige groei of bastaardzwakte, morphologische afwijkingen en tenslotte steriliteit, vooral van manlijke geslachtscellen. Dit zijn de rekeningen, die de mens van de natuur krijgt gepresenteerd voor het bewerken van deze tegennatuurlijke echtverbintenissen. Maar resultaten van wetenschappelijk onderzoek stellen de mens in staat, om vele van deze rekeningen te vereffenen. Kruisingen, die niet lukken, kan men soms tot stand brengen, door zeer veel vormen van de wilde soort te beproeven als kruisingsouder in de hoop die vormen te verschalken, die zich wel laten verleiden, om met het cultuurgewas in het huwelijksbootje te stappen. Soms ook lukt dit, door het aantal dragers van erfelijke eigenschappen oftewel chromosomen van één der ouders te verdubbelen met colchicine. Behandeling met groeistoffen wordt ook wel toegepast. In een aantal gevallen leiden mechanische ingrepen tot resultaat, zoals het enten van ouderplanten op bepaalde onderstammen of ook het inkorten van lange bloemstijlen vóór het opbrengen van stuifmeel. Tenslotte kan door te manipuleren met temperaturen, daglengte en andere milieufactoren succes worden geboekt. Het verschijnsel, dat in oudere planten de kruisingsbarrières vaak minder effectief werken, wordt soms ook dankbaar benut.

Na het overwinnen van de kruisingsbarrières, moeten de kinderen worden gekoesterd. Zo kan nu in vele gevallen abortus van de jonge bastaard-embryo's worden voorkomen door deze uit te prepareren en te cultiveren op kunstmatige voedingsbodems, m.a.w. we geven het kind de fles bij gebrek aan moedermelk. De barrière van de bastaardzwakte is soms te nemen door het scheppen van optimale groeiomstandigheden. De moeilijkheid van manlijke steriliteit wordt omzeild door de betrokken bastaardplanten te gebruiken als moeder bij verdere kruisingen met het cultuurgewas. Maar een zeer effectieve methode is vaak ook het verdubbelen van het aantal chromosomen van de bastaard, waarmee de steriliteit soms in één klap is verdwenen: elk chromosoom krijgt daardoor namelijk een identieke partner, hetgeen de vorming van normale, fertiele geslachtscellen en dus verdere

kruisingen mogelijk maakt. Zo biedt de veredelaar met succes tegen spel aan de natuur, die eerst met hem speelde.

Een terrein waar er lustig op los wordt gevochten door mens en natuur, is dat van de ziekten van planten. De veredeling ter bestrijding van ziekten, die worden veroorzaakt door schimmels, bacteriën, virussen, aaltjes, alsook van plagen door schadelijke dieren, met name bepaalde insecten en tenslotte van ongunstige milieufactoren als droogte, hitte en koude, vatten we samen onder de term veredeling op resistentie. Wanneer ziekten of plagen optreden, neemt men al te gemakkelijk zijn toevlucht tot de prozaïsche en vaak gevaarlijke methode van de bespuiting met chemische middelen. Deze vierkante aanval op de ziekteverwekkers kan een gevaar vormen voor de gezondheid van mens en dier, is verder een kostbare zaak vooral als de behandeling vaak moet worden herhaald en kan tenslotte het biologisch evenwicht in de natuur verstoren. Bovendien stelt de natuur zich teweer tegen chemische bestrijding, enerzijds via de enorme vermeerderingscapaciteit van de ziekteverwekker, anderzijds door het doen ontstaan van vormen, die meer of minder resistent zijn tegen de gebruikte middelen.

Veel eleganter is de methode van de biologische bestrijding van ziekten en plagen. Bij plagen kan men schadelijke insecten soms onder de duim houden door het importeren van andere insecten, die de schadelijke als voedsel gebruiken. Ook het importeren of verspreiden van verwante insecten met een zodanige genetische constitutie, dat ze na paring met de schadelijke insecten slechts steriele of in het geheel geen nakomelingen produceren, is in sommige gevallen effectief gebleken. De plantenveredelaar echter bouwt erfelijk bepaalde resistentie op in de gewassen zelf. In vele gevallen is hij geheel aangewezen op wilde of primitieve verwanten van de cultuurgewassen als bronnen van resistentie. Deze methode is ongevaarlijk en – op lange termijn gezien – niet kostbaar. Bij de vraag naar de effectiviteit van het kweken van resistente rassen moet in grote lijnen onderscheid worden gemaakt tussen twee hoofdvormen van resistentie en wel specifieke resistentie en uniforme resistentie.

