

**Voortgangsrapportage
ATO-Onderzoekprogramma Groenten
en Fruit tweede halfjaar 1992**

Dr. W.M.F. Jongen,
programmaleider

ato-dlo



Voortgangsrapportage

ATO-Onderzoekprogramma Groenten en Fruit

tweede halfjaar 1992

Wageningen, april 1993
Dr. W.M.F. Jongen, programmaleider

INHOUD	Pag.
1. Kwaliteit tomaat (H.C.P.M. van der Valk)	3- 8
- Stevigheid tomaat	3 - 6
- Meligheid tomaat	6 - 7
- Houdbaarheid tomaat	7 - 8
2. Effecten van licht en lage temperatuur tijdens bewaring, inclusief chlorofylfluorescentie, van voedingstuinbouw- produkten (O. van Kooten)	9 - 13
3. Climacterische vruchten en CA-bewaring (P.A.M. Claassen)	14 - 15
4. CA-bewaring van groenten en fruit (S.P. Schouten)	19 - 23
5. Voedselveiligheid en smaak	24 - 30
- Glycoalkaloiden in nachtschaden (E.A.J. Keukens)	24 - 25
- Detectie en bestrijding van bederfveroor- zakende micro-organismen (L.G.M. Gorris)	26 - 34
- Onderzoek naar het gebruik van kwaliteitsas- pecten van verse en verwerkte plantaardige grondstoffen (C. van Dijk)	35 - 36
- Chemische en sensorische analyse van smaak- componenten in verse paprika (P.A. Luning)	37 - 43
6. Voedselveiligheid en smaak (A. van Amerongen)	44 - 46

7.	Verpakkingen	
-	Afbreekbare coatings en folies (J.M. Vereijken)	47 - 49
-	Modelleren van de invloed van O ₂ en CO ₂ op groente (H.W. Peppelenbos)	50 - 53
-	MA-modellering op het verpakkingsniveau van de doos (R.G. Evelo)	54 - 57
8.	KVM Groente & Fruit (L.M.M. Tijskens)	58 - 61
9.	DSS Strategische planning (R.A.C.M. Broekmeulen)	62 - 64
10.	Ontwikkeling van een DSS voor mengladingsen (M.F.M. Janssens)	65 - 67
11.	CBA en uitwendige en inwendige kwaliteit van groenten en fruit (A.A. Hulzebosch)	68 - 70

KWALITEIT TOMAAT

H.C.P.M. van der Valk

Stevigheid tomaat

A. VERSLAG TWEEDE HALFJAAR 1992

Probleemstelling

Tijdens de verzachting van tomaat wordt het pectine in de celwanden afgebroken. Hierdoor verliest de celwand zijn stevigheid en wordt het vruchtwefsel zacht. Pectine-afbekende enzymen zijn verantwoordelijk voor deze afbraak. De *in vitro* gemeten activiteit van deze enzymen is echter zo hoog dat deze in staat is alle in de vrucht aanwezige pectine binnen enkele uren af te breken. Het is mogelijk deze hoeveelheid enzym in tomaten sterk te verlagen met behulp van moleculair biologische technieken. Tomaten met een zeer geringe hoeveelheid pectine-afbrekend enzym worden echter toch zacht. Klaarblijkelijk is er in de tomaat een regulatiemechanisme dat de pectine-afbraak biochemisch, op celwandniveau, stuurt. Specifieke kennis van zo'n regulatiemechanisme maakt het mogelijk maatregelen te nemen om het verzachtingsproces beter te controleren en te vertragen.

Er is een glycoproteïne in tomaat aangetoond (zie verslag eerste helft van 1992), dat mogelijk deze regulerende functie vervult. Dit eiwit wordt nu nader gekarakteriseerd om het verzachtingsproces beter te doorgronden. Voor het onderzoek is het noodzakelijk over tomaten te kunnen beschikken die sterk verschillen in stevigheid. Er is daarom in de verslagperiode geprobeerd om met veranderde gascondities tomaten met verschillende stevigheid te maken.

Verslag van de werkzaamheden tweede helft 1992

Het in de vorige verslagperiode geïsoleerde eiwit is verder gezuiverd en nader gekarakteriseerd. Het bleek dat het alle kenmerkende eigenschappen heeft van een lectine. Dit zijn glycoproteïnen met specifieke kleef eigenschappen. Dit zou de mogelijk regulerende rol van het eiwit bij de pectine-afbraak goed kunnen verklaren. Het eiwit (convertor genoemd) kan dan immers goed het pectineafbrekende enzym aan de pectine-moleculen in de celwand binden waar het zijn werk moet doen. De convertor activeert het enzym *in vitro* (Fig 1).

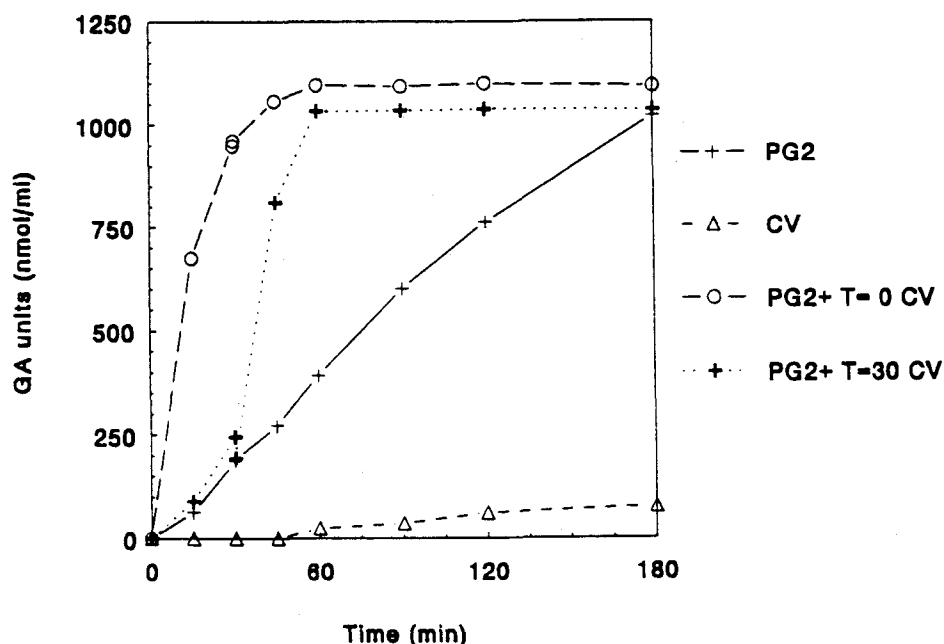


Fig.1. Effect van het toevoegen van CV op de pectine-afbrekende activiteit van PG2 in vitro.

De convertor (CV) zelf heeft geen pectine-afbrekende activiteit (GA units/ml). De activiteit van het enzym (PG2) wordt sterk gestimuleerd na toevoegen van de convertor (tijdstip 0 en na 30 minuten).

De hypothese, dat de convertor een rol zou spelen bij de regulatie van het pectine-afbrekend enzym, is dus verder bevestigd.

Door tomaten te bewaren onder veranderde gascondities (MA-condities) is het mogelijk de verzachting te remmen of zelfs volledig te blokkeren. Zo zijn rode, ronde tomaten onder normale atmosferische omstandigheden gemiddeld 10 dagen houdbaar (Fig 2). Als de tomaten worden bewaard in een aangepaste container blijven ze stevig zolang ze van de buitenlucht zijn afgesloten (gesloten rondjes). Als de container wordt geopend treedt na enige tijd de normale verzachting weer op. Behalve de mogelijkheid tomaten op deze manier langer stevig te houden en dus beter te kunnen bewaren, is dit een methode om tomaten met verschillende mate van stevigheid te krijgen voor het onderzoek naar de regulatie van de verzachting.

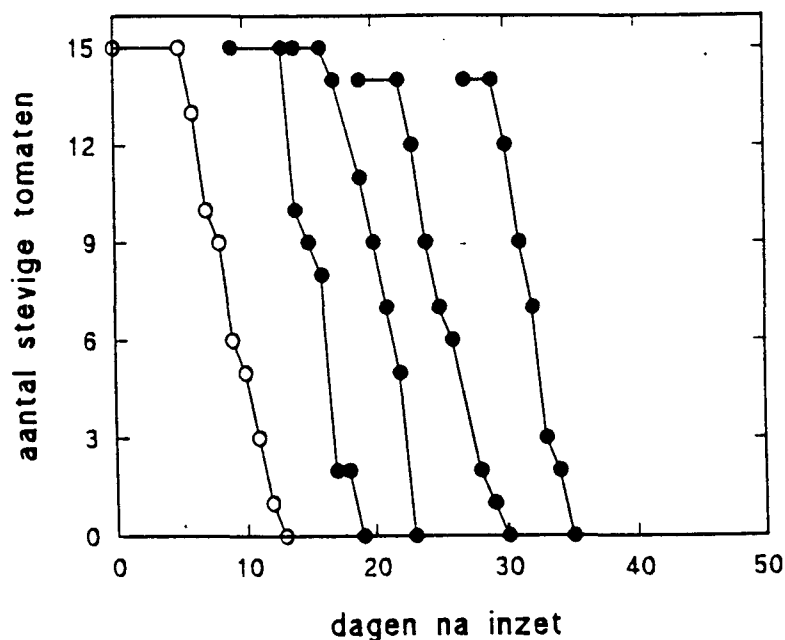


Fig. 2. Het aantal stevige vruchten na MA-bewaring tot 28 dagen (gesloten rondjes).

Het uitvoeren van deze experimenten heeft ertoe geleid dat het meten van de osmotische waarde, geleidbaarheid en turgorpotentiaal een lagere prioriteit heeft gekregen.

De in weefselkweek groeiende stukjes callus en celsuspensies van tomatenvruchtwefsel zijn, na aanpassingen aan het groeimedium, uitgegroeid tot een omvang die voldoende is voor het doen van metingen van pectine-afbrekende enzymactiviteit.

B. PUBLIKATIES

Monic.M.M. Tomassen and H.C.P.M. van der Valk. Purification and characterization of polygalacturonase convertor in tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* L.). Poster 8th Congress of the FESPP, August 23-28, 1992 Antwerpen, Belgium. nr 354.

C. WERKZAAMHEDEN 1993

Fasering eerste helft 1993

De rol van de convertor bij de regulatie van de pectine-afbraak wordt onderzocht door *in vitro* de binding met het enzym te bestuderen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van gezuiverd enzym en convertor eiwit, maar ook van cellen in weefselkweek (celsuspensie en calluscultuur). De diverse isoenzymen PG1, PG2 en PGx worden met behulp van gelelectroforese gescheiden en in natieve vorm op pectine-afbrekende activiteit getest. Het effect van de convertor op de stabiliteit wordt zichtbaar gemaakt. De specifieke gevoeligheid voor hoge temperaturen van de verschillende isoenzymen wordt getest om de hypothese verder te ondersteu-

nen.

De effecten van calcium, zuurgraad, polyamines en andere stevigheidsbepalende factoren worden hierbij onderzocht. De verschillende vormen van het pectine-afbrekend enzym worden geïnventariseerd.

Het convertor-eiwit wordt verder gezuiverd om de aminozuurvolgorde en vervolgens de DNA-sequentie te kunnen bepalen en er worden antilichamen opgewekt.

Meligheid tomaat

A. VERSLAG TWEEDE HELFT 1992

Probleemstelling

Meligheid bij tomaten is een kwaliteitsprobleem, dat vooral bij de vleestypen voorkomt. Meligheid is slechts met sensorische testen waar te nemen. Er zijn geen andere detectiemethoden beschikbaar. In samenwerking met het Proefstation in Naaldwijk zijn methoden in ontwikkeling om meligheid te toetsen. Om gericht naar methoden te kunnen zoeken wordt fundamenteel onderzoek verricht naar het verschijnsel meligheid, waarbij microscopische en biochemische technieken worden gebruikt.

Verslag van de werkzaamheden tweede helft 1992

De celwandsamenstelling van melige en niet-melige vleestomaten is verder onderzocht. De hoeveelheid alcohol-onoplosbaar produkt is in de zeer melige cultivar FORTO significant hoger dan in niet-melige tomaten (zie tabel). Ook melige DOMBITO's hebben relatief veel celwandmateriaal. De verdeling van de verschillende celwandcomponenten pectine, hemicellulose en cellulose is in melige en niet-melige vruchten vrijwel gelijk. Het is mogelijk dat de melige FORTO relatief veel cellulose bevat, hetgeen overeenkomt met de sterkere reactie met de cellulose-specifieke kleurstof (zie verslag 1991).

De polymerisatiegraad van het cellulose van melige en niet-melige tomaten is niet significant verschillend. De polymerisatiegraad neemt voor zowel melige als niet-melige tomaten toe bij het rijp en zacht worden.

De hoeveelheid galacturonzuureenheden in het pectine van melige en niet-melige tomaten is niet verschillend. De hoeveelheid galacturonzuureenheden neemt in melige en niet-melige tomaten even sterk toe tijdens de rijping.

Tabel. Celwandsamenstelling van melige en niet-melige vleestomaten.

		AIS g/kg	Pectine %	Hemicellu- lose %	Cellulose %
Niet melig	TREND (25/2)	7,5	59	20	21
	TREND (27/7)	7,5	46	17	18
	DOMBITO (25/2)	8,1	56	20	22
Melig	DOMBITO (27/7)	9,3	45	17	20
	FORTO (27/7)	13,1	42	17	25

De microscopische waarnemingen die in het verslag over de eerste helft van 1992 zijn beschreven zijn bevestigd en worden uitgewerkt voor een publicatie.

B. PUBLIKATIES

C.J.J. Buddendorf and H.C.P.M. van der Valk. Cell walls and mealiness in beef tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Poster 8th FESPP Congress, August 23-28, 1992, Antwerpen, Belgium. nr 339.

C. WERKZAAMHEDEN 1993

Fasering eerste helft 1993

De resultaten worden verwerkt in een publicatie.

Houdbaarheid tomaat

A. VERSLAG TWEEDE HALFJAAR 1992

Probleemstelling

Gedurende het seizoen 1991 zijn tomaten op de veiling bemonsterd en is de beginstevigheid en houdbaarheid gemeten. Met deze gegevens is een houdbaarheidsvoorspellend model gebouwd. Dit model is in het seizoen 1992 getoetst.

Verslag van de werkzaamheden tweede helft 1992

Tot november zijn elke veertien dagen tomaten op de veiling bemonsterd om de stevigheid en houdbaarheid te bepalen. In december zijn de gegevens van het seizoen 1992 verwerkt en is voor elke monsterdatum de b-waarde berekend. Het verloop van de b-waarde gedurende het seizoen komt overeen met het verloop in 1991. In 1991 is er een maximale waarde voor de b-waarde gemeten begin juni, waarna er een daling optrad, die zich doorzette tot het eind van de bemonsteringsperiode begin december. De b-waarden van 1992 vallen binnen de marges die in 1991 zijn gevonden. De daling van de b-waarde aan het eind van het seizoen is echter minder prominent.

De voorlopige conclusie van de studies naar de mogelijkheden van het gebruik van een houdbaarheidsvoorspellend model voor tomaat, gebaseerd op de stevigheid bij aanvoer op de veiling, is dat variaties in houdbaarheid die gedurende het seizoen optreden goed kunnen worden beschreven met het regressiemodel. De voorspellende waarde van het model voor een partij tomaten op een bepaalde datum is nog onvoldoende omdat er kennis ontbreekt over de invloeden van weersgegevens, groeiomstandigheden en vooral (in toenemende mate) rasverschillen op de stevigheid bij aanvoer. In 1992 is op grote schaal het *Fusarium*-resistente ras Pronto aangevoerd. Het is mogelijk dat de relatief geringe stevigheidsverschillen gedurende het seizoen een rasgebonden eigenschap is. Dit dient nader onderzocht te worden.

De correlaties tussen de weersgegevens en de b-waarden worden voor het seizoen 1992 berekend gedurende de verslagperiode van het eerste halfjaar 1993.

De stevigheids-meting met de tomatometer geeft een nauwkeurig en objectief beeld van de stevigheid van tomaten. De tomatometer is daarom op de veiling getest om stevige en niet stevige partijen bij aanvoer te kunnen onderscheiden. Er is een geautomatiseerde versie gebouwd, die de stevigheid van 15 tomaten tegelijk kan meten. Hiermee kunnen partijen met een onvoldoende stevigheid objectief worden beoordeeld en zonodig gedeclasseerd.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. WERKZAAMHEDEN 1993

Fasering eerste helft 1993

Statische verwerking gegevens 1992; opstellen van houdbaarheids-formules; correlaties weersgegevens en b-waarden.

Eindrapportage.

Begeleiding introductie stevigheidsmeting op de veiling.

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

O. van Kooten

A. VERSLAG JULI TOT DECEMBER 1992

Probleemstelling

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

- * Wat veroorzaakt *lage-temperatuurbederf* (L.T.B.) 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 (L.T.B.) 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 1992 zou worden gewerkt aan de volgende onderwerpen:

- * Verdere statistische uitwerking \ modellering van de L.T.B.-gegevens uit de komkommer (en paprika-proef) van 1991 en rapportage van deze proef.
- * L.T.B.-experimenten gecombineerd met chlorofylfluorescentiemetingen aan de steel en de vrucht van groene paprika's.
- * Oriënterende chlorofylfluorescentie-metingen aan blad en vrucht van appelbomen.
- * voortgang fotosynthese-regulatie van komkommers in relatie tot de senescentie (waarschijnlijk pas in 1993).

Terminologie

- * PSII = fotosysteem II: eiwit complex dat zorgt voor het invangen van licht en voor energie-overdracht van dit licht naar elektronen-transport.
- * 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.

Verslag van de werkzaamheden

Lage-temperatuurbederf (L.T.B.)

* Komkommer:

In de rapportage over de eerste helft van 1992 werd een ondubbelzinnige relatie vermeld tussen L.T.B. in de nabewaring en daling van Fv/Fm tijdens de bewaring. Om de exacte samenhang vast te stellen schoot de reguliere statistiek te kort. Tijskens (kwaliteitsmodellering van groente en fruit) stelde een model op dat goed lijkt te fitten. Het bevindt zich echter nog in een beginstadium.

Bij juiste werking van dit model zou in ieder geval tijdens bewaring de temperatuur kunnen worden gestuurd. Of ook door enkel Fv/Fm-metingen kan worden vastgesteld of een komkommer zodanig is bewaard dat hij al dan niet uitwendige L.T.B. zal vertonen moet nog worden uitgezocht.

* Paprika:

Bij groene paprika's zijn tijdens koude-bewaring Fv/Fm-metingen uitgevoerd, zowel aan de steel als aan de vrucht. Bewaring van paprika's bij 1 à 2°C gaf ongeveer hetzelfde beeld te zien als van komkommers bij 4°C., d.w.z.: de eerste drie dagen bij 1 à 2 °C daalde de Fv/Fm, maar tijdens opwarmen bij 20°C steeg de efficiëntie weer. Na 4 tot 6 dagen kou daalde de Fv/Fm en herstelde zich nog enigszins, maar na 9 dagen kou was de val definitief. 4°C gaf bij paprika nauwelijks L.T.B.

