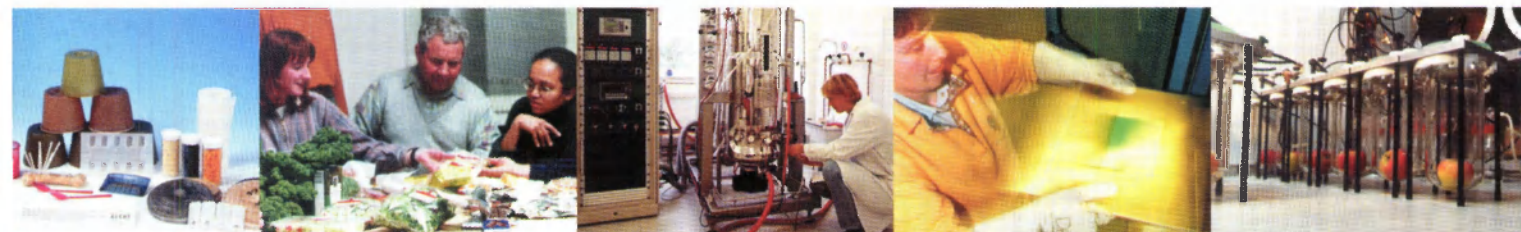


Optimalisatie verwerking en verpakking van gesneden witlof voor de consument

Rapportnr. B634/ Oktober 2002

Vertrouwelijk

E.P.H.M. Schijvens
F.I.N.G. Kreft



Optimalisatie verwerking en verpakking van gesneden witlof voor de consument

Rapportnr. B634/ Oktober 2002

Vertrouwelijk

E.P.H.M. Schijvens
F.I.N.G. Kreft

ATO B.V.
Agrotechnologisch Onderzoeksinstituut
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen
Tel: 0317-475024
Fax:0317-475347

2250776

Inhoud

Samenvatting	1
1. Inleiding.....	3
1.1 Achtergrond	3
1.2 Doel.....	3
1.3 Project organisatie	3
2 Onderzoeksopzet.....	4
2.1 Rasonderzoek.....	4
2.2 Optimalisatie van behandeling en verpakking van gesneden witlof	5
2.3 Effect van bewaring en pitlengte (aanvullend onderzoek)	9
3 Resultaten	11
3.1 Rasonderzoek.....	11
3.2 Optimalisatie van behandeling en verpakking	13
3.3 Effect van bewaring en pitlengte (aanvullende onderzoek)	20
4 Voorlopige conclusies en vervolg	22

Samenvatting

Doel

Doel van dit project is het ontwikkelen van een concept waarmee gesneden witlof aan de consument kan worden aangeboden. Dit concept moet voldoen aan de houdbaarheidseisen die The Greenery cq de retailer daaraan stelt. Het concept bestaat uit de verwerkingsprocedure en de verpakking.

Belangrijkste resultaten en conclusies

Zowel een behandeling met zout als de behandeling met warmwater hebben een significant remmede werking op de roodverkleuring van witlof in de verpakking.

Het meest effectieve concept (proces en verpakking) om de roodverkleuring te remmen lijkt te zijn: **dompelen met zout** (zonder vervolgens te sproeien) en verpakken in plastic zakken met **folie PA90**. Met deze methode is in de tweede stap van de optimalisatie van dit onderzoek de beoogde houdbaarheid bereikt (THT 5-7 dagen). Bij het toepassen van deze methode bij een ander ras/partij is de beoogde houdbaarheid echter niet bereikt. Het verschil in ras en herkomst kan de oorzaak hiervan zijn. Voorlopig kan hieruit worden geconcludeerd dat er behoefte is om het concept robuuster te maken.

Een belangrijk en nuttig resultaat uit dit onderzoek is de rol van koolzuur en zuurstof. Uit de resultaten is gebleken dat een hoge concentratie koolzuur de roodverkleuring kan verlichten. De verwachting is dat het gebruik van een minimale hoeveelheid koolzuur en een lage concentratie zuurstof de mogelijkheid biedt om de ontwikkelde methode succesvol toe te passen bij verschillende rassen en partijen. Het is daarom van groot belang om deze minimale hoeveelheid koolzuur en zuurstof vast te stellen. Op deze manier kan het ontwikkelde concept robuuster worden gemaakt. Een minimale hoeveelheid zuurstof in de verpakking is belangrijk om geur- en smaakafwijkingen als resultaat van fermentatie te voorkomen.

Aanpak

Het project bestaat uit 2 delen: het rasonderzoek en de proces- en verpakkingsoptimalisatie.

Rasonderzoek

De bedoeling van het rasonderzoek is om de gevoeligheid voor verkleuring van een aantal rassen te rangschikken, m.a.w. identificeren welke rassen minder snel verkleuren. Daarvoor zijn verschillende rassen/partijen verwerkt volgens een standaardprocedure en is de mate van roodverkleuring vergeleken. Uit de resultaten van dit onderzoek is gebleken dat het ras

Metafora

systematische minder gevoelig is voor roodverkleuring.

Proces en verpakking

Dit deel van het project is in stappen uitgevoerd. Op deze manier zijn verschillende proces- en verpakkingenvarianten getest en is de beste methode vastgesteld. In de uitvoering van dit proces is het volgende gebleken:

- een intensiever wasstap (langer en met gebruik van stromende water) resulteert in minder roodverkleuring.
- een strakke controle van de temperatuur in de distributieketen is een voorwaarde om de gewenste haalbaarheid te realiseren.
- uitdroging van de snijvlakken is geen succesvolle techniek om de roodverkleuring in gesneden witlof te remmen.
- het gebruik van een folie met lage doorlaatbaarheid is niet mogelijk (er ontstaan dan smaak- en geurafwijkingen). Anderzijds is een folie met hoge doorlaatbaarheid ook niet

geschikt omdat de concentratie koolzuur niet de noodzakelijke waarden bereikt om de roodverkleuring te verlichten.

Aanvullend onderzoek

Zowel het effect van bewaring (verwerken direct na oogst versus verwerken opgeslagen witlof) als het effect van de hoeveelheid afgesneden pit op de kwaliteit (verkleuring) is in dit aanvullende onderzoek onderzocht. Om het effect van de hoeveelheid afgesneden pit op de kwaliteit te onderzoeken is 10%, 30% en 50% van de pit verwijderd vóór het verwerken van de witlof.

Uit de resultaten is geconcludeerd dat in eerste instantie minder roodverkleuring optreedt in de verpakkingen waarbij 50% van de pit is afgesneden. Dit verschil verdwijnt naarmate de bewaarperiode voortduurt.

Wat het effect van bewaring betreft kan ook worden geconcludeerd dat in de eerste dagen de bewaarde witlof minder roodverkleuring vertoont dan de verse gesneden witlof. Dit verschil verdwijnt echter naarmate de bewaarperiode voortduurt.

Tenslotte zijn er in een gemengde gesneden groetenmix interacties te verwachten. Wat het effect van deze interacties op de kwaliteit van de gesneden witlof zal zijn is nog niet getest.

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

The Greenery International bv heeft een plan opgesteld dat beoogt de afzet van witlof te stimuleren. De afzet van witlof kan worden vergroot o.a. door productinnovaties. Één van de mogelijkheden is het aanbieden van gesneden witlof, al of niet als ingrediënt van diverse groentemengsels, welke met een hoge mate van gebruiksgemak, aan de consument kunnen worden aangeboden.

Bij gesneden witlof kan rood- en groenverkleuring al 1 dag na het snijden optreden. Om deze reden zijn er slechts enkele groentesnijderijen die witlof snijden (voor gebruik in grootkeukens). ATO bv heeft reeds in '98/99 in opdracht van het Productschap voor de Tuinbouw een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de productie en verpakking van gesneden witlof bestemd voor de retail. Uit het oriënterende ATO onderzoek kwam naar voren dat er goede mogelijkheden zijn om kleinverpakte gesneden witlof met voldoende houdbaarheid te produceren. Als het product na snijden wordt behandeld met een korte warm water behandeling of gedompeld wordt in een zoutoplossing en vervolgens wordt verpakt in een MA-verpakking wordt verkleuring van gesneden witlof gedurende 6 tot 7 dagen tegengegaan bij een opslag van 6°C. De streefwaarde in deze studie was evenwel 8 dagen.

In het huidige project wordt het proces en de verpakking geoptimaliseerd zodat een concept wordt ontwikkeld dat voldoende lang houdbaar is bij de gebruikelijke afzetcondities in het beoogde supermarktkanaal (een THT van 5 – 7 dagen wordt nagestreefd). Hierbij wordt nauw samengewerkt met de groentensnijderij Nefo te Roden.

1.2 Doel

Doel van dit project is het ontwikkelen van een concept waarmee gesneden witlof aan de consument kan worden aangeboden, dat voldoet aan de houdbaarheidseisen die The Greenery c.q. de retailer daaraan stelt. Het concept bestaat uit de verwerkingsprocedure en de verpakking.

1.3 Project organisatie

De volgende organisaties zijn bij het project betrokken: The Greenery (trekker van het project), Nefo Roden (groentensnijderij), Proeftuin Zwaagdijk (onderzoeksinstelling) en ATO bv. (onderzoeksinstelling). De stuurgroep bestaat uit leden van alle deze organisaties. Aan het project is een GMO subsidie toegekend (GMO project 1.710).

2 Onderzoeksopzet

Het onderzoek bestaat uit 2 delen: het rasonderzoek en de proces- en verpakkingoptimalisatie.

2.1 Rasonderzoek

Het doel van deze fase is om de gevoeligheid voor verkleuring van een aantal rassen te rangschikken, m.a.w. identificeren welke rassen minder snel verkleuren.

