

A 33

**Voortgangsrapportage
ATO-Onderzoekprogramma Groenten
en Fruit tweede halfjaar 1993**

Dr. W.M.F. Jongen,
programmалеider

ato-dlo



2251447

Voortgangsrapportage
ATO-Onderzoekprogramma Groenten en Fruit
tweede halfjaar 1993

Wageningen, maart 1994
dr W.M.F. Jongen, programmaleider

Inhoud	Pagina
1. Stevigheid en meligheid tijdens de rijping en veroudering van appels (J.W. Donkers)	3 - 7
2. Kwaliteit tomaat (stevigheid, meligheid, en houdbaarheid tomaat) (H.C.P.M. van der Valk)	8 - 10
3. Effecten van licht en lage temperatuur tijdens bewaring, inclusief chlorofylfluorescentie, van voedingstuinbouwprodukten (O. van Kooten)	11 - 14
4. Climacterische vruchten en CA-bewaring (P.A.M. Claassen)	15 - 17
5. CA-bewaring van groente en fruit (S.P. Schouten)	18 - 24
6. Glycoalkaloiden in nachtschaden (E.A.J. Keukens)	25 - 26
7. Detectie en Bestrijding van Bederfveroorzakende Micro-organismen (L.G.M. Gorris)	27 - 33
8. Onderzoek naar het gebruik van (bio)sensoren ten behoeve van kwaliteitsaspecten van verse en verwerkte plantaardige grondstoffen (C. van Dijk)	34 - 35
9. Voedselveiligheid en smaak (A. van Amerongen)	36 - 38
10. Afbreekbare coatings en folies, deel tarwegluten (J.M. Vereijken)	39 - 41
11. Modelleren van de invloed van O ₂ en CO ₂ groente (H.W. Peppelens)	42 - 45
12. DSS voor strategisch sektorbeleid (R.A.C.M. Broekmeulen)	46 - 48
13. Kwaliteitsverloopmodellen voor groenten en fruit (L.M.M. Tijskens)	49 - 52
14. Optimale bewaring hardfruit (A.P.H. Saedt)	53 - 56
15. Ontwikkeling van een DSS voor het transport van menhladingen (J.W.P.M. Vogels)	57 - 59
16. Verpakken van groenten en fruit (R.G. Evelo)	60 - 64
17. CBA en inwendige en uitwendige kwaliteit van groente en fruit (A.A. Hulzebosch)	65 - 70

STEVIGHEID EN MELIGHEID TIJDENS DE RIJPING EN VEROUDERING VAN APPELEN

J.W. Donkers

A. VERSLAG OVER TWEEDE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

Op het gebied van textuur zijn stevigheidsverlies en de ontwikkeling van meligheid de belangrijkste factoren die kwaliteitsverlies van appelen in het handelskanaal bepalen. De problemen treden zowel op tijdens als na het bewaren van appelen. Er is grote behoefte aan methoden waarmee meligheid en stevigheid objectief en nondestructief bepaald kunnen worden en aangepaste bewaar technologieën om textuurproblemen te verminderen. Met het oog op het gericht kunnen ontwikkelen van dergelijke methoden en bewaarsystemen is naast empirisch onderzoek ook fundamenteel onderzoek nodig naar de biochemische en fysiologische mechanismen van stevigheidsverlies en ontwikkeling van meligheid bij de appel.

Doelstelling

Doel van het onderzoek is tweeledig:

1. objectivering van stevigheid en meligheid met behulp van instrumentele (nondestructieve) meetmethoden.
2. ophelderen van het biochemisch/fysiologisch mechanisme dat stevigheidsverlies en meligheid veroorzaakt.

Verslag van de werkzaamheden

Modelvorming omtrent stevigheidsverlies en meligheid

Harde appelen

Op grond van de uitgevoerde electronenmicroscopische analyses is er nu een beeld gevormd van de factoren die de stevigheid van appelweefsel bepalen. Bij de verse harde appel liggen de cellen dicht tegen elkaar aan en is er relatief weinig intercellulaire ruimte. De intakte middenlamel zorgt, met zijn hoog pectinegehalte, voor de kleefkracht tussen de cellen en is belangrijk voor het handhaven van het driedimensionale skelet van celwanden dat het appelweefsel vormt. Tijdens het kauwen van deze harde, stevige appelen ontstaat een breukvlak in het weefsel dwars door de cellen en de cellen breken open, waarbij de celinhoud gemakkelijk vrijkomt. De appel voelt knapperig en sappig aan in de mond en heeft smaak en aroma.

Zachte appel

Bij een oudere, zachtere, appel hebben de cellen een meer afgeronde vorm en is de intercellulaire ruimte aanzienlijk toegenomen.

Bovendien is de middenlamel gedeeltelijk opgelost en is de cel-cel adhesie daardoor verminderd. Hierdoor kunnen de cellen zich als gevolg van hun turgordruk verder afronden, waardoor het effectieve kontaktoppervlak en de celhechting nog meer afneemt.

De cellen in het weefsel worden bij het opleggen van uitwendige druk gemakkelijk langs elkaar geschoven, het weefsel is meer indrukbaar en voelt daardoor zacht aan. Tijdens het kauwen ontstaan dan gemakkelijk breukvlakken tussen de cellen door en de cellen scheuren los van elkaar.

De middenlamel bepaalt de cel-celhechting en is verantwoordelijk voor de algemene (trek)sterkte van het weefsel. Dit bepaalt of een appel hard, dan wel zacht is. De sterkte van de individuele cellen, d.w.z. het punt waarop een cel openbreekt onder invloed van een druk van buiten, wordt bepaald door de sterkte van de primaire celwand. Ook de middenlamel, indien nog aanwezig, heeft invloed op de rekbaarheid en sterkte van de cel en het weefsel. Zachte appels ontstaan dus door het verdwijnen van de middenlamel en het desintegreren van de primaire celwand.

Melige appels

Afhankelijk van de sterkte van de primaire celwand zal een meer of minder melige zachte appel ontstaan. Een hoge primaire celwandsterkte levert zacht weefsel met stevige cellen op, die, omdat ze niet meer in een stevig celwandnetwerk verankerd liggen, moeilijk open zullen barsten. Bij het eten van deze appels ontstaan in de mond klompjes van losse, intacte cellen, waaruit geen of weinig celsap vrijkomt. Dit wordt ervaren als meligheid. Melige appels hebben dus geen middenlamel, maar wel een relatief intacte primaire celwand.

Celwandsterkte metingen

Om het bovenstaande model te toetsen is de fysieke sterkte van de middenlamel en de primaire celwand afzonderlijk bepaald. De experimenten werden uitgevoerd met de cultivars Elstar en Cox Orange pippin', die gekenmerkt worden door een verschillend verouderingspatroon. Cox wordt tijdens de verzachting melig, terwijl Elstar in veel mindere mate meligheid vertoont.

Celhechting, welke primair verzorgd wordt door de middenlamel, is gemeten door het bepalen van de compressie- en treksterkte met de Instron duw/trekbank. Voor beide cultivars leverde dit een vrijwel identiek verzachtingspatroon op.

De sterkte van de primaire celwand werd gemeten door ponsjes weefsel in een reeks oplossingen met toenemende osmotische potentiaal te leggen. Onder hypertone omstandigheden (i.e. grote osmotische stress) neemt het weefsel water op uit het medium en bouwt op deze manier een hydrostatische druk op de celwand op. Deze druk kan zo hoog worden dat de celwand breekt, de celinhoud wegspoelt en het weefsel dus gewicht verliest. Dit gewichtsverlies is meetbaar. Door de osmotische stress te variëren kan het punt bepaald worden waarop

celwanden breken. De osmotische stress op dit punt is een maat voor de sterkte van de primaire celwand, die verantwoordelijk is voor de individuele celsterkte.

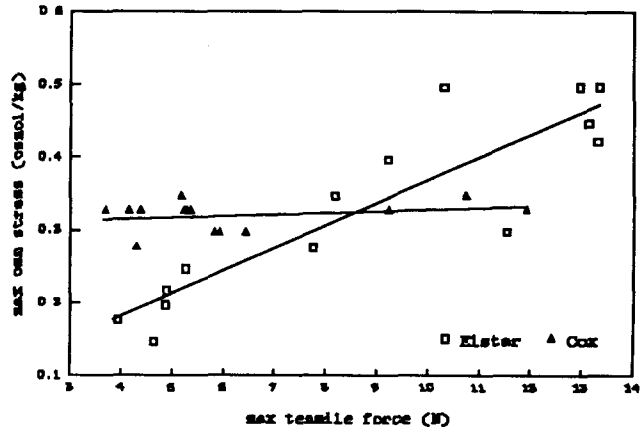


Fig 1 Ratio celwandsterktes bij Elstar en Cox. x-as: mechanische treksterkte (middenlamel), y-as: maximale osmotische stress (sterkte primaire celwand)

De twee geteste cultivars vertonen op dit punt grote verschillen (fig 1): bij Elstar was na bewaring (2 & 3 weken) bij verschillende temperaturen (CA, 5, 10 & 20°C) een duidelijk verval in primaire celwandsterkte waarneembaar (y-as). Cox daarentegen vertoonde nauwelijks verloop in de primaire celwandsterkte. Dit resultaat is in overeenstemming met het voorgestelde model en de ervaringen dat Cox een droger, meliger textuur ontwikkelt bij de veroudering.

Deze waarnemingen zijn essentieel voor het onderscheiden van de verschijnselen stevigheidsverlies en meligheid. De kennis dient nu te worden gebruikt bij het ontwikkelen van toepasbare objectieve meetmethoden, zoals bijvoorbeeld de interpretatie van de signalen en het calibreren van akoestische resonantie-metingen.

NMR

Bij de cultivars Elstar en Cox zijn relaxatietijd-metingen uitgevoerd bij zowel hoog als laag veld (400 resp 20 MHz). Bij de 20 MHz metingen trad geen verloop in relaxatietijd of populatie amplitude op, niet bij Elstar en ook niet bij Cox. De resultaten bij 400 MHz zijn nog onvoldoende uitgewerkt.

B. WERKZAAMHEDEN 1994

Aanpak

Celwandsterkte

Voor de kennis van de sterkte van middenlamel en primaire celwand is het belangrijk om gedurende het bewaren onder de CA-condities te onderzoeken of er verloop optreedt in deze parameters. Hiertoe zullen

op geregelde tijden monsters van beide cultivars worden onderzocht op deze eigenschappen.

Celwand-afbrekende enzymen

De fysiologische processen, die een rol spelen bij de afbraak van de celwanden, worden verder onderzocht door de celwandafbrekende enzymen te karakteriseren. De enzymen die hierbij een rol spelen zijn: polygalacturonase(n) (PG), pectinemethylesterase (PE), cellulase (CE) en β -galactosidase (GA). Het PG en PE spelen een rol bij de afbraak van de pectinerijke middenlamel. De beide andere enzymen zijn vooral betrokken bij de afbraak van de primaire celwand. De combinatie van de verschillende enzymwerkingen bepaalt het uiteindelijke effect op de stevigheid en de meligheid van de appel. Daarom is kennis van de enzymatische processen essentieel om de verschijnselen verzachting en meligheid te kunnen begrijpen, te sturen of te blokkeren. Het onderzoek naar de karakterisering van de celwandafbrekende enzymen zal zich daarom ook richten op de specifieke veranderingen in het voorkomen en de activiteiten van de enzymen in zachte en/of melige vruchten vanaf de oogst en gedurende de bewaring.

Deze enzymen zullen worden geïsoleerd, gezuiverd en verder gekarakteriseerd uit voornoemde cultivars, waarna verschillen in hoeveelheid en activiteit (expressiepatronen) zullen worden bepaald. Daarnaast kan met behulp van antilichamen tegen deze enzymen de localisatie in de celwand worden onderzocht (EM immunogoud) en het werkings-/regulatiemechanisme worden opgehelderd. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in analogie met het onderzoek naar de regulatie van het polygalacturonase van tomaat, waar een nieuw, mogelijk universeel regulatiemechanisme wordt bestudeerd.

Electronen-microscopische en biochemische analyses van celwanden

Naast het vaststellen van de localisatie van celwandafbrekende enzymen kan met de electronenmicroscopie de celwand zelf in detail worden bestudeerd. De afbraakprocessen kunnen zichtbaar gemaakt worden. Deze informatie is essentieel om celwandspecifieke kleurmethoden te kunnen ontwikkelen, die bijvoorbeeld gebruikt kunnen worden bij de objectieve detectie van meligheid. Zo is al gebleken dat een cellulose-specifieke kleurstof sterk wordt opgenomen door melige tomaten. Blijkbaar heeft de hoeveelheid of de kwaliteit van het cellulose iets te maken met het melig zijn van tomateweefsel. Of dit bij appel ook zo is moet nog worden onderzocht. De combinatie van anatomisch en biochemisch onderzoek zal hier meer licht op kunnen werpen. In het bijzonder zal de aandacht zich nog richten op het voorkomen en de localisatie van Ca^{++} in de verschillende celwandonderdelen. Het is bekend dat calcium een belangrijke rol speelt in de textuur van appels. Het effect van calcium, celwanddikte, vertakking en dichtheid van de pectinemoleculen zal worden onderzocht in relatie tot de sensorische en instrumentele waarden voor stevigheid en meligheid.

Akoestische meetmethoden

Recentelijk zijn twee apparaten beschikbaar gekomen die gebaseerd zijn op eenzelfde akoestisch principe. Het gaat hier om een apparaat dat resonantiepatronen registreert, en een apparaat dat de uitdoving van bepaalde frequenties van een continu signaal bekijkt. Beide apparaten werken op een nondestructieve manier. Met de opgedane kennis over de fysiologische principes van stevigheidsverlies en meligheid zal onderzocht worden of deze apparaten een objectieve stevigheidsbepaling mogelijk maken en of zij in staat zijn te discrimineren tussen melige en niet melige appelen en op die manier een objectief kwaliteitsoordeel mogelijk maken.

Fasering 1994

kwartaal 1:	onderzoek celwand-sterkte ter validatie van het stevigheids/meligheids-model isolatie en zuivering van celwand-afbrekende enzymen calcium en celwandsterkte
kwartaal 2:	calcium en celwandsterkte zuivering en karakterisering van celwand-afbrekende enzymen EM analyses van celwanden akoestische meetmethoden: inventarisatie en calibratie
kwartaal 3 en 4:	localisatie en expressiepatronen celwandhydro-lases akoestische meetmethoden: validatie

KWALITEIT TOMAAT

Stevigheid, meligheid en houdbaarheid tomaat

H.C.P.M. van der Valk, J.E. Robbers en M.M.M. Tomassen

A. VERSLAG OVER TWEEDE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

Een groot kwaliteitsprobleem bij tomaten is het zacht worden tijdens het rijpen. De stevigheid bepaalt voor een belangrijk deel de houdbaarheid en gebrek aan stevigheid levert problemen op in het handelskanaal. De verzachting van de tomaat zou vooral veroorzaakt worden door de toenemende activiteit van celwand-afbrekende enzymen tijdens de rijping. De celwanden (inclusief de pectine-rijke middenlamel) worden zwakker, raken los van elkaar en het vruchtweefsel verliest zijn stevigheid. Als de activiteit van deze enzymen verlaagd zou kunnen worden zou daarmee het probleem van het zacht worden kunnen worden aangepakt. Er is echter inmiddels aangetoond dat in tomaten met een sterk gereduceerde hoeveelheid pectine-afbrekend enzym toch verzachting optreedt. Met het verminderen van alleen de hoeveelheid enzym is het probleem dus nog niet opgelost. In het verslag over 1992 en de eerste helft van 1993 is melding gemaakt van een activerende factor (converter) die een essentiële rol zou spelen bij de regulatie van de pectine-afbraak in de tomaat. Deze factor zou het enzym immobiliseren, stabiliseren en activeren en dus de daadwerkelijke enzymactiviteit bepalen. Deze converter is voor een belangrijk deel gezuiverd en gekarakteriseerd. In dit verslag zal worden gerapporteerd over het verdere onderzoek naar de specifieke structurele en functionele eigenschappen van de converter.

In melige Roma-tomaten is een sterk verhoogde hoeveelheid door de converter geactiveerd pectine-afbrekend enzym aangetoond. Deze opvallende waarneming zou ertoe kunnen leiden dat de oorzaak van meligheid bij tomaat opgespoord kan worden. Daarom is ook het onderzoek naar meligheid bij tomaat nu geconcentreerd op de rol van de converter bij dit verschijnsel.

De stevigheid van tomaten bij aanvoer op de veiling is een redelijke maat voor de te verwachten houdbaarheid. Echter, de absolute houdbaarheid kan gedurende het seizoen variëren. Om deze variatie in kaart te brengen is onderzoek nodig naar het verloop van deze houdbaarheid en de correlatie met de stevigheid bij aanvoer. Hiervoor is een objectieve stevigheidsmeter noodzakelijk. Met deze meter wordt het tevens gemakkelijker te zachte partijen uit de aanvoer te weren of te declasseren. De bruikbaarheid van zulke meters in de praktijk wordt daarom onderzocht.

Verslag van de werkzaamheden tweede helft 1993

Stevigheid en meligheid

Het onderzoek naar stevigheid en meligheid bij ronde en vleestomaten heeft zich geconcentreerd op de karakterisering en fysiologische betekenis van de convertor. Dit onderzoek is opgesplitst in 3 deelonderzoeken:

1. Karakteriseren van de convertor.

Er zijn diverse methoden getest om de isolatie van de convertor (CV) verder te optimaliseren en vooral te versnellen en de suikergroepen van de CV te analyseren. De samenstelling van deze suikers komt goed overeen met de specifieke lectine-eigenschappen van de CV. De hypothese dat de CV bindt aan het enzym en het celwandmateriaal wordt hiermee bevestigd. De CV is voldoende gezuiverd om nu antilichamen te kunnen opwekken. Hiermee kan verder fysiologisch en anatomisch/morfologisch onderzoek worden uitgevoerd naar het werkingsmechanisme van de CV. De aminozuurvolgorde van het eiwitgedeelte van de CV is voor een deel ontrafeld.

In de literatuur is een "noncatalytic subunit (NCS)" bij tomaat beschreven. Antilichamen hiertegen reageren echter niet met de CV. Bovendien is gebleken dat de molecuulgrootten verschillend zijn. Dit zijn zeer sterke aanwijzingen dat de CV niet hetzelfde eiwit is als het NCS.

2. Het voorkomen van de CV en het inventariseren van het actieve complex CV-PG2.

De CV is aangetoond in zowel het blad, de steel, de wortel als de vrucht van de tomaat. Het CV komt dus in de hele plant tot expressie. Klaarblijkelijk is het een vrij algemeen voorkomend eiwit in tomaat, waarvan de werking plaatselijk gereguleerd wordt door nog onbekende factoren.

In alle ontwikkelingsstadia van de vrucht is de CV aangetroffen. De expressie van het CV in de vrucht (de hoeveelheid eiwit dat gemeten wordt) varieert slechts in geringe mate tijdens het ontwikkelingsstadium. De betekenis hiervan dient nader onderzocht te worden.

Er is opnieuw aangetoond dat de geactiveerde vorm CV-PG2 in veel grotere hoeveelheden in de melige Roma-tomaat aanwezig is dan in niet melige cultivars. Dit is een bevestiging van eerdere resultaten en mogelijk van groot belang voor het begrip van het verschijnsel meligheid.

3. Regulatie en fysiologische betekenis van de convertor.

De bindingscapaciteit van het CV met PG2 (het eigenlijke polygalacturonase-gen) is onderzocht in een reeks zich ontwikkelende en rijpende vruchten en is vergeleken met de bindingscapaciteit in blad, wortel en steel. Aanvankelijk is de bindingscapaciteit in de onvolgroeide vruchten zeer gering. Naarmate de vrucht volgroeid raakt neemt de capaciteit toe. In het allerlaatste stadium van de verzachting is de bindingscapaciteit weer wat verminderd. Blijkbaar is de geactiveerde vorm het meest prominent aanwezig als het pectine van de celwanden het sterkst aan afbraak onderhevig is. Dit is tijdens de celstrekking (het groeien van de vrucht) als de structuur van de celwand sterk verandert en vooral in de

verzachtingsperiode als pectine versneld wordt afgebroken.