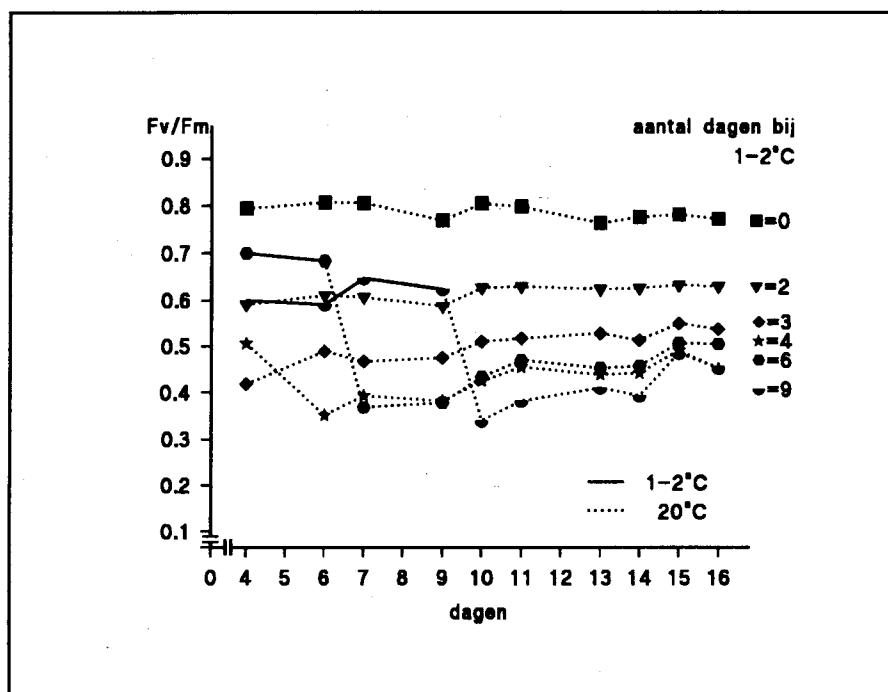
Opvallend was dat de Fv/Fm-metingen aan de steel sterk overeen kwamen met die aan de vrucht (zie grafieken). Ook nu was er een duidelijk verband tussen daling in de Fv/Fm tijdens de bewaring en L.T.B. in de nabewaring. Hieraan zal met het nieuwe model verder moeten worden gewerkt.

Houdbaarheid

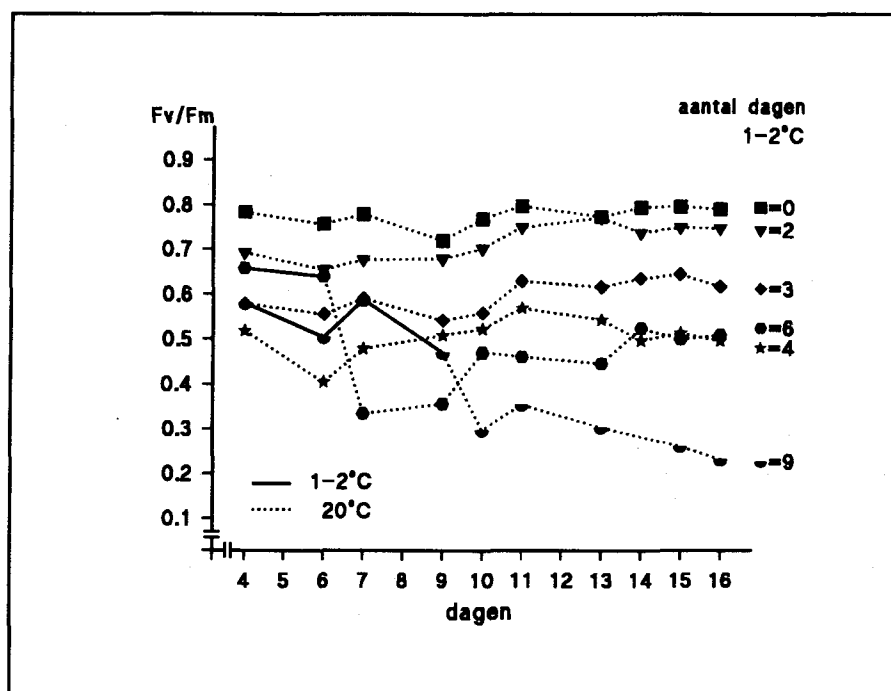
* Appel:

Op het Proefstation voor de Fruitteelt in Wilhelminadorp wordt een proef uitgevoerd met appelbomen (Cox) in vitro, waarbij verschillende temperatuurregiems zijn aangelegd. Oriënterende Φ_2 -metingen lieten een twee maal zo hoge Φ_2 -waarde (fotosynthese) zien voor het blad als voor de vrucht. De komende weken moet blijken of er verschil is tussen vruchten direct voor en na de pluk.

groene paprika vrucht



groene paprika steel



Confrontatie met de fasering

Het onderzoek verloopt over het algemeen naar wens.

- * Rapportage van de komkommer \ paprika L.T.B.-proef 1991 heeft iets vertraging opgelopen daar de reguliere statistische verwerking niet voldoende informatie oplevert (modellering is hier de aangewezen weg). Het rapport zal binnenkort toch worden afgerond. Naast de experimenten uit 1991 worden tevens die uit 1992 (paprika en komkommer) behandeld.
- * Fotosynthese-regulatie van komkommer in relatie tot de senescentie is dit half jaar blijven liggen. Hieraan zal in 1993 worden gewerkt.

Werkplan eerste helft 1993

- * Verifiëren van het L.T.B.-model. In 1991 werden komkommers gedurende 3 perioden bij 6 temperaturen bewaard, waarop steeds een nabewaring van 1 week bij 20°C volgde. Wellicht is behoefte aan meer data tijdens deze nabewaring.
Bovendien moeten de paprika-gegevens nog met dit model worden getoetst.
- * Ethaanmetingen lijken toch belangrijk. Het idee dat ethaan (een afvalproduct van de lipide peroxidatie) vrijwel gelijktijdig met zichtbare uitwendige L.T.B. ontstaat is onjuist. In de literatuur wordt melding gemaakt van reversibele lipide peroxidatie, die pas bij irreversibiliteit zichtbare L.T.B. vertoont. Deze

- theorie lijkt in overeenstemming te zijn met het L.T.B.- model.
- * Afronden L.T.B.-rapport komkommer en paprika, 1991 en 1992
 - * Weer oppakken van de fotosynthese-regulatie van komkommer in relatie tot senescentie.
 - * Uitwerken van de gegevens van de Cox-proef.
 - * In een broccolibewaarproef bij 18°C (van Peppelenbos - modellering MA-verpakkingen) bleek chlorofylfluorescentiemeting niet bruikbaar om de houdbaarheid te voorspellen. In de lit. wordt melding gemaakt van deze methode om de "versheid" te bepalen tijdens bewaring bij 1°C. Onderzoek naar de correlatie tussen chlorofylfluorescentiemetingen bij 1°C bewaring en latere houdbaarheid bij 18°C is mogelijk. Het is de vraag of hieraan behoefte bestaat.

CLIMACTERISCHE VRUCHTEN EN CA-BEWARING

P.A.M Claassen

A. VERSLAG OVER HET TWEEDE HALFJAAR 1992

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.

Fasering

De voorgestelde fasering is gevolgd.

Verslag van de werkzaamheden

In de vorige perioden zijn appels bewaard en bemonsterd voor de bepaling van de climacterische CO₂ en ethyleen productie en een secundair rijpingsfenomeen, t.w. de hardheid. Van dezelfde appels zijn mengmonsters, bestaande uit 10 appels, gemaakt die gevriesdroogd zijn in verband met de bepaling van metabolietconcentraties en enzym activiteiten. De monsters die gebruikt worden voor het bepalen van de metabolieten zijn vervolgens geëxtraheerd met water, die voor de enzymassays met buffer. De concentraties van de belangrijkste metabolieten, t.w. malaat en succinaat zijn met de HPLC gemeten. Andere organische zuren zijn niet bepaald in dit experiment omdat de concentratie ervan in de gebruikte verdunning onder de detectiegrens lag. Voor de enzymassays zijn spectrofotometrische analyses gebruikt.

Resultaten

In fig. 1 en 2 worden de concentratie veranderingen van malaat en succinaat in appels die bewaard zijn bij 20 °C onder atmosferische condities, in 2 gescheiden containers, gepresenteerd.

De gegevens in figuur 3 en 4 horen, respectievelijk, bij de monsters uit figuur 1 en 2. De gegevens zijn niet gemiddeld omdat de schaal van de as waarop de specifieke enzymactiviteiten staan weergegeven niet gelijk is in deze figuren vanwege de introductie van een nieuwe methode om eiwitconcentraties te bepalen en omdat er in de eerste monsters (uit container I) deels andere enzymen zijn bepaald.

Het verloop van de CO₂ en ethyleen productie is in de desbetreffende figuren weergegeven om de nieuwe gegevens te kunnen relateren aan het optreden van

het respiratoire, danwel ethyleen climacterium.

De meest uitgesproken verandering treedt op in de activiteit van het NADP afhankelijke malaat enzym (NADP-ME) dat specifiek in het cytosol voorkomt, en in de activiteit van malaat dehydrogenase (MDH) (Fig. 3 en 4). (Deze laatste enzymactiviteit kan op dit moment nog niet toegewezen worden aan een bepaalde intracellulaire localisatie. Het wachten is op een geschikte methode om intacte mitochondrien te isoleren zodat gediscrimineerd kan worden tussen het cytosolaire MDH, het mitochondriële MDH en het, eveneens mitochondriële, NAD afhankelijke ME. Voor de duidelijkheid wordt in het volgende gesproken over de gehele MDH activiteit).

Vanaf het eerste meetpunt, i.e. 20 uur na het starten van de behandeling, treedt er een significante stijging op in de activiteit van het NADP-ME. Na ongeveer 4 dagen bewaring bij 20 °C buigt deze toename af en wordt ME gehandhaafd op aanzienlijk hoger niveau dan waargenomen tijdens het begin van de bewaring.

Het activiteitsverandering van MHD is heel anders: Na een snelle stijging in het begin van het experiment daalt de enzymactiviteit na 4 dagen bewaring tot op het oorspronkelijke niveau.

De veranderingen op enzymniveau gaan gepaard met veranderingen in de concentratie van malaat en de productie van CO₂. Na ongeveer 4 dagen bewaren daalt het malaat gehalte en begint het climacterium (Fig. 1 en 2). Het lijkt erop dat malaat in toenemende mate geoxideerd wordt door een toegenomen activiteit van ME, dat enerzijds verantwoordelijk kan zijn voor de oxidatie van malaat en anderzijds voor de toegenomen productie van CO₂. Deze resultaten zijn in overeenstemming met het werk aan tomaten van Goodenough et al. (Phytochem. 1985).

De veranderingen die optreden voorafgaand aan het climacterium zijn moeilijker te interpreteren. Ondanks sterk toegenomen enzymactiviteiten van zowel NADP-ME als van MDH, blijft het malaatgehalte gelijk of neemt zelfs toe. Het is op het moment niet duidelijk waardoor deze veranderingen veroorzaakt worden. Enerzijds kan er nog sprake zijn van een fysiologische 'shock' tengevolge van het plukken terwijl anderzijds er een fysiologische voorbereiding op het climacterium kan plaatsvinden. In beide gevallen is het interessant te zien dat de overige enzymactiviteiten, t.w. citraatsynthase (CS), aconitase, isocitraat dehydrogenase (ICDH) en fosfo-enolpyruvaat carboxylase (PEPC) nauwelijks veranderen in deze en in de climacterische periode (Fig. 3 en 4).

Confrontatie met de fasering

Het experimentele gedeelte van het onderzoek is nagenoeg op schema. De isolatie van mitochondrien heeft wat vertraging opgelopen.

Werkplan

In de komende periode zullen experimenten modelmatig worden opgezet met een grotere nadruk op de preclimacteriele fase. Voorts zullen tevens de mitochondriële malaat enzymen getest worden teneinde vast te kunnen stellen welk enzym of enzymen verantwoordelijk zijn voor de waargenomen activiteitsveranderingen.

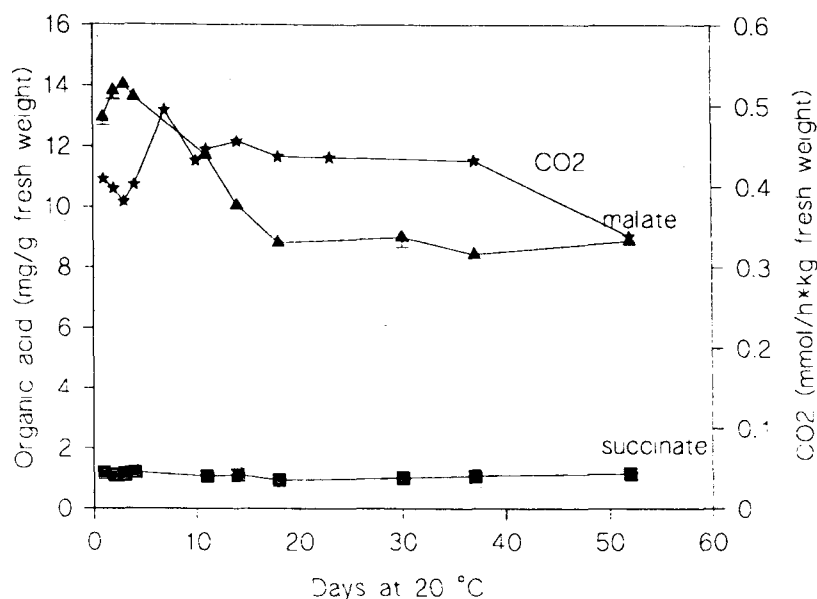


Fig. 1 Concentration of malate and succinate in apples cv. Elstar and production of CO₂ during storage at 20 °C (i).

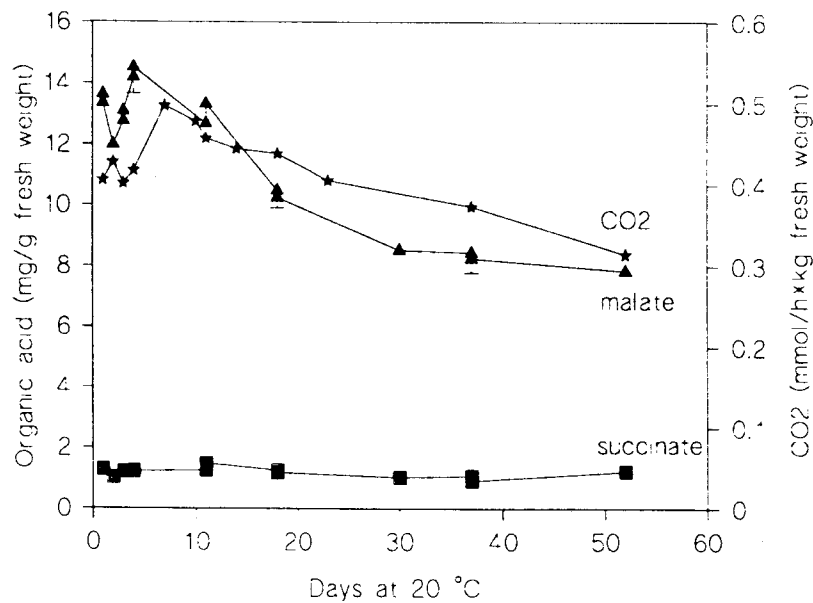


Fig.2 Concentration of malate and succinate in apples cv. Elstar and CO2 production during storage at 20 °C (II).

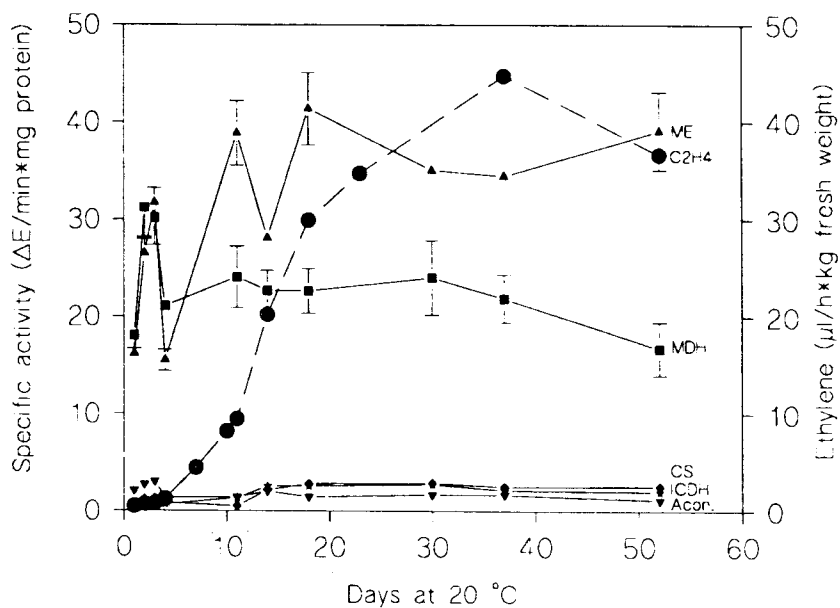


Fig.3 Specific activities of various enzymes in apples cv. Elstar during the ethylene climacterium at 20 °C (I).

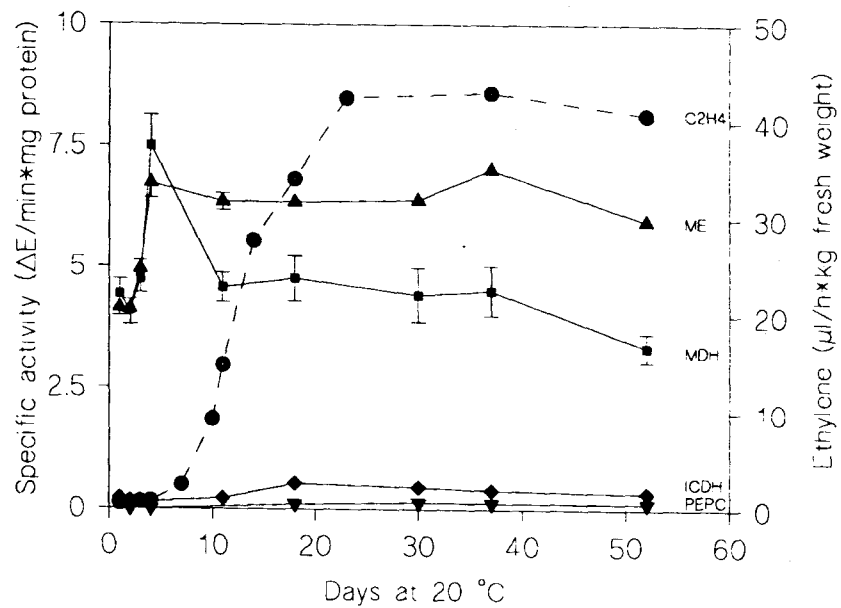


Fig.4 Specific activities of various enzymes in apples cv. Elstar during the ethylene climacterium at 20 °C (II).

CA-BEWARING VAN GROENTE EN FRUIT

S.P. Schouten

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 afzet perioden van kort houdbare produkten.
3. Ontwikkeling van kwaliteitsverliesmodellen.

Fasering

De fasering geeft aan, dat in 1992 experimenten zijn gepland met appels, asperges, spruitkool, wortelen en witlofwortelen. Nagegaan moet worden 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 bewaar-methoden en distributiemethode te verbeteren (Radicchio rosso, komkommer, suikermals, waspeen, witlofwortel, asperge). Anderzijds wordt er onderzoek verricht met de bedoeling iets meer te weten te komen over de waargenomen effecten (ethyleenhuishouding 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, ethyleenproduktie en trekresultaat (witlof). In een aantal gevallen wordt ook de invloed van bewaar-

condities op smaakaspecten vastgesteld.

Resultaten

CA-bewaring asperges

Het onderzoek werd uitgevoerd in de zomerperiode van 1992. Dit vervolgonderzoek werd verricht met twee herkomsten. Er wordt bewaard bij 2°C in een reeks CO₂ concentraties (0, 5, 10 en 20%) gecombineerd met 21% en 1% zuurstof. Bepaald werden: verkleuringen, vezelgehalte en de sensorische vezeligheid. Het vezelgehalte werd bepaald door middel van incuberen in een enzymmengsel (rapidase), dat de parenchymatische delen oplost en de houtvaten ongemoeid laat, gevolgd door wassen, zeven en wegen.

Door koolzuur verhoging wordt er minder rood en bruinverkleuring waargenomen. Dit effect was echter veel sterker in 21% zuurstof plus koolzuur dan in 1% zuurstof plus koolzuur. Er werd een iets lager vezelgehalte vastgesteld voor asperges, die in hoog koolzuur bewaard werden. Bij de sensorische analyse bleek een overduidelijk verschil tussen asperges bewaard in lucht en in koolzuur. Het verschil in beide bepalingen wordt mogelijk veroorzaakt doordat het vezelgehalte zonder schillen en de sensorische vezeligheid na schillen werd bepaald. Zeer veel vezels worden gevonden in een ring dicht onder de schil.