Het rasonderzoek is op 2 momenten uitgevoerd: februari en mei. De proeftuin Zwaagdijk was verantwoordelijk voor de keuze van de rassen en heeft zelf geteelde de witlof gebruikt in het rasonderzoek. De proeftuin Zwaagdijk heeft de gemiddelde pitlengte van ieder partij bepaald. Daarvoor zijn 25 kroppen per partij gebruikt.

Na oogsten is de witlof naar ATO vervoerd. Op het ATO is de witlof bewaard bij 4°C tot aan de verwerking de volgende dag. De witlof is als volgt verwerkt (luchttemperatuur gedurende verwerking was 4°C):

- 1) ontpitten: 30% van de totale gemiddelde pitlengte van de partij is in wigvorm afgesneden;
- 2) snijden: snit 10 mm;
- 3) wassen: dompelen in water van 2°C;
- 4) sproeien: 10 seconden met water van 2°C;
- 5) centrifugeren: gedurende 40 seconden op 650 rpm;
- 6) verpakken: 250 g gesneden witlof in gedekte schalen.

Het gesneden witlof is in eerste instantie op 4°C gehouden. Omdat de verkleuring zich vrij langzaam ontwikkelt is de temperatuur na 1 dag verhoogd naar 8°C. Voor iedere partij zijn 5 schalen gebruikt om de visuele beoordeling van de roodverkleuring te doen.

Eerste experiment rasonderzoek (februari)

Tabel 1 laat zien de rassen/partijen die in februari zijn geteeld en verwerkt.

Tabel 1: partijen gebruikt in het rasonderzoek van februari.

RAS	HERKOMST	OPMERKINGEN
Mont Blanc	K. Groot	
Focus	Proeftuin	Bio teelt; onbemest
Atlas	Ruiter	
Focus	Bleeker	
8609	Ruiter	
Platine	Ruiter	
Yellora	Appelman	
Atlas	K. Groot	
Metafora	Appelman	
Totem	Appelman	
Redora	De boer	Roodlof

In februari is tevens het effect van rijpheid getest door het witlof optimaal en 2 dagen later (overrijp) te oogsten. In beide oogstmomenten zijn alle partijen op dezelfde wijze, zoals hierboven beschreven, verwerkt.

Tweede experiment rasonderzoek (mei)

De volgende rassen/partijen zijn geteeld en verwerkt in mei:

- Vintor
- Platine
- Tabor
- Metafora

De witlof is bij optimale rijpheid geoogst en verwerkt zoals hierboven beschreven.

2.2 Optimalisatie van behandeling en verpakking van gesneden witlof

De optimalisatie is in een aantal stappen uitgevoerd. In de eerste stap zijn de procesparameters gebruikt bij Nefo als uitgangspunt gebruikt om het proces in te richten. In de tweede stap is het proces aangepast, meer in de richting van wat in het vooronderzoek (zie inleiding van dit rapport) is gebruikt.

Stap 1 (uitgevoerd in april)

In een breed opgezet experiment zijn een aantal voorbehandeling- en verpakkingsmogelijkheden onderzocht. Het ras Platine is hiervoor gebruikt (geleverd door de proeftuin Zwaagdijk). De partij is de dag voor het verwerken op het ATO geleverd en bewaard op 4°C tot de volgende dag. De gemiddelde pitlengte van de partij is door ATO bepaald vóór het begin van het experiment. Hiervoor zijn 25 kroppen gebruikt.

Wat de voorbehandeling betreft zijn er 4 variabelen getest:

- Dompelen in koud water (4°C; referentie)
- Dompelen in zout (concentratie 1%; temperatuur 4°C)
- Dompelen in zout (concentratie 1%; temperatuur 4°C) en naspoelen met water
- Dompelen in warm water (40°C)
- Dompelen in Dry White (geleverd door Nefo; concentratie 1%; temperatuur 4°C)
- Dompelen in Dry White (geleverd door Nefo; concentratie 1%; temperatuur 4°C) en naspoelen met water.

Wat de verpakking betreft zijn 3 variabelen getest:

- Gasverpakking: zak met folie PA160 (100% N₂)
- Zak met folie van Nefo (PP film met PVdC coating; 390 mm)
- Zak met folie PA160 (MA verpakking).

Bij iedere voorbehandeling is het gesneden witlof verpakt met alle 3 verpakkingsvarianten. Dat levert 18 voorbehandeling-verpakking combinaties.

Keuze van voorbehandeling en verpakking variabelen

Wat de voorbehandeling betreft is er voor gekozen om te dompelen in zout en warm water omdat uit het vooronderzoek is gebleken dat m.b.v. deze behandeling roodverkleuring kan worden geremd. Dompelen in Dry White is gekozen omdat dat het product is dat Nefo gebruikt bij gesneden ijsbergsla en witlof (voor gebruik in grote keukens). Dompelen in koud water is in de opzet gebruikt als referentie behandeling.

De keuze voor PA160 (MA verpakking) als verpakking variant is tevens gebaseerd op de resultaten van het vooronderzoek waar dit folie als meest geschikt naar voren kwam. Daarnaast is er gekozen om een gasverpakking te testen met 100 N₂. De roodverkleuring is veroorzaakt door een oxidatiereactie. Dat houdt in dat zuurstof nodig is om de roodverkleuring te doen ontstaan. Daarom is er gekozen om de lucht (bevat 21% zuurstof) in de kopruimte te vervangen door stikstof. Tenslotte is de OPP film getest omdat dat deze folie standaard bij Nefo wordt gebruikt.

De witlof is als volgt verwerkt (luchttemperatuur gedurende verwerking was 4°C):

- 1) ontpitten: 30% van de totale gemiddelde pitlengte van de partij is in wigvorm afgesneden;
- 2) snijden: snit 10 mm (dit is het "worst case scenario"; voor de roerbakmix worden stukjes van 20 bij 30 mm beoogd);
- 3) voorbehandeling: dompelen (zie de 4 gebruikte variabelen hierboven); hiermee wordt de witlof ook gewassen;
- 4) sproeien: 10 seconden met water van 4°C (zowel de voorbehandeling met zout als met Dry White is 2 keer gedaan, één keer is de witlof gesproeid en de andere is de witlof direct na dompelen gecentrifugeerd);
- 5) centrifugeren: gedurende 40 seconden op 650 rpm;
- 6) verpakken: 250 g gesneden witlof per verpakking (zie de 3 gebruikte verpakkingen hierboven).

Het product is op 8°C bewaard. De maat van roodverkleuring is regelmatig beoordeeld (visuele beoordeling). Er zijn 2 beoordelingen gedaan waar naast de kleur een sensorische beoordeling van smaak- en geurafwijkingen is gedaan: 4 en 7 dagen na verwerken. Bij iedere voorbehandeling-verpakking combinatie zijn 5 verpakkingen gebruikt voor de beoordeling.

Naast de sensorische beoordeling is de gassenstelling in de kopruimte van de verpakkingen gemeten m.b.v. een microgaschromatograaf. Per voorbehandeling-verpakking combinatie zijn 4 verpakkingen gebruikt om de gassenstelling te meten. De gassenstelling is na 1 dag, na 2 dagen en na 4 dagen gemeten.

Stap 2 (uitgevoerd in mei)

In deze stap is het proces aangepast in de richting van wat is gebruikt in het vooronderzoek (zie inleiding). Er zijn hiervoor 2 rassen/partijen gebruikt: Platine en Vintor (geleverd door de proeftuin Zwaagdijk). De partijen zijn de dag voor het verwerken op het ATO geleverd en bewaard op 4°C tot de volgende dag. De gemiddelde pitlengte van beide partijen is door ATO bepaald vóór het begin van het experiment. Hiervoor zijn 25 kroppen gebruikt.

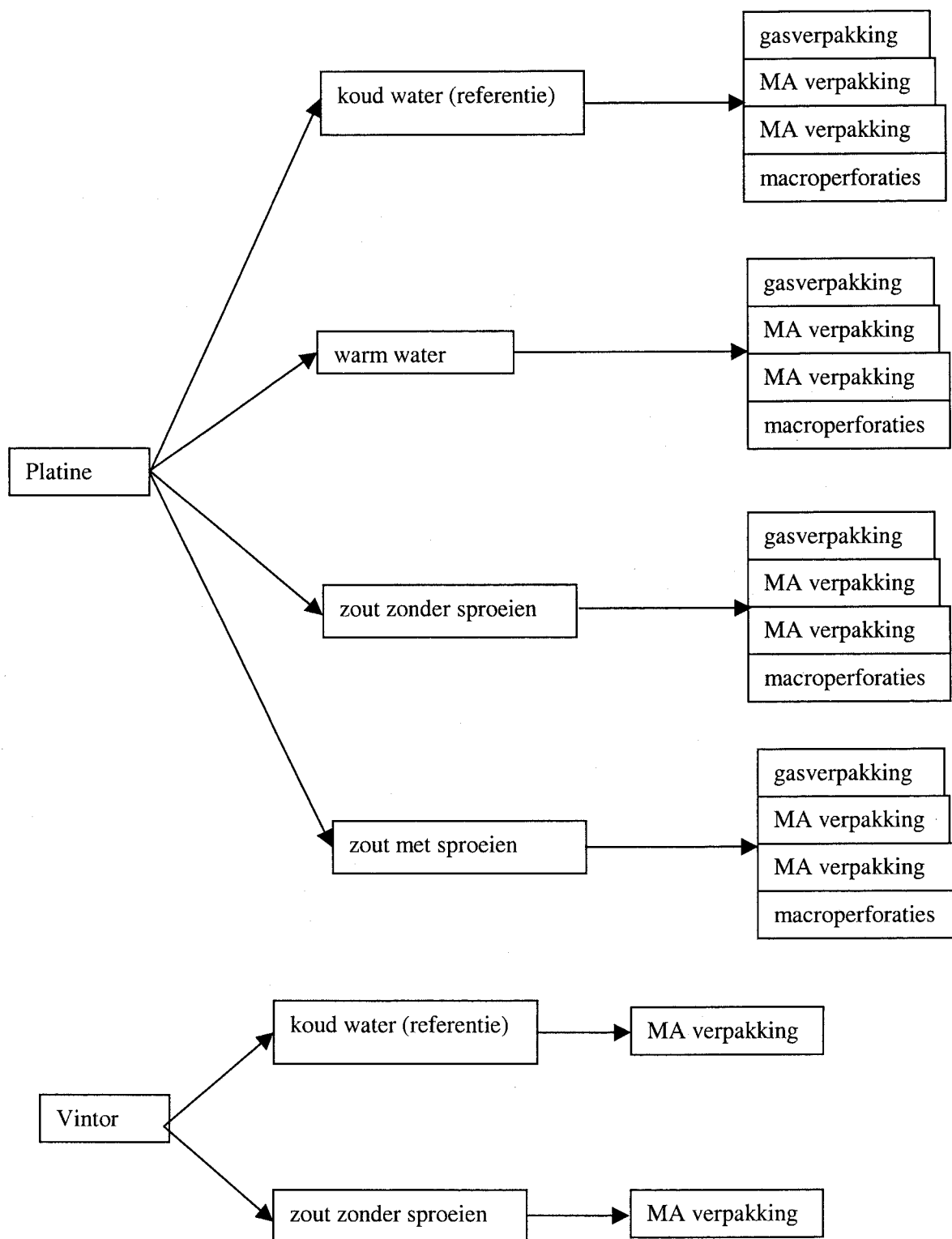
Wat de voorbehandeling betreft zijn er 4 variabelen getest:

