

A 35

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

Dr. W.M.F. Jongen,
programmaleider

ato-dlo





ato-dlo

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

DLO Instituut voor
Agrotechnologisch
Onderzoek (ATO-DLO)
Haagsteeg 6
Postbus 17
6700 AA Wageningen
tel. 08370 - 75000
fax 08370 - 12260

Wageningen, juni 1993
dr W.M.F. Jongen, programmaleider

2251449

INHOUD

Pag.

Kwaliteit tomaat

(H.C.P.M. van der Valk) 4 - 8

- Stevigheid tomaat 4

- Meligheid tomaat 5

- Houdbaarheid tomaat 6

Effecten van licht en lage temperaturen tijdens bewaring, inclusief chlorofylfluorescentie, van voedingstuinbouwprodukten

(O. van Kooten) 8 - 15

Climatrische vruchten en CA-bewaring

(P.A.M. Claassen) 15 - 22

CA-bewaring van groenten en fruit

(S.P. Schouten) 22 - 30

Voedselveiligheid en smaak 30 - 60

- Glycoalkaloiden in nachtschaden
(E.A.J. Keukens) 30 - 33

- Detectie en bestrijding van bederfveroorzakende
micro-organismen
(L.G.M. Gorris) 33 - 44

- Onderzoek naar het gebruik van (bio)sensoren ten
behoefte van kwaliteitsaspecten van verse en verwerkte
plantaardige grondstoffen
(C. van Dijk) 44 - 46

- Chemische en sensorische analyse van smaakcompo-
nenten in verse paprika
(P.A. Luning) 46 - 57

- Smaak
(A. van Amerongen) 57 - 61

Verpakkingen 61 - 74

- Afbreekbare coatings en folies
(J.M. Vereycken) 61 - 64

-	Modelleren van MA-verpakkingen van groenten en fruit (H. Peppelenbos)	64 - 68
-	MA-modellering en verpakken van groenten en fruit (R.G. Evelo)	68 - 74
	Optimale bewaarplanning van hardfruit (A.P.H. Saedt)	74 - 78
	KVM van groenten en fruit (P. Tijskens)	78 - 82
	DSS voor strategisch sektorbeleid (R.A.C.M. Broekmeulen)	82 - 85
	DSS voor mengladingen (M.F.M. Janssens)	85 - 89
	Computer Beeld Analyse bij groenten en fruit (A.A. Hulzebosch)	89 - 94
	CBA en uitwendige en inwendige kwaliteit van groenten en fruit (vers) (A.A. Hulzebosch)	94 - 98

KWALITEIT TOMAAT

Stevigheid tomaat

H.C.P.M. van der Valk

A. VERSLAG OVER EERSTE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

In de tomaat zijn enzymen aanwezig die in staat zijn de celwanden tijdens de rijping af te breken. Het resultaat hiervan is dat de cel en daardoor het weefsel en dus de totale vrucht zijn stevigheid verliest. De hoeveelheid aanwezig enzym zou dus bepalend kunnen zijn voor de snelheid waarmee de celwanden worden afgebroken. Echter, er zijn diverse aanwijzingen dat de hoeveelheid pectine-afbrekend enzym er bij de tomaat eigenlijk niet toe doet. Dit betekent dat er een ander regulatie-mechanisme moet zijn dat ervoor zorgt dat de tomaat niet te vroeg en ook niet te snel zacht wordt. Specifieke kennis van dit regulatiemechanisme maakt het mogelijk maatregelen te nemen om het verzachtingsproces te controleren en te vertragen.

Er is een glycoproteïne (convertor) in tomaat aangetoond, dat waarschijnlijk een regulerende rol in de pectineafbraak speelt. Er is aangetoond dat dit eiwit een sterk stimulerende werking heeft op het pectine-afbrekende enzym (zie verslag tweede helft 1992). Het eiwit is een lectine en heeft daarmee alle voor een specifieke regulende verbinding in het celwandmilieu benodigde eigenschappen. Het kan goed binden aan zowel eiwitten als koolhydraten en is relatief hittestabiel. Het complex dat gevormd wordt tussen dit lectine en het pectine-afbrekende enzym is niet alleen extra actief in het afbreken van pectine, maar kan worden gekarakteriseerd op grond van grootte en hittestabiliteit.

Gedurende de verslagperiode is de convertor verder opgezuiverd en gekarakteriseerd.

Verslag van de werkzaamheden eerste helft 1993

De convertor is verder gekarakteriseerd. Dit betreft karakteristieken (isoelectrisch punt, optimalisatie van de zuiveringstechniek en elektroforese-procedure en activiteits-meting na elektroforese), die van belang zijn voor de procedure die gevolgd gaat worden om het eiwit uiteindelijk voldoende zuiver in handen te kunnen krijgen om de aminozuurvolgorde te kunnen bepalen en antilichamen te kunnen opwekken. Het wordt dan ook mogelijk het gen voor de convertor op te sporen. De convertor is op diverse eiwit-scheidingsgelen gescheiden, mede om straks de antilichamen te kunnen testen. De verschillende scheidingsstechnieken zijn ook getest om het effect van het deglycosyleren (afknippen van de suikerstaart van het lectine-molecuul) op de molecuulgrootte te kunnen bepalen.

Het blijkt dat de bindingscapaciteit van CV voor het PG2 verandert tijdens de rijping. De hoogste affiniteit wordt aangetroffen in tomaten die beginnen met het verzachten.

Het pectine-afbrekende enzym komt in de tomaat in verschillende vormen (iso-enzymen) voor. Er zijn methoden ontwikkeld om de diverse vormen met behulp

van zure natieve gel-electroforese van elkaar te scheiden. De diverse iso-enzymen zijn uit de verschillende rijpings-stadia van de tomaat geïsoleerd, waarvoor aangepaste extractieprocedures zijn ontwikkeld. Er is onderscheid gemaakt tussen de diverse iso-enzymen op grond van molecuul-grootte en hitte-stabiliteit. Het is ook mogelijk gebleken enkele iso-enzymen *in vitro* samen te stellen door combinaties van PG2 met de CV. De aldus geconstrueerde iso-enzymen vertonen sterke overeenkomsten met de uit de vrucht geïsoleerde vormen. Met deze kennis kunnen discrepanties in de literatuur, die bestaan over enkele iso-enzymen, worden opgelost.

Het callus dat uit vruchtwefsel van de tomaat was verkregen is getest op PG en CV aanwezigheid. Het PG2 is als eiwit wel aangetoond, maar er is nog geen enzym-activiteit gemeten. PG1 en CV zijn tot nu nog niet aangetroffen. Er moet meer materiaal beschikbaar zijn om betrouwbare uitspraken over de geschiktheid van callus-weefsel voor het PG-werk te kunnen doen.

De PG-activiteit in tomaten, die zijn opgekweekt bij verschillende EC-waarden, is gemeten om de waarnemingen van de vorige experimenten te verifiëren. De tomaten verschilden significant in stevigheid, terwijl de PG2-activiteit hetzelfde was. Dit is in overeenstemming met de waarnemingen van het vorige experiment en is een belangrijke ondersteuning voor de hypothese dat de totale PG-activiteit van de tomaat niet bepalend is voor de snelheid van het stevigheidsverlies.

C.WERKZAAMHEDEN 1993

Fasering tweede helft 1993

De werkzaamheden die zijn aangekondigd in de fasering voor de eerste helft van 1993 zijn vrijwel volledig uitgevoerd. De effecten van calcium, de pH, polyamines en andere stevigheidsbepalende factoren zijn echter nog niet in het onderzoek betrokken. Deze staan nu voor de tweede helft van 1993 gepland. De hoofdlijn van het onderzoek is het opzuiveren van de CV ten behoeve van de opwekking van antilichamen en het ophelderen van de aminozuurvolgorde. Zo mogelijk wordt de bereiding van de antilichamen in het tweede halfjaar van 1993 aangevangen.

Meligheid tomaat

A. VERSLAG EERSTE HELFT 1993

Probleemstelling

Meligheid is een kwaliteitsprobleem, dat vooral bij de vleestypen voorkomt. Het is een verschijnsel dat slechts met behulp van sensorische testen is waar te nemen. Om specifieke methoden te ontwikkelen om meligheid objectief te kunnen meten is kennis nodig over de achtergronden van het verschijnsel. Deze

kennis kan dan gebruikt worden om gericht het probleem aan te pakken. Meligheid heeft waarschijnlijk te maken met specifieke veranderingen in de celwanden, die er de oorzaak van zijn dat cellen los laten van elkaar en daardoor in de mond niet kapotgebeten worden, maar langs de tanden afglijden. Hierdoor komt het celsap met de smaakstoffen niet vrij en wordt de tomaat droog en korrelig gevonden.

Het loslaten van de celwanden wordt mogelijk veroorzaakt door het oplossen van de middenlamel. Dit is een onderdeel van de celwand met relatief veel pectine. Als de middenlamel is opgelost is de bindende stof tussen de cellen verdwenen, waardoor de cellen, hoewel op zich nog intact, langs elkaar gaan schuiven. Er is daarom onderzoek gedaan naar de enzymen die de pectine afbreken. Er is daarbij gebruik gemaakt van de uitgebreide biochemische kennis van de pectine-afbrekende enzymen die is opgebouwd binnen het stevigheids-onderzoek.

Verslag van de werkzaamheden eerste helft 1993

Er is gebruik gemaakt van twee typen vleestomaat, die erg in meligheid verschillen. FORTO is een pomodore-type (Italiaanse) vleestomaat. Dit is een langwerpig tomat zonder gelei. Deze is erg melig. Counter is een bekend type vleestomaat, die in sensorische toetsen vrijwel nooit melig wordt bevonden. In deze 2 typen is de PG-activiteit en de CV-activiteit bestudeerd. Het bleek, dat in de melige tomat (FORTO) de activiteit van de actieve vorm van de verschillende isoenzymen (PGx) van de pectine-afbrekende enzymen driemaal zo hoog is als in de niet melige cultivar Counter. Dit is een interessante waarneming, omdat hiermee aangetoond zou zijn dat de capaciteit om pectine af te breken in melige tomaten groter is dan in niet-melige.

Tot nu toe waren hier nog geen aanwijzingen voor gevonden, omdat het meten van de pectine-afbrekende activiteit sec geen verschillen liet zien. Het kunnen bepalen van juist de geactiveerde vorm van het enzymcomplex geeft hier dus de extra informatie.

C. WERKZAAMHEDEN 1993

Fasering tweede helft 1993

Het schrijven van de publicatie zal worden afgerond en de metingen aan de melige en niet-melige cultivars dient te worden herhaald.

Houdbaarheid tomaat

Probleemstelling

De stevigheid van tomaten bij aanvoer op de veiling is een redelijk maat voor de te verwachten houdbaarheid van de tomaten. De absolute houdbaarheid varieert echter gedurende het seizoen. Om deze variatie in kaart te brengen is onderzoek nodig naar de variabiliteit van de houdbaarheid gedurende het seizoen en de relatie tussen deze (variërende) houdbaarheid en de stevigheid bij aanvoer op de veiling.

Verslag van de werkzaamheden eerste helft 1993

Gedurende het seizoen 1993 wordt een objectieve, automatische stevigheidsmeter op de veiling geïntroduceerd. Deze introductie is begeleid met adviezen over het opzetten van de metingen en het uitvoeren van de statistische verwerking van de gegevens.

De resultaten van het onderzoek zijn verwerkt tot een wetenschappelijke publicatie.

B PUBLIKATIES

Polderdijk J.J., L.M.M. Tijskens, J.E. Robbers, and H.C.P.M. van der Valk (1993). Predictive model of keeping quality of tomatoes. *Postharvest Biology and technology* 2: 179-185.

C. WERKZAAMHEDEN 1993

Fasering tweede helft 1993

Het begeleiden van het testen van de stevigheidsmeter op de veiling zal de tweede helft van het tomaten-seizoen worden voortgezet.

De gegevens van de testen die worden uitgevoerd met de stevigheidsmeter op de veiling zullen statistisch worden uitgewerkt.

EFFECTEN VAN LICHT EN LAGE TEMPERATUUR TIJDENS BEWARING, INCLUSIEF CHLOROFYLFLUORESCENTIE, VAN VOEDINGSTUINBOUW-PRODUKTEN

O. van Kooten

A. VERSLAG EERSTE HELFT 1993

Probleemstelling

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

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

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

Doelstelling

- * Door *lage-temperatuurbederf (LTB)* te doorgronden wordt het mogelijk om vast te stellen hoe de initiatoren van het proces gedetecteerd kunnen worden.
Daarmee wordt het mogelijk om een koeling te creëren, die reageert op de toestand van het produkt. Door de temperatuur te variëren tijdens bewaring kan een langere *houdbaarheid* worden verkregen.
- * Wanneer de *houdbaarheid* van produkten middels metingen op de veiling kan worden aangegeven, kan de kwaliteit beter worden ingeschat. Er wordt onderzocht of meting van de chlorofylfluorescentie een geschikte methode is om de *houdbaarheid* te voorspellen.

Fasering

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

- * Verifiëring van het LTB-model, met meer data tijdens de nabewaring.
- * Ethaanmetingen tijdens koudebewaring.
- * Oppakken fotosynthese-regulatie van komkommers in relatie tot senescentie
- * Uitwerken Cox-metingen.

Terminologie

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

- * Φ_2 = kwantumopbrengst van het elektronentransport door PSII: d.w.z. het aantal elektronen getransporteerd per geabsorbeerd foton.
- * Fv/Fm = efficiëntie van energie-overdracht door PSII in het donker: d.w.z. het aantal fotonen dat het reactiecentrum bereikt per geabsorbeerd foton.
- * CF = Chlorofyl Fluorescentie

B. VERSLAG VAN DE WERKZAAMHEDEN

Lage-temperatuurbederf (LTB)

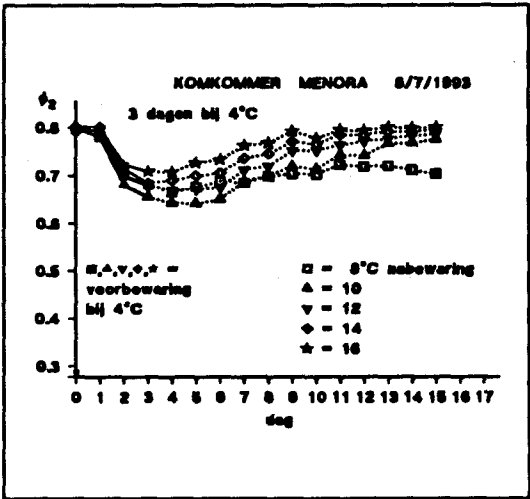
* Komkommer:

Tot dusver werd bij LTB-proeven steeds de bewaartemperatuur gevarieerd, terwijl de nabewaartemperatuur op 20°C werd gehouden. Het LTB-model liet zien dat ook de nabewaartemperatuur bepalend kan zijn of er al dan niet LTB optreedt. Een oriënterende proef werd uitgevoerd, waarbij inderdaad nabewaring bij 9 of 11°C meer LTB gaf dan bij 15 of 17°C. Deze verschillen waren ook terug te vinden in het fluorescentiesignaal.

N.a.v. de voorgaande proef werden in een grote LTB-proef komkommers gedurende 3, 5 of 7 dagen bewaard bij 4°C. Nabewaard werd bij 8, 10, 12, 14 en 16°C. In eerdere proeven was een duidelijke forse daling in Fv/Fm te zien na 1-2 dagen, dit keer echter in beide herhalingen (2 verschillende rassen) was de daling aanzienlijk minder. De 4°C lijkt hier heel kritiek te zijn. In voorgaande proeven is de temperatuur waarschijnlijk net iets lager geweest. Wel trad duidelijk LTB op, bij 8°C meer dan bij de hogere temperaturen. (12°C gaf meer LTB dan je zou verwachten.)

A = gaaf B = een enkel LTB-plekje
C = meer LTB D = begin schimmel
E = begin rot F = veel schimmel en rot

kom- kommer 8/7 dg 4°C	LTB-aantasting na 3 totaal 14 dagen 15 vruch- ten					
temp. nabew.	A	B	C	D	E	F
8°C	2	3	2	6	2	5
10°C	14	1	-	-	-	-
12°C	5	5	2	3	-	-
14°C	13	2	-	-	-	-
16°C	15	-	-	-	-	-

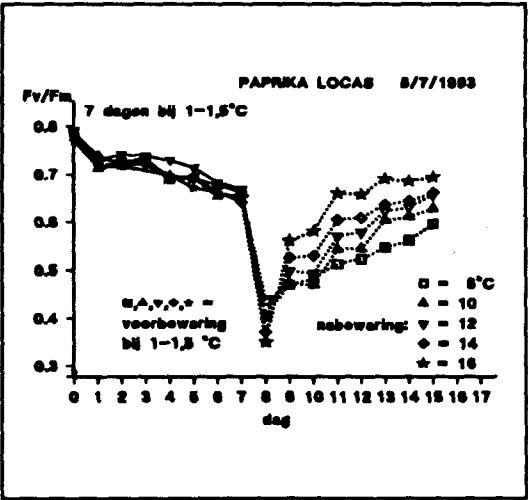


* Paprika

In dezelfde proef werden paprika's en aubergines gedurende 3, 5 en 7 da-
gen bewaard bij 1-1½°C en alle produkten werden nabewaard bij 8, 10,
12, 14 en 16°C. Bij de paprika's trad steeds een sterke daling op in
Fv/Fm op het moment dat de ze werden overgezet naar een hogere
temperatuur. Hierna trad herstel van het fluorescentiesignaal op, afhanke-
lijk van de nabewaartemperatuur. Het is bekend dat een temperatuur-
sprong kan resulteren in een "radicaal-explosie". Hoe groter de tempera-
tuursprong is, des te meer radicalen er waarschijnlijk gevormd worden.
Nabewaring bij 16°C gaf inderdaad een grotere val in Fv/Fm dan nabewa-
ring bij 8°C. Voor de praktijk zou dit kunnen betekenen dat misschien
langer en bij een lagere temperatuur kan worden bewaard wanneer de
temperatuur daarna geleidelijk wordt opgevoerd. De hoeveelheid LTB
was bij de paprika's echter zo gering dat hieruit moeilijk conclusies
getrokken kunnen worden.

A = gaaf B = een enkel LTB-plekje
C = meer LTBD D = begin schimmel
E = begin rot F = veel schimmel en rot

LOCAS 8/7 7 dg 1-1½°C		LTB-aantasting na totaal 14 dagen 15 vruchten					
temp.na bew.		A	B	C	D	E	F
8°C		8	2	2	3	-	-
10°C		12	1	1	1	-	-
12°C		11	2	-	2	-	-
14°C		10	1	1	3	-	-
16°C		10	2	-	3	-	-

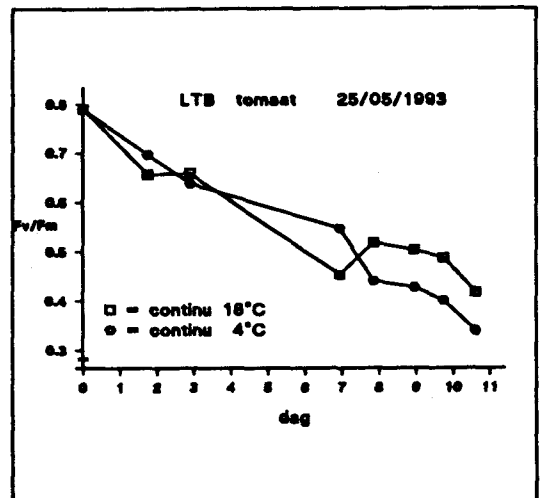


* Courgettes

Bij courgettes was het net andersom. Deze kregen uiteindelijk wel LTB, terwijl er nauwelijks enige daling in Fv/Fm was te zien. Daling in Fv/Fm was waar-
schijnlijk alleen heel plaatselijk, precies op de LTB-plek, te meten.

* Tomaat:

In een LTB-proef van J.J.P.-olderdijk werden o.a. groene tomaten bewaard bij 4°C en 18°C. Vorig jaar werd gezien dat de Fv/Fm afneemt naarmate de tomaten doorkleuren. Bij 18°C kleurden de tomaten veel sterker door dan bij 4°C. De Fv/Fm lag bij de 4°C-tomaten ten minste zo laag als bij de 18°C-tomaten. Hieruit kan geconcludeerd worden dat bij 4°C het chlorofyl minder wordt afgebroken maar er wel een inhibitie van het fotosysteem ontstaat als gevolg van de inwerking van radicalen.



Houdbaarheid

* Spruitkool

In een proef van S.P.Schouten (projekt 1.01.15) werd de interactie tussen CA-condities en ethyleen onderzocht, waarbij een verschil tussen CA-bewaring met en zonder ethyleen werd verwacht. De spruiten werden gedurende 4 periodes bewaard bij 0-1°C en 5%CO₂ + 1%O₂ en na iedere uitslag nog 1 week nabewaard bij 15°C. Gehoopt werd mogelijk gecreëerde kwaliteits- (kleur-) verschillen direkt na bewaring te kunnen meten met CF. Alleen bij de 4e uitslag lag de Φ_2 (na 3 min.) bij de partij zonder ethyleen iets hoger dan bij die met ethyleen. Ook de chlorofylmetingen lagen iets hoger. Dit is in overeenkomst met de geringere achteruitgang in kleur. Direkt bij uitslag was het kleurverschil nog gering, maar na 1 week nabewaring was de partij zonder ethyleen duidelijk het minst vergeeld.

Het was vreemd dat de vergeling na de 3e uitslag (+ nabewaring) sterker was dan na de 4e. Hiervoor was geen verklaring en het werd ook niet gemeten met CF. Ondanks dat zou CF toch een methode kunnen zijn om een verschil in kwaliteit, dat tijdens de nabewaring wordt versterkt, direkt bij uitslag al te meten.

		$\Phi 2$ na 3 min.	Fv/Fm	SPAD-metingen
uitslag 2	+ ethyleen	0,484	0,716	37,74
	- ethyleen	0,519	0,736	38,55
uitslag 3	+ ethyleen	0,500	0,736	41,72
	- ethyleen	0,517	0,727	40,84
uitslag 4	+ ethyleen	0,518	0,767	37,48
	- ethyleen	0,539	0,761	41,33

lsd-waarde = 0,016
lsd-waarde = 1,9

* Spitskool

Ook in project 1.01.15 werd een CA-proef met spitskool uitgevoerd, waarbij duidelijke verschillen tussen CA-bewaring (5%CO₂ met 2½, 1½ en ½% O₂) en luchtbewaring. Deze verschillen kwamen tot uitdrukking in het schoningsverlies. De $\Phi 2$ was na 84 dagen significant slechter bij lucht dan bij 2 van de 3 CA-condities. 5%CO₂ + ½%O₂ zat hier tussenin. Luchtbewaring gaf ook het grootste schoningsverlies, terwijl ½%O₂ hier juist goed scoorde. Het verschil in schoningsverlies tussen de CA-condities was echter gering. Na 141 dagen bewaren was de luchtbewaarde kool zo slecht dat daaraan geen CF kon worden gemeten. De verschillen in CF tussen de CA-condities waren net niet significant, maar ook de verschillen in schoningsverlies waren gering. Conclusies over de voorspellende waarde van de chlorofyl fluorescentiemetingen t.a.v. de produktkwaliteit enige tijd na uitslag kunnen hieraan niet worden verbonden.

C. CONFRONTATIE MET DE FASERING

* Omdat uit het LTB-model bleek dat waarschijnlijk de nabewaringstemperatuur van groot belang is (misschien belangrijker dan de duur van de koudebewaring), is de proef om het model te verifiëren groots opgezet (veeltemperaturen en verscheidene produkten). Er was geen ruimte om gelijktijdig ethaan te meten. Dit zal op kleinere schaal in de komende periode worden gedaan. Bovendien moeten de verzamelde data nog met het model worden gefit.

* Er is weer een start gemaakt met de fotosynthese-regulatie van komkommers in relatie tot senescentie. De Resultaten hiervan worden in de volgende periode verwacht.

- * Fluorescentiemetingen, uitgevoerd bij de Cox-proef op het PFW waren niet gemakkelijk te interpreteren. Maar ook alle andere metingen, verricht in deze proef, konden moeilijk statistisch worden verwerkt. Wel zijn de grote lijnen gevolgd om dit seizoen weer een nieuwe proef te starten. Hierbij wordt ook weer CF gemeten, direkt nadat de appels geplukt zijn.
- * Om bij zoveel mogelijk (groene) produkten inzicht te krijgen of CF een methode is om de houdbaarheid te voorspellen, wordt waar mogelijk in andere, lopende, proeven ook CF gemeten, zoals dit keer bij spruitkool en spitskool.

D. WERKPLAN VOOR DE TWEEDE HELFT VAN 1993

- * Het meten van ethaan in combinatie met Fv/Fm-metingen bij te koud bewaarde komkommers.
- * Fitten van alle verzamelde data in het LTB-model.
- * Fotosynthese-regulatie van komkommer in relatie tot senescentie.
- * Metingen aan Cox en Elstar in Wilhelminadorp. Eventueel metingen in andere proeven (om houdbaarheid te voorspellen).

CLIMACTERISCHE VRUCHTEN EN CA BEWARING

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

A. VERSLAG OVER HET EERSTE HALFJAAR 1993

Doelstelling

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

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

In de vorige periode (oogst 1991) zijn appels bemonsterd tijdens een bewaarexperiment dat direct volgde op het oogsten. In deze monsters trad, min of meer simultaan met het ethyleen climacterium, een daling in het malaatgehalte op. Tevens was er vanaf het eerste meetpunt een stijging in de activiteiten van het NADP-malaat enzym (ME) en het malaatdehydrogenase (MDH) waarneembaar. De activiteit van het MDH daalde na een periode van 4 dagen tot op het oorspronkelijke niveau.