De bindingscapaciteit in de volgroeide vrucht is altijd veel groter dan in de wortel, de stengel of het blad. De bindingscapaciteit is onder gestandaardiseerde condities gemeten en wordt waarschijnlijk voor een belangrijk deel bepaald door de samenstelling van de suikerstaarten. Hoe deze samenstelling *in vivo* tijdens de ontwikkeling van de vrucht verloopt en welke andere factoren in de plant een rol spelen dient nader onderzocht te worden. Vooral aan de invloed van calcium wordt veel waarde gehecht, daar bekend is dat calcium effecten heeft op de stevigheid en pectine-afbraak. Recent is ook aangetoond dat ook polyaminen de stevigheid kunnen beïnvloeden. Verder is de pH en mogelijk citraat van belang. Deze factoren zouden alle een rol kunnen spelen bij het reguleren van de bindingscapaciteit en dus de pectine-afbrekende werking van het geactiveerde enzym bepalen.

Houdbaarheid

Er is een objectieve, stevigheidsmeter op de veiling getest. Het doel van de test was te onderzoeken of het mogelijk is een ondergrens voor de stevigheid van tomaten op te stellen om daardoor slecht houdbare partijen uit het handelskanaal te weren. Het testen is begeleid met adviezen over het opzetten van de experimenten en het interpreteren van de resultaten. De rapportage hierover is uitgevoerd door het CBT.

B. WERKZAAMHEDEN 1994

Fasering eerste helft 1994

Het karakteriseren van de convertor en het testen van versnelde en vereenvoudigde isolatie-procedures heeft extra tijd gekost. Dit is ten koste gegaan van het geplande onderzoek naar de effecten van stevigheidsbepalende factoren als calcium, pH en polyaminen. Deze factoren zullen in de nu komende periode worden onderzocht. Daarnaast zal het onderzoek naar samenstelling en volgorde van de suikergroepen en aminozuren worden voortgezet en mogelijk worden afgerond.

De inventarisatie van de diverse vormen van het pectine-afbrekende enzym wordt afgesloten, waarbij de regulerende werking van de CV duidelijk zal worden. Er zullen antilichamen tegen de CV worden opgewekt ten behoeve van morfologische en fysiologische studies. Hierbij zal de aandacht zich in het bijzonder richten op de rol die de CV speelt bij het verschijnsel meligheid.

EFFECTEN VAN LICHT EN LAGE TEMPERATUUR TIJDENS BEWARING, INCLUSIEF CHLOROFYLFLUORESCENTIE, VAN VOEDINGSTUINBOUWPRODUKTEN

O. van Kooten

A. VERSLAG JULI TOT DECEMBER 1993

Probleemstelling

In dit project wordt geprobeerd antwoord te vinden op de vragen:

- * Wat veroorzaakt *lage-temperatuurbederf (LTB)* bij komkommers en paprika's?

Is het mogelijk om op non-destructieve wijze de *houdbaarheid* van komkommers en eventueel andere voedingstuinbouwprodukten te voorspellen?

Doelstelling

- * Door *lage-temperatuurbederf (LTB)* te doorgronden wordt het mogelijk om vast te stellen hoe de initiatoren van het proces gedetecteerd kunnen worden.

Daarmee wordt het mogelijk om een koeling te creëren, die reageert op de toestand van het produkt. Door de temperatuur te variëren tijdens bewaring kan een langere *houdbaarheid* worden verkregen.

- * Wanneer de *houdbaarheid* van produkten middels metingen op de veiling kan worden aangegeven, kan de kwaliteit beter worden ingeschat. Er wordt onderzocht of meting van de chlorofylfluorescentie een geschikte methode is om de *houdbaarheid* te voorspellen.

Fasering

De tweede helft van 1993 zou worden gewerkt aan de volgende onderwerpen:

- * Fitten van alle verzamelde data in het LTB-model.
- * Ethaanmetingen tijdens koudebewaring.
- * Fotosynthese-regulatie van komkommers in relatie tot senescentie
- * Meten aan andere produkten wanneer zich de gelegenheid voordoet.

Terminologie

- * PSII = Fotosysteem II: eiwit complex dat zorgt voor het invangen van licht en voor energie-overdracht van dit licht naar -electronentransport.
- * Φ_2 = kwantumopbrengst van het elektronentransport door PSII: d.w.z. het aantal elektronen getransporteerd per geabsorbeerd foton.
- * Fv/Fm = efficiëntie van energie-overdracht door PSII in het donker: d.w.z. het aantal fotonen dat het reactiecentrum bereikt per geabsorbeerd foton.

* CF=Chlorofyl Fluorescentie

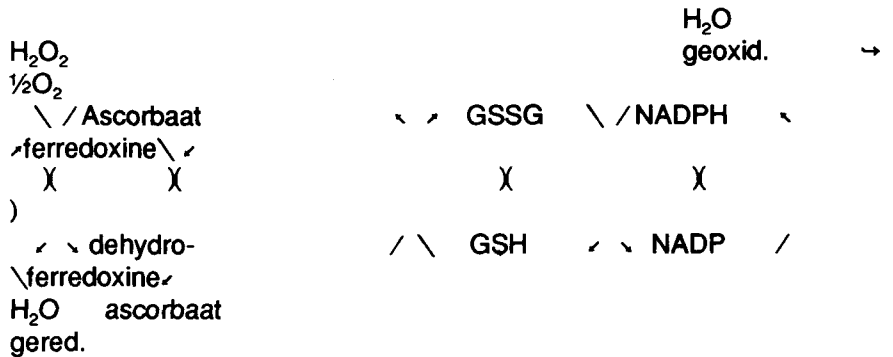
Verslag van de werkzaamheden

Lage-temperatuurbederf (LTB)

* Komkommer:

Voor komkommer en paprika is een LTB-model opgesteld dat voorspelt dat niet alleen de bewaar temperatuur, maar ook duidelijk de temperatuur daarna grote invloed heeft op het wel of niet optreden van LTB. Volgens dit idee werd het afgelopen jaar een experiment uitgevoerd. De vruchten werden bij één te lage temperatuur (komkommer 4°C en paprika en courgette bij 1-2°C) bewaard en vervolgens bij temperaturen variërend van 8 tot 16°C nabewaard. Het model lijkt steeds heel aardig te werken (te voorspellen) hoewel er nog wel wat aan moet worden bijgeschaafd.

Probleem was echter welke andere parameters het best gemeten zouden kunnen worden om de fluorescentiemetingen mee te vergelijken. Eerder is gedacht aan ethaan (afvalproduct van lipide-peroxidatie) en α -tocopherol(anti-oxidant). De voorkeur ging uit naar de meting van anti-oxidanten, daar onze Fv/Fm metingen synchroon lijken te lopen met in literatuur vermeldde anti-oxidant-metingen. Deze anti-oxidanten vangen radicalen (o.a. H_2O_2) weg en moeten vervolgens op hun beurt weer gereduceerd worden om hun werking te kunnen voortzetten. Anti-oxidanten zijn bv. ascorbaat, glutathion (zie onderstaand schema) en α -tocopherol (vit.E)



In eerste instantie is gekozen voor bepaling van het anti-oxidant glutathion, zowel in gereduceerde vorm (GSH) als in geoxideerde vorm (GSSG), om zodoende de mate van stress en eventueel herstel te kunnen aantonen. De werking van GSH is tweeledig:

- het vangt zelf radicalen weg.
- het helpt mee het ascorbinezuur in gereduceerde vorm (ascorbaat) te houden, zoals te zien is in bovenstaande keten.

Daarnaast tast glutathion in geoxideerde vorm (GSSG) de eiwitten aan. Door GSH, GSSG en eventueel het enzym glutathion reductase (omzetting van GSSG naar GSH) te meten is het waarschijnlijk mogelijk een belangrijk deel van de anti-oxidant-werking in komkommer te achterhalen. Bovendien is voor deze bepalingen gekozen omdat hiervan enige kennis in huis was.

In de oriënterende proeven die tot dusver zijn uitgevoerd werd gevonden dat:

- GSH te meten is in komkommer
- in niet-gestresste komkommers geen GSSG te meten is
- in de schil ongeveer 2x zoveel GSH zit als in het vruchtvlees van de komkommer. Dit is in overeenstemming met het feit dat het LTB-proces zich voornamelijk in de schil afspeelt.

* Banaan:

In navolging van LTB bij komkommer werd verwacht dat ook aan groene bananen gemakkelijk te meten zou zijn wanneer deze bij te lage temperatuur zijn bewaard. Nog buiten beschouwing gelaten of de vruchten dan ook werkelijk uitwendige schade zouden vertonen.

De metingen tijdens koudebewaring (2°C en 6°C) en ook na overplaatsing naar hogere temperaturen gaven nauwelijks een daling in Fv/Fm te zien. Zelfs nog niet op het moment dat bruinverkleuring aan de binnenkant van de schil duidelijk was waar te nemen.

Dit toont aan dat met de Fv/Fm-metingen alleen de LTB-genererende processen zijn te volgen die zich aan de oppervlakte afspelen. Dus niet bruikbaar bij banaan, maar wel bij komkommer waarbij LTB zich uit in ingezonken plekken direkt onder de epidermis.

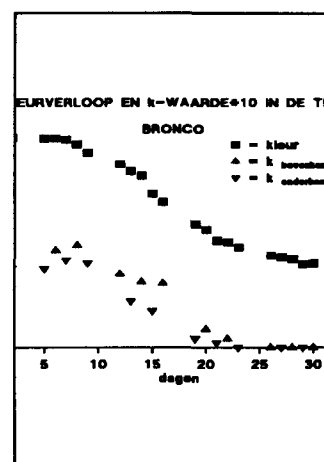
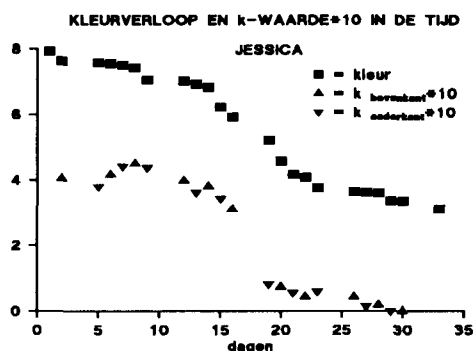
Houdbaarheid

* Komkommer

In een proef met volgroeide en onvolgroeide komkommers werd weinig tot geen verschil waargenomen tussen beide wat betreft snelheid en mate van vergeling en fluorescentiemetingen (Φ_2) in de tijd. In een volgende proef werd weer alleen aan volgroeide komkommers gemeten, maar nu van 2 rassen: Bronco en Jessica.

In eerdere experimenten werd wel de Φ_2 na 3 min. gemeten, maar er werd niet gekeken naar de aanpassingssnelheid van de komkommer aan een verhoogde lichtintensiteit. Nu werd gedurende 3 min. om de 30 sec. de Φ_2 gemeten. De zo verkregen waarden waren over het algemeen goed te fitten volgens een exponentiële functie. De afgeleide van deze functie (k-waarde) is een maat voor de aanpassing van de komkommer aan veranderende lichtomstandigheden. Deze k-waarde liet een gelijk verloop zien als de kleur in de tijd. De plotselinge daling in kleur en in k-waarde vindt tegelijk plaats. Het moet nog onderzocht

worden of de k-waarde hier een beschrijvend dan wel een voorspellend karakter heeft. Tussen de twee rassen was nauwelijks verschil. Om de invloed van licht op de vergeling van de komkommers te voorkomen (in het licht wordt fytochroom geactiveerd waardoor de komkommers langer groen blijven), werd om de dag aan de boven- en onderkant van de komkommer gemeten.



Confrontatie met de fasering

- * Hoewel we nu andere biochemische parameters meten dan oorspronkelijk de bedoeling was, lopen we wat de doelstelling betreft op schema.
- * Met de CF-metingen en LTB-beoordelingen van het afgelopen jaar zou het model nog een keer gevalideerd en aangepast moeten worden.
- * Aan de fotosynthese-regulatie van komkommer in relatie tot senescentie is het afgelopen jaar hard gewerkt. Dit resulteerde tot op heden nog niet in een voorspellende maar wel in een beschrijvende parameter.

Werkplan voor de eerste helft van 1994

- * Glutathion, zowel in geoxideerde als gereduceerde vorm, en eventueel het enzym glutathion reductase zullen gemeten worden aan komkommers tijdens koude-bewaring en na overplaatsing naar een hogere temperatuur. (LTB)
- * Afhankelijk van deze resultaten zullen in dezelfde antioxidanten-keten mogelijk ook andere bepalingen moeten worden uitgevoerd.
- * Eventueel verdere validatie/aanpassing van het LTB-model.
- * Er moet nog verder worden gekeken naar de CF-metingen, zoals die er nu liggen voor de houdbaarheid van komkommer, in de hoop toch een voorspellende parameter voor de houdbaarheid te vinden. (Fotosynthese-regulatie in relatie tot senescentie).

CLIMACTERISCHE VRUCHTEN EN CA-BEWARING

P.A.M Claassen, M.A.W. Budde

A. VERSLAG OVER HET TWEEDE HALFJAAR 1993

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is een karakterisering van de fysiologische verschijnselen die optreden tijdens de afrijping van climacterische (appels) en niet-climacterische (paprika's) vruchten.

Als eerste wordt een aantal facetten van het climacterium bestudeerd. Het malaatmetabolisme staat hierin centraal. De achterliggende gedachte hierbij is het mogelijke effect van veranderingen in het malaatmetabolisme op de climacterische CO₂-productie. Deze veranderingen zouden van betekenis kunnen zijn voor de energiehuishouding van de cel en dus indirect voor verdere rijpingsfenomenen.

In de eerste periode (oogst 1991) zijn appels bemonsterd tijdens een bewaarexperiment dat direct volgde op het oogsten. In deze monsters trad, min of meer simultaan met het ethyleen climacterium, een daling in het malaatgehalte op. Tevens waren er vanaf het eerste meetpunt een stijging in de activiteit van het NADP-malaat enzym (ME) en een markante piek in de activiteit van het malaatdehydrogenase (MDH), op ongeveer dag 5, waarneembaar. De activiteit van het MDH daalde hierna tot op het initiële niveau.

In de daaropvolgende periode (oogst 1992) vond eerst een bewaring onder CA-condities plaats omdat de ontwikkeling van een geschikte methode om intacte mitochondriën te isoleren nog niet gereed was. Vervolgens werden dezelfde parameters in celhomogenaat en in geïsoleerde mitochondriën van bij 10 °C bewaarde appels geanalyseerd. Ditmaal werden er geen veranderingen gevonden in malaatgehalte, noch in enzymactiviteiten terwijl er wel een climacterische stijging van de ethyleenproductie optrad.

Om na te gaan of de oorspronkelijk gevonden veranderingen in malaatgehalte en enzymactiviteiten een gevolg zijn geweest van het plukken of toch te maken hebben met een verandering in energiehuishouding, tijdens of voorafgaand aan het climacterium van de cel, zijn in deze laatste periode de hierboven beschreven bewaarexperimenten herhaald.

Fasering

De voorgestelde fasering is niet gevolgd. In plaats van karakterisering van cytoplasmatische of mitochondriële enzymactiviteiten is een herhaling van eerder gedane bewaarexperimenten uitgevoerd.

Verslag van de werkzaamheden

Na het plukken in augustus 1993 zijn de appels verdeeld in twee groepen. De eerste groep werd weggezet bij 20 en bij 11 °C, en de tweede bij CA condities (1,5 °C, 5% O₂ en 0.3% CO₂). Op diverse tijdstippen zijn mengmonsters verzameld uit de eerste groep voor de bepaling van de ethyleenproductie (10 appels) en voor vriesdrogen en latere bepaling van de malaatconcentratie en de oplosbare MDH en NADP-ME activiteiten (10 appels). De duur van dit experiment was ongeveer 2 maanden. De tweede groep werd, na ruim 2,5 maanden CA-bewaring, op dezelfde manier geanalyseerd als de eerste groep. De ethyleen- en CO₂productie werden gaschromatografisch bepaald en de concentraties van de organische zuren werden met de HPLC gemeten. Voor de continue enzymassays zijn spectrofotometrische analyses gebruikt.

Resultaten

In de appels uit de eerste groep daalde het malaatgehalte overeenkomstig het eerder gevonden patroon (oogst 1991). De initiële verhoging was echter alleen waarneembaar in de appels die bij 11 °C bewaard werden. Dit verschijnsel kan nog geverifieerd worden in de duplo monsters.

Hetzelfde gold voor de enzymactiviteiten in het celhomogenaat: De activiteit van NADP-ME steeg en de activiteit van MDH daalde na een geringe stijging. Ook hiervoor geldt dat deze waarnemingen nog ondersteund moeten worden door de analyse van de duplo monsters.

Het verschil in de veranderingen in appels die bij 20 of bij 11 °C bewaard werden was minimaal. De toename van de ethyleenproductie kwam pas later op gang en de afname in malaatgehalte was minder uitgesproken in de appels die bij de lagere temperatuur werden bewaard.

De veranderingen in de appels uit de tweede groep waren grotendeels gelijk aan die uit de eerste groep: afname van het malaatgehalte, stijging van de NADP-ME-activiteit en daling van de MDH-activiteit. Dit laatste enzym leek echter wel een verschil met de appels die direct na het plukken werden bemonsterd te vertonen. In de appels uit de tweede groep was geen sprake van een tussentijdse MDH-piek. Voor deze groep appels geldt eveneens dat de duplo monsters nog niet geanalyseerd zijn.

Samengevat

Het malaatgehalte in appels vertoont een gering toename van ruwweg 1 % gedurende 5 tot 10 dagen na het plukken. Dit verschijnsel is niet afhankelijk van de bewaar temperatuur of het optreden van het climacterium. Mogelijk is dit een uiting van stress na het plukken.

In tegenstelling tot de resultaten uit de vorige periode, waarin zonder enige verandering op het gebied van malaatgehalte, NADP-ME- of MDH-activiteit een climacterische ethyleenproductie optrad, lijken de nu gevonden veranderingen weer te duiden op een correlatie met het climacterium. Het kan evenwel niet uitgesloten worden dat door de veel

langere CA-bewaring, 6 in plaats van 2,5 maanden, bepaalde vormen van de fysiologische veroudering reeds zijn begonnen zonder dat daarbij een climacterium is opgetreden. Een sterke indicatie hiervoor is het feit dat na 6 maanden CA-bewaring het malaatgehalte ongeveer gelijk is aan dat wat gevonden wordt in het huidige experiment na het optreden van het climacterium. Dit lijkt eveneens te gelden voor de activiteiten van NADP-ME en MDH. Deze mogelijke ontkoppeling van fysiologische veranderingen, i.e. de veranderingen in activiteit van malaat-oxiderende enzymen en het ethyleen climacterium, blijft echter speculatief zolang de desbetreffende analyses niet tijdens CA-bewaring uitgevoerd kunnen worden.

Confrontatie met de fasering

Zoals hierboven gemeld is in deze periode afgeweken van de geplande fasering.

Werkplan

In het komende seizoen worden de duplo monsters geanalyseerd.

CA-BEWARING VAN GROENTE EN FRUIT

S.P. Schouten

A. VERSLAG OVER TWEEDE HELFT VAN 1993

Probleemstelling

Kwaliteitsverlies van kort of langdurig bewaard produkt is vaak erg groot door allerlei oorzaken. Beperking van de bewaarduur is het gevolg. Deze situatie kan in principe worden verbeterd door de toepassing van CA condities in aanvulling op gekoelde opslag. Echter de verschillende groente en fruitsoorten stellen verschillende eisen met betrekking tot de gewenste veranderingen in luchtsamenstelling. Verder zijn er een aantal produkten, waarvan onvoldoende bekend is over hun reacties op CA condities en de interacties met andere omgevingsfactoren. Verder heeft de distributie van groente en fruit vaak plaats onder suboptimale condities en zijn de schattingen van de gevolgen er van nauwelijks mogelijk.