CA-bewaring suikermajs

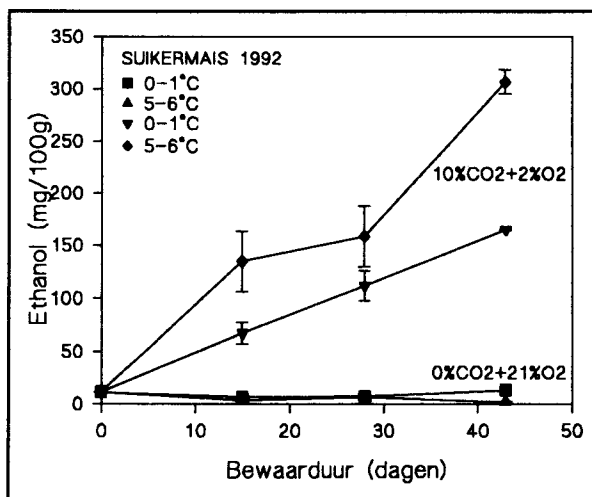
De aanleiding tot dit vervolgonderzoek was de ophoping van glucose, die werd waargenomen in het onderzoek van 1991. Hierbij werd de vraag gesteld, of 0-1°C wel de optimale temperatuur is voor suikermajs en of dit door CA condities wordt beïnvloed.

Onderzoek werd uitgevoerd bij 1-2°C en 5-6°C in lucht en in 10%CO₂ + 2%O₂. Bij deze koolzuur/zuurstof combinatie was in 1991 waargenomen, dat parasitair bederf en kleurverlies werden afgeremd.

De bewaarperiode was nu 2 maanden; drie maal werden bepalingen gedaan. Hierbij werden bepaald kleur blad, parasitair bederf op bla en zaden, suikers en ethanol.

De toegepaste CA conditie bleek bij beide temperaturen bederf en kleurverlies af te remmen. De laagste temperatuur bleek in het algemeen iets beter dan de hogere. Van de suikers lijken glucose en fructose zich gedurende de bewaring op te hopen. De ethanolconcentratie blijkt sterk te stijgen onder de gebezigde CA conditie, zie bijgaande figuur.

Invloed van temperatuur en CA conditie op de ophoping van ethanol in suikermajs.



Appel

In onderzoek zijn genomen drie onderwerpen:

a. Ethyleen en CA bewaring

De fasering voor dit seizoen 1992-1993 het onderzoek naar de relatie tussen ethyleen en het koolzuurgasgehalte in de CA-bewaring met als doelstelling verklaring werking CO₂ via beïnvloeding ethyleenhuishouding. Voor dit doel wordt onderzoek uitgevoerd met het appelras Elstar.

Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de voor het ras optimale omstandigheden bij een lage bewaartemperatuur en de mogelijke effecten bij hogere bewaartemperaturen.

Bij de lage bewaartemperatuur zijn preclimacterieel geoogste Elstar-appelen van 1 herkomst opgeslagen bij 1.5°C en 5 % zuurstof. Hierbij is het koolzuurgehalte respectievelijk 0 en 5 % in combinatie met 0 en 100 ppm ethyleen. In november is hiervan eerste beoordeling uitgevoerd. Uit deze gegevens konden nog geen betrouwbare effecten aangetoond worden. In januari wordt de volgende beoordeling uitgevoerd waarbij gezien de rijpheidsfase van het fruit effecten verwacht kunnen worden.

De andere optie bij hogere temperaturen heeft primair als doelstelling de ontwikkeling van een dosis/respons curve voor ethyleen en CO₂. Hierbij worden ook Elstar-appelen bewaard bij 15° een korte tijd begast met diverse concentraties ethyleen in combinatie met een reeks CO₂ gehalten. Ook bij dit onderzoek zijn nog geen definitieve resultaten beschikbaar omdat dit ook voor januari/februari 1993 is gepland.

b. Dynamic Control CA condities

Bij een bepaalde lage zuurstofspanning gaat het bewaarde produkt over tot gisting en kan het volledig verloren gaan. Dit gevaar leidt er toe, dat men in de praktijk een relatief grote veiligheidsmarge hanteert. De absoluut laagste O₂ grens voor appelen is nog 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. In dit jaar zal worden onderzocht, welke de kwalitatieve voordelen zijn van een (te) lage zuurstofconcentratie en tevens of herstel er van mogelijk is in iets hogere.

Hiertoe werd een partij Schone van Boskoop opgeslagen bij 4-5°C in 1%O₂ en in 0.4-0.6%O₂. De ademhaling van het opgeslagen produkt wordt om de 2-3 dagen gemeten. Tijdens de bewaring wordt 3 maal de kwaliteit gemeten. Herstel van de laagste O₂ concentratie kan enkele malen plaatsvinden in 1%O₂. Tot nu toe blijkt de laagste O₂ concentratie een iets hogere CO₂ produktie te hebben dan de vruchten in 1%O₂. Bij de eerste uitslag bleken de appelen uit de laagste O₂ concentratie iets harder dan de vruchten bewaard in 1% zuurstof.

c. Circulatie in appel CA cellen

Het energieverbruik is hoog in CA cellen o.a. door het hoge circulatievoud. Dit kan worden verminderd door toepassing van een door TNO en ATO ontwikkeld nieuw concept van de bouw van een CA cel. Een eerste test in het seizoen 1990/1991 van het principe werd uitgevoerd in cellen van de veiling Geldermalsen. Hierbij bleek, dat bij gemiddeld gelijke temperatuur er een grotere spreiding in de nieuwe cel zich voordeed. Het energieverbruik was in de nieuwe cel lager. De kwaliteit van het produkt gaf geen verschillen te zien met uitzondering van scald na de nabewaring bij hogere temperatuur. Het produkt uit de

nieuwe cel vertoonde dit euvel in grotere mate.

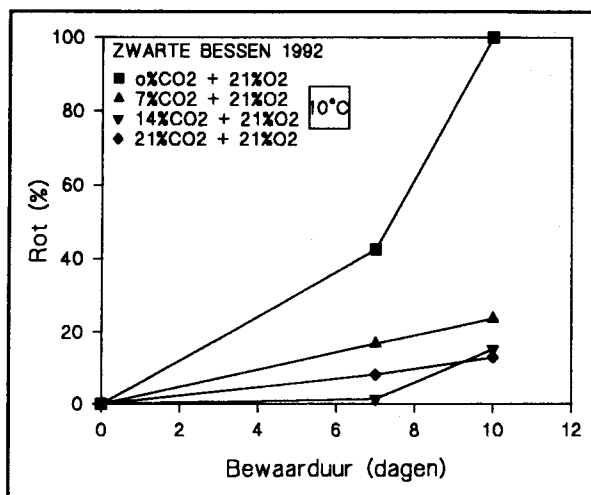
Het onderzoek wordt nu voortgezet op de veiling ZON te Grubbenvorst. Hierbij dient im verband met de scaldproblematiek het ras Jonagold als proefmateriaal, dat van 10 herkomsten in de gangbare en de proefcel werd opgeslagen in september 1992. De opslagcondities in beide cellen zijn 1-2°C, 4%CO₂ + 1.3%O₂. In beide cellen werden 4 stapelkisten gevuld met elk 20 monsters verpakt in netzakken. Uitslag zal plaatsvinden in juni 1993. Het onderzoek wordt in samenwerking met TNO en de veiling ZON uitgevoerd onder coördinatie van het CBT. NOVEM subsidieert het onderzoek.

Zwarte bessen

Bessen werden bewaard bij 10°C in een reeks koolzuurconcentraties (0, 7, 14 en 21%CO₂) in combinatie met 21, 2 en 1% zuurstof gedurende 7 en 10 dagen. Zwarte bessen

Beoordeeld werd op parasitair bederf en smaak. Schimmelgroei wordt door koolzuur sterk beperkt (zie figuur). De combinaties van laag zuurstof en hoog koolzuur blijken echter ethanolophoping te bevorderen. Een toets met sap van de bewaarde bessen gaf aan, dat de smaak eveneens kan worden beïnvloed door laag zuurstof plus hoog koolzuur.

Invloed van de koolzuurconcentratie op rotontwikkeling bij zwarte bessen.



Spruitkool

Medio december werd een partij stammen van het ras Rampart opgeslagen in containers bij 0-1°C en in 5%CO₂ + 1%O₂. Onderzocht zal worden hoe dit materiaal onder deze omstandigheden reageert op ethyleen, geproduceerd door appels. Verder wordt een deel van het opgeslagen materiaal bestemd voor proeven, die bij 10°C zullen worden uitgevoerd. Centraal hierin zal staan de interactie tussen koolzuur en ethyleen.

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 bewaarseizoen vorderde, werden steeds goede prijzen genoteerd. In de koolgebieden begint men daadwerkelijk te investeren in bewaaraccomodatie 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.

Een proef werd gestart bij 0-1°C en in lucht, in 5%CO₂ + 2.5%O₂, 5%CO₂ +

1.5%O₂ en 5%CO₂ + 0.5%O₂. De eerste uitslag medio december leverde nog geen overtuigende verschillen.

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, 1.5 en 2.5% zuurstof steeds in combinatie met 5% koolzuur. Er zijn nog geen resultaten bekend.

Confrontatie fasering

Van de fasering wordt op enkele punten afgeweken. Toegevoegd werd onderzoek met spitskool en Radicchio rosso, terwijl geen nieuw onderzoek werd gestart met waspeen en witlofwortel. De resultaten van het afgelopen jaar waren dermate teleurstellend, dat verder onderzoek binnen het kader van dit project geen zin had.

VOEDSELVEILIGHEID EN SMAAK

Glycoalkaloiden in nachtschaden

E.A.J. Keukens

A. VERSLAG OVER EIND 1992

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 verlaagd. 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 detectie methoden 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

In het afgelopen jaar is er enige vertraging opgelopen door ziekte.

Verslag van de werkzaamheden

Sinds de vorige rapportage is er voornamelijk gewerkt aan de paprika. Van de teler zijn zeer onrijpe groene paprika's (Mazurka) verkregen waarin een verbinding gedetecteerd werd die de eigenschappen van een glycoalkaloid vertoont. Deze verbinding wordt momenteel gezuiverd om vervolgens een identificatie met

behulp van de GC-MS uit te voeren. Voor de HPLC methode voor α -tomatine worden momenteel spike-experimenten gedaan om de recovery te controleren en te optimaliseren.

Confrontatie met de fasering

Door de eerder vermelde ziekte is voornamelijk bij het tomatengedeelte een vertraging ontstaan. Dit heeft tot gevolg dat de analyses en de evaluatie daarvan naar begin 1993 zijn verschoven.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. WERKPLAN VOLGEND HALF JAAR

De analyses van de tomatenmonsters en de evaluatie daarvan zullen als eerste worden uitgevoerd. Verder zal het paprika en aubergine onderzoek worden voortgezet.

Detectie en Bestrijding van Bederfveroorzakende Micro-organismen

L.G.M. Gorris

A. VERSLAG OVER TWEEDE HELFT 1992

Probleemstelling

Verse groente en fruit zijn na de oogst onderhevig aan bederf 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 gekoelde matig vacuüm bewaring en MA-verpakking
- jaar 3: Ontwikkeling snelle detectie methode voor relevante bederfveroorzakende micro-organismen
Voortzetting studie mechanisme gekoelde matig vacuüm bewaring en MA-verpakking
- jaar 4: Combinatie biopreservatie met gekoelde matig vacuüm bewaring en MA-verpakking.

Werkzaamheden tweede helft 1992

Het onderzoek concentreerde zich op het gekoelde, matig-vacuüm bewaarsysteem dat in het voorgaande voortgangsrapport meer gedetailleerd is beschreven. De essentie van het systeem is dat produkten gekoeld worden bewaard bij een initiële zuurstofspanning van circa 8% (i.t.t. 21% in lucht bij buitenluchtdruk), terwijl de zuurstofspanning daalt gedurende bewaring als gevolg van ademhaling van het produkt. In deze verslagperiode werden aspecten van het werkingsmechanisme, anaërobe ademhaling van het produkt en de voedselveiligheid van het systeem onderzocht. Tevens werd onderzoek gestart naar de mogelijkheid de natuurlijke melkzuurbacterie populatie van groenten te gebruiken als een natuurlijk biopreservatie systeem.

a. Werkingsmechanisme

In het kader van de studie van het werkingsmechanisme van het matig vacuüm bewaarsysteem wordt taugé gebruikt als modelprodukt. Zoals in het voorgaande verslag aangegeven werd zou het effect van matig vacuüm, o.a., kunnen berusten op de afnemende, lage hoeveelheid zuurstof en de toenemende concentratie koolzuurgas. Om na te gaan of de initiële O_2 een rol speelt werden inleidende experimenten uitgevoerd waarbij het effect van de afgesloten bewaring onder 1000 mB (21% O_2 initieel) bij 4°C werd vergeleken met afgesloten bewaring bij 400 mB ($\approx$ 8% O_2). In Figuur 1a-d is te zien dat de resultaten met afgesloten bewaring bij 1000 mB intermediair zijn vergeleken met open bewaring (vrije gasuitwisseling mogelijk) bij 1000 mB en afgesloten bewaring bij 400 mB. Opvallend is dat alleen bij 400 mB de ontwikkeling van de populatie melkzuurbacteriën duidelijk gestimuleerd wordt. Deze stimulatie is direct afhankelijk van het bereiken van relatief lage O_2 gehalten ($<2\%$). Alhoewel taugé een zeer snel ademend produkt is, bereikt de O_2 concentratie uitgaande van 21% in afgesloten bewaring blijkbaar veel later dit lage niveau. De initiële concentratie O_2 speelt derhalve een rol, alhoewel een invloed van de druk per sé nog geverifieerd moet worden. De toename van het aantal melkzuurbacteriën loopt parallel met een toename van de totale concentratie zuur en een verlaging van de pH (Fig. 2a-f). Taugé bevat grote hoeveelheden glucose en fructose waaruit de zuren gevormd kunnen worden (Fig. 3a,b).

b. Anaërobe ademhaling produkt

Eerder was waargenomen dat taugé gedurende matig vacuüm bewaring anaëroob zou kunnen gaan fermenteren. Het belangrijkste eindprodukt bleek ethanol. Deze waarneming werd in de huidige onderzoeksperiode bevestigd (Fig. 4a,b). Ook voor de ethanolvorming, die uitgaat van het produkt en niet van de microorganismen, zijn fructose en glucose mogelijk substraat. Het is duidelijk dat anaërobe ademhaling al zeer snel, binnen 2 dagen bij 10°C en binnen 4 dagen bij 4°C, een rol speelt. Deze omschakeling heeft echter geen essentiële invloed op de sensorische beleving van smaak en geur van de taugé binnen een termijn van 5 à 6 dagen bewaring, zoals eerder was aangetoond middels sensorische analyse.

c. Voedselveiligheid

De veiligheid van het gekoelde matig vacuüm bewaarsysteem wordt onderzocht door middel van challenge experimenten met humaanpathogene bacteriën. In de verslagperiode werd het overleven op taugé onderzocht van *Bacillus cereus*, een

aërobe, mesofyle, sporevormende pathogeen. Er werden experimenten uitgevoerd bij 4 en 10°C (Fig. 5a,b). Alleen bij 10°C bleek *B. cereus* sterk in aantal te kunnen toenemen, zelfs tegen de druk van competitie door de vele aanwezige bederforganismen. Bij beide temperaturen bleek de pathogeen onder matig vacuum echter niet te overleven, zelfs ondanks het feit dat *B. cereus* in staat is sporen te vormen. Momenteel worden testen uitgevoerd met *B. cereus* op witlof en met *Aeromonas hydrophila* op taugé en witlof.

d. Biopreservatie.

Groenten en fruit zijn van nature veelal besmet met melkzuurbacteriën. Belangrijke eindproducten van het metabolisme van deze bacteriën zijn laag moleculaire zuren (azijnzuur, melkzuur). Deze zuren hebben een sterk conserverende werking. Ook produceren vele melkzuurbacteriën bepaalde eiwitten, zogenaamde bacteriocines, die een bacterie-remmende werking kunnen hebben. Doorgaans is de werking van bacteriocines echter beperkt tot aan organismen die nauw verwant zijn aan het producerend organisme. Een zeer veel onderzocht bacteriocine, nisine, heeft een breder werkingsspectrum, en remt bijvoorbeeld ook de groei van pathogenen als *Listeria monocytogenes*.

In het matig vacuum bewaarsysteem, maar ook in modified atmosphere systemen, voor groenten kan de ontwikkeling van melkzuurbacteriën selectief gestimuleerd worden. Het idee is de stimulatie van de groei van deze natuurlijke flora zo in te regelen dat de conserverende stoffen die ze produceert een extra hurdle zijn voor pathogenen, om op die wijze de voedselveiligheid te verbeteren. Als alternatief kunnen reïncultures (startercultures) van gunstige melkzuurbacteriën aan het begin van de bewaring worden toegevoegd om die veiligheid te waarborgen.

In de verslagperiode is een begin gemaakt met dit onderzoek, dat feitelijk pas voor 1994 op het programma is geplaatst. Er werd een 30-tal melkzuurbacteriën van taugé geïsoleerd. Een zeer groot aantal bleek stoffen te produceren die de groei van diverse testbacteriën remden. Aangenomen wordt dat melkzuur de belangrijkste actief remmende stof is. Om na te gaan welke concentraties melkzuur een rol spelen werden voor een aantal bacteriën dosis-effect toetsen uitgevoerd met zuiver lactaat. De pathogenen *Staphylococcus aureus* en *Bacillus subtilis* bleken gevoelig voor lactaat concentraties boven 5 mM (Fig. 6a,b). *Erwinia chrysanthemi*, een bederfveroorzakende bacterie, bleek echter in het geheel niet gevoelig voor lactaat (Fig. 6c). Dit organisme kan zelfs lactaat gebruiken om op te groeien, dankzij het bezit van een lactaatdehydrogenase. In het vervolg van dit onderzoek zal getracht worden de actieve component(en) nauwkeuriger te karakteriseren en de dosis van werking *in situ* na te gaan.

Confrontatie met fasering

Het onderzoek aan het werkingsmechanisme van het gekoelde matig vacuum bewaarsysteem aan taugé verloopt volgens planning. Experimenten met witlof zijn ingezet, resultaten zijn nog niet te geven. Met het onderzoek aan modified atmosphere verpakkingen is nog niet begonnen. Dit onderwerp en eveneens het ontwikkelen van een mathematisch model dat de microbiële populatie dynamica in matig vacuum en modified atmosphere systemen beschrijft is echter onderdeel van een op 1-1-1993 van start gaand EEG project, waarvan ATO-DLO coördina-

tor is. Daarentegen is reeds een aanvang gemaakt met het isoleren van antagonistische melkzuurbacteriën, hetgeen voor jaar 4 gepland was.

B. PUBLIKATIES

- Cenijn, P., 1992. De remmende werking van melkzuur, gevormd door melkzuurbacteriën, op de groei van micro-organismen. Stageverslag voor Groenhorst College, Ede.
- Day, B.P.F. & L.G.M. Gorris, 1992. Westeuropese markt voor MA-verpakte, verse land- en tuinbouwprodukten biedt perspectief. Voedingmiddelentechnologie 25 (26), 10-13.
- Gorris, L.G.M. & H.W. Peppelenbos, 1992. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf-life of respiring food products. HortTechnology, 2 (3), 303-309.
- Gorris, L.G.M. & H.W. Peppelenbos, 1992. Vacuüm- en gasverpakken van verse groenten en fruit - keuze verpakkingsmateriaal essentieel voor houdbaarheid. Missets Pakblad 14 (9) 32-34
- Gorris, L.G.M., E.J. Smid and W.M.F. Jongen, 1992. Spoilage and safety of respiring produce packaged under modified atmospheres. European Concerted Action COST94 workshop "The post-harvest treatment of fruits and vegetables", 1-2 october Istanbul, Turkey. (voordracht; samenvatting).
- Gorris, L.G.M., C.J.M. Hoenderboom, L.A. Ledelay, Y. de Witte & R.R. Beumer, 1992. Refrigerated, moderate vacuum storage of vegetables and fruits. International Food Technology Exposition & Conference. 15-18 november 1992, The Hague, the Netherlands (poster; samenvatting).
- Krechting A.-M., 1992. De microbiële kwaliteit en veiligheid van taugé, gekoeld bewaard onder matig vacuüm. Stageverslag voor Agrarische Hogeschool den Bosch.
- Smid, E.J., 1992. Detectie van microorganismen op verse en versverwerkte groente en fruit. Voordracht VGT-ledenvergadering.
- Witte, Y. de & L.G.M. Gorris, 1992. Onderzoek naar de microbiële oorzaak van een zwarte-vlekkenziekte bij een partij winterpeen. ATO-DLO rapport 276.

