

Agrotechnological Research Institute (ATO-DLO)
P.O. Box 17, 6700 AA Wageningen, The Netherlands

Instituut voor
Agrotechnologisch
Onderzoek

ATO-DLO

Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen



**Onderzoek in opdracht van
Productschap Tuinbouw**

Kleinverpakte gesneden witlof

Haalbaarheidsstudie naar het
minstens acht dagen bewaren van
kleinverpakte gesneden witlof,
met behoud van kwaliteit

G.J.P.M. van den Boogaard
E.P.H.M. Schijvens
W. van Deelen
F.W. van de Wall
A.Z. Zegveld

VERTROUWELIJK

Rapportnummer B385, 1999-12-15



ato-dlo



ato-dlo

Kleinverpakte gesneden witlof

Haalbaarheidsstudie naar het minstens acht dagen bewaren van kleinverpakte gesneden witlof, met behoud van kwaliteit

Onderzoek in opdracht van Productschap Tuinbouw

vertrouwelijk

**Agrotechnological
Research Institute**
(ATO-DLO)
Bornsesteeg 59
P.O. Box 17

NL-6700 AA Wageningen
Phone: +31.317.475000
Fax: +31.317.475347

G.J.P.M. van den Boogaard
E.P.H.M. Schijvens
W. van Deelen
F.W. van de Wall
A.Z. Zegveld

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gekopieerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

2251075

SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	5
2. DOEL VAN HET ONDERZOEK	6
3. MATERIAAL EN METHODE	6
3.1. GRONDSTOF	6
3.2. PRODUCT BEWERKING	6
3.3. VERPAKKEN.....	7
3.4. BEWARING.	8
3.5. METINGEN.....	8
4. RESULTATEN	9
4.1. SELECTIE VOORBEHANDELINGEN	9
4.2. ORIËNTERENDE EN DEFINITIEVE VERPAKKINGSEXPERIMENTEN	9
4.2.1. Gewichtsverliezen tijdens bewerking.....	9
4.2.2. Gassamenstelling in de verpakking tijdens de bewaring.....	10
4.2.3. Groen en rood-bruinverkleuring	11
4.2.4. Geur- en smaakafwijkingen.....	15
5. CONCLUSIES	16

Samenvatting

Tot nu toe is het niet mogelijk om gesneden witlof op de markt te brengen omdat deze al na één dag helemaal rood verkleurd is. Bij blootstelling aan licht treedt er ook een groenverkleuring op, die ook voorkomen moet worden. In deze haalbaarheidstudie is onderzocht of het mogelijk is witlof, gesneden en verpakt, gedurende acht dagen te bewaren, zonder noemenswaardige kwaliteitsachteruitgang.

In het onderzoek is eerst een selectie gemaakt van een aantal voorbehandelingen die de roodverkleuring remmen. Op basis van de mate van remming van de roodverkleuring en de toepasbaarheid in de praktijk is als voorbehandeling gekozen voor een dompeling gedurende 2 minuten in:

- 1% oplossing van natriumchloride
- water van 40°C g

Vervolgens zijn twee verpakkingsexperimenten uitgevoerd: één oriënterend en één definitief verpakkingsexperiment. In het oriënterend verpakkingsexperiment is de combinatie van voorbehandelingen met verpakken getest.

- ◆ Het resultaat van deze twee experimenten is dat het bewaren van gesneden en kleinverpakte witlof tot 7 dagen met behoud van kwaliteit (slechts geringe verkleuring) mogelijk is door:
 - Een voorbehandeling met natriumchloride oplossing van 1% in combinatie met,
 - Een verpakking van een folie met een doorlaatbaarheid van 19.400 ml/m².bar.dag voor O₂ en 16.200 ml/m².bar.dag voor CO₂.De bewaarcondities tijdens deze periode waren 6°C en blootstelling aan licht gedurende 12 uur per 24 uur (450 lux).
- ◆ Een plotselinge afname van de kwaliteit van het gesneden witlof als gevolg van bewaring bij 18° aansluitend op de bewaring bij 6°C werd niet waargenomen.
- ◆ De condities die in dit onderzoek als beste naar voren komen kunnen nog geoptimaliseerd worden zodat verlenging van de houdbaarheid (nu 6 tot 7 dagen) haalbaar moet zijn.

