



ATO-DLO

**Is Modified Atmosphere (MA) verpakken een methode
om geschoonde spruiten als "panklare" groente te
presenteren?**

Testen van verschillende MA-verpakkingen in nagebootste afzetketens

Onderzoek in opdracht van het Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen
in Nederland, Zoetermeer

Agrotechnologisch
Onderzoek Instituut
(ATO-DLO)
Haagsteeg 6
Postbus 17
2600 AA Wageningen
tel. 08370 - 75000
fax. 08370 - 12260

H.A.M. Boerrigter
G.J.P.M. van den Boogaard
J.J. Polderdijk
R.G. Evelo

De inhoud van dit rapport is geestelijk eigendom van ATO-DLO. Overname is toegestaan mits onder uitdrukkelijke
bronvermelding.

222179

Inhoudsopgave

		pag.
	Samenvatting	3
1	Inleiding	4
2	Doel van het onderzoek	6
3	Materiaal en methoden	7
3.1	Experimenten en bewaarcondities	7
3.2	Schonen en behandelen van de spruiten	7
3.3	Produkt	8
3.4	Verpakkingsvariaties	8
3.5	Kwaliteitsbeoordeling	9
3.6	Overige metingen	10
3.7	Statistische verwerking	10
4	Resultaten en conclusies	11
4.1	Experiment 1: kwaliteitseffecten van 17 types MA-verpakkingen	11
4.1.1	Algemene kwaliteit	11
4.1.2	Gasconcentraties	11
4.1.3	Geur	12
4.1.4	Kleur	12
4.1.5	Kleur van het snijvlak	12
4.1.6	Smet- en rotaantastingen	13
4.1.7	Gruuw	13
4.1.8	Glazigheid	13
4.1.9	Gewichtsverliezen	13
4.1.10	Panklaar produkt	14
4.1.11	Samenvattende conclusie experiment 1	14
4.2	Experiment 2: effect van dompelen en drogen op snijvlakverkleuring	15
4.2.1	Resultaat	15
4.2.2	Algemene conclusie	15
4.3	Experiment 3: kwaliteitseffecten bij een gekoelde afzetketen	16
4.3.1	Algemene kwaliteit	16
4.3.2	Gasconcentraties	16
4.3.3	Geur	16
4.3.4	Kleur	17
4.3.5	Kleur van het snijvlak	17
4.3.6	Smet- en rotaantastingen	17
4.3.7	Gruuw	17
4.3.8	Glazigheid	18
4.3.9	Gewichtsverliezen	18
4.3.10	Panklaar produkt	18
4.3.11	Samenvattende conclusie experiment 3	18
5	Algemene discussie	19
5.1	Wat is de beste verpakking?	19
5.2	Aanbevolen werkwijze bij realisatie van een spuitenschoningsmachine	19
5.3	Aanbevelingen voor verder onderzoek	20
6	Algemene conclusies	21

Bijlagen 1-7

Tabellen en grafieken

Samenvatting

Er zijn 3 experimenten uitgevoerd om te onderzoeken of op de veiling geschoonde en MA-verpakte spruiten die vervolgens aan een aantal nagebootste afzetketens werden blootgesteld, nog als panklaar produkt aan de consument kunnen worden aangeboden.

De studie is verricht in opdracht van het Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen in Nederland (CBT) te Zoetermeer en is onderdeel van een ontwikkelingstraject voor de introductie van een schoningsmachine voor spruiten op de veilingen.

In experiment 1 zijn 17 verpakkingen getest gedurende 5 dagen opslag bij 12°C, gevolgd door 4 dagen bij 18°C.

In experiment 2 is onderzocht of behandeling van de snijvlakken met anti-oxydanten (citroenzuur) en droging van de spruiten in een droogtunnel verkleuring van de snijvlakken tegengaat.

In experiment 3 zijn 6 verpakkingen getest gedurende 7 dagen bij 5°C en/of 12°C.

Toepassing van MA-verpakkingen leidde bij alle experimenten tot beter kwaliteitsbehoud. MA-verpakkingen waren in alle experimenten beter dan verpakkingen met perforaties in het verpakkingsmateriaal. Om zuurstofgebrek te vermijden moet de verpakkingsvorm zodanig zijn dat een maximaal gaswisselend folie-oppervlak verkregen wordt. Een schuimschaal met perforaties en geseald met een dunne folie (pvc of pe) was zowel kwalitatief als representatief de beste verpakkingsvorm.

In experiment 1 bleek geen enkele verpakking in staat om nog een panklaar produkt over te houden na de opgelegde afzetketen. Een ongekoelde fase in een afzetketen van geschoonde spruiten die zowel voor als na het schonen niet vrij zijn van "grauw", kan niet worden toegestaan. Vanwege de hoge ademhalingsactiviteit van spruiten ontstond in diverse verpakkingen zuurstofgebrek.

Het resultaat van experiment 2 was dat een zeer goede kwaliteit spruiten zonder enige grauwaantasting na ca. 8 dagen gekoelde afzet in een MA-verpakking nog als panklaar produkt werd beoordeeld. Het behandelen of drogen van de snijvlakken was bij deze uitgangskwaliteit niet noodzakelijk.

Het resultaat van experiment 3 uitgevoerd bij lagere temperatuur en kortere opslagduur in vergelijking met experiment 1 en met een ander ras, bevestigt het resultaat van experiment 1. Ook deze partij spruiten vertoonde bij aanvang van de proef grauw; moest daardoor ver geschoond worden en kon vervolgens nog maar max. ca. 5 dagen bij 5°C als panklaar produkt worden gegarandeerd. Snijvlakverkleuring werd door citroenzuur en drogen niet afgeremd.

1. Inleiding

De consumptie van spruiten, zowel nationaal als internationaal, vertoont een dalende tendens. De sector ontplooit daarom initiatieven om een herwaardering van dit produkt te bewerkstelligen. Een betere presenteerbaarheid van spruiten is één van de ideeën die daaraan zou kunnen bijdragen. De gedachte is dat consumenten positief zullen reageren wanneer spruiten als vers geschoond produkt panklaar worden aangeboden. Om de consument te vrijwaren van het verwijderen van de buitenste afdeklblaadjes en het gedeeltelijk afsnijden van het voetje wordt een schoningsmachine ontwikkeld, die deze handelingen zou moeten kunnen uitvoeren. Handmatig schonen is te duur op grote schaal. Deze mechanische schoning zou moeten plaatsvinden aan het begin van de afzetketen, dus op de veiling. Voor succesvolle toepassing van deze machine in die fase van de afzet is het noodzakelijk om het kwaliteitsverloop van machinaal geschoonde spruiten in het verdere verloop van de afzet te kennen. Uit onderzoek is bekend dat spruitkool een hoge ademhalingsactiviteit heeft, vooral bij hogere opslagtemperaturen. Er is vrijwel geen kennis beschikbaar over de houdbaarheid van geschoonde spruiten. Verwacht mag worden dat geschoonde spruiten als gevolg van het aanbrengen van verse snij- en breukvlakken nog sneller bederven dan ongeschoonde spruiten.

Een gekoelde keten bij de afzet van geschoonde spruiten vanaf de Nederlandse veilingen naar de Duitse markt kan niet gegarandeerd worden. Daarom is het noodzakelijk om, met het oog op gegarandeerde panklaarkwaliteit, extra beschermende maatregelen te treffen. Een voor de hand liggende methode om anders dan door middel van koeling de produktkwaliteit gunstig te beïnvloeden is het toepassen van zogenaamde Modified Atmosphere verpakkingen (MA).

Modified Atmosphere verpakkingstechnologie

In een MA-verpakking wordt het produkt door een dunne folie afgescheiden van de buitenlucht. De ademhalingsgassen van het produkt kunnen daardoor niet meer ongehinderd uit de verpakking ontsnappen dan wel toestromen. De dunne folie is niet geheel gasdicht maar laat afhankelijk van het type folie en het soort materiaal in een bepaalde mate gas door. Na het sluiten van de verpakking daalt het zuurstofgehalte (O_2) en stijgt het koolzuurgasgehalte (CO_2). Na verloop van tijd ontstaat er in de verpakking een stabiele situatie, waarbij de gasconcentraties niet meer veranderen bij gelijkblijvende temperatuur. Als gevolg van deze veranderde gasconditie in de directe omgeving van het produkt, wordt de ademhaling geremd, met als resultaat dat het produkt langer houdbaar is. Om voor een produkt een optimale verpakking te realiseren is het noodzakelijk om zo goed mogelijk de gascondities te bereiken waarbij maximaal kwaliteitseffect wordt verkregen. Toepassing van MA-technologie vereist dus kennis van de ademhalingsactiviteit, van gasdoorlaatbaarheidseigenschappen van verpakkingsmaterialen en van kwaliteitseffecten van MA-condities op het produkt. Wordt het produkt in een folie verpakt die te weinig gas doorlaat, dan zakt de O_2 -concentratie beneden het zgn. anaerobiepunt. Dit punt is geen vaste waarde voor een produkt, maar hangt samen met de CO_2 -concentratie. Hoe hoger de CO_2 , des te hoger het anaerobiepunt. In geval van anaerobie ontstaan onmiddellijk smaak- en geurafwijkingen. Omdat de ademhaling van een produkt meer toeneemt met oplopende temperatuur dan de doorlaatbaarheid van de folies is het noodzakelijk om verpakkingen te testen onder reëel voorkomende afzettemperaturen. Van spruiten is bekend dat de ademhalingsactiviteit per volume eenheid produkt het hoogste is ten opzichte van alle overige bekende groentesoorten.