Specifieke resistentie in een gewas biedt slechts bescherming tegen één of enkele specifieke vormen of fysio's van de parasiet, niet tegen andere. Deze resistentie is volledig en erft eenvoudig over. Dit spreekt tot de verbeelding: een vatbaar ras kan zo immers snel en volledig resistent worden gemaakt. Tientallen jaren hebben kwekers en onderzoekers zich uitsluitend met deze vorm van resistentie beziggehouden. Er zijn evenwel weinig voorbeelden te vinden in de plantenveredeling, waarbij spel en tegenspel van mens en natuur zo duidelijk aan de dag zijn getreden en waar de mens door de natuur zo zeer gefrustreerd is als op het terrein van de veredeling op specifieke resistentie. In plaats van spel en tegenspel kan men hier dan ook beter spreken van slaan

en terugslaan. Wat gebeurt namelijk? Een vatbaar ras wordt aangestast door een parasiet. De kweker zoekt en vindt, vaak in verwante soorten van het gewas, specifieke resistentie. De erfelijke aanleg hiervoor, ook wel resistentie-gen genoemd, wordt in het vatbare ras gebracht. Dit kost enkele jaren, maar de parasiet is bedwongen. Niet lang echter. Een kat in het nauw doet rare sprongen. Een parasiet in het nauw schuift een nieuw fysio naar voren, dat in staat is het nieuwbakken resistente ras aan te tasten: het nieuwe fysio is als een sleutel, die het slot van de resistentie kan opendraaien. En de kweker kan opnieuw beginnen: zoeken naar een nieuw resistentie-gen, dat bescherming biedt tegen het nieuwe fysio. De parasiet zit weer in het nauw en vormt weer het bijpassende fysio. En weer zit de kweker in het slop. Deze uitzichtloze worsteling tussen mens en parasiet, die aanvankelijk niet was voorzien, is een bron geweest van enorme teleurstellingen en schade. Men heeft hierbij ook de fout gemaakt, grote oppervlakten te telen met rassen, waarvan de specifieke resistentie door de parasiet in een handomdraai kan worden doorbroken, zodat het nieuwe fysio zich telkens ongeremd kon vermenigvuldigen. De wetenschappelijke resistentieveredelaar kon zodoende telkens opnieuw voor schut worden gezet.

In natuurlijke populaties, maar ook in onzuivere oude rassen, kwamen dergelijke epidemieën niet voor, omdat deze door hun heterogene samenstelling veel beter gebufferd waren dan de meer eenzijdige rassen van de cultuurgewassen. Uit deze waarnemingen is de idee voortgekomen, om rassen te kweken, die niet één, maar verscheidene resistentiegenen bevatten. Dit zijn de z.g. 'multi-line varieties' of mengrassen. Het kweken van dergelijke mengrassen is zeer tijdrovend, maar het resultaat bevredigend. Met mengrassen wordt vooral bij tarwe en haver geëxperimenteerd.

Waarlijk nieuwe hoop leverde evenwel de tot omstreeks 1950 vrijwel verwaarloosde uniforme resistentie, die minder spectaculair is, omdat zij slechts gedeeltelijke resistentie geeft en bovendien minder aantrekkelijk leek vanwege de veelal gecompliceerde overerving. Het essentiële voordeel van deze resistentie is, dat zij niet doorbroken wordt door nieuwe fysio's van de parasiet, m.a.w. dat zij gemiddeld een vrij constant niveau vertoont. Deze resistentie berust gewoonlijk echter op vele genetische elementen of genen, die ieder hun steentje bijdragen tot het resistentieniveau van de plant. Dat houdt in, dat bij het kruisen van resistente vormen met een vatbaar cultuurras deze genen worden gedistribueerd over de nakomelingen, die elk dus minder resistentiegenen bevatten dan de resistente ouder. Deze z.g. 'verdunding' van de resistentie kan men min of meer ongedaan maken, door de meest resistente nakomelingen onderling te kruisen en in de volgende generatie te zoeken naar planten met een voldoende hoog resistentieniveau, om als ouder te dienen voor verdere kruisingen met het vatbare ras. Het zal duidelijk zijn, dat het kweken van een ras met uni-

forme resistentie bewerkelijker is dan bij de specifieke resistentie, en voorts dat het resistentieniveau lager zal liggen. Het resultaat is dus een compromis, maar een compromis dat aanvaardbaar is, omdat de resistentie niet wordt doorbroken.