In deze periode is een bewaarexperiment opgezet om het plukeffect, dat mogelijk een rol heeft gespeeld in de vorige experimenten, nader te bestuderen. Tevens werden mitochondrien geïsoleerd om na te gaan of de eerder gevonden veranderingen in enzymactiviteiten op cytoplasmatisch dan wel op mitochondrieel niveau plaatsvinden.

Fasering

De voorgestelde fasering is gevolgd.

Verslag van de werkzaamheden

Na het plukken in september 1992 zijn de appels gedurende 3 tot 4 maanden bewaard onder CA condities. Hieropvolgend is een bewaar-experiment bij 10 °C gestart. Op diverse tijdstippen zijn mengmonsters verzameld voor de bepaling van de ethyleen productie (10 appels), voor de bepaling van het mitochondriele MDH en NAD-ME (5 appels), en voor vriesdrogen en latere bepaling van de malaatconcentratie en de

oplosbare MDH en NADP-ME activiteiten (10 appels).

De mitochondrien werden middels differentiele centrifugatie, met en zonder een dichtheidsgradient, geïsoleerd uit verse appelextracten. De mitochondriële intactheid werd getoetst met behulp van cytochroom c oxidase en de zuiverheid ervan met behulp van marker-enzymen. De monsters voor het bepalen van de malaatconcentratie werden geëxtraheerd met water, die voor de enzymassays met buffer.

De concentraties van de organische zuren werden met de HPLC gemeten. Voor de continue enzymassays zijn spectrofotometrische analyses gebruikt.

Resultaten

Het verloop van de ethyleen productie en het gehalte aan malaat in appels die bij 10 °C bewaard zijn worden gedemonstreerd in figuur 1.

In figuur 2 zijn de activiteiten van 3 enzymen die in de oplosbare fractie van het celmateriaal voorkomen, t.w. MDH, NADP-ME en fosfoenolpyruvaat carboxylase (PEPC), weergegeven.

Door differentieel centrifugeren werd uit het ruwe celhomogenaat een fractie geïsoleerd die uit mitochondrien en andere celorganellen, zoals plastiden, bestond. De intactheid van de mitochondrien in deze fractie werd getest door de oxidatie van cytochroom c, voor en na het permeabiliseren van de membraan met Tween 80, door endogeen cytochroom c oxidase (EC 1.3.9.1) te bepalen. De aanwezigheid van contaminanten in deze fractie werd getest door bepaling van de activiteit van NADP-ME en glucose-6-fosfaat dehydrogenase (G6PDH).

Gezien de niet onaanzienlijke activiteit van het NADP-ME werd deze ruwe fractie verder gezuiverd middels een Percoll gradient. In de gezuiverde mitochondrien fractie werden dezelfde parameters getest als hierboven vermeld. De gegevens van de zuivering van een representatief monster zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Isolatie van mitochondrien uit vers appelmateriaal.

ruwe fractie na Percoll		
intactheid (%)	90.00	37.00
eiwitgehalte (mg/ml)	1.83	0.91
cyt c oxidase (U/mg eiwit)	0.34	0.24 ₁₎
NADP-ME (U/mg eiwit)	0.76	0.16
G6PDH (U/mg eiwit)	n.d.	0.03 ₂₎

- 1) De molaire extinctie coefficient bij 550nm = $19.8 \cdot 1000 \text{ M}^{-1} \text{cm}^{-1}$
- 2) De relatieve contaminatie, i.e. het gedeelte van de totale G6PDH activiteit dat in de mitochondriële fractie bleef zitten, bedroeg 15%.

Van elk monster uit de bewaarproef werd een mitochondriële fractie geïsoleerd voor de bepaling van het mitochondriële MDH en NAD-ME. Het verloop van deze enzymactiviteiten is weergegeven in figuur 3. Naast deze spectrofotometrische bepaling werden de enzymactiviteiten bepaald door de vorming van het product, t.w. 2-ketoglutaaraat (gevormd uit oxaloacetaat) en pyruvaat, afkomstig van respectievelijk MDH en ME, te meten. Deze analyses zijn nodig om vast te stellen of de gemeten NADH productie specifiek MDH dan wel ME activiteit vertegenwoordigt. De bepalingen zijn echter nog niet afgerond en zullen diensgevolge in het volgende verslag besproken worden.

In tegenstelling tot de veranderingen in malaatgehalte die in het voorafgaande jaar zijn waargenomen, bleef de concentratie van malaat gedurende dit bewaarexperiment nagenoeg onveranderd. Het feit dat de malaatconcentratie in dit geval ongeveer gelijk was aan het eindniveau dat gevonden werd in de appels uit het vorige experiment wijst erop dat mogelijk eenzelfde stijging en daling in malaatconcentratie hebben plaatsgevonden.

De vergelijking van de enzymactiviteiten in de oplosbare fractie met die van het voorafgaande experiment levert hetzelfde beeld: er treedt geen verandering op in de MDH en NADP-ME activiteit in de appels van dit jaar terwijl voorheen beide enzymactiviteiten significant toenamen vlak na het begin van het bewaarexperiment. De absolute waarden van de enzym-

activiteiten kunnen niet vergeleken worden vanwege een verandering in extractiemethode.

Uit figuur 3 blijkt dat ook op het niveau van de mitochondrien geen veranderingen in enzymactiviteit optreden, zodat er van een effect op de energiehuishouding door een alternatieve malaatoxidatie tijdens het climacterium, geen sprake lijkt te zijn.

Bovenstaande resultaten duiden op het optreden van een fysiologische verandering die te maken heeft met het plukken in plaats van het naderen of het optreden van het climacterium. Immers, alleen wanneer appels kort na het oogsten geanalyseerd worden komen enkele markante veranderingen aan het licht. Deze veranderingen blijven verborgen indien de desbetreffende analyses uitgesteld worden zoals in het afgelopen jaar het geval is geweest. Dit verschijnsel is mogelijk een verklaring voor de enigszins uiteenlopende berichten uit eerder gedaan onderzoek.

Confrontatie met de fasering

Het experimentele gedeelte van het onderzoek is op schema.

Werkplan

In het komende seizoen wordt een experiment uitgevoerd teneinde vast te stellen of de veranderingen die in eerste instantie zijn waargenomen veroorzaakt worden door het plukken of ook te maken hebben met de temperatuur van het daaropvolgende bewaarregime.

Fig. 1 Concentratie van malaat in Elstar appels en productie van ethyleen gedurende bewaring bij 10 °C. Oogst september 1992; begin bewaring februari 1993.

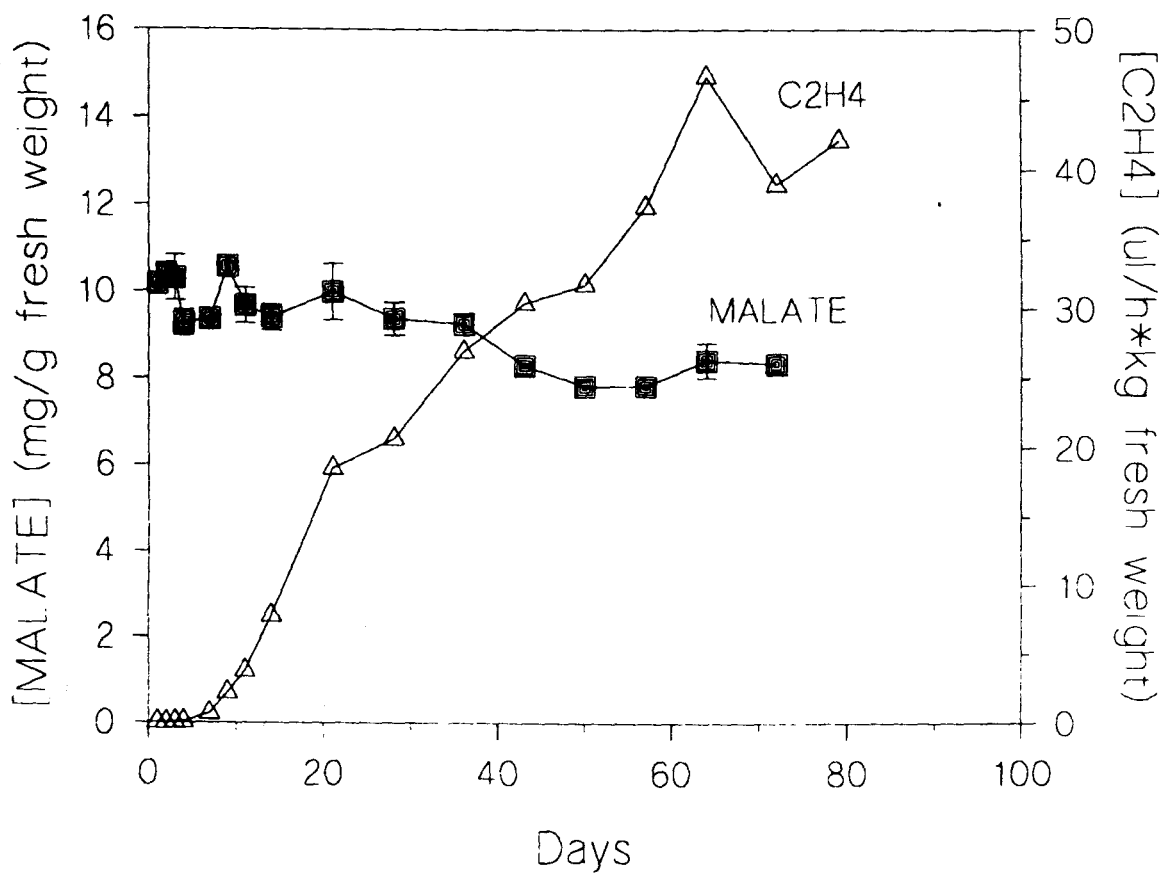


Fig. 2 Specifieke activiteit van malaatdehydrogenase (MDH), NADP afhankelijk malaat enzym (ME) en fosfoenolpyruvaat carboxylase (PEPC) in de oplosbare fractie van Elstars appels tijdens bewaring bij 10 °C. Oogst september 1992; begin bewaring februari 1993.

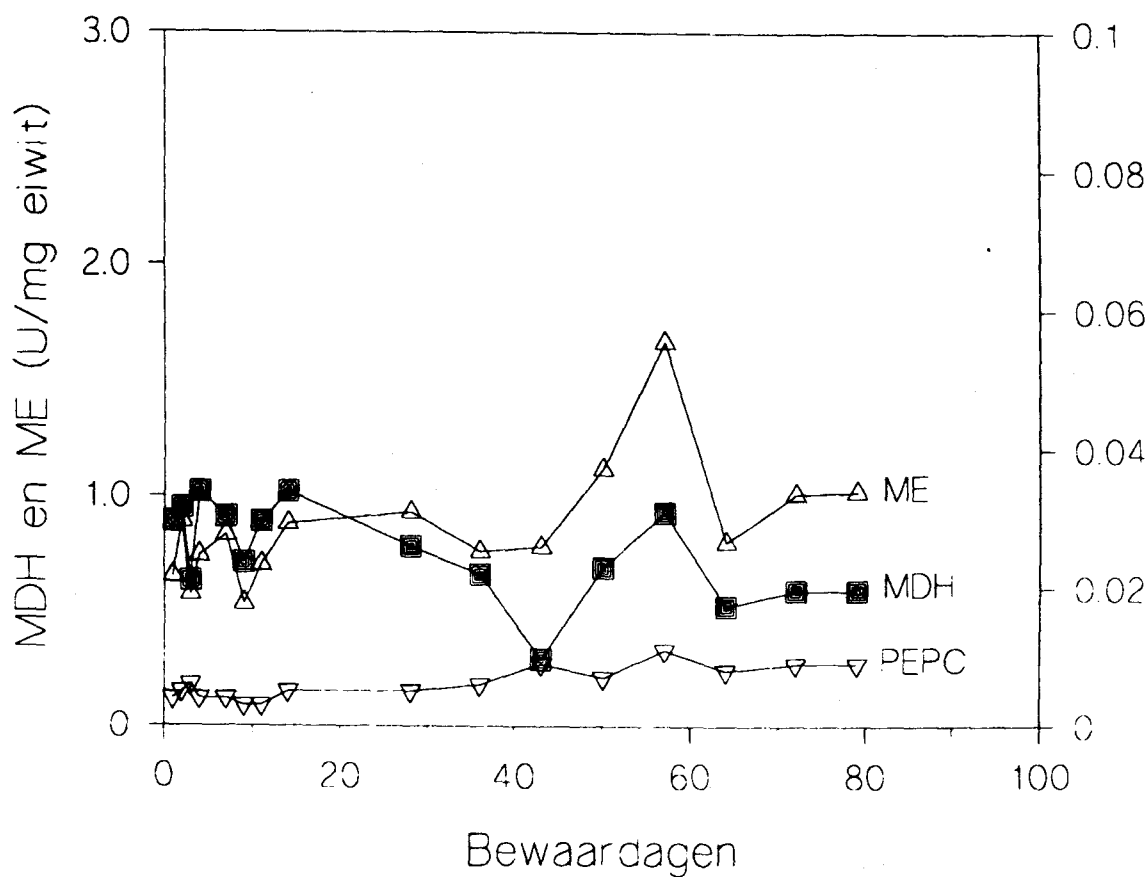
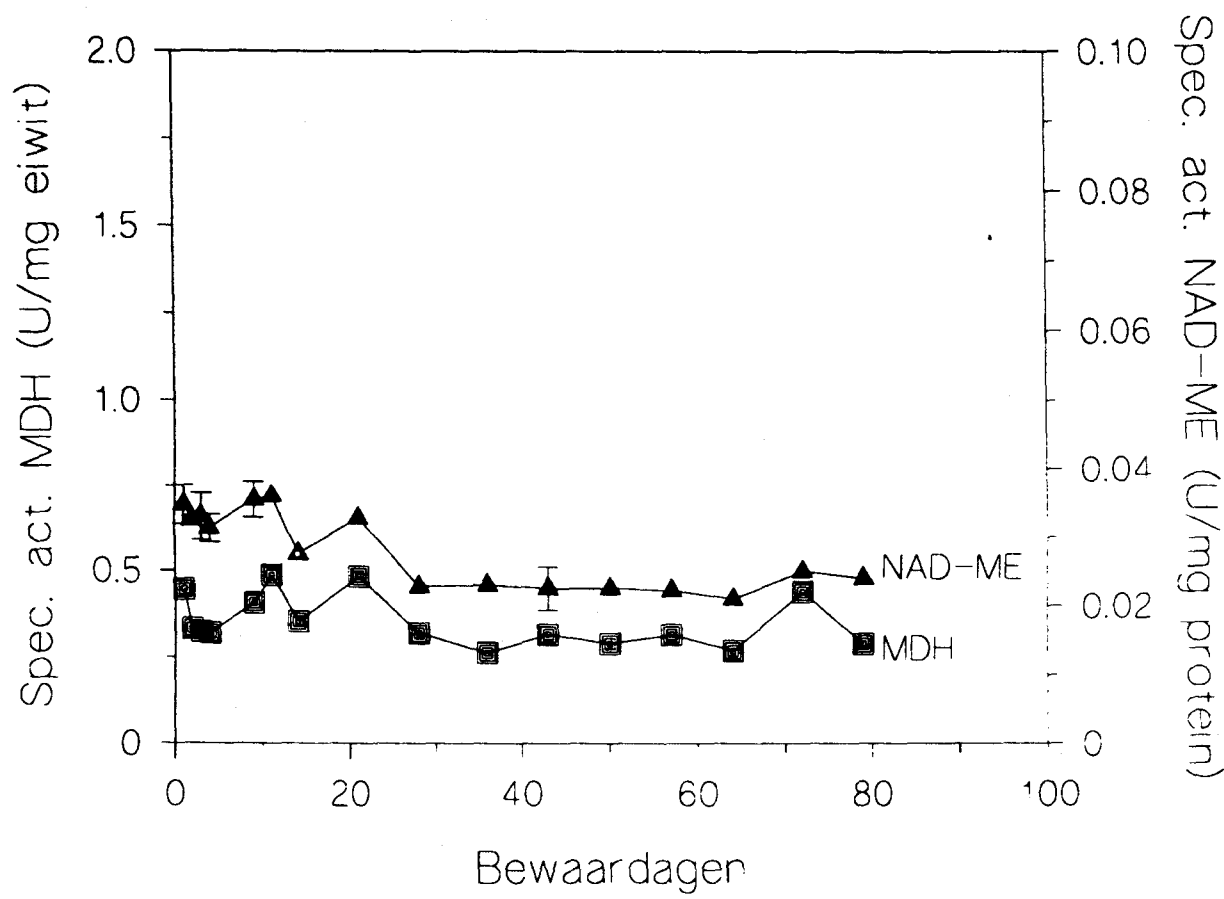


Fig. 3 Specifieke activiteit van malaat dehydrogenase (MDH) en het NAD afhankelijk malaat enzym (NAD-ME) in partieel gezuiverde mitochondrien uit Elstar appels tijdens bewaring bij 10 °C. Oogst september 1992; begin bewaring februari 1993.



CA BEWARING VAN GROENTE EN FRUIT

Drs S.P. Schouten

A. VERSLAG OVER EERSTE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

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

Verder heeft de distributie van groente en fruit vaak plaats onder suboptimale condities en zijn schattingen van de gevolgen van suboptimale transport- en bewaarcondities 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 de eerste helft van 1993 experimenten zijn gepland met appels, spruitkool en witlof. Toegevoegd werd een oriëntatie op spitskool en Radicchio rosso. Nagegaan wordt onder welke combinaties van CA condities en temperatuur het beste kwaliteitsbehoud gerealiseerd kan worden.

Verslag van de werkzaamheden

Inleiding

Het onderzoek, dat in het kader van dit project wordt verricht is tweeledig. Enerzijds wordt inventariserend onderzoek verricht met een aantal produkten. Hierbij gaat het om de praktische vraag naar mogelijkheden

bestaande bewaarmethoden en distributiemethode te verbeteren (Radicchio rosso, komkommer, suikermais, waspeen, witlofwortel, asperge). Anderzijds wordt er onderzoek verricht met de bedoeling iets meer te weten te komen over de waargenomen effecten (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 bewaarperiodes 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 bewaarcondities op smaakaspecten vastgesteld.

Resultaten

Appel

a. Ethyleen en CA bewaring

In het seizoen 1992-1993 is de interactie tussen ethyleen en CO₂ tijdens CA bewaring onderzocht bij Elstar appels. Vroeg geoogste appels werden in 0 en 5%CO₂ in 5%O₂ opgeslagen bij 1.5°C. In beide CO₂ concentraties werd ethyleen toegediend (100 ppm) en ethyleen verwijderd (0 ppm). Het produkt werd na 2, 4, 6 en 8 maanden inclusief een uitstalperiode van 7 dagen bij 20°C beoordeeld.

Uit dit onderzoek bleek, dat een hoger CO₂ gehalte de ethyleen produktie duidelijk remde maar ook het effect beperkte. Dit kon worden afgeleid uit het stevigheidsverlies en de ademhalingsaktiviteit.

In proeven uitgevoerd bij 15°C werd bovenstaande bevestigd. Toediening van resp. 0.5 en 10 ppm ethyleen bij CO₂ concentraties van 0, 5 en 10% CO₂ resulteerde in een sterke vertraging van de ethyleen effecten.

Een andere constatering was, dat de appels bij een hoog CO₂ gehalte en 0 ppm ethyleen preclimacterieel (zeer lage ethyleenproduktie en stevigheidsverlies) bleven tot en met 8 maanden bewaring. Elstar appels, die preclimacterieel bleven tijdens de langdurige opslag, vertoonden in de uitstalperiode geen extra stevigheidsverlies. Vruchten, die climacterieel worden, kunnen tijdens de uitstalperiode wel meer verlies aan stevigheid

vertonen na lange bewaring.

In de praktische bewaring kunnen Elstar appelen eveneens preclimacterieel blijven via tijdige oogst en correcte ULO omstandigheden

Tenslotte werd vastgesteld, dat uitgaande van een bepaalde stevigheidswaarde na bewaring in het algemeen niet voorspeld kan worden wat het stevigheidsverloop is tijdens de uitstalperiode.

b. Dynamic Control CA condities.

Bij een bepaalde lage zuurstofspanning gaat het bewaarde produkt over tot gisting en kan het volledig verloren gaan. Dit leidt er toe, dat men in de praktijk een relatief grote veiligheidsmarge hanteert. De absoluut laagste O₂ grens voor appelen is 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.

Een partij Schone van Boskoop werd 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. De laagste O₂ concentratie bleek een iets hogere CO₂ produktie te hebben dan de vruchten in 1%O₂. Het produkt werd op 17 november en 17 februari beoordeeld op enkele kenmerken. Het resultaat is weergegeven in onderstaande tabel 1.

Tabel 1: Invloed van het O₂ gehalte en de bewaarduur op de kwaliteit van Schone van Boskoop appelen.

Kenmerk	17 November		17 Februari.	
	0.4-0.6%O ₂	1.0%O ₂	0.4-0.6%O ₂	1.0%O ₂
Kleur*	4.64	5.00	4.82	4.50
Stevigheid	6.32 kg	6.42kg	5.98 kg	5.98 kg
Ethanol	177mg/100g	27mg/100g		
Klokhuisbruin**	0.0	0.40	0.16	
Vruchtvl.bruin**0.0	0.0	0.64	0.14	

* kleurenkaart 1-8; ** schaal 0-3

De verschillen m.b.t. stevigheid en kleur zijn zeer gering, terwijl er sprake is van meer inwendige problemen bij de laagste O₂ concentratie. Verwondering behoeft dit niet, daar reeds op 17 november er sprake was van een zeer hoog alcoholgehalte, hoewel ook in 1%O₂ het ethanolgehalte te hoog is. De hogere ademhalingsactiviteit in 0.4-0.6%O₂ kan worden verklaard met deze ethanolcijfers. Het lijkt noodzakelijk de ethanolconcentratie in de lucht zeer nauwgezet te volgen in vervolgonderzoek.

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 werd voortgezet op de veiling ZON te Grubbenvorst. Hierbij dient in verband met de scaldproblematiek het ras Jonagold als proefmateriaal, dat van 10 herkomsten in de gangbare en de proefcel werd opgeslagen op 1 oktober 1992. De opslagcondities in beide cellen waren 1-2°C, 4%CO₂ + 1.3%O₂. In beide cellen werden 4 stapelkisten gevuld met elk 20 monsters verpakt in netzakken. Uitslag vond plaats op 4 mei 1993. Hierbij werden bepaald: het gewichtsverlies, de kleur en stevigheid, in- en uitwendige afwijkingen. Monsters werden tevens nabewaard bij 20°C gedurende 2 weken. Daarna werden opnieuw dezelfde bepalingen uitgevoerd.

Direct bij uitslag werd alleen een verschil in gewichtsverlies vastgesteld: alle herkomsten vertoonden een groter gewichtsverlies in de cel met de verlaagde circulatie, zie figuur 1. Voor alle andere parameters werden geen verschillen waargenomen. Na de nabewaarperiode werd uitsluitend een verschil gezien in de stevigheid van de vruchten, zie figuur 2.

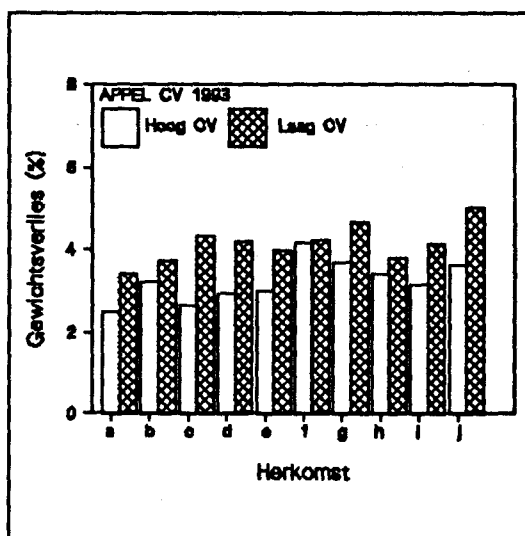


Fig 1: Invloed van de herkomst op het gewichtsverlies bij uitslag.

Het waargenomen verschil in gewichtserlies van de vruchten wordt gesteund door metingen van het smeltwater van de verdampers in de cellen. Gedurende de gehele bewaarperiode bleek meer water te worden afgetapt uit de cel met de verlaagde circulatie. Het iets betere behoud van stevigheid kan te maken hebben met het wat grotere gewichtsverlies. In zeer vochtige omgeving gaat de stevigheid van appels sneller achteruit. Opmerkelijk in dit onderzoek waren voorts op de eerste plaats de afwezigheid van

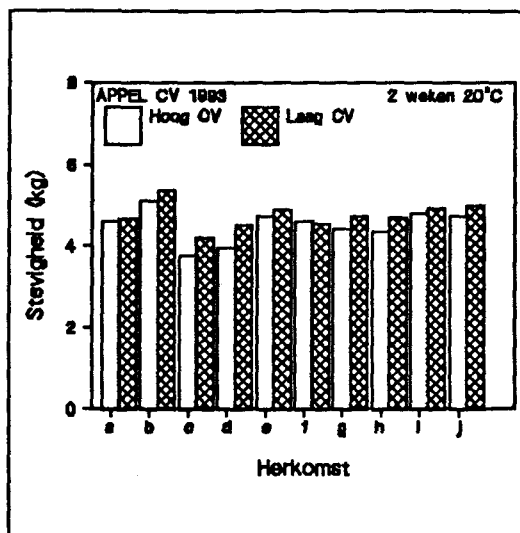


Fig 2: Invloed van de herkomst op de stevigheid na 2 weken nabewaring bij 20°C.

scald, waardoor geen nieuw licht op de waarnemingen in Geldermalsen ontstaat. Ten tweede bleek de hoeveelheid rot tijdens de nabewaarperiode sterk toe te nemen, namelijk van ongeveer 1.5% bij uitslag tot meer dan 18% na 2 weken bij 20°C.