- Dompelen in koud water (4°C; referentie)
- Dompelen in zout (concentratie 1%; temperatuur 4°C)
- Dompelen in zout (concentratie 1%; temperatuur 4°C) en naspoelen met water
- Dompelen in warm water (40°C).

Wat de verpakking betreft zijn 4 variabelen getest:

- Gasverpakking: zak met folie PA160 (60%CO₂: 20%O₂: 20% N₂)
- MA verpakking I: zak met folie van PA160
- MA verpakking II: zak met folie PA90
- Macrogeperforeerde verpakking: zak met geperforeerd PP folie.

Bij iedere voorbehandeling is de gesneden witlof verpakt met alle 4 verpakkingsvarianten. Dat levert 12 voorbehandeling-verpakking combinaties. Om het effect van sproeien te testen, is na dompelen in zout de gesneden witlof gesproeid en niet gesproeid. Beide varianten (wel en niet sproeien) zijn tevens met alle 4 verpakkingsvarianten verpakt. In totaal zijn dus 16 combinaties voorbehandeling-verpakking getest. Deze 16 combinaties zijn getest met de partij Platine. Daarnaast zijn 2 voorbehandelingen (dompelen in koud water en zout) in combinatie met een verpakkingstype getest met de partij Vintor. Deze opzet wordt schematisch weergegeven in figuur 1.



Figuur 1 – proefopzet van de tweede stap van de optimalisatie.

Keuze van voorbehandeling en verpakking variabelen

Uit de resultaten van stap 1 is gebleken dat dompelen in zout en warm water de beste resultaten levert. Dompelen in koud water is in de opzet gebruikt als referentie behandeling.

De keuze voor PA160 (MA verpakking I) als verpakking variant is tevens gebaseerd op de resultaten van het vooronderzoek waar dit folie als meest geschikt naar voren kwam. Daarnaast is er gekozen om een gasverpakking te testen met 60% CO₂. Een hoge concentratie CO₂ is gebruikt omdat uit de resultaten van stap 1 is gebleken dat CO₂ een positief effect heeft op de roodverkleuring.

PA90 heeft een lagere doorlaatbaarheid dan PA160. Daardoor kan een hogere concentratie CO₂ worden opgebouwd in de verpakking. Gezien het positieve effect van CO₂ is er gekozen om dit folie (Ma verpakking II) te testen. Tot slot is een macrogeperforeerde folie getest omdat het uitdrogen van de snijvlakken een bekende manier is om oxidatie reacties te remmen.

De witlof is als volgt verwerkt (luchttemperatuur gedurende verwerking was 4°C):

- 1) ontpitten: 30% van de totale gemiddelde pitlengte van de partij is in wiegvorm afgesneden;
- 2) snijden: snit 10 mm (dit is het "worst case scenario"; voor de roerbakmix worden stukjes van 20 bij 30 mm beoogd);
- 3) wassen: 2 minuten in kristalwasser met 80 liter behandeling vloeistof (turbulentie snelheid 2.5 min⁻¹);
- 4) voorbehandeling: dompelen 5 minuten (zie de 3 gebruikte variabelen hierboven);
- 5) sproeien: 10 seconden met water van 4°C; 10 l/min.; (na het dompelen met zout is de gesneden witlof zowel gesproeid als niet gesproeid. De niet gesproeide variëte is gecentrifugeerd direct na het dompelen);
- 6) centrifugeren: gedurende 40 seconden op 650 rpm;
- 7) verpakken: 250 g gesneden witlof per verpakking (zie de 4 gebruikte verpakkingen hierboven).

Deze procesparameters zijn zowel voor de partij Platina als voor de Vintor gebruikt.

De verpakte gesneden witlof is 2 dagen op 3°C en daarna 5 dagen op 7°C bewaard (simulatie van de distributieketen). De maat van roodverkleuring is regelmatig beoordeeld (visuele beoordeling). Er zijn 2 beoordelingen gedaan waar naast de kleur een sensorische beoordeling van smaak- en geurafwijkingen is gedaan: 4 en 7 dagen na verwerken. Bij iedere voorbehandeling-verpakking combinatie zijn 5 verpakkingen gebruikt voor de beoordeling.

Naast de sensorische beoordeling is de gassenstelling in de kopruimte van de verpakkingen gemeten zoals beschreven hierboven in stap 1 van de optimalisatie.

2.3 Effect van bewaring en pitlengte (aanvullend onderzoek)

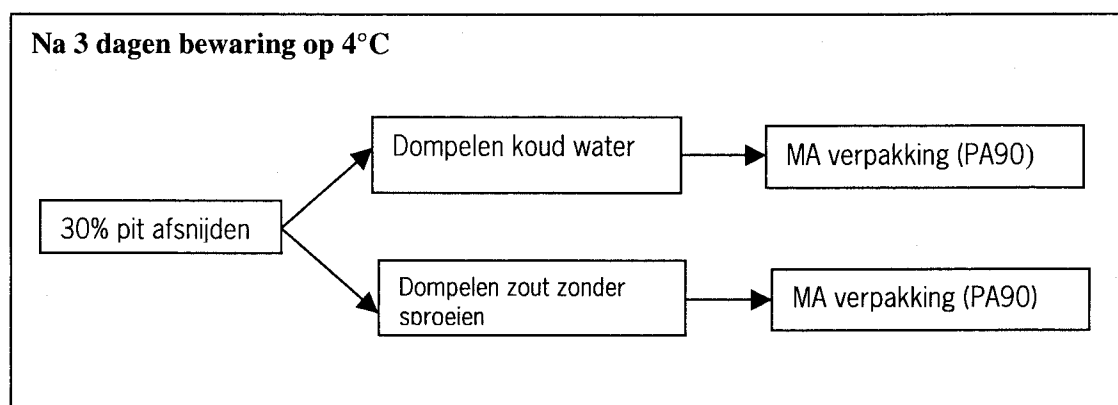
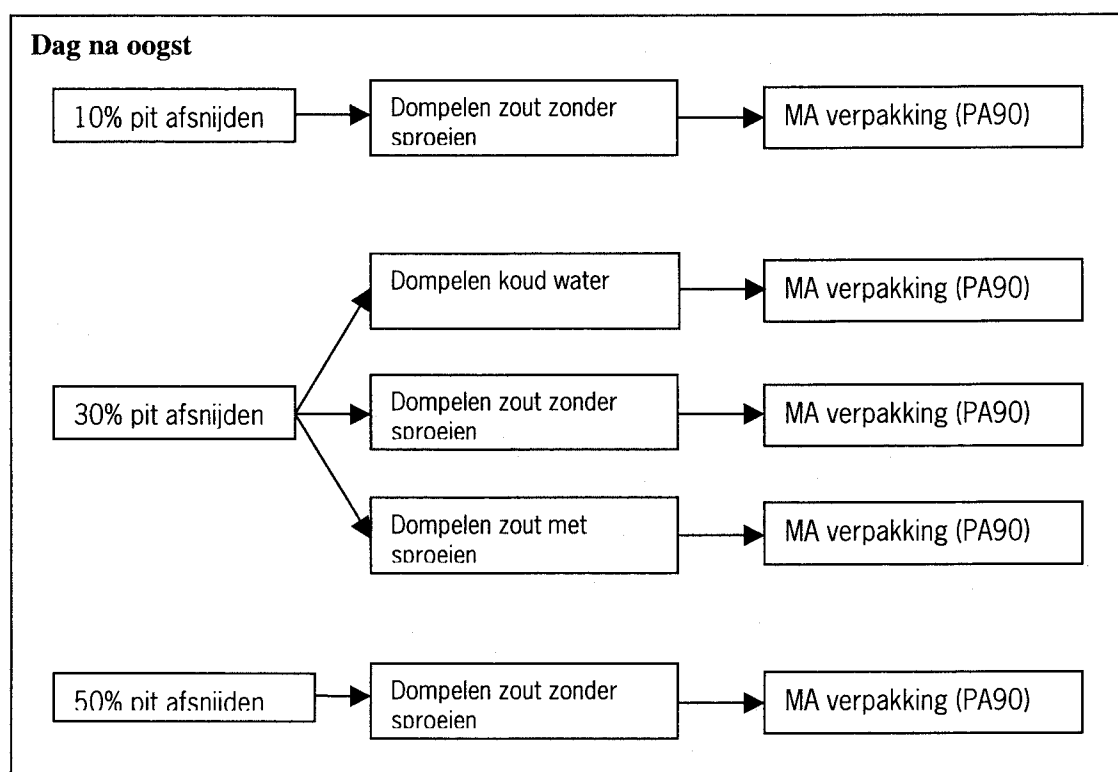
Zowel het effect van bewaring (verwerken direct na oogst versus verwerken opgeslagen witlof) als het effect van de hoeveelheid afgesneden pit op de kwaliteit (verkleuring) is in deze aanvullende proef onderzocht. Hiervoor is partij Vintor gebruikt (geleverd door de proeftuin Zwaagdijk). De partij is de dag voor het verwerken op het ATO geleverd en bewaard op 4°C. Een deel van de partij is de volgende dag verwerkt. Na 3 dagen bewaring op 4°C is de rest van de partij verwerkt. De gemiddelde pitlengte van de partij is door ATO bepaald zowel op de dag na oogsten als na 3 dagen bewaring. Hiervoor zijn 25 krompen gebruikt. In figuur 2 wordt de opzet van deze proeven schematische weergegeven.