C. WERKZAAMHEDEN EERSTE HELFT 1993

Aanpak

In 1993 zal het mechanisme van matig vacuüm bewaring en van modified atmosphere verpakking aan hand van taugé en witlof nader bestudeerd worden. deels gebeurt dit in een specifiek hierop gericht EEG-project. Daarnaast zullen experimenten t.a.v. de voedselveiligheid worden uitgevoerd met *Salmonella* en *Yersinia* (herhaling 1991), *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Aeromonas hydrophila*. Er zijn afspraken gemaakt met medewerkers van het AFRC-Institute of Food Reseach om in 1994 een aantal challenge experimenten met niet-proteolytische, psychrotrofe stammen *Clostridium botulinum* uit te voeren. Aandacht zal voorts worden geschonken aan de ontwikkeling van snelle, aspecifieke en specifieke toetsen voor microbiel bederf bij groente en fruit. Aspecifieke toetsen hebben het voordeel dat ze eenvoudig uit te voeren zijn en kunnen gebruikt worden als bederf door zeer vele microorganismen veroorzaakt kan worden. Bij

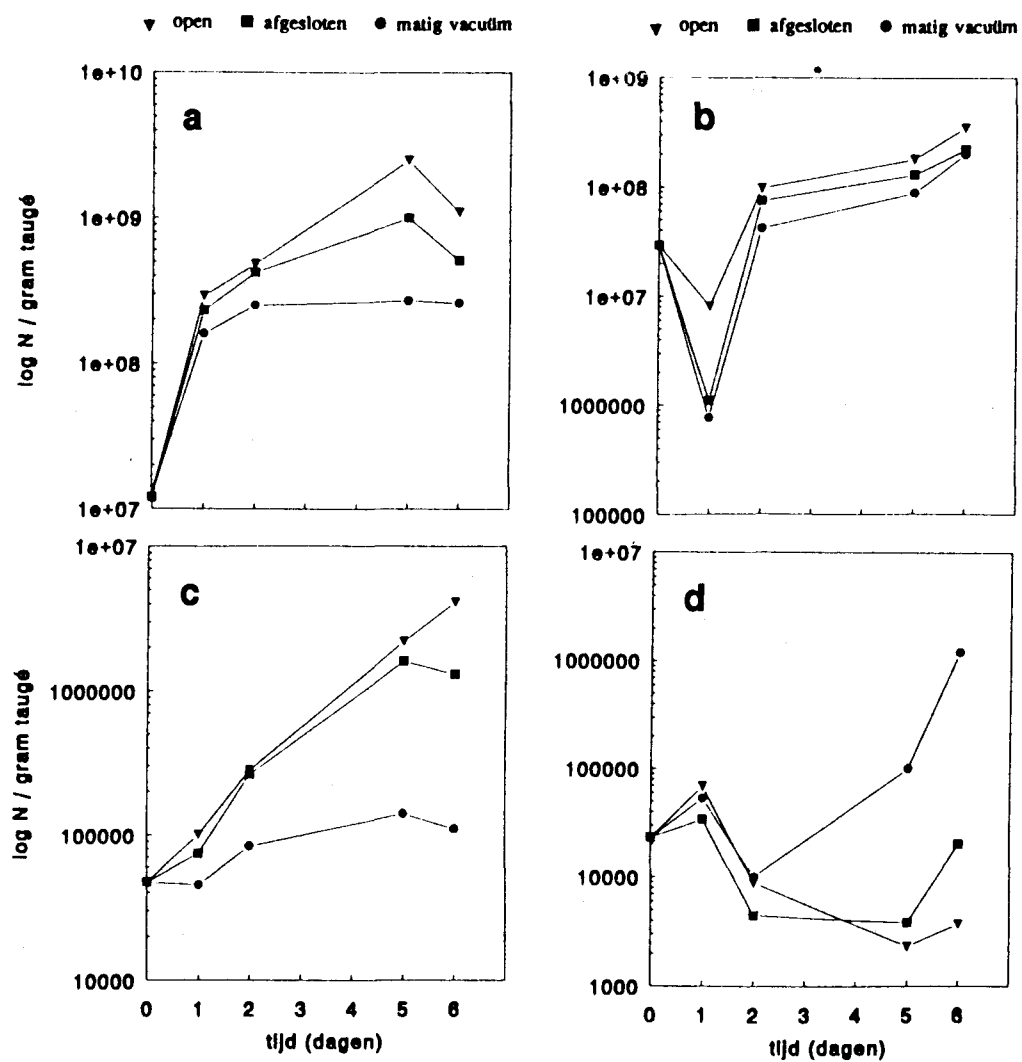
veel groenten treden specifieke problemen op door pectinolytische soorten *Erwinia* of *Pseudomonas*. In 1991 is reeds een aanvang gemaakt met de ontwikkeling van een snelle, specifieke toets voor *Erwinia*. Deze studie zal in 1993 vervolgd worden.

Fasering eerste helft 1993

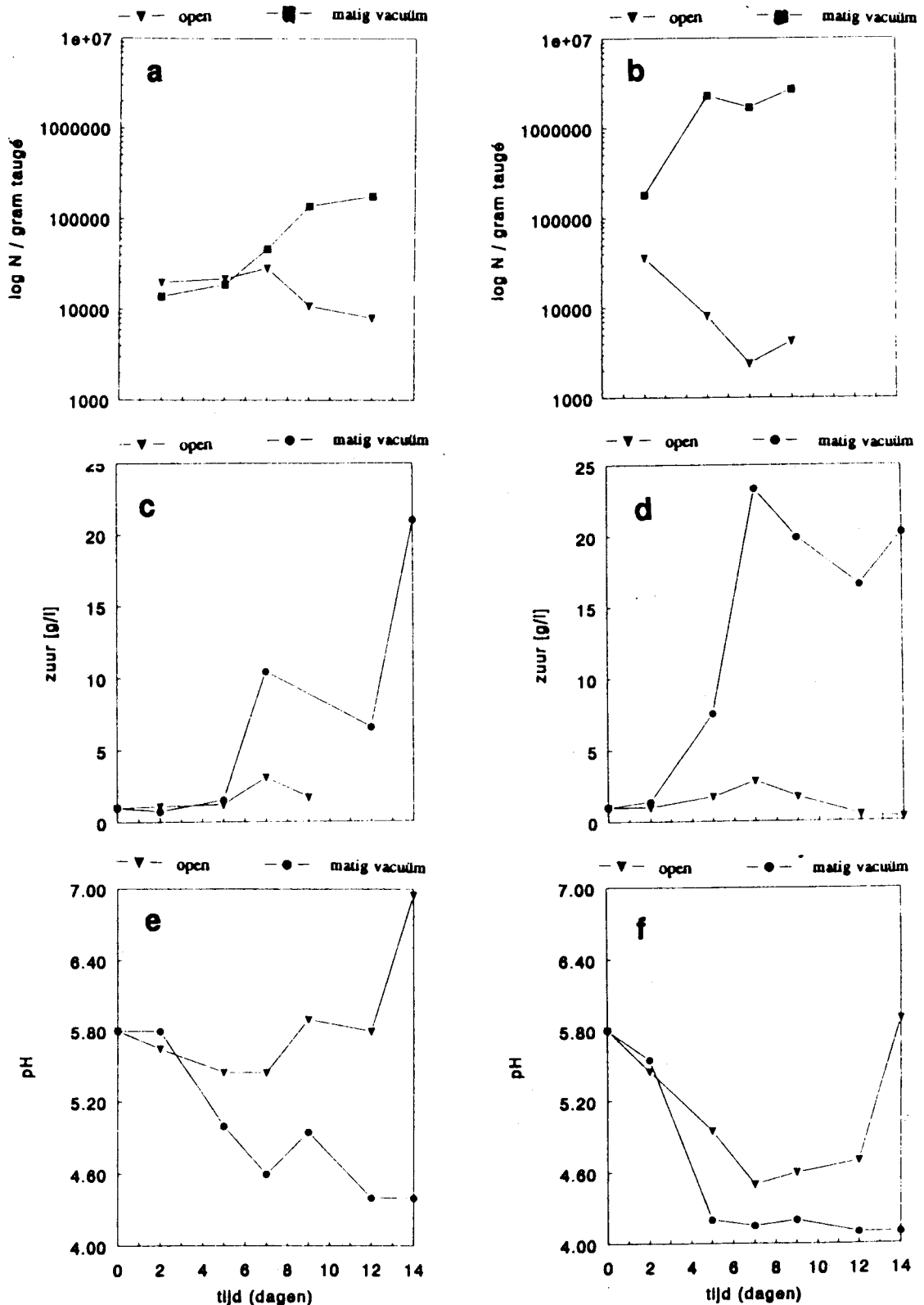
- nagaan veranderingen in gassamenstelling gedurende gekoelde matig vacuüm bewaring van taugé en witlof
- nagaan optreden anaërobe ademhaling gedurende gekoelde matig vacuüm bewaring van taugé en witlof
- uitvoeren challenge testen op taugé en witlof
- opzetten snelle, specifieke toets (op basis van ATP) voor groenten en nagaan correlatie met totaal aëroob kiemgetal.
- toetsen van antagonistische werking melkzuurbacteriën geïsoleerd van taugé op diverse testbacteriën

Afwijking van oorspronkelijke fasering

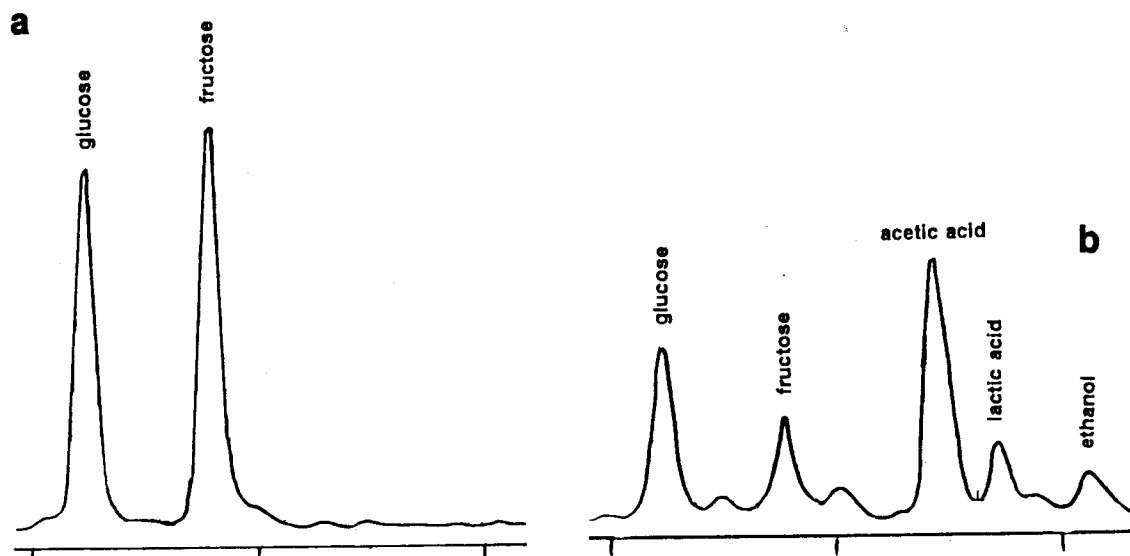
De voor de eerste helft van 1993 opgestelde fasering is conform de eerder aangepaste planning. In de loop van 1993 zal echter zo mogelijk ook aandacht besteed worden aan het biopreservatie aspect voor 1994 op het programma staat.



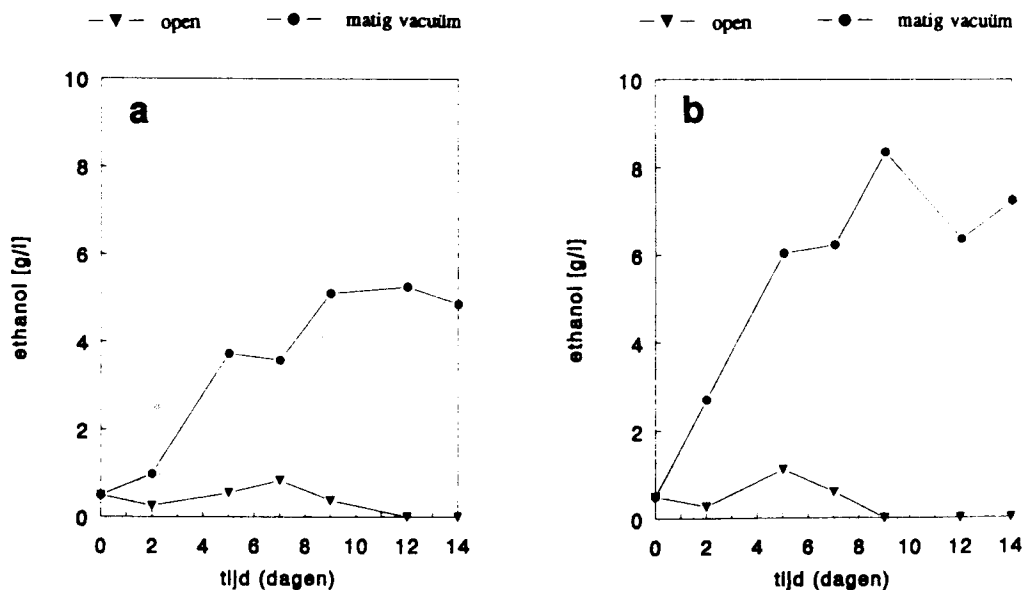
Figuur 1. Ontwikkeling van diverse populaties micro-organismen tijdens bewaring bij 4°C, onder matig vacuüm (400 mB), danwel open of hermetisch gesloten onder buitenluchtdruk (1000 mB). a: totaal aëroob kiemgetal; b: enterobacteriën; c: gisten; d: melkzuurbacteriën.



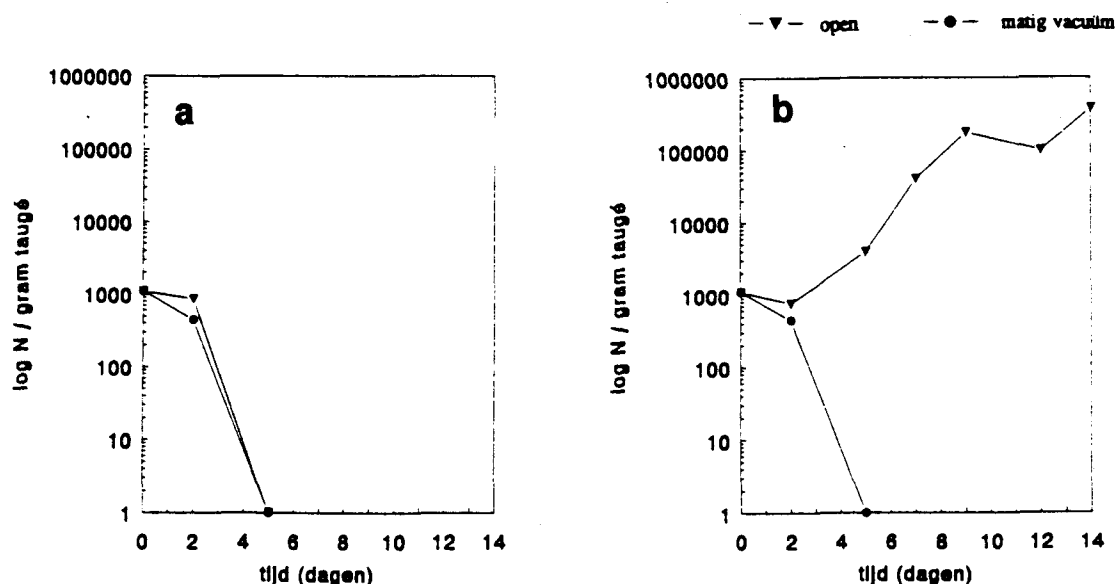
Figuur 2. Veranderingen in de populatie melkzuurbacteriën (a,b), de hoeveelheid zuur in het produkt (c,d) en de pH van het produkt (e,f) tijdens bewaring van taugé (200 g versgewicht/l) onder matig vacuüm of (open) buitenluchtdruk bij 4°C (a,c,e) of 10°C (b,d,f).



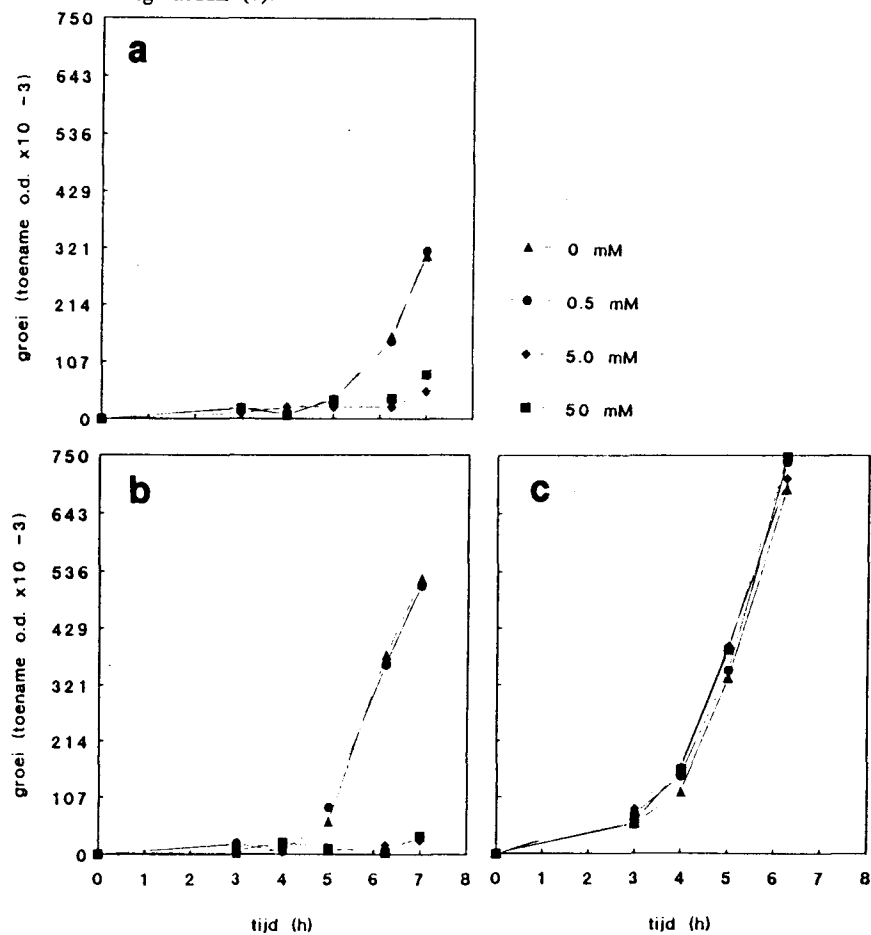
Figuur 3. Hogedruk vloeistof-chromatografische analyses van biochemische veranderingen in taugé gedurende bewaring onder matig vacuüm (400 mB, 4°C) tussen dag 1 (a) en dag 14 (b) duiden op het omzetten van glucose en fructose en een uiteindelijke verzuring van het produkt door met name azijnzuur en melkzuur.