Doelstelling

De doelstellingen van het onderzoek kunnen als volgt worden omschreven:

1. Verbetering van het kwaliteitsbehoud van langdurig te bewaren produkten.
2. Verlenging van de afzetperioden van kort houdbare produkten.
3. Ontwikkeling van kwaliteitsverliesmodellen.

Fasering

De fasering geeft aan, dat in de tweede helft van 1993 experimenten zijn gepland met appels, spruitkool en witlof. Spitskool en Radicchio rosso werden opnieuw toegevoegd. Nagegaan wordt onder welke combinaties van CA-condities en temperatuur het beste kwaliteitsbehoud gerealiseerd kan worden.

Verslag van de werkzaamheden

Inleiding

Het onderzoek dat in het kader van dit project wordt verricht is tweeledig. Enerzijds wordt inventariserend onderzoek verricht met een aantal produkten. Hierbij gaat het om de praktische vraag naar mogelijkheden bestaande bewaarmethoden en distributiemethoden te verbeteren (Radicchio rosso, komkommer, suikermais, waspeen, witlofwortel, asperge). Anderzijds wordt er onderzoek verricht met de bedoeling iets meer te weten te komen over de waargenomen effecten (ethyleenhushouding appels en kool). Echter ook bij dit laatste onderzoek spelen praktische vragen een belangrijke rol.

Werkwijze

Onderzoek wordt uitgevoerd in kunststof containers, waarin de gewenste luchtsamenstelling wordt bereikt en gehandhaafd door een combinatie van de eigen ademhaling plus het bijmengen van de gewenste gassen. De beoordeling van de produkten na bepaalde achtereenvolgende bewaarperioden geschiedt door visuele beoordelingen van kleur, groei, parasitair bederf en afwijkingen. Verder worden instrumenteel bepaald: gewichtsverlies, refractie, ademhaling, ethyleenproductie en trekresultaat (witlof). In een aantal gevallen wordt ook de invloed van bewaarcondities op smaakaspecten vastgesteld.

Resultaten

Appel

a. Ethyleen en CA-bewaring

In het seizoen 1993-1994 is een nieuwe proef opgezet om bij optimale CA-omstandigheden de kwantitatieve relatie vast te stellen tussen het koolzuur en ethyleen. Hiertoe zijn pre-climacterieel geoogste Elstar-appelen opgeslagen bij 0 en 2% CO₂, 0 en 100 u/l ethyleen en 1% O₂ bij een bewaar temperatuur van 1.5°C. Gedurende de bewaarperiode tot en met juni worden per 2 maanden de ethyleenproductie, ademhaling en stevigheid gemeten zowel in de aangegeven omstandigheden als wel na nabewaring in 20°C. Bij de eerste beoordeling was er een toenevende ethyleenproductie bij 0% CO₂ in combinatie met ethyleenbegassing. Dit resulteerde in hardheidsverlies na 7 dagen 20°C.

In ander inventariserend onderzoek is bij de appelrassen Jonagold, Golden Delicious, Elstar, Cox, Boskoop en het pereras Conference de ethyleenproductie in CA-omstandigheden gemeten. Het produkt was geoogst op twee pluktijdstippen en afkomstig van 3 boomgaarden. In de beginperiode werden vooral de vroeg geoogste partijen intensief gemeten. Het bleek dat de rassen Cox, Jonagold, Boskoop en Golden Delicious na enkele dagen al een verhoogde ethyleenproductie vertoonden. Opvallend was dat er nauwelijks verschillen waren tussen vroeg en laat geplukt produkt. Bij Elstar bleef ethyleenproductie achterwege, bij Conference-peren begint de produktie pas na 5 à 6 weken op gang te komen. Bij dit pereras opent dit de mogelijkheid ethyleenscrubben toepasbaar te maken.

b. Dynamic Control CA-condities

Bij een bepaalde lage zuurstofspanning gaat het bewaarde produkt over tot gisting en kan het volledig verloren gaan. Dit leidt er toe, dat men in de praktijk een relatief grote veiligheidsmarge hanteert. De absoluut laagste zuurstofgrens voor appels (ongeveer 0.5-1%) is aanzienlijk lager dan de praktijk toepast, namelijk 1.2-1.3%. Dit onderzoek is gericht op de ontwikkeling van een systeem, waarmee de absoluut laagste zuurstofgrens kan worden bewaakt.

Het onderzoek in dit seizoen is geconcentreerd rond de vraag, of met een zo laag mogelijk O₂ gehalte kwalitatief voordeel is te behalen. Verder dient de vraag te worden beantwoord naar herstel mogelijkheden

van één of meerdere cycli van een milde vorm van gisting, welke in een dergelijk systeem kan optreden. Van deze ophoping mag worden verwacht, dat de vruchten die hoeveelheid ethanol kunnen verwerken.

De basis voor deze behandeling werd gevonden in experimenten naar de snelheid, waarmee ethanol wordt gevormd in appels. Op kleine schaal werd met Jonagold in het doorstroomsysteem geëxperimenteerd. Vastgesteld werd, dat de ophoping 10-15 mg/100 g bedroeg na 3 dagen bij 1°C (zie figuur 1).

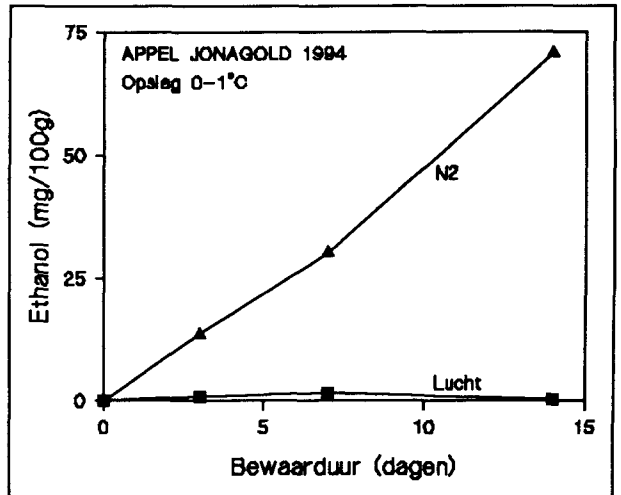


Fig 1: Invloed van stikstof op de ethanolontwikkeling bij Jonagold appels bewaard bij 1°C.

De vruchten in het hoofdonderzoek zullen daarom nu respectievelijk 1, 2 en 4 cycli van N₂ begassing gedurende 3 dagen ondergaan. Na elke cyclus worden de vruchten steeds weer in 1.2% zuurstof teruggebracht en er wordt niet eerder een volgende cyclus ingesteld voor de ethanolconcentratie tot een minimum is teruggebracht. Kwaliteitsbeoordeling zal plaatsvinden aan het einde van de bewaring.

De blootstelling aan stikstof gedurende enige tijd bij 0-1°C had een snelle, vrijwel lineaire toename in het ethanolgehalte tot gevolg (zie figuur 1). De stevigheid van de betreffende appels bewaard in lucht of stikstof bleek niet te verschillen. Tevens werden nog geen inwendige of uitwendige afwijkingen vastgesteld. Deze waarnemingen wijzen op een vrij grote tolerantie van Jonagold voor ethanol.

c. Circulatie in appel CA-cellen

Het onderzoek naar consequenties van verlaging van de circulatie in CA-cellen op de veiling ZON te Grubbenvorst werd afgesloten. Verlaging van de circulatie bleek het energieverbruik te drukken zonder dat het klimaat in de cellen werd veranderd. De invloeden op het product (Jonagold) bleven beperkt tot een wat groter vochtverlies en een iets beter behoud van de stevigheid gedurende de nabewaarperiode bij hoge temperatuur. Van dit door NOVEM gesubsidieerde onderzoek en uitgevoerd in samenwerking met TNO, de veiling ZON en het CBT is de concept eindrapportage gereed.

Spruitkool

Koolsoorten reageren op CA-condities in het algemeen zeer positief. Spruitkool maakt op deze regel geen uitzondering. Betrekkelijk weinig is echter bekend over interacties tussen CA-condities en ethyleen bij lage temperatuur. Tegen deze achtergrond werd onderzoek gestart.

Partijen stammen van het ras Estate werden op 19 november, 21 december en 21 januari geoogst en opgeslagen in containers bij 0-1°C in lucht en in 5%CO₂ + 1%O₂. Vanaf de laatste inslag werd per container een kist appels bijgeplaatst als ethyleengenerator. Onderzocht zal worden, welke invloed ethyleen onder deze omstandigheden heeft op ademhaling, kleurverlies, bladabscissie en rotontwikkeling. Verder werden stammen opgeslagen van de rassen Estate en Khundry, betrokken van dezelfde teler als reeds genoemd materiaal bij 5%CO₂ + 1%O₂. Dit materiaal wordt gebruikt voor enkele proeven, die bij 15°C zullen worden uitgevoerd. In dit werk bij hoge temperatuur zal de interactie tussen zuurstof en ethyleen centraal staan. Tevens zal de invloed van de ethyleenconcentratie zelf worden onderzocht. Uit een eerste proef naar de invloed van de interactie tussen zuurstof en ethyleen bleek, dat voor kleur de interactie niet maar voor abscissie de interactie aantoonbaar lijkt (zie onderstaande figuren 2 en 3).

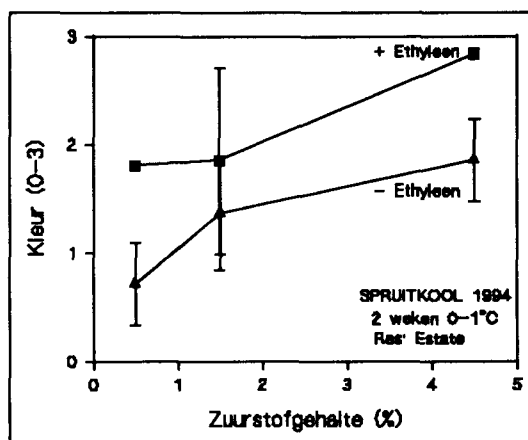


Fig 3: Invloed van ethyleen en zuurstofgehalte op de kleur van spruitkool bij 15°C.

De figuur 2 maakt duidelijk, dat verlaging van het zuurstofgehalte al dan niet in aanwezigheid van ethyleen het behoud van de groene kleur bevordert. In aanwezigheid van ethyleen gebeurt dit op een ander niveau. Verlaging van de zuurstofspanning biedt geen extra bescherming tegen kleurverlies, veroorzaakt door ethyleen. Anders is dit voor abscissie (figuur 3), die in aanwezigheid van ethyleen sterk blijkt toe te nemen. Overigens biedt verlaging van de zuurstofconcentratie bescherming tegen bladabscissie.

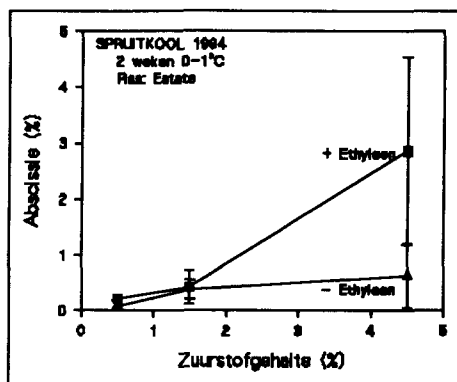


Fig 3: Invloed van ethyleen en zuurstofgehalte op bladabscissie van spruitkool bewaard bij 15°C.

Oriënterend onderzoek naar de invloed van N₂ begassing op

spruitkool bevestigde het vrijwel lineaire (zie figuur 1) karakter van de opbouw van ethanol. De invloed van deze behandelingen bij 0-1°C bleek de kwaliteit van de spruiten te beïnvloeden. Het meest opvallend was een vertraagde reactie op ethyleen tijdens nabewaring in lucht met ethyleen bij 15°C. De bladabscissie werd namelijk aanzienlijk onderdrukt (figuur 4).

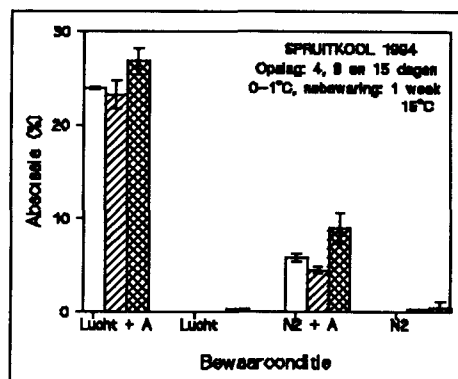


Fig 4: Invloed van een N₂ begassing bij 0-1°C, gevolgd door 1 week in lucht bij 15°C in aanwezigheid van appels.

Spitskool

In het kader van onderzoek met koolsoorten werd in verband met de grote belangstelling uit de praktijk spitskool aan het onderzoek toegevoegd. Het produkt is voor langdurige bewaring tot nu toe financieel zeer interessant gebleken. Naarmate het bewaar seizoen vordert, worden steeds goede prijzen genoteerd. In de koolgebieden begint men daadwerkelijk te investeren in bewaaraccommodatie en gevraagd wordt of het sluitkooladvies (5%CO₂ + 2.5%O₂) ook van toepassing is op spitskool. Belangstelling is er voor de effecten van met name lagere zuurstofconcentraties.

In het voorgaande seizoen werd duidelijk, dat verlaging van de zuurstofconcentratie inderdaad voordelen heeft ten opzichte van het nog geldende advies. In dit bewaar seizoen wordt dit onderzoek herhaald. De gekozen zuurstofgehalten zijn 1.5, 1.0 en 0.5% steeds gecombineerd met 5% koolzuur. Van de geplande 3 uitlagen is er inmiddels een uitgevoerd. Hierbij werd in elk geval onmiddellijk weer het grote verschil in kwaliteitsbehoud tussen lucht en CA-bewaring duidelijk. Dit verschil kreeg steun uit de bepalingen naar het schoningsverlies, welke ongeveer 16 % voor lucht bewaard en 9.5-10% voor CA-bewaard

produkt bedroegen. De bewaring zal tot eind maart worden voortgezet.

Radicchio rosso

Enkele jaren geleden werd oriënterend onderzoek met dit produkt verricht. Hierbij werd de indruk verkregen, dat Radicchio gunstig kan reageren op verlaging van de zuurstofspanning. Een groot probleem bleek aanwezig in het voorkomen van rand. Deze bladeren gaan rotten, waardoor onevenredig veel blad moet worden weggeschoond en hierdoor een onjuist beeld ontstaat van de schoningsverliezen. Inmiddels zijn er tegen dit euvel betere rassen ontwikkeld.

Van het ras Rubello werd een hoeveelheid produkt opgeslagen in combinatie met boven genoemde spitskool. Getoetst worden dus 0.5, 1.0 en 1.5% zuurstof steeds in combinatie met 5% koolzuur. Na 1.5 en 3 maanden werd het produkt beoordeeld op kleur, rot en schoningsverlies, zie tabel 1.

Tabel 1: Invloed van CA condities op bruinverkleuringen* en rot* bij Radicchio rosso na 6 en 12 weken bij 0-1°C.

CA-condities %CO ₂ + %O ₂	Beoordelingen			
	Na 6 weken		Na 12 weken	
	Bruin	Rot	Bruin	Rot
0 + 21	0.95	1.55	2.83	2.88
5 + 1.5	0.70	0.48	2.49	2.65
5 + 1.0	1.00	0.40	2.23	2.48
5 + 0.5	0.95	0.55	2.01	2.20

* schaal 0-3 (0 = bruin resp rot afwezig; 3 = bruin resp. rot in ernstige mate)

Na 6 weken opslag bleek er iets minder rot aanwezig bij de kroppen bewaard onder CA-condities. Na 12 weken was de beoordeling voor de CA-condities iets gunstiger. Bovendien lijken bij de laatste beoordeling bruinverkleuring en rotontwikkeling iets af te nemen met het dalen van de zuurstofconcentratie.

Witlof

Kennis omtrent het gedrag van witlof onder CA-condities is vrijwel afwezig. Toch is dit gewenst met het oog op gasdichte verpakkingen en containertransport over lange afstanden. Door de huidige jaarrond productie is voor langdurige opslag in cellen weinig belangstelling. Een oriëntatie naar het effect van CA-condities bij 0-1°C werd uitgevoerd in een doorstroomsysteem. De opzet van het onderzoek was beperkt tot het in viervoud toetsen 2%O₂, 5%CO₂ en hun interactie. Bewaard werd gedurende 1 en 2,5 maand. De kroppen werden visueel

beoordeeld op bruinrand, roodverkleuring, rot, lage temperatuur bederf en pitlengte. De verkleuringen werden eveneens met behulp van CBA geanalyseerd, terwijl tijdens de opslag de ademhaling werd gemeten. De resultaten zijn in tabel 2 samengevat.

Tabel: 2: Gemiddelde invloed van de luchtsamenstelling op de kwaliteit van witlofkroppen bewaard bij 0-1°C.

Kenmerk		Luchtsamenstelling (%CO ₂ +%O ₂)			
		0+21	5+21	0+2	5+2
Bruin*	Direct	1.15	0.78	0.58	0.91
	Nabewaard	2.26	2.00	1.68	2.15
Rood*	Direct	0.51	0.43	0.59	1.14
	Nabewaard	0.38	0.24	0.38	0.36
Rot*	Direct	1.28	0.55	0.15	0.43
	Nabewaard	1.33	0.90	0.52	1.52
Totaal indruk**	Direct	1.55	1.88	2.04	1.34
	Nabewaard	0.38	0.54	0.71	0.38
Pitlengte(%)	Direct	44	44	46	46
	Nabewaard	77	68	71	64
Ademhaling (mg.kg.uur)		2.10	2.23	1.67	1.51

* Schaal 0-3 (0 = niet aanwezig; 3 = in ernstige mate aanwezig)

** Schaal 0-3 (3 = uitstekende; 0 = zeer slecht)

De zuurstofverlaging tot 2% veroorzaakte ten opzichte van bewaring in lucht iets minder bruinverkleuring en rotontwikkeling, terwijl de pitgroei enigszins minder was. De ademhalingsactiviteit was wat geringer en de totaal indruk was wat gunstiger. De voordelen van de verhoging van het koolzuurgehalte tot 5% had ook enig voordeel ten opzichte van bewaring in lucht. Er trad wat minder bruinverkleuring en rotontwikkeling aan het licht en de groei van de pit was wat minder. In de gecombineerde toepassing van 2%O₂ en 5%CO₂ werden de genoemde voordelen opnieuw zichtbaar; er was hier evenwel iets meer roodverkleuring.

De conclusie van dit onderzoek is, dat CA-condities bij lage temperatuur een positieve, zij het geringe invloed hebben met betrekking tot het behoud van kwaliteit van witlofkroppen.

Confrontatie fasering

Toegevoegd werd onderzoek met spitskool en Radicchio rosso, terwijl geen nieuw onderzoek werd gestart met waspeen en witlofwortel. Voor het overige wordt de fasering gevolgd.