1. Inleiding

De afzet van witlof stagneert. De afzet beperkt zich tot die van hele witlof. Uitbreiding van de afzet met gesneden, kleinverpakte witlof past geheel in de huidige trend van vers en gemak. Echter tot nu toe is er geen of nauwelijks gesneden voorverpakte witlof op de markt.

Bij enkele groentesnijderijen is gevraagd wat het struikelblok is voor het op de markt brengen van dit product. Dit bleek de rood/bruin verkleuring te zijn die meestal 1 dag na het snijden al optreedt. Ook werd de pitlengte genoemd als een probleem. Veel groentesnijderijen hebben met verpakkingen en toevoegingen geprobeerd het probleem van de rood/bruin verkleuring op te lossen, maar dat is tot nu toe niet gelukt. Het snijden en verhandelen van witlof beperkt zich tot nu tot de markt van grootkeukens.

Om de belemmeringen voor het op de markt brengen van gesneden verpakte witlof uit de weg te nemen is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd.

De vraagstelling in dit onderzoek is:

1. Is het op de markt brengen van kleinverpakte gesneden witlof mogelijk uit het oogpunt van kwaliteit? (tot 8 dagen geen verkleuringen).
2. Welk type kleinverpakking zou geschikt zijn voor witlof?
3. Welke additionele behandelingen zijn noodzakelijk?

Op basis van deze vraagstelling is het onderzoek als volgt ingedeeld:

1. *Selectie van voorbehandelingen en verpakkingsmaterialen.*

Uit een groot aantal voorbehandelingen, die op basis van het mechanisme van de verkleuring effect zouden moeten hebben, worden er twee geselecteerd die de beste remming van de rood / bruinverkleuring vertonen. Bij de selectie wordt ook rekening gehouden met de mogelijkheid de voorbehandeling in de praktijk toe te passen.

Uit voorgaand onderzoek is bekend welke gasconcentraties een remmend effect hebben op verkleuring van witlof. Op grond hiervan zijn drie folievarianten geselecteerd voor de verpakkingsexperimenten.

2. *Twee verpakkingsexperimenten.*

Verschillende verpakkingsmaterialen en gassenstellingen worden getest op hun geschiktheid verkleuringen te beperken en de kwaliteit te behouden. Dit wordt uitgevoerd in combinatie met de eerder geselecteerde voorbehandelingen en verpakkingsmaterialen.

Het verpakkingsexperiment wordt in twee fasen uitgevoerd:

- 2a. Een oriënterend verpakkingsexperiment waarin de combinatie van verpakkingstechnieken en voorbehandelen wordt getest.
- 2b. Een definitief verpakkingsexperiment waarin wordt vastgesteld wat de houdbaarheid is van gesneden en verpakte witlof onder, voorlopig, de beste voorbehandelingen en verpakkingstechnieken.

2. Doel van het onderzoek

Vaststellen welke voorbehandelingen in combinatie met welke verpakkingssomstandigheden een kans bieden witlof als gesneden product acht dagen te bewaren zonder noemenswaardige kwaliteitsachteruitgang.

3. Materiaal en methode

3.1. Grondstof

Het witlof die gebruikt werd voor de selectie van de voorbehandeling is afkomstig van de detailhandel.

Voor de twee verpakkingsexperimenten, zowel de oriënterende als de definitieve, is witlof van het ras Atlas, gebruikt. De verpakkingsexperimenten werden ingezet op dezelfde dag als het witlof werd geoogst.

3.2. Product bewerking

Voor alle experimenten werd 1½ cm van de stronk afgesneden om de pit grotendeels te verwijderen.

Voor de selectie van de voorbehandelingen en het oriënterende verpakkingsexperiment werd het witlof gesneden met een Hällde. De snitbreedte was 2 mm.

Voor het definitieve verpakkingsexperiment werd het witlof gesneden met een URSCHEL type OV. Dit type snijder is speciaal geschikt voor het snijden van schijfjes. De snitbreedte was 3 mm.

Meteen na het snijden werd het witlof gewassen in een Glastra "kristalwasser" (inhoud 100 liter water), gedurende 5 minuten.

Voor de selectie van de voorbehandeling werd het gesneden witlof vervolgens gedurende 2 minuten gedompeld in:

- Water met een temperatuur van 40, 45, 50, 55, 60, 65 of 70°C,
- Oplossingen van natriumchloride, citroenzuur, ascorbinezuur, azijnzuur, melkzuur of cysteine of in ananassap.