De witlof is als volgt verwerkt (luchttemperatuur gedurende verwerking was 4°C):

- 1) ontpitten: 10%, 30% en 50% van de totale gemiddelde pitlengte van de partij is afgesneden (de 30% en 50% is in wiegvorm afgesneden en de 10% is recht afgesneden);

- 2) snijden: snit 10 mm (dit is het "worst case scenario"; voor de roerbakmix worden stukjes van 20 bij 30 mm beoogd);
- 3) wassen: 2 minuten in kristalwasser met 80 liter behandeling vloeistof (turbulentie snelheid 2.5 min^{-1});
- 4) voorbehandeling: dompelen 5 minuten (zie figuur 2);
- 5) sproeien: 10 seconden met water van 4°C ; 10 l/min. ; (na het dompelen met zout is de gesneden witlof zowel gesproeid als niet gesproeid. De niet gesproeide variant is gecentrifugeerd direct na het dompelen);
- 6) centrifugeren: gedurende 40 seconden op 650 rpm;
- 7) verpakken: 250 g gesneden witlof per verpakking (zak met PA90 folie).

De verpakte gesneden witlof is 2 dagen op 3°C en daarna 5 dagen op 7°C bewaard (dezelfde traject zowel voor de verse als de bewaarde witlof). De maat van roodverkleuring is regelmatig beoordeeld (visuele beoordeling). Er zijn 2 beoordelingen gedaan waar naast de kleur een sensorische beoordeling van smaak- en geurafwijkingen is gedaan: 4 en 7 dagen na verwerken. Bij iedere variant zijn 5 verpakkingen gebruikt voor de beoordeling.



Figuur 2 – schema van de opzet van het aanvullende onderzoek.

3 Resultaten

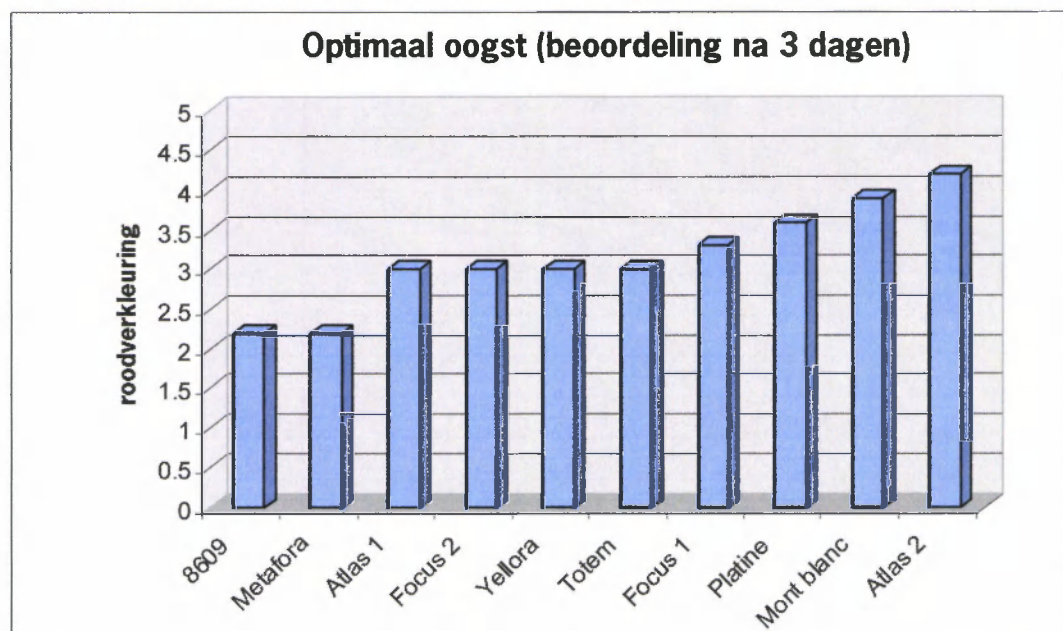
3.1 Rasonderzoek

Eerste experiment rasonderzoek

Tabel 2 laat de gemiddelde pitlengte zien van de partijen gebruikt in het eerste experiment van de rasonderzoek.

Tabel 2- gemiddelde pitlengte (%) van partijen gebruikt in de eerste rasproef.

Ras/partij	Pitlengte (%)		Hoeveelheid pit gegroeid tussen optimale en rijpe oogst (%)
	Optimale oogst	Overrijpe oogst	
Mont Blanc	43.3	—	—
Focus 1	54.8	55.7	11.5
Atlas 1	46.9	51.4	15.1
Focus 2	59.8	64.3	16.4
8609	46.9	49.4	16.8
Platine	45.8	53.9	13.8
Yellora	51.6	54.4	13.2
Atlas 2	54.2	54.9	15.9
Metafora	35.6	36.2	13.8
Totem	48.3	53.6	20.7
Redora	46.8	53.8	14.1

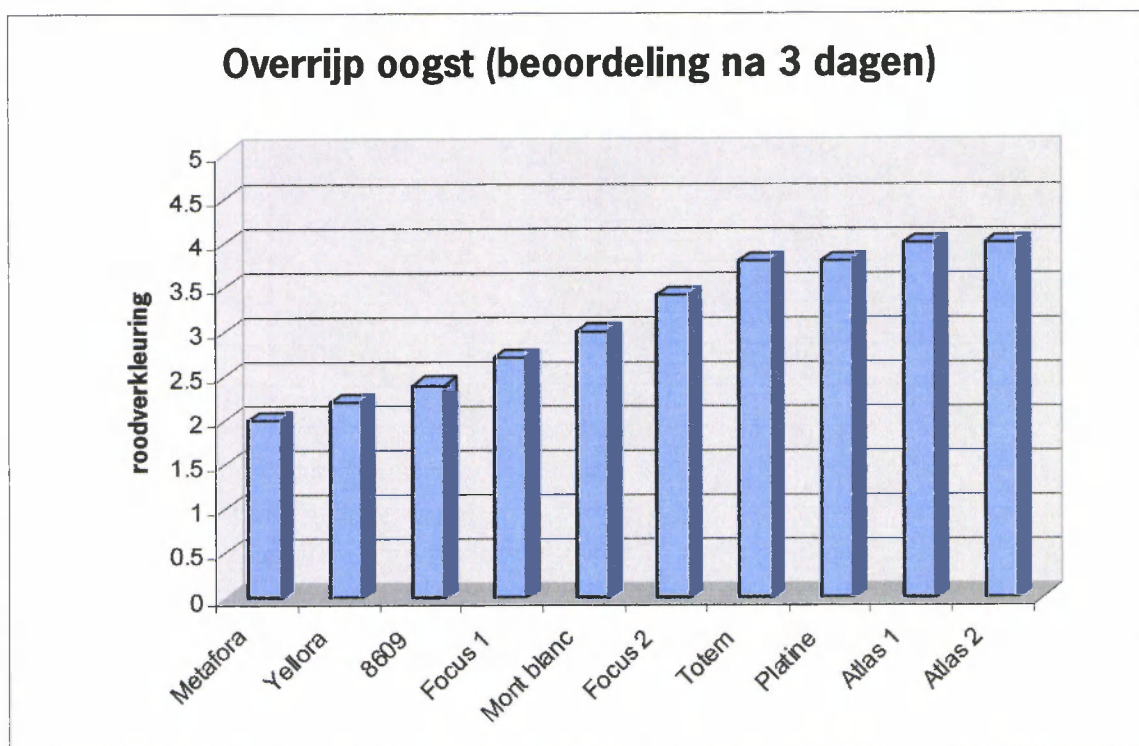


Figuur 3 – Gemiddelde roodverkleuring beoordeeld na 3 dagen bewaren op 4° en 8°C (partijen optimale geoogst).

De grafieken in figuur 3 en figuur 4 tonen respectievelijk de mate van verkleuring bij de rassen/partijen optimale geoogst en overrijp geoogst (2 dagen na optimale oogst) getest in het eerste experiment van de rasonderzoek.