Spruitkool

Koolsoorten reageren op CA condities in het algemeen zeer positief. Spruitkool maakt op deze regel geen uitzondering. Slechts weinig is echter bekend over interacties tussen CA condities en ethyleen. Tegen deze achtergrond werd in 1992 onderzoek gestart met spruitkool, dat in dit seizoen werd voortgezet.

Medio december werd een partij stammen van het ras Rampart opgeslagen in containers bij 0-1°C en in 5%CO₂ + 1%O₂. Onderzocht werd hoe dit materiaal onder deze omstandigheden reageert op ethyleen, geproduceerd door appelen. Verder werd een deel van het opgeslagen materiaal bestemd voor 4 proeven met geoogste spruiten, die bij 15°C werden uitgevoerd.

In alle experimenten werd bij uitslag de kleur en parasitair bederf en beoordeeld, terwijl de spruiten ook op inwendige afwijkingen werden gecontroleerd.

In de eerstgenoemde proef bij lage temperatuur werd 4 maal een hoeveelheid stammen uit de containers genomen en geoogst. Een deel van deze spruiten werd nabewaard gedurende 1 week bij 15°C. De resultaten van de kleurbeoordeling zijn samengevat in tabel 2.

Tabel 2: Invloed van ethyleen op de kleur* van geoogste spruiten, die gedurende verschillende tijden werden opgeslagen bij 0-1°C en in 5%CO₂ + 1%O₂.

Bewaarduur (dagen)	5%CO ₂ + 1%O ₂	5%CO ₂ + 1%O ₂ + C ₂ H ₄
41	0.00	0.00
41 + 7	0.80	0.87
77	0.00	0.05
77 + 7	2.09	2.06
98	0.00	0.00
98 + 7	2.89	2.93
127	0.00	0.12
127 + 7	1.58	1.92

* Schaal 0-3

Opmerkelijk is het zeer geringe verschil tussen het wel en niet aanwezig zijn van ethyleen. Blijkbaar zijn de spruiten zeer behoorlijk beschermd tegen de effecten van ethyleen (versnelling vergeling en abscissie) bij deze lage temperatuur en onder deze lichtsamenstelling. Alleen na de langste bewaarduur is sprake van enig verschil, ook na de nabewaarperiode. Verder is er sprake van een toename in kleurverlies tijdens de nabewaring. Onduidelijk is, waardoor deze tendens verbroken wordt na ruim 4 maanden.

De experimenten bij hogere temperatuur betroffen de interactie tussen CO₂ en ethyleen en de interactie tussen O₂, CO₂ en ethyleen.

Bewaard werd gedurende 2 weken in verschillende concentraties koolzuur en zuurstof steeds in aanwezigheid van 1 ppm ethyleen. De (statistisch nog niet geanalyseerde) resultaten luiden als volgt:

- a. Koolzuur heeft een beschermende werking tegen het kleurverlies door ethyleen, maar tussen koolzuur en ethyleen lijken geen interacties op te treden. Ook zonder ethyleen levert CO₂ een bijdrage aan kleurbehoud, zie fig. 3.
- b. In tegenstelling met kleur lijkt er voor abscissie wel een interactie tussen CO₂ en ethyleen aanwezig. CO₂ lijkt alleen de extra door ethyleen geïnduceerde abscissie te verminderen.

c. Verlaging van de O₂ spanning van 5 naar 1% vertraagt het kleurverlies. Interactie tussen O₂ en ethyleen lijkt niet aanwezig m.b.t. de kleur. Voor abscissie lijken wel interacties tussen zuurstof en ethyleen aanwezig.

Spitskool

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

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. Bewaard werd gedurende 35, 84 en 141 dagen, steeds gevolgd door 6 dagen uitstalperiode bij 15°C. Bij de eerste uitslag waren nog geen verschillen waar te nemen. Na 84 dagen bleek de CA bewaring aanzienlijk beter kleurbehoud te laten zien.

Samen met verschillen in de ontwikkeling van parasitair bederf kwamen deze verschillen tot uitdrukking in een lager schoningsverlies, zie figuur 3.

Uit deze figuur wordt duidelijk, dat het verlagen van de zuurstof concen-

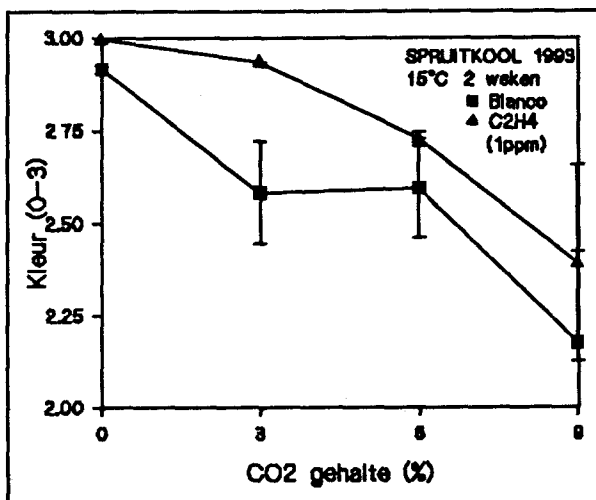


Fig 3: Invloed van CO₂ en ethyleen op de kleur van spruitkool, bewaard gedurende 2 weken bij 0-1°C.

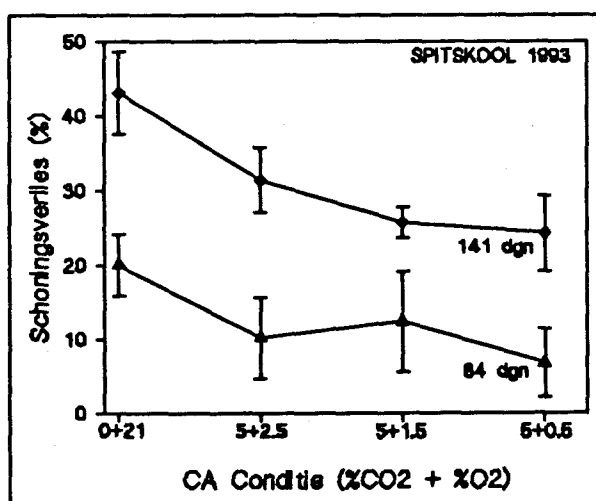


Fig 4: Invloed van CA condities op het schoningsverlies van spitskool na verschillende bewaartijden bij 0-1°C.

tratie uit het sluitkool advies namelijk 2.5%O₂ + 5%CO₂ voordelen heeft m.b.t. het kwaliteitsbehoud van dit produkt. Overigens bleek de smaak van de spitskool bewaard in 5%CO₂ + 0.5%O₂ enigszins negatief te worden beïnvloed.

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. Na 2 maanden werd het produkt beoordeeld op kleur, rot en schoningsverlies. Voor het laatste kenmerk kon geen verschil worden aangetoond.

Witlof

Kennis omtrent het gedrag van witlof onder CA condities is vrijwel onbekend. Toch is dit gewenst met het oog op gasdichte verpakkingen en containertransport over lange afstanden. Door de huidige jaarrond productie is voor langdurige opslag in cellen geen belangstelling.

Een oriëntatie naar het effect van CA condities bij 0-1°C werd uitgevoerd in een doorstroomsysteem. De opzet van het onderzoek was beperkt tot het in viervoud toetsen 2%O₂, 5%CO₂ en hun interactie. Bewaard werd gedurende 1 en 2.5 maand. De kroppen werden visueel beoordeeld op bruinrand, roodverkleuring, rot, lage temperatuur bederf, pitlengte. De verkleuringen werden tijdens met behulp van CBA geanalyseerd. Tijdens de opslag werd de ademhaling en ethyleenproductie gemeten. De onderzoeksresultaten worden nu verwerkt.

Confrontatie fasering

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, oogstijdstip en beschadiging.

Fasering

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

Verslag van de werkzaamheden

Sinds de vorige rapportage is er voornamelijk gewerkt aan tomaten. De HPLC-methode voor α -tomatine is gereed en blijkt zeer goed te voldoen. De detectielimiet ligt rond de 1 $\mu\text{g/kg}$ vers gewicht wat ruim voldoende is voor tomatenanalyses. Uit spikingexperimenten is gebleken dat de recovery van de methode rond de 95% bedraagt, wat een indicatie is voor de efficiëntie van de methode. Met deze methode zijn 14 tomatenrassen, die vorig jaar zijn verzameld, geanalyseerd op het α -tomatine gehalte in groene, oranje (stadium ± 5), rode tomaten en het blad. De verschillen tussen de rassen onderling waren aanzienlijk, vooral in de onrijpe groene tomaten (zie tabel). Bij alle rassen is er sprake van een duidelijke afname van het tomatinegehalte tijdens rijping wat in vrijwel alle gevallen resulteerde in zeer lage hoeveelheden in rode tomaten. Hierbij moet wel vermeld worden dat bij tomaten de kroontjes werden verwijderd. Inclusief kroontje zullen de gehalten aanmerkelijk hoger zijn aangezien deze een hoog gehalte tomatine bevatten. De gehalten in de bladeren bleken vele malen hoger te zijn dan die van tomaten. Ze blijken echter niet te correleren met de respectievelijke gehalten in tomaten. In de tabel zijn de gehalten van de geteste rassen weergegeven voor rode (kleurstadium ± 10), oranje (kleurstadium $\pm 5-6$) en groene (kleurstadium $\pm 2-3$) tomaten als ook het bladgehalte.

ras	gehalte (mg/kg vers gewicht)						blad
	rood		oranje		groen		
Dombito	4.1	± 2.7	10.5	± 2.8	26.3	± 3.7	800 $\pm$ 65
Forto	nd		nd		8.4	± 1.5	764 $\pm$ 66
Trend	nd		1.7	± 1.1	4.5	± 0.9	399 $\pm$ 50
Pronto	nd		1.9	± 0.5	18.4	± 3.0	1374 $\pm$ 240
Samoa	nd		0.7	± 0.7	4.5	± 1.6	1593 $\pm$ 203
Furon	0.5	± 0.7	1.9	± 1.2	8.9	± 1.1	694 $\pm$ 103
Evita	nd		18.2	± 7.1	59.6	± 14.3	639 $\pm$ 184
Renova	0.8	± 0.8	13.0	± 2.3	16.4	± 2.2	2485 $\pm$ 210
Tuckqueen	0.9	± 0.7	3.1	± 1.1	8.6	± 2.2	2237 $\pm$ 220
San Marzano B.	nd		2.3	± 2.3	89.9	± 19.5	2156 $\pm$ 186
Rondello	0.7	± 0.5	3.4	± 0.3	40.5	± 2.4	1663 $\pm$ 137
Pipo	1.0	± 0.7	2.6	± 0.6	39.5	± 7.1	1909 $\pm$ 332
Sonatine	nd		10.6	± 1.6	25.4	± 2.2	2018 $\pm$ 138
Fortuna	nd		10.4	± 0.9	11.7	± 3.2	1905 $\pm$ 94
gemiddeld	0.6	± 1.0	5.7	± 5.4	25.9	± 23.6	1474 $\pm$ 666
nd = niet detecteerbaar							

Bij het onderzoek naar de aanwezigheid van glycoalkaloiden in paprika

zijn geen glycoalkaloiden aangetroffen. In eerste instantie werden verschillend gekleurde paprika's (geel, rood, groen) gekocht in de supermarkt en getest. Na homogenisatie en hydrolyse van deze monsters werden de apolaire bestanddelen geextraheerd en geanalyseerd op de GC-MS. De monsters werden voor homogenisatie gespiked met tomatine om te bepalen of de (eventueel) aanwezige glycoalkaloiden ook werkelijk werden geïsoleerd met de gebruikte methode. Bij deze methode worden alleen aglyconen geïsoleerd. Tomatidine, het aglycon van tomatine werd inderdaad teruggevonden (recovery $\pm 90\%$), maar van andere glycoalkaloid-aglyconen was geen spoor te bekennen. In het monster dat niet gespiked was, werd ook geen tomatidine aangetroffen wat wil zeggen dat er ook geen tomatine-variant aanwezig was. Wel werd er een saponine-aglycon, tigogenine genaamd, aangetroffen. Saponinen hebben een aanverwante structuur maar bevatten een zuurstof atoom in de zesde ring in plaats van een stikstof atoom. Omdat paprika's sterk verwant zijn aan tomaten is vervolgens een analyse uitgevoerd op onrijpe groene paprika's van het ras Mazurka. Ook hier werden geen detecteerbare niveau's van glycoalkaloiden aangetroffen. Deze resultaten zijn niet in overeenstemming met de literatuur waar de aanwezigheid van glycoalkaloiden in paprika's werd gerapporteerd. Bij deze experimenten werd echter gebruik gemaakt van kleurmethoden die waarschijnlijk niet specifiek genoeg zijn om onderscheid te maken tussen glycoalkaloiden en aanverwante structuren waaronder saponinen en sterolen.

De isolatiemethode voor glycoalkaloiden uit paprika's werd ook toegepast bij het onderzoek van glycoalkaloiden in aubergines. De aubergines werden gekocht bij de groenteboer en geheel verwerkt. Met behulp van de GC-MS werd een aglycon, genaamd solasodine, geïdentificeerd dat veel voorkomt in wilde aardappelrassen. Er zijn van dit aglycon twee glycoalkaloiden bekend genaamd solasonine en solamargine. Of beide glycoalkaloiden voorkomen in aubergine en wat de gehalten zijn moet nog worden onderzocht. In de literatuur is beschreven dat in ieder geval solasonine in aubergine voorkomt.

B. VERSCHENEN PUBLIKATIES

In voorbereiding.

C. WERKPLAN VOLGEND HALF JAAR

In het volgend halfjaar zal het effect van bewaring van tomaten op het α -tomatine gehalte worden vergeleken met aan de plant doorgerijpte tomaten. Verder zal het onderzoek aan aubergine worden voortgezet, terwijl ook nog verder zal worden gezocht naar eventuele glycoalkaloiden in paprika.

DETECTIE EN BESTRIJDING VAN BEDERFVEROORZAKENDE MICRO-ORGANISMEN

L.G.M. Gorris

A. VERSLAG OVER EERSTE HELFT 1993

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 producten 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 producten. 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 prod. Studie effecten gekoelde matig vacuüm bewaring op humaan path. bacteriën
- jaar 2: Studie mechanisme en veiligheid van gekoelde bewaring onder matig vacuüm bewaring of in MA-verpakking
- jaar 3: Ontwikkeling snelle detectie methode voor relevante bederfveroorzakende micro-organismen
Voortzetting studie mechanisme en veiligheid van gekoelde bewa-

ring onder matig vacuüm en in MA-verpakking
jaar 4: Combinatie biopreservatie met gekoelde matig vacuüm bewaring en MA-verpakking.

Werkzaamheden eerste helft 1993

Van verse en versverwerkte groenten is bekend dat ze soms een hoog aanvangskiemgetal kunnen hebben en dat er een zeer grote variatie is, afhankelijk van teeltcondities. In onderstaande tabel is dat geïllustreerd voor ijsbergsla en andijvie. Uit de tabel blijkt dat het kiemgetal nogal verschilt per soort groente. Ijsbergsla is bijvoorbeeld een relatief schoon produkt. Meestal geldt, met name na verwerken, hoe méér micro-organismen aanwezig zijn hoe korter de houdbaarheid. Traditionele methoden van tellen van micro-organismen met behulp van selectieve voedingsmedia leveren pas na 1 tot 3 dagen een uitslag op. Om bij verwerking of veiling met de microbiële besmetting rekening te kunnen houden, dienen veel snellere methode gehanteerd te worden. De belangrijkste bederfveroorzakende micro-organismen bij groenten behoren tot de families *Enterobacteriaceae* en *Pseudomonaceae*.

Kiemgetal	Teler		Veiling	
	Kas	Vollegrond	Kas	Vollegrond
Ijsbergslamiddelde spreiding	7 10 ⁴ 0.1-60 10 ⁴	3.5 10 ⁵ 0.01-44 10 ⁵	3.3 10 ⁵ 1-33 10 ⁵	1 10 ⁵ 0.01-4.7 10 ⁵
Andijviamiddelde spreiding	3.8 10 ⁶ 0.3-9.2 10 ⁶	1.4 10 ⁶ 0.2-4.6 10 ⁶	4.5 10 ⁶ 0.9-16 10 ⁶	1.5 10 ⁶ 0.09-7 10 ⁶

Deze bacteriën verschillen onderling zeer sterk in de kenmerken waarop snelle toetsen op basis van immunologische of moleculair biologische technieken zich kunnen baseren. Voor het meten en voorspellen van de gevolgen van het voorkomen van dit type gemengde besmettingen op het bewaarresultaat, zou een geschikte aspecifieke methode vereist zijn.

In de verslagperiode concentreerde het onderzoek zich op de ontwikkeling van een dergelijke methode gebaseerd op de aanwezigheid in de bacteriële cel van adenosinetrifosfaat (ATP). ATP is de energie houdende stof drijft allerlei reacties in levende cellen. ATP wordt uitsluitend gevonden in levend materiaal (bij afsterven van bacteriën bijvoorbeeld verdwijnt het ATP zeer snel). Binnen

dezelfde groep organismen in het ATP gehalte nagenoeg gelijk.

ATP kan zeer snel gemeten worden met behulp van de bioluminescentie techniek, waardoor het mogelijk is om in korte tijd een indruk te krijgen van de totale microbiële besmetting van een produkt. Er is eerder onderzoek gedaan naar het gebruik van de bioluminescentietechniek bij zuivelprodukten en vlees. Vooral in de zuivelindustrie wordt de ATP bepaling veelvuldig toegepast, bijvoorbeeld om de bacteriologische kwaliteit van de rauwe melk te beoordelen. In een groot aantal disciplines (botanisch onderzoek, afvalwateronderzoek, bloedonderzoek, fundamentele en toegepaste microbiologie) wordt de ATP bepaling toegepast om een idee te krijgen van de hoeveelheid biomassa.

In het onderhavige onderzoek werd nagegaan of de ATP meting bij groenten toepasbaar is om de totale microbiële besmettingsgraad snel (binnen een uur, inclusief de voorbereiding) te meten. Voor de ATP metingen werd gebruik gemaakt van een ATP assay kit (Boehringer, Mannheim). Deze kit bestaat uit de volgende stoffen; ATP monitoring reagent, ATP standaard oplossing, TCA (trichloorazijnzuur), Xylenol Blue en Tris-acetaat buffer. Er werd gebruik gemaakt van een 1250 luminometer van LKB Wallac (Turku, Finland).

Omdat zowel in de bacteriën als in de cellen van de groente ATP voorkomt, werd een methode ontwikkeld om bacteriën en cellen van de groente van elkaar te scheiden. Vervolgens werd de signal opbrengst en lineariteit gemeten. Tenslotte werd de correlatie tussen de traditionele plaattelling en de ATP-assay vastgesteld voor een groente produkt.

Toelichting op de bioluminescentie

De bioluminescentie techniek is de meest gevoelige techniek om ATP te bepalen. Door inwerking van ATP op een bepaald enzym-substraat complex wordt licht opgewekt. Het enzym-substraat complex is het luciferine-luciferase, dat bijvoorbeeld voorkomt in vuurvliegen (*Photinus pyralis*). Het luciferase-luciferine complex reageert met ATP in aanwezigheid van magnesiumionen tot een luciferase-luciferine-adenosinemonofosfaat (AMP) complex, waarbij pyrofosfaat (PPi) vrijkomt. Het enzyme-AMP complex wordt met zuurstof gescheiden in oxiluciferine, luciferase, AMP en CO₂. Hierbij komt energie vrij die wordt omgezet in licht van 562 nm hetgeen, na versterking, geregistreerd in een fotometer. De hoeveelheid gemeten licht is dus een maat voor de hoeveelheid aanwezig ATP. Zoals blijkt uit Figuur 1 is de ATP meting met behulp van bioluminescentie en het genoemde enzym assay zeer gevoelig en over een breed gebied lineair.

Bemonstering produkt

De eerste stap in de bepaling van de microbiële besmetting van een produkt op basis van ATP is de scheiding van microbiële cellen van het produkt zelf. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door de microbiële cellen van het produkt af te wassen door dompelen of schudden in steriel water, eventueel met toevoeging van detergens. Een stabiel kiemgetal wordt bijvoorbeeld bereikt door een produkt gedurende meer dan 4 minuten in steriel water te dompelen.

Extractie van ATP

Om het te kunnen meten dient het ATP uit de microbiële cellen geëxtraheerd te worden. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van organische solventen, sterke zuren, detergenten of een hittebehandeling. Bovendien diende ATP-gebruikende enzymen geïnactiveerd te worden. Met behulp van een geschikte hoeveelheid trichloorazijnzuur (TCA) kunnen beide doelen bereikt worden. De concentratie TCA en de extractie-tijd zijn sterk afhankelijk van de robustheid van de microbiële cellen. Voor de op groenten voorkomende besmetting bleek een 0.1% TCA gedurende 30 min bevredigende resultaten op te leveren (figuur 3a). Hogere concentraties maken kortere inwerktijden mogelijk maar kunnen de ATP assay verstoren en verlagen de maximaal meetbare lichtintensiteits sterk (Fig 3b).

Calibratie ATP-meting

Om de ATP-meting als maat voor de microbiële besmetting te kunnen gebruiken moet er een calibratie curve van keimgetal en gemeten ATP gehalte worden opgesteld. Calibratie van de natuurlijke, microbiële besmetting van andijvie wordt gebruikt levert dat het in Figuur 4 weergegeven beeld op. Binnen de op het produkt aanwezige range van kiemen (10^6 tot 10^7 kolonievormende eenheden/ml), heeft de ATP-meting een zeer lineair verloop.

Toepasbaarheid ATP-meting

Aan hand van calibratie curven kan de ATP-meting als een snelle, relatief eenvoudige toets van de microbiële besmetting worden gebruikt. De toets kan buiten het laboratorium worden uitgevoerd. Hiervoor hebben verschillende firma's portable apparatuur beschikbaar. Steriel werken is niet noodzakelijk, alhoewel de basis materialen steriek en ATP-vrij dienen te zijn.

Hoe groot het lineaire meetbereik van de ATP-meting in de praktijk is, dient door verder onderzoek te worden vastgesteld. In potentie echter is het een krachtige methode die snel, technisch eenvoudig en goedkoper is dan alternatieve assays.

Confrontatie met fasering

Het onderzoek aan het werkingsmechanisme van het gekoelde matig vacuüm bewaarsysteem aan en de bioconservering en de ontwikkeling van een snelle, specifieke detectie-systeem voor *Erwinia* bacteriën verloopt volgens planning. Experimenten die in de eerste helft van 1993 zijn uitgevoerd worden momenteel uitgewerkt en zullen in het navolgende perioderapport worden beschreven.

B. PUBLICATIES

- Day, B.P.F. & L.G.M. Gorris, 1993. Modified atmosphere packaging of fresh produce on the West-European market. ZFL (International Journal of Food Technology, Marketing, Packaging, and Analysis) 44 (1/2), 32-37.

- te Giffel, J., 1993. Bruikbaarheid ATP-luminescentie meting voor bepaling microbiële besmetting van groenten. Stageverslag voor Agrarische Hogeschool Delft, studierichting Tuinbouw.
- Gorris, L.G.M. & M.W. Peck, 1993. Food Micromodel: voor het voorspellen van groei van voedselpathogenen. Voedingsmiddelentechnologie 26 (5), 36-39
- Gorris, L.G.M. & H.W. Peppelenbos, 1993. Verlängerte Haltbarkeit von Obst und Gemüse durch verpacken unter Vakuum oder modifizierter Atmosphäre. ZFL (International Journal of Food Technology, Marketing, Packaging, and Analysis 44 (5) 239-244.
- Gorris, L.G.M., E.J. Smid, Y. de Witte & W.M.F. Jongen, 1993. Spoilage and safety of respiring produce packaged under modified atmospheres. Proceedings of the European Concerted Action COST94 workshop "The post-harvest treatment of fruits and vegetables", 1-2 October Istanbul, Turkey. (in druk)
- Gorris, L.G.M., 1993. Bioconservering van groenten door (metaboliëten van) melkzuurbacteriën. Themanummer *Bioconservering*. De Ware(n)-Chemicus (in druk).
- Gorris, L.G.M. & M.W. Peck, 1993. "Lebensmittel-Mikromodell" - Ein Programm das Wachstum pathogener Bakterien vorhersagt. ZFL (International Journal of Food Technology, Marketing, Packaging, and Analysis (in druk).