Voor het oriënterende en het definitieve verpakkingsexperiment werd na het wassen (T=6°C) het witlof, gedurende 2 minuten gedompeld in:

- Water (T=6°C),
- Oplossing van 1% natriumchloride (T=6°C),
- Water van 40°C.

Aansluitend aan het dompelen werd het witlof gedroogd door 2 minuten te centrifugeren.

Temperatuur waarbij de bewerkingen zijn uitgevoerd: Met uitzondering van de selectie van de voorbehandeling, die zijn uitgevoerd bij kamertemperatuur, zijn alle bewerkingen (snijden, wassen en dompelen) uitgevoerd bij een temperatuur van 6°C waarbij ook het waswater of de oplossingen een temperatuur hadden van 6°C.

Voor het overzicht zijn in tabel 1 materiaal en methoden voor de twee verpakkingsexperimenten samengevat.

Tabel 1. Materiaal en methode voor de beide verpakkingsexperimenten met gesneden witlof

Materiaal en methode	Oriënterend verpakkingsexperiment	Definitief verpakkingsexperiment
Grondstof	ras: atlas	ras: atlas
Productbewerking		
Temperatuur	6°C	6°C
Snijmachine	Hällde	URSCHEL type OV
Snitbreedte	2 mm	3 mm
Voorbehandelingen	water, 1% NaCl, 40°C	water, 1%NaCl, 40°C
Verpakken		
Verpakkingsmateriaal	Folievariant I en folievariant III	folievariant I en folievariant II
Gasconditie	MA en Gasverpakt	MA
Bewaring		
Temperatuur	6°C ± 0,2°C	6°C ± 0,2°C
Duur	tot 7 dagen,	tot 8 dagen,
Beoordeling	na 7 dagen	na 2,4,6 en 8 dagen

3.3. Verpakken.

Voor het oriënterende en het definitieve verpakkingsexperiment werd 400 gram gesneden en voorbehandelde witlof verpakt (zakje van 24,5 x 17,0 cm). De permeabiliteit van de gebruikte folievarianten staan in Tabel 2.

Tabel 2. Permeabiliteit van gebruikte folievarianten.

Variant	Permeabiliteit	
	O ₂ (ml/m ² .bar.dag)	CO ₂ (ml/m ² .bar.dag)
I	19.400	16.200
II	20.100	17.200
III	46.500	43.300

Het gesneden witlof is in combinatie met de folies verpakt met de volgende technieken:

- MA; Opbouw van de gasconcentratie vindt plaats door ademhaling van het product in combinatie met de permeabiliteit van het verpakkingsmateriaal.
- Gasverpakt; Een startconcentratie CO₂ en een verlaagde concentratie O₂ wordt aangebracht met behulp van een gasverpakkingsmachine en handhaving van deze condities door ademhaling van het product in combinatie met de permeabiliteit van het verpakkingsmateriaal. De aangebrachte gasconcentraties zijn voor:

folievariant I 10% O₂ en 10% CO₂

folievariant III 15% O₂ en 5% CO₂

MA-verpakken is een techniek die makkelijk is toe te passen op een relatief goedkope machine. De permeabiliteit van de folie in combinatie met de activiteit van het product heeft als gevolg dat er een gunstige gasconcentratie in de verpakking wordt opgebouwd. De opbouw van deze gunstige conditie neemt echter enkele dagen in beslag.

Bij de gebruikte manier van gasverpakken wordt de gunstige gasconcentratie in de verpakking aangebracht voordat de verpakking wordt dicht geseald. De permeabiliteit van de folie in combinatie met de activiteit van het product zorgt er voor dat deze gunstige concentratie gehandhaafd blijft. Deze methode heeft als voordeel dat al direct na het sluiten van de verpakking de gunstige gasconcentraties zijn gerealiseerd.

3.4. Bewaring.

Voor de selectie van de voorbehandelingen werd het witlof bewaard gedurende 24 uur bij 20°C, waarna de verkleuring beoordeeld werd.

Voor het oriënterende en het definitieve verpakkingsexperiment werd het gesneden, behandelde en verpakte witlof bewaard bij 6°C ± 0,2°C. De verpakkingen bevonden zich per etmaal (24 uur), 12 uur aaneensluitend in het licht (450lux) en 12 uur in het donker.

3.5. Metingen.

- Gasconcentratie in de verpakking:

De metingen zijn uitgevoerd met een microgaschromatograaf CP2002 met automatische monsternamen en calibratie.