VOEDSELVEILIGHEID EN SMAAK

Glycoalkaloiden in nachtschaden

E.A.J. Keukens

A. VERSLAG OVER TWEEDE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

Glycoalkaloiden zijn natuurlijke toxinen die voorkomen in nachtschaden waarvan aardappel, tomaat, paprika en aubergine bekende consumptiegewassen zijn. Er is voornamelijk onderzoek gedaan naar de glycoalkaloiden die in de aardappel voorkomen. Van deze glycolakaloiden (α -solanine en α -chaconine) is bekend dat ze toxisch zijn voor de mens indien hoge concentraties worden geconsumeerd. De symptomen variëren van gastro-intestinale problemen als buikpijn en misselijkheid tot neurotoxische verschijnselen. De ontwikkeling van de glycoalkaloiden gehalten in de aardappel komen niet alleen tot stand tijdens de teelt fase maar ook tijdens verwerking en bewaring. Belangrijke factoren hierbij zijn licht, temperatuur, luchtvochtigheid en beschadiging. Over de glycoalkaloid uit tomaat, de α -tomatine, is minder bekend over de gehalten en de ontwikkeling tijdens bewaring en rijping. Wel staat vast dat het gehalte zich tijdens rijping van het groene stadium naar het rode stadium verlaagt. Over de glycoalkaloiden uit paprika en aubergine is zeer weinig bekend. Met behulp van een α -specifieke kleurmethode is in het verleden een hoog gehalte aan glycoalkaloiden aangetoond. Bij deze methode kunnen echter enige vraagtekens worden gezet aangezien kleuring waarschijnlijk ook optreedt bij aanverwante structuren zoals saponinen en sterolen. Betere detectiemethoden zijn dan ook vereist.

Doelstelling

Doel van dit project is tweeledig:

- Identificatie van de chemische structuur van de glycoalkaloiden die voorkomen in paprika en aubergine.
- Het vaststellen van de gehalten aan glycoalkaloiden in tomaat, paprika en aubergine tijdens rijping en bewaring in relatie tot rasverschillen, oogsttijdstip en beschadiging.

Fasering

De in een eerder stadium opgelopen vertraging bestaat nog immer.

Verslag van de werkzaamheden

Sinds de vorige rapportage is er voornamelijk gewerkt aan tomaat en paprika. Bij tomaat is er gekeken naar het verschil tussen de biodegradatie van α -tomatine bij rijping in een bewaarcel en rijping aan de plant.

Bij de eerste proef met tomaten van het ras Pronto bleken tomaten aan de plant sneller te rijpen dan tomaten in de cel. Hetzelfde gold ook voor het α -tomatinegehalte, dat tijdens rijping in de cel minder snel werd afgebroken in vergelijking met rijping aan de plant. Bij vergelijking van gehalten van dezelfde kleurstadia bleek dat het gehalte bij rijping aan de plant in het algemeen lager was dan bij rijping in de cel. De herhaling van deze proef moest uitgevoerd worden met tomaten van het ras Counter vanwege de beschikbaarheid van dit ras. Bij analyse bleek dat dit ras een veel lager α -tomatine gehalte bevat. Hierdoor was het niet meer mogelijk verschillen te detecteren. De oranje stadia bevatten al vrijwel geen α -tomatine meer.

Bij paprika is een laatste poging gedaan om glycoalkaloiden te isoleren. Evenals de voorgaande keren bleek alleen de saponine aglycon tigogenine aantoonbaar. Gezien het feit dat de tomatine die in deze proeven was gespiked wel werd teruggevonden, moet geconcludeerd worden dat de isolatiemethode goed geschikt is voor deze verbindingen. Naar ons inzicht zijn er in paprika geen glycoalkaloiden aanwezig. Het in de literatuur gerapporteerde gehalte werd niet geïdentificeerd maar gewoon gecalibreerd op een ijklijn van een aardappelglycoalkaloid. Aangezien de gebruikte kleurmethode niet erg specifiek bleek te zijn, is het waarschijnlijk dat men het tigogeninegehalte heeft gemeten. Gezien de grote mate van overeenkomst tussen glycoalkaloiden en tigogenine is dit waarschijnlijk de verklaring voor die waarneming.

B. PUBLIKATIES

In voorbereiding.

C. WERKPLAN VOLGEND HALF JAAR

In het komende half jaar zal dit project worden afgerond en zal er tevens een eindrapportage worden gemaakt. De verkregen resultaten zullen worden gepubliceerd in nationale en internationale vak(bladen).

DETECTIE EN BESTRIJDING VAN BEDERFVEROORZAKENDE MICRO-ORGANISMEN

L.G.M. Gorris

A. VERSLAG OVER TWEEDE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

Verse groente en fruit zijn na de oogst onderhevig aan bederf dat wordt veroorzaakt door hun gecontinueerde fysiologische activiteit (ademhaling, rijping) en de ontwikkeling van bederfveroorzakende micro-organismen. Nagegaan zou moeten worden of bederf te beperken of zelfs te voorkomen is door middel van milde conserveringsmethoden (koeling, matig vacuüm bewaring, modified atmosphere (MA) verpakking, toepassing natuurlijke biociden en microbiële antagonisten) die het natuurlijke karakter van de verse produkten het minst beïnvloeden. Er is tevens behoefte aan snelle detectie van relevante bederfveroorzakende micro-organismen om de algehele of specifieke microbiële kwaliteit van groente en fruit efficiënt mee te kunnen registreren.

Doelstellingen

- 1) Het toepassen van gekoelde matig vacuüm bewaring en modified atmosphere bewaring voor het optimaal verlengen van de houdbaarheid van groente en fruit produkten. Impliciet aan het toepassingsgericht onderzoek zijn de studie van het werkingsmechanisme en de evaluatie van de microbiële veiligheid van beide bewaarsystemen.
- 2) Het ontwikkelen van snelle en gevoelige detectiesystemen voor de microbiële kwaliteit in algemene zin (aspecifieke toets) en voor specifieke bederfveroorzakende micro-organismen.

Fasering

- jaar 1: Nagaan populatie dynamica van bederfveroorzakende microflora tijdens gekoelde matig vacuüm bewaring van groente en fruit produkten.
Studie effecten gekoelde matig vacuüm bewaring op humaan pathogene bacteriën
- jaar 2: Studie mechanisme en veiligheid van gekoelde bewaring onder matig vacuüm bewaring of in MA-verpakking
- jaar 3: Ontwikkeling snelle detectie methode voor relevante bederfveroorzakende micro-organismen
Voortzetting studie mechanisme en veiligheid van gekoelde bewaring onder matig vacuüm en in MA-verpakking
- jaar 4: Combinatie bioconservering met gekoelde matig vacuüm bewaring en MA-verpakking.

Werkzaamheden tweede helft 1993

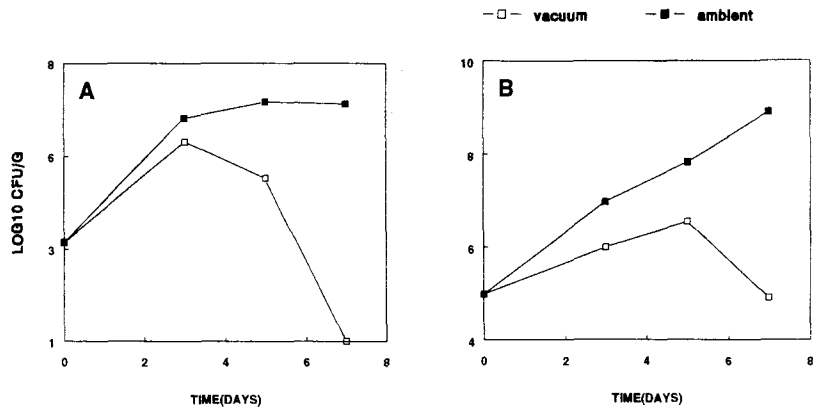
In de verslagperiode werd aandacht gegeven aan twee onderwerpen:

- 1) Het overleven van koude-tolerante pathogene bacteriën op groenten die gekoeld worden bewaard onder matig vacuüm.
- 2) het gebruik van bioconservering met melkzuurbacteriën als milde methode van conservering in combinatie met gekoelde bewaring onder matig vacuüm.

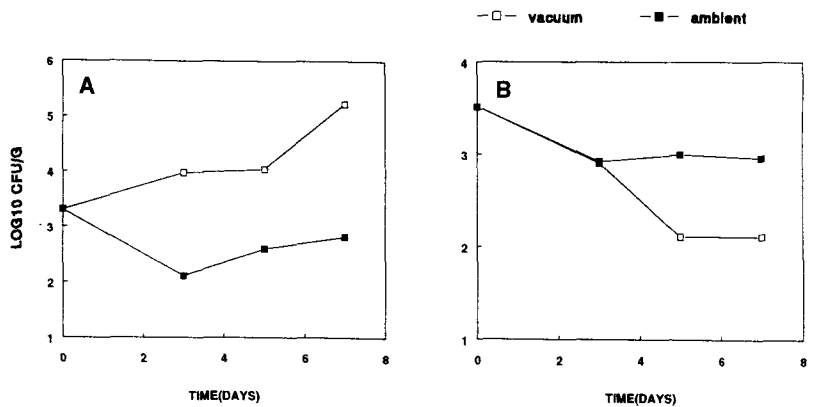
1. Het overleven van koude-tolerante pathogene bacteriën op groenten die gekoeld worden bewaard onder matig vacuüm.

Matig Vacuüm (MV) bewaring is een speciale vorm van bewaren of verpakken onder gemodificeerde gasatmosfeer (Modified Atmosphere, MA) die geschikt is voor bepaalde soorten groenten en fruit. Gedurende bewaring onder MV blijven de produkten ademhalen. Ademhalen houdt in dat O₂ wordt verbruikt en CO₂ wordt gevormd. Hierdoor zal de O₂-spanning in de atmosfeer geleidelijk dalen en de CO₂-spanning stijgen. Daalt de O₂ te ver dan kan dit leiden tot zogenaamde anaërobe ademhaling van het produkt, waarbij koolhydraten omgezet worden in ethanol, aceetaldehyde en organische zuren. Het resultaat is een verlies van kwaliteit door de daarmee gepaard gaande geur en smaakafwijkingen. Anderzijds kan de voedselveiligheid in het geding komen. Bij een extreem lage O₂-spanning kan zich een pathogeen als *Clostridium botulinum* ontwikkelen. Om groei van *C. botulinum* te voorkomen dient een minimale O₂-spanning van 1-2% in de verpakking te restereren. Een aantal andere pathogenen, zoals *Aeromonas hydrophila* en *Listeria monocytogenes*, zijn redelijk goed in staat bij een lage O₂-spanning en lage temperatuur te groeien. Juist deze twee omstandigheden typeren MV- en MA-bewaring. Het voorkomen van dergelijke koude-tolerante pathogenen op een produkt hangt vaak samen met slechte hygiëne bij de productie of verwerking. Of ze zich daadwerkelijk onder MV- of MA-omstandigheden kunnen handhaven is niet bekend en wordt hier onderzocht voor bewaring onder matig vacuüm.

Aeromonas hydrophila en *Listeria monocytogenes* werden opgekweekt op geschikte voedingsmedia. Aanenting van beide vond zodanig plaats op taugé en grof gesneden witlof dat begin aantallen rond 3,5 log₁₀ KVE/g produkt lagen. De beide produkten werden gedurende 7 dagen bewaard bij 7°C onder matig vacuüm (MV: 400 mB, gesloten container) en atmosferische (ATM: 1000 mB, open container) omstandigheden. Figuur 1 en 2 geven de resultaten weer met taugé respectievelijk witlof. *A. hydrophila* blijkt op beide produkten onder atmosferische omstandigheden uit te groeien tot 8 à 9 log₁₀ KVE/g. Onder MV verliest de pathogeen snel aan vitaliteit op witlof. Op taugé behoudt de pathogeen vitaliteit gedurende de hele bewaring, alhoewel de begin aantallen in dit geval ruim boven de richtwaarde lagen.



Figuur 1. Overleven van *Aeromonas hydrophila* op A) witlof en B) taugé bij 7°C onder matig vacuüm (vacuum) en onder atmosferische condities (ambiënt)



Figuur 2. Overleven van *Listeria monocytogenes* op A) witlof en B) taugé bij 7°C onder matig vacuüm (vacuum) en onder atmosferische condities (ambiënt)

L. monocytogenes verliest vitaliteit op witlof onder ATM en taugé onder MV. De pathogeen behoudt vitaliteit op taugé onder ATM omstandigheden en groeit zelfs sterk uit op witlof onder MV. Dit laatste duidt erop dat de voedselveiligheid in het geding zou zijn bij witlof en niet bij taugé. Een belangrijk verschil tussen beide groenten is dat taugé, i.t.t. witlof, een zeer grote epifytische flora heeft. De aanwezigheid van deze organismen is een belangrijke concurrentie-factor voor *L. monocytogenes*. Als groenten zoals witlof onder MV of MA bewaard worden zou een extra veiligheid moeten worden ingebouwd om de groei van de pathogeen tegen te gaan. Deze factor zou bioconservering middels bacteriocine-producerende melkzuurbacteriën kunnen zijn.

2) Het gebruik van bioconservering met melkzuurbacteriën als milde methode van conservering in combinatie met gekoelde bewaring onder matig vacuüm.

Bioconservering met behulp van melkzuurbacteriën, die door uitscheiding van melkzuur en azijnzuur voor een verlaging van de zuurgraad zorgen, is bij groenten reeds een traditionele methode. Deze bioconservering vormt bijvoorbeeld onderdeel van de bereiding van zuurkool uit witte kool. Sommige melkzuurbacteriën produceren zogenaamde bacteriocines, eiwit-achtige stoffen die de groei van andere microorganismen remmen. Het best bekende bacteriocine is nisine dat door bepaalde stammen *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* wordt uitgescheiden. Vaak hebben bacteriocinen een zeer beperkt werkingsspectrum en remmen ze alleen zeer nauw verwante (melkzuur)bacteriën. Een aantal melkzuurbacteriën produceert echter bacteriocinen die de groei van diverse soorten Gram(+)-bacteriën kunnen remmen. Juist deze bacteriocinen zouden geschikt zijn als de boven aangegeven extra beveiliging omdat ze Gram(+)-pathogenen zoals *L. monocytogenes*, *C. botulinum*, *Staphylococcus aureus* en *Bacillus subtilis* afdoende remmen. Er zijn twee systemen in onderzoek: een waarbij gebruik wordt gemaakt van de endogene flora melkzuurbacteriën, die reeds op het produkt aanwezig is, en een waarbij melkzuurbacteriën of hun metabolieten aan het produkt toegevoegd worden (exogene flora). In het tweede systeem wordt gebruik gemaakt van bacteriocine-producerende melkzuurbacteriën om gericht de Gram(+) pathogenen te onderdrukken.

Tabel 1 Karakteristieke eigenschappen van enkele van groenten geïsoleerde melkzuurbacteriën van de groeiremmende stoffen die ze produceren.

Isolatie#	Groei karakteristieken isolaat			Karakteristieken groeiremmende stof		
	Morfo- logie	Glucose ferm.	Groei bij (°C) 4 15 45	Thermo- stabili- teit bij 100 °C	Protease	Catalase
28 ¹	staaf	homo	+ + -	60 min.	+	-
257 ²	staaf	hetero	+ + -	5 min.	+	-
195 ³	staaf	hetero	+ + -	1 min.	+	-
198 ³	staaf	hetero	+ + -	5 min.	+	-
258 ³	staaf	hetero	+ + -	10 min.	+	-
262 ³	coc	hetero	+ + -	5 min.	+	-

¹ Geïsoleerd van verse taugé

² Geïsoleerd van tauge bewaard onder matig vacuüm (4d, 20°C)

³ Geïsoleerd van witlof na bewaring onder matig vacuüm (4d, 20°C)

Belangrijk is wel dat de melkzuurbacteriën die toegevoegd worden ook kunnen uitgroeien en de relevante pathogenen onderdrukken. De melkzuurbacteriën moeten derhalve aangepast zijn aan de geldende ecologische omstandigheden (koelkasttemperatuur, micro-aërofyte atmosfeer, type groente, concurrerende microflora) en in voldoende aantallen worden opgebracht. Om geschikte melkzuurbacteriën te identificeren werden een groot aantal melkzuurbacteriën van verse en kort gefermenteerde groenten (m.n. witlof en taugé) geïsoleerd.

Van de in totaal bijna 900 melkzuurbacterie isolaten bleken er 6 stoffen te produceren die de groei van zogenaamde indicator-bacteriën remden. Tabel 2 geeft een overzicht van enkele karakteristieke eigenschappen van deze stoffen. Alle isolaten bleken te groeien bij 4 en 15°C, maar niet bij 45°C. Alle groeiremmende stoffen waren protease gevoelig, dus eiwitachtig. Katalase bleek hun werking niet te verminderen. Alle stoffen waren min of meer hittestabiel. Al deze karakteristieken duiden erop dat de groeiremmende stoffen bacteriocinen zijn. Vervolgens experimenten zijn erop gericht na te gaan of deze bacteriocine-producerende isolaten inderdaad de groei van psychrotrophe pathogenen zoals *L. monocytogenes* remmen.

Confrontatie met fasering

Het onderzoek aan de veiligheid van modified atmosphere bewaarsystemen en de introductie van bioconservering als extra veiligheidsfactor verloopt volgens planning. Zodra de combinatie matig- vacuüm/bioconservering ontwikkeld is, zal deze vrijwel direct overdraagbaar zijn op MA-systemen.

De ontwikkeling van een snelle, specifieke detectie van *Erwinia* bacteriën is tegen het eind van de verslagperiode weer opgepakt en de resultaten daarvan komen bij de volgende rapportage aan de orde.

B. PUBLICATIES

- Aytac, S.A. & L.G.M. Gorris. The survival of *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* on fresh vegetables stored under moderate vacuum. (*ingediend*)
- Gorris, L.G.M., 1993. Bioconservering van groenten door (metaboliëten van) melkzuurbacteriën. Themanummer *Bioconservering*. De Ware(n)-Chemicus 23 (3) 198-205.
- Gorris, L.G.M. & M.W. Peck, 1993. "Lebensmittel-Mikromodell" - Ein Programm das Wachstum pathogener Bakterien vorhersagt. ZFL (International Journal of Food Technology, Marketing, Packaging, and Analysis 44 (10) 600-603.
- Gorris, L.G.M., 1993. Improvement of the safety and quality of refrigerated ready-to-eat foods using novel mild preservation techniques. In: *Process Optimization and Minimal Processed Foods*, R.P. Singh (ed.), CRC Press Inc. (*in druk*).
- Gorris, L.G.M., Y. de Witte & E.J. Smid, 1993. Storage under moderate vacuum to prolong the keepability of fresh vegetables and fruits. *Acta Horticulturae*. (*in druk*).
- Gorris, L.G.M. & Y. de Witte, 1993. Quality and safety aspects of refrigerated storage under moderate vacuum of vegetables and fruits. Proc. Food Preservation 2000 Symposium, 19-21 October, Natick, U.S.A. (Poster)
- Gorris, L.G.M., M.H.J. Bennik & T. Abee, 1993. The contribution of biopreservation to the quality and safety of respiring produce kept under moderate vacuum with refrigeration. Food Micro '93 Symposium. 31 August-3 September, Bingen, Germany. (Poster)
- Gorris, L.G.M., Y. de Witte & M.H.J. Bennik. Packaging of fresh and processed vegetable foods under moderate vacuum. ZFL (*ingediend*)
- Peeters, E., 1993. Bioconservering van bederfelijke plantaardige voedingsmiddelen door melkzuurbacteriën. Stageverslag voor Agrarische Hogeschool Den Bosch.

C. WERKZAAMHEDEN EERSTE HELFT 1994

Aanpak

In de eerste helft van 1994 zullen challenge testen worden uitgevoerd met relevante pathogene bacteriën in het matig vacuüm bewaarsysteem in aanwezigheid van (al of niet) bacteriocine-producerende melkzuurbacteriën. Doel is de wijze van toediening van de "beschermculturen", de de effectieve dosis en eventuele gevolgen voor de produktkwaliteit vast te stellen. Aandacht gaat met name uit naar de Gram(+) pathogenen/bacteriën zoals *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus* en *Listeria monocytogenes*. In het kader van afspraken met het AFRC-Institute of Food Research om in 1994 een aantal challenge experimenten met niet-proteolytische, psychrotrofe stammen *Clostridium botulinum* uit te voeren, zullen voorbereidende tests worden uitgevoerd met *Cl. sporogenes*. Tevens weer aandacht aan de ontwikkeling van een snelle,

specifieke en specifieke toets voor het voorkomen van *Erwinia* bacteriën met een onderscheidend vermogen op niveau van ondersoorten.