De roodverkleuring is beoordeeld van 0 tot 5 als volgens:

- 0: geen verkleuring
- 1: licht verkleuring
- 2: nog acceptabele verkleuring
- 3: niet acceptabele verkleuring
- 4: veel verkleuring
- 5: veel en sterke verkleuring



Figuur 4 – Gemiddelde roodverkleuring beoordeeld na 3 dagen bewaren op 4° en 8°C (partijen overrijpe geoogst).

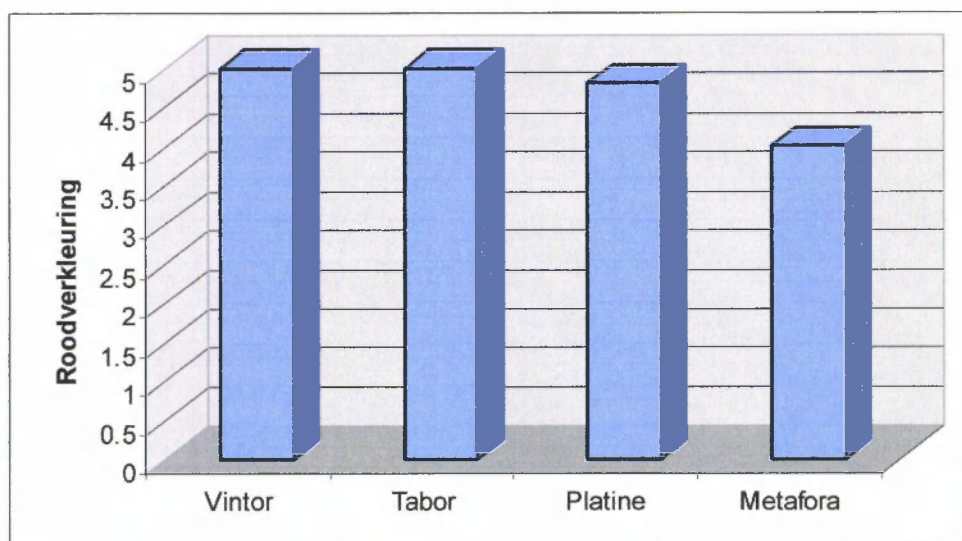
Tweede experiment rasonderzoek

Tabel 3 laat de gemiddelde pitlengte zien van de partijen gebruikt in het tweede experiment van de rasonderzoek.

Tabel 3 - gemiddelde pitlengte (%) van partijen gebruikt in de tweede rasproef.

Ras/partij	Pitlengte (%)
Vintor	36.90
Platine	63.17
Tabor	32.40
Metafora	45.66

De grafiek in figuur 5 toont de mate van verkleuring bij de rassen/partijen getest in het tweede experiment van de rasonderzoek. Uit de resultaten kan worden geconcludeerd dat Metafora minder gevoelig is voor roodverkleuring dan de andere geteste rassen/partijen.



Figuur 5 – Gemiddelde roodverkleuring beoordeeld na 5 dagen bewaren op 4° en 8°C.

3.2 Optimalisatie van behandeling en verpakking

Resultaten van stap 1 (uitgevoerd in april)

Pitlengte

De gemeten pitlengte van de partij Platine was 65%. De overall kwaliteit van de partij was slecht (er is veel hol geconstateerd en in een aantal geval was er pitbruin). De partij was ook bijzonder gevoelig voor roodverkleuring (enkele minuten na snijden was de verkleuring duidelijk zichtbaar).

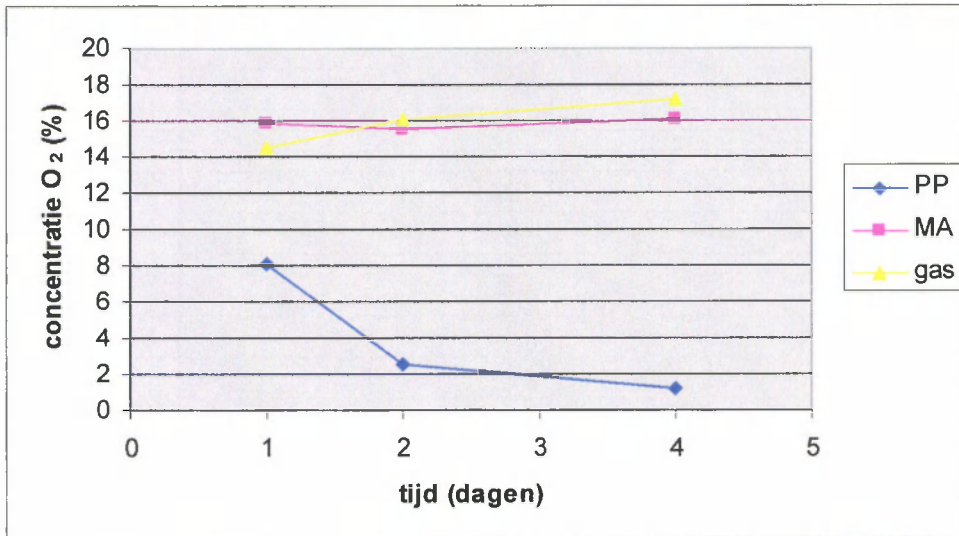
Gassamenstelling

De grafieken in figuur 6 en 7 tonen respectievelijke de gemiddelde concentratie zuurstof en koolzuur in iedere type verpakking gedurende de bewaarperiode. Elk punt geeft het gemiddelde waarde weer van alle voorbehandeling (het effect van de voorbehandeling op de gassamenstelling is te verwaarlozen).

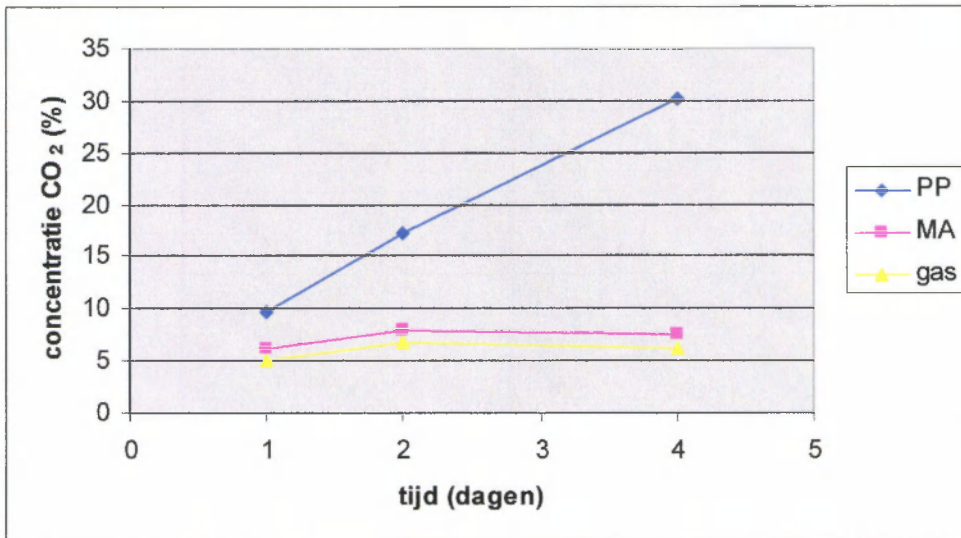
De concentratie zuurstof neemt af in de **PP verpakking** (Nefo folie) en na 4 dagen is bijna geen zuurstof meer in de kopruimte. Daarentegen stijgt de concentratie koolzuur snel in dit type verpakking. Door de ademhaling van het product wordt de zuurstof gebruikt en komt koolzuur vrij. Omdat dit type folie vrij dicht is, komt nauwelijks zuurstof in de verpakking en het laat weinig koolzuur door. Het resultaat is dat de concentratie zuurstof vrij snel daalt en de concentratie koolzuur toeneemt.

Wat de **MA verpakking** betreft wordt een evenwicht bereikt tussen de hoeveelheid zuurstof die wordt gebruikt door ademhaling van het product en de hoeveelheid zuurstof die de folie doorlaat. Daardoor is de concentratie zuurstof constant. Dezelfde geldt voor koolzuur, hoewel dat evenwicht later wordt bereikt.

In de **gasverpakking** is in eerste instantie alleen 100% stikstof. Doordat de folie van dit verpakking vrij open is, m.a.w. laat zuurstof en koolzuur door, neemt de concentratie zuurstof snel toe. De concentratie koolzuur neemt ook toe als resultaat van de ademhaling van het product. Ook hier wordt een evenwicht voor beide gassen bereikt.



Figuur 6 - Gemiddelde concentratie zuurstof in tijd bij iedere verpakkingstype.