De volgende metingen zijn uitgevoerd aan het product:

- Gewicht verliezen veroorzaakt door snijden en voorbehandelingen bij beide verpakkingsexperimenten,
- Visuele beoordeling, door een rangschikking binnen een vergelijkbare set op volgorde van de mate van verkleuring. Bovendien zijn opmerkingen genoteerd. Deze beoordeling is toegepast bij de selectie van de voorbehandelingen.
- Visuele beoordeling van de groen- en de rood- of bruinverkleuring. Deze beoordeling is toegepast aan het witlof van de beide verpakkingsexperimenten. Hierbij is de volgende schaal gebruikt:

0 = geen verkleuring zichtbaar

1 = eerste verkleuring waarneembaar

2 = verkleuring nog net acceptabel

3, 4 en 5 = verkleuring onacceptabel (5 meer dan 4 en 4 meer dan 3).

- Instrumentele meting van de kleur met Minolta kleurmeter.

De rood/bruinverkleuring wordt uitgedrukt in een "a-waarde". Hoe hoger deze waarde hoe meer het witlof is verkleurd.

- Geur en smaak. De geur en smaak wordt aangeduid met 0 of 1:

0 = er is geen afwijking geconstateerd

1 = er is een afwijking geconstateerd (hetgeen onacceptabel is).

Voor het overzicht is in Tabel 2 nog eens een overzicht gegeven van materiaal en methode voor de twee verpakkingsexperimenten.

4. Resultaten

4.1. Selectie voorbehandelingen

De tabel met resultaten van de visuele beoordelingen en instrumentele kleurmetingen is in de bijlage opgenomen. Uit deze tabel blijkt dat:

- De behandelingen met ascorbinezuur en citroenzuur de bruinverkleuring beperken. Dit is echter alleen bij concentraties van 1% of hoger het geval. Bij deze hogere concentraties krijgt het witlof echter een glazig uiterlijk wat duidt op beschadiging van het weefsel.
- De combinaties van ascorbinezuur met citroenzuur hebben een matige beperking van de verkleuring tot gevolg. Ook bij deze combinaties treedt glazigheid op.
- Dompelen van het gesneden witlof in een oplossing van natriumchloride resulteert duidelijk in een beperking van de verkleuring. Vooral een oplossing van 1% natriumchloride geeft een goed resultaat. Het toepassen van een oplossing van natriumchloride als dompelveeistof bij de productie van vers gesneden groente, lijkt geen onoverkomelijk bezwaar. Het zal echter nader moeten worden onderzocht.
- Voorbehandelingen met Melkzuur of azijnzuur geven een slechter resultaat dan alleen wassen met water. Deze behandelingen hebben vooral vochtafscheiding tot gevolg.
- De voorbehandeling met een oplossing van Cysteïne, een aminozuur, heeft een duidelijk gunstige invloed op de verkleuring. Ook het ananassap beperkt de verkleuring, maar het resultaat is beperkt en er ontstaat een glazig uiterlijk. Het gebruik van cysteïne in de praktijk licht echter niet voor de hand.

Op basis van deze resultaten is er voor gekozen het witlof die verpakt zal worden gedurende 2 minuten de volgende voorbehandelingen te geven:

- Wassen in water (als blanco)
- Wassen in water van 40°C,
- Wassen in een oplossing van 1% natriumchloride

4.2. Oriënterende en definitieve verpakkingsexperimenten

4.2.1. Gewichtsverliezen tijdens bewerking

De resultaten van de gewichtsverliezen gemeten tijdens bewerkingen voor beide experimenten, zijn weergegeven in de Tabellen 3 en 4.

Tabel 3. Gewichtsverliezen als gevolg van de bewerkingen voor het oriënterende verpakkingsexperiment.

Voorbehandeling	Gewicht (g) voor snijden*	Gewicht (g) na centrifugeren	Rendement %
Wassen in water (blanco)	8381	5194	62
Wassen in 1% NaCl	8202	4200	51
Wassen in water van 40°C	9130	5091	56

* Na verwijdering van 1½ cm van de stronk.

Uit de gewichtsverliezen van de Tabellen 3 en 4 blijkt dat deze voor beide experimenten erg groot zijn. Deze grote gewichtsverliezen worden zeer waarschijnlijk veroorzaakt door verlies van celvocht op de snijvlakken van het gesneden witlof.

Tabel 4. Gewichtsverliezen als gevolg van de bewerkingen voor het oriënterende verpakkingsexperiment.

