

F Y T O G E R O N T O L O G I E

Rede

uitgesproken op 14 april 1988
in de Aula van de Landbouwuniversiteit
door
Prof.dr. H. Veen

bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar
in de Kwaliteit van geogste Tuinbouwprodukten
aan de Landbouwuniversiteit te Wageningen

Mijnheer de Rector Magnificus, dames en heren,

Marktgericht produceren is in land- en tuinbouw noodzakelijk teneinde een goede concurrentiepositie te kunnen handhaven. Daarbij is een hoge kwaliteit van het produkt een sterk wapen. Na een periode van aandacht voor vergroting van de produktie heeft thans het behoud en de verbetering van de kwaliteit van het geogoste produkt een hoge prioriteit binnen het landbouwkundig onderzoek. Het begrip kwaliteit dient hier allereerst nader te worden omschreven. De grote Winkler Prins encyclopaedie definieert de kwaliteit van een produkt als volgt: 'de mate waarin de eigenschappen van produkten voldoen aan het doel waarvoor zij worden gebruikt'. Deze omschrijving houdt in dat het enerzijds mogelijk is om de eigenschappen van een tuinbouwprodukt te omschrijven, dat echter anderzijds het karakter van deze eigenschappen in belangrijke mate bepaald wordt door de verwachtingen en/of eisen die de consument aan het produkt stelt.

Terecht wordt in een nota van het Landbouwschap (1), getiteld 'Prioriteit voor kwaliteit' gesteld dat de kwaliteitsopvattingen van de consument in beginsel het uitgangspunt bij ons denken over kwaliteit dienen te zijn. Uit deze nota citeer ik de volgende gedachten over de rol van de consument: "Het kwaliteitsbewustzijn van de consument kan worden beschouwd als een afspiegeling van de maatschappelijke opvattingen en situaties, hetgeen ook zijn neerslag in wettelijke bepalingen vindt. In toenemende mate let de consument bij aankoop van produkten niet alleen op de uitwendige kwaliteitskenmerken van het produkt, zoals kleur, vorm, etc. maar ook op de inwendige aspecten (smaak, houdbaarheid, voedingswaarde, afwezigheid van residuen, etc.). Bij de aanvaardbaarheid door de consument gaat het niet om een enkele eigenschap, maar om meerdere kenmerken. Deze kenmerken kunnen niet eenvoudig bij elkaar worden opgeteld. Integendeel, wordt één enkel kwaliteitskenmerk onvoldoende geacht, dan bepaalt dat de kwaliteit van het produkt als geheel. De voorkeur van de consument is echter niet éénvoudig en kan van gebied tot gebied, in de tijd en van land tot land verschillen".

Daar wil ik aan toevoegen dat de kwaliteitseisen ten aanzien van het produkt in de verschillende fasen van de produktie-kolon, zeer uiteenlopend kunnen zijn, waarmede het kwaliteits-vraagstuk zeer gecompliceerd wordt. Het gaat immers niet alleen om de eigenschappen die voor de uiteindelijke verbruiker - de consument - bepalend zijn. In elke fase van de produktieketen heeft kwaliteit haar eigen betekenis.

Het begrip 'kwaliteit' leeft in alle geledingen van onze samenleving. Allereerst wordt gezocht naar criteria om kwaliteit te toetsen, ook het universitaire onderwijs wordt op kwaliteit getoetst. Binnen het landbouwkundig onderzoek wordt in de sector plantaardige produktie eveneens op het toenemend belang gewezen van produktkwaliteit. In het ontwikkelingsplan 1987-1990 voor de instituten en proefstations (2), in de nota Plantaardige produktie (3) en in de notitie van de directeur van DLO n.a.v. deze nota (4) wordt telkens weer het belang van onderzoek naar produktkwaliteit beklemtoond. Aan deze nota's ontleen ik de volgende overwegingen.

De zorg voor het kwaliteitsbehoud van het land- en tuinbouwprodukt vraagt bij het onderzoek om een multidisciplinaire benadering. Een onderzoeksbenadering vanuit onder andere de bedrijfskunde, de teeltvakken, plantenfysiologie, gewasbescherming, levensmiddelentechnologie, voeding en marktkunde. Immers, kwaliteitsverbetering vraagt om onderzoek naar de verdieping in de structuur van de afzet, naar de opsporing van kwaliteitsbegrippen van de eindverbruiker, maar ook van de be- en verwerker van het produkt. Het gewicht van de verschillende kwaliteitseisen en de onderlinge verhouding tussen de gehanteerde kwaliteitsbegrippen in de gehele keten van producent tot consument dient nader bestudeerd te worden. Wanneer het gaat om het vertalen van deze eisen naar produkteigenschappen en het meetbaar maken van deze eigenschappen met behulp van toetsen, zal het duidelijk zijn dat hier de plantenfysiologie van bijzondere betekenis is. Ik zal mij dan ook in deze rede beperken tot het oorzakelijk onderzoek naar biologische mechanismen die deze produkteigenschappen bepalen. Onderzoek gericht op kwaliteitsverbetering via veredeling, teeltkundige, technologische en logistieke ingrepen wordt verricht op zowel een aantal vakgroepen van deze universiteit als op verschillende DLO-instellingen, zoals het CABO, IMAG, IVT, Sprenger Instituut, en op de proefstations.