Figuur 4. Anaërobe ademhaling van taugé gedurende bewaring onder matig vacuüm (400 mB) bij 4°C (a) of 10°C (b) blijkt uit een sterke toename in ethanol concentratie in het produkt.



Figuur 5. Challenge experimenten op taugé met *Bacillus cereus* duiden aan dat de pathogeen zowel onder (open) buitenluchtdruk als onder matig vacuüm niet overleeft bij 4°C (a) terwijl hij sterk kan uitgroeien bij 10°C onder buitenluchtdruk, maar niet overleeft bij 4°C onder matig vacuüm (b).



Figuur 6. Dosis-effect relaties voor melkzuur (lactate) voor drie verschillende bacteriën: a) *Staphylococcus aureus*, b) *Bacillus subtilis* en c) *Erwinia chrysanthemi*.

Onderzoek naar het gebruik van (bio)sensoren ten behoeve van kwaliteitsaspecten van verse en verwerkte plantaardige grondstoffen

C. van Dijk

A. VERSLAG TWEEDE EN DERDE KWARTAAL 1992

Probleemstelling

Zwelscheurtjes bij 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 niet-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

In de vorige verslagperiode is beschreven dat met name aandacht is besteed aan het optisch gedeelte van het systeem. Hier kwam de vraag aan de orde welk deel van het oppervlak van de tomaat kan gemeten worden. Dit betekende dat een optimale afstemming gezocht moest worden tussen:

- de wijze waarop de tomaat werd belicht,
- het te meten oppervlak: hierbij moet rekening gehouden worden met het gegeven, dat van een drie-dimensionaal object een twee dimensionale weergave wordt gemaakt.

Dit betekent, dat met name aan de randen van het beeld fouten kunnen worden geïntroduceerd de eigenschappen van de projectielens. Dit betekent, dat rekening houdend met een optimale scherpste-diepte (het hele object is "in focus") de afbeelding op de camera nog zodanig dient te zijn, dat twee naast elkaar liggende zwelscheuren nog onderscheiden kunnen worden.

Op basis van de uitgevoerde berekeningen en metingen werd besloten een meetopstelling te construeren, waarbij

- de tomaat homogeen wordt belicht, waarbij de belichting afkomstig is van vier halogeenlampen, die een hoek van 90^0 met elkaar maken,
- de tomaat adequaat is gefixeerd,
- het te meten oppervlak van de tomaat, binnen grenzen, variabel is.

Bij dit laatste punt moet worden opgemerkt, dat bij de berekeningen uitgegaan werd van het gegeven, dat een tomaat een volmaakte bol zou zijn. Dit is uiteraard niet het geval. Door deze aanname zijn er praktische onzekerheden wat betreft het te meten oppervlak (zie boven).

Resultaten

Uit de metingen blijkt, dat zwelscheuren met de geconstrueerde meetopstelling adequaat zijn te meten. Hiertoe werden tomaten doorgemeten, die lokaal waren verkregen. Tijdens de metingen bleek, dat deze tomaten goudspikkels vertoonden. Daar goudspikkels eveneens een oppervlakteverandering te weeg brengen kunnen deze eveneens effectief met de geconstrueerde meetopstelling worden aangetoond. Hierbij kwam eveneens de vraag naar boven hoe op basis van de verkregen beeldinformatie een onderscheid gemaakt kan worden tussen enerzijds een goudspikkel en anderzijds een zwelscheur.

Fasering

Optimalisatie van het meetsysteem zoals, dit tot nu toe is ontwikkeld.
Nagaan wat voor mogelijkheden er zijn om op basis van beeld be- en verwerking de zwelscheuren van goudspikkels te onderscheiden.
Kwantificering van zwelscheuren en goudspikkels.

Chemische en sensorische analyse van smaakcomponenten in verse paprika

P.A. Luning

A. VERSLAG OVER PERIODE JULI-DECEMBER 1992

Inleiding

Factoren zoals smaak en geur worden steeds meer belangrijke kwaliteitsaspecten van verse groenten en fruit. Het aroma van verse paprika wordt bepaald door een combinatie van geur- en smaakstoffen. Tijdens de rijping van paprika (van bijvoorbeeld groen naar rood) vinden er vele biochemische veranderingen plaats die van invloed zijn op geur en smaak. In dit onderzoek worden twee rassen in diverse rijpheidsstadia vergeleken voor verschillende aspecten die van belang (kunnen) zijn voor het aroma van verse paprika. De paprika's worden tijdens rijping op kleur en uiterlijk (dat wil zeggen grootte) geplukt. Om na te gaan of de kleurontwikkeling min of meer parallel loopt met de vorming van smaak- en geurstoffen tijdens rijping is een extra experiment uitgevoerd waarbij groene en rode pigmenten uit paprika tijdens rijping zijn bepaald.

Deze tussentijdse rapportage bevat de resultaten uit de periode januari t/m begin juli 1992 van de volgende deelprojecten:

- 1) het onderzoek aan de vluchtige paprika componenten met het snuffel panel
- 2) het onderzoek aan de smaakstoffen
- 3) het sensorische onderzoek met het smaakpanel en geurpanel
- 4) kleurmetingen aan verse paprika tijdens rijping.

Fasering 1992

GC/snuffel analyses

- * Afronding GC/snuffel experiment, dwz bepalen verschillen tussen de monsters en inventarisatie geuromschrijvingen.
- * Koppeling van GC/MS en snuffelpoort resultaten

Smaakstoffen analyses

- * Bepaling organische zuren uit tijdreeks experiment en het ras/rijpheids experiment.

Sensorisch onderzoek

- * Uitwerking data van het smaakpanel
- * Uitwerking data van het geurpanel

Kleurmeting

- * Kleurmeting van uitgebreide tijdreeks

Verslag werkzaamheden

1. GC/snuffel analyses

De geurstoffen van zowel gesneden als gemalen paprika's van twee rassen (Evident en Mazurka) in drie rijpheidsstadia groen, bruin en rood zijn door het getrainde snuffelpanel (12 personen) geanalyseerd. De resultaten van de snuffel

responsen zijn weergegeven in figuur 1 (voortgangsverslag jan-juni 1992). De geuomschrijvingen zijn geïnventariseerd na transportatie van de 144 datasets naar het database programma FoxPro. De snuffelpoort resultaten zijn gekoppeld aan de GC/MS gegevens. Hiertoe werden de Kovats indices van de geïdentificeerd componenten vergeleken met de Kovats indices van de snuffelreponsen (identificatie van de geur-actieve stoffen). De resultaten zijn weergegeven in Tabel 1. Uit figuur 1 blijkt dat de paprika een soort basis snuffelprofiel bevat. Dit patroon is onafhankelijk van het ras, het rijpheidsstadium en de monstervoorbereiding. Het bestaat uit de volgende geuren en de daarbij bepaalde geur actieve componenten: caramel (2,3-butandion) [2], chemisch/prikkelend (1-penten-3-on) [3], gras-sig/kruidig (hexanal) [4], chemisch/prikkelend/rubber (niet geïdentificeerd) [5], geranium/kruidig (niet geïdentificeerd) [6], rode/groene paprika (terpeen-structuur) [8], ranzig/zweeterig (cis- β -ocimene) [11], groene paprika (2-isobutyl-3-methoxy-pyrazine) [24] en bloemig/zeep-achtig (linalool) [25]. (N.B. nummers corresponderen met nummers in figuur 1.) In de literatuur is voor zover ons bekend nog geen melding gemaakt van geurstoffen met een rode paprika karakter. Naast dit algemene snuffelpatroon werden duidelijke verschillen waargenomen tussen de rijpheidsstadia groen, bruin en rood. Voor beide rassen werden dezelfde tendensen waargenomen. Uit figuur 1 en Tabel 1 blijkt dat met name componenten met groene geurkarakteristieken verdwijnen of afnemen tijdens rijping van paprika. Opvallend is dat alleen in de rode gemalen paprika een nieuwe geurstof werd geroken n.l. amandel/fruitig (trans-2-hexenol) [17x]. Daarnaast bleek dat snuffel-repons met de amandel/fruitige geur (trans-2-hexenal) toenam. In de gesneden rode paprika's werden helamaal geen nieuwe geurstoffen waargenomen. Tijdens rijping worden er dus nauwelijks nieuwe geur actieve stoffen gevormd. Daarentegen verdwijnen er diverse geur actieve componenten van het groene naar het rode rijpheidsstadium.

De snuffelpatronen voor beide rassen zijn vrijwel gelijk. Dit komt overeen met de resultaten van het geurpanel.

Tussen de twee bewerkingsmethoden zijn duidelijke verschillen waarneembaar in snuffelpatroon en chemische samenstelling. De gehomogeniseerde paprika's bevatten extra geurstoffen die alle mogelijk afkomstig zijn van lipoxygenase activiteit. Dit zijn onder andere de volgende componenten: cis-3-hexenal (grassig) [7], trans-2-hexenal (amandel/fruitig [10], trans-2-hexenol [17x] en (E,Z)-2,6-nonadienal.

Tabel 1: GC/MS identificatie van paprika-componenten en de belangrijkste geuomschrijvingen verkregen uit de snuffelpoort analyses.

no ^a	Component	KI ^b	ID ^c	major odor descriptors
1	not identified 1 (ni)	906	II	chemical/pungent
	3-buten-2-one ^d	931	II	
	2-ethylfuran	944	I	
2	2,3-butanedione ^d	962	II	caramel, sweet, fruity
	3-pentanone ^d	965	II	
	pentanal ^c	967	I	rancid, sweaty

(Vervolg Tabel 1.)

3	2-butanol ^d	1005	II	sweet, fruity
	1-penten-3-one ^{d,e}	1009	I	chemical/pungent, grassy
	α -pinene	1021	I	
	toluene	1032	I	
4	ni 2	1034		rancid, musty, potato
	2,3-pentanedione ^d	1047	II	fruity, sweet, caramel
	dimethyldisulfide ^d	1069	I	
	hexanal ^e	1076	I	grassy, spicy, green bell pepper
5	ni 3	1092		chemical/pungent, rubbery, spicy, geranium
6	(Z)-2-pentenal ^d	1095	II	
	ni 4	1104		geranium, spicy, cabbage/rotten
	1-methoxy-2-propanol	1108	II	
	β -pinene	1110	I	
7	3-penten-2-one ^d	1113	II	
	(E)-2-pentenal ^d	1118	I	
	1-butanol ^d	1125	II	
	p-xylene	1132	I	
8	m-xylene	1138	I	
	1-penten-3-ol ^d	1142	I	
	(Z)-3-hexenal	1147	II	grassy, green bell pepper, fruity, floral
	ni 5 terpene ^f	1152	II	red/green bell pepper, rubbery/burned rubber
9	myrcene	1167	I	
	2-heptanone ^e	1177	I	fruity, sweet, floral
	heptanal	1181	I	
	o-xylene ^e	1182	I	geranium, rubbery, spicy,
10	2,3-dihydro-4-methylfuran ^d	1187	II	
	(Z)-2-hexenal	1194	II	
	limonene	1204	I	
	(E)-2-hexenal ^e	1212	I	almond, spicy, fruity, sweet
11	2-pentylfuran	1232	II	
	1-pentanol	1233	II	
	cis- β -ocimene	1237	II	rancid/oily, sweaty
	3-octanone ^d	1253	II	
12	trans- β -ocimene	1254	II	
	ni 6	1255		mushroom, spicy
	octanal ^e	1283	I	fruity, sweet, floral
	(Z)-2-pentenol ^d	1288	II	
13	ni 7	1294		mushroom
	(E)-2-pentenol ^d	1297	II	
	2-heptanal ^d	1313	II	
	4-nonanone	1322	II	
14	6-methyl-5-hepten-2-one ^d	1327	II	sweaty, musty

(Vervolg Tabel 1.)

	1-hexanol ^c	1332	I	fruity, green bell pepper, spicy
	(E)-3-hexenol	1342	II	
15	ni 8	1351		geranium, spicy
16	(Z)-3-hexenol ^c	1364	I	grassy, lettuce, cucumber (groene paprika)
16	ni 9	1364		spicy, geranium (in rode paprika)
	(E,Z)3,4-dimethyl-2,4,6-octatriene	1369	II	
17	dimethyltrisulfide ^{d,e}	1377	I	cabbage/rotten, musty
	(E,E)-2,4-hexadienal ^d	1379	II	
17x	(E)-2-hexenol ^c	1383	I	almond, fruity, spicy
18	nonanal ^d	1387	II	mushroom, fruity, spicy
19	(E)-2-octenal	1418	II	almond, sweet, spicy
20	ni 10	1427		lettuce/andive, cucumber, green bell pepper
	1-octen-3-ol	1430	I	
21	1,2,4,5-tetramethylbenzene	1435	II	rancid/oily, sweet,
	2-furancarboxaldehyde	1441	II	
	1,3,8,-p-menthatriene	1442	II	
22	ni 11	1446		spicy, rotten, chemical/pungent
	2-pentylthiophene ^d	1456	II	
	2-ethyl-1-hexanol ^d	1470	II	
	6-methylheptyl-2-propanoate	1478	II	
	decanal ^d	1492	II	
23	2-sec-butyl-3-methoxypyrazine	1500	II	carrot, lettuce/andive, grassy
	benzaldehyde	1506	II	
24	2-isobutyl-3-methoxypyrazine ^c	1510	I	green/red bell pepper, lettuce/andive
	sulfinylbismethane ^d	1521	II	
25	linalool ^c	1527	I	floral/soapy, sweet
26	not identified 12	1554		fruity, floral, spicy
27	(E,Z)-2,6-nonadienal	1576	II	cucumber, fruity

^a Nummers komen overeen met Figuur 1. ^b Berekende Kovats indices (DB-wax 52 column). ^c Piek identificatie gebaseerd op vergelijking met massa spectra van standaarden (I) of gepubliceerde spectra en Kovats indices (I). ^d Deze componenten zijn nog niet eerder geïdentificeerd in *Capsicum annuum* variëteiten. ^e Geur omschrijving van de component is bevestigd middels het snuffelen van de zuivere stof.^f massa spectrum van de terpeen 93(100), 91(40.3), 92(28.9), 79 (27.7), 77 (27.7), 41 (21.9), 136(18.7), 121 (18.2), 105(11.5).

2. Smaakstoffen analyses

Uit vooronderzoek bleek dat paprika's een zeer hoog gehalte ascorbinezuur heeft (vitamine C). In combinatie met de vrij hoge fructose concentratie gaf dit zeer veel storingen in het HPLC patroon. Ascorbinezuur werd daarom apart bepaald van de overige organische zuren. Hiervoor is een tweede HPLC methode ontwikkeld, waarbij het ascorbinezuur zoveel mogelijk is afgebroken tot dehydro-ascorbinezuur. De achtergrond storing die overbleef is gekwantificeerd met standaarden voor de situatie in de groene en in de rode paprika's. In het totaal zijn 7 organische zuren bepaald en geïdentificeerd. Verse paprika bevat m.n. ascorbinezuur, citroenzuur, appelzuur, oxaalzuur, fumaarzuur, shikiminezuur en pyroglutaminezuur. De laatste vier genoemde zuren zijn nog niet eerder aangetoond in verse paprika.

3. Sensorisch onderzoek met smaak- en geurpanel

Smaakpanel

De data van het smaakpanel zijn getransporteerd naar het statistische verwerkingsprogramma Unscrambler. Met behulp van principale componenten analyse (PCA) werd bepaald welke combinatie van variabelen de maximale proportie in variantie van de originele datasets verklaard. Twee statistisch significante factoren werden geselecteerd op basis van PCA. Ze verklaarden 81 % van de totale variantie in de data van het smaak-panel. De attributen bitterheid, grassigheid, komkommer en grassig aroma waren karakteristiek voor de groene paprika's. De attributen zoet-, zuurheid en rood paprika aroma zijn karakteristiek voor het rijpe stadium. Het intermediaire stadium leek erg veel op de rode rijpe paprika. De rasverschillen waren klein; rode Evident werd iets zoeter beoordeeld dan rode Mazurka.

4. Kleurmeting aan verse paprika tijdens rijping

De kleurmeting aan paprika is een karakterisering van het rijpheidsstadium. Tijdens het plukken bleek dat de gelabelde paprika's soms een verschillende rijpingsontwikkeling hadden. Daarom is naast labelling ook gekeken naar de kleur van de paprika tijdens het plukken. De groene kleur in paprika wordt veroorzaakt door chlorophyll a en b. Deze groene kleurpigmenten werden met N,N-dimethylformamide geëxtraheerd en spectrophotometrisch bepaald bij 664, 5 nm. De resultaten van het tijdreeks experiment staan weergegeven in figuur 2 [A]. Na stadium T4 (groene paprika met rood/bruine spots) neemt het chlorophyll gehalte sterk af. Dit is visueel ook duidelijk zichtbaar. De carotenoiden (rode kleurstoffen) zijn geëxtraheerd met een hexaan/aceton mengsel.

De carotenoiden zijn uitgedrukt als β -caroteen (extinctie bij 436 nm) en capsanthin (472 nm). Van beide rode kleurstoffen is een concentratie reeks van de zuivere stof gemaakt. Uit Figuur 2 [B] en [C] blijkt dat met name na T5 (bruine stadium) de carotenoid concentratie sterk toeneemt.

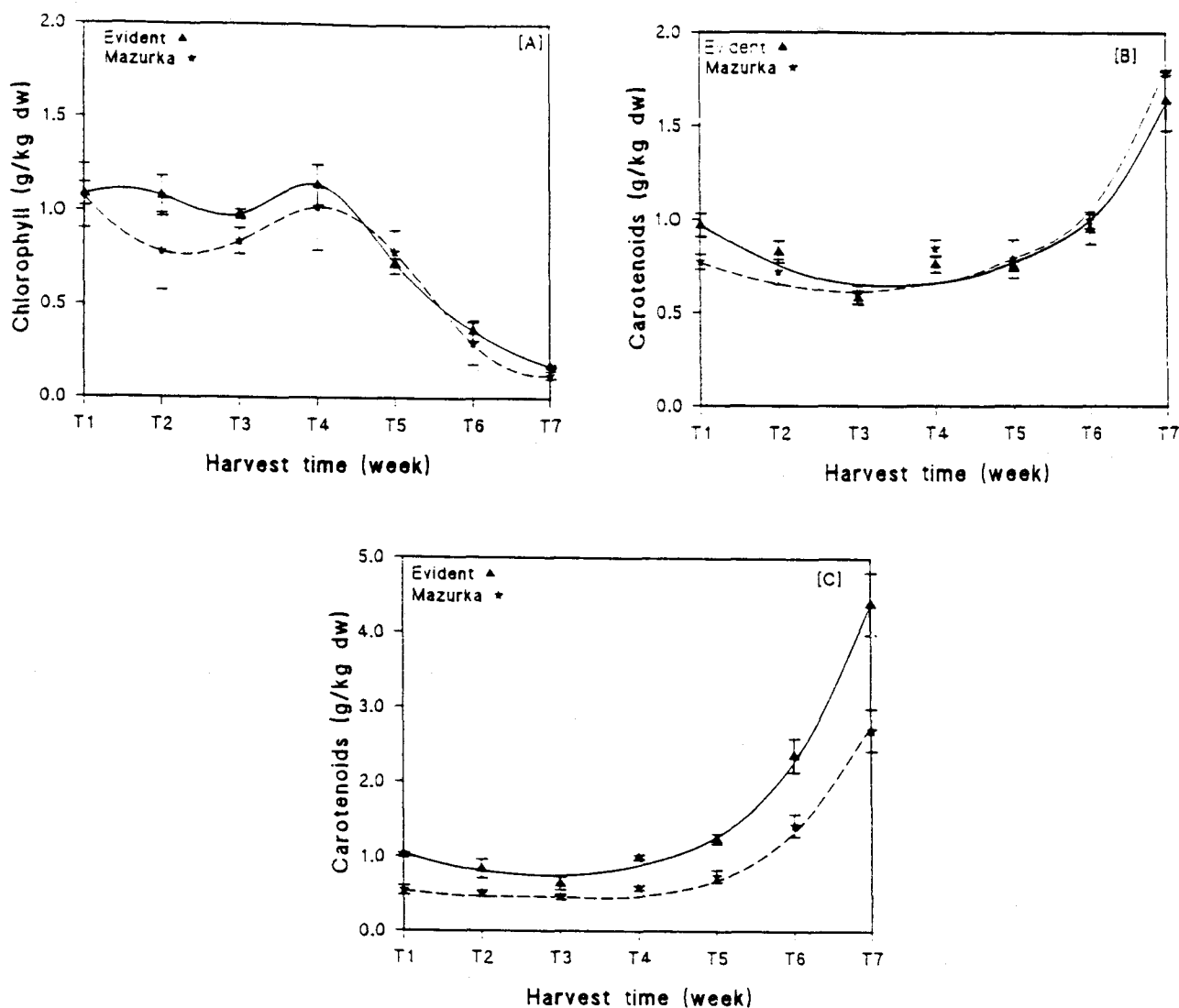


Fig.2 Ontwikkeling van chlorophyll gehalte [A] en de concentratie carotenoiden, uitgedrukt als β -caroteen [B] en capsanthin [C], gedurende paprika rijping.