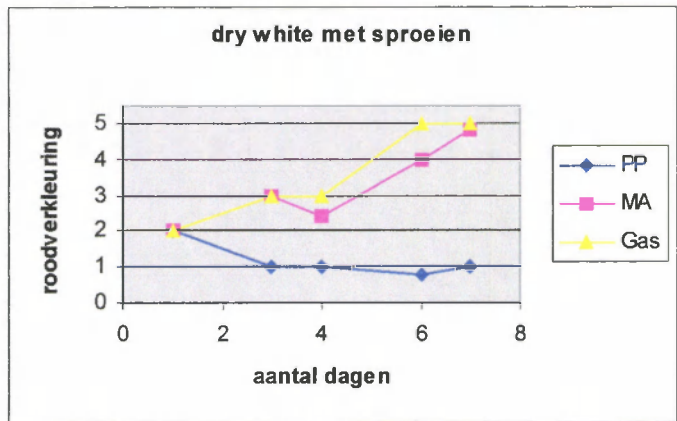
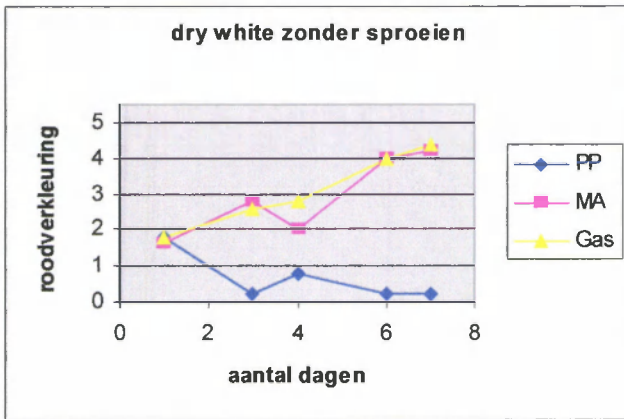
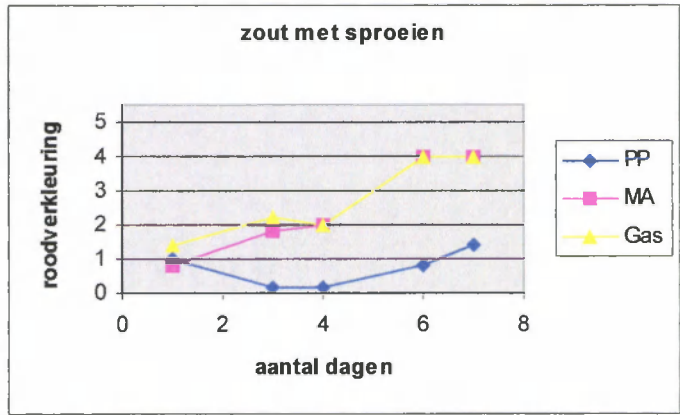
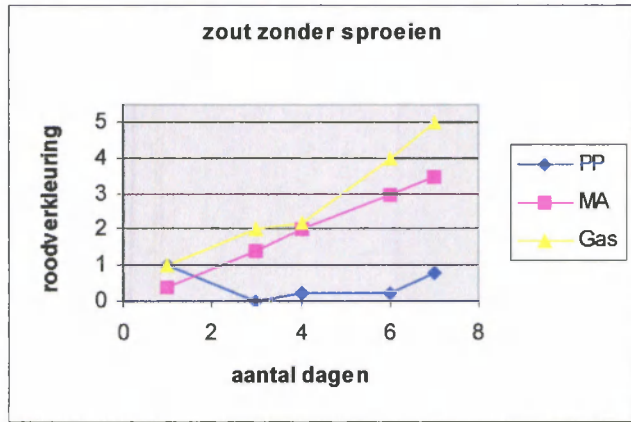
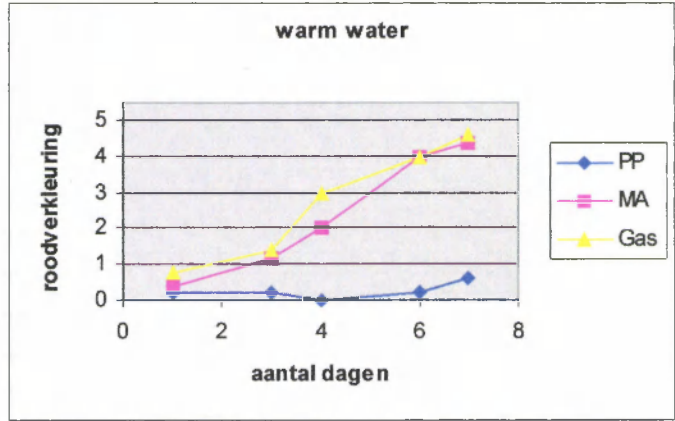
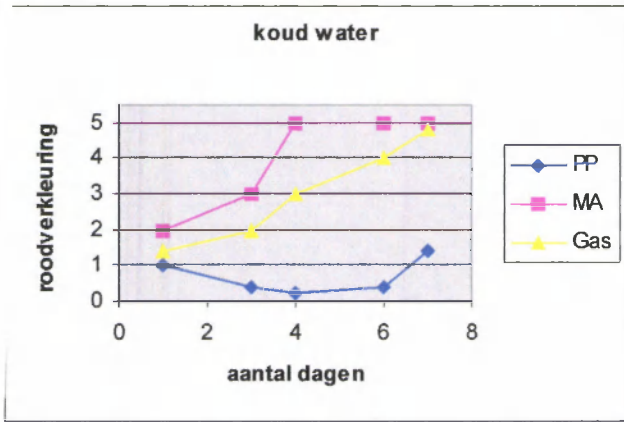


Figuur 7 - Gemiddelde concentratie koolzuur in tijd bij iedere verpakkingstype.

Sensorische beoordeling

De grafieken in figuur 8 geven aan de gemiddelde roodverkleuring bij iedere voorbehandeling en ieder verpakkingstype in tijd. Deze resultaten zijn door middel van een statistische analyse met elkaar vergeleken. Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- het type verpakking beïnvloedt de mate van roodverkleuring heel sterk. De PP (Nefo folie) verpakkingen tonen de laagste hoeveelheid roodverkleuring bij alle voorbehandelingen.
- wat roodverkleuring betreft is de witlof verpakt in de PP verpakking acceptabel gedurende de hele bewaarperiode. Daarentegen is het product verpakt in de gas- en MA verpakking niet meer acceptabel na 3 – 4 dagen. Tussen deze 2 laatste verpakkingen type zijn geen verschillen.
- De voorbehandeling met warm water en zout heeft het meeste effect om de roodverkleuring te remmen (na 4 dagen is nog acceptabel). De roodverkleuring score bij de niet voorbehandelde witlof (dompelen in koud water) is na 4 dagen 3 en 5 (respectievelijk voor de gas- en MA verpakking). Dompelen in Dry White heeft weinig tot geen positief effect op de hoeveelheid roodverkleuring
- Er is geen duidelijk verschil tussen wel of niet sproeien na het dompelen in zout of Dry White.
- Er is een geur- en smaak afwijking gevonden in bijna alle PP verpakkingen. De geur- en smaak afwijking is beschreven als zuur/fermentatie geur. De resultaten van de gassamenstelling in de verpakking bevestigen deze waarneming (de concentratie zuurstof in de PP verpakkingen is bijna nul). Bij de MA- en gasverpakkingen zijn er geen geur- of smaakafwijkingen geconstateerd.



Figuur 8 – Gemiddelde roodverkleuring bij iedere voorbehandeling en ieder verpakkingstype in tijd.

•

Resultaten en conclusies van optimalisatie stap 1:

De beoogde houdbaarheid is met de geteste voorbehandelingen en verpakkingstypen, voor deze partij, niet haalbaar. De gebruikte partij Platine heeft een grote pitlengte en was bijzonder gevoelig voor roodverkleuring (enkele minuten na snijden was de verkleuring duidelijk zichtbaar).

De PP verpakking heeft een gunstig effect op de roodverkleuring maar het product is niet acceptabel door geur- en smaakafwijkingen. De MA- en gasverpakkingen hebben geen geur- en smaakafwijking maar de hoeveelheid roodverkleuring is na 3-4 dagen niet meer acceptabel.

Dompelen in zout of warm water remt de roodverkleuring.

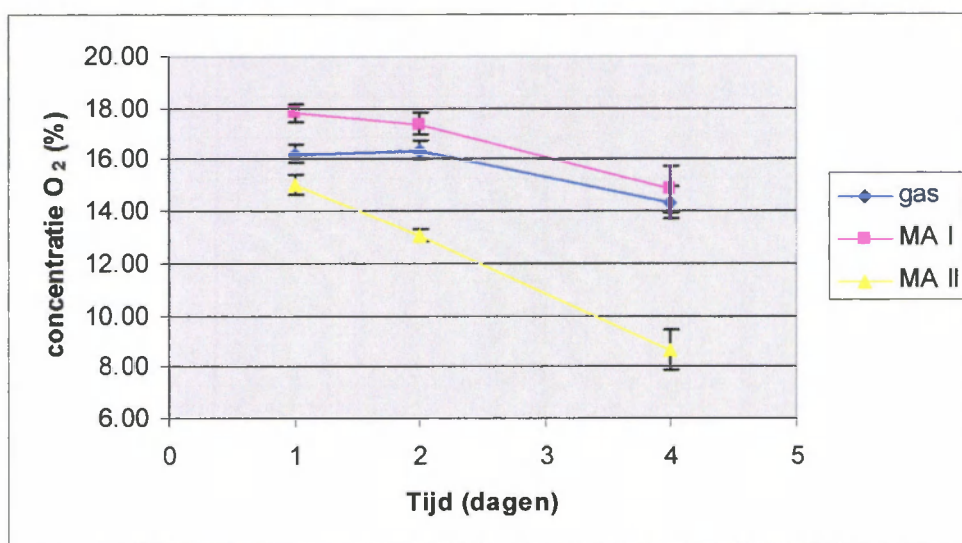
Resultaten van stap 2 (uitgevoerd in mei)

Pitlengte

De gemeten pitlengte van de partij Platine was 68% en van de partij Vintor 41%. De partij Platine was ook bijzonder gevoelig voor roodverkleuring (enkele minuten na snijden was de verkleuring duidelijk zichtbaar).