Aan de teelt- en gewaskundige aspecten van kwaliteitsbeheersing zal ik in deze rede geen aandacht kunnen schenken. Ik zal mij moeten beperken tot de na-oogst fase. Het moge echter duidelijk zijn dat voor het behoud van kwaliteit de teeltfase van het allergrootste belang is.

Voordat ik met u de fysiologische processen bespreek, welke zich in het produkt afspelen, dien ik enige aandacht te geven aan een voor de plant traumatisch gebeuren, dat wij als oogst omschrijven.

Het plantedeel, de vrucht, de snijbloem dan wel enig ander onderdeel van het plantelichaam wordt daarbij met bruto geweld losgesneden. De normale ontwikkeling van het orgaan wordt daarbij verstoord en deze ingreep leidt o.a. tot vroegtijdige veroudering van het orgaan. Verwonding leidt tot een scala van reacties, welke ten dele door de plant in gang gezet worden om de gevolgen van de ingreep te verminderen. Ik denk daarbij aan celdelingsactiviteit, welke kan leiden tot afsluiting van het wondvlak. Naast deze verhoogde celdelingsactiviteit merken we vaak echter ook verhoogde ademhaling en een verhoogde ethyleen produktie op. Uiteraard is echter de discontinuïteit van de watertoevoer voor het geogoste produkt de grootste belager van de kwaliteit. De mens is bij snijbloemen ten dele in staat om deze onderbreking in de watertoevoer te corrigeren. Daarover wil ik later in deze rede spreken. Ik stel u nu voor onze aandacht te richten op een aantal andere aspecten van het kwaliteitsverlies.

Het gaat veelal bij het optreden van kwaliteitsverliezen om verouderingsprocessen, welke zich afspelen in het geogoste produkt. Het is mogelijk gebleken op grond van de inzichten in deze verouderingsprocessen sturend op te treden bij de kwaliteitsbeheersing van tuinbouwprodukten. Ik zal u dan ook op deze plaats in de eerste plaats willen laten kennismaken met dat deel van de plantenfysiologie, dat ik als de fytoogerontologie zou willen betitelen. Vervolgens zal ik u in een aantal voorbeelden laten zien, over welke mogelijkheden wij beschikken om de kwaliteit van het produkt te beheersen.

De laatste fase in de ontwikkeling van een levend organisme is de veroudering. Tijdens de veroudering vinden in de plant processen plaats die er toe leiden dat de betreffende plant of plantedeel afsterft. Veroudering kan worden veroorzaakt door pathogenen, andere uitwendige oorzaken of door fysiologische veranderingen inherent aan de levende structuur. Bij de hogere plant kan het totale organisme afsterven, maar orgaanveroudering en daaropvolgend afsterven van het plantedeel, komen tijdens de ontwikkeling van de hogere plant veelvuldig voor. Veroudering is dan ook geen catastrofaal gebeuren, maar verloopt veel meer volgens een regulatie patroon, hetgeen de ontwikkeling van het individu, dan wel het in stand houden van de soort ten goede komt.

Alvorens nu verder in te gaan op de verschillende theorieën over de oorzaken van de veroudering, dient hier aandacht gegeven te worden aan de begrippen entropie en homeostase. De tweede hoofdwet van de thermodynamica zegt dat natuurlijke processen in één richting verlopen en wel naar een toestand van de grootste wanorde ofwel de hoogste entropie. Indien we dit begrip willen hanteren in relatie tot de veroudering van levende organismen, dienen we te bedenken dat deze levende structuren 'open systemen' zijn, waarbij een afname van entropie kan optreden door een sterke mate van interne structurering. Professor Quispel zegt daarover het volgende (5): "Deze lokale opbouw van orde is alleen mogelijk dankzij de voortdurende inbreng van energie, vanuit het milieu, hetzij door opname van organische stof, hetzij door absorptie van zonlicht." Het zal duidelijk zijn dat de mogelijkheden voor het geogste tuinbouwprodukt om ná de oogst op deze wijze de entropie te verlagen wel zeer beperkt zijn. Integendeel, een toename van entropie in de na-oogst fase doet zich voor bij de veroudering van de cel, waarbij dissimilatorische processen gaan overheersen ten koste van de assimilatorische.

Maximale entropie wordt verkregen indien een reactiesysteem in een evenwichtstoestand verkeert. In het levende organisme wordt dit evenwicht pas door de dood bereikt.

Het kwaliteitsverlies van het tuinbouwprodukt kan in deze context omschreven worden als een irreversibele toename van entropie, welke vroeg of laat leidt tot het afsterven van de cel. Lehninger stelt dat de toename aan entropie in een open systeem minimaal is, indien dat systeem in een 'steady state' situatie verkeert (6). In zo'n situatie is er sprake van een grote homeostatische capaciteit.

Het streven naar het constant houden van celfuncties is een algemeen biologisch gegeven en wordt homeostase genoemd. Vanuit de cybernetica kan dit begrip als volgt worden gedefinieerd: het bestaan van onderling op elkaar afgestemde processen die voor het leven noodzakelijke toestanden constant houden. De homeostase zal zich tijdens de ontwikkeling van de plant telkens opnieuw instellen en pas in de allerlaatste fase, de veroudering, zal de homeostase irreversibel worden doorbroken. Ik zal nu de hier gedefinieerde begrippen entropie en homeostase verder gebruiken om een aantal theorieën over de veroudering met u te behandelen.