B. PUBLIKATIES

- * Naar aanleiding van een posterpresentatie in Bristol is een (kleine) publicatie geschreven over de karakterisering van paprika aroma met een ruik en GC-snuffel panel; overeenkomsten en verschillen.
- * Momenteel wordt gewerkt aan een publicatie over: Instrumental and Sensory Characterization of Fresh Bell Pepper Flavour by combined Gaschromatography and Olfactrometry.

Posters:

Luning, P.A., T.C. de Rijk, H.J. Wichers and J.P. Roozen. 1992. Characterization of Sweet Bell Pepper Notes by a Gaschromatography-Sniffing Panel. Xth Congress of ECRO. 23-28 aug., 1992, Munich, Germany.

Luning, P.A. T. Ebbenhorst, J.G. Beekhuizen, M.G. Berlet, O. Schneider and H.J.

Wichers. 1992. Colour Changes in Ripening Bell Peppers in Relation to the Content of Non-Volatile Flavours. IFTEC International Food Technology Exposition & Conference. 15-18 nov. 1992. The Hague, The Netherlands.

Carey, A.T., P.A. Luning, C. van Dijk and H.J. Wichers. 1992. Characterization and Occurrence at Different Ripening Stages of Lipoxygenase in Bell Pepper (*Capsicum annuum* L.). IFTEC International Food Technology Exposition & Conference. 15-18 nov. 1992, The Hague, The Netherlands.

Yuksel, D., R. van der Vuurst de Vries, H.J. Wichers, J.R. Piggot and P.A. Luning. 1992. Sensory Characterization of Bell Pepper Aroma by an Odour and GC/Sniffing panel. MACHEVO'92. 12-16 okt. 1992. Utrecht, The Netherlands.

Yuksel, D., R. van der Vuurst de Vries, H.J. Wichers, and P.A. Luning. 1992. Sensory Evaluation of Sweet Bell Pepper Flavour by a Taste and Smell Panel. IFTEC International Food Technology Exposition & Conference. 15-18 nov. 1992. The Hague, The Netherlands.

C. WERKZAAMHEDEN

1. GC/snuffel analyses

- * Statistische analyse piekoppervlakken; kwantitatieve karakterisering van de vluchtige paprika-componenten.
- * vergelijken instrumentele (GC) data en sensorsiche (snuffel) data.

2. Smaakstoffen analyses

Bepalen van organische zuren tijdens rijping.

3. Koppeling van instrumentele en sensorsiche data

Instrumentele GC data (inclusief data over geur-activiteit) koppelen aan ruikpanel.
Instrumentele HPLC data koppelen aan smaakpanel.

De data worden middels principale componenten analyse geëvalueerd met het programma Unscrambler

4. Biochemische analyses paprika

Lipoxygenase (belangrijk enzym in aromavorming) activiteit bepaling tijdens rijping paprika.

5. Maken van een eindrapportage

Afwijking fasering

Geen afwijkingen. De kwantitatieve analyse van de GC-data is in een vergevorderd stadium. Ook de LOX-bepaling begint resultaten op te leveren.

VOEDSELVEILIGHEID EN SMAAK

A. van Amerongen

A. VOORTGANGSVERSLAG TWEEDE HELFT 1992

A. Ontwikkeling immunochemische toets scherpe radijs

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

Na immunisatie en booster-injecties kon bij de konijnen een hoge serumtiter (1 : 300.000) van anti - MTB-gluc activiteit worden gemeten in een ELISA, waarin BSA - MTB-gluc conjugaat als antigeen werd gebruikt (serumtiter: maat voor specifieke activiteit uitgedrukt als $10^{\log}$ van de serumverdunding die een signaal van driemaal de achtergrond oplevert). In een kompetitie-ELISA (bepaling van inhibitie van het ELISA signaal door toevoeging van vrij antigeen) bleken deze sera echter niet geschikt voor de bepaling van vrij MTB-gluc of vrij MTBITC. Het traject van immunisatie en booster-injecties met MTB-gluc bij muizen leverde lage serumtiters op (1 : 300). Desondanks werd een fusie uitgevoerd (Mei 1992) met miltcellen van één van de geïmmuniseerde muizen. Met behulp van een directe ELISA werd na enkele kloneringsstappen een aantal monoklonale antilichaam producerende klonen verkregen. Ook de monoklonale antilichamen (MAB's) bleken echter ongeschikt voor de bepaling van MTB-gluc of MTBITC.

Zoals aangekondigd in het voortgangsverslag "Eerste helft 1992" is er ook geïmmuniseerd met een MTBITC conjugaat. Zowel in konijnen als in muizen werden hoge serumtiters bereikt (1 : 100.000). Getest in een kompetitie-ELISA kon met konijn-sera de MTBITC activiteit in radijssap tot in een 30-voudige sapverdunding worden gemeten.

In augustus 1992 werd een fusie uitgevoerd met een milt van een met MTBITC conjugaat geïmmuniseerde muis. Inmiddels is een aantal specifieke monoklonale antilichaam producerende klonen verkregen met goede titers in de directe ELISA (1 : 200 - 2000). Bovendien kan met deze MAB's (alle van het IgG2a - kappa isotype) het MTBITC worden gemeten in een 50-maal verdund radijssap (zie figuur voor kompetitie-ELISA met twee radijs-cultivars en MAB 2G4F8G10).

Gelet op de positieve resultaten met de MTBITC sera en klonen is de voor augustus 1992 aangekondigde bereiding van en immunisatie met een nieuw immunogeen (MTB-gluc gekoppeld via suikergroep; periodaat-koppeling) voorlopig uitgesteld.

B. Ontwikkeling immunochemische toets bitterheid witlof

Op grond van literatuurgegevens en recent onderzoek wordt een aantal sesquiterpeen lactonen in verband gebracht met de bittere smaak van witlof: lactucine, 8-deoxylactucine, lactucopicrine en/of de glycoderivaten van deze verbindingen.

Lactucine en lactucopicrine zijn aan Keyhole Limpet Hemocyanin (KLH)

gekoppeld via (aminooxy) azijnzuur. Van lactucine is tevens de lactonring opengebroken waarna dit derivaat via de vrije zuurgroep direct aan KLH is gekoppeld. De conjugaten zijn gebruikt voor de immunisatie en booster van muizen en konijnen. Voor alle conjugaten geldt dat een booster-traject wordt gevolgd van 6 à 7 injecties, in een frekwentie van eenmaal per 3 à 4 weken. Na elke booster is de antilichaam titer van de sera bepaald met behulp van een ELISA.

De serumtiter van konijnen geïmmuniseerd met de verschillende conjugaten is 5. De titer van muizen geïmmuniseerd met lactucine-conjugaat of lactucopricine-conjugaat is tamelijk laag (2.5). Het boostertraject voor deze muizen zal waarschijnlijk verlengd worden. De specifieke activiteit van muizen geïmmuniseerd met lactucine-zuurconjugaat is goed. In een directe ELISA werd een serumtiter van 4 bepaald.

De specificiteit van de sera wordt bepaald met een kompetitie-ELISA. Witlof extracten, waarin zowel lactucine, 8-deoxylactucine als lactucopricine aanwezig is, veroorzaken een duidelijke inhibitie bij alle konijn- en muis-sera. Er zijn ook kompetitie-ELISAs uitgevoerd met de afzonderlijke verbindingen. Zowel lactucine (zwak) als lactucinezuur geeft inhibitie met serum van konijnen geïmmuniseerd met lactucine-conjugaat en met lactucinezuur-conjugaat. Lactucinezuur veroorzaakt echter ook inhibitie met serum van konijnen geïmmuniseerd met lactucopricine-conjugaat terwijl lactucopricine dat niet doet. Waarschijnlijk is dit serum niet specifiek genoeg. Toevoeging van lactucinezuur aan serum van muizen geïmmuniseerd met lactucinezuur geeft inhibitie.

Als de antilichaamtiter van een muis voldoende hoog is, zal de milt worden gebruikt voor de ontwikkeling van monoklonale antilichamen.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. WERKZAAMHEDEN EERSTE HELFT 1993

a) Radijs

Het uiteindelijke doel van de immunochemische toetsontwikkeling is de kwantitatieve bepaling van MTBITC in radijssap. Daartoe zal een standaardkurve van gezuiverd MTBITC nodig zijn. Het MTBITC zal grootschalig worden opgezuiverd en vervolgens nader worden gekarakteriseerd. Deze (vluchtige!) verbinding zal op een juiste wijze moeten worden gestabiliseerd om bewaring gedurende een redelijke termijn mogelijk te maken.

Voorts is voor de verdere toetsontwikkeling een grootschaliger productie en opzuivering van specifieke poly- en monoklonale antilichamen van belang. De verschillende type antilichamen zullen worden opgewerkt met behulp van een aantal zuiveringsstappen (o.a. precipitatie en affiniteits-zuivering).

Een eerste aanzet om te komen tot een snelle immunochemische toets zal gericht zijn op de ontwikkeling van een Sol Particle ImmunoAssay (SPIA). Onderzocht zal worden of de beschikbare poly- en monoklonale antilichamen geschikt zijn om ingepast te worden in een MTBITC specifieke SPIA.

Voor januari 1993 is een nieuwe fusie gepland met miltcellen van een met MTBITC conjugaat geïmmuniseerde muis. De eigenschappen van de resul-

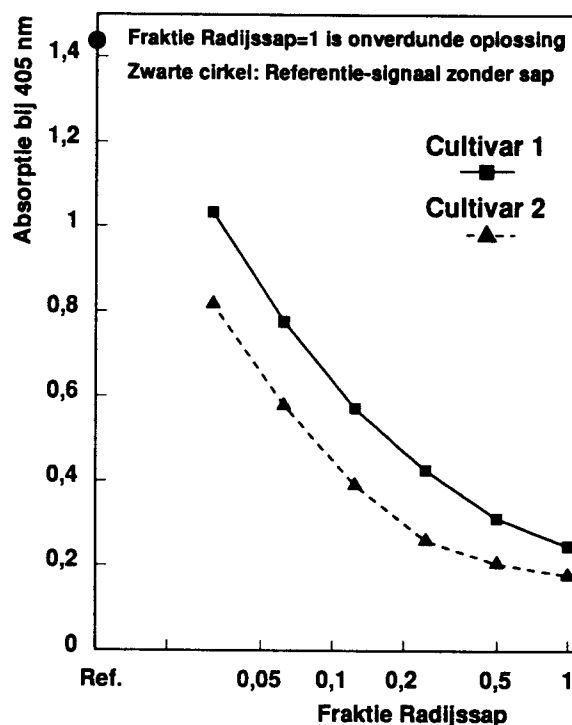
rende MTBITC-specifieke MAb's zullen worden onderzocht.

b) Witlof

Binnen het witlof-project zullen de belangrijkste werkzaamheden voor de eerste helft van 1993 bestaan uit de bereiding van sesquiterpeen lacton conjugaten, het boostereren van konijnen en muizen, de bepaling van de serumtiters voor de afzonderlijke componenten en het vaststellen van de specificiteit(en) van de verschillende antilichaam-frakties.

Tevens staat voor deze periode een fusie gepland voor de bereiding van monoklonale antilichamen.

KOMPETITIE ELISA MET RADIJSSAP MAb 2G4F8G10



VERPAKKINGEN

Afbreekbare coatings en folies

J.M. Vereijken

Tarwegluten

A. VOORTGANG TWEEDE HALFJAAR 1992

In de loop van het onderzoek, dat de ontwikkeling van biodegradeerbare coatings en folies op basis van tarwegluten beoogt, is reeds aangetoond dat de mechanische eigenschappen van deze coatings gestuurd kunnen worden door aanpassingen in de receptuur en in de fysische omstandigheden tijdens de bereiding. In de afgelopen periode is dit onderzoek uitgebreid door de invloed te bestuderen van de bewaartemperatuur en -tijd op de mechanische eigenschappen van de coatings. Daarnaast zijn eigenschappen bestudeerd van coatings van de twee samenstellende eiwitfracties van tarwegluten. Verder is aandacht besteed aan de bepaling van de waterpermeabiliteit van de coatings en de mogelijkheden voor sturing hierin.

Bewaarduur en -temperatuur van glutencoatings

Allereerst is onderzocht of tijdens de bewaring van glutencoatings bij 20°C en 60% RLV veranderingen optreden in hun mechanische eigenschappen. In een periode van twee maanden blijken er nauwelijks verschillen op te treden.

Hierna is het effect bestudeerd van variatie in de hoogte van de bewaartemperatuur op de mechanische eigenschappen van coatings. Daartoe zijn glutencoatings gedurende 24 uur bewaard bij -20, 20, 60, 80 of 100°C. Uit Tabel 1 blijkt dat in het traject van -20 °C tot 60°C geen significante veranderingen optreden in de mechanische eigenschappen. Bij 80°C en vooral 100°C nemen de stress en modulus sterk toe, terwijl de strain daalt.

Tabel 1. Mechanische eigenschappen van coatings bewaard bij verschillende temperaturen

eigenschap	temperatuur (°C)					LSD
	-20	20	60	80	100	
dikte	0,30	0,32	0,29	0,32	0,31	0,04
stress	0,36	0,43	0,38	0,87	1,77	0,3
strain	500	462	536	284	228	111
modulus	1,6	3,8	2,0	7,0	8,7	1,3

Coatings van gliadinen en gluteninen

Tarwegluten variëren, onder andere afhankelijk van het ras waaruit zij worden geïsoleerd, in de verhouding van de twee groepen eiwitten (te weten gluteninen en gliadinen) waaruit gluten zijn samengesteld. Om de bijdrage tot de mechanische eigenschappen van deze fracties te bepalen zijn de gliadinen en gluteninen

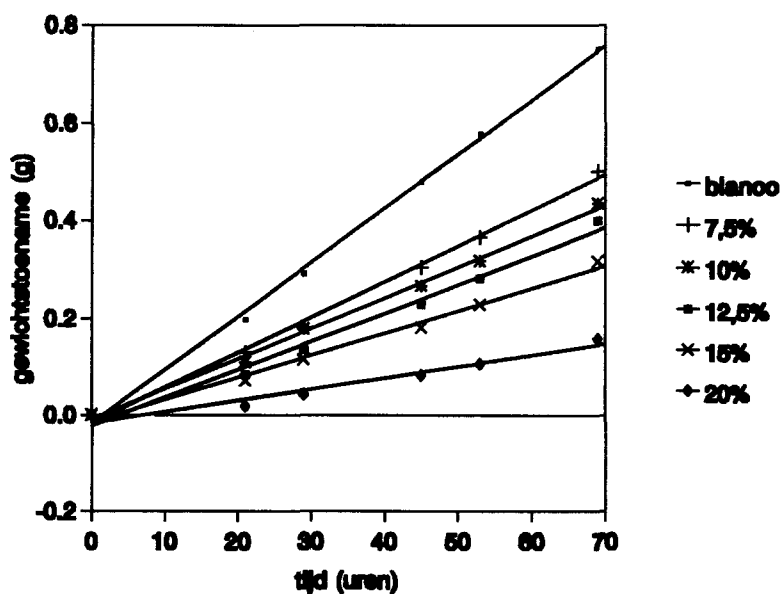
gescheiden door extractie met 70% ethanol. De resultaten van de Instron metingen aan de gliadinen- en gluteninencoatings staan vermeld in Tabel 2. Het blijkt dat de mechanische eigenschappen van de beide coatings aanzienlijke verschillen. De gluteninen/gliadinen verhouding zal daarom waarschijnlijk de geschiktheid van tarwegluten voor deze toepassing mede bepalen en kan aldus een selectiecriterium vormen. Aangetekend moet wel worden dat de verschillen in mechanische eigenschappen van coatings bereid met gluten van diverse leveranciers, vergelijkbaar of kleiner zijn dan de verschillen die verkregen kunnen worden door aanpassingen van de receptuur of bereidingswijze van glutencoatings.

Tabel 2. Mechanische eigenschappen van gliadinen- en gluteninencoatings

eigenschap	gluten	gliadinen	gluteninen	LSD
dikte	0,27	0,22	0,29	0,04
stress	0,38	0,10	1,17	0,12
strain	692	590	263	155
modulus	1,1	2,7	8,8	2,0

De waterpermeabiliteit van de coatings

De gebruikelijke methode voor het bepalen van de waterpermeabiliteit van plastic folies (een al dan gewijzigde ASTM methode) blijkt voor de coatings op basis van tarwegluten niet te voldoen, zodat de waterpermeabiliteit van deze coatings niet berekend kan worden. Wel kunnen met deze methode vergelijkende studies worden uitgevoerd zodat indicaties kunnen worden verkregen over de beïnvloeding van de vochtdoorlaatbaarheid van de coatings door additieven en/of behandelingen. In Figuur 1 staat hiervan een illustratie. Uit deze figuur blijkt dat de vochtdoorlaatbaarheid van de glutencoatings gestuurd kan worden.



Figuur 1. De hoeveelheid doorgelaten vocht in de tijd in relatie tot de concentratie additief.

B. PUBLIKATIES

Geen

C. PLANNING EERSTE HALFJAAR 1993

In de komende periode zal ondermeer aandacht worden besteed aan de methodologie voor het bepalen van de waterpermeabiliteit van glutencoatings. Verder zal een methode worden opgezet voor het bepalen van de gasdoorlaatbaarheid.

Modelleren van de invloed van O₂ en CO₂ op groente

H.W. Peppelenbos

A. VERSLAG 1992-2

Probleemstelling

Bij kamertemperatuur (18°C, zoals in een supermarkt) gaat de kwaliteit van groente, zoals broccoli, snel achteruit (kleurverandering, stevigheidsverlies, microbiëel bederf). Omgevingsfactoren (temperatuur, luchtvochtigheid, zuurstof- en kooldioxideconcentraties) kunnen het kwaliteitsverloop echter beïnvloeden.

Uit onderzoek is gebleken dat zuurstof en kooldioxide een sterke invloed hebben op de belangrijkste kwaliteitsaspecten van diverse soorten groente en fruit, zoals appel, aardbei, broccoli en spruitkool. Lage zuurstof- en verhoogde kooldioxideconcentraties vertragen de ademhaling, de ontwikkeling en het verloop van verschillende kwaliteitsaspecten. De houdbaarheid wordt hierdoor verlengd.

Met behulp van verpakkingen is het mogelijk de omstandigheden rond het produkt te beïnvloeden, omdat een levend produkt zuurstof gebruikt en kooldioxide afgeeft (respiratie) en een verpakking in beperkte mate doorlatend is voor zuurstof en kooldioxide (diffusie). Het is nu van belang om respiratie en diffusie zo op elkaar af te stemmen dat het bereikte evenwichtsnivo in een verpakking overeenkomt met de optimale luchtsamenstelling. Deze wijze van bewaren wordt MA genoemd (Modified Air). Om de optredende processen aan elkaar te kunnen koppelen is een model onontbeerlijk. Bijkomend voordeel van de ontwikkeling van een model is dat het uiteindelijk mogelijk zal zijn om het kwaliteitsverloop van een produkt bij verschillende bewaaromstandigheden te voorspellen.