C. WERKZAAMHEDEN TWEEDE HELFT 1993

a. Aanpak

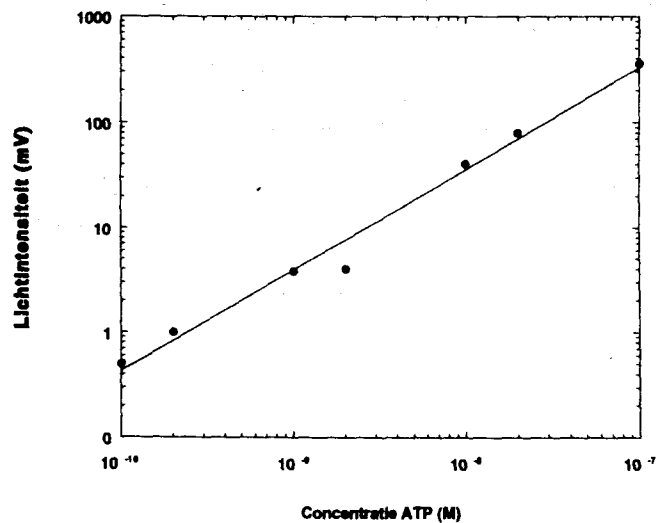
In de tweede helft 1993 zullen challenge testen worden uitgevoerd met relevante pathogene bacteriën in het matig vacuüm bewaarsysteem en in vergelijkbare modified atmosphere verpakkingen. Het betreft o.a. *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Aeromonas hydrophila*. In het kader van afspraken met het AFRC-Institute of Food Research om in 1994 een aantal challenge experimenten met niet-proteolytische, psychrotrofe stammen *Clostridium botulinum* uit te voeren, zullen voorbereidende tests worden uitgevoerd met *Cl. sporogenes*. Aandacht zal voorts worden geschonken aan de ontwikkeling van een snelle, specifieke en specifieke toets voor het voorkomen van *Erwinia* bacteriën met een onderscheidend vermogen op niveau van ondersoorten.

Fasering tweede helft 1993

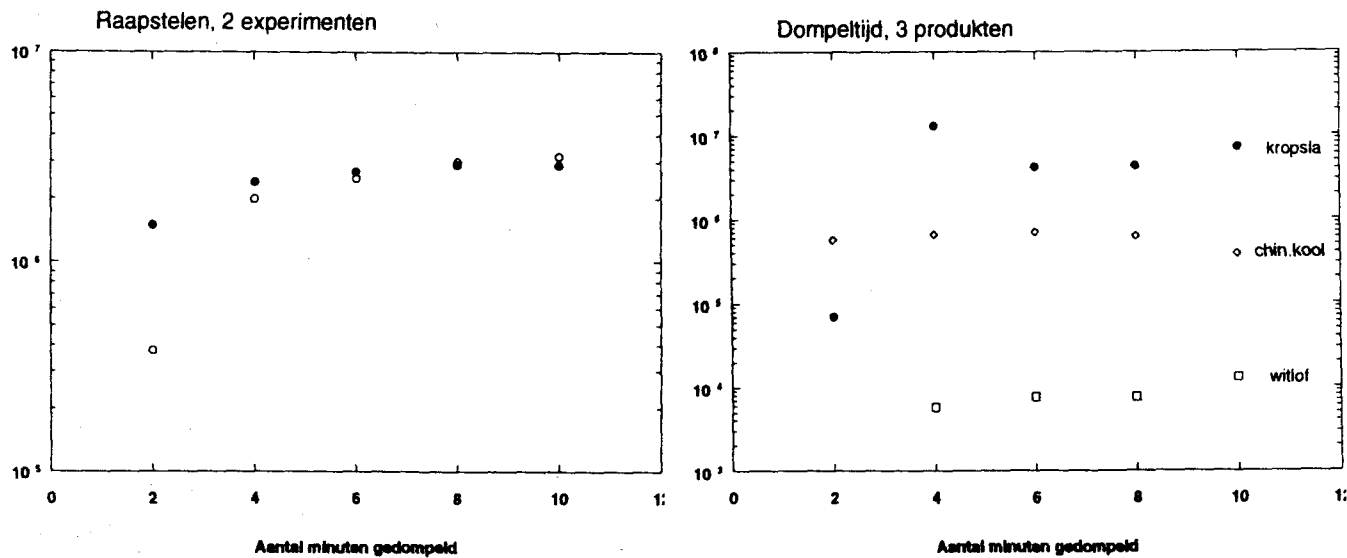
- uitvoeren challenge testen op taugé en witlof onder matig vacuüm en in MAP verpakking.
- toetsen van antagonistische werking melkzuurbacteriën geïsoleerd van taugé op diverse testbacteriën (bioconservering)
- verdere ontwikkeling van de snelle, specifieke toets (op basis van DNA) voor groenten en nagaan correlatie met totaal aëroob kiemgetal.

Afwijking van oorspronkelijke fasering

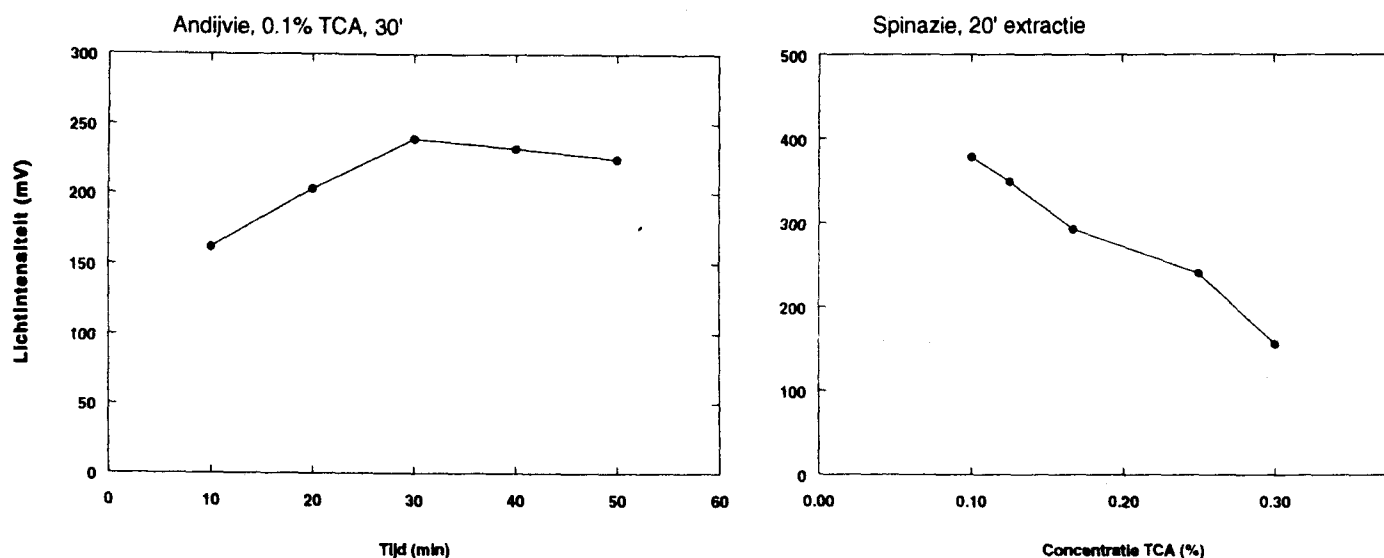
De voor de tweede helft van 1993 opgestelde fasering is conform de eerder aangepaste planning, met nadruk op de specifieke toets voor bederfveroorzakende organismen en bioconservering.



Figuur 1. Het lichtsignaal dat middels de bioluminescentie techniek wordt verkregen is over een breed traject van ATP-gehalten lineair.

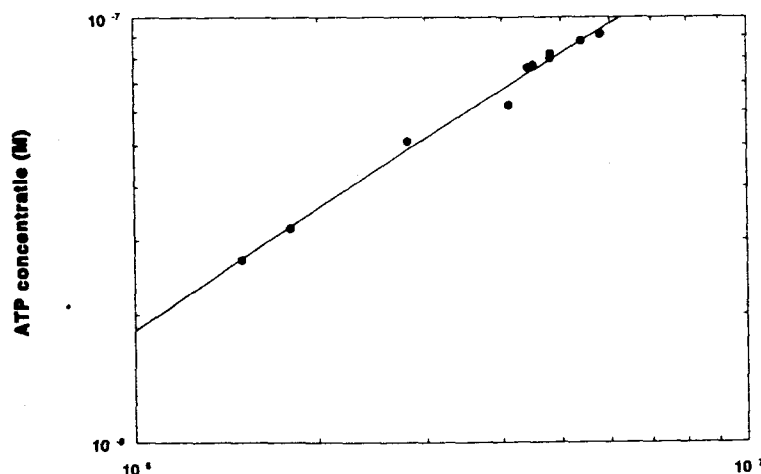


Figuur 2. Bij de scheiding van microbiële cellen van het produkt door dompelen blijkt dompelen in steriel water gedurende meer dan 4 minuten een relatief constant kiemgetal op te leveren bij verschillende typen groente.



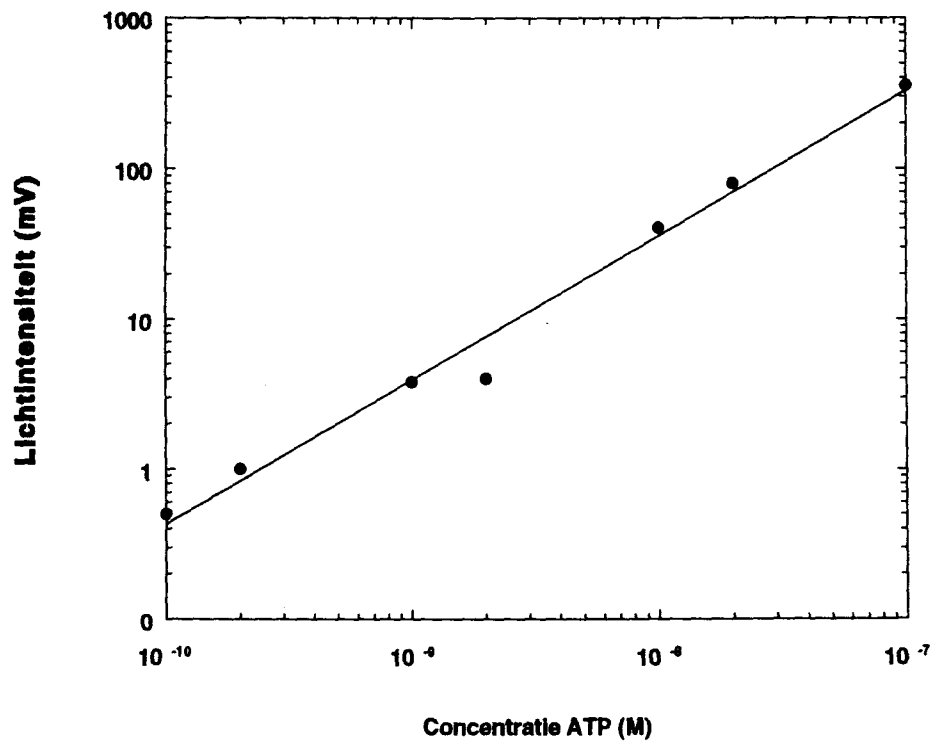
Figuur 3. A) Extractie van ATP middels 0.1% TCA levert goede resultaten op bij een extractie-tijd van 30 min. **B)** Bij hogere concentraties TCA (extractie-tijd 20 min in alle gevallen) neemt de meetbare lichtintensiteit sterk af.

ATP-meting besmetting op andijvie

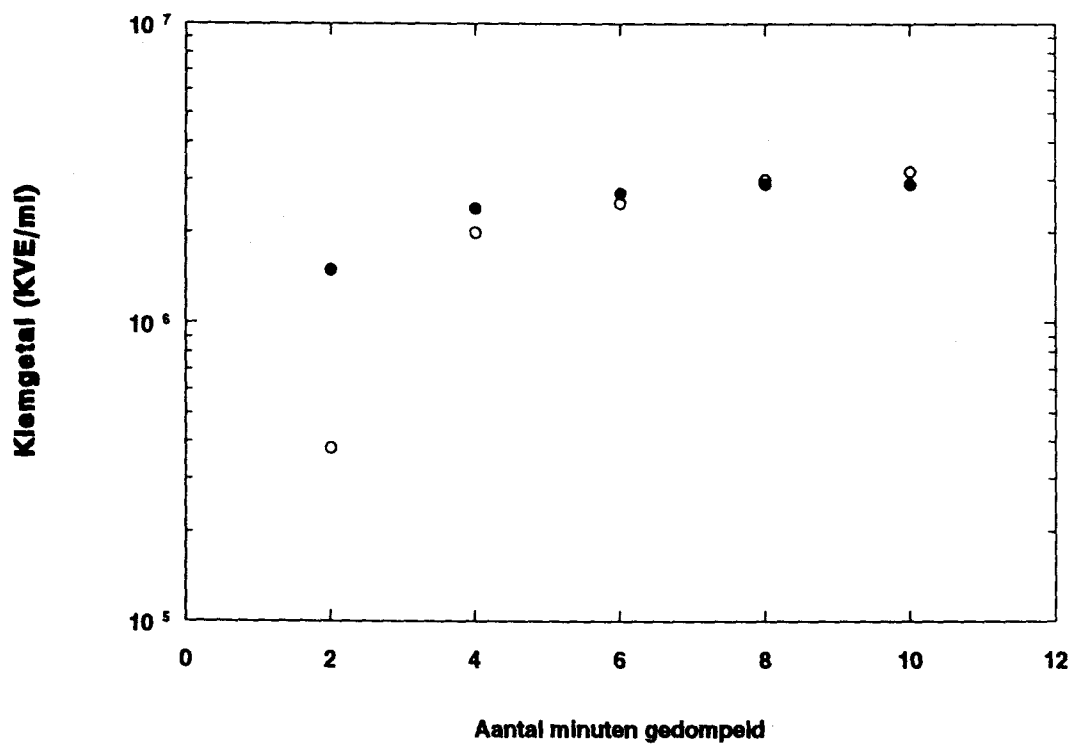


Figuur 4.

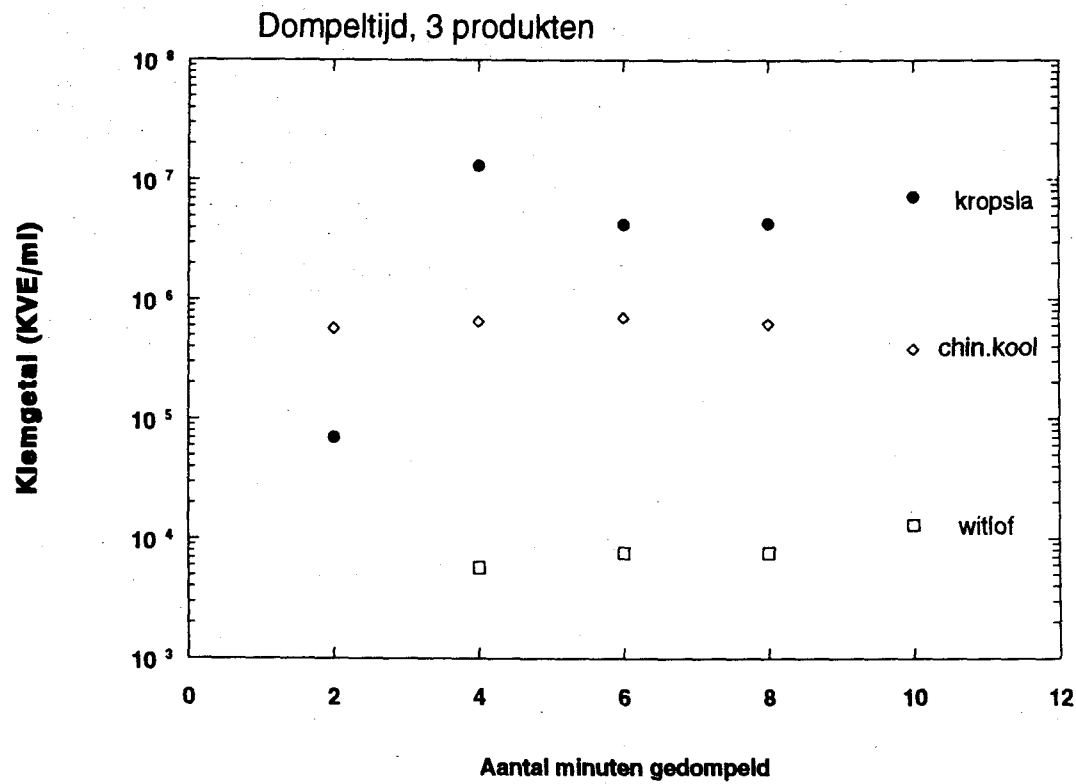
De relatie tussen de hoeveelheid op een produkt aanwezige kiemen (gemeten middels plateren) en de na dompelen en extractie meetbare hoeveelheid ATP is lineair, en kan daarom dienen als een calibratiecurve om uit ATP gehalten de hoeveelheid aanwezige kiemen te bepalen.



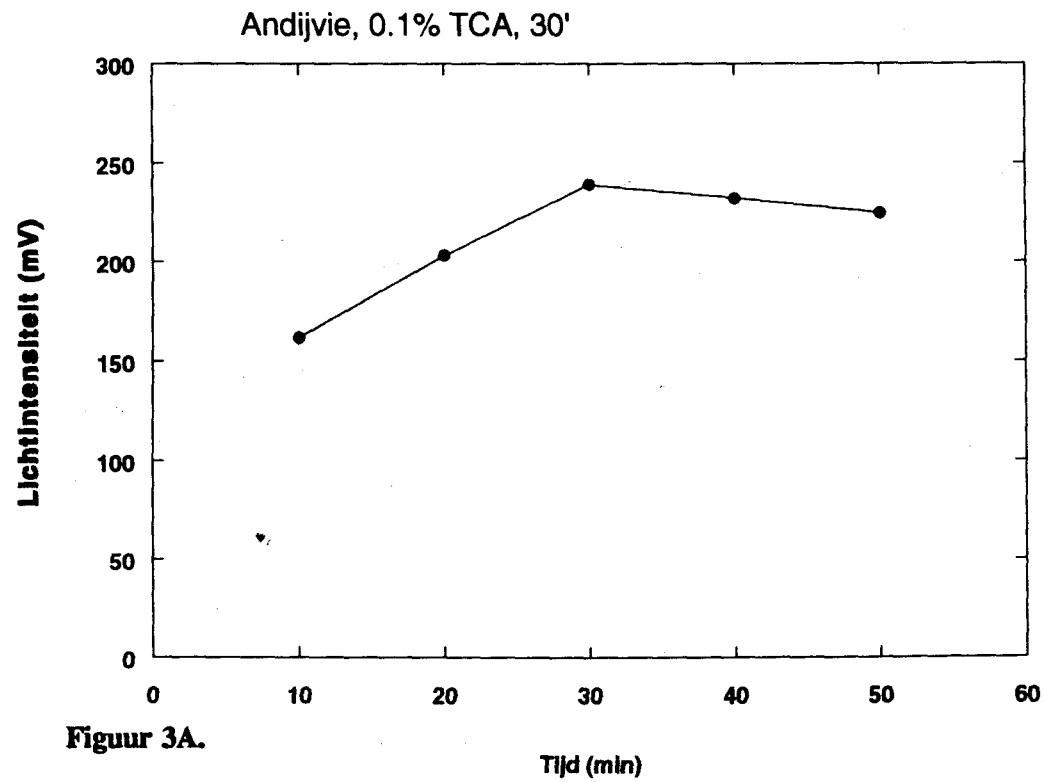
Figuur 1.
Raapstelen, 2 experimenten



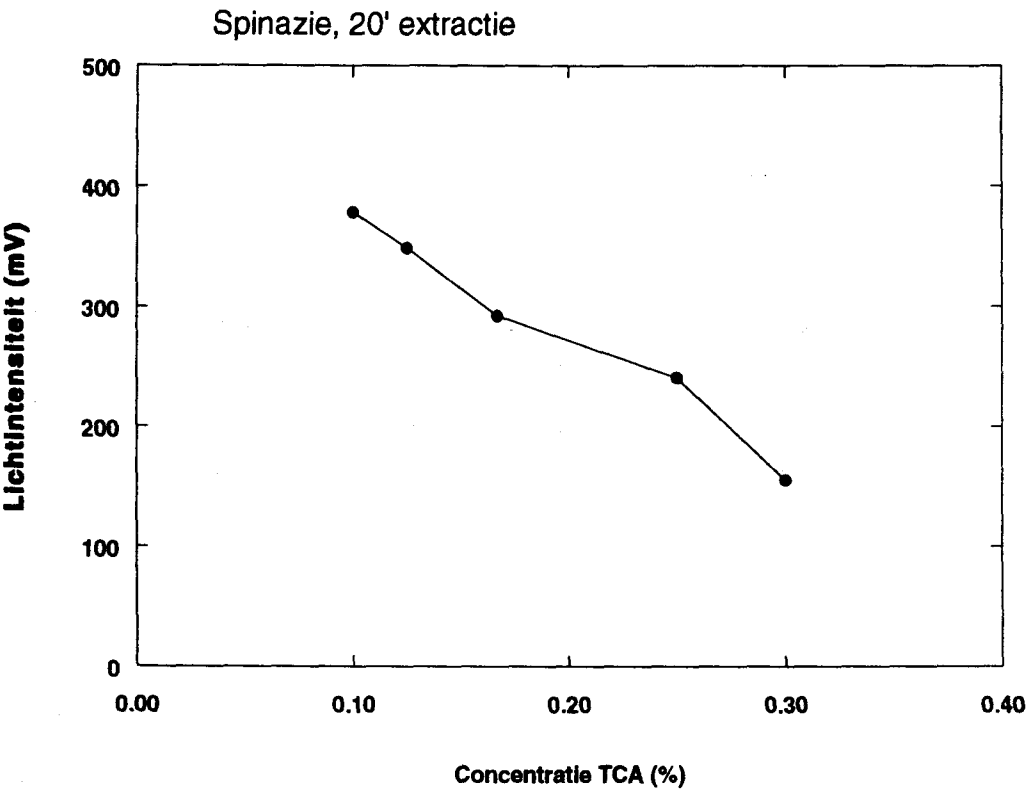
Figuur 2A.



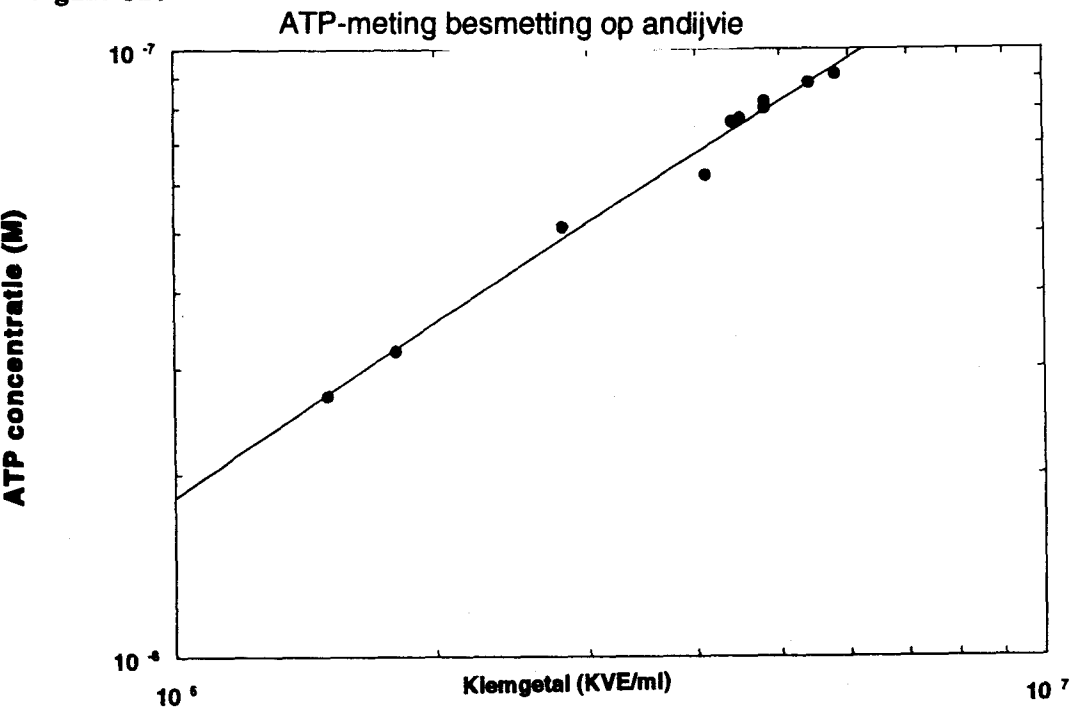
Figuur 2B.



Figuur 3A.



Figuur 3B.



Figuur 4.

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

C. van Dijk en C.C.W. Bonnemayer

A. VERSLAG OVER EERSTE HELFT 1993

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 een meetsysteem is geconstrueerd waarbij het oppervlak van de tomaat homogeen kan worden belicht. Hiertoe werd gebruik gemaakt van vier halogeenlampen, die onder een hoek van 90° ten opzicht van elkaar staan. Tevens dient een adequate scherpte-diepte van het beeld worden verkregen. Dit betekent, dat alle plaatsen van het deel van de tomaat dat wordt belicht, in focus zijn.

Hiertoe werd een systeem gemaakt, waarbij het meetoppervlak van de tomaat (dat deel van de tomaat, dat werd belicht) kon worden gevarieerd. Reden hiertoe is, dat aan de ene kant een zo groot mogelijk deel van de tomaat in een meting gemeten moet worden, terwijl aan de andere kant dit niet ten koste mag gaan van de scherpte diepte. Tevens dient hierbij met name aandacht besteed te worden aan de randen van het beeld, daar op deze plaatsen de grootste afwijkingen verwacht kunnen worden.