Over de oorzaken van veroudering zijn wij nog zeer onvolledig geïnformeerd. Bij dierlijke organismen zijn er duidelijk aanwijzingen dat mechanische slijtage van niet meer langs natuurlijke weg te vervangen lichaamsonderdelen een belangrijke oorzaak kan zijn van veroudering (7). Hier zou inderdaad sprake kunnen zijn van een toename van entropie. Bij de hogere plant lijkt slijtage niet direkt van grote betekenis in relatie tot de veroudering. Dankzij de cambiale activiteit wordt in het leven van de hogere plant voortdurend materiaal gesynthetiseerd waarmede vervanging van niet meer funktionerende elementen plaatsvindt. Een fraai voorbeeld is hier de kurkvorming bij bomen. Een secundair meristeem, het fellogeen, vormt voortdurend naar buiten toe cellen, welke snel afsterven en verkurken. Aan de buitenzijde treedt een continue slijtage op.

Een andere opvatting ten aanzien van veroudering is gebaseerd op de waarneming dat de levensduur van de cel wordt beperkt door oorzaken van abiotische aard, zoals ultraviolelt licht, radioactieve straling, mutagene reagentia etc. Aan de DNA-genen in de chromosomen wordt het boodschapper-RNA afgelezen. Vervolgens wordt door de ribosomen met behulp van door transport-RNA aangevoerde aminozuren deze boodschap vertaald in de polypeptide ketens van de eiwitten. Verondersteld wordt nu dat tijdens het leven van de cel, op verschillende niveaus van deze successievelijke coderings- en decoderingsmechanismen fouten ontstaan mede onder invloed van de tevoren genoemde abiotische invloeden. Treden deze fouten in het DNA van geslachtscellen op, dan zijn mutanten - erfelijk veranderde nakomelingen - het gevolg. Treden deze fouten in transkriptie en/of translatieprocessen in somatische cellen op, dan beïnvloeden ze weliswaar niet het nageslacht, maar kan de levensduur van het organisme verkort worden. Recentelijk is verondersteld dat met name de driedimensionale structuur van een eiwit gevoelig zou kunnen zijn voor deze invloeden van buiten af. Het gevolg zou kunnen zijn dat proteasen, enzymen die zorg dragen voor de voortdurende turn-over van het eiwit, deze nu op andere wijze ruimtelijk gestructureerde eiwitten niet kunnen afbreken. Deze eiwitten verstoren daardoor het celmetabolisme wat dan kan leiden tot afsterving van de cel.

Inderdaad is het mogelijk om in dierlijke cellen welke verouderen een zogenaamd verouderingspigment aan te tonen, het lipofuscine, bestaande uit lipoproteïnen. Het lipide aandeel van dit pigment is afkomstig van de afbraak van membraanlipiden onder invloed van lipase-activiteit. Of dit fluorescerende pigment nu werkelijk in een causale relatie staat tot de veroudering is niet bekend. Ook bij planten wordt wel gemeend dat lipofuscine tijdens de veroudering accumuleert. Bij planten is het aantonen van dit pigment buitengewoon moeilijk, omdat de plant rijk is aan fenolachtige verbindingen welke soortgelijke fluorescenties geven als het lipofuscine.

De vraag doet zich hier voor of accumulatie van schadelijke stoffen ook bij de plant van belang kan zijn voor de veroudering. Interessant is daarbij de waarneming dat veristemen een lange levensduur kunnen hebben. Men veronderstelt wel dat door de delingsactiviteit deze schadelijke stoffen voortdurend over de dochtercellen worden verdund. De hypothese leidt in het kader van de entropie-gedachte tot de conclusie dat er in de cel een voortdurende toename van entropie plaatsvindt, welke alleen kan worden voorkomen, indien door celdeling een zekere mate van verdunning van entropie optreedt.

Het behoud van het vermogen tot celdeling lijkt een essentiële faktor te zijn ter voorkoming van de veroudering van de plant. Ook bij dieren lijkt er echter een relatie te bestaan tussen hoge ouderdom en delingsactiviteit. Zo kunnen sponzen en zeeanemonen ongeveer 90 jaar oud worden, waarbij dankzij celdelingsprocessen een voortdurende vervanging van alle lichaamscellen plaatsvindt. Celdelingen vragen echter energie, energie die uiteindelijk uit de fotosynthese dient te worden betrokken. Zo blijkt dat alleen door het opnemen van zonne-energie door het groene blad de plant in staat is entropie toename te voorkomen.

We kunnen de grondslag van het verouderingsproces echter ook zoeken in het erfelijk materiaal, omdat dit nu eenmaal de basis is waarop iedere cel en uiteindelijk het hele organisme functioneert.

Met name de veroudering bij de hogere plant dient beschouwd te worden als een geprogrammeerde veroudering, waarvan het programma is vastgelegd in de erfelijke informatie.

De veroudering verloopt volgens een regulatiepatroon hetgeen onder meer tot uiting komt in een de novo synthese van eiwitten, welke zorgdragen voor de afbraak van o.a. celwand materiaal. Deze programmering van de veroudering van plantecellen staat onder invloed van plantaardige hormonen, hetgeen duidelijk tot uiting komt bij rijpingsprocessen van vruchten zoals de tomaat. Onder invloed van het gasvormige hormoon ethyleen vindt in de tomaat de novo synthese van boodschapper-RNA plaats, wat leidt tot synthese van een enzym, het polygalacturonase, dat verantwoordelijk is voor het zacht worden van de vrucht. Ook de climacterische stijging van de ethyleenproductie zelf is te verklaren vanuit een verhoging van de activiteit van de enzymen die betrokken zijn bij de synthese van dit hormoon.