Enige vragen omtrent resistentie staan thans in de belangstelling. Wat zijn de biochemische achtergronden van resistentie? Wat is de relatie, zowel biochemisch als genetisch, tussen specifieke en uniforme resistentie? Of zijn het afzonderlijke, geheel verschillende fenomenen? Bestaat uniforme resistentie uit diverse componenten en zo ja, zijn deze componenten onafhankelijk van elkaar? Zijn ze genetisch onafhankelijk, dan zou veredeling op de componenten afzonderlijk zin hebben. De invloed van milieufactoren, van de leeftijd van de planten en van delen van de plant op de graad van uniforme resistentie maakt de veredeling op deze resistentievorm ingewikkelder en de laboratoriumtoetsingen alsmede eenjarige veldtoetsen vrij onbetrouwbaar.

Wanneer men de beschikking heeft over zeer verschillende bronnen van uniforme resistentie, lijkt het aannemelijk, dat in deze bronnen verschillende genen voor de resistentie aanwezig zijn. Combinatie van die genen zou dan een goede kans leveren op een hoger resistentieniveau dan aanwezig is in de uitgangsvormen. Het is daarom aan te bevelen om de resistenties van de diverse bronnen eerst afzonderlijk in een ras te brengen en pas daarna te trachten de zo verkregen verschillende resistentiezuilen te monteren. Wanneer de kweker meent hiervoor niet de tijd te hebben, moge hij opnieuw bedenken, dat 'haste' en 'waste' maar in één letter verschillen.

Het lijkt mij gewenst, om in verband met het combineren van eigenschappen van zeer uiteenlopende ouders in nieuwe individuen, onderzoekingen van recente datum voor het voetlicht te halen. Normaliter gebeurt dit combineren van moederlijke en vaderlijke eigenschappen via bevruchting, dus via het versmelten van een vrouwelijke met een manlijke geslachtscel. Het aantal chromosomen van geslachtscellen is bij de vorming ervan teruggebracht tot de helft van het normale of somatische aantal chromosomen van de plant. Door bevruchting wordt dit normale aantal weer hersteld. Geslachtscellen zijn als regel niet voorbestemd om een zelfstandig leven te leiden, maar zijn een overgangsfase tussen twee opeenvolgende generaties van levende wezens. Bevruchting is het resultaat van wat we bij hogere levende wezens paring noemen, bij planten zelfbestuiving of kruisbestuiving. Als de beide ouderplanten zeer weinig verwant zijn, kan bevruchting na bestuiving geheel achterwege blijven, of, zo er al bevruchting optreedt, is de bastaard niet of nauwelijks levensvatbaar.

Een in de wereld van dieren en hogere planten nieuwe methode om eigenschappen van uiteenlopende ouders te combineren berust op het doen versmelten van gewone lichaamcellen, zoals bladcellen of wortelcellen. We duiden dit aan als somatische hybridisatie of proto-

plastenfusie. Aangezien somatische cellen het normale aantal chromosomen bezitten, is dit aantal na fusie van twee cellen gelijk aan de som van het aantal chromosomen van de beide ouders. De methode bestaat uit een serie opvolgende stappen. Eerst worden de cellen van een bepaald orgaan, b.v. een blad van elk van de ouders, van elkaar losgemaakt, zodat een suspensie van losse cellen van de beide ouders wordt verkregen. Vervolgens worden de celwanden met enzymen verwijderd. De wandloze cellen of protoplasten van de beide ouders worden dan min of meer mechanisch met elkaar in contact gebracht en vervolgens onder zeer bepaalde milieu-omstandigheden geïnduceerd tot versmelten. Na versmelting van de protoplasten moet een nieuwe celwand worden geregenereerd. De nieuwe cel bevat dan nog twee kernen, die moeten samensmelten, waarna de cel tot deling moet overgaan. Na enige delingen worden dan klompjes van cellen of callus verkregen. Deze klompjes moeten gaan differentiëren, d.w.z. een nieuwe plant vormen. Elk van deze stappen gebeurt in vitro en stelt zijn eigen specifieke eisen, die nog slechts zeer ten dele bekend zijn. Zodoende is men ook nog niet zover, dat planten zijn verkregen door somatische hybridisatie.