Onderzoekopdracht

Redenerend vanuit bovenstaande uitgangspunten en kennisregels heeft het Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen in Nederland (CBT) te Zoetermeer, ATO-DLO opdracht gegeven om een serie

MA-verpakkingen voor geschoonde spruiten te testen bij een afgesproken tijd-temperatuur regime. De selectie van de verpakkingsmaterialen werd enerzijds bepaald door een hoge gasdoorlaatbaarheid van het materiaal, maar anderzijds waren ook kostenaspecten en verpakkingstechnische eisen bepalend voor de keuze. Dit om redenen van praktische haalbaarheid.

In dit rapport zijn de resultaten van de in november en december 1994 uitgevoerde experimenten vastgelegd.

2. Doel van het onderzoek

Het onderzoek was er op gericht een (MA)-verpakking te definiëren voor geschoonde panklare spruiten. De voorwaarde daarbij is dat het verpakte produkt, na een nagebootst distributie-traject van vijf dagen 12°C gevolgd door vier dagen 18°C, nog steeds gekwalificeerd kan worden als "panklaar". Een behandeling van de snijvlakken met citroenzuur of ascorbinezuur (anti-oxydant) om de eventuele verkleuring te remmen tijdens de schoning is daarbij toegestaan.

3. Materiaal en methoden

3.1 Experimenten en bewaarcondities

In dit onderzoek zijn drie volgtijdige experimenten uitgevoerd, waarbij resultaten van de uitgevoerde experimenten zijn gebruikt bij de opzet van de vervolgonderzoeken. In het eerste experiment zijn 17 verpakkingsvarianten onderzocht. De verpakkingen werden gedurende 5 dagen bij 12°C opgeslagen gevolgd door 4 dagen opslag bij 18°C. De resterende produktkwaliteit werd na beide periodes vastgesteld. Deze proef werd uitgevoerd in de weken 47 en 48.

In experiment 2 (week 49) is nagegaan of een droging van de (al of niet in citroenzuur gedompelde) geschoonde spruiten wellicht de snijvlakverkleuring kon tegengaan. Geschoonde spruiten zijn 15 minuten of 30 minuten gedroogd in een droogtunnel met een droogluchttemperatuur van 30°C met een geschatte rv van ca. 25%. Na droging zijn de spruiten (250g per verpakking) verpakt door een pulpschaal met daarop spruiten te omwikkelen en te sealen met pvc-folie. Als referentie zijn ook nat- en droog verpakte spruiten beoordeeld. In deze proef zijn geen onverpakte spruiten beoordeeld.

In het derde experiment (week 50/51) zijn de beste verpakkingsvarianten van experiment 1 getest. Bovendien is in dit experiment gekozen voor een ander afzetregime: nl. 4 dgn. 5°C, gevolgd door 3 dgn. 12°C. Andere variaties waren: continu 12°C, al of niet behandelen, al of niet drogen en verminderen van de inhoud tot 350g. In tabel 1 staan de experimenten schematisch weergegeven.

Tabel 1: Overzicht van de uitgevoerde experimenten.

nr.exp	Week	Ras (kwaliteit)	Tijd-temperatuur trajecten	verp. types	anti-oxydant	droge n
exp. 1	47/48	Icarus (AI-2)	5d.12°C+ 4d.18°C	17	ja/nee	nee
exp. 2	49	Icarus (AI-1)	3d.5°C+ 3d.12°C+ 2d.23°C	1	ja/nee	ja/nee
exp. 3	50/51	Ambitus (AI-2)	4d.5°C+ 3d.12°C/ 7d.12°C	7	ja/nee	ja/nee

3.2 Schonen en behandelen van de spruiten

De spruiten zijn na de oogst ca. 24 uur in een koelcel bewaard bij 5°C. De schoning van de spruiten bestemd voor dit onderzoek is handmatig uitgevoerd omdat de schoningsmachine nog niet is ontwikkeld. In proef 1 is het schonen door CHZ-Barendrecht verzorgd; in proef 2 en 3 is het schonen door ATO-DLO uitgevoerd. Schonen is met een aardappelschilmes het voetje gedeeltelijk wegsnijden en de buitenste afdekblaadjes met de hand verwijderen. De helft van de spruiten is direct na het schonen met het snijvlak in een oplossing van 1% citroenzuur gedompeld, aangevuld met 0.5% ascorbinezuur. De gedachte was dat dompeling van het snijvlak in een oplossing met voldoende anti-oxydanten de snijvlakverkleuring zou kunnen afremmen of dat een lagere O₂-concentratie in MA-verpakkingen op zich al voldoende afremming van de verkleuring zou kunnen veroorzaken. Als referentiemetingen zijn ook steeds niet gedompelde spruiten verpakt. Het schonen vond plaats met de gekoelde spruiten. Voordat de spruiten werden verpakt is er op toe gezien dat de spruiten vrij waren van condensatievocht en druppels dompelvloeistof. De spruiten werden verpakt binnen 4 uur na het schonen. De temperatuur van de spruiten was toen opgelopen tot ca. 15°C.

3.3 Produkt

In proef 1 en 2 zijn spruiten verpakt van het ras Icarus, de sortering was A 23-31mm. Het algemeen oordeel met betrekking tot de uitgangskwaliteit vóór schoning was een matige klasse 1-2 (tegen de ondergrens!) beoordeeld door veilingkeurmeesters. Bij proef 2 was de uitgangskwaliteit veel beter. In proef 3 werd het ras "Ambitus", sortering 23-31mm geschoond en verpakt. De uitgangskwaliteit van de spruiten bij deze proef was beter dan de kwaliteit van de spruiten bij proef 1, maar minder dan van de spruiten gebruikt bij proef 2.

3.4 Verpakkingsvariëaties

In experiment 1 en 3 is uitgegaan van een verpakkingsgrootte van 400g netto produkt. In experiment 2 werden ca 250g spruiten per verpakking gebruikt. Er zijn in verband met de verwachte hoge ademhalingsactiviteit van de spruiten verpakkingsvormen en folies geselecteerd, die een brede range in gascondities in de verpakkingen zouden moeten veroorzaken. Omdat het materiaal van een schaalte ook van invloed is op de MA-condities zijn ook hierin variaties aangebracht. Daarnaast zijn ook zakjes van diverse materialen getest om de mogelijkheid van het gebruik van een "flow pack" verpakkingsmachine voor geschoonde spruiten na te gaan. In tabel 2 en 3 wordt een schematisch overzicht van alle onderzochte verpakkingsvormen gegeven.

Tabel 2: Omschrijving van onderzochte verpakkingsvariëaties in proef 1.

Nr.	Omschrijving	onderzochte folies		
		pvc_17µm	pe_11µm	pe_17µm
1-3	champ.bakje (250g=14*12*6.5cm)) met folie	pvc_17µm	pe_11µm	pe_17µm
4-6	aangepast champ. bakje (idem) met folie	pvc_17µm	pe_11µm	pe_17µm
7-9	aangepaste schuimschaal (22.5*13.5cm) met folie	pvc_17µm	pe_11µm	pe_17µm
10	bakje (met gaten in bodem) (14.5*19cm) met folie	pvc_17µm	pe_11µm	pe_17µm
11	pulpschaal (18*13.5cm) met folie	pvc_17µm		
12-13	plastic poly-ethyleen zakjes (pe)	pe_7µm	pe_20µm	
14-16	plastic poly-propyleen zakjes (opp)	P*	opp+16perf	opp+32perf
17	onverpakt			

Iedere verpakkingsvariëatie is toegepast bij zowel in citroenzuur gedompelde als bij onbehandelde geschoonde spruiten. Per verpakkingstype zijn 8 verpakkingen gemaakt, waarvan de helft na 5 dagen is beoordeeld en de andere helft na 10 dagen. Er zijn dus in totaal 136 verpakkingen gemaakt. In proef 2 zijn uitsluitend verpakkingen bekeken bestaande uit pulpschaaltjes omwikkeld met pvc-folie. In proef 3 zijn de verpakkingen gemaakt die in tabel 3 gerangschikt staan weergegeven. In deze tabel staat eveneens wat de temperatuur geweest is omdat deze niet voor alle verpakkingen gelijk was. Dit geldt ook voor het al of niet in citroenzuur dompelen van sommige spruiten in combinatie met al of niet een droging net voordat de spruiten werden verpakt. Het droogregime was 15 min. drogen bij 30°C in een droogtunnel.