De homeostase ten aanzien van het hormoon ethyleen wordt bij de vruchtrijping van climacterische vruchten (dat zijn vruchten zoals de tomaat en banaan, waarbij tijdens de rijping een sterke autokatalytische ethyleenproductie optreedt) irreversibel doorbroken indien de weefselgevoeligheid voor ethyleen zo toeneemt dat een drempelwaarde bereikt wordt, waardoor o.a. de activering van de enzymen betrokken bij de synthese van dit hormoon plaatsvindt.

In de laatste jaren wordt de aandacht sterk gericht op de mogelijke rol welke vrije radicalen van zuurstof bij de veroudering kunnen spelen. Een vrij radicaal kan gedefinieerd worden als een atoom of molecule dat zelfstandig kan bestaan en één of meer ongepaarde elektronen bevat. Met name zijn de vrije radicalen van zuurstof van belang.

Toevoeging van één elektron aan zuurstof in de grondtoestand leidt tot de vorming van het superoxide anion radicaal. Ook andere reactieve vormen van zuurstof kunnen door opname van energie ontstaan. De vrije radicalen kunnen in het levende organisme ontstaan door oorzaken van buiten d.w.z. van abiotische oorsprong, zoals luchtverontreiniging, radioactieve straling en dergelijke, maar ook endogeen door enzymatische reacties, zoals de lipoxygenase activiteit. Dit enzym peroxydeert de onverzadigde vetzuren linol- en linoleenzuur. Via een kettingreactie, ook wel een cascade-proces genoemd, worden er steeds opnieuw meervoudig onverzadigde lipiden omgezet in lipidhydroperoxiden, wat leidt tot een vermindering van de kwaliteit van de membraan. Bedoeld wordt hier

de afname van structurele integriteit van celmembranen waardoor dekompartimentalisatie tot stand komt.

Bij de meeste tuinbouwprodukten treedt in de na-oogst fase uitdroging en/of verwelking op. In 'verse' toestand wordt de turgescentie behouden, omdat de vacuole het water kan vasthouden. Indien echter de integriteit van de celmembranen afneemt, waardoor deze membranen hun semipermeabiliteit verliezen, zullen de cellen snel door verdamping water verliezen en uitdrogen. Daarnaast kan ook een verhoogde 'lek' van ionen door de membraan heen gekonstateerd worden. De dekompartimentalisatie leidt voorts tot vermenging van substraat en enzym die voorheen gescheiden in de cel aanwezig waren, waardoor bepaalde enzymreacties kunnen gaan verlopen.

De hier genoemde vrije radicalen spelen in het celmetabolisme een zeer algemene rol en zijn bijzonder belangrijk bij het fotosyntheseproces. Deze potentieel gevaarlijke verbindingen worden in bedwang gehouden door o.a. een enzymstelsel, het superoxide dismutase, waarmee deze vrije radicalen onschadelijk gemaakt kunnen worden. Ook anti-oxidantia, zoals het vitamine E (alpha-tocopherol) en vitamine C (ascorbinezuur) zijn hiertoe in staat. Met name lijkt vitamine E belangrijk te zijn omdat het reageert met het superoxide anion en het in de membraan een beschermende rol kan uitoefenen doordat het goed vetoplosbaar is. Ook reageert het met peroxy-radicalen waardoor het cascade proces in de membraan tot stilstand kan komen. Kan er nu gesproken worden van een afname van deze anti-oxidantia en van de enzymen die zorgdragen voor de inaktivering van vrije radicalen tijdens de veroudering? Het onderzoek is daarover niet eenduidig. Soms wordt zelfs een daling van de lipoxygenase aktiviteit tijdens de veroudering gevonden. In dit verband wil ik echter wijzen op het toenemend inzicht dat de beschikbaarheid van het substraat, compartimentalisatie van enzymen, de afwezigheid van noodzakelijke co-factoren, en het niet optimaal zijn van de interne zuurgraad in de verschillende compartimenten van de cel, mogelijk belangrijker zijn dan de concentratie van het enzym zelf.

Ik heb al eerder vermeld dat de geprogrammeerde veroudering bij de hogere plant onder invloed staat van hormonen. Het werkingsmechanisme van deze hormonen is ons voor een

groot deel nog onbekend. In analogie met onze inzichten ten aanzien van de werking van dierlijke hormonen wordt wel verondersteld dat ook bij de plant het hormoon een 'second messenger' aktiveert, welke vervolgens in de cel via enzym-aktivering het verouderingsproces versnelt. In dit verband wordt aan het calcium-ion een speciale betekenis toegekend. Een centrale rol speelt hier het eiwit calmoduline. Indien calcium aan dit eiwit wordt gebonden, ondergaat het een sterke verandering in de ruimtelijke structuur. Dit 'geactiveerde' calmoduline kan nu specifieke enzymen aktiveren, welke voordien inaktief waren. Hierbij kan gedacht worden aan een calmoduline afhankelijke fosfolipase. Dit enzym grijpt aan op de lipiden in de membranen, waardoor de membraan verder desintegreert en senescentie volgt.