Toch is het voor de veredeling van groot belang, om de vorderingen van het betreffende onderzoek met open ogen en oren te volgen. Men kan zich zelfs afvragen, of het niet gewenst is, om in dit onderzoek nu reeds te participeren als veredelaar. Het heeft immers voor de veredeling niet zo veel zin, als iemand het in zijn hoofd haalt om te trachten de zwaargewicht-bokssport tot ongekende bloei te brengen door het laten fuseren van cellen van mens en olifant. Ook is het niet erg reëel als iemand door het combineren van tarwe- en beukeboomcellen de strostevigheid van tarwe wil trachten te bevorderen. Ik bedoel hiermee slechts te zeggen, dat iemand, die met veredeling vertrouwd is, de objecten zodanig zal kiezen, dat veredelingsbelangen reëel worden gediend. Ik denk bijvoorbeeld aan de mogelijkheid tot het creëren van auto- en allopolyploïden zonder gebruikmaking van colchicine. Men omzeilt dan nl. allerlei problemen, zoals niet-kruisbaarheid, want er wordt niet gekruist, inteelteffecten want we passen geen colchicine toe, het uiteenvallen van waardevolle genencombinaties want de kernen van de lichaamscellen versmelten integraal. Het ligt voor de hand, dat deze factoren vooral van belang zijn bij de heterozygote, kruisbevruchtende en vegetatief vermeerderde gewassen. De mogelijkheid tot het creëren van geheel nieuwe gewassen, die we in de veredeling op beperkte schaal reeds kennen via normale kruisingen en behandeling met colchicine, zouden door protoplastenfusie kunnen worden verruimd. Dat we met deze methodiek de natuur wel ernstig uitdagen en daarom voorbereid moeten zijn op tegenslagen, behoeft geen betoog.

Straks hebben we terloops de opmerking gemaakt dat geslachtscellen als regel niet zijn voorbestemd om een zelfstandig leven te leiden.

Verder is erop gewezen, dat het aantal chromosomen van geslachts-cellen de helft bedraagt van het normale aantal chromosomen van de plant. We moeten hier dan nog aan toevoegen, dat elke plantesoort gekarakteriseerd wordt door een zeer bepaald aantal verschillende chromosomen. Dat aantal is voor de aardappel 12, voor mais 10. De aardappel bezit van elk chromosoom echter vier exemplaren en zijn totale aantal bedraagt dus 12 viertallen of 48 chromosomen. In zijn geslachtscellen is het aantal chromosomen dus 12 tweetallen ofwel 24. Mais bezit van elk van zijn 10 chromosomen twee exemplaren, en dus in zijn geslachtscellen 10 chromosomen in enkelvoud. Deze opmerkingen dienen als inleiding tot een korte bespreking van een typische abnormaliteit, waaraan de natuur zich af en toe bezondigt en wel de z.g. maagdelijke geboorte of parthenogenese. Dit is het uitgroeien van onbevuchte geslachtscellen tot volledige planten. Voor de veredeling hebben dergelijke planten, die we met de naam haploïden aanduiden, een bijzondere betekenis. Vandaar dan ook, dat methoden werden ontwikkeld, waarmee de natuurlijke frequentie van haploïden zeer sterk is opgevoerd. In de eerste plaats gebeurt dit door de planten waarvan men haploïden wenst, te bestuiven met planten, die zijn geselecteerd op het vermogen om een hoog aantal eicellen onbevucht te doen uitgroeien tot planten. In de tweede plaats is het bij een aantal gewassen gelukt, om via cultuur van helmknoppen op kunstmatige voedingsbodems haploïden te krijgen uit stuifmeelkorrels, dus uit manlijke geslachtscellen. Deze laatste methode is nog geen tien jaar oud en vele onderzoekers houden er zich intensief mee bezig.