Tabel 3: Omschrijving van verpakkingsvarianties in proef 3.

nr.	Temp.(°C)	Citr.zuur	Omschrijving
1	5+12	nee	onverpakt
2	5+12	nee	aangepast champ. bakje (14*12*6.5cm)
3	5+12	nee	aangepaste schuimschaal (22.5*13.5cm) 350g
4	5+12	nee	aangepaste schuimschaal (22.5*13.5cm)
5	5+12	nee	pulpschaal (18*13.5cm)
6	5+12	nee	kartonschaal (21.5*13.5cm)
7	5+12	nee	poly-propyleen folie met 8 perf. van 0.4mm
8	12	nee	aangepaste schuimschaal (22.5*13.5cm)
9	12	nee	pulpschaal (18*13.5cm)
10	5+12	ja nat	aangepaste schuimschaal (22.5*13.5cm)
11	12	ja nat	aangepaste schuimschaal (22.5*13.5cm)
12	5+12	nee nat	aangepaste schuimschaal (22.5*13.5cm)
13	5+12	ja droog	aangepaste schuimschaal (22.5*13.5cm)
14	12	ja droog	aangepaste schuimschaal (22.5*13.5cm)
15	12	nee	niet verpakt

In proef 3 is, tenzij anders vermeld, pvc-folie met een dikte van 17µm toegepast.

3.5 Kwaliteitsbeoordeling

Om het kwaliteitsverloop van de geschoonde spruiten in de diverse verpakkingen vast te leggen zijn op vooraf afgesproken beoordelingsdagen de volgende kenmerken vastgesteld:

- geur in de verpakking: klasse 0-5 (van geen afwijkende geur tot stank)
- kleur van de spruit: klasse 0-5 (van hardgroen tot geel)
- kleur van het snijvlak: klasse 0-5 (van wit naar zwart)
- smet/rot: klasse 0-5 (van geen aantasting tot volledig rot)
- grijs: klasse 0-5 (van niet aangetast tot volledig grijze spruiten)
- glazigheid: klasse 0-5 (van niet glazig tot alles glazig)
- totaal oordeel: panklaar (ja of nee)

Als een partij op één van de kwaliteitskenmerken een score hoger dan 2 krijgt (behalve geur en rot), dan is de partij naar ons oordeel niet meer panklaar. Heeft een partij meerdere tweeën gescoord dan is het oordeel over "panklaar" ook negatief. Eén enkele 2 voor één van de kenmerken met uitzondering opnieuw ten aanzien van "geur" en "rot", resulteert nog net in een "panklaar" produkt.

Bij iedere score hoger dan 0 voor geur of rot wordt een verpakking afgekeurd.

3.6 Overige metingen

Behalve het vastleggen van de in 3.5 genoemde kwaliteitskenmerken is per verpakking ook het gewichtsverlies gemeten en zijn de gasconcentraties O₂ en CO₂ in de verpakking gemeten. De meetfrequentie voor gasmetingen was in proef 1 ca. 3 keer. In proef 2 is niet gemeten en in proef 3 ca. 3 keer per dag. De gasconcentraties in de verpakkingen zijn gemeten met een gaschromatograaf model Chrompack 2002. Dit instrument gebruikt fracties van ml. om de concentratie te bepalen. Daardoor is het mogelijk om zonder verstoring van de gascondities veelvuldig te meten in dezelfde verpakkingen.

3.7 Statistische verwerking

Om de betrouwbaarheid van gemeten verschillen te bepalen zijn de proefresultaten geur, kleur, kleur voet, smet/rot, grijs, glazigheid verwerkt met een variantieanalyse (ANOVA) met behulp van Genstat 5 versie 3.1. In proef 1 en 3 was de inputvariabele het verpakkingstype. Proef 2 is niet statistisch geanalyseerd. In proef 3 werd gekeken naar het effect van temperatuur, drogen en dompelen. Significante effecten op een niveau van $P < 0.05$ (betrouwbaarheidsinterval) zijn weergegeven met een LSD-waarde (LSD=least significant difference). Gemiddelde waarden verschillen significant van elkaar als de verschillen groter zijn dan de LSD-waarde. Als gemiddelden niet significant van elkaar verschillen, dan zijn de gegevens van behandelingen gecombineerd (gemiddeld). Bijvoorbeeld als er geen effect is van het dompelen van spruiten in citroenzuur in dezelfde verpakking, dan wordt de gemiddelde waardering van gedompeld en niet gedompeld weergegeven. Bij twee beoordelingsmomenten worden de gegevens als aparte datasets geanalyseerd en krijgen daardoor een verschillende LSD-waarde.

4. Resultaten en conclusies

4.1 Experiment 1: kwaliteitseffecten van 17 types MA-verpakkingen

4.1.1 Algemene kwaliteit

De beginkwaliteit van de "Icarus" geschoonde spruiten werd door ons als volgt gedefinieerd:

- De mate van grauwaantasting bij aanvang van de proef krijgt een cijfer 2 op een schaal van 0-5 (0=niet-5=zeer ernstig). Om deze reden kunnen de spruiten bijna niet meer panklaar genoemd worden.
- De geschoonde spruiten bevatten veel opengescheurde blaadjes met bruine randen bij de scheur. De scheuren zijn waarschijnlijk door (te?) snelle groei veroorzaakt. De buitenste blaadjes omsluiten de spruiten vast. Ze kunnen niet gemakkelijk verwijderd worden.
- De spruiten zijn nauwelijks panklaar geschoond. Na het schonen is er nog grijs aanwezig; er is te weinig blad verwijderd om een gave spuit over te houden. De mate van schoning tussen de partijen behandeld en niet behandeld is niet gelijk. De behandelde spruiten zijn minder geschoond dan de onbehandelde.

Een overzicht van de kwaliteitcijfers van de beoordeelde aspecten staat in de bijlagen 2 (kwaliteit na 5 dagen) en 3 (kwaliteit na 9 dagen). In de hoofdstukken 4.1.3 tot en met 4.1.10 worden deze afzonderlijk besproken.

4.1.2 Gasconcentraties

In bijlage 1 staan de gemiddelde gasconcentraties in de diverse verpakkingen weergegeven. Het punt waarop een produkt overgaat op anaërobe ademhaling, hangt niet alleen af van het bereiken van een lage zuurstofwaarde maar ook van de aanwezige CO₂-concentratie. Hoe hoger de CO₂-concentratie des te hoger de rest O₂ moet zijn om geur en smaakafwijkingen te voorkomen.

Alle verpakkingen met een lage O₂-concentratie in combinatie met een hoge CO₂-concentratie veroorzaken een afwijkende geur. Ook is het mogelijk dat een anaërobe conditie tijdelijk wordt bereikt. Na verloop van tijd, bij een inmiddels gereduceerde ademhaling, is er weer voldoende zuurstoftoevoer om de aërobe ademhaling te herstellen. Daarbij is het mogelijk dat de geurafwijkingen weer verdwijnen. Bij verpakking nr. 8 is dit bijvoorbeeld het geval. In pvc-folie blijven de O₂-concentraties in het begin hoger dan in vergelijkbare verpakkingen met pe-folie. De resultaten laten zien dat toepassing van champignonbakjes alleen kan worden toegestaan als het gaswisselend oppervlak kan worden vergroot. Dit kan, door het aanbrengen van perforaties, op eenvoudige wijze worden uitgevoerd. Door een bakje te kiezen dat andere afmetingen heeft (nr.10) wordt hetzelfde effect bereikt. Opp-zakjes met perforaties vertonen desondanks toch nog hoge CO₂-concentraties. In de pe-zakjes hangt de MA-conditie samen met de dikte van het materiaal.

Conclusie

Door de kennelijk zeer hoge ademhalingsactiviteit van dit produkt ontstaat zuurstofgebrek in een aantal verpakkingen. Anaërobie wordt geconstateerd zelfs bij toepassing van zeer doorlatende folies. Alleen bij correcte toepassing van geschikte materialen is een veilige MA-conditie te garanderen.

4.1.3 Geur

Op het moment van openen van een verpakking is geroken in hoeverre de spruiten een afwijkende geur verspreiden. Zowel na 5 als 10 dgn. is er geen verschil in geur tussen in citroenzuur gedompelde en niet gedompelde spruiten. De waarden in bijlage 2 en 3 zijn dus gemiddeld over deze behandelingen. Het champignonbakje met folie omwikkeld leidt, ongeacht de folie die toegepast wordt, altijd tot ernstige geurafwijkingen. In deze verpakkingsvorm is er sprake van zuurstofgebrek. Deze sensorische waarneming wordt door de gasmetingen bevestigd. Het aanbrengen van perforaties in het bakje (niet in de folie!) om het gaswisselend oppervlak te vergroten, leidt bij alle drie onderzochte folies tot het opheffen van het probleem. De aangepaste schuimschaal (nr. 8) heeft na 5 dgn. geurafwijkingen, maar opmerkelijk genoeg na 10 dagen niet meer. De geurafwijking verdwijnt soms als de O₂-concentratie weer boven het anaerobiepunt komt. Ook andere verpakkingsvarianties (nr. 1,2,3,5,7,8,11 en 14) bleken te dicht voor deze geschoonde spruiten en vertonen daarom geurafwijkingen.