Hoewel wij met behulp van hormoontoepassingen in staat zijn verouderingsprocessen in het produkt te vertragen - en daarmee het kwaliteitsverlies tegen te gaan - is het verrassend te moeten konstateren dat wij niet weten hoe deze hormonen in het verouderingsproces ingrijpen. Cytokinen vertragen de veroudering, ethyleen en abscisinezuur versnellen het. Om werkzaam te kunnen zijn zal het hormoon in de cel moeten worden herkend door een 'receptor molecule'. In een aantal gevallen is het gelukt om een dergelijke receptor te isoleren. Het gaat daarbij steeds om een membraan-gebonden eiwit. Isolatie en identificatie van deze receptoren is een eerste stap naar inzicht in het werkingsmechanisme van hormonen. Dit neemt echter niet weg dat sinds 1935 in land- en tuinbouw dankbaar gebruik gemaakt wordt van deze stoffen om de ontwikkeling van de plant naar onze hand te zetten.

In het tweede deel van mijn rede wil ik dan ook de mogelijkheden van kwaliteitsbeheersing van tuinbouwprodukten door middel van een regulatie met chemische stoffen centraal stellen. Deze regulatoren betreffen enerzijds hormonen of analoga, anderzijds bieden stoffen die de werking van het hormoon antagoneren, ook veel perspektief. Daarnaast is het bijvoorbeeld mogelijk om de concentratie van het endogeen gevormde hormoon langs fysische weg te verminderen. Ik doel hierbij op het gasvormige hormoon ethyleen, ook wel het rijpingshormoon genoemd. Dit hormoon speelt bij de bewaring van tuinbouwprodukten een zeer grote rol, omdat het de bladvergeling, bloemverwelking, abscissie en vruchtrijping bevordert. Veel van de technieken waarover de mens beschikt

berusten op de onderdrukking van de vorming en/of werking van ethyleen. De bewaring van climacterisch fruit (dat is fruit waarbij autocatalytische ethyleenproductie optreedt) is geheel gebaseerd op het verhinderen van deze produktie en vooral van de werking van ethyleen. Koeling remt alle stofwisseling af, zodat niet alleen de ethyleensynthese wordt verminderd, maar ook de hoeveelheid koolhydraten - substraat voor de ademhaling - niet te snel lage waarden bereikt. Voorts wordt de atmosferische samenstelling in de bewaarruimte geregeld. Het geproduceerde ethyleen kan worden weggevangen door de lucht in de ruimte te laten circuleren door zgn. 'scrubbers', filters waarin het ethyleen irreversibel wordt gebonden en geïnactiveerd. Maar handhaving van een laag ethyleen niveau in de bewaarruimte is technisch moeilijk vanwege de hoge ethyleen produktie capaciteit van hard fruit. Voorts wordt de zuurstofspanning verlaagd van 20% naar bijvoorbeeld 2-3%. De algehele stofwisseling wordt daardoor onderdrukt, bovendien is de biosynthese van ethyleen in sterke mate een zuurstof-afhankelijk proces. Tevens wordt daarmee de vorming van de eerder genoemde vrije radicalen van zuurstof voorkomen. Ook wordt in bepaalde gevallen de koolzuur-spanning verhoogd (van 0.03% naar 3-5%). Koolzuur lijkt namelijk de werking van het ethyleen te kunnen antagoneren. Het koolzuurgehalte in de bewaarruimte wordt met behulp van scrubbers geregeld.

Vochtverlies is een belangrijke faktor bij het kwaliteits-verlies van tuinbouwprodukten in de na-oogst fase. Daarom wordt in de bewaarruimte een hoge relatieve luchtvochtigheid gehandhaafd en worden vele produkten in krimpfolie verpakt. Speciale aandacht moet hier gegeven worden aan de mogelijkheid om de kwaliteit van het produkt te verbeteren door bewaring bij zeer lage zuurstofspanning, de z.g. ultra-low-oxygen storage. Met deze techniek zijn bij bepaalde appelrassen goede resultaten geboekt. Ook wil ik hier een op het Sprenger Instituut ontwikkelde methodiek noemen, waarbij een verbetering van de kwaliteit van potplanten in de na-oogst fase wordt verkregen door een geringe bijbelichting tijdens de transport- en bewaarperiode. Door deze geringe bijbelichting, beneden het kompensatiepunt, wordt de kwaliteit van de potplant aanmerkelijk verbeterd doordat bijvoorbeeld het optreden van bladnecrose wordt geremd. Mogelijk speelt hier het fytochroom een rol.

Het zal duidelijk zijn dat kwaliteitsverbetering van producten uit de voedingstuinbouw met behulp van chemische stoffen vaak niet mogelijk is. Daartoe biedt de sierteeltsektor meer mogelijkheden. Ook bij sierteeltproducten wordt in een aantal gevallen de veroudering van de bloem en/of de abscissie van de bloemorganen gereguleerd door het endogeen gevormde ethyleen. Door toediening van stoffen die de biosynthese van dit hormoon remmen, dan wel het werkingsmechanisme blokkeren, is het mogelijk het verouderingsproces aanmerkelijk te vertragen. Het is thans 10 jaar geleden dat in een gezamenlijk onderzoeksproject tussen het toenmalige Instituut voor Toepassing van Atoomenergie in de Landbouw en het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek aangetoond kon worden dat zilverthiosulfaat toegediend aan anjers als een kortdurende voorbehandeling -direct na de oogst - een aanmerkelijke verlenging van het vaasleven teweeg bracht. Deze vondst leidde snel tot een toepassing voor verschillende snijbloemen. Het moet hier vermeld worden dat zilverthiosulfaat alleen effect heeft indien bij het proces van veroudering ethyleen betrokken is. Recent is naar voren gekomen dat mogelijkserwijs ook stoffen die de synthese van ethyleen remmen bruikbaar zijn als voorbehandeling.