Ten aanzien van de betekenis van haploïden voor de veredeling zal ik mij beperken tot het noemen van enkele in het oog springende voordelen. Gewassen als aardappel met per chromosoom vier exemplaren, produceren geslachtscellen en dus haploïden met per chromosoom twee exemplaren. In de haploïden is de overerving veel eenvoudiger en daardoor is ook de veredeling met haploïden minder gecompliceerd en voert sneller tot resultaten. Voorts stelt de bestudering van haploïden van een gewas ons in staat, om de beste geslachtscellen van dat gewas te selecteren en via onderlinge kruisingen van de haploïden te combineren. Bij kruisingen tussen planten van het gewas zelf hebben we niet de mogelijkheid, om minderwaardige geslachtscellen van de deelname aan de bevruchting uit te sluiten. Gewassen als mais met per chromosoom twee exemplaren leveren geslachtscellen en dus haploïden met elk van de tien chromosomen in enkelvoud. Zulke haploïde planten zijn volledig steriel, en zouden na één generatie uitsterven, ware het niet, dat in ongeveer 10% van de gevallen het aantal chromosomen van nature verdubbeld wordt, terwijl wij de natuur hierbij een flinke hand kunnen helpen door de planten met colchicine te behandelen. Hierdoor krijgt elk chromosoom een identiek partnerchromosoom, waardoor fertiele planten worden verkregen, die volledig homozygoot zijn. Zulke planten produceren maar één type geslachtscellen,

zodat alle generatieve nakomelingen erfelijk identiek zijn met de uitgangsplant. Deze z.g. homozygote lijnen zijn van uitermate groot belang voor de veredeling en worden bij mais reeds in de praktische veredeling benut.

De normale weg ter verkrijging van homozygote lijnen is via 6-7 zelfbevruchtingen en kost dus veel meer tijd. Bovendien stoot men bij zelfbevruchting van vele gewassen op fysiologische of mechanische barrières, die de natuur in deze gewassen heeft ingebouwd als een soort zelfbescherming. Wat is namelijk het geval? Na geforceerde zelfbevruchting van gewassen, die van nature kruisbevruchtend zijn, treedt inteeltdegeneratie op als een soort antwoord van de natuur op ons tegennatuurlijk handelen. Na elke generatie zelfbevruchting neemt de inteeltdegeneratie toe, tot de lijn homozygoot is: dan is het z.g. inteeltminimum bereikt. Dit inteeltminimum kan van lijn tot lijn sterk variëren en hangt af van de genetische aanleg van elke lijn.

Wat kan de kweker met homozygote lijnen doen? Zoals gezegd hebben homozygote lijnen, die men hetzij via haploïden of via zelfbevruchting van een gewas heeft verkregen, een verschillende aanleg. Wat de ene lijn mist, heeft de andere. Verschillende lijnen kunnen elkaar dus aanvullen zodanig, dat de nakomelingen van kruisingen tussen bepaalde lijnen niet alleen de goede eigenschappen van de ouderlijnen in zich verenigen, maar bij de juiste keuze van die ouderlijnen bovendien een groeikracht vertonen, die uitstijgt tot boven het niveau van de oorspronkelijke, niet-zelfbevruchte uitgangsplanten. We noemen dit verschijnsel heterosis. Heterosis is een van de belangrijkste ontdekkingen geweest voor de plantenveredeling en wordt systematisch bij steeds meer gewassen toegepast. De veredelaar zondigt eerst tegen de natuur door de geforceerde zelfbevruchting, maar eindigt met een bewust en gericht eerherstel, waarvoor de natuur hem vorstelijk beloont.

Het succes van deze methode bij kruisbevruchtende gewassen is zo groot, dat momenteel getracht wordt deze ook toe te passen bij zelfbevruchtende gewassen. Deze laatste gewassen zijn van nature al in hoge mate homozygoot. Men zou kunnen zeggen: ze hebben een hoog inteeltminimum. In tegenstelling tot bij kruisbevruchtters beginnen bij zelfbevruchtters de moeilijkheden, zodra het gewas, dat van nature is toegerust met middelen om zelfbevruchting te bevorderen, gedwongen wordt zich te gedragen als een kruisbevruchter. En dat moet de kweker toch, wil hij van heterosis kunnen profiteren. Wat dit betreft zit de kweker nog volop in de problemen, die echter door voortgezet onderzoek zullen worden opgelost. Ik zal op deze problemen en de wijzen, waarop ze worden aangepakt niet ingaan, omdat het voorgaande alleen maar naar voren is gebracht als een van de vele voorbeelden van de worsteling tussen mens en natuur, wier strevingen ook hier op elkaar botsen.