Voorbehandeling	Gewicht (g) voor snijden*	Gewicht (g) na Centrifugeren	Rendement %
Wassen in water (blanco)	20855	15844	76
Wassen in 1% NaCl	16564	11224	68
Wassen in water van 40°C	16190	11603	72

* Na verwijdering van 1½ cm van de stronk.

Het rendement van de bewerkingen voor het definitieve verpakkingsexperiment (Tabel 3) blijkt gemiddeld 10% hoger te zijn dan voor het oriënterende verpakkingsexperiment. Het belangrijkste verschil in bewerking van deze twee experimenten ligt in de breedte van de snit en het gebruikte snijapparaat. Dit effect van een andere snijmachine en snit maken het waarschijnlijk dat het verlies van celvocht op de snijvlakken, het gewichtsverlies in belangrijke mate veroorzaakt.

4.2.2. Gassamenstelling in de verpakking tijdens de bewaring

Het resultaten van de metingen van de gassamenstelling in de verpakking zijn weergegeven in de Tabellen 5 en 6.

Tabel 5. Gassamenstelling in de verpakking van het oriënterende verpakkingsexperiment met gesneden witlof, tijdens de bewaring.

Tijd van bewaren (dagen)	Verpakkings variant							
	Folievariant I MA		Folievariant III MA		Folievariant I Gasverpakt		Folievariant III gasverpakt	
	%O ₂	%CO ₂	%O ₂	%CO ₂	%O ₂	%CO ₂	%O ₂	%CO ₂
0	20,9	0,03	20,9	0,03	12,7	9,2	16,8	6,2
2	15,8	6,4	19,3	3,2	14,9	8,2	19,2	3,5
4	15,5	7,3	18,6	4,1	14,0	9,3	18,6	4,1
7	12,5	9,8	16,8	5,6	9,8	12,2	16,3	6,0

Uit Tabel 4 blijkt dat de twee verschillende verpakkingsmaterialen een duidelijke andere gasconcentratie in de verpakking tot gevolg hebben. Dit is conform de verwachting aan de hand van de gaspermeabiliteit van het gebruikte verpakkingsmateriaal. Er blijken ook duidelijke verschillen in gasconcentraties tussen de MA en gasverpakte verpakkingen te bestaan. Voor deze verschillen is niet eenvoudig een verklaring te geven. Hiervoor zou nader onderzoek nodig zijn.

Tabel 6. Gassamenstelling in de verpakking van het definitieve verpakkingsexperiment met gesneden witlof, tijdens de bewaring.

Tijd van bewaren (dagen)	Verpakkingsvariant			
	Folievariant I MA		Folievariant II MA	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
0	20,5	1,1	20,4	2,0
2	16,1	7,3	17,0	6,6
4	16,1	7,1	15,8	8,6
7	14,2	8,6	15,8	7,0

Bij een vergelijking van de gasconcentraties voor de twee verpakkingsmaterialen in Tabel 5 blijkt het verschil zeer beperkt zijn. Dit is conform de verwachting op basis van de gaspermeabiliteit van de beide verpakkingsmaterialen.

4.2.3. Groen en rood-bruinverkleuring

De resultaten van de visuele beoordeling uitgevoerd na 7 dagen bewaren bij 6°C van het gesneden en verpakte witlof van het oriënterend verpakkingsexperiment zijn samengevat in Tabel 7.