ONDERZOEK NAAR HET GEBRUIK VAN (BIO)SENSOREN TEN BEHOEVE VAN KWALITEITSASPECTEN VAN VERSE EN VER- WERKTE PLANTAARDIGE GRONDSTOFFEN

C. van Dijk

A. VERSLAG OVER TWEEDE HELFT 1993

Probleemstelling

Zwelscheurtjes bij een tomaat vormen een negatief kwaliteitsaspect. Bij de aanwezigheid van deze zwelscheurtjes treedt een verhoogde vochtafgifte op, waardoor de houdbaarheid van de tomaat afneemt.

Doelstelling

De doelstelling van het project is het ontwikkelen van een non-destructieve meetopstelling die in staat is zwelscheurtjes te detecteren en kwantificeren. Tevens dient te worden aangegeven wat de mogelijkheden en beperkingen zijn van een dergelijk systeem.

Verslag van de werkzaamheden

Uit analyse van in de vorige verslagperiode verkregen beelden van een aanzienlijk deel van het tomaatoppervlak blijkt dat de zichtbaarheid van zwelscheurtjes sterk varieert over het beeldveld. Er zijn gebieden waarin de scheurtjes oplichten t.o.v. de achtergrond, gebieden waarin de zwelscheurtjes zichtbaar zijn als donkere lijntjes op een heldere achtergrond, en gebieden waarin zwelscheurtjes vrijwel niet van de achtergrond zijn te onderscheiden. De oorzaak hiervan is dat, door het grote beeldveld en de vorm van de tomaat, de richting van het invallend licht en de kijkrichting niet constant zijn over het zichtbare deel van het tomaatoppervlak. De hoekafhankelijkheid van de reflectie aan tomaatoppervlak is kennelijk zodanig dat deze variatie van belang is.

Over de hoekafhankelijkheid van reflectie aan gaaf tomaatoppervlak is weinig bekend, over die van zwelscheurtjes nog minder. Aangezien inzicht in deze hoekafhankelijkheden van belang zijn voor optimalisatie van het meetsysteem zijn metingen van de hoekafhankelijke reflectie aan tomaatoppervlak nodig.

Het huidige meetsysteem is erop gericht om het tomaatoppervlak zoveel mogelijk scherend te belichten teneinde de bijdrage aan de reflectie door het inwendige van de tomaat te minimaliseren. Met een groot beeldveld is deze conditie niet goed over het hele beeldveld te realiseren en is er een significante bijdrage van reflectie door het inwendige van de tomaat. Verdere verbetering valt te verwachten als het vrijwel witte licht in de huidige opstelling met filters zal worden beperkt tot het groene of blauwe deel van het spectrum, waar absorptie (vooral door carotenen) de reflectie door het inwendige laag maakt. Ook polarisatiefilters kunnen bijdragen tot verdere optimalisatie aangezien het inwendig gereflecteerde licht slechts in zeer geringe mate

gepolariseerd is, in tegenstelling tot licht wat aan het oppervlak is gereflecteerd.

De bevindingen tot nog toe laten zien dat er voor ieder pixel in het beeld van een groot stuk tomaatoppervlak twee significante onzekerheden zijn: (i) wat is de locale oriëntatie van het tomaatoppervlak aldaar, en (ii) behoort het tot een zwelscheurtje of niet? Om tot een betrouwbare classificatie van een pixel te komen zullen derhalve waarschijnlijk twee metingen nodig zijn. Dit zouden bijvoorbeeld twee metingen kunnen zijn met verschillende belichtingen, of met verschillende kijkrichtingen, of met verschillende filters.

Fasering eerste helft 1994

Er zal onderzoek worden gedaan naar de hoekafhankelijkheid van de reflectie aan tomaatoppervlak. Op basis hiervan en de eerder verkregen resultaten zal het meetsysteem verder worden geoptimaliseerd ten aanzien van de discriminatie van zwelscheurtjes over een groot beeldveld.

VOEDSELVEILIGHEID EN SMAAK

A. van Amerongen

A. VOORTGANGSVERSLAG TWEEDE HELFT 1993

I. Ontwikkeling immunochemische toets scherpte radijs

De scherpe smaak van radijs wordt veroorzaakt door 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanaat (MTBITC). MTBITC is een afbraakprodukt dat ontstaat na reactie van het enzym myrosinase met 4-methylthio-3-butenyl glucosinolaat (MTBGSL).

Volgens de fasering is verder onderzoek verricht naar de stabiliteit van MTBITC. Zoals in het vorige voortgangsverslag aangegeven bedraagt de halfwaarde-tijd van MTBITC in buffer 60 minuten en in radijssap 10 minuten. Deze instabiliteit is gemeten met een analytische techniek, HPLC. Gedurende de afgelopen periode is de invloed van MTBITC afbraak ten opzichte van het ELISA signaal onderzocht. Het ELISA signaal bleek echter niet af te nemen, noch bij inkubatie van MTBITC in buffer, noch in radijssap. Dit betekent dat er met deze immunochemische toetsmethode, ondanks de aangetoonde afbraak van MTBITC, gedurende lange tijd eenzelfde signaal meetbaar blijft. Een verklaring voor dit feit kan worden gevonden in de structuur van de veronderstelde afbraak-producten van MTBITC. Deze producten bevatten nagenoeg allemaal het methylthio-gedeelte, zoals dat in MTBITC aanwezig is. Gekonkludeerd mag worden dat het door ons gebruikte monoklonale antilichaam (MAb 20-C5G1E3) juist dit gedeelte herkent. Dit resultaat is van groot belang in de verdere ontwikkeling van de testmethode: er behoeft voor wat betreft de immunochemische methode geen rekening te worden gehouden met eventuele afbraak van MTBITC.

Het herkennen van het methylthio-gedeelte door het monoklonale antilichaam wordt mede onderbouwd door resultaten die zijn verkregen met experimenten, waarin de kruisreactiviteit van MTBGSL, 2-propenyl glucosinolaat (sinigrine) en 2-propenyl isothiocyanaat is bepaald. De laatste twee verbindingen worden onder andere in mosterdzaad gevonden en zijn gebruikt om een indruk te krijgen van de specificiteit van de ontwikkelde antilichamen. MTBGSL, de precursor van MTBITC, heeft een kruisreactiviteit van 10%. De binding van het antilichaam aan het methylthio-gedeelte van MTBGSL wordt zeer waarschijnlijk geremd door het veel grotere suikerdeel in dit molecuul. Sinigrine en het isothiocyanaat derivaat hebben een zeer lage kruisreactiviteit van minder dan 1%. Dit is in overeenstemming met de veronderstelde herkenning van het methylthio-gedeelte door het monoklonale antilichaam 20-C5G1E3.

In het vorige voortgangsverslag werd aangegeven dat er in het tweede gedeelte van 1993 ook onderzocht zou worden hoe de spreiding in MTBITC-gehalte tussen verschillende knollen van één partij is. Deze proef loopt momenteel nog in samenwerking met AB-DLO (Dr. Marcelis).

Er is een eerste versie van een snelle toetsmethode ontwikkeld.

Deze zogenaamde Sol Particle ImmunoAssay (SPIA) leidt in ongeveer 10 minuten tot resultaat: het verschijnen van een grijs/zwart streepje op een filtermembraan. Toevoeging van radijssap geeft een uitdoving van het visuele signaal. De intensiteit van het streepje is daarbij afhankelijk van de hoeveelheid radijssap; hoe meer sap, des te lager de intensiteit. De gevoeligheid van de SPIA volgt uit het feit dat toevoegen van 1 µl radijssap al voldoende is om het signaal volledig uit te doven. Een kwalitatieve test-opzet is met dit systeem reeds mogelijk.

II. Ontwikkeling immunochemische toets bitterheid witlof

De bittere smaak van witlof wordt veroorzaakt door sesquiterpeen lactonen. De sesquiterpeen lactonen kunnen in twee groepen worden ingedeeld op basis van hun structuur: lactucine-achtigen en lactucopicrine. In het voortgangsverslag over de eerste helft van 1993 werd vermeld dat er een 4-tal positieve klonen was opgepikt van de fusie van KLH-lactucopicrine geïmmuniseerde muizemiltcellen. Deze positieve klonen zijn gesubkloneerd tot monoklonaal producerende cellijnen. Er zijn 8 lactucopicrine specifieke monoklonalen verkregen die alle een zeer lage kruisreactiviteit (< 1%) vertonen met andere sesquiterpeen lactonen. Van één kloon, 4H10-A10H6, is op grotere schaal antilichaam geproduceerd in een Roller-Bottle systeem. Het kweeksupernatant is opgezuiverd met behulp van affiniteits-chromatografie over een Protein-G kolom. Het gezuiverde monoklonaal is gebruikt voor de opzet van een snelle toetsmethode, de zogenaamde Sol Particle ImmunoAssay (SPIA). De eerste resultaten van deze experimenten zijn veelbelovend.

Bij de fusie van de milt van een KLH-lactucine geïmmuniseerde muis is een 5-tal klonen opgegroeid. Deze klonen zijn echter breed herkendend, d.w.z. hebben een hoge kruisreactiviteit hebben met andere sesquiterpeen lactonen.

Met de polyklonale antisera van de geïmmuniseerde konijnen zijn kwantitatieve ELISA's ontwikkeld. De gevoeligheid van de ELISA's ligt voor zowel het lactucine-specifieke serum als het lactucopicrine-specifieke serum op 2 ng/ml. Er treedt een vergelijkbare herkenning op van de bitterstoffen in witlofextracten.

De milten van een KLH-lactucine en een KLH-lactucopicrine geïmmuniseerde muis zijn gebruikt voor de bereiding van recombinant antilichamen. De genen die coderen voor de lichte en zware keten van antilichamen zijn gekloneerd en zullen worden gebruikt voor de constructie van single-chain Fv fragmenten.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. WERKZAAMHEDEN TWEEDE HELFT 1993

I. Radijs

Het vervolgonderzoek is afhankelijk van het beschikbaar zijn van voldoende specifieke monoklonale antilichamen. Hiertoe zal een semi-grootschalige methode worden gebruikt.

Met de nu bekende gegevens zal de MTBITC-specifieke ELISA verder worden ontwikkeld. De ELISA zal worden gebruikt voor onderzoek naar spreiding van MTBITC-gehalten in verschillende knollen uit één partij en voor het onderzoek naar rasverschillen. Dit laatste onderzoek zal vermoedelijk plaatsvinden in samenwerking met een proefstation.

De snelle testmethode (SPIA) zal nader worden uitgewerkt. Zo mogelijk wordt getracht een semi-kwantitatieve SPIA te ontwikkelen, die snel en eenvoudig tot resultaat leidt.

II. Witlof

Van de verschillende monoklonale antilichamen zullen specifieke, kwantitatieve ELISA's worden opgezet.

De ontwikkeling van recombinante antilichamen zal worden voortgezet.

In samenwerking met het PAGV zal een 13-tal witlof-rassen, die op verschillende lokaties en onder verschillende kweekomstandigheden zijn geteeld, worden onderzocht op de aanwezigheid van de verschillende sesquiterpeen lactonen. Tevens zal de lokalisatie en verdeling van verschillende bitterstoffen in witlofkroppen worden bepaald.

AFBREEKBARE COATINGS EN FOLIES, DEEL TARWEGLUTEN

Dr. J.M. Vereijken

A. VERSLAG OVER TWEEDE HALFJAAR 1993

Inleiding

Dit onderzoek beoogt de ontwikkeling van biodegradeerbare coatings en folies op basis van tarwegluten. In overeenstemming met de fasering heeft in de afgelopen periode de nadruk van het onderzoek gelegen op de sturing van de vochtdoorlaatbaarheid van deze coatings/folies door het gebruik van cross-linkers. Ook zijn de effecten van cross-linking op de mechanische eigenschappen van deze coatings/folies onderzocht. Daarnaast is aandacht besteed aan de bepaling van de gaspermeabiliteit van de coatings/folies.

Uit het onderzoek is gebleken dat het watergehalte van coatings/folies afhankelijk is van de relatieve luchtvochtigheid (RLV) en van de receptuur. Aangezien het watergehalte van de coatings/folies een grote invloed heeft op de eigenschappen ervan, is een begin gemaakt met achtergrondsonderzoek naar de waterrelaties van glutencoatings/folies.

Cross-linking

Allereerst is aandacht besteed aan bepaling van de mate van cross-linking. Bij de toegepaste cross-linkers worden inter- of intramoleculaire bruggen gevormd tussen aminogroepen van de eiwitten. Ter bepaling van de mate van cross-linking wordt daarom het gehalte aan vrije aminogroepen bepaald. Gebruikelijke methodes hiervoor, zoals een reactie van aminogroepen met trinitrobenzeensulfonzuur, bleken met gluten niet te voldoen. De waarschijnlijke oorzaak hiervan is de sterke reductie in oplosbaarheid van gluten na cross-linking. Voorlopig is daarom afgezien van bepaling van de mate van cross-linking.

In de afgelopen periode zijn diverse cross-linkers toegepast, zoals glutaaraldehyde. Cross-linking van gluten blijkt de vochtdoorlaatbaarheid te reduceren. Het effect lijkt afhankelijk te zijn van het type cross-linker. Ondanks het feit dat de cross-linking nog niet is geoptimaliseerd is reeds een reductie van de vochtdoorlaatbaarheid waargenomen van een factor vier.

Het effect van cross-linking op mechanische eigenschappen van coatings/folies is eveneens bestudeerd. Zoals verwacht lijkt cross-linking tot een versterking van de coatings te leiden. De effecten op de rekbaarheid lijken geringer te zijn.

Gaspermeabiliteit

De permeabiliteit van de glutencoatings/folies voor gassen bleek afhankelijk te zijn van de relatieve luchtvochtigheid. De techniek voor de bepaling van de gaspermeabiliteit is daarom zodanig aangepast dat

metingen bij verschillende RLV's kunnen worden uitgevoerd. Eerste bepalingen van de permeabiliteit van de glutencoatings voor zuurstof en kooldioxide wijzen erop dat de permeabiliteit voor beide gassen in dezelfde orde van grootte liggen. De permeabiliteit lijkt niet ver af te wijken van die van een polyethyleenfolie.

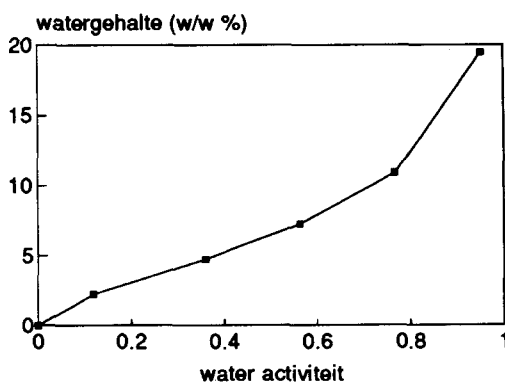
Waterrelaties

Om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen de relatieve luchtvochtigheid en het watergehalte van glutencoatings/films is de absorptie van water door gluten bij verschillende RLV's bestudeerd. Uit deze gegevens kunnen watersorptie-isothermen worden opgesteld, waarbij het watergehalte van de film uitgezet wordt tegen de wateractiviteit (a_w). De wateractiviteit is als volgt gedefinieerd:

$$a_w = p/p_0 = \% \text{RLV}/100$$

waarbij p = dampdruk van water boven het monster, p_0 = dampdruk van zuiver water en %RLV = relatieve luchtvochtigheid waarbij het monster in evenwicht is.

In deze periode is een methode opgezet om watersorptie-isothermen te bepalen. Daarbij worden de monsters in sorptiecontainers geplaatst, waarin met zoutoplossingen een bepaalde RLV wordt gecreëerd. Na instelling van het evenwicht wordt de gewichtstoename van het gluten bepaald. Figuur 1 geeft een watersorptie-isotherm van gluten weer. Bij een wateractiviteit van meer dan 0,8 neemt de hoeveelheid water sterk toe. Bij dezelfde wateractiviteit is een sterke verandering in mechanische eigenschappen van glutencoatings/folies geconstateerd. Het onderzoek is er op gericht om de hoeveelheid water in de glutencoating/folies bij verschillende wateractiviteiten te verlagen.



Figuur 1. Watersorptie-isotherm van gluten

B. PUBLIKATIES

Geen

C. PLANNING EERSTE HALFJAAR 1994

In de komende periode ligt de nadruk van het onderzoek op bestudering van effecten van cross-linking op vochtdoorlaatbaarheid en mechanische eigenschappen van de glutencoatings/folies. Verder wordt onderzoek verricht naar de sturing van de gaspermeabiliteit van deze coatings/folies. Ook wordt in deze periode aandacht besteed aan de waterabsorptie van glutenfilms/folies, onder andere in relatie tot poly-meertechnologische eigenschappen.

MODELLEREN VAN DE INVLOED VAN O₂ EN CO₂ OP GROENTE

H.W. Peppelenbos

A. VERSLAG OVER TWEEDE HALFJAAR 1993

Probleem

Witlof is een produkt dat kan worden gekenmerkt door een snelle groei in populariteit en produktie. In de afgelopen jaren heeft witlof veruit de hoogste omzet gehaald van alle vollegrondsgroenten. Een aanzienlijk deel van de witlof is bestemd voor de export. De trend van de laatste twee jaar is echter een daling van de produktie en de omzet. Een verdere groei in kwantiteit is dan ook niet waarschijnlijk. Ten aanzien van de kwaliteit valt er echter nog wel winst te halen. Nu staat de kwaliteit van de Nederlandse witlof al op een hoog peil, maar na de oogst loopt de kwaliteit snel terug. Negatieve aspecten als bruin- en roodverkleuring, open kroppen en grote pitlengte treden dan in toenemende mate op. Al na enkele dagen (4-5) is de kwaliteit vaak niet acceptabel meer.

Verpakken

Witlof wordt voornamelijk los verhandeld, uitgestald in kratten in de supermarkt of bij de groenteboer. De laatste jaren is echter een aanzienlijk deel van de witlof verpakt. Het type verpakking waarvoor gekozen is is een gesloten verpakking. Een gesloten verpakking is bekend van een toepassing genaamd Modified Atmosphere packaging, ook wel MA-verpakken genoemd. Het bijzondere aan een MA-verpakking is een andere luchtsamenstelling rond het produkt dan de normale luchtsamenstelling (21% zuurstof en 0.04% kooldioxide). Die andere luchtsamenstelling ontstaat door een combinatie van twee processen: zuurstofgebruik (door het produkt) en zuurstofaanvulling (door de verpakking heen). Zaken als hoeveelheid produkt per verpakking, verpakkingsmateriaal en verpakkingsvolume bepalen welke concentraties in de verpakking ontstaan en hoe lang het duurt voordat deze concentraties ontstaan. Van veel produkten is bekend dat een lage zuurstof- en een hoge kooldioxideconcentratie een gunstig effect heeft op de kwaliteit en de houdbaarheid. MA-verpakkingen worden toegepast voor produkten als broccoli, taugé, suikermais en salades.

Vragen

Omdat er weinig bewaaronderzoek aan witlof is gedaan zijn een aantal zaken onduidelijk. Is verpakken wel gunstig, en zo ja, wat zijn optimale omstandigheden in een verpakking? Onbekend is of de huidige verpakking wel de juiste verpakking is.

Doel 1993:

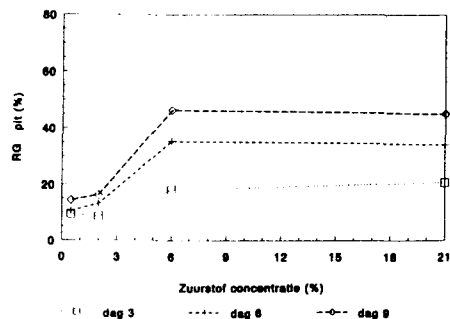
1. Het bepalen van de invloed van de O₂-concentratie en de CO₂-concentratie op het verloop van de kwaliteit van witlof.
2. De ontwikkeling van een model dat de gascondities rond een verpakt produkt kan berekenen en kan aangeven welke verpakking (welk materiaal) geschikt is om de kwaliteit zo lang mogelijk te handhaven.