Speciale aandacht verdienen de stoffen die we als 'free radical scavengers' kennen. Dit zijn stoffen zoals de al eerder genoemde vitaminen C en E. De resultaten met deze stoffen verkregen ten aanzien van de houdbaarheid van de snijbloem, zijn echter niet zo overtuigend dat algemene invoering in de praktijk zou kunnen worden overwogen. Ook de mogelijkheden van het gebruik van calciumzouten ter vertraging van het verouderingsproces moet hier genoemd worden. In het bijzonder bij vruchten, zoals de appel, kon met calciuminfiltratie de houdbaarheid worden verbeterd. Eerder heb ik u verteld dat calcium mogelijk een rol speelt bij de activering van enzymen, welke aangrijpen op de vetzuren in de membranen, waardoor de membraan verder desintegreert en veroudering volgt. Hoe komt het dan dat extern toegediende calcium de veroudering kan vertragen? Het antwoord op deze vraag luidt vermoedelijk als volgt: extern toegediend calcium speelt een belangrijke rol in de fysiologische processen die zich afspelen aan de buitenzijde van de celmembraan. Door een hoge concentratie calcium aan de buitenzijde blijft de structuur van de membraan intact en wordt voorkomen dat calcium door de membraan heen actief dan wel passief getransporteerd wordt naar het binnemilieu.

In het bijzonder wil ik hier enige aandacht schenken aan de houdbaarheid van snijbloemen. De export van bloemisterij produkten beliep in 1987 meer dan 4 miljard gulden. De grote betekenis van deze bedrijfstak voor de nederlandse economie wordt daarmee duidelijk aangegeven. Met name voor het exportprodukt is houdbaarheid een belangrijk aspect. De snijbloem staat na de oogst bloot aan tal van stress-situaties, welke een beperking van het latere vaasleven kunnen inhouden. Zo benadeelt een te hoge temperatuur tijdens opslag en transport de kwaliteit. Hoopvol is het dat het bedrijfsleven de noodzaak van koeling inziet en dat er thans o.a. op de veilingen kostbare investeringen zijn gedaan teneinde tot kwaliteitsverbetering te komen. Het oogsten is voor de snijbloem een traumatisch gebeuren. Het ontbreekt de bloem in de na-oogst fase aan de toevoer van door de moederplant gevormde organische stoffen, maar ook de waterhuishouding kan ernstig verstoord worden. In het bijzonder geldt dit indien het produkt langere of kortere tijd droog ligt. Indien het produkt droog ligt, zal een belangrijk deel van de houtvaten gevuld kunnen worden met lucht. Sinds enige tijd weten we dat stoffen met een oppervlakteverlagende werking een gunstig effect hebben op de wateropname ná zo'n droge bewaring. Onderzoek op het Sprenger Instituut toonde aan dat deze stoffen als een voorbehandeling bij de roos bijzonder werkzaam zijn. Maar ook indien de bloementeler het produkt snel in water plaatst, kan de watertoevoer verstoord worden, doordat op het snijvlak van de stengel een sterke bacteriegroei op kan treden. Gelukkig beschikken we over chemicaliën welke deze bacteriegroei kunnen verhinderen, zowel in het bassin water bij de teler als in het vaaswater bij de consument thuis. Zoals eerder opgemerkt betekent het afsnijden voor de bloem eveneens dat zij verstoken is van de toevoer van assimilaten uit de moederplant. Het is dus begrijpelijk dat een aanbod van suikers een positieve werking heeft op de houdbaarheid. Deze suiker kan aangeboden worden als een pulse direct na de oogst, (we noemen dit voorraadvoeding) en ook tijdens het vaasleven (via de u zo bekende zakjes die de goede bloemenwinkel u gratis levert bij de aankoop van uw bos). Zoals ik al eerder vermeldde is het thans mogelijk om een aantal snijbloemen voor te behandelen met specifieke stoffen welke de ethyleen werking tegengaan, dan wel de ethyleen synthese

blokkeren. Deze stoffen worden direct na het oogsten door de teler toegepast. Deze voorbehandeling leidt tot het inbouwen van een stuk interne kwaliteit in de snijbloem en is in de laatste jaren een waardevolle uitbreiding gebleken van de mogelijkheden die de teler heeft om een produkt van betere kwaliteit af te leveren. Ook andere hormonen zoals het gibberellinezuur spelen een rol - maar dan in positieve zin - bij het kwaliteitsverlies van de snijbloem. Zo is het mogelijk om de vergeling van het blad bij Alstroemeria tegen te gaan door een voorbehandeling met gibberellinezuur. Een groeiend probleem tijdens de na-oogst fase van de snijbloem is het optreden van een schimmelziekte, veroorzaakt door Botrytis cinerea. Voorlopig zal het noodzakelijk zijn om behalve hygiënische maatregelen ook fungiciden te gebruiken om deze besmetting tegen te gaan. In de toekomst ligt er de duidelijke wens om te komen tot Botrytis-resistente cultivars. Hier kijkt de plantenfysioloog en de fytopatholoog met verlangen naar de veredelaar. Het zal u duidelijk zijn dat bij de teelt van snijbloemen nieuwe inzichten welke vanuit het onderzoek worden aangedragen snel worden opgenomen door het bedrijfsleven en met grote inventiviteit worden gemodificeerd tot een praktische toepassing. Collega Challa (8) heeft in zijn inaugurele rede eveneens erop gewezen hoe alert de teler in de glastuinbouw reageert op gegevens uit het onderzoek.