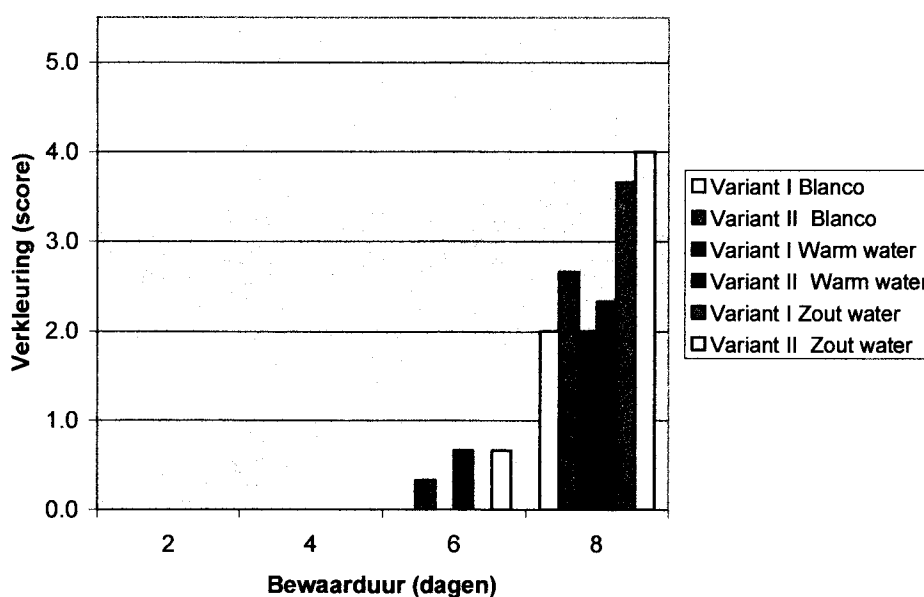
Tabel 7. Verkleuring van het gesneden witlof na 7 dagen bewaren bij 6°C en dagelijkse blootstelling aan licht (450 lux) van 12 uur.

Voor-behandeling	Materiaal	Techniek	Kwaliteitsaspect			
			groen	rood	a-waarde	Geur
Blanco	Folievariant I	Gasverpakt	1,0	4,0	2,6	1,0
		MA	1,0	4,0	4,4	0,0
	Folievariant III	Gasverpakt	4,0	5,0	3,6	0,0
		MA	4,0	5,0	5,7	0,0
Water 40°C	Folievariant I	Gasverpakt	1,0	3,0	1,0	1,0
		MA	1,0	3,0	0,0	0,0
	Folievariant III	Gasverpakt	3,0	3,7	1,0	0,0
		MA	4,0	4,0	1,3	0,0
1% NaCl	Folievariant I	Gasverpakt	1,0	2,0	-1,4	1,0
		MA	1,0	1,0	1,0	0,0
	Folievariant III	Gasverpakt	4,0	3,0	-0,3	0,0
		MA	4,0	3,0	-4,5	0,0

De resultaten van de visuele beoordelingen van het definitieve verpakkingsexperiment zijn weergegeven in Fig. 1. De resultaten per dag zijn in opgenomen in de bijlage (Tabel 2).

Uit Tabel 7 blijkt alleen de folievariant een effect te hebben op de ontwikkeling van de groene kleur. Noch de voorbehandeling, noch de variatie in gasverpakt of MA hebben effect op de ontwikkeling van de groenverkleuring.

Figuur 1. Scoreverloop in de tijd voor groenverkleuring van gesneden witlof bij 6°C. Vergelijking van verschillende voorbehandelingen en verpakkingen.



Uit Figuur 1 blijkt dat voor alle varianten, pas na 6 dagen een groenverkleuring is vastgesteld. Deze groenverkleuring wordt alleen geconstateerd in het witlof verpakt in folievariant II. Hieruit blijkt dan ook duidelijk dat ook in dit experiment folievariant I, de groenverkleuring remt. Na acht dagen is in alle verpakkingen de groene kleur nog net wel acceptabel of niet meer acceptabel. Verschil tussen de folievarianten voor wat betreft groenverkleuring is in dit stadium niet meer aantoonbaar.

Net als bij het oriënterend verpakkingsexperiment blijkt de voorbehandeling geen effect te hebben op de groenverkleuring. Opvallend is de hoge score groenverkleuring na acht dagen bewaren, van het witlof behandeld met 1% natriumchloride ten opzichte van de andere voorbehandelingen. Mogelijk dat de groenverkleuring in het witlof van de andere voorbehandelingen beïnvloedt wordt door de sterke roodverkleuring die in dit witlof is opgetreden.