Doel

1. Het bepalen van de invloed van een aantal omgevingsfactoren, namelijk de O₂-concentratie, de CO₂-concentratie en de mate van indroging (= flow * luchtvochtigheid), op het verloop van de kwaliteit van verschillende groenten.
2. De ontwikkeling van een model dat de invloed van omstandigheden rond een produkt op het verloop van de kwaliteit van dat produkt kan berekenen en kan aangeven welke verpakking (welk materiaal) geschikt is om de kwaliteit zo lang mogelijk te handhaven.

Fasering

Omdat het onderzoek in verschillende fasen is onderverdeeld en er meerdere groenten onderzocht zullen worden, is de jaarplanning schematisch opgezet. Er zijn in eerste instantie drie groenten geselecteerd om MA-onderzoek aan te verrichten: broccoli, witlof en prei(?).

Het onderzoek bestaat uit de volgende fasen:

1. CA/MA: wat is de invloed van de gassamenstelling op het verloop van de

- kwaliteit.
2. **RESPIRATIE**: wat is de ademhaling bij verschillende luchtsamenstellingen en hoe snel past de ademhaling zich aan veranderende omstandigheden aan.
 3. **VOCHT**: hoe gevoelig is het produkt voor uitdroging of een hoge luchtvochtigheid.
 4. **VERPAKKING**: de eigenschappen van verpakkingsmaterialen worden onderzocht (ander projekt).
 5. **VALIDATIE**: controle experimenten (zijn de resultaten reproduceerbaar en betrouwbaar). Groente en verpakking worden samen onder verschillende omstandigheden getest. Tevens wordt het model beoordeeld.

GLOBALE JAARPLANNING 1991-1995 (aanpassing):

JAAR	BROCCOLI	WITLOF	PREI(?)
1991	CA/MA	VOCHT	
1992	RESPIRATIE	VERPAKKING	
1993	VALIDATIE	CA/MA	VOCHT RESPIRATIE
1994		VERPAKKING VALIDATIE	CA/MA VOCHT RESPIRATIE
1995			VERPAKKING VALIDATIE

Modellering vindt voortdurend plaats waarbij de resultaten van de experimenten worden gebruikt.

Verslag van de werkzaamheden in 1992-II

Respiratie

In 1992 zijn er verschillende experimenten uitgevoerd waarbij de invloed van zuurstof en kooldioxide op de respiratie van broccoli werd onderzocht. Dit leverde een duidelijk en nauwkeurig beeld op omtrent de verlaging van de respiratie bij lagere zuurstof- en hogere kooldioxideconcentraties. Op basis van de metingen is een theorie ontwikkeld die een verklaring geeft voor de interactie tussen de invloed van zuurstof en de invloed van kooldioxide. Bovendien kan met de nieuwe meetmethode nog nauwkeuriger worden vastgesteld wat de optimale bewaarconditie is (d.m.v. de bepaling van het ACP, het Anaerobic Compensation Point). Met de gevonden relaties zullen modelverpakkingen worden berekend.

Modellering

De ontwikkeling van een model, dat het verloop van de kwaliteit van een produkt bij verschillende luchtsamenstellingen kan aangeven, is gestart. Het model is gebaseerd op bekende fysische processen (diffusie) en enzymkinetiek. Het verloop van de concentraties zuurstof en kooldioxide in een verpakking kan worden berekend. Ook de invloed van de temperatuur, en van temperatuurveranderingen op diffusie en respiratie kan worden berekend.

Het afgelopen jaar is er voor een systematische aanpak voor het CA en MAP onderzoek gekozen. Deze aanpak omvat de keuze van produkten, metingen, meetomstandigheden en de ontwikkeling van een model. De produkten zijn ingedeeld in 'logische' groepen, waarbij drie criteria zijn gebruikt; morfologie (vrucht, blad, bladsteel/stengel, bol, knol), herkomst (gematigd, (sub)tropisch) en ontwikkelingsstadium (groeifase, rijpend, rijp). De verschillen tussen produkten binnen een groep zijn kleiner dan de verschillen tussen groepen. Dit maakt het mogelijk om na intensief onderzoek aan enkele modelprodukten in een groep het onderzoek aan de andere produkten te minimaliseren.

Er is een begin gemaakt met het opzetten van een database, waarin alle bestaande kennis over de bewaring van groente en fruit zal worden ondergebracht.

Vergelijking fasering 1992 met resultaten 1992-2

De fasering werd niet geheel gevolgd. Het experiment waarbij witlof bij verschillende omstandigheden bewaard zou worden (CA/MA, VOCHT) is uitgesteld tot week 19 van 1993. De rest van de planning van het programma 91-94 is hierdoor wat in elkaar geschoven (zie schema).

B. WERKZAAMHEDEN 1993-1

Aanpak

Dit jaar zal het uitgestelde onderzoek aan witlof worden uitgevoerd. In het verleden is weinig onderzoek naar witlof gedaan. Tot dusver wordt een luchtsamenstelling van 3-4% O₂ en 4-5% CO₂ als optimaal geadviseerd. Bij de kwaliteitsmetingen zal zo veel mogelijk gebruik worden gemaakt van objectieve meetmethoden als computer-beeld-analyse.

Variabelen experiment 1 (CA/MA, VOCHT)

produkt	: witlof
relatieve luchtvochtigheid (%)	: 99
temperatuur (°C)	: 18
relatieve luchtvochtigheid (%)	: 90, 99
concentratie O ₂ (%)	: 1, 3, 6, 21
concentratie CO ₂ (%)	: 0.05, 4, 10
bewaarduur (dagen)	: 15
tijd tussen metingen (dagen)	: 3

Ook voor het verpakken van witlof zijn nauwkeurige respiratiemetingen nodig bij verschillende lichtsamenstellingen. Deze metingen zullen in een tweede experiment worden uitgevoerd.

Variabelen experiment 2 (respiratie)

produkt	: witlof
temperatuur (°C)	: 18
relatieve luchtvochtigheid (%)	: 95-99
concentratie O ₂ (%)	: 0, 1, 3, 6, 21
concentratie CO ₂ (%)	: 0.05, 2, 4, 10
bewaarduur (dagen)	: 14
tijd tussen metingen (dagen)	: 1

Er is een model ontwikkeld dat de evenwichtsconcentraties in verpakkingen kan berekenen. Daarnaast zijn de gewenste evenwichtconcentraties voor broccoli bekend. Nu is het zaak om met berekeningen van het verpakkingsmodel de optimale folie te selecteren. Als controle (validatie) van deze berekening vindt een experiment plaats van broccoli in verpakkingen (in samenwerking met project 7.02.31).

Variabelen experiment 3 (validatie)

produkt	: broccoli
temperatuur (°C)	: 18
relatieve luchtvochtigheid (%)	: 99
concentratie O ₂ (%)	: interactie respiratie - diffusie
concentratie CO ₂ (%)	: interactie respiratie - diffusie
bewaarduur (dagen)	: 14
tijd tussen metingen (dagen)	: 1

Fasering

De nieuwe fasering 1991-1995 wordt in 1993 gevolgd.

MA-modellering op het verpakkingsniveau van de doos

R.G. Evelo

A. VERSLAG TWEEDE HELFT 1992

Probleemstelling

Een bijzondere toepassing van een verpakking is het creëren van een gunstig microklimaat rond het produkt bij z.g.n. 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. De probleemstelling specifiek voor de MA-verpakking luidt : welke folie is het meest geschikt bij een bepaalde afzetketen gelet op de produkt kwaliteit, milieu bezwaren 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 produkt kwaliteit voor met name broccoli en Elstar appels.

Fasering

Het onderzoek over het afgelopen half jaar valt uiteen in drie delen:

- Elstar appels, beïnvloeding van de stevigheid door een MA-klimaat
- broccoli, verpakkingsvarianties met Crown broccoli
- ontwikkeling van een MA-model

Elstar appels

Het onderzoek van de Elstar appel heeft zich gericht op de vraagstelling of een verhoogde CO₂ concentratie gedurende een korte periode (3 weken representatief voor de uitstalling) de afname van de stevigheid van de Elstar appel kan remmen. Appels zijn gedurende drie weken bij 15°C en bij verschillende CO₂ concentraties tussen de 0 en 16 % bewaard. De hardheid van de appels is met behulp van de penetrometer bepaald. Hiermee is het experiment van 1991 herhaald. Momenteel worden deze gegevens statistisch verwerkt om tot een definitieve uitspraak te komen.

Op basis van een eerste analyse van de data verwachten we een bevestiging van de hypothese dat Elstar appels bewaard bij CO₂- concentraties rond de 10-12% minder verlies van de stevigheid vertonen dan Elstar bewaard bij lagere CO₂-concentraties. Deze 10-12% CO₂ is hoger dan in de nu gebruikelijke MA-verpak-

king van appels. De volgende fase van dit project is het selecteren van het gewenste verpakkingsmateriaal.

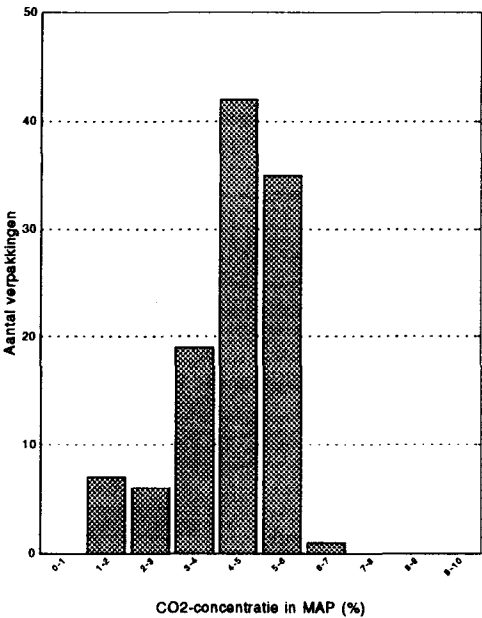
Broccoli

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.

Er zijn 110 stuks verpakte broccoli van de veiling gehaald en bewaard bij 18°C. De evenwichtsgassamenstelling is in fig 1 voor deze met pvc rek-wikkelfolie verpakte broccoli weergegeven. De figuur laat duidelijk zien dat de CO₂-concentratie ver beneden de 8-10% voor CO₂ ligt. Hieruit volgt dat ondanks de vele goede eigenschappen van pvc-rek-wikkelfolie deze verpakking t.a.v. de CO₂-concentratie in een MA-verpakking nog niet ideaal is.

In samenwerking met enkel verpakkingsleveranciers, veiling WFO zijn verschillende krimpfolies getoetst en vergeleken met de pvc verpakking voor crown broccoli. Daarnaast is er een alternatief voorgesteld door het ATO-DLO. Dit betreft Crown broccoli op een pulpschaaltje omwikkeld met een pe folie. De broccoli is aan een temperatuursprofiel blootgesteld om een deel van de distributie keten te simuleren. De gassamenstelling voor de verschillende verpakkingsvarianties aan het einde van het experiment (na 13 dagen) zijn in tabel 1 weergegeven. Hierbij is ook een kleurbeoordeling vermeld, waarbij 0 correspondeert met geel/bruin en 5 als donkergroen wordt beoordeeld.

Verdeling van gasconcentraties
Broccoli in PVC-rekwikkelfolie bij 18°C



Figuur 1: CO₂-concentraties in MAP verpakking

Tabel 1: Waarnemingen aan de Crown broccoli verpakking na 13 dagen (12°C)

verpakking	O ₂ -concentratie ± 0.4	CO ₂ -concentratie ± 0.3	kleur
Okuwrap krimpfolie	18.5	1,5	2
Clysar krimpfolie	18,3	1,9	3
pe-krimpfolie	18,2	2,0	3
pvc rek-wikkelfolie	17,6	2,1	3
pe /pulschaaltje	16,0	3,1	4

Uit de kleur beoordeling volgt dat de pvc rek-wikkelfolie, de Clysar - en de pe-krimpfolie dezelfde kleurbeoordeling hebben gekregen. De Crown broccoli verpakking in de Okuwrap krimpfolie is als iets geler beoordeeld, terwijl de pe/pulp variant als iets groener werd beoordeeld. Deze variatie in de kleurbeoordeling is goed in verband te brengen met de CO₂-concentratie in de verpakking. Uit de literatuur is bekend dat de vergeling van Crown broccoli wordt geremd door een verhoging van de CO₂-concentratie. De tabel laat zien dat kleine verschillen in CO₂-concentraties al in een verschillende kleurbeoordeling resulteren.

Alle geteste krimpfolie variaties vertonen veel condens tijdens de bewaring. Hierdoor lijkt dit verpakkingsconcept op dit moment nog geen redelijk alternatief voor de pvc rek-wikkelfolie. De variant ingebracht door het ATO-DLO is de pe/pulp schaal, deze gaf geen condens. Het water wordt door het pulpschaaltje opgenomen. Dit lijkt een veelbelovend alternatief voor de pvc rek-wikkelfolie.

Het MA-simulatie model

Het model dat in het eerste half jaar is gevalideerd voor enkel broccoli verpakking is uitgebreid waardoor een dynamisch temperatuurverloop kan worden beschreven. Hierdoor is het mogelijk om met het model temperatuurprofielen zoals deze in de afzetketen voorkomen door te rekenen.

Om het model verder te valideren zijn m.b.v. de door het ATO-DLO ontwikkelde modelverpakkingssystemen verpakkingsexperimenten met broccoli uitgevoerd. Deze sluiten nauw aan bij de hierboven beschreven experimenten vervullen een functie bij de data acquisitie nodig om dit model op te zetten en te valideren van het model.

Confrontatie met de fasering

Ten aanzien van de fasering gemaakt in de voortgangsrapportage 1^{ste} helft 1992 zijn de crown broccoli experimenten ook niet vermeld. Dit is ten koste van het verzamelen van extra permeabiliteitsgegevens van verschillende folies gegaan. Dit laatste wordt weer in 1993 opgenomen.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. WERKPLAN EERSTE HALFJAAR 1993

Elstar appels

Doel is het vinden van de ideale folie om de stevigheid van Elstar tijdens MA-verpakken zo goed mogelijk te behouden. Bij het selecteren van de gewenste folies zal gebruik gemaakt worden van het MAP-computermodel waarbij verschillende materialen en verpakkingen vooraf geëvalueerd kunnen worden. Voor een experiment zullen verschillende verpakkingsmaterialen worden geselecteerd zodanig dat er een range van kooldioxide concentraties in de verpakking worden verkregen.

MA model; theorie en data verzameling

Voor het verder ontwikkelen en uitbreiden van het model, zal de toepassing richting het modelleren van temperatuurafhankelijke gedrag van het produkt en de verpakking grote aandacht krijgen. Hiervoor zullen de volgende werkzaamheden worden uitgevoerd.

- Het verder verzamelen van ademhalingsgegevens van relevante groente en fruit produkten, gericht op de ontwikkeling van het MA-model.
- Het verzamelen van meer temperatuurafhankelijke permeabiliteitsconstanten van commercieel beschikbare verpakkingsfolies.
- Het vastleggen van temperatuurafhankelijk gedrag in de MA-verpakking.
- Het ontwikkelen en valideren van het MA model op dit temperatuurafhankelijke gedrag, zodat uiteindelijk de reële situatie in de keten kan worden beschreven.

Fasering

- Meten van het temperatuurafhankelijke permeabiliteitsgedrag voor CO₂, O₂, C₂H₄, en H₂O van folies.
- In het eerste half jaar zullen enkele ademhalingsgegevens worden verzameld. Het produkt en de condities worden nog nader bepaald afhankelijk van de kennisleemten voor het ontwikkelen van het MA model.
- Validatie metingen van de MA-verpakking met Elstar appels gericht op CO₂-concentraties in de verpakking het verloop van de stevigheid.
- Bestudering van het temperatuurafhankelijke gedrag van een MA-verpakkingssysteem. Deze experimenten moeten de modelbouw ondersteunen.

Literatuur

- [1] J. Makhlof, F. Castaigne, J. Arul, C. Willemot, and A. Gosselin, HortScience, 1989, 24(4), 637-639.

KVM GROENTE & FRUIT

L.M.M. Tijskens

A. VOORTGANG TWEEDE HALFJAAR 1992

Probleemstelling

Gedurende de afzet van groente en fruit verloopt de kwaliteit van Tuinbouwprodukten continue op de weg van producent naar consument. 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 blootstellingsduur. Inzicht in de huidige afzetketen en in het kwaliteitsverloop van produkten onder gedefinieerde omstandigheden zijn van belang voor realisatie van een hoge eindkwaliteit bij aflevering van de produkten aan de consument.

Om ervoor te kunnen zorgen dat het produkt in optimale conditie bij de consument aankomt, moet in elke schakel van de keten de kwaliteit van het produkt geschat cq. beschreven kunnen worden. Hiervoor is het o.a. noodzakelijk simulatie modellen te bouwen die het kwaliteitsverloop beschrijven voor een groot aantal processen die de kwaliteit beïnvloeden.

Doelstelling

Het onderzoeksdoel en fasering in het afgelopen half jaar (zie fasering 1991) was:

- uitvoeren bewaarexperimenten
- statistische analyse de gegevens
- verdere ontwikkeling van de generieke processen en aanpak.
- ontwikkeling stevigheid (generiek & specifiek)
- invulling van produkt specifiek kwaliteitseigenschappen (bv. kleur, inhouds stoffen enz.).
- database Gr & Fr SKAAP.

Verslag Werkzaamheden

I. Uitvoering experimenten en statistische uitwerking

Door technische omstandigheden zijn de geplande bewaarexperimenten slechts zeer spaarzaam uitgevoerd. Gegevens van twee proeven aan Elstar en Cox appels, zijn beschikbaar. De gevonden gegevens (stevigheid en vochtverlies) bevestigen het algemene beeld tav deze parameters.

II. Ontwikkeling generieke processen

A. Denaturatie

Voor historie bepaalde processen, dwz processen waarvan de gevolgen pas later in de tijd of bij een hogere temperatuur merkbaar worden, is een algemeen denken en werkpatroon opgezet. Het specifieke probleem bij dit soort processen is hun intrinsiek dynamisch gedrag in tijd en temperatuur. Voorbeelden voor deze algemene processen zijn afdoding van bacteriën en schimmels bij (relatief) hogere

temperatuur, specifieke activiteit van enzymen bij hoge (en lage) temperatuur.

LTB schade komkommers

alle Temp, tijden voor en nabewaring

B. Lage Temperatuur Bederf

Op basis van het hierboven beschreven generiek proces, is een model geconstrueerd om het Lage Temperatuur Bederf (LTB) bij groente en fruit te beschrijven en meetgegevens statistisch te analyseren. Dit model is toegepast op de meetgegevens van de chlorofylfluorescentie aan komkommers en paprika's. Niet alleen zijn de objectieve meetgegevens zeer goed te analyseren met dit systeem (expl. part >84 bij 360 waarnemingen), maar ook de sensorische data zijn uitstekend in te passen in het model (komkommers: expl. part 98% bij 36

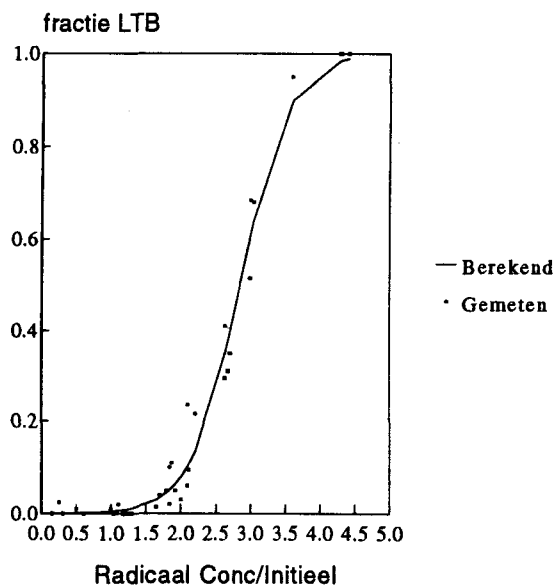


Fig 1
waarnemingen). Het model lijkt zich uitstekend te lenen voor het beschrijven, verklaren en sturen van het verdere LTB onderzoek. In fig 1 is de gemeten en de berekende LTB score uitgezet tegen de statistisch bepaalde radicaal fractie.