Op basis van de uitgevoerde metingen blijkt, dat er een interactie bestaat tussen de grootte van het geanalyseerde tomatenoppervlak en het verkregen signaal. Met andere woorden, er bestaat een niet lineair verband tussen de hoeveelheid zwelscheuren per oppervlakteenheid en het meetoppervlak. Tevens blijkt het meetsignaal in te sterke mate afhankelijk van de positie van de lichtbron ten opzichte van de tomaat.

Dit betekent, dat relatief kleine veranderingen in de vorm van de tomaat effect hebben op de amplitude van het meetsignaal.

Fasering

Optimalisatie van het meetsysteem zoals, dit tot nu toe is ontwikkeld.
Hierbij wordt met name verdere aandacht besteed aan de optimalisatie van de belichting in relatie tot het signaal.

CHEMISCHE EN SENSORISCHE ANALYSE VAN SMAAKCOMPONENTEN IN VERSE PAPRIKA

P.A. Luning

A. EINDRAPPORTAGE PERIODE 1991-1993

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 vinden er vele biochemische veranderingen plaats die van invloed zijn op geur en smaak. In dit onderzoek zijn twee rassen (Mazurka en Evident) in diverse rijpheidsstadia vergeleken met betrekking tot verschillende aspecten die van belang zijn voor het aroma van verse paprika. De paprika's zijn zowel instrumenteel gekarakteriseerd als sensorisch geëvalueerd. In het laatste stadium zijn de data geanalyseerd met een multi statistische variantie analyse om inzicht te krijgen in mogelijke relaties tussen de sensorische en instrumentele metingen. In dit eindverslag wordt een overzicht gegeven van de resultaten van het totale onderzoek inclusief de koppeling van sensorische en instrumentele data.

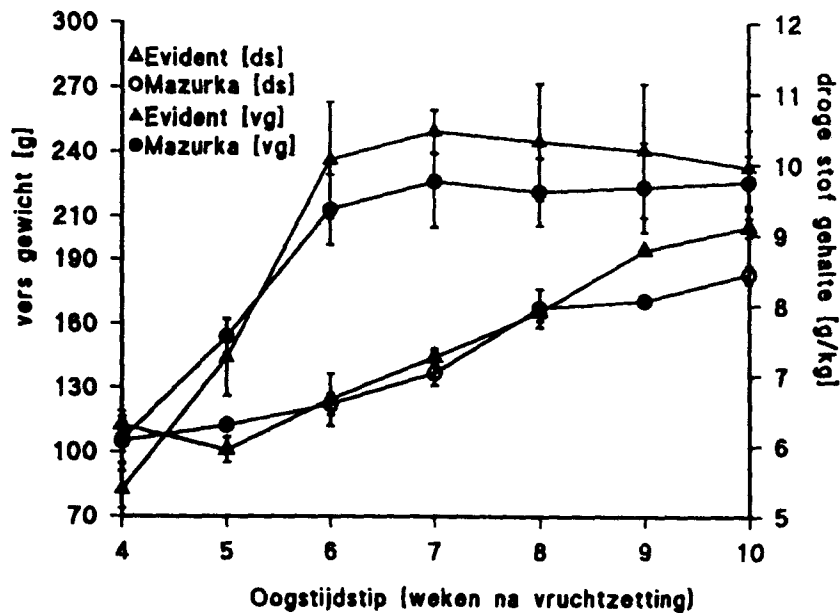
Verslag werkzaamheden

Overzicht resultaten smaak en geuronderzoek verse paprika

1. Bepaling van rijpingskarakteristieken

Tijdens de groei en rijping van paprika vinden er diverse biochemische veranderingen plaats. De groene (onrijpe) en rode (rijpe) paprika zijn zeer verschillend van smaak en geur. Beide rijpheidsvormen worden commercieel geproduceerd (dit geldt ook voor andere kleuren paprika). De teler bepaalt aan de hand van externe kenmerken zoals kleur en grootte het moment van plukken. Voor het smaak- en geuronderzoek zijn deze karakteristieken ook gebruikt voor het bepalen van het oogsttijdstip. In Figuur 1 zijn de verandering in gewicht en droge stofgehalte weergegeven. De veranderingen in groene kleurpigmenten (uitgedrukt in mg chlorophyll *a*/kg ds) en rode (uitgedrukt in mg capsanthin/kg ds) staan in Figuur 2. Het verse gewicht neemt toe tot ± 6 weken na vruchtzetting (NB dit is stadium van de commerciële groene paprika). Het droge stofgehalte blijft echter toenemen tijdens rijping van groen naar rood. Uit Figuur 2 blijkt dat na ± 7 weken het chlorophyll *a* gehalte sterk afneemt. Tegelijkertijd stijgt de concentratie rode kleurpigmenten. De paprika begint in dit stadium een bruine kleur (combinatie groen en rood) te krijgen, terwijl na ± 8 weken duidelijk rode plekken zichtbaar zijn c.q. het bonte stadium. De in dit onderzoek gebruikte rassen (afkomstig van één teler) verschillen weinig van elkaar, behalve dat het ras Evident een hoger droge stofgehalte in het rode stadium heeft. Voor het instrumentele smaak onderzoek zijn alle stadia onderzocht. Voor het geuronderzoek zijn het groene (6 weken), bonte (8) en rode (10 weken) stadium

gebruikt. Deze drie stadia zijn tevens door het smaakpanel geëvalueerd terwijl het geurpanel alleen de commerciële groene en rode paprika's geanalyseerd hebben.



Figuur 1. Verandering in vers gewicht en droge stofgehalte tijdens rijping van paprika.

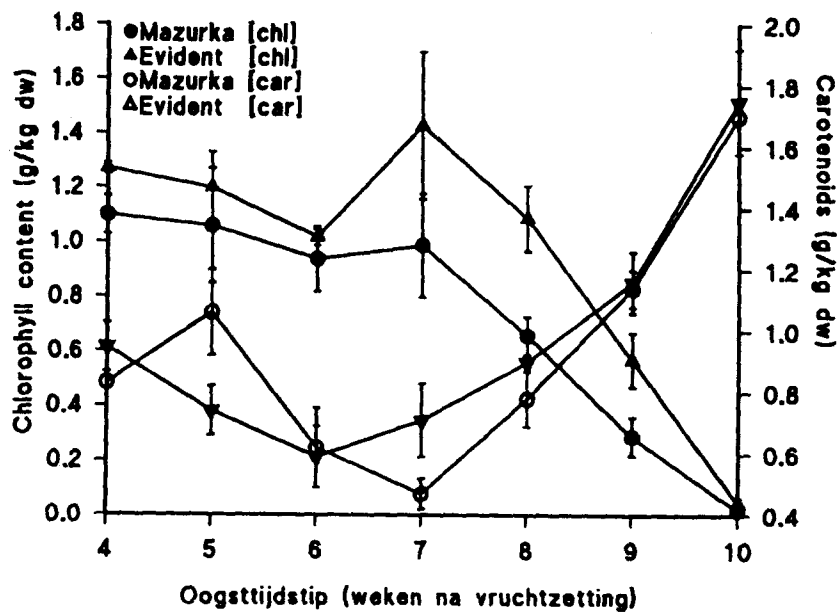


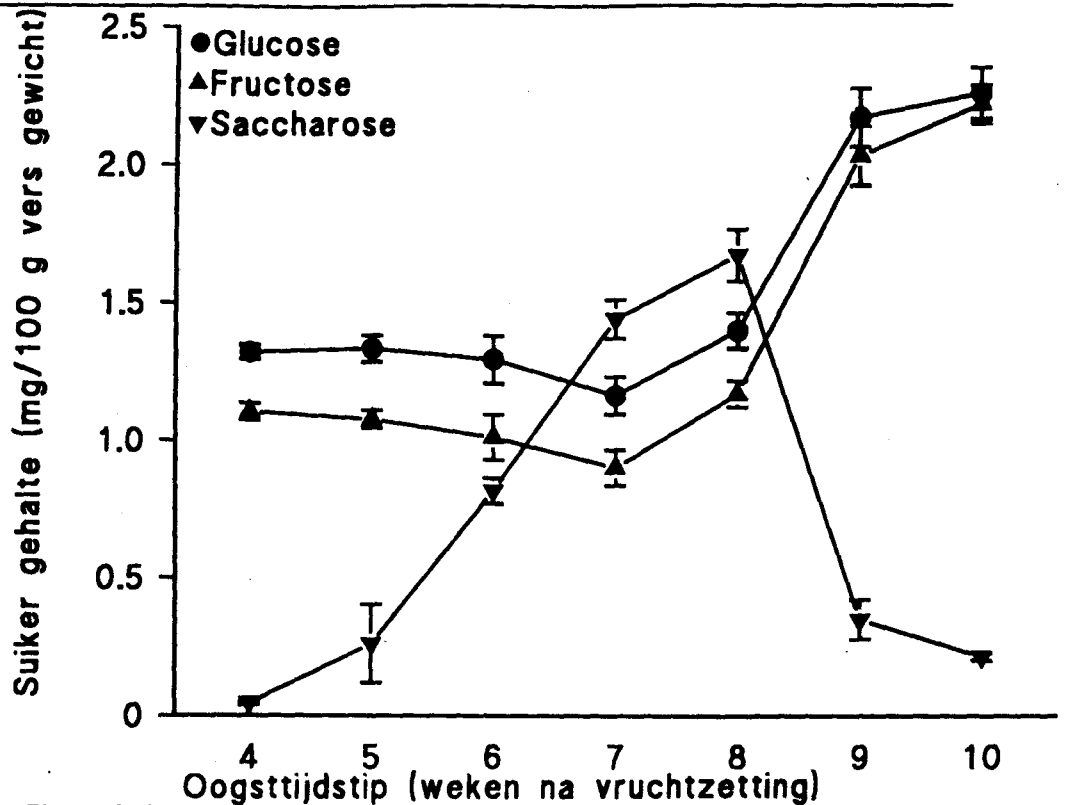
Fig.2 Verandering in groen (chlorophyll a) en rode (carotenoiden) kleuropigmenten tijdens rijping van paprika.

2. Bepaling van smaakstoffen tijdens rijping

Smaakbepalende factoren in paprika zijn de suikers, organische zuren, bitterstoffen en scherpe componenten (m.n. capsaïcine). Deze laatste smaakfactor is voor de Nederlandse paprika niet van belang omdat hier voornamelijk zoete rassen worden geteeld die nauwelijks scherpe componenten bevatten. Drie HPLC methodes zijn ontwikkeld voor de bepaling van suikers en organische zuren. Uit Figuur 3 blijkt dat het saccharose gehalte een maximum heeft tussen $\pm$ 7-8 weken (bruine/bonte stadium). Na 8 weken daalt de saccharose concentratie sterk terwijl het gehalte fructose en glucose sterk toenemen. De suiker samenstelling en veranderingen tijdens rijping, in het ras Evident zijn identiek aan het patroon van Mazurka. Uit de literatuur blijkt (Nielsen et al., 1991; Hubbard and Pharr, 1992) dat de invertase activiteit (enzym dat saccharose omzet in glucose en fructose) toeneemt tijdens rijping. Uit Tabel 1 blijkt, dat het totaal suikergehalte toeneemt tijdens rijping. Het ras Evident, in het rode stadium, heeft een iets hoger totaal suiker en totaal zuur gehalte dan het ras Mazurka.

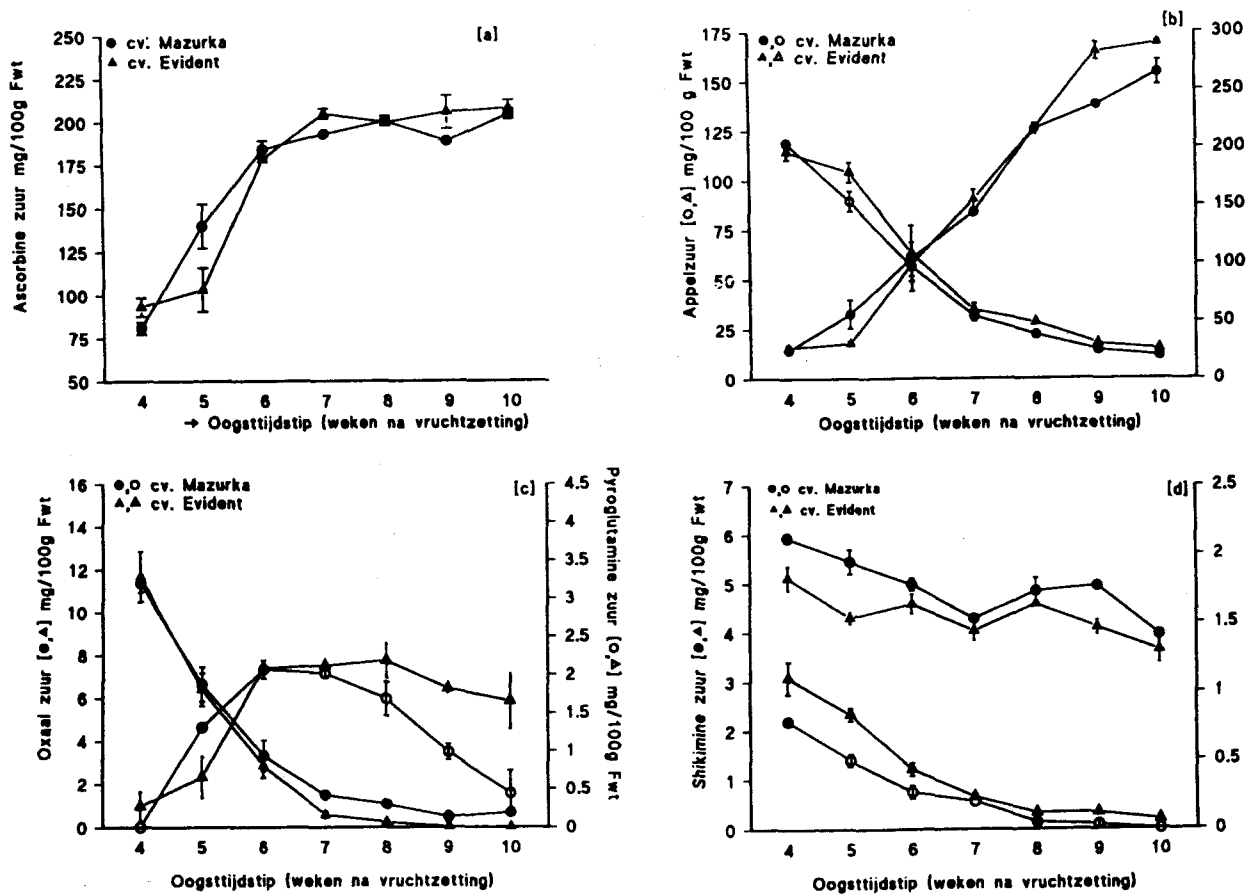
Tabel 1. De verandering in het totaal suiker- en totaal zuurgehalte tijdens rijping van de paprika rassen Mazurka en Evident.

Weeks after fruitset	total sugar		total acid	
	Mazurka	Evident	Mazurka	Evident
4	2.5 0.03	2.4 0.05	242.4 4.5	252.5 4.0
5	2.7 0.1	2.4 0.06	299.2 26.5	250.2 13.0
6	3.1 0.1	3.0 0.2	355.1 4.9	350.2 4.9
7	3.5 0.06	3.5 0.01	376.3 3.8	401.1 11.5
8	4.3 0.05	3.9 0.07	445.9 11.7	451.3 5.9
9	4.6 0.12	5.0 0.1	445.7 1.1	511.7 2.3
10	4.7 0.2	5.4 0.03	484.9 12.3	517.8 8.8



Figuur 3. Samenstelling suikers tijdens rijping van paprika (ras Mazurka).

De verandering in de samenstelling van de organische zuren in paprika tijdens rijping worden weergegeven in Figuur 4 [a], [b], [c] en [d]. De concentratie ascorbine (Fig. 4a) en citroenzuur (Fig. 4b) nemen toe tijdens groei (4-6 wkn) en rijping (6-10 wkn). Het pyroglutamine zuur (Fig. 4c) neemt eerst toe (4-6 wkn), echter na het bonte stadium (8 wkn) is er een tendens tot afname zichtbaar. De concentratie appel- (Fig. 4b), oxaal- (Fig. c) en shikimine- en fumaarzuur (Fig. 4d) nemen af tijdens rijping. Het totaal zuurgehalte (zie Tabel 1) neemt echter toe.



Figuur 4. Ontwikkeling van organische zuren tijdens rijping van paprika i.e. ascorbine zuur [a], appel- en citroenzuur [b], oxaal- en pyroglutazminezuur [c] en shikimine- en fumaarzuur [d]

3. Karakterisering van geurstoffen van paprika in drie rijpheidsstadia

De vluchtige componenten (>150) zijn geïsoleerd met een dynamische headspace methode bij kamertemperatuur. De samenstelling van de geconcentreerde "headspace" (kopruimte) komt min of meer overeen met datgene wat men ruikt. De concentratie is echter veel hoger omdat de componenten anders niet gedetecteerd kunnen worden met de detector van de gaschromatograaf (GC). De identificatie van deze componenten is uitgevoerd met een GC-massa spectrometer. Echter niet alle geïsoleerde componenten hebben een geur en daarom is met behulp van een getraind snuffelpanel bepaald welke componenten een geur hebben en wat voor geur. Daarnaast geeft de snuffelproef extra informatie, namelijk soms worden geuren door het panel waargenomen die niet instrumenteel gedetecteerd kunnen worden (lagere gevoeligheid van de apparatuur). De paprika's werden op twee manieren voorbereid n.l. snijden en vermalen omdat instrumenteel grote verschillen werden waargenomen tussen deze twee bewerkingen. In Tabel 2 staan de resultaten weergegeven. Het blijkt dat een aantal componenten in alle geanalyseerde paprika monsters werden waargenomen, onafhankelijk van het rijpheidsstadium, bewerking of ras (onderstreepte componenten in Tabel 2). Uit de GC-analyses blijkt dat tijdens rijping de concentratie en het aantal vluchtige componenten afneemt tijdens rijping. Uit de snuffel-poort experimenten is gebleken dat met name componenten met groene geur eigenschappen afnemen of zelfs verdwijnen tijdens rijping van groen naar rood. Slechts een paar componenten zoals (E)-2-hexenal en (E)-2-hexenol nemen toe tijdens rijping, deze componenten werden omschreven als zoet/amandel en fruitig.

4. Koppeling instrumentele en sensorische metingen

Koppeling HPLC en smaakpanel data

De paprika's zijn op twee manieren sensorisch geëvalueerd m.n. eten en ruiken. Het smaak c.q. eet panel heeft de paprika's geanalyseerd op de volgende smaak attributen: zoet-, zuur-, bitter- en scherpheid en enkele duidelijke aroma attributen zoals groen en rode paprika aroma, grassigheid, bloemengeur en komkommergeur. Deze data zijn eerst afzonderlijk geanalyseerd met behulp van principale componenten analyse PCA (factor analyse) en vervolgens samen met de HPLC data geanalyseerd ("joint PCA"). De resultaten staan weergegeven in Figuur 5 [a] en [b]. De eerste twee principale componenten verklaren 80 % in de variantie van de gecombineerd data set. Figuur 5 [A] geeft aan dat de twee rassen Mazurka (m) en Evident (e) in de diverse rijpheidsstadia groen (g), bont (t) en rood (r) gescheiden worden op de eerste component. Figuur 5 [b] laat zien dat de sensorische attributen zoet [SWE]- en zuurheid [SOU] in een groep liggen met het totaal suiker [tos] en zuurgehalte [toa], het droge stof gehalte [dm], het gehalte fructose [fru] en glucose [glu] en citroen- [cit] en ascorbinezuur [asc]. Dat wil zeggen dat deze instrumentele en sensorische metingen sterk met elkaar gecorreleerd zijn. De rode paprika is dus zoeter en zuurder dan groene paprika

en heeft een hogere waarden voor glucose, fructose, citroen en ascorbinezuur en afgeleide metingen (zoals tot suiker etc.) dan groene paprika. De groene paprika's worden met name gekarakteriseerd door de term bitterheid [BIT].

Tabel 2. Geurcomponenten uit paprika (Mazurka) die gedetecteerd en omschreven zijn door het snuffelpoort panel in gehomogeniseerde (HG) en gesneden monsters(CT).

no	KI*	Component	Odor descriptor	green		turning		red	
				HG	CT	HG	CT	HG	CT
1a	906	not identified	chemical/pungent, rubbery	+	-	-	-	-	-
3	962	<u>2,3-butanedione</u> *	caramel, sweet	++	+++	++	++	++	++
6	1005	2-butanol	sweet, fruity	++	-	++	+	-	-
7	1009	<u>1-penten-3-one</u>	chemical/pungent, spicy	+++	++	+++	++	+++	++
10	1047	2,3-pentanedione	fruity, sweet, caramel	-	-	-	+	-	+
12	1076	<u>hexanal</u>	grassy, spicy, green bell pepper	+++	++	+++	++	+++	++
12a	1092	not identified	chemical/pungent, rubbery, spicy	++	++	++	++	++	++
13a	1104	not identified	geranium, spicy, rotten	++	+++	+++	+++	++	+++
22	1147	(Z)-3-hexenal	grassy, green bp, fruity	+++	-	-	-	-	-
23	1152	<u>3-carene</u>	red bp, rubbery, green bp	++	++	+++	+++	+++	+++
25	1177	2-heptanone	fruity, sweet, floral	-	+	++	-	++	+
27	1183	o-xylene	geranium, rubbery, spicy	+	-	-	+	+	+
31	1212	(E)-2-hexenal	fruity, almond, spicy, sweet	++	-	+++	-	+++	-
34	1237	<u>(Z)-8-ocimene</u>	rancid, sweaty	++	++	++	++	++	+
36a	1255	not identified	mushroom, spicy	++	++	-	++	-	+
37	1283	<u>octanal</u>	fruity	+++	+++	++	++	++	++
38a	1294	not identified	mushroom	+++	++	+++	++	++	++
42	1327	6-methyl-5-hepten-2-one	sweaty, musty	-	+	-	+	++	-
43	1332	1-hexanol	fruity, green bp, spicy	+	-	-	-	-	-
44a	1351	not identified	geranium, spicy	++	-	-	-	-	-
45	1364	(Z)-3-hexenol	grassy, lettuce, cucumber	++	++	-	-	-	-
45a	1364	not identified	spicy, geranium	-	-	+++	++	+++	++
47	1377	dimethyltrisulfide	rotten, musty	-	+++	++	+++	++	+++
49	1383	(E)-2-hexenol	almond, fruity, spicy	-	-	+	-	+	-
50	1387	nonanal	mushroom, spicy	+	+	-	-	-	-
51	1418	(E)-2-octenal	almond, sweet, spicy	++	-	+	-	-	-
51a	1427	not identified	lettuce, green bp, cucumber	+++	+++	++	++	-	-
53	1435	1,2,4,5-tetramethylbenzene	rancid, sweet	++	++	+	-	-	-
60	1500	2-sec-butyl-3-methoxypyrazine	carrot, lettuce, grassy	+++	++	++	++	-	-
62	1510	2-isobutyl-3-methoxypyrazine	green bp, red bp, lettuce	+++	+++	+++	+++	+++	+++
63	1527	<u>linalool</u>	floral, green bp	++	++	++	++	-	-
63a	1554	not identified	spicy, cucumber	++	-	++	-	-	-
64	1576	(E,Z)-2,6-nonadienal	cucumber			++	-	++	+

Number of assessors sniffing simultaneously:

- : < 6 assessors or no assessors
+ : 6 assessors

++ 6 < assessors < 9
+++ : > 9 assessors

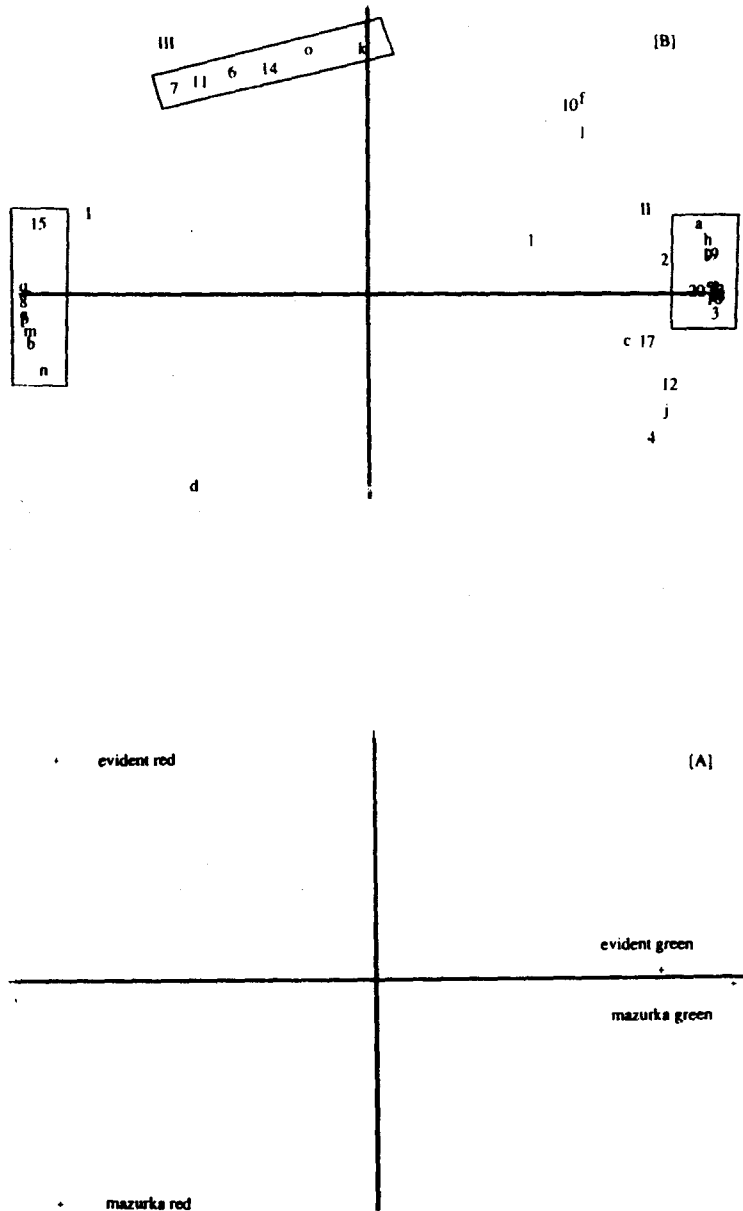
* Calculated Kovats index of sniffing response on CP-wax52; * Underlined compounds were detected in each bell pepper sample investigated. * Only detected in the Evident cultivar.