Conclusie

Een geurafwijking zal door de consument niet aanvaardbaar geacht worden. Dus alle verpakkingen met een waarde afwijkend van 0 overschrijden de acceptatiegrens. De veronderstelling dat spruiten in het algemeen een hoge ademhalingsactiviteit vertonen wordt in deze proef door de vele verpakkingen met zuurstofgebrek en daardoor geurafwijkingen nadrukkelijk bevestigd.

4.1.4 Kleur

Het dompelen van spruiten heeft geen gevolgen voor de kleur van het produkt. Daarom zijn de uitkomsten voor dit kenmerk gemiddeld over de verpakkingen. Alle MA-verpakkingen vertonen ten opzichte van onverpakte spruiten een goede remming van de geelverkleuring. Naarmate een verpakking meer gasdicht is, dus hogere CO₂ en lagere O₂-concentraties bevat, is het effect op de geelverkleuring beter. Bijvoorbeeld de geperforeerde opp-verpakkingen vertonen meer geelverkleuring dan het pe_20µm zakje. De geelverkleuring is na 10 dagen ernstiger dan na 5 dgn.

Conclusie

Geelverkleuring van de spruiten wordt door de geteste MA-verpakkingen zeer goed geremd.

4.1.5 Kleur van het snijvlak

In deze proef is het behandelen van het snijvlak met anti-oxydanten niet van invloed op de verkleuring. Opmerkelijk is dat verpakkingen met zuurstofgebrek de minste snijvlakverkleuring vertoonden. Kennelijk is er te weinig O₂ in de verpakkingen aanwezig om de verkleuringsreactie (polyphenol-oxydatie) nog te kunnen laten verlopen.

Omdat de niet verpakte spruiten minder snijvlakverkleuring vertoonden, ontstond het idee dat de hoge vochtigheid in een MA-verpakking stimulerend op de zwartverkleuring van de voetjes zou kunnen werken. Met name dit idee was de grondslag voor experiment 2 waarin dit nader is onderzocht.

Conclusie

De snijvlakverkleuring in alle niet anaërobe MA-verpakkingen zowel gedompeld als niet gedompeld is zeer ernstig. Geen enkele verpakking scoort een voldoende op dit punt. Naast een herkomsteffect wordt verondersteld dat direct optredende hoge relatieve vochtigheid in de verpakkingen van invloed is op het zwartverkleuringsproces.

4.1.6 Smet- en rotaantastingen

Er was geen verschil tussen met anti-oxydanten behandelde en onbehandelde spruiten. Vooral na 10 dagen wordt er zeer veel rot aangetroffen in de anaerobe verpakkingen. Ook de andere verpakkingen behalve de geperforeerde schuimschaal (nr. 8) bevatten in meer of mindere mate rotaantastingen. Slechts één rotte spruit in een verpakking maakt een gehele verpakking al ongeschikt voor verkoop aan de consument. Het opgelegde temperatuur-tijd traject is voor een partij spruiten met een dergelijke matige uitgangskwaliteit kennelijk te warm en te lang. Na 5 dgn. is een aantal verpakkingen nog wel vrij van rotaantastingen.

Conclusie

Vrijwel alle verpakte maar ook onverpakte spruiten vertonen in meer of mindere mate rotaantastingen. Rot komt het meest voor in verpakkingen met zuurstofgebrek.

4.1.7 Grau

De mate van grauwaantasting in deze partij is op beide beoordelingsdagen zeer hoog. Het beginstadium van de geschoonde partij krijgt al een cijfer 2. In de anaërobe verpakkingen wordt verdere grauwaantasting geremd, maar dit heeft geen praktische betekenis. Niet verpakte spruiten hebben wat minder grauwaantasting. Het is dus mogelijk dat een hoge RV stimulerend werkt op grauwaantasting.

Conclusie

In geen enkele geteste verpakking is er sprake van remming van de grauwaantasting.

4.1.8 Glazigheid

Verondersteld wordt dat glazigheid een voorfase is van rot (desintegratie van celwandstructuren) of dat glazigheid door mechanische beschadiging kan worden veroorzaakt.

In deze partij wordt vrij weinig glazigheid aangetroffen. Glazigheid komt vooral voor in anaërobe verpakkingen. De aantastingen zijn na 9 dagen in de andere verpakkingen vrijwel verdwenen.

Conclusie

Er is weinig glazigheid en er zijn geringe verschillen tussen de niet anaërobe verpakkingen. Niet verpakte spruiten vertonen geen glazigheid.

4.1.9 Gewichtsverliezen

De gewichtsverliezen zijn gemeten aan de intacte verpakkingen. De onverpakte spruiten verliezen veel meer gewicht dan de verpakte spruiten. Na 10 dagen respectievelijk 22% en ongeveer 1%. Alle MA-verpakkingsvarianties beschermen het produkt tegen uitdroging. Anaërobe verpakkingen vertonen meer massaverlies. Dit wordt niet veroorzaakt door transpiratie maar door de anaërobe respiratie. Het massaverlies gaat via CO₂ uit de verpakking. Poly-ethyleen biedt meer bescherming tegen indroging dan pvc-folie, hetgeen in overeenstemming is met de waterdampdoorlaatbaarheidseigenschappen van de betreffende folies. Perforatie van polypropyleen met microperforaties van 0.4mm levert geen extra indroging op.

Conclusie

MA-verpakkingen beschermen het produkt goed tegen indroging.

4.1.10 Panklaar produkt

Gerekend naar onze normen levert geen van de onderzochte verpakkingsvarianten bij dit temperatuur-tijd traject een panklaar produkt op. Verpakkingen met geurafwijkingen en rot vallen op basis van ontoelaatbare afwijkingen af. Een complicerende factor is dat al aan het uitgangsmateriaal een negatief oordeel gegeven had moeten worden. Om een panklaar produkt te maken had verder geschoond moeten worden. Uit waarnemingen in experiment 3 werd duidelijk dat tot 20% van het uitgangsgewicht verwijderd had moeten worden om grauw te verwijderen. Hoe ver er in experiment 1 geschoond is, is niet meer te achterhalen. Het daaropvolgende belangrijke kwaliteitskenmerk was snijvlakverkleuring. Deze verkleuring wordt in deze partij in ernstige mate geconstateerd vooral op de tweede beoordelingsdag. Een verblijftijd bij deze temperatuur is door deze spruiten niet te overbruggen. Om deze redenen zijn vervolggelaxperimenten uitgevoerd bij andere temperaturen en verblijftijden om na te gaan wat nog wel haalbaar is met geschoonde spruiten.

Conclusie

Als een partij spruiten met een kwaliteitskwalificatie voor schonen: matige klasse 1-2 niet vrij van grauw, zuinig geschoond wordt, dan zijn dergelijke spruiten niet geschikt om als panklaar produkt gedistribueerd te worden in een relatief lange en warme afzetketen.

4.1.11 Samenvattende conclusie experiment 1

Produkt:

- *Een ongekoelde fase in een afzetketen van geschoonde spruiten die voor schoning niet vrij waren van grauw kan niet toegestaan worden. De vraag resteert of dit ook geldt voor volledig grauwwrije partijen. Door de gevolgde werkwijze kan hierop geen antwoord worden gegeven.*

Verpakking:

- *MA-verpakken van geschoonde spruiten is gunstig voor behoud van kwaliteit tijdens de afzet. Echter om een veilige MA-verpakking te realiseren, dat wil zeggen een verpakking waarin voldoende zuurstof resteert, moet een groot gaswisselend folieoppervlak gerealiseerd worden. Dit heeft meer effect dan kiezen voor de meest doorlaatbare folie.*

4.2 Experiment 2: Effect van dompelen en drogen op snijvlakverkleuring.

4.2.1 Resultaat

Alle spruiten, zowel gedroogde, behandelde als controles, vertonen **geen snijvlakverkleuring**. Er is geen positief en geen negatief effect van de diverse behandelingen: al of niet in citroenzuur dompelen in combinatie met wel of niet drogen. De spruiten zijn bewaard gedurende 3 dagen bij 5°C gevolgd door 3 dagen 12°C daarna nog 2 dagen 23°C. Na het openen van de verpakking is geen geurafwijking waargenomen. De spruiten zijn na het beschreven tijd-temperatuur traject nog steeds panklaar. De belangrijkste reden voor dit treffende verschil met de resultaten van proef 1 wordt veroorzaakt door de perfecte beginkwaliteit (grauwvrij!) van deze partij. Een ander mogelijk effect kan zijn dat de spruiten bij veiling CHZ en bij ATO-DLO enige tijd (totaal ca. 72 uur) bij 5°C zijn opgeslagen voordat ze bij ATO-DLO werden geschoond. Door indroging van de snijvlakken tijdens deze opslag is wellicht voorkomen dat er nog polyfenolen op het snijvlak aanwezig waren (kurkvorming!). De aanwezigheid van deze stof veroorzaakt de zwartverkleuring. Door indroging bij lage temperatuur voor schoning is wellicht snijvlakverkleuring te verminderen. Dit zou nader onderzocht moeten worden. De spruiten in deze proef zijn duidelijk onrijper geoogst en vertonen geen enkele grauwaantasting bij aanvang van de proef. Door weging van het schoningsafval kan worden nagegaan dat er slechts 6% schoningsverlies optrad. Beide droogregimes hebben geen effect op de geelverkleuring en op het uiterlijk van de spruiten.