In de plantenveredeling kennen we de wijze raad: koester de uit-

zonderingen op de regels en houdt de abnormaliteiten in ere, die we vaak bespeuren en soms heel oneerbiedig met 'vergissingen van de natuur' betitelen. Eén van die zogenaamde vergissingen wordt gevormd door de zojuist besproken haploïden. Andere voorbeelden zijn: het vóórkomen van manlijk steriele planten in een overigens fertiel gewas, de vorming van vruchten zonder zaden, het optreden van dwergplanten en het ontstaan van planten met afwijkende aantallen chromosomen. Vaak is het zo, dat de abnormaliteiten in het begin als een lastige complicatie worden ervaren, maar dat zij na enig fantasierijk en creatief denken, gevolgd door uitgebreid onderzoek tot waardevolle hulpmiddelen worden bij de veredeling. We zagen dit reeds bij de haploïden.

Manlijke steriliteit is een abnormaliteit, die als hulpmiddel niet meer is weg te denken uit de veredeling, vooral bij het benutten van heterosis, zowel bij kruisbevruchters als bij zelfbevruchters.

De vorming van vruchten zonder zaad is eigenlijk een abnormaliteit, die verschillende oorzaken kan hebben (steriliteit, incompatibiliteit), waarvan systematisch gebruik wordt gemaakt bij de veredeling van gewassen als banaan, ananas, watermeloen en mandarijn.

Het ontdekken van dwergvormen in de natuur heeft geleid tot dwergbomen in de fruitteelt, maar het meest spectaculaire succes is verkregen bij rijst en tarwe, waar dwerggrassen in hoge mate hebben bijgedragen tot de z.g. groene revolutie in ontwikkelingslanden. De tarweveredelaar Dr. Borlaug heeft er zelfs een Nobelprijs aan overgehouden.

Het voorkomen in de natuur van planten met afwijkende aantallen chromosomen is door onderzoekers systematisch bestudeerd en met diverse middelen bevorderd. Deze zogenaamde aneuploïde planten vormen thans een belangrijk hulpmiddel bij genetisch- en veredelingsonderzoek van vele gewassen.

Vele abnormaliteiten vallen in de categorie van wat me mutaties plegen te noemen. Mutaties omvatten echter álle plotseling optredende erfelijke veranderingen. Zij vormen in eerste instantie de bron van alle erfelijke variabiliteit in de natuur. Wij hebben sinds 1927 geleerd de natuur met fysische en chemische middelen aan te porren tot het produceren van meer mutaties. Dit kunstmatig sleutelen aan de genetische basis van allerlei eigenschappen gebeurt echter met zeer ruwe methoden, die nog opvallende tekortkomingen vertonen. De natuur verdient het, om met meer verfijnde middelen te worden bejegend. Misschien weet de mens zich die manieren nog eens eigen te maken. Eerst dan zal de mogelijkheid geschapen zijn, om datgene te bereiken, wat de veredeling met een sprong vooruit zou helpen, namelijk het in één stap erfelijk veranderen van elke eigenschap in de door de mens gewenste richting. Deze wat simplistisch weergegeven wensdroom zal voorlopig wel een utopie blijven.

Toen ik bij het neerschrijven van deze voordracht was aangeland op

de plaats, waar we ons op dit moment bevinden en nog eens naging, wat er uit mijn pen was gevloeid, kwam ik tot de ontdekking, dat het in het begin aangehaalde citaat van Goethe meer wijsheid en waarheid bevat dan men er bij eerste kennismaking uit leest. Er rest mij dan ook maar één conclusie: bescheidenheid getuigt van een dieper inzicht in wat er rond ons leeft en gebeurt, dan trots om wat wij op de natuur hebben bevochten.

Dames en Heren,

Aan het einde gekomen van mijn voordracht bij deze officiële aanvaarding van het ambt van lector in de plantenveredeling betuig ik mijn eerbiedige dank aan Hare Majesteit de Koningin voor het bekrachtigen van mijn benoeming.