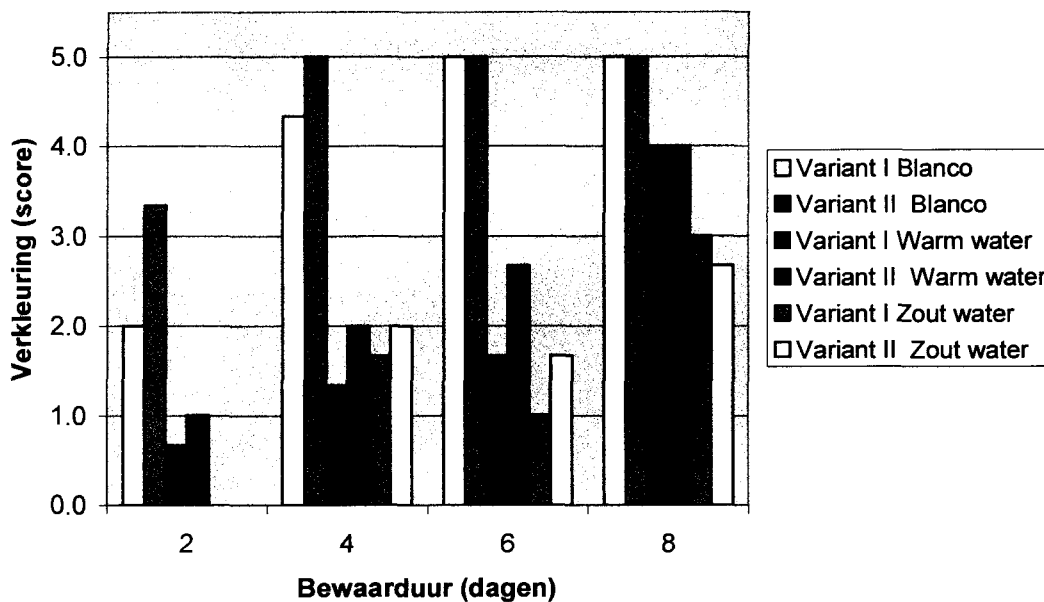
Wat betreft de roodverkleuring, blijkt volgens Tabel 7, dat de voorbehandeling en de verpakking een gecombineerd effect hebben. Bij de voorbehandelingen is het vooral de oplossing van 1% natriumchloride die een significante remming van de roodverkleuring te zien geeft. De behandeling met water van 40°C heeft ook een beperking van de roodverkleuring tot gevolg, maar het effect is minder sterk dan bij 1% natriumchloride.

Het verpakkingsmateriaal van variant I heeft van de verpakkingsmaterialen het meeste effect op de roodverkleuring. Het beste resultaat wordt dan ook bereikt door de combinatie van een oplossing van 1% natriumchloride met variant I. Gasverpakken heeft geen additioneel effect op de roodverkleuring.

Op basis van het oriënterende verpakkingsexperiment zou op basis van de rood- en groenverkleuring een bewaring tot 7 dagen mogelijk zijn indien het gesneden witlof een voorbehandeling met 1% natriumchloride krijgt en MA-verpakt wordt in folievariant I.

De resultaten van de instrumentele kleurmeting als "a-waarde", lopen geheel parallel met de visuele score. Dus ook op basis van de instrumentele kleurmeting blijkt er een significant effect van de voorbehandeling met 1% natriumchloride op de roodverkleuring te zijn. In de instrumentele kleurmeting treden grote spreidingen op omdat slechts kleine stukjes witlof gemeten kunnen worden en de verschillen tussen de individuele stukjes groot zijn. Deze grote spreiding is er waarschijnlijk verantwoordelijk voor dat het effect van de folie op de roodverkleuring niet significant tot uiting komt.

Figuur 2. Scoreverloop in de tijd voor roodverkleuring van gesneden witlof bij 6°C. Vergelijking van verschillende voorbehandelingen en verpakkingen



Uit Figuur 2 blijkt dat de voorbehandelingen een duidelijk effect hebben op de ontwikkeling van de rode kleur. Al na 2 dagen is het witlof die alleen met water is behandeld (blanco) onacceptabel roodverkleurd. De voorbehandeling met water van 40°C laat een duidelijke vertraging van de roodverkleuring zien ten opzichte van de blanco behandeling. Na 2 dagen is er begin van roodverkleuring, die echter veel minder is dan de roodverkleuring van de blanco monsters. Na 4 en 6 dagen resulteert de voorbehandeling met water van 40°C tot een net acceptabele roodverkleuring (in folievariant I). Het verschil tussen de behandeling met water van 40°C en de blanco na 4 dagen bewaren is ook goed te zien op de foto van Fig. 3.

De voorbehandeling met een oplossing van 1% natriumchloride heeft een nog sterkere remming van de roodverkleuring, dan de behandeling met water van 40°C. Echter na 4 dagen bewaren lijkt het verschil in effect op de roodverkleuring van water van 40°C en een oplossing van 1% natriumchloride beperkt te zijn. Na 6 en 8 dagen is er echter weer een duidelijk verschil (Score \pm 1 punt). Op de foto in Fig. 4 zijn de effecten van een behandeling met water van 40°C en 1% natriumchloride ten opzichte van de blanco te zien.