Ethyleen Produktie

bij externe Ethyleen gift tussen dag 0 en 10

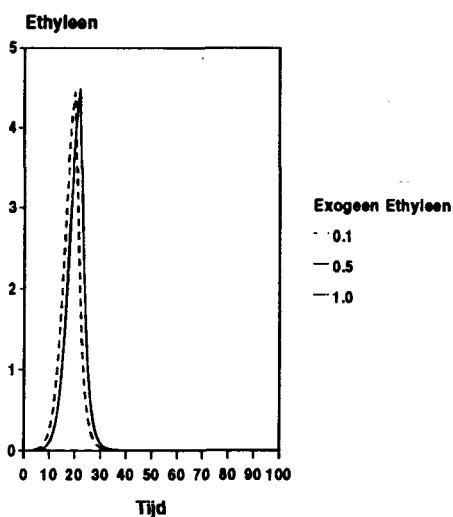


Fig 2

Ethyleen Produktie

bij externe Ethyleen gift tussen dag 10 en 20

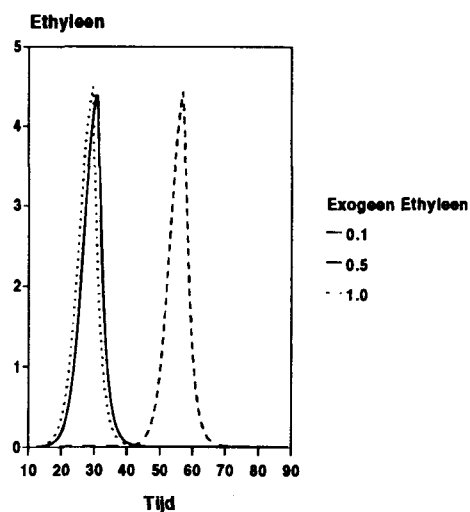


Fig 3

C. Ethyleen model

Voor het beschrijven, verklaren en voorspellen van de invloed van exogeen ethyleen op het gedrag van het produkt, en de interactie van de ethyleen productie van het produkt op het 'klimaat' is een veelbelovend prototype model opgezet. Ook hier spelen historie-bepaalde processen een rol, o.m. in de autokatalyse van ethyleen. Voor een uitbreiding naar ethyleeninvloed in CA condities, en dus een integraal CA model, bestaat grote interesse, niet alleen als kwaliteitsmodel, maar ook als fysiologisch model. In fig 2 en 3 is de endogene ethyleenproductie getoond bij een exogene ethyleen gift gedurende dag 1 tm 10 tegenover een exogene ethyleen gift gedurende dag 10 tm 20.

III. Specifieke produkteigenschappen

Het model voor de verkleuring van tomaten, ontwikkeld op basis van de gegevens van K.I. Akimoto (gastmedewerker Japan), is verder getest en gevalideerd aan gegevens van Struylaert (Sprenger Instituut 1987) en Stork (Sprenger Instituut 1984), en vastgelegd in een artikel.

IV. Systematiek KwaliteitsAttributen van Agrarische Produkten: SKAAP.

Aan het verder ontwikkelen van de database SKAAP is niet expliciet gewerkt. Dit neemt niet weg dat de ideeën hierover zijn aan gepast en uitgebreid gedurende de ontwikkeling van de hierboven beschreven modellen.

V. Diffusie

Een publikatie over het ontwikkelde diffusie- en maceratiemodel is in concept gereed. De experimentele gegevens (Biekman) zullen gebruikt worden om het opgezette model verder te valideren. Interessante inzichten in de relatie en de beschrijving stevigheid - biopolymeren zijn nu reeds beschikbaar.

VI. Produkt database

Er is een aanzet gemaakt die geleid heeft tot een structuur van een produkt- en onderzoeksdatabase t.b.v. groente- en fruitprodukten.

Confrontatie met de oorspronkelijke plannen voor de verslagperiode

Er zijn geen relevante afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijke project planning gedurende de afgelopen periode.

B. PUBLIKATIES

Verschenen: Geen.

Geaccepteerd:

A.A. Polderdijk, L.M.M. Tijskens, J.E. Robbers, C.P.M. van der Valk:

Predictive model of keeping quality of tomatoes (*Lycopersicon Esculentum* L.).
PBT

C. PLANNING EERSTE HALFJAAR 1993

Verdere uitbreiding en validatie van LTB model middels statistische analyse meetgegevens. Bouw van bruikbaar statisch (Lotus) en dynamisch (PROSIM) LTB model. Inpassen van LTB model in Houdbaarheidsmodel & concept. Opzetten en calibreren van Ethyleen en Ethyleen-CA model (concept en prototype).
Uitdiepen relatie biopolymeren, enzymatische afbraak en stevigheid.

DSS STRATEGISCHE PLANNING

R.A.C.M. Broekmeulen

A. VOORTGANG TWEEDE HALFJAAR 1992

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.

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.

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.

Uit de in het eerste half jaar uitgevoerde bedrijfsanalyses bij een groentecentrales (GC) is voornamelijk het belang van een goede informatievoorziening naar voren gekomen. De informatiestroom loopt meestal achter bij de feitelijke, fysieke goederenstroom. Voor een goede benutting (lees besturing) van de logistieke diensten is het noodzakelijk dat deze diensten tijdig worden geïnformeerd over de verwachte goederenstromen. Zo geeft de handelsafdeling geeft pas op het laatste moment informatie door, waardoor het erg moeilijk is om tot een adequate operationele planning te komen. Er wordt dan ook het uiterste geeist van de flexibiliteit van de expeditie en het transport.

De praktijk heeft naar aanleiding van de bedrijfsanalyses aan de realisatie van een demonstratiesysteem van een logistiek informatiesysteem een lagere prioriteit gegeven. Bij de presentatie van de bedrijfsanalyses aan de praktijk kwam de wens naar voren om meer over de randen van de schakel heen te kijken. In de groenten- en fruitsector is een goede afstemming noodzakelijk om produkten snel en zonder kwaliteitsverlies af te leveren bij de consument. Dit kwam ook naar voren in gesprekken met de groothandel voor het vrijwillig filiaalbedrijf en met grote transporteurs met eigen opslagfaciliteiten. Een meer geïntegreerde aanpak heeft een positief effect de doorlooptijd van het produkt en kan de problemen met gemengde ladingen tot een minimum beperken. Hiervoor is een model opgesteld

dat op een strategisch niveau produkten toewijst aan bestaande of nog te bouwen expeditieknooppunten en tegelijkertijd de gewenste route van de produktstromen tussen leveranciers en klanten vastlegt. Dit model bekijkt de sector vanuit een gekozen schakel en fungeert als een laag bovenop het eerder gerealiseerde palletlokatiemodel. De huidige set modellen kan dus worden gezien als een multi-lokatie produkttoewijzingssysteem.

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. Het systeem zal uit drie lagen bestaan:

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

Dit systeem is dus gericht op de sector en bovendien produkt en keten overstijgend. Voor de eerste twee lagen is een lineair programmeringsmodel ontwikkeld. Dit is in de afgelopen periode uitgebreid. Testen hebben aangetoond, dat het een uitstekend bruikbaar hulpmiddel is om de fustproblematiek aan te pakken. Zo wijzen ze bijvoorbeeld op de mogelijkheden van het gebruik van nestbaar fust voor de exportmarkten. Voor een uitgebreide praktijkvalidatie ontbreken echter nog gegevens over de omvang van de fuststromen en over de diverse kosten. Dit zal het komende jaar echter uitgebreid aan de orde komen.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. PLANNING EERSTE HALFJAAR 1993

Het multi-lokatiemodel dat voortgekomen is uit PALLET+ zal worden uitgebreid tot een strategisch sectormodel waarin alle schakels tussen telers en consumenten zijn opgenomen. Hierbij zal de nadruk in eerste instantie liggen op de effecten van koeltechnologie in relatie tot de inrichting van de opslagfaciliteiten. Hierna zal de problematiek van verpakkingen en gemengde ladingen worden aangepakt. In de zomer van 1993 is een nieuw prototype gepland waarin de huidige set van inrichtingsmodellen zal zijn geïmplementeerd op basis van AiDA (ATO Intelligent Decision Assistant).

Zodra de benodigde praktijk gegevens beschikbaar komen zal voor het deelproject FUST de noodzakelijke validatie van het model voor de fustselectie en de allokatie van de fuststromen plaats vinden. De implementatie van het simulatiemodel voor de analyse van de dynamiek van de fuststromen kan hierbij een

knelpunt vormen. Het simulatiemodel is een essentieel hulpmiddel bij de keuze van de inrichting van de fustorganisatie.

ONTWIKKELING VAN EEN DSS VOOR MENGLADINGEN

M.F.M. Janssens

A. VERSLAG OVER TWEEDE HELFT 1992

Inleiding

Een exporteur van groente en fruit heeft een aantal klanten die hij zo goed mogelijk wil bedienen met een groot assortiment aan produkten. Elk van deze klanten heeft zijn eigen eisen aan b.v. kwaliteit, verschijningsvorm en aflevertijden. De bestellingen van de klant moeten getransporteerd worden naar de afgesproken afleverpunten. Dit transport kan de exporteur in eigen beheer doen, of hij kan dit uitbesteden aan een hierin gespecialiseerde transportonderneming. De planning van de diverse transporten is een zeer ingewikkeld werk en vraagt veel ervaring van de planner(s). Daarnaast wordt deze planning vaak gedaan door één of slechts enkele personen, waardoor er een sterke afhankelijkheid is van die persoon of personen. Bij ziekte of verlof kunnen grote problemen ontstaan.

Groente- en fruitprodukten hebben over het algemeen verschillende eisen ten aanzien van het optimale bewaarklimaat. Logistiek gezien echter is de combinatie van produkten tijdens opslag en transport vaak noodzakelijk. Momenteel is de instelling van de koelinstallatie bij het transport/opslag van mengladingen gebaseerd op een gemiddelde van de optimale bewaartemperatuur van de afzonderlijke produkten. Regeling vindt plaats in relatie tot de gemeten temperatuur in de gekoelde ruimte. Afhankelijk van de waarde die men toekent aan de elementen die een rol spelen bij mengladingen (bijv. kwaliteit aan het eind van de koelperiode, logistiek optimale belading), behoeft dit zeker niet de optimale instelling/regeling te zijn voor de menglading als geheel. Daarnaast speelt het rijpingshormoon ethyleen een grote rol bij de houdbaarheid en kwaliteit van groente en fruit. Veel produkten zullen sneller in kwaliteit achteruit gaan onder invloed van ethyleen, andere produkten produceren grote hoeveelheden. Een gescheiden vervoer van deze produkten is dan ook zeer gewenst.

Doel

Het doel van het onderzoek is het maken van een Beslissing Ondersteunend Systeem dat de planning van de transporten met groente en fruit zo ondersteund bij het maken van de transportplanning zodat:

- voldaan wordt aan de eisen van de klant(en).
- gezorgd wordt voor een zo hoog mogelijke bezettingsgraad van de containervloot;
- de aflevertkwaliteit van de produkt zo hoog mogelijk is;
- de kosten geminimaliseerd worden;

Uniforme database structuur

De in de eerste helft van dit jaar opgezette database structuur is in FOXPRO geïmplementeerd en gevuld met geverifieerde gegevens. Dit betreft gegevens omtrent produkten, verpakkingen en containers. Deze database wordt gebruikt binnen een aantal applicaties waaronder DSS Mengladingen. Daarnaast is er

specifiek voor presentatie doeleinden van het DSS Mengladingsen een fictieve database met klantgegevens en een fictief artikelen bestand aangemaakt.

Grafisch userinterface

Voor invoer, uitvoer en beheer van gegevens en routines, is een userinterface geprogrammeerd in de taal "C". Dit userinterface is maakt gebruik van vele pictogrammen voor het aangeven van functies, produkten of artikelen en is door het gebruik van b.v. muis zeer gebruikersvriendelijk te noemen. De databases die hierboven genoemd zijn worden binnen het userinterface aangesproken met behulp van de Codebase bibliotheek.

Terugkoppeling met praktijk

Om zoveel mogelijk aan te sluiten bij door ons beoogde sector zijn er enige gesprekken gevoerd met en bezoeken gebracht aan een aantal exporteurs van groente en fruit.

Het doel van deze bezoeken was informatie vergaren over de situatie de praktijk. Een van de belangrijkste resultaten van de gesprekken en bezoeken was het vaststellen van de prioriteiten die gelden bij genoemde instellingen. Betrouwbaarheid van de levering het belangrijkste goed is in deze sector.

B. PUBLIKATIES

- M.P. Reinders, M.F.M. Janssens, J.W.P.M. Vogels, "Een Planningssysteem voor het transport van gemengde ladingen", Agro Informatica 5 (3), 1992, 30-38

C. WERKPLAN EERSTE HELFT 1993

In de eerste helft van 1993 zal een constrained packing algoritme geprogrammeerd worden. Dit algoritme maakt het mogelijk om een container te beladen met vooraf opgegeven hoeveelheden produkt. Ook zal het alle mogelijke alternatieven berekenen. Dit algoritme zal gebruikt gaan worden binnen het pakket als vervanging van de nu gebruikte unconstrained algoritmen. De bedoeling is om alle nu beschikbare modellen samen te voegen voor een werkend prototype van het pakket. Dit zou eind januari gereed moeten zijn.

Hierna zal via gesprekken met mensen uit de praktijk de definitieve vorm van het DSS vastgesteld worden, waarna deze gebouwd gaat worden.



Afbeelding 10: Grafisch userinterface voor DSS

CBA EN UITWENDIGE EN INWENDIGE KWALITEIT VAN GROENTE EN FRUIT

A.A. Hulzebosch

A. VOORTGANG TWEEDE HALFJAAR 1992

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.

Planning voor dit halfjaar

Optimalisatie van beeldacquisitie (voor o.a. paprikaonderzoek).
Ontwikkeling van analyse software.
Ontwikkeling van methoden voor klassificatie.
Vormherkenning van paprika wordt verder ontwikkeld.
Oriënterende metingen met het nieuwe röntgensysteem (aan o.a. witlof).

Verslag werkzaamheden

Begin dit jaar is een belichtingskast gebouwd om produkten gelijkmatiger te kunnen belichten. De kast schermt het storende dag- en omgevingslicht af. Bovendien kan de sterkte van de verlichting in de kast worden bijgesteld. Ondanks deze flexibiliteit is de belichting nog, zij het in mindere mate, plaatsafhankelijk. Dit halfjaar is een kleinere belichtingskast klaargekomen. De kleinere dimensies hadden enkele technische voordelen maar de belichtingseigenschappen verbeterden niet. Er is daarom een softwarematige correctie ontwikkeld. Deze corrigeert indien nodig de gemeten grijswaarden in het beeld. Deze correctie maakt het mogelijk om vlekken beter te detecteren.

Het ontwikkelde programma om met meerdere kenmerken tot een indeling in meer dan twee klassen te komen is getest en blijkt naar behoren te functioneren. Het programma maakt gebruik van lineaire en kwadratische discriminanten analyse. Tevens is een literatuurstudie verricht naar andere statistische klassificatiemethoden. Aan de hand van deze literatuur [1] en kontakten met deskundigen op dit gebied is besloten dat er voorlopig geen andere statistische klassificatiemethoden zullen worden toegepast omdat niet verwacht wordt dat dit significant betere resultaten zal opleveren.

Wel is onderzoek gedaan naar een relatief nieuwe techniek om tot een klassificatie te komen: neurale netwerken. Met een neurale netwerk wordt getracht het functionele gedrag van de hersenen na te bootsen. De (kunstmatige) neurale netwerken bestaan uit grote aantallen eenvoudige rekeneenheden (neuronen) die

langs vele verbindingen met elkaar communiceren. Het communiceren gebeurt met elektrische signalen. Elk neuron verwerkt één of meerdere ingangssignalen tot een uitgangssignaal dat weer wordt doorgegeven aan andere neuronen. Het gehele netwerk kan evenals een afzonderlijk neuron een aantal ingangswaarden (bijvoorbeeld meetwaarden) verwerken tot een uitgangssignaal. In ons geval, waarbij het neurale netwerk wordt gebruikt om te klassificeren, is het uitgangssignaal van het totale netwerk een kwaliteitsklasse. De resultaten van de statistische methoden kunnen worden vergeleken met de klassificatie van het neurale netwerk. Zodoende kan voor elke toepassing de beste klassificatiemethode worden gebruikt.

Met het röntgensysteem dat in de loop van dit jaar is aangeschaft, zijn oriënterende metingen uitgevoerd aan witlof. Eerst werden opnamen gemaakt van witlof. Vervolgens werd de lengte van de pit bepaald uit de verkregen beelden. Tenslotte werd de witlof opengesneden en werd de pitlengte handmatig gemeten. Met het röntgensysteem was het mogelijk om zonder de witlof door te snijden, de pitlengte te bepalen met een onnauwkeurigheid die kleiner is dan 10%.

Er is tevens gekeken naar de wanddikte van paprika. De wand van de paprika kan goed worden waargenomen op de röntgenbeelden. Het is echter moeilijk om iets over de nauwkeurigheid hiervan te zeggen omdat er geen maat bestaat voor de wanddikte om de meting aan te relateren.

Ook andere details zoals de zaadlijsten zijn goed zichtbaar op beelden.

Literatuur

[1] Multivariate classification methods and their evaluation in applications, Hilko van der Voet en Jan Hemel, proefschrift 1988.

Afwijkingen van de planning

Er is geen onderzoek gedaan naar het detecteren van vlekken op het oppervlak van de paprika. Er zal volgend jaar onderzoek worden gedaan naar vlekdetectie en kleurenssegmentatie van het oppervlak van in ieder geval witlof.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. PLANNING EERSTE HALFJAAR 1993

Witlof zal worden onderzocht. Hierbij zal worden samengewerkt met H. Peppelenbos die o.a. onderzoek doet naar de invloed van verschillende omgevingsfactoren op de kwaliteit van witlof bij bewaring.

Met het röntgensysteem zal de pitlengte van witlof worden bepaald. Tevens worden de breedte en het geprojecteerde oppervlak van de pit bepaald. Het doel is het objectief kunnen meten van lengte (en dus de groeisnelheid) van de pitlengte. Voor het meten van de pitlengte zal de nodige analyse software worden geschreven.

Een volgend kwaliteitsaspect is het oppervlak aan rood- en bruinverkleuring op het oppervlak van de witlof. Een probleem bij roodverkleuring is dat de meeste verkleuring meestal aan de buitenkant niet zichtbaar is. De roodverkleuring

ontstaat onder normale gascondities bij een lage bewaartemperatuur (< 4 graden). Onderzocht zal worden of de verkleuring vermindert bij andere gascondities.

Behalve witlof zal de kleur van komkommer worden onderzocht. Hierbij zal worden samengewerkt met O. van Kooten.

Komkommers die door de menselijke experts in verschillende klassen worden ingedeeld zullen met CBA worden geanalyseerd. Met een kleurencamera worden opnamen gemaakt. De verkregen data zal 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.

Voor eind maart zullen opnamen gemaakt worden van witlof, zowel röntgen- als kleuropnamen, om te onderzoeken hoe de opnamen het beste kunnen worden gemaakt. Bovendien moet met deze testbeelden de analyse software worden ontwikkeld.

Ook voor eind maart zullen kleuropnamen worden gemaakt van komkommers. Welk deel van de oppervlak wordt geanalyseerd? Zijn gewone kleurenopnamen voldoende of moet er gebruik worden gemaakt van bepaalde filters om specifieke spectrale informatie te verkrijgen? Kan m.b.v. deze verkregen data een scheiding worden gemaakt tussen verschillende kleurgradaties.

Indien de metingen bevredigend verlopen zullen voor juli opnamen worden gemaakt van witlof en komkommers voor metingen aan bovengenoemde eigenschappen.