Mijne Heren Leden van het Bestuur van de Landbouwhogeschool,

Bij de benoeming van een nieuwe functionaris kan niet worden te werk gegaan volgens het principe: 'God zegene de greep'. Afgaande op adviezen, die zijn gefundeerd op grondig vooronderzoek blijft er toch een ruimte voor onzekerheid, die moet worden opgevuld met vertrouwen in de te benoemen persoon. Dit vertrouwen hebt U ten aanzien van mij opgebracht getuige het feit, dat U mij als lector hebt willen voordragen. Er is dus alle reden U erkentelijk te zijn. Ik kan U verzekeren, dat ik, voorzover het in mijn vermogen ligt, dit vertrouwen zal trachten waar te maken.

Hooggeleerde Dorst,

In mijn voordracht hebt U zonder twijfel wel enige bekende geluiden gehoord. En iedereen, die U kent, moet hebben kunnen constateren: hier is een leerling van Professor Dorst aan het woord. Sinds Uw afscheid van het Instituut voor Plantenveredeling waren de contacten minder frequent, maar ik kan U zeggen, dat vooral sinds mijn 'beking' tot *Solanum tuberosum* elk contact met U mij te kort was. Ik dank U voor alles wat U uit Uw rijke arsenaal van kennis, ervaring en wijsheid aan mij heeft meegegeven.

Hooggeleerde Sneep,

Ofschoon met het oog op Uw functie de traditie mij niet toestaat U officieel aan te spreken als collega, zou dit toch een betere weerspiegeling zijn van de verhoudingen zoals U die rondom U hebt geschapen, dan het zojuist gebruikte epitheton. Anderzijds is deze toevoeging bij Uw naam geen epitheton ornans, maar een realiteit, evenals Uw ongedwongen leiderschap van de Afdeling Plantenveredeling. Uw levendige belangstelling voor het onderwijs en Uw bekwaamheid in het geven van onderwijs werken aanstekelijk op Uw medewerkers. U weet, dat het wetenschappelijk onderzoek altijd mijn eerste en grootste liefde is geweest. Ik hoop, dat ik door mijn benoeming tot lector in de

plantenveredeling kan bijdragen tot een zekere vorm van heterosis van onderwijs en onderzoek op onze afdeling.

Dames en Heren Leden van het Wetenschappelijk Corps,

Het is ondenkbaar plantenveredeling te bedrijven zonder intensieve contacten met andere takken van wetenschap. In dit verband is het een weldaad in het Wageningse milieu te mogen werken, waar bij wijze van spreken voor elk natuurwetenschappelijk probleem wel een specialist is te vinden. Ik voel de behoefte om hier mijn oprechte dank en waardering uit te spreken aan het adres van de vele collega's en vrienden, met wie ik in het verleden, hetzij incidenteel of in georganiseerd verband, maar in elk geval met veel vrucht, heb mogen discussiëren over wetenschappelijke en andere problemen. Ik hoop van harte deze relaties niet alleen te kunnen handhaven, maar zelfs te kunnen intensiveren.

Directeur en medewerkers van de Stichting voor Plantenveredeling,

Er is een tijd geweest, dat het Instituut en de Stichting voor Plantenveredeling één commune vormden, werkend onder één dak en één directeur, met één personeelsvereniging, één bibliotheek en niet te vergeten, één cantine. Met de verzwaring van de onderwijstaak van het Instituut, de aanstelling van een aparte directeur voor de Stichting en de in het nabije verschieft liggende ruimtelijke scheiding van beide instellingen zijn de accenten anders komen te liggen. Ik prijs mij gelukkig mij niet alleen via persoonlijke vriendschappen, maar ook via het beheer van de gemeenschappelijke collectie van Solanumsoorten bijzonder verbonden te voelen met de Stichting voor Plantenveredeling. Ik hoop van harte, dat noch de ruimtelijke scheiding, noch mijn benoeming tot lector, hieraan afbreuk zullen doen.

Dames en Heren Studenten,

Mijn oudste, langste, plezierigste en meest persoonlijke contacten met de studentenwereld na mijn afstuderen hebben geen betrekking op onderwijs of wetenschap, maar op de nobele kunst van de actieve muziekbeoefening. Wie echter de oren heeft om het te horen, weet dat ook in de nobele kunst van de plantenveredeling veel muziek te beluisteren valt. Als tweede dirigent op de afdeling plantenveredeling hoop ik ertoe te kunnen bijdragen, om U het spel van de plantenveredeling te leren spelen, waarbij U naar hartelust tegenspel mag bieden, dit alles in goede harmonie en zonder valse tonen.

Ik dank U voor Uw aandacht.