Koppeling GC-snuffel en ruikpanel data

Het geurpanel heeft de "headspace" van gemalen paprika's geanalyseerd op 17 geurattributen (zie rapportage 1 (1992)) en deze dat zijn mbv PCA geanalyseerd. Voor de gecombineerde PCA analyses zijn een aantal vluchtige geurcomponenten geselecteerd op basis van de informatie uit de snuffelpoort analyses. Uit de gecombineerde PCA blijkt dat 79% van de variantie van de totale data verklaard wordt door twee componenten. Figuur 6A geeft aan dat, de groene en rode paprika's worden gescheiden op de eerste component terwijl op de tweede (verticale) component de rassen in het rode stadium gedifferentieerd worden. Uit het "ladingen" diagram (Fig 6B), blijkt dat er drie gebieden zijn waar sensorische metingen (gecodeerd als cijfers) en instrumentele data (gecodeerd als getallen) sterk met elkaar correleren. Groep I, op de eerste component, bestaat uit de sensorische attributen fruitig/chemisch [b], zoet/weeïg [e], muf/aarde [m], kruidig [n], ranzig/zweterig [p], rubber [q] en de vluchtige componenten (E)-2-hexenal [8] en (E)-2-hexenol [15]. Allemaal hebben ze een hoge negatieve lading (op de eerste component) en zijn karakteristiek voor rode paprika (Fig 6A). Het snuffelpoort panel omschreef bovengenoemde vluchtige componenten met de als amandel, zoet, fruitig en kruidig welke overeenkomen met sommige geur karakteristieken van rode . paprika. De tweede groep (II), op de positieve zijde van de eerste component, bevat de geur attributen fruitig/fris [a], grassig [g], groene paprika [i], tuinkruiden/grassig [h] en de geur componenten 1-penteen-3-on [3], (Z)-3-hexenal [5], (Z)-3-hexenol [13], 2-isobutyl-3-methoxypyrazine [19] and linalool [20]. Allemaal hebben ze een hoge positieve lading en zijn karakteristieken van groene paprika (Fig. 6A). De belangrijkste geuromschrijvingen voor deze componenten (zie Tabel 1), verkregen met de snuffelpoort analyses, komen overeen met de sensorische geurattributen die typisch zijn voor groene paprika. Mogelijk zijn deze groen geurende componenten verantwoordelijk voor de "groen" gerelateerde geur attributen. De derde groep (III) omvat de attributen scherp/prikkelend [o], gedroogd gras [k] en de vluchtige componenten 3-carene [6], 2-heptanone [7], 6-methyl-5-hepten-2-on [11] en dimethyltrisulfide [14]. Allemaal hebben ze hoge ladingen op de tweede component en zijn karakteristieken van rode Evident (Fig. 6A). Echter uit vergelijken van de sensorische attributen en de geur termen die het snuffelpanel heeft gegeven, konden geen overeenkomsten worden gevonden.

5. Conclusies

Het gewicht, droge stofgehalte en de concentratie van groene en rode kleuropigmenten zijn goede parameters om het rijpheidsstadium vast te stellen. Zowel groene als rode paprika's bevatten saccharose, glucose en fructose. Saccharose heeft een optimum in tussen de 7-8 weken na vruchtzetting. Het totale suikergehalte in rode paprika's, i.e. $\pm 4.7-5.4$ g/100 g vers gewicht, afhankelijk van het ras, is hoger dan in het groene stadium (± 3.1 g/100 vers gewicht). In het totaal zijn zeven organische zuren gedetecteerd in groene en rode paprika's. Ascorbine- en citroenzuur nemen toe tijdens rijping van groen naar rood, terwijl appel-, oxaal, fumaar en shikimine- en pyroglutaminezuur afnemen. Het totaal zuurgehalte neemt echter toe.



Figuur 6: Scores [a] van de rode en groene paprika monsters op de eerste (horizontale) en tweede (verticale) component en de ladingen [b] van de geur attributen en GC-snuffelpoort data op de eerste en tweede component.

(vervolg conclusies)

De onderzochte paprika monsters lijken een soort basis snuffelprofiel te hebben onafhankelijk van het rijpheidsstadium, de bewerking of het ras. Het basis snuffelprofiel bevat de componenten 2,3-butaandion (caramel/zoet), 1-penteen-3-on (chemisch/scherp, kruidig), hexanal (grassig/kruidig /groene paprika), 3-carene (rode paprika/rubberig), (Z)- β -ocimeen (ranzig/zweterig), octanal (fruitig), 2-isobutyl-3-methoxypyrazine (groene paprika/sla) en drie niet geïdentificeerde componenten.

Tijdens rijping van paprika verandert de geur sensatie van komkommer, groene paprika en grassig aroma naar ranzig/zweterig, muf/aarde ,zoet/weefg en kruidig aroma. De smaak sensatie gaat van bitter in de groene paprika naar zoet en zuur in de rode paprika's.

Met behulp van de principale componenten analyses is inzicht verkregen in mogelijke relaties tussen de sensorische en instrumentele waarnemingen, zowel voor de smaak als geur van groene en rode paprika's.

7. Literatuur

Nielsen, T.H.; Skaerbaek, H.C. and Karlsen, P. Carbohydrate metabolism during fruit development in sweet pepper (*Capsicum annuum*) plants. *Physiol. Plant.* 1991, 82, 311-319.

Hubbard, N. L.; Pharr, D.M. Developmental changes in carbohydrate concentration and activities of sucrose metabolizing enzymes in fruits of two *Capsicum annuum* L. genotypes. *Plant Sci.* 1992, 86, 33-39.

8. Publikaties

Het concept artikel " Gas Chromatography, Mass Spectrometry and Sniffing Port Analyses of Volatile Compounds of Fresh Bell Peppers (*Capsicum annuum*) at Different Ripening Stages" is klaar en zal na correcties opgestuurd naar een wetenschappelijk tijdschrift.

Op het 7de Weurman Flavour Research symposium is een lezing gehouden over " Sensory characteristics of *Capsicum annuum* correlated to the composition of volatile compounds" and er is een poster gepresenteerd met als titel " Sensory characteristics of *Capsicum annuum* at different ripening stages correlated to chemical composition of non-volatile compounds." Voor het einde van dit jaar wordt het boek met de uitgebreide proceedings gepubliceerd.

Er is een begin gemaakt met de publikatie van de verandering in smaakstoffen tijdens rijping in relatie tot de sensorische perceptie.

Tevens zal een aparte publikatie geschreven worden over de ontwikkelde HPLC methode ter bepaling van organische zuren door T.Ebbenhorst-Seller.

SMAAK

A. van Amerongen

A. VERSLAG OVER DE EERSTE HELFT VAN 1993

I. Ontwikkeling immunochemische toets scherpte radijs

De scherpe smaak van radijs wordt veroorzaakt door 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanaat (MTBITC). MTBITC is een afbraakproduct dat ontstaat na reactie van het enzym myrosinase met 4-methylthio-3-butenyl glucosinolaat (MTBGSL). Volgens de fasering heeft er begin 1993 een fusie plaatsgevonden tussen miltcellen van een met KLH-MTBITC geïmmuniseerde muis en myelomacellen. Na een aantal ronden van subkloning is een hybridoma-celijn (20-C5C3F6) verkregen, waarvan de geproduceerde monoklonale antilichamen het vrije MTBITC herkennen. Het isotype van dit monoklonale antilichaam is IgG1. Zelfs als radijssap 60 maal werd verdund, was het nog steeds mogelijk MTBITC te meten. Naast enkele andere hybridoma-cellijnen uit eerdere fusies is kloon 20-C5C3F6 gebruikt voor een grootschaliger productie van MTBITC-specifieke monoklonale antilichamen. Hiertoe werd kwekingsupernatant opgezuiverd met behulp van affiniteits-chromatografie over Protein G of Avid AL.

Op basis van een recente publikatie over de bulk-zuivering van glucosinolaten uit radijs is MTBGSL tweemaal op milligram-schaal opgezuiverd. Met deze precursor als uitgangsubstantie is de in de literatuur veronderstelde instabiliteit van de isothiocyanaat-vorm onderzocht. Een preparaat van het enzym myrosinase werd gebruikt voor de omzetting van MTBGSL in MTBITC. Na omzetting werd de mate van stabiliteit van MTBITC gevolgd op HPLC. Na verschillende inkubatietijden bij kamertemperatuur werd een sample van de inkubatie-oplossing ingespoten op HPLC. De oppervlakte van de MTBITC-pek werd als maat genomen voor de stabiliteit van deze verbinding. De halfwaardetijd van MTBITC in deze inkubatie bedroeg 60 minuten. Met aldus bereid MTBITC werd een ijklijn gemaakt voor bepaling van MTBITC in de ELISA. Met het oog op de halfwaardetijd van 60 minuten werd een inkubatietijd gekozen van 15 minuten voor het uit MTBGSL ontstane MTBITC in de ELISA-plaat. Binnen deze termijn vindt nauwelijks afbraak van MTBITC plaats. Met de verkregen ijklijn konden hoeveelheden van 0.3 tot 50 µg MTBITC worden aangetoond (zie figuur).

Er werd ook een stabiliteits-proef uitgevoerd met radijssap. Vers bereid sap werd na verschillende inkubatietijden bij kamertemperatuur ingespoten op de HPLC. De halfwaardetijd van MTBITC in radijssap bedroeg slechts 10 minuten. Na toevoeging van een in de literatuur beschreven stabilisator van isothiocyanaaten, het 2,6-di-*tert*-butyl-4-methylphenol, werd een halfwaardetijd bepaald van 20 minuten.

II. Ontwikkeling immunochemische toets bitterheid witlof

In het voortgangsverslag over de tweede helft 1992 werd aangekondigd dat de immunisatieprocedure voor zowel de konijnen als muizen vervolgd zou worden. De serumtiters van de geïmmuniseerde konijnen waren na zes booster-injecties voldoende hoog. Getest in een competitie-ELISA herkenden de sera echter geen vrije bitterstoffen. Waarschijnlijk is dit te wijten aan de methode die gebruikt is voor de conjugatie van de bitterstoffen aan Keyhole Limpet Hemocyanin (KLH) en Bovine Serum Albumin (BSA). Met de gebruikte methode is de structuur van de bitterstoffen tijdens koppeling waarschijnlijk teveel veranderd, waardoor antilichamen, opgewekt tegen de verschillende conjugaten, de vrije bitterstoffen niet meer konden herkennen. Een tweede factor die een rol heeft kunnen spelen is het feit dat voor elke booster een nieuw conjugaat moest worden gemaakt. Door kleine verschillen tussen de conjugaten kan er bij elke booster sprake zijn geweest van een primaire immuunrespons in plaats van een secundaire, tertiaire, etc., respons. Dit zou ook de verklaring kunnen zijn van de resultaten verkregen met muizen die eind 1992 zijn geïmmuniseerd. De milten van deze muizen zijn gebruikt voor fusies. Deze fusies resulteerden in een aantal IgM producerende klonen, wat duidt op een primaire immuunrespons.

In maart 1993 is gestart met een nieuwe immunisatie-procedure van konijnen, waarbij lactucine en lactucopirine met behulp van p-nitrophenylchloroformaat aan KLH of BSA werden gekoppeld. Deze immunisaties zijn wel succesvol verlopen. Er werden hoge serumtiters bereikt ($1:10^6$ - 10^7). Het toevoegen van vrije bitterstoffen competeerde met het specifieke signaal van deze sera in competitie-ELISAs.

In mei 1993 is ook een nieuwe immunisatie-procedure gestart van muizen met de nieuwe conjugaten. Ook voor de muizen verloopt de immunisatie goed. Van één muis, die is geïmmuniseerd met KLH-lactucopirine, is de milt gebruikt voor een fusie. Inmiddels is een aantal positieve klonen opgepikt. Deze klonen moeten echter nog gesubkloneerd en verder geïdentificeerd worden. In ieder geval zullen ook de miltcellen van een muis, die is geïmmuniseerd met KLH-lactucine, worden gefuseerd met myelomacellen. De milten van de andere geïmmuniseerde muizen zullen worden gebruikt voor de bereiding van recombinante antilichamen.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. WERKZAAMHEDEN TWEEDE HELFT 1993.

I. Radijs.

De resultaten van de stabiliteits-proeven geven aan dat de tijd die verstrijkt tussen sap-bereiding en meting van cruciaal belang is. Teneinde een betrouwbaar, vergelijkend onderzoek te kunnen doen tussen twee radijspartijen of cultivars moet een afwijking veroorzaakt door deze snelle halfwaarde-tijd worden uitgesloten. Er zal daarom vervolgonderzoek plaatsvinden naar de (in)stabiliteit

van MTBITC en naar methoden/technieken om stabiliteit te bevorderen. De kwantitatieve ELISA voor MTBITC zal verder worden geoptimaliseerd. Met deze methode zullen enkele parameters worden onderzocht, waaronder de spreiding in MTBITC-gehalte tussen verschillende knollen. Na opzuivering van monoklonale antilichamen zal de toepassing van deze monoklonalen in een snelle toetsmethode worden onderzocht.

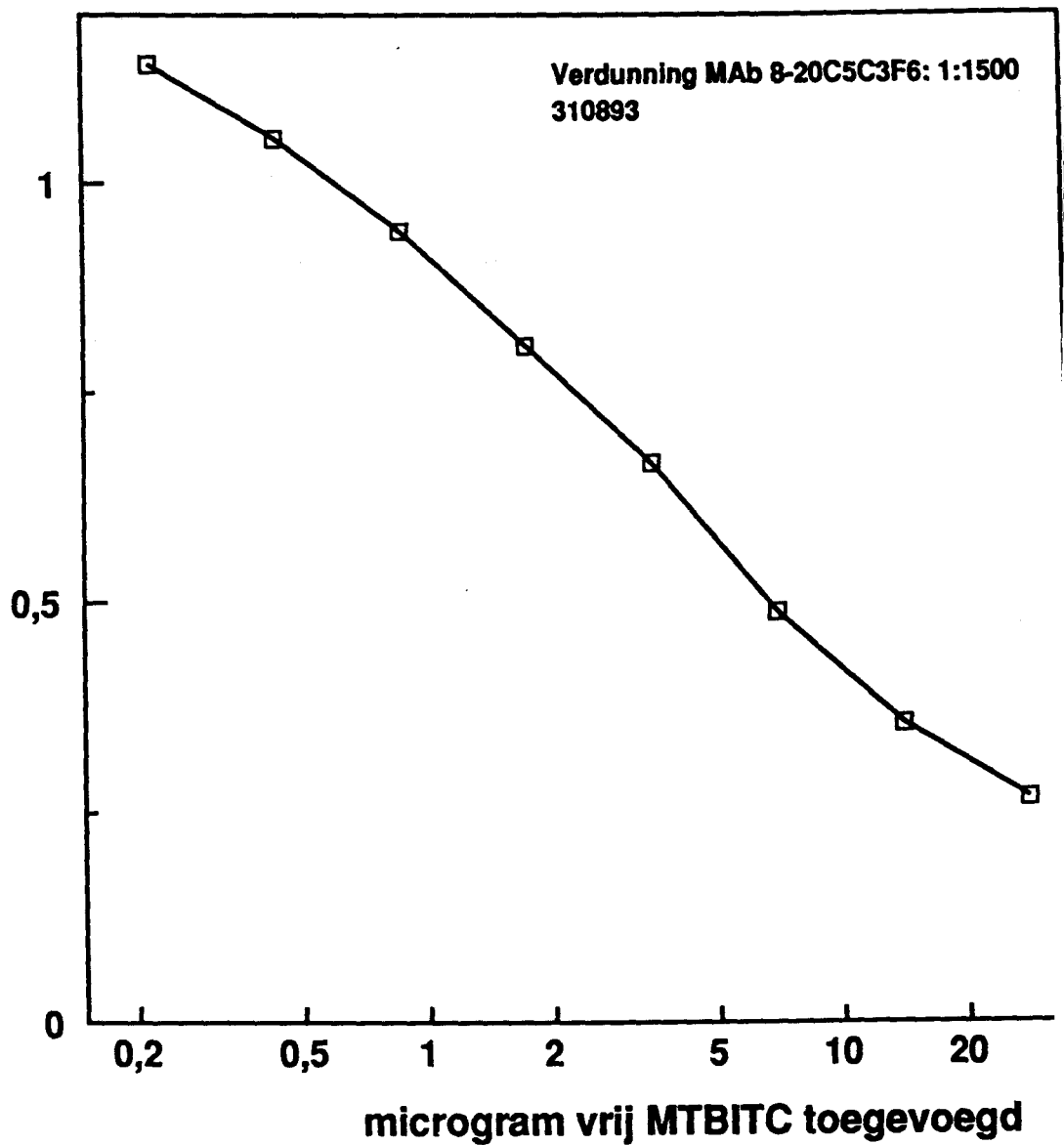
II. Witlof

Binnen het witlof-project zullen de belangrijkste werkzaamheden voor de tweede helft van 1993 bestaan uit de fusies van myelomacellen met miltcellen van met KLH-lactucine of KLH-lactucopricine geïmmuniseerde muizen. De specificiteit(en) van de verschillende monoklonale antilichamen zullen worden vastgesteld. Tevens zullen specifieke, kwantitatieve ELISA's worden opgezet. De ontwikkeling van recombinante antilichamen zal worden opgestart. Met behulp van de al eerder ontwikkelde HPLC-methode zal de lokalisatie en verdeling van verschillende bitterstoffen in de krop worden bepaald. Zo mogelijk zullen de uitkomsten van dit onderzoek worden gekorreleerd met specifieke ELISA bepalingen.

Figuur 1.
Competitie MAb 8-20C5C3F6 met vrij MTBITC

Competitie MAb 8-20C5C3F6 met vrij MTBITC

A405



VERPAKKINGEN

AFBREEKBARE COATINGS EN FOLIES

Tarwegluten

J.M. Vereijken, P. Kolster, H.J. Kuiper en J.C. Kok

A. VOORTGANG EERSTE HALFJAAR 1993

Doel:

Het doel van dit onderzoek is de ontwikkeling van biodegradeerbare coatings en folies op basis van tarwegluten. In overeenstemming met de fasering heeft in de afgelopen periode de nadruk van het onderzoek gelegen op de bepaling en sturing van de vochtdoorlaatbaarheid van deze coatings/folies. Verder is onderzoek verricht naar het effect op de mechanische eigenschappen van coatings/folies van additieven, waarvan te verwachten is dat zij de water- en gaspermeabiliteit beïnvloeden. Daarnaast is aandacht besteed aan de methodologie voor het bepalen van de gaspermeabiliteit van de coatings/folies.

Vochtdoorlaatbaarheid

Er zijn een aantal additieven getest ter sturing van de vochtdoorlaatbaarheid van de coatings/folies. Accent heeft hierbij gelegen op het gebruik van hydrofobe stoffen zoals oliën. Gebleken is dat de vochtdoorlaatbaarheid hierdoor kan worden gereduceerd. Wel zijn er aanzienlijke verschillen tussen de effecten van de diverse stoffen; deze effecten zijn niet gecorreleerd met de hydrofobiciteit van de additieven.

Verder zijn enkele verkennende experimenten uitgevoerd naar het effect van cross-linking van de gluten-eiwitten op de vochtdoorlaatbaarheid van de coatings/films. Er zijn indicaties dat cross-linking leidt tot vermindering van de vochtdoorlaatbaarheid.

Mechanische eigenschappen

Omdat door hydrofobe additieven de vochtdoorlaatbaarheid kan worden vermindert, zijn de effecten van deze additieven op de mechanische eigenschappen van coatings/folies bestudeerd. In het algemeen zijn de effecten beperkt, echter sommige additieven leiden tot een significante vermindering van met name de rekbaarheid. Dit houdt in dat de vochtdoorlaatbaarheid van de coatings/folies kan worden gereduceerd zonder dat de mechanische eigenschappen ervan in grote mate veranderen.

Te verwachten is dat de mate van vernetting van de gluten-eiwitten de water- en gaspermeabiliteit van de coatings/folies beïnvloedt. Daarom zijn de effecten op de mechanische eigenschappen onderzocht van een aantal additieven die invloed kunnen hebben op de vernetting. Dit betreft in de eerste plaats redoxactieve

stoffen. Bekend is namelijk dat disulfide bruggen een belangrijke rol spelen bij de netwerkvorming van gluten-eiwitten. In tegenstelling tot de verwachting leiden reductoren niet tot een verzwakking van de coatings/folies; de tendens is eerder een versterking, al zijn de effecten niet significant. Oxidatoren blijken de mechanische eigenschappen wel te beïnvloeden. In Fig. 1 wordt hiervan een voorbeeld gegeven. Door het gebruik van de oxidator neemt de stress (sterkte) toe zonder dat de strain (rekbaarheid) significant beïnvloed wordt. Dit betekent dat de coatings/folies sterker kunnen worden gemaakt zonder dat dit ten koste gaat van de rekbaarheid.

Divalente kationen, die vaak bruggen vormen tussen eiwitten, blijken geen effect te hebben: noch de toevoeging van calcium-ionen en noch die van EDTA (een complexvormer met divalente kationen) blijken de stress en de strain te beïnvloeden.

Een derde methode om de vernetting van de eiwitten te veranderen is het toevoegen van cross-linkers. Dit is momenteel een belangrijk punt van onderzoek; met name betreft dit de filmbereiding in de aanwezigheid van cross-linkers. Er zijn aanwijzingen verkregen dat cross-linking leidt tot een verhoging van de stress en een verlaging van de strain. Verder lijkt de vochtdoorlaatbaarheid te worden verlaagd (zie boven).

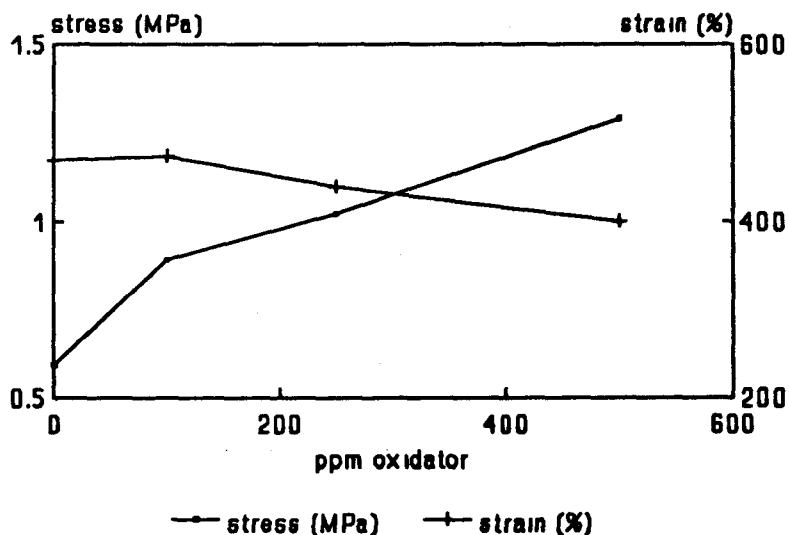


Fig.1. De invloed van een oxidator op de mechanische eigenschappen van de coatings/folies.

Gaspermeabiliteit

Gebleken is dat voor de bepaling van de gaspermeabiliteit het gebruik van dunne folies noodzakelijk is; de permeabiliteit blijkt namelijk relatief gering te zijn. In de afgelopen periode is een methode opgezet voor het maken van dergelijke

folies. Een belangrijk aandachtspunt in dit verband was de homogeniteit van de folies, zowel wat betreft dikte als samenstelling. De techniek voor bepaling van de gaspermeabiliteit is aangepast aan het gebruik van de eiwitfolies. Eerste bepalingen van de permeabiliteit van de eiwitfolies voor zuurstof en kooldioxide wijzen erop dat de permeabiliteit voor deze gassen in dezelfde orde van grootte ligt als die van commerciële kunststof verpakkingsfolies.

B. PUBLIKATIES

Geen

C. PLANNING TWEEDE HALFJAAR 1993

In de komende periode zal ondermeer het effect van cross-linking op de vocht-doorlaatbaarheid en de mechanische eigenschappen van de coatings/folies verder worden onderzocht. Daarnaast zal aandacht besteed worden aan de bepaling en sturing van de gaspermeabiliteit van de coatings/folies.

MODELLEREN VAN DE INVLOED VAN O₂ EN CO₂ OP GROENTE

H.W. Peppelenbos

A. VERSLAG EERSTE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

Bij kamertemperatuur (18°C, zoals in een supermarkt) gaat de kwaliteit van groente, zoals broccoli en witlof, 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:

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.