Conclusie

Omdat er geen snijvlakverkleuring opgetreden is in dit experiment in deze partij van zeer hoge kwaliteit, is het effect van drogen en/of behandelen met citroenzuur niet aantoonbaar.

4.2.2 Algemene conclusie

Een zeer goede kwaliteit spruiten zonder enige grauwaantasting kan na ca. 8 dagen gekoelde afzet in een MA-verpakking waarin geen zuurstofgebrek optreedt nog als **panklaar produkt** worden verkocht. Het behandelen of drogen van de voetjes lijkt bij deze uitgangskwaliteit niet noodzakelijk. Let wel dat ook de controles geen zwartverkleuring vertonen. Verder onderzoek is nodig om de oorzaak en het voorkomen van snijvlakverkleuring beter te begrijpen.

1.3 Experiment 3: Kwaliteitseffecten bij een gekoelde afzetketen

1.3.1 Algemene kwaliteit

De beginkwaliteit van de in dit experiment gebruikte spruiten van het ras Ambitus was slechter dan de beginkwaliteit van de spruiten in proef 2, maar beter dan de spruiten in proef 1. De ATO-DLO beoordeling voor schoning was als volgt:

- het snijvlak is iets verkleurd cijfer 1 (schaal 0-5)
- enige grauwaantasting aanwezig cijfer 2 (schaal 0-5)
- matig rijp geoogst dwz niet gebarsten
- enige insektenvraat
- buitenste blaadjes iets ingedroogd

Na schoning, die relatief ver doorgevoerd werd om zo veel mogelijk grijs te verwijderen en de snijvlakken weer wit te krijgen, bleef toch nog een restant grijs (score 1) aanwezig. De schoningsverliezen bleken 18% te bedragen. Opvallend was het fraaie glanzende uiterlijk van dit ras na schoning. De kleur was nog steeds lichtgroen en de snijvlakken geheel wit.

Een overzicht van de resultaten van de kwaliteitscijfers staat weergegeven in bijlage 4 (kwaliteit na 1 dag en 5 (kwaliteit na 7 dagen).

1.3.2 Gasconcentraties

De gasconcentratiemetingen zijn in grafiekvorm gepresenteerd in bijlage 6 en 7. Er zijn geen metingen uitgevoerd in verpakkingen die continu bij 12°C werden bewaard.

De gasconcentraties verschillen opvallend met de concentraties zoals gemeten in experiment 1. Dit kan niet alleen verklaard worden uit de lagere temperatuur. De gasevenwichtsniveaus blijven bij alle verpakkingsvarianties ver verwijderd van anaërobe condities. In proef 1 wordt in tegenstelling met deze proef na 5 dagen 12°C wel zuurstofgebrek geconstateerd in de schuimschaalverpakking geseald met PVC-folie. Hoogstwaarschijnlijk is dus de basisademhaling van deze partij veel lager geweest dan de basisademhaling van de partij in proef 1. Het zeer grote verschil kan veroorzaakt zijn door verschillende factoren: herkomst, ras, rijpheidsverschillen, seizoenseffecten of een combinatie van enkele factoren. De CO₂ en O₂-condities in deze verpakkingen liggen nu gemiddeld op een niveau dat daarvan weinig kwaliteitsvoordeel te verwachten is. Uit de grafieken valt af te lezen dat een temperatuursprong van 5°C naar 12°C naar verwachting leidt tot verandering van de gasconcentraties. Opvallend is het verschil in gasconcentratie tussen verpakkingen met 350g spruiten en met 400g spruiten. Ondanks minder massa is de O₂-concentratie lager. Kennelijk is het op het oog kleine verschil in afmeting en gaswisselend oppervlak van de verpakking van grote invloed op het gasevenwicht.

Conclusie

De basisademhaling van de spruiten is extreem veel lager dan de basisademhaling van de spruiten uit proef 1. De oorzaak hiervan is niet onderzocht.

4.3.3 Geur

In geen enkele verpakkingsvariatie is er op beide beoordelingsmomenten sprake van enige geurafwijking. De lagere opslagtemperatuur in vergelijking met de temperatuur in proef 1 voorkomt dus anaërobie in de verpakking. Naast deze verklaring zijn er tevens duidelijke aanwijzingen dat de respiratie van deze partij veel lager is dan de respiratie van de spruiten in proef 1. De bereikte CO₂-concentratie is veel lager en de O₂-concentratie veel hoger bij dezelfde verpakkingsvorm als in proef

1 werd toegepast (aangepast schuimschaaltje omwikkeld met pvc-folie).

Conclusie

Er is geen geurafwijking geconstateerd, ook niet na 7 dagen 12°C.

4.3.4 Kleur

In deze proef is op beide beoordelingsmomenten geen geelverkleuring waargenomen. Alleen de variant: onverpakt 12°C is verkleurd. Geelverkleuring wordt dus door zowel temperatuur als MA beïnvloed. Een hogere temperatuur leidde bij proef 1 ook tot meer geelverkleuring. Geelverkleuring van geschoonde spruiten kan dus 7 dgn. worden geremd bij een temperatuur van 12°C door een MA-verpakking toe te passen.

Conclusie

Er is geen geelverkleuring waargenomen in MA-verpakkingen, maar wel in onverpakte spruiten die continu bij 12°C zijn bewaard.

4.3.5 Kleur van het snijvlak

De snijvlakverkleuring wordt wel beïnvloed door de verpakking, maar meer nog door de opslagtemperatuur. Er is geen eenduidig effect van de droging of van de citroenzuurbehandeling. Wel is er effect van onverpakt versus verpakt. De pulpschaal- en de kartonschaalverpakking scoren lager dan de schuimschaalverpakking. De oorzaak van het verschil is onduidelijk.

Conclusie

Zwartverkleuring van het snijvlak wordt gestimuleerd door hogere temperatuur. Drogen en dompelen in citroenzuur hebben geen aantoonbaar effect. MA-verpakken is beter dan niet verpakken, vooral bij hogere temperatuur. De geperforeerde schuimschaal is de beste MA-verpakking.

4.3.6 Smet- en rotaantastingen

Er is in geen enkele verpakking rot en/of smet aangetroffen. De lagere temperatuur is vooral van invloed maar ook het rasverschil, de herkomst, het rijpheidsstadium of het oogstmoment kan hiervan de oorzaak zijn.

Conclusie

Er is geen rot opgetreden.

4.3.7 Grau

De grauwaantasting neemt relatief snel toe in de tijd. Er is een temperatuureffect. Een hogere temperatuur veroorzaakt meer grauwaantasting. Onverpakte spruiten vertonen meer grauwaantasting ten opzichte van MA-verpakte. De geperforeerde witlofschuimschaal met pvc-folie omwikkeld (nr. 3, 4, 10 en 12) krijgt een hogere waardering dan andere verpakkingen. Opvallend is de hogere aantasting in karton- en pulpschaalverpakking. Ook een geperforeerd polypropyleen zakje en het aangepaste champignonbakje vertonen meer grau.

Conclusie

Grauw komt het minste voor in een geperforeerde schuimschaalverpakking. In citroenzuur dompelen gevolgd door drogen heeft na 4 dagen een licht negatief effect. Grauw is bij hogere temperatuur ernstiger.

1.3.8 Glazigheid

In deze partij komt enige aantasting voor van glazigheid. Vooral de niet verpakte spruiten vertonen veel glazigheid. Er is een gering temperatuureffect. Het in citroenzuur dompelen gevolgd door drogen is licht negatief voor het optreden van glazigheid.

Conclusie

Het MA-verpakken van geschoonde spruiten remt het optreden van glazigheid.

1.3.9 Gewichtsverliezen

Er zijn geringe verschillen op een laag niveau tussen de diverse verpakkingen. Alleen onverpakte spruiten verliezen relatief veel gewicht.

Conclusie

MA-verpakkingen beschermen het produkt tegen gewichtsverlies.