Verslag van de werkzaamheden in 1993-1

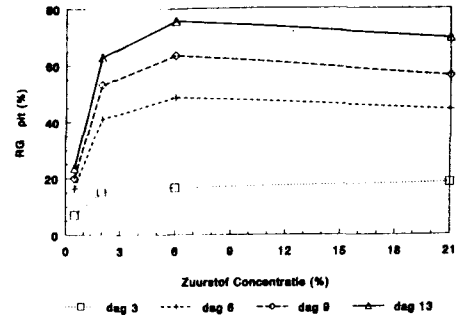
De invloed van zuurstof en kooldioxide

Er zijn twee experimenten met witlof uitgevoerd waarbij witlofstronkjes gedurende 2 weken werden bewaard bij omstandigheden die in een verpakking kunnen optreden. De temperatuur was 18 °C en de relatieve luchtvochtigheid was hoger dan 95%. Bij deze omstandigheden werd de invloed van zuurstof en kooldioxide op de kwaliteit en de ademhalingsactiviteit van witlof onderzocht. De aangeboden zuurstofconcentraties waren 21, 6, 2, en 0.5%. De kooldioxideconcentraties waren in het eerste experiment 0.1, 2, en 5% en in het tweede experiment 0.1, 2, en 10%. De kwaliteit werd m.b.v. computer-beeld-analyse en visueel gevolgd (over de vergelijking tussen beide meetmethoden wordt elders verslag gedaan). De kwaliteitsparameters waren pitlengte, bruine en rode verkleuringen en opengaan van de krop. Bij de ademhaling werd zowel de zuurstofopname als de kooldioxide-afgifte gevolgd.

De groei van de pitlengte werd beïnvloedt door zuurstof, maar niet door kooldioxide (zie figuur 1 en 2). De groei van de pitlengte is in de figuren 1 (eerste experiment) en figuur 2 (tweede experiment) weergegeven relatief ten opzichte van de lengte aan het begin van de experimenten. Opvallend is dat pas bij zeer lage zuurstofconcentraties de groei van de pit geremd werd.



Figuur 1. Relatieve Groei opzichte van dag (0) van de pit in experiment 1



Figuur 2. Relatieve Groei ten opzichte van dag (0) pit in van de pit in experiment 2

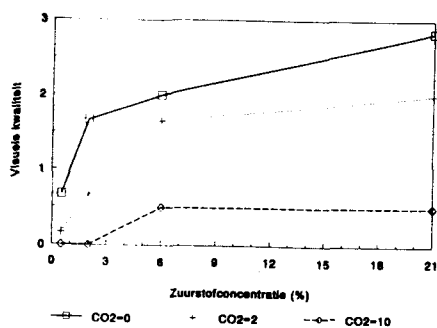
Uit de experimenten blijkt dat bij 18 °C zowel zuurstof als kooldioxide de roodverkleuring tegengaan. Een zuurstofconcentratie van 2% levert al een flinke vermindering van de roodverkleuring op, en 10% kooldioxide heeft nog een sterkere invloed (zie figuur 3).

Ook de bruinverkleuring wordt geremd door lage zuurstofconcentraties (figuur 4). Op dit kwaliteitsaspect lijkt kooldioxide echter niet zoveel invloed te hebben.

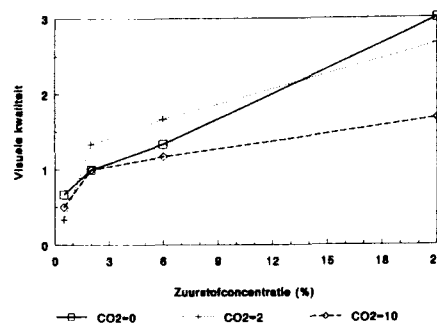
Een lage zuurstofconcentratie remt ook het opengaan van de kroppen. De enige negatieve invloed is dat bij 0.5% zuurstof een afwijkende geur werd waargenomen (als gevolg van anaerobe processen). Gezien de gevonden resultaten lijkt de optimale luchtsamenstelling ongeveer 2% zuurstof en 10% kooldioxide te zijn.

Huidige witlofverpakkingen

De huidige kleinverpakking van witlof bestaat uit een blauw pulpschaaltje met drie stronkjes witlof, overtrokken met PVC folie. Van deze verpakkingen is getest wat de luchtsamenstelling was. De gemeten concentraties in de verpakkingen varieerde tussen 15.1 en 18.4% zuurstof en 2.34 en 4.34% kooldioxide. Deze concentraties wijken nogal af van de gevonden optimale concentraties. Vooral de zuurstofconcentratie was zo hoog dat hier geen enkele positieve invloed van te verwachten is. De enige conclusie is dan ook dat het beter kan.



Figuur 3. Roodverkleuring van krop in in experiment 1



Figuur 2. Bruinverkleuring van de van de krop in experiment 2

Werkzaamheden 1994-1

Witlofverpakkingen

Om een lagere zuurstofconcentratie in een witlofverpakking te laten ontstaan kan voor een andere folie gekozen worden. Keuzemogelijkheden zijn een ander materiaal of een andere dikte van de folie. Bij de folies die momenteel op de markt zijn is een kooldioxideconcentratie van 10% niet te realiseren zonder dat een te lage zuurstofconcentratie (minder dan 0.5%) ontstaat. Onderzoek naar een verpakkingsmateriaal met een andere verhouding tussen zuurstof- en kooldioxidediffusie is dan ook wenselijk. Om uit de huidige materialen de beste te kiezen wordt dit jaar een experiment uitgevoerd (samen met Evelo en Boerrigter, afdeling 7). Dit experiment geldt tevens als validatie van de resultaten uit de bewaarexperimenten.

MA-onderzoek

Dit jaar zal MA-onderzoek worden verricht aan een derde product. MA-onderzoek betekent onderzoek naar de positieve en negatieve invloeden van lage zuurstofconcentraties en hoge kooldioxideconcentraties op de kwaliteit, onderzoek naar het ademhalingspatroon en advisering over de te kiezen verpakking.

Een definitieve keuze van het product is echter nog niet gemaakt. Overleg omtrent de keuze is dan ook wenselijk. Een mogelijkheid is prei. Een alternatief vormt het onderzoek naar een gesneden groente. Omdat echter bij gesneden groente meer zaken een rol spelen dan bij intacte groente (namelijk een belangrijkere rol van microbiel bederf), kan onderzoek aan een dergelijk product slechts een oriënterend karakter hebben.

DSS VOOR STRATEGISCH SEKTORBELEID

R. Broekmeulen

A. VOORTGANG TWEEDE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

Integrale goederenstroombesturing is een logistiek vraagstuk en houdt in dat op de juiste momenten de juiste beslissingen over opslag, transport, bewerking en verwerking dienen te worden genomen. Technologie, produktkennis en (distributie-)logistiek zijn onderling sterk verweven. De gevolgen voor bedrijfsvoering, met name op sectorniveau, dienen inzichtelijk te worden gemaakt.

Doelstelling

Om uitspraken te kunnen doen over de effecten van beslissingen die effect hebben op sectorniveau is het noodzakelijk dat inzicht wordt verkregen in de processen op tactisch en operationeel niveau. Daarom lopen er op dit moment twee deelprojecten (PALLET+ en FUST) die uiteindelijk geaggregeerd zullen worden tot een sectormodel, waarmee de effecten van veranderingen in de afzetketen kunnen worden doorge-rekend.

Fasering

Pallet

- validatie en test van het multi-lokatie produkttoewijzingsstelsel.
- stand alone implementatie van het multi-lokatie produkttoewijzingsstelsel in een eerste prototype

Fust

- rapportage en definitieve uitwerking van de modellering van de selectieproblematiek van het gewenste fusttype (eenmalig, meermalig, nestbaar, etc...) voor elke produkt-markt-combinatie;
- rapportage en definitieve uitwerking van de modellering van de lokatieproblematiek van eventuele retourshops en schoonmaakdepots en allokatie van fuststromen in het hierbij ontstane netwerk;
- implementatie van de selectie- en lokatieproblematiek in een prototype stelsel;
- voorbereiding en onderzoek voor enkele praktijkcases.

Verslag van de werkzaamheden

PALLET+

Het probleem in het deelproject PALLET+ is hoe logistiek gezien een groentecentrale (dit kan elke situatie zijn waarbij produkt binnenkomt, voor kortere tijd verblijft en weer vertrekt; bijvoorbeeld een veiling, groothandel of groentecentrale van supermarkten) ingericht en benut wordt. De uitgangssituatie in dit project is een groentecentrale met een hal voor het opstellen van pallets en een aantal koelcellen. De vraag is nu welke produkten op welke plaats komen, afhankelijk van produkteigenschappen, en logistiek gezien zo gunstig mogelijk. Dit deelproject is dus in principe gericht op een (willekeurige) schakel en ondersteunt beslissingen op taktisch en operationeel niveau. Het resultaat van de planningsprocedure is een gedetailleerder lokatieplan dat nauw aansluit bij de praktijk. Na de aanpassingen in het voorjaar heeft het nieuwe prototype de naam ADEPT (=ATO Distribution Expert for Perishables in Transit) meegekregen.

Om op strategisch niveau over de randen van een afzonderlijke schakel te kijken is een model gebouwd dat produktgroepen toewijst aan bestaande of nog te bouwen expeditieknooppunten en tegelijkertijd de gewenste route van de produktstromen tussen leveranciers en klanten vastlegt. Van elk potentieel knooppunt zijn geaggregeerde gegevens bekend over de grootte, de benodigde conditioneringscapaciteit en de beschikbare arbeid. Dit model bekijkt de sector vanuit een gekozen schakel en fungeert als een laag bovenop het ADEPT-systeem. De complete set modellen kan dus worden gezien als een multi-lokatie produkttoewijzingsstelsel voor beslissingen op langere termijn.

FUST

Het deelproject FUST houdt zich bezig met de retourfuststromen in de groenten- en fruitsector. Er wordt aandacht besteed aan de logistieke, economische en milieu-effecten van het verpakkingsbeleid. Met name de keuze eenmalig-meermalig en problemen rondom retourzendingen en schoonmaken komen in de modellen aan de orde. Dit project is dus gericht op de sector en bovendien produkt en keten overstijgend.

Het uiteindelijke stelsel zal uit drie lagen bestaan:

- 1 selectie van het gewenste fusttype (eenmalig, meermalig, nestbaar, etc...) voor elke produkt-markt-combinatie.
- 2 lokatie van eventuele retourshops en schoonmaakdepots en allokatie van fuststromen in het hierbij ontstane netwerk.
- 3 organisatie van de fuststromen zoals de voorraadhoogte in de depots, de frequentie van het vervoer en het type transport.

Om modelleertechnische redenen is de allokatie van de fuststromen verdeeld over de twee lagen. In de eerste laag wordt naast de selectie van het gewenste fusttype ook de daarbij behorende fuststroom bere-

kend en toegewezen. Hierbij wordt verondersteld dat meermalig fust altijd wordt ingeleverd bij de veiling waar het fust gevuld werd. De tweede laag houdt zich daarna bezig met de hergroepering van de fusten tussen de veilingen. Deze benadering komt goed overeen met de werkwijze van de VPZ die schoonmaak- en hergroeperingskosten toekent aan elke fustroulatie.

De eerste twee lagen zijn dit half jaar geïmplementeerd in het pakket AIDA. Op dit moment is het prototype gedemonstreerd met een set van drie produkten, drie fusttypen, vijf veilingen en vijf markten. Het model is geschikt voor meer perioden maar hiervoor zijn nog geen gegevens ingevoerd. De momenteel beschikbare dataset is nog onvoldoende voor een uitgebreide validatie van het model. ATO-DLO voert momenteel overleg met VPZ en CBT over de een toepassing van de ontwikkelde modellen in de praktijk.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. PLANNING EERTSE HALFJAAR 1994

PALLET+

Voordat het huidige systeem wordt uitgebouwd tot een strategisch sectormodel wordt het komende jaar vooral aandacht besteed aan het testen en verbeteren van de huidige modellen en toegepaste technieken. De kwaliteit van de gegenereerde lokatieplannen (effectiviteit) en de snelheid waarmee deze plannen worden geproduceerd (efficiëntie) is nog voor verbetering vatbaar. Daarnaast zijn wij bij het multi-lokatiemodel op hetzelfde probleem gestuit als bij het retourfustmodel: het ontbreken van een goede dataverzameling met relevante gegevens. Zonder een realistische set gegevens is een goede analyse en validatie niet mogelijk. Door een intensiever contact met de praktijk hopen we dit probleem het komende jaar op te lossen.

FUST

De verdere ontwikkeling van het retourfustmodel hangt af van de wensen in de sector. Met behulp van een praktijkcase moet de waarde van het systeem voor de sector worden aangetoond. Het simulatiemodel voor de analyse van de dynamiek van de fuststromen (laag 3) zal afhankelijk van de noodzaak voor de praktijkcase in de loop van 1994 worden geïmplementeerd.

KWALITEITSVERLOOPMODELLEN VOOR GROENTEN EN FRUIT

L.M.M. Tijskens

A. VOORTGANG TWEDE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

De kwaliteit van groente en fruit daalt tijdens de verplaatsing van producent naar consument in de produktiekolom. De uiteindelijke kwaliteit van een produkt, zoals het de consument wordt aangeboden, hangt af van de uitgangskwaliteit, de condities waaraan een produkt wordt blootgesteld en de duur. Inzicht in de omstandigheden in de afzetketen en in het kwaliteitsverloop van produkten onder gedefinieerde omstandigheden zijn essentieel voor realisatie van een hoge eindkwaliteit bij aflevering van de produkten aan de consument.

Om een goede eindkwaliteit te borgen, moet in elke schakel van de keten de kwaliteit van het produkt geschat cq. beschreven kunnen worden. Simulatiemodellen, waarmee het kwaliteitsverloop wordt beschreven vormen hierbij een uitstekend hulpmiddel.

Doelstelling en Fasering

Het onderzoeksdoel en de fasering in het afgelopen half jaar (zie fasering eerste helft 1993) was:

- Statistische analyse van LTB-experimenten nieuwe stijl. Inpassen ev. nieuwe inzichten in het model. Publikatie artikel.
- Screening data houdbaarheid van de verschillende produkten. Selecteren produkten voor aanvullende experimenten. Inpassen van modellen voor specifieke kwaliteitsaspecten in het houdbaarheids-systeem (aardappel, komkommer, tomaat).
- Validatie respiratiemodel en statistische analysegegevens East Malling. Inpassen van respiratiemodel in houdbaarheidsmodel.
- Inpassen van respiratie-effecten in ethyleenmodel.
- Validatieproeven tomaten kleur en stevigheidsmodel.

Verslag van de werkzaamheden

LTB model

Op basis van inzichten over het verloop van LTB (Laag Temperatuur Bederf) schade, verkregen door het gebruik van het ontwikkelde LTB-model, zijn experimenten met twee cultivars komkommer en paprika en een cultivar courgettes opgezet en uitgevoerd. Tijdens de experimenten

zijn deze produkten bij een constante lage temperatuur met verschillende tijdsduren voorbewaard en bij een reeks van hogere temperaturen nabewaard. Uit deze proeven komt meer informatie t.a.v. de invloed van temperatuur op de radicaal scavenging. De exacte proefomstandigheden zijn met behulp van simulatieruns bepaald: de combinatie van tijd en temperatuur in de voorbehandeling is namelijk zéér kritisch.

De resultaten van de proeven vertonen sterke overeenstemming met het model. De nieuw verkregen gegevens maken echter wel duidelijk dat de scavenging activiteit en de relatie met efficiëntiemetingen van de chlorofylfluorescentie onderbelicht zijn in het model. Voor de verdere gegevensverwerking zal het model aangepast worden. Na validatie van het model met de proefresultaten zijn de gegevens van de voorgaande experimenten nogmaals geanalyseerd, omdat na validatie van het model bleek dat er onverklaarbare afwijkingen ten opzichte van het model optraden. Na controle bleek dat er een discrepantie bestond tussen de tijdens de experimenten ingestelde temperatuur en de werkelijke temperatuur in de proefomgeving. Deze analyse met de werkelijk gemeten temperatuur komt beter overeen met het model. Een artikel over het model is opgesteld en ingediend.

Ethyleen Model & parameter schatting op differentiaal vergelijkingen

Dit half jaar is niet gewerkt aan het ethyleenmodel, door het vooruitzicht dat geen statistische analyses en parameterschattingen uitgevoerd kunnen worden. Het ethyleenmodel is door de aard van zijn opzet niet analytisch op te lossen. Voor dergelijke systemen zijn nog geen schattingsmiddelen aanwezig. Om hieraan tegemoet te komen is in samenwerking met GLW een oplossing gezocht om experimentele gegevens te kunnen analyseren en parameters te kunnen schatten op formuleringen zoals die in een simulatiemodel worden gebruikt. Beschikbaarheid van een dergelijk systeem zou de toepasbaarheid van modelmatige aanpak aanzienlijk vergroten. Een aantal pakketten kunnen dit op zeer beperkt schaal uitvoeren (bv Stem, Simusolv). Simusolv is statistisch zeer geavanceerd en goed verzorgd. De modelmatige kant en de experimenteel-administratieve kant is echter zwaar onderbelicht. Binnen een dergelijke modelleertaal zijn geen flexibele en complexe modellen te bouwen. De Firma Sierenberg en de Gans ziet wel kans om een dergelijk schattingssysteem te ontwikkelen voor PROSIM.

Respiratiemodel

Het ontwikkelde respiratiemodel (belangrijk bij CA- en MA-condities en hun invloed op kwaliteit) is getoetst aan een aantal gegevens verkregen van Research Station East Malling (UK), en eigen experimenten. Gegeven de kwaliteit van de datasets kunnen geen harde conclusies worden getrokken, maar de resultaten ondersteunen het model.

De relatie tussen ademhaling en de ontwikkelingsfase van het produkt, en daardoor met kwaliteitsverlies, is vrijwel niet te achterhalen. De fase wordt meestal gemeten met de respiratie zelf, waardoor uiteraard geen analyse kan plaatsvinden. Mogelijk kan uit het onderzoek naar aardappelverzoeting hierover inzicht verkregen worden.

De experimentele gegevens van East Malling (UK) zijn geanalyseerd. Ze zijn zo goed mogelijk ingedeeld in blokken van gelijke of soortgelijke produkt ouderdom en/of fase. Deze analyses geven alle een explained part te zien van 75% tot 96%.

Houdbaarheidsmodel

Het ontwikkelde houdbaarheidsmodel is verder getoetst aan een aantal experimentele gegevens (o.a. H. Boerrigter en A. Polderdijk). Het houdbaarheidsmodel is binnen bepaalde aannamen dynamisch gemaakt. Hierdoor wordt het mogelijk te beschrijven hoe de houdbaarheid verandert in een afzetketen onder variërende temperatuur. Verschillen in temperaturomstandigheden in de tijd kunnen vertaald worden naar houdbaarheid en kwaliteit.

Model kleur Tomaten

Enige validatie-experimenten zijn opgezet en uitgevoerd voor kleurontwikkeling van tomaten, waarbij ook de stevigheid is meegenomen (model Polderdijk/v.d.Valk). Hierbij is nadruk gelegd op het gedrag bij lage temperaturen. Tijdens de analyses worden 3 verschillende modellen met elkaar verbonden: kleur, stevigheid en LTB. De gegevens zijn (voorlopig) geanalyseerd, met zeer interessante resultaten en mogelijkheden. De analyse ondersteunt niet alleen het kleurmodel, maar blijkt na normalisatie naadloos aan te sluiten bij de gegevens van andere proeven, waarin kleurontwikkeling van tomaten is onderzocht (Akimoto). Hierdoor lijkt het mogelijk de kleurontwikkeling van tomaten onafhankelijk van ras en meetmethode te kunnen formuleren.