Dames en Heren,

Het zou niet moeilijk zijn om nog een aantal voorbeelden te geven, waaruit kan blijken hoe succesvol de mens kan ingrijpen in de kwaliteitsbeheersing van het tuinbouwprodukt. Ik heb niet kunnen spreken over de samenhang tussen teelt en kwaliteit, niet over het oogststadium dat zo bepalend is voor de kwaliteit in de na-oogst fase. Steeds is echter plantenfysiologisch inzicht vereist om het de mens mogelijk te maken in te grijpen in het natuurlijk verloop van de ontwikkeling van de plant. Verwacht mag worden dat een toenemend inzicht in de fysiologie van de hogere plant zal leiden tot een betere kwaliteit van het land- en tuinbouwprodukt.

Mijnheer de Rector Magnificus, mijne heren leden van het College van Bestuur.

Hartelijk wil ik u danken voor het in mij gestelde vertrouwen. Mijn benoeming moet gezien worden in het licht van een nauwere samenwerking tussen de landbouw-universiteit en de DLO-instellingen. Ik zal naar vermogen meewerken aan deze voor beide partijen zo vruchtbare samenwerking. Overigens wil ik hier graag benadrukken dat in al die jaren dat ik in Wageningen werkzaam ben, er altijd een uitstekende collegiale sfeer heeft geheerst zowel met de collega's op de instituten als met de collega's op de verschillende vakgroepen van de landbouwuniversiteit. Het kan geen toeval zijn, dat het moment van het afsluiten van de raamovereenkomst tussen de Landbouwuniversiteit en de DLO-instellingen - waarin deze samenwerking tussen beide instellingen formeel wordt vastgelegd -, samenvalt met een periode waarin trefwoorden als efficiency-verbetering, selectieve krimp en groei, fusering van instituten dagelijks over de bureautafel rollen. De indruk zou gewekt kunnen worden dat in de achterliggende periode de samenwerking tussen onderzoekers en de efficiency in hun onderzoek niet optimaal geweest zou zijn. Niets is minder waar.

Een speciaal woord wil ik hier richten tot de voorzitter van het College van Bestuur, dr. de Zeeuw. Beste Dick, ik bewaar de beste herinneringen aan de jaren dat ik als gastmedewerker verbonden was aan het toenmalige Instituut voor Toepassing van Atoomenergie in de Landbouw. Ik heb die periode, onder jouw direktoraat, als van bijzondere betekenis voor mijn wetenschappelijke vorming ervaren.

Mijnheer de directeur van het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, beste Huub,

Het kan niet toevallig zijn dat in het afgelopen jaar niet minder dan drie van je stafleden tot hoogleraar werden benoemd. Hiermede wordt de vooraanstaande plaats van het CABO binnen het totaal van het landbouwkundig onderzoek nog eens onderstreept. Ik dank je hartelijk voor de vanzelfsprekendheid waarmee je het mij mogelijk gemaakt hebt deze functie te aanvaarden. Ook wil ik graag de bestuursleden

van het CABO danken voor hun medewerking bij deze benoeming. De specifieke positie van de afdeling biochemie en fysiologie van het CABO wil ik hier op deze plaats benadrukken. Het is mijn stellige overtuiging dat fysiologische aspecten van het geogoste produkt in een breed vakdisciplinair kader dienen te worden bestudeerd. Daarbij is het essentieel dat de betreffende onderzoeker niet alleen wordt gekonfronteerd met de produktfysiologie, maar ook voeling houdt met kollega-fysiologen welke zich op geheel ander terrein binnen de plantenfysiologie verdienstelijk maken. Daarnaast heeft het CABO een geheel eigen opdracht om het teeltkundig-fysiologisch aspect in samenhang met de produktkwaliteitsverbetering in studie te nemen. Zo kunnen onderzoekers die zich bezighouden met de relatie teelt-produktkwaliteit in een stimulerende dialoog treden met onderzoekers op het terrein van de na-oogst fysiologie.

Terecht stelt de directeur van DLO in een notitie naar aanleiding van de nota 'Plantaardige produktie' dat het onderzoek naar produktkwaliteit een veelzijdige benadering vergt met een intensieve kommunikatie tussen onderzoekers onderling. Op het gebied van de houdbaarheid van sier-teeltprodukten is thans tussen het CABO, het Sprenger Instituut, het IVT en het PBN en LBO een samenwerkingsverband aangegaan waarbij binnen de in het programma gestelde prioriteiten tussen deze onderzoeksinstellingen afspraken zijn gemaakt.

Waarde collega Challa, beste Hugo,

De plantenfysiologie omvat een breed terrein met verschillende specialismen. Gedurende een lange periode, eerst op het Centrum voor Plantenfysiologisch Onderzoek, en daarna op het CABO zijn wij collega's geweest, ieder met ons eigen werkterrein. Zoals ik reeds opmerkte, acht ik vertrouwde met het onderzoek binnen het vakgebied en wel op verschillende probleemgebieden gericht, van bijzondere betekenis. Ik hoop dat ook in de toekomst deze wederzijdse belangstelling voor ons beider onderzoek mag blijven bestaan, thans gestructureerd binnen deze universiteit.