1.3.10 Panklaar produkt

Na 7 dagen worden alle verpakkingen geklassificeerd als zijnde niet meer panklaar. Dit oordeel wordt niet als bij proef 1 vooral bepaald door het ontwikkelen van te veel grauw. Spruiten met enige grauwaantasting (waarde > 2) zijn naar onze normen al niet meer geschikt om afgezet te kunnen worden als "panklaar" produkt. Sommige MA-verpakkingen leveren na 4 dgn. 5°C nog wel een panklaar produkt op dat voldoet aan alle kwaliteitseisen. Verpakkingen continu bewaard bij 12°C zijn zonder uitzondering na 4 dagen al niet meer verkoopbaar. Echter, de geteste kartonschaal, de hulpschaal, de opp-zak, en de aangepaste champignonbak verpakking, zijn dan al ongeschikt. Resteert alleen de geperforeerde schuimschaalverpakking. De beste verpakking, beoordeeld over het gehele reageerterij, is, net als in proef 1, de geperforeerde witlofschuimschaal.

Conclusie

Geschoonde spruiten die bij aanvang niet vrij zijn van grauw kunnen na een bewaartraject van 4 dagen 5°C gevolgd door 3 dagen 12°C niet meer als panklaar produkt worden verkocht.

1.3.11 Samenvattende conclusie experiment 3

Geschoonde spruiten van het ras Ambitus, die niet geheel vrij zijn van grauw, kunnen vervolgens maximaal 5 dagen bij 5°C als panklaar produkt worden gegarandeerd. Het in citroenzuur dompelen en drogen remt snijvlakverkleuring niet af.

De beste MA-verpakking is een schuimschaaltje (witlofformaat) met daarin aangebracht gaten ter vergroting van het gaswisselend oppervlak.

5 Algemene discussie.

5.1 Wat is de beste verpakking?

Zowel dunne pvc- als pe-folies (dikte $<17\mu\text{m}$) zijn geschikt om als rekwikkelfolie bij geschoonde spruiten toe te passen. De fraaiste presentatie levert het aangepaste schuimschaaltje omwikkeld met rekwikkelfolie. Het aanbrengen van gaten in het schuim is nodig omdat anders zuurstofgebrek kan optreden. De presenteerbaarheid van produkt op een schaalte en dat omwikkeld met een folie, is zeer aantrekkelijk in vergelijking met zakjes gevuld met produkt. Spruiten rollen tijdens het sealen gemakkelijk van een schaalte. Het toepassen van een schaalte is daarom wellicht wat minder praktisch dan het toepassen van een bakje. Plastic bakjes moeten worden voorzien van gaten in de zijkant en de bodem om anaërobie in verpakkingen te voorkomen. Pulp- en kartonschaaltjes zijn minder geschikt gebleken. Het is te overwegen om speciaal voor dit doel een polystyreen schaalte te ontwerpen dat geschikt is voor gebruik bij geschoonde spruiten. Dus hogere opstaande randen en voorzien van perforaties en/of ribben. Vergroting van het gaswisselend oppervlak kan ook worden verkregen door de afmetingen te vergroten.

De poly-ethyleen zakjes en de poly-propyleen zakjes bevatten bij alle condities veel condens. Desondanks is er niet altijd een effect op de kwaliteit aantoonbaar. De heldere en knisperige polypropyleen zakjes zijn met het oog op presenteerbaarheid te verkiezen boven poly-ethyleen zakjes. In verband met veilige gascondities zal altijd een zekere mate van perforatie nodig zijn bij polypropyleen. Bij dit materiaal is altijd veel inwendig condens geconstateerd. Dit geldt ook voor de nieuwe P⁺ folies die ook van polypropyleen worden gemaakt.

5.2 Aanbevolen werkwijze bij realisatie van een spruitenschoningsmachine

Geschoonde spruiten gaan zeer snel in kwaliteit achteruit. De periode dat ze nog "panklaar" genoemd kunnen worden is beperkt. Alleen produkt dat geen enkele grauwwerking heeft, kan nog ca. 1 week als panklaar produkt worden verhandeld (zie resultaat experiment 2). Spruiten die vóór maar zeker ná schonen nog grauwaantastingen hebben, zijn in feite ongeschikt om als "panklaar produkt" te gebruiken. Spruiten met grauwaantasting moeten ongeveer 15-20% op gewichtsbasis geschoond worden om alle grauw te verwijderen. In dat geval moeten ook goed vastzittende blaadjes verwijderd worden. Het gevaar van mechanische beschadiging vooral met een machine is daarbij niet geheel denkbeeldig. Het is denkbaar dat spruiten die voor schoning niet vrij zijn van grauw, altijd kwaliteitsproblemen zullen veroorzaken ook al worden alle aanwezige grauwaantastingen verwijderd. Om tot een succesvolle exploitatie van een schoningsmachine op veilingen te komen, zijn de volgende werkwijzen aan te bevelen:

- 1) Het gebruik van spruiten die voor schoning vrij zijn van grauw.
- 2) De spruiten moeten niet te rijp zijn.
- 3) Een gekoelde bewaarperiode tussen oogsttijdstip en schonen is niet ongunstig.
- 3) Na schonen moeten de spruiten onbehandeld direct en zo koud mogelijk worden verpakt in een MA-verpakking.
- 4) Een veilige MA-verpakking is een schaalte (oppervlak groter dan witlofschaaltje) met spruiten en geseald in een dunne rekwikkelfolie (pvc of pe).
- 5) Na verpakken moeten de spruiten gekoeld worden gedistribueerd en zo snel mogelijk bij voorkeur gekoeld aan de consument worden aangeboden.

5.3 Aanbevelingen voor verder onderzoek

De resultaten van de beschreven experimenten, die vooral waren gericht op het testen van veel verpakkingsvarianten, roepen diverse nieuwe onderzoeksvragen op. De belangrijkste punten daarbij zijn:

- Waarom treedt snijvlakverkleuring bij de ene partij spruiten wel op maar bij een andere niet. Invloedsfactoren daarbij lijken te zijn: oogstomstandigheden (weer- en seizoenseffecten), oogststadium, ras en de mate van indroging van het snijvlak. Ook is het mogelijk dat een andere anti-oxydant effectiever is dan citroenzuur.
- Wat is de oorzaak van het grote verschil in ademhalingsniveau tussen partijen. Het is zonder deze kennis moeilijk om een veilige, maar wel optimale MA-verpakking te ontwerpen.
- Welke kwaliteitseisen moeten worden gesteld aan ongeschoonde spruiten om gekwalificeerd te kunnen worden als zijnde "geschikt voor panklaar produkt". Wat is bij de diverse ingangskwaliteitsklassen nog maximaal haalbaar met betrekking tot de afzet. Dus het vaststellen van de grenzen met betrekking tot temperatuur en tijd. Deze kennis is nodig om een spruitenschoningsmachine op de goede plek dan wel op het juiste moment tijdens de distributie te benutten.
- Aangezien zuurstofgebrek in verpakkingen moet worden vermeden, is het nodig om het effect van CO₂ op de kwaliteit bij relatief hoge O₂-concentraties beter te onderzoeken. Slechts dan kan een optimale verpakking worden beschreven.
- Is er verschil in houdbaarheid tussen handmatig geschoonde en machinaal geschoonde spruiten?

6 Algemene conclusies

- Het toepassen van een MA-verpakking bij de distributie van geschoonde spruiten is gunstig voor het kwaliteitsbehoud.
- De beste MA-verpakking zowel kwalitatief als qua presentatie is een polystyreen witlofschaaltje voorzien van perforaties, geseald met hoog gasdoorlatende folie.
- De geteste pvc- en pe- rekwikkelfolies zijn alle drie geschikt om te gebruiken, mits het juiste schaalte wordt toegepast.
- Om zuurstofgebrek te vermijden is het nodig om een gasdoorlatend schaalte of bakje toe te passen. Papier-, karton- en pulpschaaltjes zijn in relatie met de spruitenkwaliteit minder dan de polystyreen schuimschaal. Om een maximaal gaswisselend oppervlak te realiseren moet een schuimschaal worden aangepast. Methodes daarvoor zijn: vergroting van het oppervlak, aanbrengen van perforaties of het aanbrengen van ribben.
- De onderzochte pe-zakjes presenteren slecht door overmatige condensvorming. Polypropyleen zakjes (niet MA!, maar gecontroleerd lek) krijgen een lagere kwaliteitswaardering en vertonen bovendien bij alle condities condens. De onderzochte P⁺ variant is te dicht voor spruiten, maar kan op aanvraag door de leverancier worden gewijzigd.
- Relatief rijp geoogste en daarna handmatig geschoonde spruiten (kwaliteitsklasse I-2) kunnen een afzetketen van 10 dagen niet doorstaan als panklaar produkt als daarin een ongekoeld traject voorkomt. Ook de beste MA-verpakking verandert dit beeld niet.
- Geschoonde spruiten met nog enige grauwaantasting blijven niet panklaar bij de opgelegde bewaarcondities. Dit geldt zowel voor de onderzochte partij van het ras Icarus als voor de partij van het ras Ambitus.
- De maximale distributietijd van niet grauwwrij produkt is ca. 5 dagen op voorwaarde dat er gekoeld wordt en dat er een adequate MA-verpakking wordt toegepast.
- Spruiten zonder enige grauwaantasting en andere kwaliteitsgebreken voor schoning kunnen een traject van 3 dagen 5°C + 3 dagen 12°C + 2 dagen 23°C doorstaan en dan nog als panklaar produkt worden verkocht, mits verpakt in een goede MA-verpakking.
- Snijvlakverkleuring treedt niet altijd op. Als het zich voordoet in de onderzochte partijen, dan is het dompelen van snijvlakken in een anti-oxydant oplossing (citroenzuur) en droging van de spruiten niet in staat zwartverkleuring van de snijvlakken te voorkomen.
- De ademhalingsactiviteit van de onderzochte partijen varieert sterk. Daardoor ontstaat bij de meest actieve partij spruiten (Icarus) al bij 12°C zuurstofgebrek in vele geteste verpakkingsvarianten. Bij het toepassen van MA-verpakkingen moet hiermee rekening worden gehouden.