De correctiemethode voor biologische leeftijd, ontwikkeld voor de kleur van tomaten, blijkt ook van toepassing op stevigheidsgedrag.

Q-apple: Dynamisch model voor textuur van Elstar appels

Op basis van reeds beschikbare of gedeeltelijk beschikbare deelmodellen (respiratie, textuur afbraak, climacterium/ethyleen) en expertkennis is een dynamisch model opgesteld in opdracht van CBT en het Produktschap G&F, om het transport van Elstar appels naar Engeland te kunnen bestuderen. Het model is slechts ten dele gevalideerd, maar het algemene beeld komt zeer goed overeen met de expert verwachting. Dit model is zowel inhoudelijk (model) als wat betreft layout en systeem (R. Lokers) goed ontvangen.

Confrontatie met de fasering

Met uitzondering van het ethyleenmodel verloopt het project conform de fasering.

B. PUBLIKATIES

L. Tijskens, R. Evelo: Modelling colour of tomatoes during postharvest storage. Accepted Postharvest Biology and Technology.

L. Tijskens: Modelling Colour of Tomatoes. Advantage of multiple nonlinear regression. EC-COST'94 Workshop Leuven 1993. Proceedings dec 1993.

C. PLANNEN VOOR KOMENDE PERIODE

- Statistische analyse van LTB experimenten nieuwe stijl. Inpassen van eventuele nieuwe inzichten in het model;
- Screening data houdbaarheid van de verschillende produkten. Selecteren produkten voor aanvullende experimenten. Inpassen van modellen voor specifieke kwaliteitsaspecten in het houdbaarheids-systeem (aardappel, komkommer, tomaat);
- Publikatie validatie respiratiemodel en statistische analysegegevens East Malling;
- Publikatie validatie respiratiemodel en statistische analysegegevens aardbeien en broccoli;
- Inpassen van respiratie effecten in ethyleenmodel.

OPTIMALE BEWARING HARDFRUIT

A.P.H. Saedt

A. VOORTGANG TWEEDE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

Ongeveer de helft van de appels- en perenoogst wordt maandenlang in speciaal geconditioneerde koelcellen bewaard. Gedurende de maanden september en oktober moeten duizenden aangemelde aanvoerpartijen zo goed mogelijk over meer dan honderd bewaarcellen bij het (veiling)koelhuis verdeeld worden met inachtneming van verscheidene technologische en juridisch/economische beperkingen. De feitelijke aanvoer blijkt echter meestal op het laatst beduidend af te wijken van de aanmelding. Verantwoord en toch snel bijstellen van het oorspronkelijke bewaarplan is dan in handwerk vrijwel onmogelijk.

Doelstelling

Doel van het project is het ontwikkelen van BEWAARPLANNER, een geautomatiseerd planningssysteem om het bovengeschetste probleem adequaat aan te pakken. BEWAARPLANNER bestaat uit een taktisch en een operationeel gedeelte. De taktische module ondersteunt de bewaarplanning en de operationele module geeft de gevolgen aan van gewenste afwijkingen op de reeds genomen beslissingen tijdens de bewaring.

Fasering

- Toepassingsproeven
- Tweede versie van bewaarplanner
- Ontwikkeling model voor gecombineerd bewaren

Werkzaamheden en resultaten

Gedurende het eerste halfjaar van 1993 zijn als belangrijkste problemen naar voren gekomen:

1. Inconsistentie in de gegevens bij het gebruik van grote bestanden tijdens toepassingsproeven
2. Ongunstige verhouding tussen het aantal cellen en het aantal te bewaren rassen (per lokatie)

Gedurende de verslagperiode is het onderzoek geconcentreerd geweest op de uitvoering van nieuwe toepassingsproeven, het ontwikke-

len van een tweede, meer inconsistentiegevoelige versie van BEWAARPLANNER en het ontwikkelen van een model voor gecombineerd bewaren om het probleem van de ongunstige cel-ras verhouding aan te pakken.

Toepassingsproeven 1993

De toepassingsproeven zijn uitgevoerd met de eerste versie van BEWAARPLANNER. De toepassingsproef bij de over meerdere lokaties verspreide veilingkoelhuizen van de Coöperatieve Groente- en Fruitveiling "Holland-Zeeland" (CHZ) in Kapelle is uitgesteld totdat het model voor gecombineerde bewaring in BEWAARPLANNER is ingebouwd. Om die reden is in overleg met de begeleidingscommissie voor het SPACE-project besloten een toepassingsproef te starten bij het koelhuis van de Coöperatieve Fruitveiling "Geldermalsen en Omstreken". Het systeem wordt dan getest bij het grootste fruitkoelhuiscomplex in Nederland. De toepassingsproef bij de Coöperatieve Groenten- en Fruitveiling "Utrecht en Omstreken" is dit jaar opnieuw uitgevoerd.

Toepassingsproeven hebben enerzijds als doel om de praktijk zoveel mogelijk te betrekken bij het ontwikkelen van BEWAARPLANNER. Alleen dan is het mogelijk allerlei onvermoede planningsituaties op te sporen. Anderzijds wordt op deze wijze het systeem aan de zwaarste systeemtest onderworpen. Een belangrijk nevendoeel bij de toepassingsproeven is het vergelijken van berekende bewaarplannen met praktijkbewaarplannen.

De voornaamste conclusies met betrekking tot de toepassingsproeven laten zich als volgt beschrijven.

1. Algemene overzichten (contractminimum, overzicht bestemmings- en plaatsingshoeveelheden, scrub-behoeften, overzicht per teler) zijn nuttig.
2. In het plaatsingsplan zijn er te veel afwijkingen ten opzichte van de gewenste uitslagperioden. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat nog op celniveau en niet op ras/ruimingsniveau gepland wordt.
3. Opgavepartijen worden soms over teveel cellen verdeeld.
4. Bij beide toepassingsproeven is nog veel hinder ondervonden van fouten in de gegevensbestanden ondanks het feit dat enige consistentietesten aan het systeem zijn toegevoegd. Beide proeven moeten daarom beschouwd worden als proeven op historische gegevens en niet als schaduwdraai.

Naar aanleiding van de toepassingsproeven is het plaatsingsalgoritme zo aangepast dat het aantal afwijkingen ten opzichte van de gewenste uitslagperioden tot een aanvaardbaar niveau is verminderd, zelfs bij planning op celniveau!

Tweede versie van BEWAARPLANNER

Om beter bestand te zijn tegen inconsistentie bij de gegevensinvoer was een complete systeemvernieuwing nodig. Begin juni is daarom een start gemaakt met een tweede versie van BEWAARPLANNER. Daarmee kan nu reeds een gegeven plan gecontroleerd bewerkt worden. De mogelijkheid van automatisch gecontroleerde bulkinvoer met dataconversie vanuit grote veilingbestanden en de mogelijkheid om plannen geheel of gedeeltelijk te genereren zijn nog in ontwikkeling.

Het model voor de plangenerator zal niet alleen op celniveau kunnen plannen, maar ook per groep van cellen met eenzelfde ras en ruimingsperiode. Naar verwachting zal hierdoor de kwaliteit van de plaatsingsplannen kunnen toenemen. Planning op celniveau kan in de toekomst interessant worden wanneer men, bijvoorbeeld op basis van voortgaand onderzoek naar optimale pluktijdstippen, in staat is om de aankomstperiode van een partij in het koelhuis op enkele dagen nauwkeurig te voorspellen.

Model voor gecombineerde bewaring

Het model voor gecombineerde bewaring is nu zover ontwikkeld dat het in de komende tijd getest kan worden. Na uitvoerig onderzoek is als uitgangspunt een soort twee-fasen planning gekozen. Eerst wordt het grootste deel van de celcapaciteit, zeg 90%, bestemd voor bewaring van een enkel ras per cel (enkelvoudige bestemming) en vervolgens wordt de resterende capaciteit bestemd voor gecombineerde bewaring (meervoudige bestemming). De selectie van celcapaciteit voor het enkelvoudig respectievelijk het meervoudig bewaarplan is in een apart selectiemodel vastgelegd.

Vier verschillende selectieprocedures zijn onderzocht:

1. Per scrubgroep een aantal cellen geheel leeg laten in fase 1
2. Per bewaartype een aantal cellen geheel leeg laten in fase 1
3. In elke cel wat ruimte leeg laten in fase 1 (minder interessant vanwege versnippering van grote partijen)
4. Een hele en zonodig (gedeeltelijk) een andere scrubgroep van cellen leeg laten in fase 1

Op praktische overwegingen zijn de procedures 1 en 2 in het model opgenomen.

Afhankelijk van de koelhuissamenstelling heeft een bepaalde selectieprocedure de voorkeur. In fase 1 wordt grotendeels volgens het beproefde principe van bestemmingsplan plus plaatsingsplan gewerkt. In

fase 2 worden cellen (her)bestemd¹ voor toegelaten combinaties² van rassen. De probleemomvang in fase 2 is zoveel kleiner dan in fase 1 dat -na de (her)bestemming van de celruimte- het plaatsingsplan niet meer stapsgewijs per combinatie, maar voor alle combinaties tegelijk wordt opgelost.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. WERKZAAMHEDEN EERSTE HELFT VAN 1994

Voortzetting van onderzoek en ontwikkeling met betrekking tot gecombineerde bewaring. Het ontwikkelde model voor gecombineerde bewaring wordt in BEWAARPLANNER ingebouwd en getest. Op basis hiervan zullen correcties op het model verwacht moeten worden.

Experiment met extern gebruik van BEWAARPLANNER. Indien speciale telefoon- en modemvoorzieningen aangebracht kunnen worden, zal het systeem door een van de koelhuismanagers die bij de toepassingsproeven betrokken zijn, in eigen beheer getest worden.

Voortzetting van de proef met historische gegevens van een koelhuiscomplex met meer lokaties (Coöperatieve Tuinbouwveiling Zeeland te Kapelle). Deze proef wordt voortgezet zodra het onderzoek met betrekking tot de "meer-lokatie optie" voldoende is gevorderd.

Publiciteit

Zodra het systeem BEWAARPLANNER de vereiste functionaliteit bezit is het opportuun om hierover inhoudelijk te publiceren. Naar verwachting wordt gedurende deze periode een beschrijvend artikel over BEWAARPLANNER aan enkele vakbladen aangeboden. Een wetenschappelijk artikel over het systeemontwerp, met name de plangenerator, zal vervolgens aan een geschikt tijdschrift worden aangeboden.

¹ Een cel die bij de uitvoering van het plaatsingsplan in fase 1 niet of niet voldoende gevuld is, kan aan de cellen van fase 2 toegevoegd worden en daarmee alsnog een meervoudige bestemming krijgen.

² Een combinatie van twee of meer rassen is toegelaten wanneer bij gecombineerde bewaring geen ongewenste ethyleneffecten optreden en wanneer de gewenste bewaaromstandigheden van betrokken rassen voldoende met elkaar overeenkomen.

ONTWIKKELING VAN EEN DSS VOOR HET TRANSPORT VAN MENGLADINGEN

J.W.P.M. Vogels, M.F.M. Janssens, R.G. Bons

A. VERSLAG OVER TWEEDE HELFT 1993

Probleemstelling

De planning van het transport van gemengde ladingen is een complex proces, niet alleen door de veelheid van factoren die een rol spelen, maar ook doordat discrete processen (belading) en continue processen (klimaat, produktkwaliteit) in principe niet gescheiden kunnen worden. Dit probleem vergt een systematische aanpak, waarbij door een combinatie van modelvorming op het gebied van belading, klimaat en produktkwaliteitsimulatie, distributie en concrete experimenten, oplossingen berekend kunnen worden. De oplosmethoden moeten worden gecombineerd in een Decision Support System (DSS) dat exporteurs kan ondersteunen bij de planning van hun dagelijkse transporten.

Doelstelling

Voor het oplossen van het planningsprobleem is gekozen voor het combineren van ontwikkelde modules in één DSS. De berekende oplossing voldoet daarbij aan de doelstellingen die een exporteur zich gesteld heeft. Een aantal van deze doelstellingen luiden:

- voldoe aan de eisen van de klant(en);
- zorg voor een zo hoog mogelijke bezettingsgraad van de containervloot;
- zorg ervoor dat de afleverkwaliteit van de produkten zo hoog mogelijk is;
- minimaliseer de kosten van export.

Verslag van de werkzaamheden

Verbetering routeplannings algoritme

De bestaande routeplanning in het prototype van het DSS kenmerkte zich door zijn onvoorspelbare gedrag. Deels kwam dit door de gebruikte algoritme. Dit algoritme werd gevormd door een "random search" methode aangevuld met een objectfunctie waarin kosten en baten tegen elkaar afgewogen werden. Deze random search methode werd gevoed door de standaard random generator die in C beschikbaar is. Deze blijkt twee nadelen te hebben. Als eerste is de verdeling van de toevalsgetallen niet gelijk verdeeld. Het tweede punt is dat het proces niet reproduceerbaar. Om deze beide punten te ondervangen is gebruik gemaakt van een in de literatuur beschreven en in de praktijk veel

gebruikte generator die beide nadelen niet heeft.

Daarnaast is ook een tweede algoritme toegevoegd aan de route planning, "thresholding" genaamd. In tegenstelling tot de random search methode zoekt dit algoritme telkens naar de stap die de grootst mogelijke verbetering van de objectfunctie geeft.

Als laatste is er door een beter databeheer een enorme snelheidswinst geboekt. Deze winst bedraagt maar liefst zo'n 1000%. Concreet betekent dit dat een routeprobleem met 40 locaties nu in 20 à 30 seconden opgelost kan worden.

Drie-dimensionaal beladen met randvoorwaarden

Om meer flexibel te zijn met bestelhoeveelheden, moet een beladingsroutine ontwikkeld worden, die het mogelijk maakt om vooraf opgegeven hoeveelheden producten te stapelen op diverse formaten pallets. Hiervoor zijn eisen opgesteld en een functioneel en technisch ontwerp gemaakt. Daarnaast is er een aanzet gegeven tot het programmeren van de routine.

Simulatie van het containerklimaat

Voor het voorspellen van de kwaliteit van verse producten na bewaring of transport met behulp van kwaliteitsverloopmodellen is informatie nodig over het temperatuurverloop in de opslagruimte tijdens het bewaarproces. Hiervoor is een eerste versie van een simulatiemodel ontwikkeld, waarbij het temperatuurverloop op elke plaats in de container berekend wordt aan de hand van produkteigenschappen, informatie van de koelinstallatie en gekoelde ruimte en het opgelegde luchtstromingspatroon.

B. PUBLIKATIES

- Ir. Jan W.P.M. Vogels en Ir. Matt F.M. Janssens, 1993. Development of a Decision Support System for Distribution of Mixed Loads. Proceedings COST '94 Workshop Leuven 1993.

Presentaties:

- Development of a DSS for distribution of mixed loads, COST '94 Workshop, Leuven, 15-16 sept, Katholieke Universiteit Leuven.
- Een intelligent multi-period, multi-client transportplanningssysteem voor incompatibele deelladingen. 29 november, Seminar ATO-Systeemkunde, IAC Wageningen

C. WERKPLAN EERSTE HELFT 1994

Intelligente klimaatregeling van gekoelde ruimten

Voor het eerste half jaar van 1994 wordt gezocht naar versnellingen en verbeteringen in de robuustheid van de algoritmen. Deze komen de bruikbaarheid en de betrouwbaarheid van het DSS ten goede. Daarnaast zal gezocht worden naar een praktijk case, om het DSS te verifiëren en te kalibreren. Een mogelijke uitkomst van de case kan zijn dat de functionaliteit van het DSS uitgebreid of aangepast moet worden.

VERPAKKEN VAN GROENTEN EN FRUIT

R.G. Evelo

A. VERSLAG TWEEDE HELFT 1993

Probleemstelling

Een bijzondere toepassing van een verpakking is het creëren van een gunstig microklimaat rond het produkt bij zgn. Modified Atmosphere (MA) verpakking. Bij dit type verpakking is het produkt door een dunne folie van het buitenklimaat afgescheiden. Hierdoor kunnen de O₂- en CO₂-concentraties in de verpakking wijzigen. Het ontstaan van dergelijke gewijzigde gassamenstelling levert grote kwaliteitsvoordelen voor bv. broccoli en appels. De probleemstelling specifiek voor de MA-verpakking luidt : welke folie is het meest geschikt bij een bepaalde afzetketen gelet op de produktkwaliteit, milieubezwaren van de verpakking, etc.

Doelstelling

Door de interactie van het produkt met de verpakking en het klimaat te onderzoeken kunnen verbeterde verpakkingsconcepten worden geformuleerd. Hiervoor worden de verschillende aspecten van het produkt en de verpakking elk afzonderlijk en in combinatie onderzocht. Het onderzoek richt zich op het voorspellen van de gasconcentraties in een gesloten verpakking en de beïnvloeding van enkele kwaliteitskenmerken zoals stevigheid en verkleuring. Er wordt gezocht naar het volledig vervangen van pvc rek-wikkelfolie in MA-toepassingen en verdere optimalisatie van produktkwaliteit voor met name broccoli en Elstar appels.

Fasering

De structuur van dit project volgt de hieronder beschreven lijn. Bij aanvang van het project is begonnen met het ontwerpen en bouwen van een onderzoeksofstelling speciaal gericht op MA-verpakkingen. Tegelijkertijd is aan de hand van produktproeven de gewenste gassamenstelling voor Elstar appels tijdens korte bewaring bepaald. Vorig jaar is ook broccoli in de proefopzet meegenomen en zijn diverse verpakkingsvarianties getoetst. Parallel hieraan wordt een computermodel ontwikkeld dat de gassamenstelling in de verpakking kan berekenen (het MA-model).

Hiervoor worden appels en broccoli als testprodukten genomen. In 1993 is dit uitgebreid met tomaten.

Voor de tweede helft van 1993 stonden de volgende activiteiten gepland:

- Uitvoering van broccoli verpakkingsexperimenten, waarbij de geelverkleuring moet worden geremd en condensvorming moet worden voorkomen.
- Het implementeren van een nieuw respiratiemodel in het MA-computermodel.
- De ademhalingsgegevens van tomaten gemeten in het eerste half jaar worden verwerkt en gebruikt bij de modelontwikkeling.
- Het model wordt aan de experimenten in de modelverpakkingen getoetst. Deze experimenten zijn uitgevoerd met tomaten en Elstar appels.
- Bestudering van het temperatuurafhankelijke gedrag van een MA-verpakkingssysteem.

Verslag van de werkzaamheden

Broccoli

Broccoli is de groente waarbij duidelijke positieve effecten van een MA-verpakking zijn te signaleren. Het MA-klimaat remt het vochtverlies en de vergeling. Het is bekend dat een verhoogde CO₂-concentratie de geelverkleuring van broccoli remt. Het optimum ligt in het interval 8-10%^[1]. Boven de 10% treedt smaakbederf op.