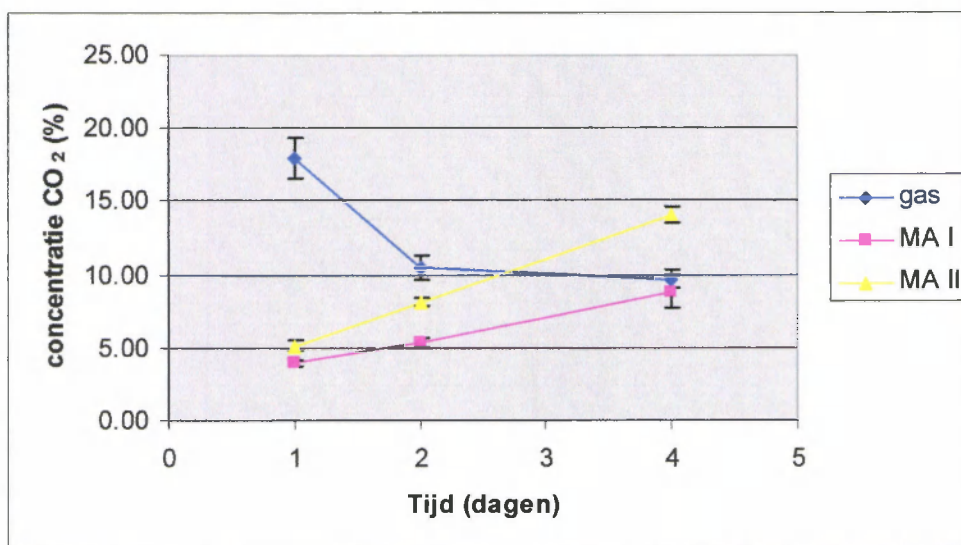
Gassamenstelling

De grafieken in figuur 9 en 10 tonen respectievelijk de gemiddelde concentratie zuurstof en koolzuur in ieder type verpakking gedurende de bewaarperiode. Ieder punt bestaat uit het gemiddelde van alle voorbehandelingen (het effect van de voorbehandeling op de gassamenstelling is te verwaarlozen). De gassamenstelling in de macrogeperforeerde verpakking is niet gemeten omdat deze door de veel en grote perforaties onveranderd blijft.



Figuur 9 - Gemiddelde concentratie zuurstof in tijd bij iedere verpakkingstype.

In alle 3 type verpakkingen daalt de concentratie zuurstof als gevolg van de ademhaling van het product. Verpakking MA I bestaat uit een folie met meer perforaties dan verpakking MA II. Verpakking MA I laat daarom meer zuurstof en koolzuur door. Daardoor neemt de concentratie zuurstof minder snel af dan bij MA II. Dezelfde geldt voor de gasverpakking (60%CO₂: 20%O₂: 20% N₂) omdat de folie van de gasverpakking dezelfde perforaties heeft als MA I.



Figuur 10 - Gemiddelde concentratie koolzuur in tijd bij iedere verpakkingstype.

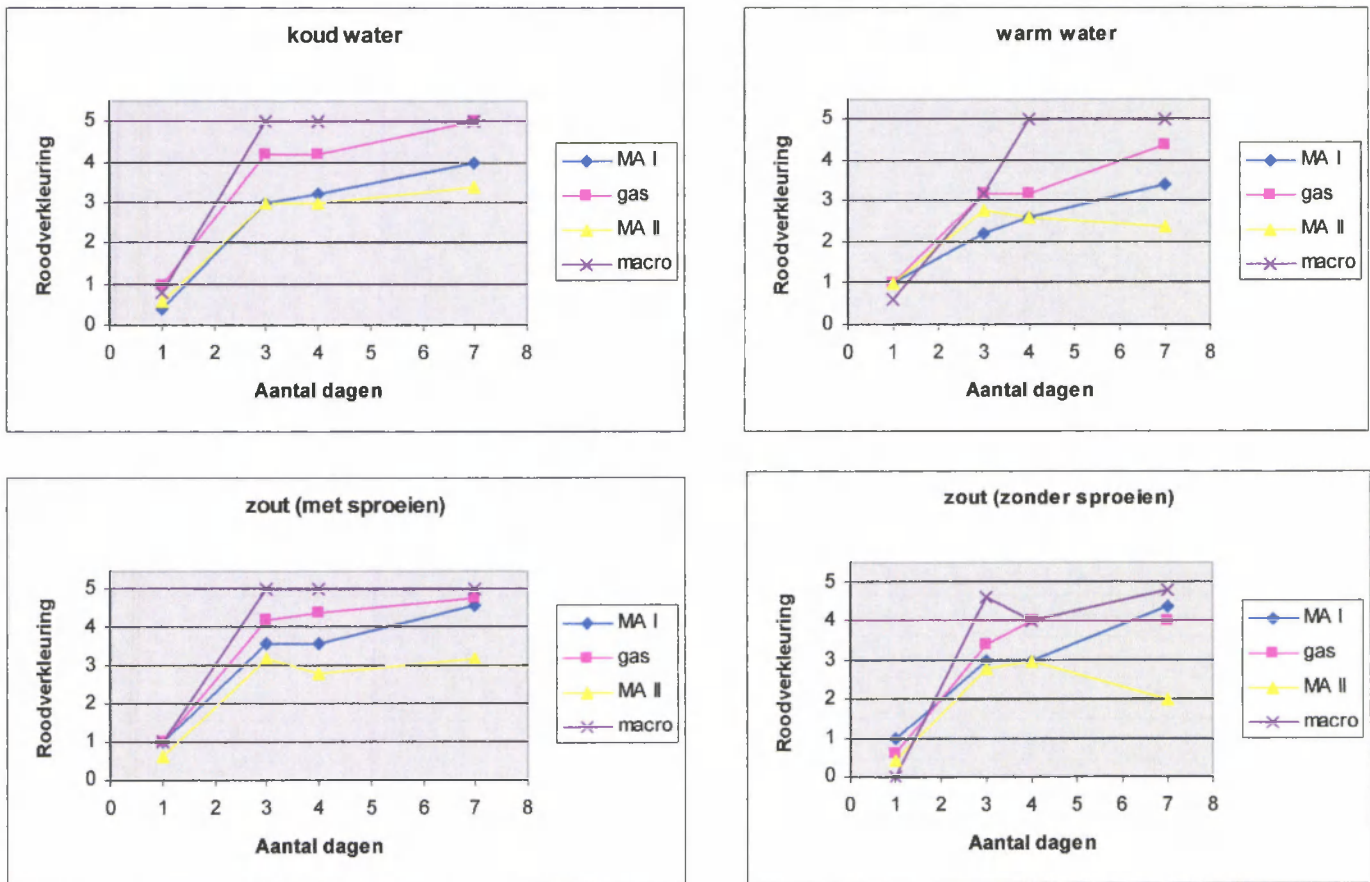
De concentratie koolzuur neemt toe in beide MA verpakkingen als gevolg van het product ademhaling. De opbouw van koolzuur verloopt sneller in de verpakkingen MA II dan MA I omdat MA II minder doorlaatbaar is dan MA I. Wat de gasverpakking betreft, daalt de concentratie koolzuur doordat de beginconcentratie in de verpakking vrij hoog is (60%). In eerste instantie is de koolzuur productie door ademhaling langzamer dan de uitstroom waardoor de concentratie koolzuur daalt. Op een gegeven moment is de snelheid van beide processen gelijk en wordt een evenwicht bereikt.

Sensorische beoordeling

De grafieken in figuur 11 geven de gemiddelde roodverkleuring aan bij iedere voorbehandeling en ieder verpakkingstype in tijd. Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Met de combinatie voorbehandeling met zout (zonder sproeien) en de verpakking MA II is de gesneden witlof na 7 dagen nog acceptabel.
- De witlof verpakt met de variabele MA II toont bij alle voorbehandelingen de minste hoeveelheid roodverkleuring. Het gewenst effect van de macro geperforeerde verpakking (remming van de roodverkleuring door uitdroging van de snijvlakken) is niet bereikt. De gasverpakking en MA I verpakking kunnen ook de roodverkleuring niet voldoende remmen.
- Uit de resultaten blijkt dat de voorbehandeling met zout, gevolgd door sproeien een slechter resultaat geeft dan de voorbehandeling met zout en zonder sproeien. De voorbehandeling met warm water geeft een iets slechter resultaat dan de voorbehandeling met zout (zonder sproeien).
- Er zijn geen geur- en/of smaakafwijking gevonden.

De hoeveelheid roodverkleuring in de verpakkingen MA II daalt na 3-4 dagen. De reden hiervoor is de toename van koolzuur in de verpakking. De koolzuur zorgt voor een verlichting van de roodverkleuring door de verlaging van de pH. Dit verklaart ook de lage hoeveelheid roodverkleuring gevonden in de PP verpakkingen gebruikt in stap 1. Deze verpakkingen vertonen hoge concentraties koolzuur.



Figuur 11 – Gemiddelde roodverkleuring bij iedere voorbehandeling en ieder verpakkingstype in tijd.

De resultaten van de partij Vintor (dompelen in koud water en dompelen in warm water, beide in combinatie met verpakking MA I) zijn vergelijkbaar met de resultaten van de partij Platine hierboven gepresenteerd.

Resultaten en conclusies van optimalisatie stap 2:

De beoogde houdbaarheid is met de voorbehandelingen dompelen in zout (zonder sproeien) en de verpakkingen varianten MA II haalbaar.

De geteste gasverpakking en de MA I variant zijn niet geschikt om de roodverkleuring te remmen.

Sproeien na het dompelen in zout geeft een minder effectieve resultaat dan niet sproeien na het dompelen in zout.

Er is geen geur- en smaakafwijking gevonden.

3.3 Effect van bewaring en pitlengte (aanvullende onderzoek)

Pitlengte

De gemeten pitlengte van de partij Vintor was 58.2%. Na de 3 dagen bewaring op 4°C is de pitlengte op nieuw bepaald: 62.5%. De pitlengte is bepaald aan het begin van iedere testdag voor het uitvoeren van de experimenten.