Bijlage 1: Gasconcentraties in MA-verpakkingen met 400g geschoonde spruiten.

Experiment 1

nr.	Gasconcentraties	Zuurstofconc. (%)			Koolzuurconc. (%)		
	Omschrijving	dag 1	dag 5	dag 8	dag 1	dag 5	dag 8
1	champ.bakje+pvc	8.0	0.9	0.7	18	22	27
2	champ.bakje+st	2.8	0.9	0.7	24	32	33
3	champ.bakje+we	2.5	0.6	0.7	28	50	52
4	champ.bakje(perf.)+pvc	12	3	6	5.0	6.7	6.5
5	champ.bakje(perf.)+st	6.6	3.6	9	8.4	9.0	7.8
6	champ.bakje(perf.)+we	6.5	9.1	10.2	10.3	10.2	9.1
7	schuimach.(perf.)+pvc	11	2.1	2.4	6.0	6.0	5.6
8	schuimach.(perf.)+st	5.1	1.5	1.8	10.0	8.8	8.4
9	schuimach.(perf.)+we	4.6	2.5	2.8	11.9	12.2	11.2
10	oppervl.bak+pvc	4.7	10	7.2	10.3	5.2	5.3
11	pulpechaal+pvc	6.6	1.7	1.7	8.5	6.5	6.3
12	pe_zakje dun	4.8	12.7	11.6	7.1	3.8	3.8
13	pe_zakje dik	10.7	7.2	5.3	6.2	5.7	5.5
14	zakje P*	9.8	3.2	2.5	11.0	21	25
15	zakje opp (16 perf.)	12.7	18.1	17.4	4.4	4.9	5.2
16	zakje opp (32 perf.)	9.9	20.1	19.8	3.8	2.3	2.0
17	onverpakt	20.8	20.8	20.8	0.035	0.035	0.035

Bijlage 2: Gemiddelde kwaliteitcijfers per kenmerk van geschoonde "Icarus" spruiten in MA-verpakkingen na 5 dagen bewaring bij 12°C.

Experiment 1

LSD-waarde		Kwaliteitskenmerken na 5 dgn. (schaal 0-5: 0=goed 5=slecht)							
		geur	kleur spruit	kleur voet	rot/smet	grauw	glazig- heid	gew. verl.(%)	panklaar (j/n)
		1.0	0.47	0.96	0.8	0.73	0.66	nvt	nvt
nr.	Omschrijving								
1	ch.bakje+pvc	4.3	0	0.3	2.5	2	2.5	0.48	n
2	ch.bakje+st	4.5	0	0.5	3	3.5	2.3	0.59	n
3	ch.bakje+we	4.8	0	0	4	2	2.3	0.66	n
4	ch.bakje(perf.)+pvc	0	0	2.8	0	3.3	0	0.31	n
5	ch.bakje(perf.)+st	0	0	2.5	0	3.5	0	0.28	n
6	ch.bakje(perf.)+we	0	0	3.8	0	4	0	0.25	n
7	schaal(perf.)+pvc	1.3	0	2.5	0.5	3	0.5	0.53	n
8	schaal(perf.)+st	2.3	0	1.3	0.8	2.8	1	0.39	n
9	schaal(perf.)+we	0.8	0.5	3	0.8	3.3	0.3	0.28	n
10	oppervi. bak+pvc	0	0.8	3.5	0	3.3	0	0.76	n
11	pulpschaal+pvc	0.5	0.3	3	0	3.0	0	0.86	n
12	pe_zakje dun	0	1	3.3	0	3.3	0	0.26	n
13	pe_zakje dik	0	0	2.8	0	3.3	0	0.18	n
14	zakje P*	2.5	0	1.8	0.3	2.5	0.5	0.07	n
15	zakje opp (16perf.)	0	0.5	3.3	0	3.8	0	0.18	n
16	zakje opp (32perf.)	0	0.8	2.8	0	3.8	0	0.22	n
17	onverpakt	0	3.3	2.5	0	3.3	0	11.25	n

Bijlage 3: Gemiddelde kwaliteitcijfers per kenmerk van geschoonde "Icarus" spruiten in MA-verpakkingen. Bewaring 5 dagen bewaring bij 12°C gevolgd door 4 dagen 18°C.

Experiment 1

LSD-waarde		Kwaliteitskenmerken na 9 dgn. (schaal 0-5: 0=goed 5=slecht)							
		geur	kleur spruit	kleur voet	rot/amet	grauw	glazig- heid	gew. verl.(%)	panklaar (j/n)
		1.0	0.62	1.02	0.63	0.68	0.39	0.5	nvt
nr.	Omschrijving								
1	ch.bakje+pvc	4.5	0	0.5	5	2	4	2.2	n
2	ch.bakje+st	5	0	0	5	2	5	1.5	n
3	ch.bakje+we	5	0	2	5	2	5	1.6	n
4	ch.bakje(perf.)+pvc	0	1.5	4.3	0.5	4.5	0	1.3	n
5	ch.bakje(perf.)+st	1.3	1.5	4.5	0.5	4.3	0	0.6	n
6	ch.bakje(perf.)+we	0	2.5	4	0	4.5	0	0.6	n
7	schaal(perf.)+pvc	0	1	4.3	0.5	4.5	0	2.1	n
8	schaal(perf.)+st	0	0.25	3.8	0.8	4.5	0	0.7	n
9	schaal(perf.)+we	0	1.25	4	0.3	4.3	0	0.6	n
10	oppervl. bak+pvc	0	3	4.5	1	4.8	0	1.8	n
11	pulpschaal+pvc	0.5	1.25	4	0.3	4.5	0	2.0	n
12	pe_zakje dun	0	2.8	4.3	0.3	5	0	0.6	n
13	pe_zakje dik	0	1.5	4.5	0.8	5	0	0.4	n
14	zakje P*	0.8	0.5	3.5	1	4	0	0.3	n
15	zakje opp (16perf.)	0	3	4.3	2	5	0	0.4	n
16	zakje opp (32perf.)	0	3	4.5	2.3	5	0	0.6	n
17	onverpakt	0	4	3.3	0.3	3.8	0	22	n

Bijlage 4: Gemiddelde kwaliteitscijfers per kenmerk van geschoonde "Ambitus" spruiten. Bewaring 4 dagen 5°C of 12°C.

Experiment 3

LSD-waarde		Kwaliteitskenmerken na 4 dgn. (schaal 0-5: 0=goed 5=slecht)							
		geur	kleur spruit	kleur voet	rot	grauw	glazig- heid	gew. verl.(%)	pan- klaar (j/n)
		0	0	0.35	0	0.42	0.26	nvt	nvt
nr.	Omschrijving								
1	onverpakt (5+12)	0	0	1	0	2	4	6.1	n
2	ch.bakje+mod. (5+12)	0	0	1	0	2	0.8	0.19	n
3	schuimsch. 350g (5+12)	0	0	1	0	1.5	1	0.29	n
4	schuimsch. (5+12)	0	0	0	0	1	1	0.29	j
5	pulpschaal (5+12)	0	0	0.8	0	3	1	0.17	n
6	kartonschaal (5+12)	0	0	1	0	3	1	0.18	n
7	opp-zakje + 8 perf. (5+12)	0	0	0.5	0	2	1	0.01	n
8	schuimsch.(12)	0	0	2	0	3	2	1.4	n
9	pulpsch.(12)	0	0	1.8	0	3.5	1	1.5	n
10	schuimsch. +beh. (5+12)	0	0	0	0	1.8	1	0.36	j
11	schuimsch. +beh. (12)	0	0	2	0	3	1	1.5	n
12	sch.sch. nat verp. (5+12)	0	0	0	0	1.5	1	0.29	j
13	sch.sch+beh.+drogen (5+12)	0	0	0	0	2	1.3	0.35	j
14	sch.sch+beh.+drogen (12)	0	0	2	0	3	2	1.4	n
15	onverpakt (12)	0	1	1	0	4	1	6.4	n

* De schuimschaal is voorzien van gaten. Het formaat is witlofschaal (22.5*13.5 cm.)