Waarde collega Tromp, beste Jan,

Toen ik zo-even sprak over een collegiale sfeer in de Wageningse- onderzoekerswereld, had ik ook de collega's bij de proefstations daarbij moeten betrekken. Wij kennen elkaar dan ook reeds zeer lang. Het verheugt mij in het bijzonder dat mede door jouw benoeming en die van mij de grote betekenis van de biologie voor de landbouwwetenschap nogmaals hier wordt benadrukt.

Waarde Pierik, beste Rudolf

Mijn dissertatie in 1963, handelde over de embryogenese in vitro. Mijn eerste contacten met jou betroffen dan ook de mogelijkheden om met behulp van embryo-cultures incompatibiliteitsproblemen op te heffen. Het verheugt mij dat wij elkaar thans weer in een geheel andere situatie kunnen ontmoeten. Wees ervan overtuigd dat mijn belangstelling voor de in-vitro vermeerdering - ondanks het gegeven dat ik in de afgelopen 25 jaar daar geen verdere aandacht aan heb kunnen geven - zeker niet verloren is gegaan.

Geachte medewerkers van de vakgroep Tuinbouwplantenteelt,

Zoals ik al eerder heb opgemerkt, dient mijn benoeming in de eerste plaats gezien te worden in het licht van een meer intensieve samenwerking tussen de DLO instituten en de landbouwuniversiteit. Daarnaast is er binnen de vakgroep toch ook sterk de wens aanwezig om de produktkwaliteit als een eigen thema van onderzoek ter hand te nemen en er een eigen gezicht aan te geven. Kwaliteit is de resultante van de voorafgaande teelt. Het onderzoek naar de samenhang van teelt en produktkwaliteit zal dan ook in de komende jaren onze speciale aandacht opeisen. Ook voor de verdere verfijning van rekenmodellen voor de gewasgroei is het noodzakelijk dat het begrip kwaliteit kan worden ingebouwd in deze modellen. Het is duidelijk dat - gegeven de zeer beperkte personele bezetting van de vakgroep - de integratie van het kwaliteitsonderzoek binnen de vakgroep geen eenvoudige taak is. Ik heb het volste vertrouwen dat - gezien de prettige ontvangst die u mij hebt gegeven - wij in de komende jaren gezamenlijk er in zullen slagen een oplossing voor deze problematiek te vinden.

Dames en heren studenten,

In mijn colleges tracht ik u duidelijk te maken dat inzicht in de levensprocessen van het tuinbouwprodukt noodzakelijk is om tot gerichte maatregelen ter beheersing van de kwaliteit te komen. Ik heb mogen constateren dat juist deze samenhang tussen fundamenteel plantenfysiologisch onderzoek en de toepassing daarvan in de praktijk u in het bijzonder boeit. Voorts heb ik mogen constateren dat u een grote belangstelling hebt voor het onderzoek inzake kwaliteitsbeheersing zoals dat op de DLO instituten plaats vindt. Ik verheug me over deze belangstelling.

De buitenwacht associeert vaak 'Wageningen' met de landbouwniversiteit. Een grotere bekendheid en vertrouwdheid met de DLO instituten bij een nieuwe generatie van afgestudeerden kan er toe bijdragen dat dit onjuiste 'imago' verdwijnt.

Dames en heren, gedurende deze rede is ook bij u en bij mij de veroudering voortgeschreden. U zult wellicht onder de indruk zijn gekomen van de verschillende mogelijkheden die vanuit het onderzoek aan de tuinbouwpraktijk worden geboden om verouderingsprocessen te vertragen en daardoor kwaliteit te behouden. In de humane gerontologie is een dergelijke regulatie van de veroudering niet mogelijk en misschien zelfs ook niet wenselijk. Ik wil mijn rede afsluiten met een advies in dit verband, wat u aantreft in een schilderij van Lucas Cranach de jongere. Het schilderij draagt de titel "Der Jugendbrunnen". Ik hoop, dat hoewel u zich niet fysiek kunt verjongen, zoals in het schilderij wordt gesuggereerd, u zich toch in dit uur geestelijk hebt verfrist en daarmee toch een verjongingskuur hebt ondergaan.

Ik dank u voor uw aandacht.

LITERATUUR

1. Prioriteit voor Kwaliteit, een nota over de structurele problemen in de vollegrondsgroentesector, gezien vanuit de invalshoek kwaliteit. Landbouwschap, Den Haag, oktober 1987.
2. Landbouwkundig onderzoek in perspectief. Ontwikkelingsplan voor de instituten en proefstations van het ministerie van Landbouw en Visserij, 1987-1990, Den Haag, september 1987.
3. Nota Plantaardige Produktie, Ministerie van Landbouw en Visserij, Directie Akker- en Tuinbouw, juni 1987.
4. Notitie 'Onderzoek als beleidsinstrument voor de verbetering van de produktiefunctie van de Akker- en Tuinbouw'. Directie Landbouwkundig Onderzoek, Ministerie van Landbouw en Visserij, Wageningen, 1988.
5. Quispel, A. Plaats en betekenis van de plantenfysiologie. In: Leerboek Plantenfysiologie, red. A. Quispel en D. Stegwee. Uitg. Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht 1983.
6. Lehninger, A.L. Bioenergetics. Uitg. W.A. Benjamin, New York, 1965.
7. Ouderdom, Cahiers Bio-wetenschappen en Maatschappij, 11 (3), 1986. Uitg.: Stichting Biowetenschappen en Maatschappij, Leiden.
8. Challa, H.: Van proces tot bedrijf, tuinbouwwetenschap in nieuw perspectief. Inaugurale rede Landbouw Universiteit Wageningen, februari 1988.