B. VERSLAG VAN DE WERKZAAMHEDEN IN 1993-1

De invloed van de luchtsamenstelling op witlof

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

Uit de experimenten blijkt dat bij 18 °C zowel zuurstof als kooldioxide een gunstige invloed hebben op de kwaliteit. Lage zuurstofconcentraties en hoge kooldioxideconcentraties onderdrukken zowel de bruin- als de roodverkleuring. Daarnaast remt een lage zuurstofconcentratie de groei van de pit en het opengaan van de kroppen. De enige negatieve invloed is dat bij 0.5% zuurstof een afwijkende geur werd waargenomen. Gezien de gevonden resultaten lijkt de optimale luchtsamenstelling $\pm 2\%$ zuurstof en $\pm 5\%$ kooldioxide te zijn.

Respiratie witlof

De invloed van zuurstof op de ademhaling is bepaald. Het ademhalingsmodel dat voor broccoli gebruikt werd geldt ook voor witlof, zij het dat enkele parameters anders zijn. Deze parameters zijn nu vastgesteld. Er lijkt geen invloed van kooldioxide (tot concentraties van 10%) op de ademhaling te zijn.

Omdat bij veel producten de ademhaling niet constant blijft maar een verloop heeft in de tijd, werd dit ook bij witlof onderzocht. Bij bewaring bij 18 °C blijkt witlof een piek in de ademhaling te kennen, die bij een normale luchtsamenstelling na 3 dagen optreedt. De ademhaling is dan ongeveer 12% hoger dan na 1 dag, en daalt na 11 dagen tot 30-35% onder het peuk-niveau. Als de zuurstofconcentratie verlaagd wordt treedt de piek later op. Bij 2% zuurstof treedt de piek op na 4 dagen en bij 0.5% zuurstof lijkt er geen echte piek meer te zijn. De ademhaling is dan het hoogst tussen 4 en 7 dagen bewaren.

Modellering

In het afgelopen jaar is een model voor de ademhaling ontwikkeld. Naast de zuurstofopname kan het ook de kooldioxide-afgifte bij verschillende zuurstofconcentraties berekenen (Peppelenbos et al, 1993). Dit is van belang, omdat de verhouding tussen zuurstofopname en kooldioxide-afgifte, ook wel R.Q. genoemd, niet gelijk blijft. Het model maakt een betere voorspelling van de concentraties in een verpakking mogelijk. Op dit moment is het ademhalingsmodel echter nog niet voldoende als basis voor de berekening van het kwaliteitsverloop. Het model is namelijk een statisch model; het geeft het verband tussen een

bepaalde concentratie en de ademhalingssnelheid. Omdat de ademhalingssnelheid en andere hieraan gekoppelde processen in de tijd kunnen veranderen, zoals gebleken is uit de experimenten, zal dit tijdsverloop ook moeten worden gebruikt in het model. Een mogelijkheid (voor de toekomst) is het ombouwen van het al aanwezige statische model voor de ademhaling tot een dynamisch model, waarbij veranderingen van de ademhaling in de tijd gesimuleerd kunnen worden. Door ademhaling te koppelen aan ontwikkeling van het produkt zou dit model een basis kunnen vormen voor een kwaliteitsverloopmodel voor witlof.

C. WERKZAAMHEDEN 1993-2

PLANNING

Er is een model ontwikkeld dat de evenwichtsconcentraties in verpakkingen van broccoli 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 projekt 7.02.31).

VARIABLEN 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

Literatuur

- Peppelenbos H.W., Leven J. van 't, Zwol B.H. van, Tijskens L.M.M., 1993, The influence of O₂ and CO₂ on the quality of fresh mushrooms. Proc. 6th. Int. Cont. Atm. Res. Conf., Ithaca, New York.

MA-MODELLERING VAN VERPAKKINGEN VOOR GROENTEN EN FRUIT

R.G. Evelo, H. Boerrigter

A. VERSLAG EERSTE HALFJAAR 1993

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 en appels. 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

De structuur van dit project volgt de hieronder beschreven lijn. Bij aanvang van het project is begonnen met het ontwerpen en bouwen van een onderzoeksopstelling speciaal gericht op ma verpakkingen. Tegelijkertijd is aan de hand van produktproeven de gewenste gassamenstelling voor elstar appels tijdens korte bewaring bepaald. Vorig jaar is ook broccoli in de proefopzet meegenomen en zijn diverse verpakkingsvarianties getoetst. Parallel hieraan wordt een computer model ontwikkeld dat de gassamenstelling in de verpakking kan berekenen (het ma model). Hiervoor worden appels en broccoli als test produkten genomen. In 1993 wordt dit uitgebreid met tomaten.

Voor het 1^{ste} half jaar van 1993 stond een uitgebreid verpakkingsexperiment op het programma met als doel het voordeel van ma verpakkingen bij elstar appels

aan te geven en de effecten van verschillende verpakkingsmaterialen op de stevigheid te quantificeren. Hiernaast stonden respiratie metingen op het programma met als doel het respiratie model dat in het ma model wordt gebruikt verder ontwikkelen en te valideren.

Verslag van de werkzaamheden

Elstar appels.

In het kader van dit project zijn 1991 en 1992 bewaarexperimenten met elstar appels met een lengte van circa 3 weken uitgevoerd. Hieruit is de conclusie getrokken dat de stevigheid van elstar appels bij deze korte bewaring langer behouden blijft bij verhoogde CO₂ concentraties. Als optimum is het interval van 8 -10 % geformuleerd. De respiratie wordt op dat niveau het meeste geremd en het effect op de stevigheid is maximaal. Bij nog hogere CO₂ concentraties stijgt de ademhaling weer en neemt het effect op de stevigheid weer af.

Om dit gunstige effect ook bij ma verpakkingen aan te tonen en om een indruk te krijgen tussen verschillende verpakkingsmaterialen onderling zijn elstar appels in diverse ma verpakkingen verpakt. Voor het selecteren van verpakkingsmaterialen is gebruik gemaakt van het ma model.

De appels zijn 3 weken bij 15°C bewaard. Na 10 en 21 dagen is de stevigheid mbv een penetrometer gemeten. De gassamenstelling in de verpakkingen zijn gedurende de bewaring meerdere malen bepaald. Een samenvatting van deze gegevens is in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1: overzicht van elstar verpakkingen

verpakkings- folie	O ₂ -concentratie (vol %) $\pm$ 0,6	CO ₂ -concentratie (vol %) $\pm$ 0,5	stevigheid na 10 dagen $\pm$ 0,14 (kg/- cm ²)	stevigheid na 21 dagen $\pm$ 0,14 (kg/cm ²)
pe a 16 μ m	18,1	1,7	4,90	4,28
pvc 16 μ m	13,8	2,1	5,02	4,26
pe b 11 μ m	15,6	2,6	5,19	4,14
2* pe a 32 μ m	12,1	3,6	5,29	4,36
2*pe b 22 μ m	9,8	4,6	5,90	4,32
pe c 50 μ m	8,8	5,5	5,67	5,30
pe d 100 μ m	1,8	11,1	6,37	6,01
open	21	0	5,24	4,17

Het meest illustratief is de stevigheid gemeten na 10 dagen. In figuur 1 is de CO₂-concentratie tegen de stevigheid na 10 dagen uitgezet. De CO₂ zoals weergegeven in figuur 1 heeft omdat deze mede door de verpakking wordt bepaald ook een sterke relatie met de O₂-concentratie! Hierin is duidelijk te zien dat de keuze van het verpakkingsmateriaal het verloop van de stevigheid beïnvloed.

Na 21 dagen is er bij alle appels verpakt met dunne folies ($\leq 32 \mu\text{m}$) geen duidelijk verschil in stevigheid aan te tonen. Alleen de appels verpakt in de dikke verpakkingsmaterialen (pe c en pe d) hebben een significant hogere stevigheid.

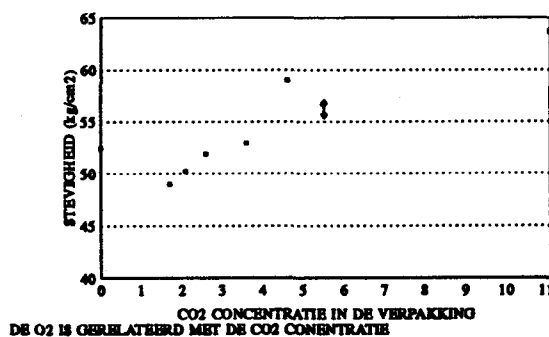
Momenteel worden appels in dunne rek-wikkelfolies verpakt (pe 16 μm). Uit tabel 1 en figuur 1 volgt dat de stevigheid na 10 dagen gunstig beïnvloed kan worden als er een ander verpakkingsmateriaal wordt gebruikt. De CO₂-permeabiliteit moet worden verlaagd om een gunstiger verloop van de stevigheid te bereiken. Dit wordt in dit experiment bereikt door de dikte

met een factor 2 te wijzigen (2* pe a of 2* pe b). Dit heeft een verhoging van de CO₂-concentratie van circa 2,0% tot gevolg. Dit is nog steeds lager dan de gewenste 8-10 % maar deze verandering heeft wel al een significant positief effect op de stevigheid gemeten na 10 dagen. De CO₂ permeabiliteit kan dus tov de pe a en pe b met meer dan een factor twee worden verlaagd.

De verlaging van de CO₂-permeabiliteit gaat vaak samen met een verlaging van de O₂-permeabiliteit. Als de O₂-permeabiliteit te laag wordt dan kan er anaërobie in de verpakking ontstaan en heeft dit vergisting van de appels tot gevolg. Dit moet worden vermeden ivm negatieve effecten op de smaak en voedselveiligheid.

Op basis van tabel 1 en figuur 1 en met inachtneming van de kans op anaërobie is af te leiden dat een verhoging van de CO₂-permeabiliteit met een factor 3 (tov pe a en pe b) een zeer duidelijke verbetering zou moeten resulteren. Indien de permeabiliteit van het verpakkingsfolie met meer dan een factor drie zou worden verlaagd dan is vergisting van de appels op basis van deze metingen niet uit te sluiten. Nb ondanks het gemiddelde van 1,8% O₂ in de 2* merkloze verpakking was er onaanvaardbaar veel alcohol gevormd.

ELSTAR APPELS



Op basis van de door de fabrikant gespecificeerd CO₂-permeabiliteit voor de pe *a* en pe *b* en met inachtneming van het bovenstaande betoog levert dit een indicatie voor een geschikte permeabiliteit van CO₂ van 25.000 ml/(m².dag.bar) gemeten volgens ASTM F 372 op. De O₂-permeabiliteit moet niet lager worden dan 10.000 ml/(m².dag.bar) gemeten volgens ASTM D 3985.

Samenvattend vindt men dat een verschillende keuze in verpakkingsmateriaal binnen de geselecteerde variaties al een significante effect op de stevigheid van appels kan hebben. Verder is er binnen de geteste verpakkingsfolies geen variant gevonden die een CO₂-concentratie heeft die in het gewenste interval van 8 -10 % ligt. Aan de hand van de gasdoorlaatbaarheden zoals gespecificeerd door de fabrikant zijn meer geschikte gasdoorlaatbaarheden van het verpakkingsmateriaal zijn 25.000 ml/(m².dag.bar) voor CO₂ (ASTM F 372) en 10.000 ml/(m².dag.bar) voor O₂ en (ASTM D 3985). Een dergelijk materiaal is met de gebruikelijke dikte binnen de huidige verpakkingsmaterialen nog niet aanwezig.

De permeabiliteit is op verschillende wijze te beïnvloeden. Als de dikte van een folie toeneemt dan neemt de permeabiliteit af. De permeabiliteit is omgekeerd evenredig met de dikte. Indien door alleen het folie in dikte te laten toenemen de effectieve permeabiliteit wordt aangepast dan zal dit tot veel dikkere verpakkingsfolien leiden. Dit resulteert in veel meer kilo's verpakkingsmateriaal en dat is vanuit het milieu perspectief niet gewenst. Daarnaast is te verwachten dat de machinale verwerkbaarheid van dikkere folies afneemt. Op basis hiervan kan men concluderen dat een verandering van de permeabiliteit niet uitsluitend via een wijziging van de dikte van het folie moet worden verkregen. Modificatie van het folie door toevoeging van additieven en/of andere fysische en chemische wijzigingen in het productieproces lijkt noodzakelijk om een veel gunstiger verpakkingsfolie voor elstar appels te realiseren.

Hiernaast is het verloop van de gassamenstelling van elstar appels in modelverpakkingen gevolgd terwijl deze aan een temperatuurschok zijn blootgesteld. De resultaten hiervan worden voor de validatie van het ma model gebruikt.

Tomaten

Er zijn respiratie metingen met tomaten uitgevoerd om het respiratie model verder te ontwikkelen. De tomaten zijn hiervoor op 18°C bewaard bij O₂ concentraties van 3, 5, 10 en 21 % en CO₂ concentraties van 0, 5 en 10%. Momenteel wordt deze data verder uitgewerkt.

Confrontatie met de fasering

Er zijn geen afwijkingen te melden.

B. PUBLIKATIES

- Evelo R.G., 1993, Gasverpakken van land- en tuinbouwprodukten, Refrigerat-

tion and Climate Controle 86(2) p.34-37.

- Janssens M.F.M. en Evelo R.G., 1993, Ontwikkeling nieuwe verpakkingssystemen: er zit systeem in; Voedingsmiddelentechnologie no 9, p.59-61.
- Evelo R.G., Timmers E.A.G.P. en Boerrigter H.A.M. 1993 Verpakkingssystemen met Crown broccoli ATO-DLO rapport no 329.

C. WERKPLAN TWEEDE HALFJAAR 1993

Broccoli

In de tweede helft van 1993 staan experimenten met broccoli gepland. Naar aanleiding van de resultaten uit 1992 wordt nader onderzocht of de geelverkleuring van broccoli kan worden geremd met een ma verpakking zonder dat er condensvorming optreedt. De experimenten zoals uitgevoerd in 1992 gaven aan dat dankzij het gebruik van pulpschaaltjes in combinatie met een pe rek-wikkel-folie dat dit doel kan worden bereikt. Door de toevallige keuze van het pe verpakkingssysteem bleef de CO₂ concentratie in de verpakking vrij laag waardoor de geelverkleuring wel geremd werd maar waarschijnlijk nog niet optimaal werd geremd. In dit experiment wordt gezocht naar de specificatie van het geschikte verpakkingssysteem voor broccoli. Ook hier zal gebruik gemaakt worden van het ma model.

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 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 tweede helft 93

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

Afwijkingen van de oorspronkelijke fasering

In dit tijdvak zijn er geen nieuwe wijzigingen te melden

Literatuur

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

OPTIMALE BEWAARPLANNING HARDFRUIT

A.P.H. Saedt

A. VOORTGANG EERSTE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

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

Doelstelling

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

Fasering

- Onderzoek naar een mogelijk ontwerp van een interface tussen BEWAARPLANNER en de koelhuisadministratie.
- Voortgaand onderzoek naar de mogelijkheden voor operationele planning.
- Voortzetting van onderzoek en ontwikkeling met betrekking tot de "meerlokatie optie"

Verslag van de werkzaamheden

Onderzoek naar een mogelijk ontwerp van een interface tussen BEWAARPLANNER en de koelhuisadministratie.

Met het realiseren van de mogelijkheid om de door de veilingen FV-Utrecht en FV-Zeeland aangeleverde gegevensbestanden zonder handwerk in BEWAARPLANNER in te lezen is deze activiteit voorlopig afgesloten. Op beide veilingen zijn de bestanden in geheel verschillende vorm aangeleverd, maar dit heeft tot nu toe geen onoverkomelijke problemen opgeleverd. In principe zijn de vooruitzich-

ten om een geschikt interface tussen BEWAARPLANNER en de koelhuisadministratie te ontwerpen gunstig. Praktijktoeepassing komt echter pas aan de orde wanneer BEWAARPLANNER in een commerciële situatie wordt ingezet. Per toepassing zal immers een specifieke interface nodig zijn.

Voortgaand onderzoek naar de mogelijkheden voor operationele planning.

BEWAARPLANNER is opgebouwd uit drie hoofdmodules: een voor het geheel of gedeeltelijk genereren van een plan (de Generator), een voor het bewerken van een plan (de Editor) en een voor het bewaken van de consistentie van de invoergegevens (de Consistentiebewaker).

Gedurende het eerste halfjaar 1993 is een eerste versie van de Editor in ontwikkeling genomen. Bestaande bewaarplannen kunnen hiermee op gecontroleerde wijze bewerkt worden. Met behulp van een systeem van waarschuwingen wordt de gebruiker zoveel mogelijk gemeld welke ongewenste gevolgen een voorgenomen verandering kan hebben.

Een van de grotere problemen vormen inconsistenties in de gegevens. In een door de veiling aangeleverd bestand met aanvoerpartijen kunnen bijvoorbeeld telernummers/namen voorkomen die (nog) niet in het aangeleverde bestand met telers zijn opgenomen. In BEWAARPLANNER wordt daarom een module ontwikkeld om automatisch op allerlei vormen van consistentie te testen.

Voortzetting van onderzoek en ontwikkeling met betrekking tot de "meer-lokatie optie"

Aanvankelijk is de meer-lokatie optie door middel van het toevoegen van transportkosten aan het oorspronkelijke systeem gerealiseerd. Tussen lokaties onderling en van teler naar lokatie zijn daarbij transportkosten in rekening gebracht, die naast de oorspronkelijke criteria (zoveel mogelijk aan de telerswensen voldoen, zo min mogelijk weigeren en zo laag mogelijke energiekosten) het bewaarplan moeten beïnvloeden.

Deze aanpassing heeft echter geen bevredigende resultaten opgeleverd omdat ook in het aangepaste systeem elk ras op elke lokatie met tenminste een cel vertegenwoordigd moet zijn.

Wanneer een koelcomplex uit meerdere lokaties bestaat is doorgaans het aantal cellen per lokatie aanzienlijk lager dan gewoonlijk. Omdat de variatie in rassen die in een "kleine" lokatie aangemeld wordt niet veel lager is dan bij een lokatie met veel cellen is het onmogelijk om een goed bestemmingsplan voor deze kleine lokaties te maken zolang elk ras op elke lokatie met tenminste een cel vertegenwoordigd moet zijn.

Twee mogelijke benaderingen voor dit probleem zijn hiertoe in onderzoek: specialisatie van lokaties op zeldzame rassen (rassen met weinig aanvoer) of het

toelaten van meer rassen in een cel (gecombineerde bewaring).

Specialisatie van lokaties op bepaalde rassen is reeds in de vorige voortgangsrapportage aan de orde geweest. Op modelniveau is een drietrapsmethode ontwikkeld die aan de berekening van bestemmingsplan en plaatsingsplan een berekening van een zogenoemd locatieplan vooraf laat gaan. Daardoor kan beter rekening gehouden worden met de soorten bewaarcapaciteit per locatie. Verschillende materialen (rassen) van dezelfde teler kunnen dan aan verschillende locaties toegewezen worden. Anders gezegd: specialisatie op bepaalde rassen is nu per locatie mogelijk.

De systeemontwikkeling met betrekking tot deze specialisatiemethode is nog niet afgerond. In het bijzonder is er nog sprake van een locatieprobleem met teveel toewijzingsvariabelen. Reductie daarvan maakt deel uit van het onderzoeksprogramma 1993. De tot nu toe schaars uitgevoerde testen hebben nog geen bemoedigende resultaten opgeleverd.

Specialisatie brengt echter hogere transportkosten met zich mee en binnen het project wordt daarom ook onderzocht in hoeverre gecombineerde bewaring hier uitkomst kan bieden. Een eerste aanzet tot gecombineerde bewaring is op modelniveau geformuleerd.

Het ligt in de verwachting dat de "meer-lokatie optie" gerealiseerd wordt als een mengvorm van specialisatie en gecombineerde bewaring.

Confrontatie met de fasering

De voortgang in dit project is volgens plan verlopen.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. PLANNING TWEEDE HALFJAAR 1993

Voortgaand onderzoek naar de mogelijkheden voor operationele planning.

Zowel de Edit-module als de Consistentie-module (kritische deelsystemen) zijn als prototype vervaardigd. Er kan beperkt mee gewerkt worden. Beide modules zullen verbeterd en zo mogelijk afgewerkt worden om zodoende planning op operationeel niveau mogelijk te maken.

Voortzetting van onderzoek en ontwikkeling met betrekking tot de "meer-lokatie optie" in het DSS.

Inbouw van de specialisatiemethode in de Generator-module van BEWAAR-PLANNER en ontwikkeling van een model voor gecombineerde bewaring, zo mogelijk in deze periode ook al ingebouwd in de Generator-module.

Voortzetting van de proef met historische gegevens van een koelhuiscomplex met meer lokaties (Coöperatieve Tuinbouwveiling Zeeland te Kapelle)

Deze proef wordt voortgezet zodra het onderzoek met betrekking tot de "meer-lokatie optie" voldoende is gevorderd, vermoedelijk in het eerste halfjaar 1994.

Vergelijkend onderzoek tussen de menselijke bewaarplanner en het geautomatiseerde systeem BEWAARPLANNER.

Gedurende de maanden augustus 1993 tot en met oktober 1993 worden bij de veilingen Geldermalsen en Utrecht steekproefgewijs of zo mogelijk volledig gegevens verzameld die een dergelijk onderzoek mogelijk maken. Niet alleen planningsprestaties, maar ook en vooral planningsmethoden en uitgangspunten, die nog niet tijdens de voorbereidende gesprekken aan de orde zijn geweest, zullen vergeleken worden.

Publiciteit

Gedurende deze periode wordt een beschrijvend artikel over BEWAARPLANNER aan enkele vakbladen aangeboden. Een wetenschappelijk artikel over het systeemontwerp, met name de plangenerator, zal aan een wetenschappelijk tijdschrift worden aangeboden.

KVM GROENTE & FRUIT

L.Tijskens, A.A. Polderdijk

A. VOORTGANG EERSTE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

Gedurende de afzet van groente en fruit verloopt de kwaliteit van Tuinbouwprodukten 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 en fasering

Het onderzoeksdoel en de fasering in het afgelopen half jaar (zie fasering 1992) was:

- uitbreiden en valideren 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.

Verslag van de werkzaamheden en confrontatie met de fasering

I. LTB model.

Het ontwikkelde LTB model, zowel dynamisch beschreven met differentiaal vergelijkingen als statisch met behulp van een functie, is geprogrammeerd in zowel LOTUS (statisch) als PROSIM (dynamisch). Het concept dat aan het model ten grondslag ligt, is samen met beide modellen getoetst aan de inzichten en ervaring van de produktdeskundigen (hoofdafd. 1 en 2). Niet alleen reageert het model conform hun inzichten (temperatuur-tijd combinaties), maar ook genereert het model nieuw inzicht in de onderlinge en onderliggende verbanden die het proces van lage temperatuurbederf beheersen (radicaal produktie en scavenging).

Proeven voor verdere experimentele validatie van het model bij komkommer (2 cultivars) en paprika's worden opgezet. Op basis van het ontwikkelde model en de gegevens van de statistische nonlineaire regressie analyse, is een nieuw concept voor experimenten geadviseerd: voorbewaring bij één lage temperatuur, en nabewaren bij verschillende hoge temperaturen. De exacte omstandigheden van temperatuur en tijd zijn met behulp van het model voorgerekend en uitgetest. Reeds de eerste proefresultaten lijken het ontwikkelde model te bevestigen. Een gemeenschappelijk artikel is in een vergevorderd stadium.

II. Ethyleen Model.

Aan het verder ontwikkelen van het ethyleen model zijn in deze periode geen directe werkzaamheden uitgevoerd. Om de invloed van ethyleen ook bij CA en MA conditie te kunnen inpassen, wat vooral bij appels van wezenlijk belang is, is het noodzakelijk een model te ontwikkelen dat de activiteit van het produkt beschrijft bij verschillende gassamenstellingen. Ook voor MA en CA onderzoek zelf is een dergelijk model van wezenlijk belang. Zie respiratie model.

III. Respiratie model.

Voor het beschrijven, verklaren en voorspellen van de invloed van de gassamenstelling (CA & MA) op het gedrag van het produkt, zijn ademhaling als interactie (CO_2 produktie en O_2 consumptie) en het kwaliteitsverloop van het produkt is een veelbelovend prototype model opgezet in samenwerking met hoofdafd 1 en 2. Ten opzichte van de literatuur is het concept uitgebreid met

- A. een duidelijke afhankelijkheid van de temperatuur (Arrhenius)
- B. een koppeling met de energiebehoefte van de 'kwaliteitsbepalende' reacties
- C. een mogelijkheid de anaërobe ademhaling te beschrijven en te voorspellen.

De ademhaling wordt dus niet alleen gestuurd door temperatuur en gassamenstelling (CA/MA) maar ook door het fysiologische stadium waarin het produkt zich bevindt (bv. climacterium).

Dit laatste aspect is (nog) niet gevalideerd op basis van literatuurgegevens (zijn niet beschikbaar), het beeld reageert echter wel conform de inzichten van de produktdeskundigen. Dit geldt ook voor het anaërobe deel van het model. Gegevens hierover zijn niet te vinden in literatuur of (collega) instellingen.

Ten aanzien van de invloed van O_2 , CO_2 en temperatuur is het model beperkt gevalideerd aan zeer kleine sets van data uit de literatuur en van het Sprenger Instituut. Het concept blijkt (uiteraard) ook toepasbaar op

gegevens ten aanzien van warmteproductie gedurende bewaring bij verschillende CA en temperatuur condities.

Het model zal zo compleet mogelijk gevalideerd worden aan een aantal grote sets gegevens die door East Malling (UK) zeer vriendelijk ter beschikking werden gesteld.