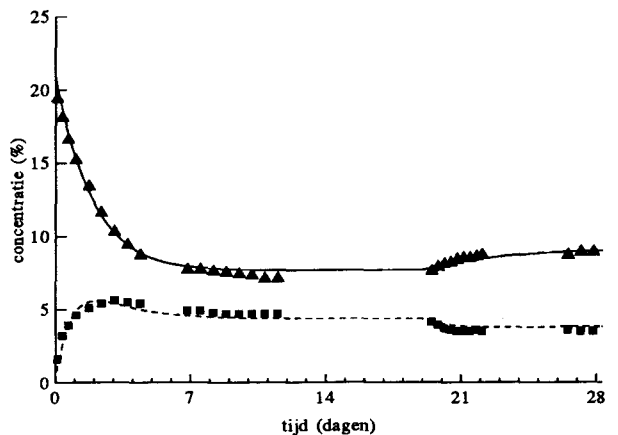
In 1992 zijn experimenten met verschillende verpakkingvarianties (krimpfolie; rek-wikkelfolie; pulptray) met Crown broccoli uitgevoerd. Deze resultaten laten zien dat een combinatie van de rek-wikkelfolie met een pulptray duidelijk positieve effecten oplevert t.a.v de remming van de geelverkleuring en het voorkomen van condensvorming. Deze experimenten zijn nu herhaald met gewone broccoli. Er zijn verschillende verpakkingsopties geselecteerd om zo een range van CO₂-concentraties in de verschillende verpakkingen te krijgen. Deze CO₂-concentraties dienen bijvoorkeur iets hoger te liggen tov de vorige experimenten met Crown broccoli. Dit zou de remming van de geelverkleuring nog verder ten goede moeten komen. Deze experimenten zijn gepland en laten het verwachte beeld zien:

- De geelverkleuring bij broccoli wordt net als bij de Crown broccoli beter geremd in de pe rek-wikkelfolie om een pulptray verpakking t.o.v de huidige commerciële verpakking.
- Bij een verdere verlaging van de CO₂-permeabiliteit van het verpakkingsopties stijgt de CO₂-concentratie in de verpakking en wordt de geelverkleuring sterker vertraagd.
- Bij de broccoli verpakt op de pulptray treedt geen noemenswaardige condensvorming op.

Het MA-model

- Bouw van het model

In het MA-model zijn de recente ontwikkelde inzichten betreffende de ademhaling van groente en fruit producten geïmplementeerd. De ademhalingsgegevens van de experimenten met appels en tomaten, zoals die zijn uitgevoerd in het kader van



Figuur 1: O₂ (▲) en CO₂ (■) concentraties in een appelverpakking. Temperatuur t/m dag 17 is T=18°C daarna 8°C.

dit project, zijn hierbij gebruikt. Dit heeft tot gevolg dat de voorspellende waarde van het model toeneemt, met name bij MA-condities waarin relatief hoge O₂-concentraties voorkomen (vb commerciële appel- en broccoliverpakkingen). De anaërobie ademhaling (bij zeer lage O₂-concentraties) is vooralsnog niet in dit MA-model opgenomen.

Het gedrag van dit gewijzigde model is weer gevalideerd op de reeds beschikbare MA-gegevens en op nieuwe, dit half jaar verzamelde data van elstar appels en tomaten in de modelverpakkingen. Het model vertoont zeer goede overeenstemming met de gemeten situaties.

De temperatuursafhankelijkheid van de ademhaling en het verpakkingsmateriaal zijn in deze versie geïmplementeerd. Het model is nu in principe in staat het gedrag van MA-verpakking met variërende temperaturen te beschrijven. Dit zal in de toekomstige tijd worden gevalideerd en zo nodig verder in detail worden uitgewerkt. Er zijn met Elstar appels in de door het ATO-DLO ontworpen modelverpakkingen experimenten met wisselende temperaturen uitgevoerd. Figuur 1 laat de goede overeenstemming van het model met de praktijk zien.

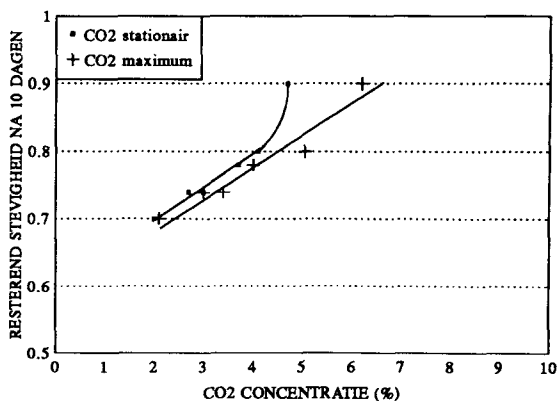
- Toepassingen van het model

Het MA model wordt momenteel gebruikt bij de opzet van diverse verpakkingsexperimenten en verhoogt daarmee de effectiviteit van deze experimenten. Dit houdt in dat de dimensionering van het experiment (massa produkt, volume en inhoud van de verpakking en de keuze van het verpakkingsmateriaal) mede tot stand komt op basis van berekeningen vooraf met het model.

Hiernaast kan het MA-model gebruikt worden voor het vaststellen

van de gewenste specificaties van het verpakkingsfolie. Hiervoor moeten dan gevoeligheidsanalyses ten aanzien van de produkt- en de materiaalspreiding worden uitgevoerd.

Gedurende dit project zijn diverse malen korte CA-experimenten met Elstar appels uitgevoerd om de relatie tussen de gassenstelling en het verloop van de stevigheid te onderzoeken. In een aantal verpakkings-experimenten is, zoals al eerder gerapporteerd, ook de relatie tussen deze twee grootheden vastgelegd. Op het



Figuur 2: resterend stevigheid van elstar appels na 10 dagen in MA verpakking. □ stevigheidsverloop tegen stationaire CO₂ concentratie. + resterend stevigheid tegen maximale CO₂ concentratie.

eerste gezicht leek het effect van de gassenstelling op het stevigheidsverlies niet volledig overeen te komen tussen de CA-experimenten en de MA-experimenten. In de CA-experimenten was een duidelijk positief effect op het verlies van de stevigheid waarneembaar tot CO₂ concentraties van 10% terwijl in MA-verpakkingen dit effect al bij CO₂-concentraties van 2-4% volledig afvlakte.

Vanwege dit verschil zijn er uitvoerige berekeningen met het MA-model uitgevoerd. Tot op heden was de aanname dat het effect van de gassenstelling op deze kwaliteitsfactor voldoende nauwkeurig met de gassenstelling in de stationaire toestand kan worden beschreven. Uit deze studie volgt dat het dynamische gedrag van de gassenstelling in een MA-verpakking een grote invloed heeft op het verloop van de stevigheid van de appel. Figuur 2 laat het verschil tussen deze relaties zien: het stevigheidsverlies gebaseerd op de stationaire toestand (□) en de non-stationaire toestand (+). Uit fig 2 kunnen we concluderen dat de non-stationaire toestand van de gassenstelling een significante bijdrage heeft op het verloop van de stevigheid van de appel.

Resultaten

Een MA-verpakking voor Elstar appels heeft een positief effect op het stevigheidsverlies van deze appels. De huidige MA-verpakking met 6 appels op een pulp-tray zoals aangetroffen in enkele winkels, kan verbeterd worden door een ander rek-wikkelfolie te kiezen met een lagere CO₂-permeabiliteit. Dit kan men berekenen door een iets dikker folie van hetzelfde materiaal te selecteren.

Broccoli verpakt op een pulptray, omwikkeld met een pe rek-wikkelfolie, is een betere verpakking dan de pvc gewikkelde verpakking. Dit is gebaseerd op het onderzoek uitgevoerd in het kader van dit project waarbij het kleurverloop als de kwaliteitsparameter is gebruikt.

B. PUBLIKATIES

Bijdrage in de vorm van een lezing met als titel Modelling modified atmosphere systems; op COST '94 Post-harvest treatment of fruits and vegetables "Systems and operations for post-harvest quality" Leuven, Belgium 15-16 september 1993.

C. WERKPLAN EERSTE HALFJAAR 1994

De werkzaamheden voor 1994 omvatten:

- diverse technische verbeteringen van het MA model. Dit zal het bedieningsgemak en de rekensnelheid van het model ten goede komen.
- modelstudie naar de gewenste specificaties van verpakkingsfolie voor broccoli.
- CA-respiratie metingen aan asperges.
- verpakkingsexperimenten met asperges.
- gasverpakkingsexperimenten met Elstar appels.
- vakbladartikel met de appelexperimenten

CBA EN INWENDIGE EN UITWENDIGE KWALITEIT VAN GROENTE EN FRUIT

A.A. Hulzebosch

A. VOORTGANG TWEDE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

Bij de beoordeling van verse groente en fruit bestaat op verschillende plaatsen in de afzetketen behoefte aan een automatische klassificatie. Een optisch systeem kan dit voor wat betreft de visuele beoordeling voor zijn rekening nemen. Hierdoor kan objectief en in veel gevallen snel (en dus kostenbesparend) worden gemeten en geklassificeerd.

Doel

Dit onderzoeksproject richt zich op de toepassing van Computer Beeld Analyse bij de beoordeling van de kwaliteit van groente en fruit (vers). Onderzocht wordt of deze techniek met succes kan worden toegepast bij verschillende produkten. De nadruk zal worden gelegd op de ontwikkeling van methoden om bepaalde kwaliteitsparameters objectief te kunnen meten en het ontwikkelen van klassificatiemethoden om aan de hand van de verkregen meetresultaten een indeling in kwaliteitsklassen te bewerkstelligen.

Fasering

1993:

Detectie van verschillende kleuren op witlof om oppervlakken te kunnen meten.

Ontwikkeling van software om m.b.v. een klassificatiemethode grenzen tussen verschillende kleuren automatisch te kunnen berekenen.

Meten van pitlengte van witlof m.b.v. röntgentechnieken.

Het maken van opnamen van komkommers om verschillen in kleur te kunnen detecteren.

1994:

Ontwikkeling van systeem voor klassificatie van komkommers op basis van kleurverschillen.

Patroonherkendend optisch systeem voor klassificatie met automatische kenmerkselectie.

Verslag werkzaamheden

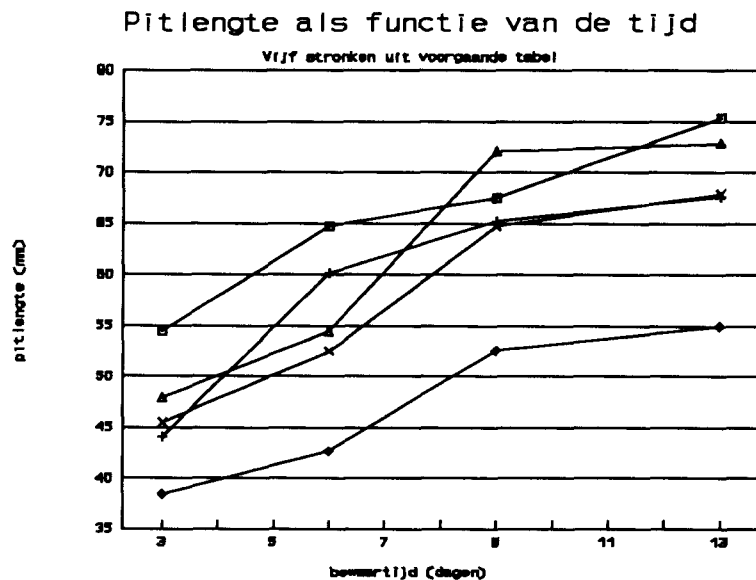
Witlof onderzoek

Op het oppervlak van witlof komen gebieden met uiteenlopende kleuren voor. Een gezonde witlof heeft voor het grootste deel een witte kleur. Daarnaast komen er allerlei verkleuringen voor zoals groen-, rood-, en bruinverkleuring. Om de visuele kwaliteit van witlof te beoordelen is het gewenst het oppervlak van de verschillende kleuren objectief te kunnen vaststellen. Hiervoor is software geschreven om dit op een gebruikersvriendelijke manier te kunnen bepalen. Elk beeldpunt wordt m.b.v. een classificatiemethode ingedeeld in een van te voren vastgestelde kleurklasse b.v. wit, bruin, rood of groen. De gebruiker geeft van te voren met de muis een paar punten aan die een witte, een groene, een bruine of een rode kleur hebben. De grenzen tussen de kleurklassen worden door het classificatiealgoritme berekend aan de hand van deze ingevoerde leerverzameling. Indien het resultaat volgens de gebruiker bevredigend is kan de grootte van het oppervlak worden berekend. Om het gehele oppervlak in beeld te brengen moeten twee opnamen worden gemaakt van de witlof van verschillende kanten.

In het tweede halfjaar van 1993 zijn opnamen gemaakt van witlof. In samenwerking met H. Peppelenbos zijn opnamen gemaakt van witlofstronken die onder 24 verschillende bewaarcondities werden bewaard. Met CBA werden opnamen gemaakt van de pit met röntgentechniek. Bovendien werden opnamen gemaakt met de kleurencamera van het oppervlak. Met de röntgenopnamen konden de afmetingen van de pitlengte worden gevolgd in de tijd omdat steeds dezelfde stronken werden opgenomen. Zodoende kon de groeisnelheid worden bepaald onder verschillende bewaarcondities. In onderstaande tabel is de groeisnelheid en het percentage groei berekend t.o.v. de derde dag van bewaring. De witlof is bewaard bij 20% zuurstof en 0% kooldioxide.

lengte op 3e dag (mm)	dag 6		dag 9		dag 13	
	groei-snelheid (mm/-dag)	percen-tage-groei	groei-snelheid (mm/d-ag)	percen-tage groei	groei-snelheid (mm/d-ag)	percen-tage groei
38	1.4	11	2.4	37	1.7	43
44	5.4	36	3.5	48	2.3	53
45	2.3	15	3.2	42	2.2	49
48	2.2	14	4.0	50	2.5	52
54	3.5	19	2.2	24	2.1	38

De gegevens van de tabel worden grafisch weergegeven in onderstaande figuur.



Afbeelding 11

Behalve met H. Peppelenbos werd samengewerkt met het witlofonderzoek van S. Schouten. Hierbij werden opnamen gemaakt van het oppervlak van de witlof. Het percentage bruin- en zwart verkleuring en het percentage groen- en geel verkleuring werd gemeten t.o.v. het totale oppervlak.

Deze meetgegevens zijn nog niet verwerkt; dit zal het komende halfjaar worden gedaan.

Een probleem bij de kleuropnamen is het ijken en standaardiseren van de belichting. De belichtingsomstandigheden zijn niet constant in de tijd zodat voor elke serie opnamen er opnieuw moet worden gecalibreerd. In de toekomst zal dit worden geautomatiseerd.

Onderzoek aan komkommer

Er zijn kleuropnamen gemaakt van komkommers met verschillende kleuren variërend van geel tot donkergroen. Van het oppervlak werden histogrammen gemaakt voor de drie verschillende beelden waaruit een kleurenbeeld is opgebouwd: rood, groen en blauw. De histogrammen bleken duidelijke verschillen te vertonen, zodat onderscheid tussen de verschillende klassen mogelijk is op grond van karakteristieke waarden van het histogram per kleurenbeeld zoals gemiddelde grijswaarde en meest voorkomende grijswaarde etc.. De meetgegevens zijn nog niet geheel verwerkt zodat de uiteindelijke classificatieresultaten nog niet

beschikbaar zijn. Het is, gezien de eerste resultaten van kleurmetingen, niet nodig om speciale filters te gebruiken om speciale delen van het spectrum te onderzoeken.

Ook hier echter is er het probleem van de calibratie van de kleuren. Voor het ontwikkelen van een meetsysteem om komkommers in te delen in kleurklassen zal de belichting in de tijd constant moeten zijn zodat de klassificatie objectief blijft.

Vlekkenonderzoek

Er is geïnventariseerd hoe verschillende soorten vlekken op producten kunnen worden bepaald. Omdat ieder produkt specifieke soorten vlekken heeft is met name een viertal groentesoorten bekeken: tomaat, komkommer, witlof en paprika.

Het belangrijkste kenmerk van een vlek is het kleurverschil met de omgeving. Uiteraard is dit onderscheid in het ene geval kleiner dan in het andere maar het ligt voor de hand om hier in eerste instantie gebruik van te maken.

Het maken van onderscheid tussen soorten vlekken op basis van afmeting is in bijna alle gevallen onmogelijk omdat de meeste vlekken kunnen voorkomen van groot tot klein en in allerlei vormen.

Soms kan op basis van kleur of textuur onderscheid worden gemaakt maar dat geldt niet voor alle vlekken om dezelfde reden als hierboven.

Soorten vlekken

Kleurvlekken die zijn ontstaan tijdens de teelt (door b.v. te weinig of te veel zon), komen voor bij tomaat, komkommer, paprika en witlof.

Vlekken t.g.v. rot. Deze ontstaan meestal tijdens de bewaring en zijn donker van kleur.

Bacterie- en schimmelplekken. Deze komen in zeer uiteenlopende variëteiten voor van wit tot bruin en in allerlei vormen.

De meest voorkomende vlekken bij vier groentesoorten:

tomaat:

- ongelijkmatige kleuring zoals groenkragen rondom het steeltje die later geel worden.
- vergroeiingen, bruine kurkachtige plekken

witlof:

- bruin- en roodverkleuring, bruinverkleuring komt vooral langs de randen van bladeren voor maar ook als geïsoleerde vlekken. Roodverkleuring begint met kleine puntjes om vervolgens uit te groeien tot grotere vlekken
- rot, zwarte of bruine vlekken.

paprika:

- brandvlekken, zilverkleurige vlekken
- neusrot, bruine of zwarte vlekken aan de neus

komkommer:

- kleurvlekken, lichte plekken veroorzaakt door teeltomstandigheden, hoge bewaar temperatuur of ethyleen.
- schimmelplekken aan de steel

Belangrijk is verder op te merken dat een bladgroente als sla een geheel andere benadering vraagt dan tomaat, paprika, witlof en komkommer omdat sla geen convex oppervlak heeft waardoor schaduwen tussen de kropbladeren ontstaan en er bovendien niet tussen de bladeren kan worden gekeken. Verder is het oppervlak van de bladeren vaak erg bobbelig. Deze eigenschappen maken de visuele beoordeling van sla zeer moeilijk. Wel kan de kleur van het snijvlak worden bepaald en misschien de aanwezigheid van een gele of bruine rand aan de bladeren.

Acquisitie

Om vlekken te detecteren zal in eerste instantie op kleurverschil moeten worden gelet. Om dit goed te kunnen doen zal een soort standaardkleurenijking moeten worden ontwikkeld zodat onder zo gelijk mogelijke omstandigheden kan worden waargenomen op verschillende tijdstippen. Van groot belang is verder dat het gehele oppervlak van het produkt kan worden bekeken en gemeten kan worden. De vraag is hierbij hoe kan het gehele 3D oppervlak worden afgebeeld op een 2D beeld zodat het kan worden geanalyseerd. Voor een operationeel systeem is ook het mechanische aspect zeer belangrijk; dit maakt het mogelijk om de beelden te leveren die tot 1 2D beeld moeten worden samengevoegd.

Confrontatie met de voorgenomen fasering

Geen afwijking.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. PLANNING EERSTE HALFJAAR 1994

Aanpak

De gegevens van de kleurmetingen van de komkommer zullen verder worden geanalyseerd. Indien nodig zullen aanvullende metingen worden gedaan. De verkregen data zullen worden bewerkt en met statistische klassificatie zal getracht worden om de klassificatie in overeenstemming te brengen met de indeling volgens experts. Ook neurale netwerken kunnen hiervoor worden gebruikt.

Er zullen kleuropnamen worden gemaakt van spruitkool. De nadruk zal liggen op de detectie van geel- en bruinverkleuring. Dit zal in samenwerking met het onderzoek van S.P. Schouten worden uitgevoerd.

Tenslotte zullen de gegevens van de witlofmetingen worden geanalyseerd. Gekeken zal worden naar de overeenkomsten en verschillen tussen de CBA-waarnemingen en de menselijke beoordeling van de kleur van de witlofkrop. Bovendien zal worden nagaan of er bij veilingen behoefte is aan een systeem om de visuele kwaliteit van witlof met CBA te meten. Om de visuele kwaliteit te kunnen bepalen wordt de lengte, breedte en groen-, rood en bruinverkleuring gemeten.

Fasering

In de periode januari-mei zullen opnamen worden gemaakt van spruitkool. Eind februari zullen de gegevens zijn verwerkt van komkommersmetingen van het afgelopen halfjaar. Indien dit nodig is zullen daarna aanvullende opnamen van komkommer worden gemaakt. Eind mei zijn de gegevens van de kleurmetingen aan witlof verwerkt. Bovendien zal ontwikkelde software worden geïntegreerd in een prototype sorteersysteem. Voorbeeld producten hiervoor zijn: witlof, komkommer en spruitkool.