** Beh. betekent behandelen met citroenzuur en drogen is 15 minuten drogen met lucht van 30°C.

In dit experiment is alleen pvc-folie toegepast.

Bijlage 5: Gemiddelde kwaliteitcijfers per kenmerk van op verschillende wijze verpakte en behandelde geschoonde spruiten. Bewaring: 4 dagen 5°C gevolgd door 3 dagen 12°C of 7 dagen 12°C.

Ras: Ambitus.

Experiment 3

LSD-waarde		Kwaliteitskenmerken na 7 dgn. (schaal 0-5: 0=goed 5=slecht)							
		geur	kleur spruit	kleur voet	rot	grauw	glazig- heid	gew. verl.(%)	pan- klaar (j/n)
		0	0	0.50	0	2.5	0.26	nvt	nvt
nr.	Omschrijving								
1	onverpakt (5+12)	0	0	2.3	0	3	4	13.3	n
2	ch.bakje+mod. (5+12)	0	0	2	0	2	1	0.32	n
3	schuimsch. 350g (5+12)	0	0	1.5	0	2	1	0.46	n
4	schuimsch. (5+12)	0	0	1.2	0	2	1	0.60	n
5	pulpschaal (5+12)	0	0	1.5	0	2.8	1	0.49	n
6	kartonschaal (5+12)	0	0	1.2	0	2.3	1	0.50	n
7	opp-zakje + 8 perf. (5+12)	0	0	1.5	0	2.2	1	0.12	n
8	schuimsch.(12)	0	0	3	0	3	1	1.7	n
9	pulpsch.(12)	0	0	3	0	3.3	3	1.7	n
10	schuimsch. +beh. (5+12)	0	0	1.5	0	2	1	0.9	n
11	schuimsch. +beh. (12)	0	0	3	0	3	2	1.7	n
12	sch.sch. nat verp. (5+12)	0	0	1.5	0	2	1	0.6	n
13	sch.sch+beh.+drogen* (5+12)	0	0	1	0	2	1	0.7	n
14	sch.sch+beh.+drogen (12)	0	0	2.4	0	3	2	1.7	n
15	onverpakt (12)	0	1	3	0	4	4	14	n

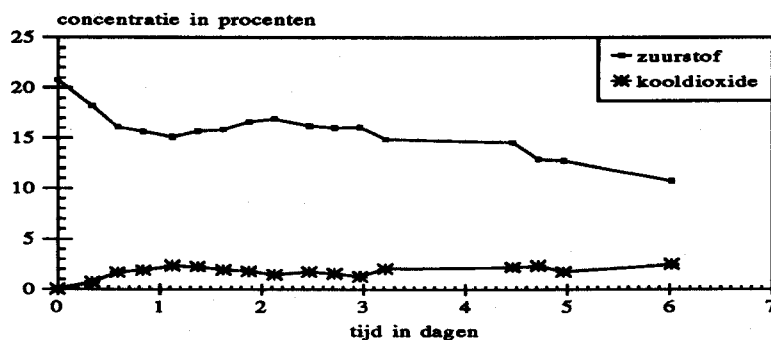
* De schuimschaal is voorzien van gaten. Het formaat is witlofschaal (22.5*13.5 cm.)

** Beh. betekent behandelen met citroenzuur en drogen is 15 minuten drogen met lucht van 30°C.

In dit experiment is alleen pvc-folie toegepast.

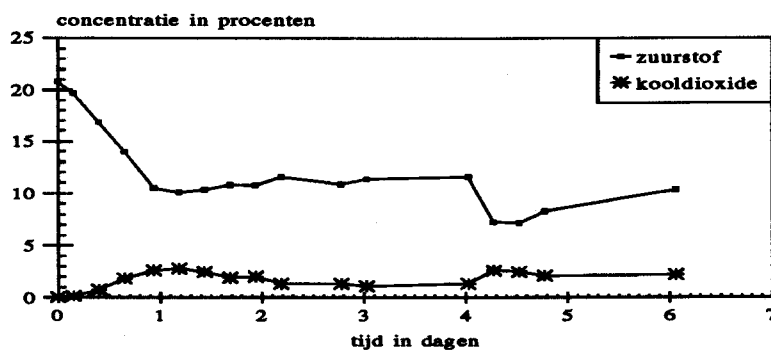
Bijlage 6: Gemiddelde gasconcentratie in MA-verpakkingen met geschoonde spruiten.
Experiment 3

Gemodificeerd champignonbakje
na 3 dagen en 18 uur van 5° C naar 12° C



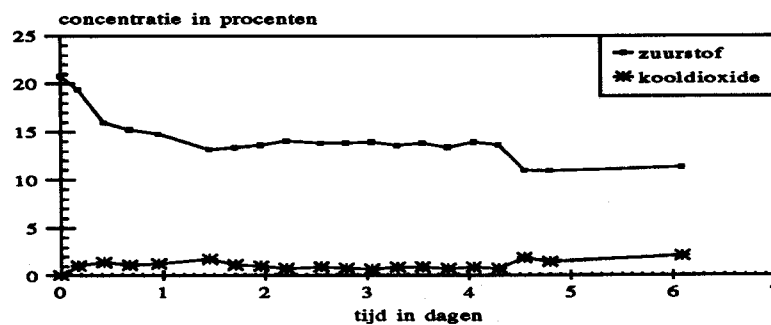
figuur 1

Schuimschaal met 350 gram
na 3 dagen en 18 uur van 5° C naar 12° C



figuur 2

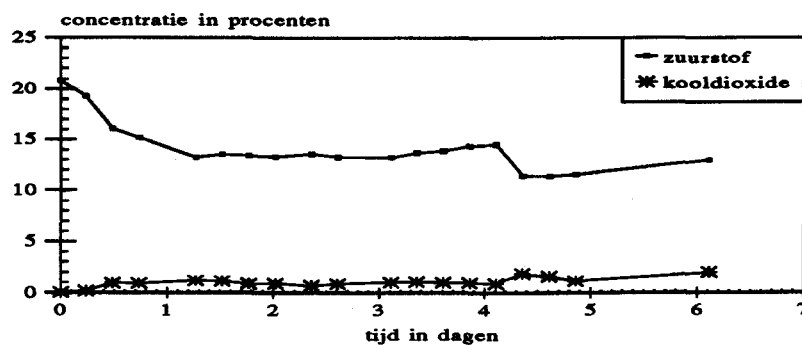
Schuimschaal met 400 gram
na 3 dagen en 18 uur van 5° C naar 12° C



figuur 3

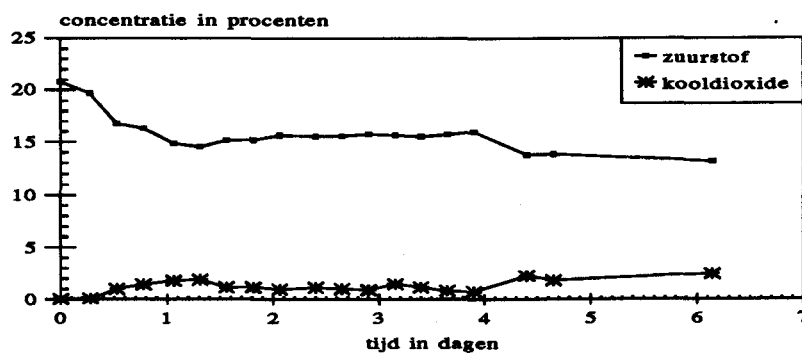
Bijlage 7: Gemiddelde gasconcentratie in MA-verpakkingen met geschoonde spruiten.
Experiment 3

Pulpschaal met 400 gram
na 3 dagen en 18 uur van 5° C naar 12° C



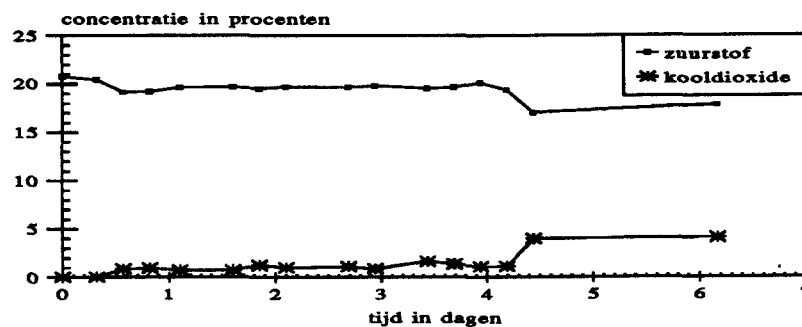
figuur 4

Papierschaal met 400 gram
na 3 dagen en 18 uur van 5° C naar 12° C



figuur 5

OPP-zakje met 8 perforaties ,400 gram
na 3 dagen en 18 uur van 5° C naar 12° C



figuur 6