IV. Houdbaarheidsmodel.

In een poging het LTB concept te vereenvoudigen en in te passen in het houdbaarheidsmodel, is een geheel nieuw inzicht en filosofie opgebouwd rond dit onderwerp. Niet alleen kan nu het begrip houdbaarheid ingepast en vertaald worden in aanwezige kwaliteitsaspecten, maar ook kunnen de tijds- en plaatsbepaalde trends in produktvoorkeur en acceptatie in principe aangepast en beschreven worden. Dit maakt het mogelijk het houdbaarheidsmodel internationaal overdraagbaar te maken.

Niet alleen leent zich het houdbaarheidsmodel voor toepassing op een groot aantal produkten (voor afd 7), maar ook biedt het aanknopingspunten voor diepgaander onderzoek aan een beperkt aantal produkten (afd 1 & 2). Een van de grote voordelen is de gemeenschappelijk visie van onderzoek en toepassing van houdbaarheid.

Het model is gevalideerd aan de houdbaarheidsgegevens gepubliceerd in de Produktgegevens Groente en Fruit van het Sprenger Instituut. Standaard is één term noodzakelijk, bij koudegevoeligheid zijn twee termen (bepaald door kwaliteitsaspecten cq. externe processen) noodzakelijk. Van de 58 produkten behandeld, zijn er slechts 4 produkten die een explained part van minder dan 90% hebben. Deze laatste gegevens zijn vermoedelijk niet geheel betrouwbaar (weinig meetpunten).

De filosofie wordt toegepast op de verzoeting van aardappelen gedurende bewaring bij lage temperatuur. Hiervoor is een relatief simpel model ontwikkeld dat de waargenomen fenomenen, zowel verzoeten als reconditioneren) met meer dan 90% verklaart. Dit model cq proces dient als case voor het inpassen van specifieke kwaliteitsaspecten met een 'afwijkend' gedrag in het algemeen houdbaarheidsmodel.

B. PUBLIKATIES

Verschenen:

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 2(1992) 179-185

C. WERKZAAMHEDEN VOOR KOMENDE PERIODE

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

DSS VOOR STRATEGISCH SEKTORBELEID

R.A.C.M. Broekmeulen, A. Hoogerwerf

A. VOORTGANG EERSTE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

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

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+

Doel

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 Ausgangssituatie in dit project is een groentecentrale met een hal voor het opstellen van pallets en een aantal koelcellen. De vraag is nu welke produkten op welke plaats komen, afhankelijk van produkteigenschappen, en logistiek gezien zo gunstig mogelijk. Dit deelproject is dus in principe gericht op een (willekeurige) schakel en ondersteunt beslissingen op taktisch en operationeel niveau.

Fasering

Eind 1993 moet het model met praktijksituaties kunnen omgaan, zodanig dat konkrete praktijkvragen beantwoord kunnen worden die spelen op tactisch niveau.

Verslag van de werkzaamheden

Aan de hand van testen in de praktijk bij een groentecentrale is de planningsprocedure grondig herzien. Het nieuwe systeem is beter in staat om met veranderingen in de layout te werken. Verplaatsbare scheidingswanden of isolatiegordijnen kunnen momenteel worden geëvalueerd. Het ruimtebeslag van elk artikelnummer

in elke periode kan met behulp van een simulatiemodel worden beoordeeld op kengetallen zoals capaciteitsbenutting en hoeveelheid handling. Voor het toewijzen van de artikelnummers aan een stelling in een (koel)ruimte zijn de reeds ontwikkelde modellen aangepast voor meerdere perioden. Het resultaat van de uitgebreide planningsprocedure is een gedetailleerder lokatieplan dat nauwkeuriger aansluit bij de praktijk.

Om op strategisch niveau over de randen van een afzonderlijke schakel te kijken is een model in ontwikkeling dat 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 de reeds genoemde set palletlokatiemodellen. De complete set modellen kan dus worden gezien als een multi-lokatie produkttoewijzingssysteem voor beslissingen op langere termijn.

Confrontatie met de fasering

Het deelproject verloopt volgens schema. Een voorziene moeilijkheid is het aantal artikelnummers en de grote variatie aan artikelnummers in de praktijk. De hierdoor optredende afstemmingsfricties zouden in het model opgenomen moeten worden.

FUST

Doel

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

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

Fasering

In 1993 zal het model zover ontwikkeld moeten zijn dat de praktijk van fuststromen voor de eerste maal doorgerekend kan worden. Gegevens zijn hiervoor noodzakelijk. Deze zullen in de praktijk verzameld worden.

Verslag van de werkzaamheden

De vorig jaar aangebrachte uitbreidingen in het model bleken wiskundig op onoverkomelijke problemen te stuiten. Door het grote aantal binaire variabelen steeg de rekentijd exponentieel met de probleemomvang. Een realistisch probleem met 100 fusttypen was niet in redelijke tijd door te rekenen. De gevoeligheid voor parameterinstellingen bij kleine probleeminstanties was onaanvaardbaar hoog. Bij de ene set data was de uitkomst van het model totaal ongevoelig voor parameters zoals het belang van het milieu terwijl een andere dataset reeds een andere inrichting suggereerde bij een afwijking van enkele centen in de kostprijs van het schoonmaken. Door het kiezen van een andere probleemdecompositie en het formuleren van nieuwe doelprogrammeringsmodellen zijn deze problemen waarschijnlijk opgelost.

Op dit moment zijn de fysieke gegevens van de verschillende fusttypen bekend (materiaal, afmetingen en produkttoewijzing) maar ontbreken nog gegevens over de omvang van de fuststromen en over de diverse kosten. Bij het testen van de interne consistentie van de modellen is gewerkt met verzonnen gegevens. Het afgelopen half jaar is een uitgebreid datamodel opgesteld dat rekening houdt met de moeilijkheid om bepaalde gegevens boven tafel te krijgen. Door verregaande aggregaties is de invloed van afzonderlijke gegevens zoals marktaandeelen en regionale verschillen tussen consumentenvoorkeuren op het uiteindelijke inrichtingsplan aanmerkelijk gereduceerd. De momenteel beschikbare dataset is nog onvoldoende voor een validatie van het model.

Confrontatie met de fasering

De modelontwikkeling is vrijwel afgerond. In de zomer van dit jaar zal begonnen worden met gegevensverzameling, zodat in het najaar een praktijkcase kan worden doorgerekend. Overigens verloopt het project conform fasering.

B. PUBLIKATIES

Geen.

C. PLANNING TWEEDE HALFJAAR 1993

Het multi-lokatiemodel dat voortgekomen is uit PALLET+ zal worden uitgebreid naar een strategisch sectormodel waarin alle schakels tussen telers en consumenten zijn opgenomen. Het strategische multi-lokatiemodel wordt dit najaar geïmplementeerd en getest.

Voor het deelproject FUST wordt verwacht dat het met het nieuwe datamodel eenvoudiger wordt om gegevens te verzamelen voor de noodzakelijke validatie van het model. Het simulatiemodel voor de analyse van de dynamiek van de fuststromen moet hierop wachten. De implementatie hiervan zal daarom worden uitgesteld tot 1994.

DSS VOOR MENGLADINGEN.

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

A. VOORTGANG EERSTE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

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 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 bewaar temperatuur 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, terwijl andere produkten grote hoeveelheden produceren. Een zoveel mogelijk gescheiden vervoer van deze produkten is gewenst, maar praktisch niet mogelijk.

Doel

Het doel van het onderzoek is 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 transportmiddelen;
- de afleverkwaliteit van de produkt zo hoog mogelijk is;
- de kosten geminimaliseerd worden;

Dit zal worden vormgegeven in een Beslissing Ondersteunend Systeem.

Fasering

Wat moet in welke stappen worden ontwikkeld, en wat is reeds gerealiseerd.

Verslag van de werkzaamheden

Beladings algoritme met randvoorwaarden :

Van essentieel belang bij het oplossen van de beladen van een transportmiddel met vooraf opgegeven bestellingen van klanten, is een beladingsprogramma, waarbij de hoeveelheden van elk element als randvoorwaarde opgegeven kunnen worden. Dit type belading wordt veelvuldig in de literatuur beschreven. Een kenmerk van dit probleem is dat de oplossingsruimte (het aantal mogelijke oplossingen) exponentieel groter wordt, naarmate er meer mogelijke elementen voor belading beschikbaar zijn (NP-hard). Bij dit type problemen zijn alleen door middel van heuristische methoden goede oplossingen met redelijke rekenintensiteit te bepalen.

Bij groenten en fruit speelt echter nog een extra moeilijkheid. Levende producten gaan bij bewaring of transport in kwaliteit achteruit. De mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van produkteigenschappen en externe factoren zoals temperatuur, RV en ook van b.v ethyleen productie door andere produkten. Bij het plaatsen van produkten moet met al deze factoren rekening gehouden worden.

Onze benadering is gebaseerd op een scheiding van het stapel- en het beïnvloedingprobleem. Hierbij hebben we ons laten leiden door ervaringen in de dagelijkse praktijk van het vervoer van groenten en fruit.

Voornaamste doelstelling hier is een zo economische mogelijk transport. Dit houdt o.a. in dat de bezettingsgraad van de transportmiddelen zo hoog mogelijk moet zijn, en dat de orders per klant zoveel mogelijk gegroepeerd worden vervoerd. Daarna komt de doelstelling om een zo goed mogelijk produkt te leveren.

Hier nog het resultaat toevoegen:

Aantal benodigde meters laadvloer per klant berekenen, met optimale kwaliteit per blok. Blokken in vrachtwagens plaatsen, rekening houdend met route e.d.

Vrachtwagen routeprobleem met tijdvensters :

Voor het transport van groenten en fruit van veiling of depot naar de diverse klanten wordt gebruik gemaakt van vrachtwagens die vrijwel allemaal voorzien zijn van klimaatregeling faciliteiten. Deze vrachtwagens bevoorraden dagelijks honderden klanten met een assortiment bestaande uit duizenden artikelen. Het bepalen welke vrachtwagen, wanneer naar welke klant gaat is een van de grootste problemen van de exporteur of distributeur van groenten en fruit. Daarbij moet worden rekening gehouden dat bij een klant na openingstijd en voor sluitingstijd moet worden afgeleverd. Er moet met de vrachtwagens zo worden rond rondgereden dat alle afleveringen in deze z.g.n. tijdvensters vallen. Ook dit probleem is NP-hard; alleen oplossingsmethoden op heuristische basis

kunnen dit probleem aanpakken. Als start van de oplosmethode bepalen we een toegelaten oplossing: elke klant krijgt een vrachtwagen toegewezen. Hierna proberen we, door verwisselingen van klanten, verbeteringen te krijgen in de routes. De tijdvensters zijn hierbij harde eisen aan de aankomst tijden van de vrachtwagens. Het vinden van een zo slim mogelijk verwissel proces (snel een goede oplossing vormt nog een punt van onderzoek).

Werkend prototype Beslissing Ondersteunend Systeem :

Eerder omschreven algoritmen voor container beladen en routing zijn samengebracht in een prototype van het DSS Mengladingen. De complete functionaliteit die het DSS moet krijgen is in (??) vorm aanwezig in het prototype.

Het prototype is samengesteld uit:

- een grafisch user interface, waarmee het programma bestuurd wordt door de gebruiker;
- een DBMS, dat zorg draagt voor de benadering van de datafiles;
- het beschreven container belading programma met randvoorwaarden;
- en het routing algoritme met tijdvensters.

De volgende modules kunnen worden onderscheiden:

- order invoer module: invoer, wijzigen, verwijderen, tonen en printen;
- klanten beheer: invoer, wijzigen, verwijderen, tonen en printen;
- problem solving module: orderpicking, packing, routing;
- grafische route uitvoer: tonen van gegenereerde routes op het beeldscherm;

Het prototype maakt gebruik van de volgende databestanden en kennisregels:

- klanten database;
- produkten database;
- een beknopt tijd/afstand netwerk;
- ethyleen classificering;

B. PUBLIKATIES

- Presentatie op Nederlandse Tuinbouw Vakbeurs, RAI Amsterdam 20 - 24 januari 1993
- VIAS

C. WERKPLAN TWEEDE HELFT 1993

In de tweede helft van 1993 zal gezocht worden naar verbeteringen t.a.v. het beladingsalgoritme. Met name moet worden gekeken naar een algoritme dat het mogelijk maakt om op het niveau van bestel eenheden te werken (colli) i.p.v.

complete pallets. Dit zal waarschijnlijk leiden tot een combinatie van twee beladingsalgoritmes.

Ook moet gezocht worden naar een verbetering van het routing algoritme. Een mogelijkheid voor verbetering is clustering van de klanten. De clustering b.v. zou op basis van geografische ligging mogelijk zijn.

Daarnaast moet ook een oplossing gezocht worden voor het "oppik probleem". In het kort komt dit erop neer dat bestelde orders niet beschikbaar zijn op een centraal punt maar dat deze op diverse lokaties en in verschillende verschijningsvormen in voorraad zijn. In een aantal gevallen moeten deze orders eerst naar de centrale loods voor het ondergaan van een of meerdere behandelingen (ompakken), vaak kunnen deze direct door naar de klant.

COMPUTER BEELD ANALYSE BIJ GROENTEN EN FRUIT

A.A. Hulzebosch, E. Tabak, A.J.M. Timmermans, J. Weijl

A. VOORTGANG EERSTE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

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

Doel

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

Fasering

1993:

Detectie van verschillende kleuren op witlof om oppervlakken te kunnen meten.
Ontwikkeling van software om m.b.v. een klassificatiemethode grenzen tussen verschillende kleuren automatisch te kunnen berekenen.

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

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

1994:

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

Patroonherkendend optisch systeem voor klassificatie met automatische kenmerkselectie.

Verslag werkzaamheden

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

De (visele) resultaten zien er veelbelovend uit. In juni zijn, in samenwerking met het onderzoek van H. Peppelenbos, verdere opnamen gepland van een partij witlof gepland.

Een ander aspect van de kwaliteit van de witlof is de lengte van de pit. Een manier om de lengte te meten is het afpellen of opensnijden van de witlof. Indien de witlof intact moet blijven is dit geen goede manier. Er moet dan gebruik worden gemaakt van een techniek waarmee in het inwendige kan worden gekeken. Eind vorig jaar is bij oriënterende metingen reeds reeds gebleken dat de pit van gezonde witlof kan worden waargenomen. Toen werd geschat dat de onnauwkeurigheid niet groter dan 10 % zou bedragen. In dit halfjaar zijn nauwkeuriger metingen gedaan. Er is daarbij witlof onderzocht met gebreken zoals verkleuringen en rot en gezonde witlof. Van de stronken werden opnamen gemaakt waarbij loodrecht op de lengte-as werd doorstraald. Van elke stronk werden drie opnamen gemaakt waarbij de stronk om zijn lengte-as werd geroteerd. Nadat de opnamen waren gemaakt werd de witlof gepeld om de lengte en breedte van de pit handmatig te kunnen bepalen. De breedte bleek handmatig moeilijk te bepalen omdat niet objectief kan worden vastgesteld waar de breedte moet worden gemeten. Er werd gekozen om dit in het midden van de lengte-as te doen. Daar werd de pit om zijn lengte-as geroteerd en werd de maximale breedte gemeten. Bij sommige pitten loopt de pit taps toe waardoor de handmatige meting niet erg betrouwbaar kan worden gedaan.

Na het meten van de lengte en de breedte werd de pit in de lengte in vieren doorgesneden. Hierdoor konden de lengte van eventuele rotte stukken of luchtholtes in de pit worden gedetecteerd.

In onderstaande tabel zijn een aantal meetresultaten weergegeven.

	lengte (mm)			breedte (mm)	
	handmeting	röntgenmeting		handmeting	röntgen
		beste	andere		
lof 1	65	65	53*	16	14
lof 2	107	103	102	22	19
lof 3	80	76	75	25	20
lof 4	58	57	69*	22-26	22
lof 5	70	68	75	20	21
lof 6	41	59*	34*	30	28

De getallen gemerkt met een * zijn meetwaarden die moeilijk uit de beelden konden worden bepaald.

Lof 6 was van binnen voor een deel rot waardoor de pitlengte handmatig en met beeldanalyse, moeilijk was te bepalen.

Uit bovenstaande tabel kan worden geconcludeerd dat de pitlengte met een onnauwkeurigheid van minder dan 5 % kan worden bepaald mits er niet te veel inwendige rot voorkomt en de goede positie t.o.v. de camera wordt gekozen. Het bepalen van de goede positie is gemakkelijk te bepalen omdat dit overeenkomt met het beste contrast tussen pit en omliggend weefsel.

De onnauwkeurigheid bij de breedtebepaling is iets groter. Toch is de onnauwkeurigheid hier in de meeste gevallen niet groter dan 10 %. Bij het interpreteren van de gegevens moet worden bedacht dat de handmatige bepaling niet noodzakelijk de juiste maat is. Ook dit is een subjectieve en in sommige gevallen gevoelige meting.

Luchtholtes konden ook worden gedetecteerd indien de doorsnede niet kleiner was dan 0,5 cm. Bij kleinere afmetingen wordt het contrast tussen weefsel en luchtholte te klein.

Deze afbeeldingstechniek kan goed worden gebruikt in de onderzoeksfase voor het objectief meten van inwendige kwaliteit zonder het produkt open te snijden.

Confrontatie met de fasering

Er is nog geen onderzoek gedaan naar kleurverschillen van het oppervlak van de komkommer. Door onvoldoende aanbod in het begin van het jaar is dit verschoven naar de zomer.

B. PUBLIKATIES

geen

C. PIANNING TWEEDE HALFJAAR 1993

Aanpak

Witlof zal verder 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. Bewaarde witlof zal worden onderzocht. Het oppervlak van verkleuringen wordt bepaald evenals de pitlengte van stronken. Ontwikkelde software zal worden gebruikt bij de metingen.

Het doel is het objectief kunnen meten van lengte (en dus de groeisnelheid) van de pitlengte. Aan de hand van de metingen kan dan worden vastgesteld wat de invloed van de verschillende bewaarcondities is op de groeisnelheid van de pit. Voor het meten van de pitlengte zal de nodige analyse software worden geschreven. De verkregen gegevens zullen worden gebruikt om de invloed van omgevingsfactoren bij de bewaring te kunnen vaststellen.

Verschillen in 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.

Fasering

Eind juni en begin juli worden er metingen verricht aan witlof. Er worden kleuropnamen met de kleurencamera gemaakt. Tevens worden röntgenopnamen gemaakt om afmetingen van de pit te kunnen bepalen.

In augustus zullen duplo-metingen worden verricht.

Deze zomer zullen kleuropnamen worden gemaakt van komkommers. Hierbij zullen vragen als, welk deel van het oppervlak moet worden geanalyseerd en moet er gebruik worden gemaakt van bepaalde filters om specifieke spectrale

informatie te verkrijgen, aan de orde komen.

Later in het jaar zal onderzocht worden in hoeverre een scheiding kan worden gemaakt tussen verschillende kleurgradaties op basis van de verkregen data.

Als laatste zal worden onderzocht hoe verschillende soorten vlekken op producten kunnen worden bepaald. Wat zijn de overeenkomsten en verschillen in vorm, kleur, textuur en afmetingen tussen de soorten vlekken en kan van deze overeenkomsten gebruik worden gemaakt.

Afwijking van oorspronkelijke fasering

Geen

CBA EN UITWENDIGE EN INWENDIGE KWALITEIT VAN GROENTE EN FRUIT (VERS)

A.A. Hulzebosch, E. Tabak, A.J.M. Timmermans, J. Weijl, R.M.P.J. Willems, B.H. van Zwol.

A. VOORTGANG EERSTE HALFJAAR 1993

Probleemstelling

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

Doel

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

Fasering

1993:

Detectie van verschillende kleuren op witlof om oppervlakken te kunnen meten.
Ontwikkeling van software om m.b.v. een klassificatiemethode grenzen tussen verschillende kleuren automatisch te kunnen berekenen.

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

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

1994:

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

Patroonherkennend optisch systeem voor klassificatie met automatische kenmerkselectie.

Verslag werkzaamheden

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

De (visuele) resultaten zien er veelbelovend uit. In juni zijn, in samenwerking met het onderzoek van H. Peppelenbos, verdere opnamen gepland van een partij witlof gepland.

Een ander aspect van de kwaliteit van de witlof is de lengte van de pit. Een manier om de lengte te meten is het afpellen of opensnijden van de witlof. Indien de witlof intact moet blijven is dit geen goede manier. Er moet dan gebruik worden gemaakt van een techniek waarmee in het inwendige kan worden gekeken. Eind vorig jaar is bij oriënterende metingen reeds reeds gebleken dat de pit van gezonde witlof kan worden waargenomen. Toen werd geschat dat de onnauwkeurigheid niet groter dan 10 % zou bedragen.

In dit halfjaar zijn nauwkeuriger metingen gedaan. Er is daarbij witlof onderzocht met gebreken zoals verkleuringen en rot en gezonde witlof. Van de stronken werden opnamen gemaakt waarbij loodrecht op de lengte-as werd doorstraald. Van elke stronk werden drie opnamen gemaakt waarbij de stronk om zijn lengte-as werd geroteerd. Nadat de opnamen waren gemaakt werd de witlof gepeld om de lengte en breedte van de pit handmatig te kunnen bepalen. De breedte bleek handmatig moeilijk te bepalen omdat niet objectief kan worden vastgesteld waar de breedte moet worden gemeten. Er werd gekozen om dit in het midden van de lengte-as te doen. Daar werd de pit om zijn lengte-as geroteerd en werd de maximale breedte gemeten. Bij sommige pitten loopt de pit taps toe waardoor de handmatige meting niet erg betrouwbaar kan worden gedaan.

Na het meten van de lengte en de breedte werd de pit in de lengte in vieren doorgesneden. Hierdoor konden de lengte van eventuele rotte stukken of luchtholtes in de pit worden gedetecteerd.

In onderstaande tabel zijn een aantal meetresultaten weergegeven.

	lengte (mm)			breedte (mm)	
	handmeting	röntgenmeting		handmeting	röntgen
		beste	andere		
lof 1	65	65	53*	16	14
lof 2	107	103	102	22	19
lof 3	80	76	75	25	20
lof 4	58	57	69*	22-26	22
lof 5	70	68	75	20	21
lof 6	41	59*	34*	30	28

De getallen gemerkt met een * zijn meetwaarden die moeilijk uit de beelden konden worden bepaald.

Lof 6 was van binnen voor een deel rot waardoor de pitlengte handmatig en met beeldanalyse, moeilijk was te bepalen.

Uit bovenstaande tabel kan worden geconcludeerd dat de pitlengte met een onnauwkeurigheid van minder dan 5 % kan worden bepaald mits er niet te veel inwendige rot voorkomt en de goede positie t.o.v. de camera wordt gekozen. Het bepalen van de goede positie is gemakkelijk te bepalen omdat dit overeenkomt met het beste contrast tussen pit en omliggend weefsel.

De onnauwkeurigheid bij de breedtebepaling is iets groter. Toch is de onnauwkeurigheid hier in de meeste gevallen niet groter dan 10 %. Bij het interpreteren van de gegevens moet worden bedacht dat de handmatige bepaling niet noodzakelijk de juiste maat is. Ook dit is een subjectieve en in sommige gevallen gevoelige meting.

Luchtholtes konden ook worden gedetecteerd indien de doorsnede niet kleiner was dan 0,5 cm. Bij kleinere afmetingen wordt het contrast tussen weefsel en luchtholte te klein.

Deze afbeeldingstechniek kan goed worden gebruikt in de onderzoeksfase voor het objectief meten van inwendige kwaliteit zonder het produkt open te snijden.

Confrontatie met de fasering

Er is nog geen onderzoek gedaan naar kleurverschillen van het oppervlak van de komkommer. Door onvoldoende aanbod in het begin van het jaar is dit verschoven naar de zomer.

B. PUBLIKATIES

geen

C. PIANNING TWEEDE HALFJAAR 1993

Aanpak

Witlof zal verder 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. Bewaarde witlof zal worden onderzocht. Het oppervlak van verkleuringen wordt bepaald evenals de pitlengte van stronken. Ontwikkelde software zal worden gebruikt bij de metingen.

Het doel is het objectief kunnen meten van lengte (en dus de groeisnelheid) van de pitlengte. Aan de hand van de metingen kan dan worden vastgesteld wat de invloed van de verschillende bewaarcondities is op de groeisnelheid van de pit.

Voor het meten van de pitlengte zal de nodige analyse software worden geschreven. De verkregen gegevens zullen worden gebruikt om de invloed van omgevingsfactoren bij de bewaring te kunnen vaststellen.

Verschillen in 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.

Fasering

Eind juni en begin juli worden er metingen verricht aan witlof. Er worden kleuropnamen met de kleurencamera gemaakt. Tevens worden röntgenopnamen gemaakt om afmetingen van de pit te kunnen bepalen.

In augustus zullen duplo-metingen worden verricht.

Deze zomer zullen kleuropnamen worden gemaakt van komkommers. Hierbij zullen vragen als, welk deel van het oppervlak moet worden geanalyseerd en moet er gebruik worden gemaakt van bepaalde filters om specifieke spectrale informatie te verkrijgen, aan de orde komen.

Later in het jaar zal onderzocht worden in hoeverre een scheiding kan worden gemaakt tussen verschillende kleurgradaties op basis van de verkregen data.

Als laatste zal worden onderzocht hoe verschillende soorten vlekken op producten kunnen worden bepaald. Wat zijn de overeenkomsten en verschillen in vorm, kleur, textuur en afmetingen tussen de soorten vlekken en kan van deze overeenkomsten gebruik worden gemaakt.

Afwijking van oorspronkelijke fasering

Geen