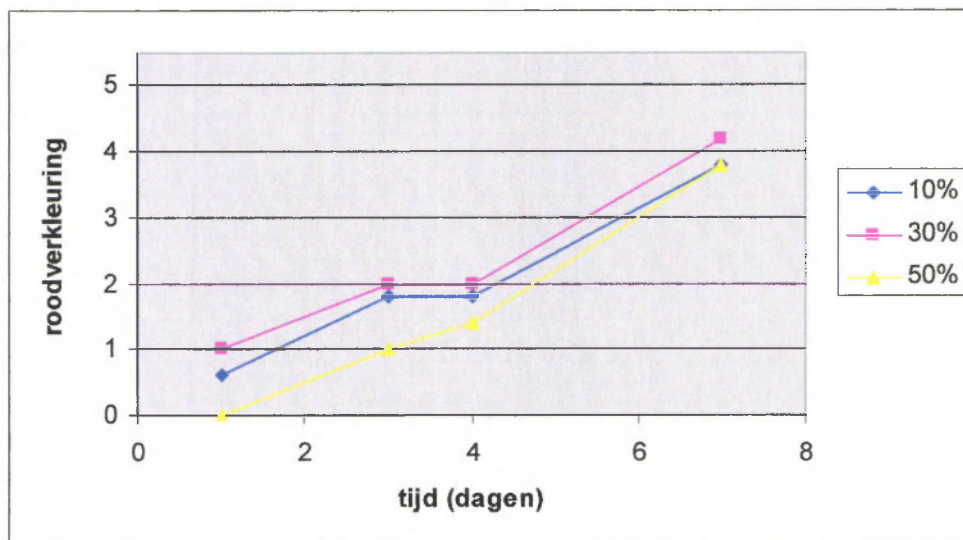
Sensorische beoordeling

Effect pitlengte

Om het effect van de pit op de roodverkleuring te onderzoeken, zijn verschillende hoeveelheden van de pit afgesneden vóór het verwerken van de witlof: 10, 30 en 50% van de gemiddelde pitlengte. De witlof is vervolgens precies op dezelfde manier behandeld en verpakt zodat de hoeveelheid afgesneden pit het enige verschil is tussen de verpakkingen: dompelen in zout, zonder sproeien en verpakt met folie gebruikt in verpakking variant MA II (zie stap 2 van de optimalisatie).

De grafiek in figuur 12 laat de gemiddelde roodverkleuring voor iedere hoeveelheid afgesneden pit zien. Uit deze resultaten blijkt dat in de eerste dagen de witlof waarbij 50% van de pit is afgesneden minder roodverkleuring vertoont. Deze verschillen verdwijnen echter naarmate het eind van de (gesimuleerde) keten wordt bereikt.

Uit de resultaten blijkt tevens dat de beoogde houdbaarheid niet haalbaar is. Na 7 dagen is de hoeveelheid roodverkleuring niet meer acceptabel. Dit resultaat komt niet overeen met de resultaten gevonden in stap 2 van de optimalisatie. Een mogelijk oorzaak van dit verschil is het ras (eerder is Platine gebruikt en in dit experiment is een partij Vintor gebruikt). De



Figuur 12 – Gemiddelde roodverkleuring in tijd van gesneden witlof waarbij 10%, 30% en 50% van de pit is verwijderd.

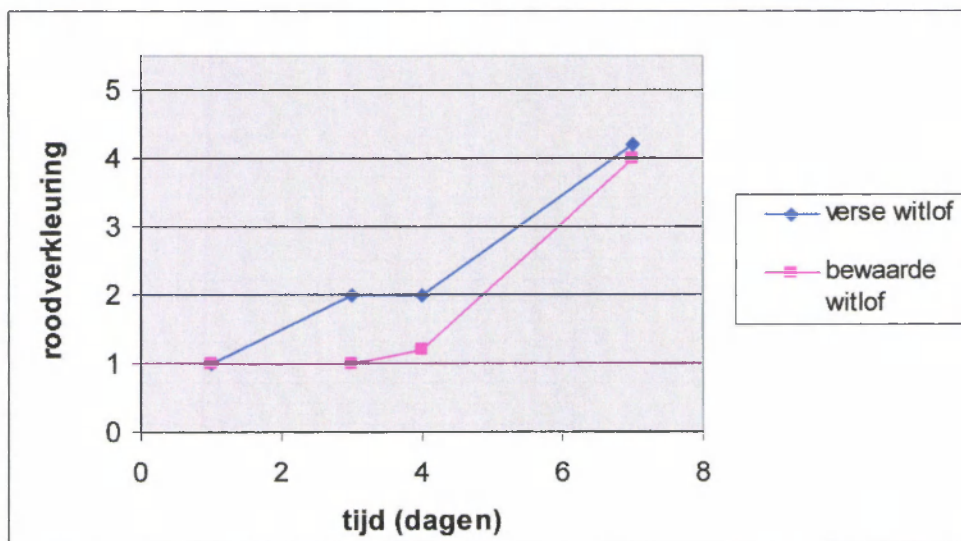
verschillende herkomsten van de partijen kan ook bijdragen aan het verschil in de resultaten. Dit resultaat duidt aan dat de methode gevoelig is voor het gebruikte type ras.

Effect bewaring

Om het effect van bewaring op de roodverkleuring te onderzoeken is dezelfde partij witlof verwerkt direct na oogst en verwerkt na 3 dagen bewaring op 4°C. De witlof is in beide dagen precies op dezelfde manier behandeld en verpakt: dompelen in zout, zonder sproeien en verpakt met folie gebruikt in verpakking variant MA II (zie stap 2 van de optimalisatie).

De grafiek in figuur 13 laat de gemiddelde hoeveelheid roodverkleuring voor de verse en bewaarde witlof zien. Uit deze resultaten blijkt dat in de eerste dagen de bewaarde witlof minder roodverkleuring vertoont. Dit verschil verdwijnen echter naar mate het eind van de (gesimuleerde) keten wordt bereikt.

Uit de resultaten blijkt tevens dat de beoogde houdbaarheid niet haalbaar is. Zoals hierboven beschreven kunnen de ras en/of herkomst hieraan bijdragen.



Figuur 13 – Gemiddelde roodverkleuring in tijd van gesneden witlof verwerkt uit verse en bewaarde witlof.

4 Voorlopige conclusies en vervolg

Zowel een behandeling met zout als de behandeling met warmwater hebben een significant remmede werking op de roodverkleuring van witlof in de verpakking. Het meest effectieve concept (proces en verpakking) om de roodverkleuring te remmen **lijkt dompelen met zout** (zonder vervolgens te sproeien) en verpakken in plastic zakken met **folie PA90 te zijn**. Met deze methode is in de tweede stap van de optimalisatie van dit onderzoek de beoogde houdbaarheid bereikt (THT 5-7 dagen). Bij het toepassen van deze methode bij een ander ras/partij is de beoogde houdbaarheid echter niet bereikt. Het verschil in ras en herkomst kan de oorzaak hiervan zijn. Voorlopig kan hieruit worden geconcludeerd dat er behoefte is om het concept robuuster te maken.

Een belangrijk en nuttig resultaat uit dit onderzoek is de rol van koolzuur en zuurstof. Uit de resultaten is gebleken dat een hoge concentratie koolzuur de roodverkleuring kan verlichten. De verwachting is dat het gebruik van een minimale hoeveelheid koolzuur en een lage concentratie zuurstof de mogelijkheid biedt om de ontwikkelde methode succesvol toe te passen bij verschillende rassen en partijen. Het is daarom van groot belang om deze minimale hoeveelheid koolzuur en zuurstof vast te stellen. Op deze manier kan het ontwikkelde concept robuuster worden gemaakt. Een minimale hoeveelheid zuurstof in de verpakking is belangrijk om geur- en smaakafwijkingen als resultaat van fermentatie te voorkomen.

Daarnaast is uit dit onderzoek gebleken dat:

- een intensiever wasstap ook belangrijk lijkt. De gesneden witlof is in de tweede stap van de optimalisatie langer en met gebruik van stromend water gewassen. Dat resulteert in minder roodverkleuring.
- de temperatuur beïnvloedt de snelheid van de kleurontwikkeling sterk. Een strakke controle van de temperatuur in de distributieketen is een voorwaarde om de gewenste haalbaarheid te realiseren.
- uitdroging van de snijvlakken is geen succesvolle techniek om de roodverkleuring in gesneden witlof te remmen.
- het gebruik van een folie met lage doorlaatbaarheid is niet mogelijk. In de verpakking ontstaan smaak- en geurafwijkingen. Anderzijds is een folie met hoge doorlaatbaarheid ook niet geschikt omdat de concentratie koolzuur niet de noodzakelijke waarden bereikt om de roodverkleuring te verlichten.

Betreffende het effect van de hoeveelheid afgesneden pit kan worden geconcludeerd dat in eerste instantie minder roodverkleuring optreedt in de verpakkingen waarbij 50% van de pit is afgesneden. Dit verschil verdwijnt naarmate de bewaarperiode voortduurt.

Uit het aanvullende onderzoek kan ook worden geconcludeerd dat in de eerste dagen de bewaarde witlof minder roodverkleuring vertoont dan de verse gesneden witlof. Dit verschil verdwijnt tevens naarmate de bewaarperiode voortduurt.

Uit het rasonderzoek is systematisch gebleken dat het ras Metafora minder gevoelig voor roodverkleuring is dan de andere rassen/partijen.

Tenslotte zijn er in een gemengde gesneden groentenmix interacties te verwachten. Wat het effect van deze interacties op de kwaliteit van de gesneden witlof zal zijn is nog niet getest. Speciale aandacht zou hieraan gegeven moeten worden in een vervolg van dit project.