Uit Fig. 2 blijkt dat bij beoordelingen op roodverkleuring na 2, 4 en 6 dagen de score van het witlof, verpakt in folievariant I steeds lager is dan van het witlof verpakt in folievariant II. Folievariant I heeft in combinatie met elke voorbehandeling een remmende invloed op de roodverkleuring. Dit is een bevestiging van het gunstige effect van folievariant I van het oriënterende verpakkingsexperiment (Tabel 5).

Op basis van het definitieve verpakkingsexperiment zou op basis van de rood- en groenverkleuring een bewaring tot 6 dagen mogelijk zijn indien het gesneden witlof een voorbehandeling met 1% natriumchloride krijgt en MA wordt verpakt folievariant I. Dit was de combinatie die ook in het oriënterende experiment het beste resultaat opleverde en na 7 dagen een verkleuring gaf die nog acceptabel was.

Voor geen van de voorbehandelingen is momenteel een bewaring van 8 dagen zonder onacceptabele groen- of roodverkleuring mogelijk. Omdat de verkleuring na 7 dagen nog net wel acceptabel was, moet een verdere optimalisatie kunnen leiden tot gesneden witlof die 8 dagen bewaarbaar is zonder onacceptabele verkleuringen.

De aansluitende bewaring bij 18°C had gemiddeld een stijging van 0,1 van de score tot gevolg wat is te zien in Tabel 2 van de bijlage. Deze toename blijkt onafhankelijk te zijn van voorbehandeling of verpakkingsmateriaal.

Tabel 8. a-waarde van gesneden witlof van het definitieve verpakkingsexperiment na 2 en 8 dagen bewaring bij 6°C.

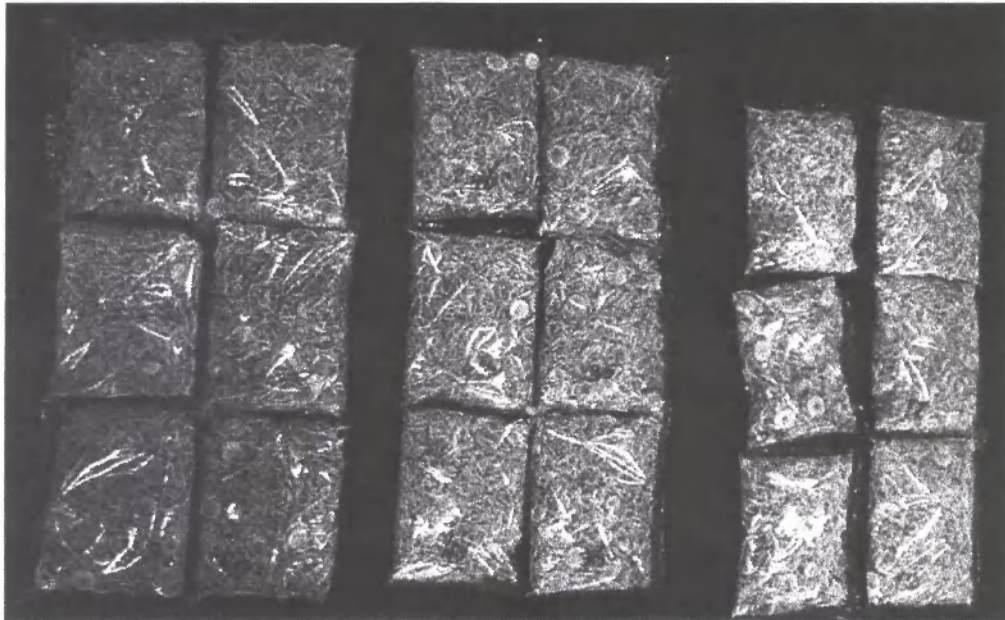
Wassen	Materiaal	a-waarde	
		2 dagen	8 dagen
Blanco	Variant I	-1,6	2,2
	Variant II	-1,6	3,3
Temp	Variant I	-2,7	3,2
	Variant II	-2,9	2,0
zout	Variant I	-3,4	-0,3
	Variant II	-2,2	-0,8

De resultaten van de instrumentele metingen zoals weergegeven in Tabel 8, geven hetzelfde beeld te zien als de visuele score van de roodverkleuring. Ook uit deze metingen blijkt duidelijk dat een behandeling met 1% natriumchloride een sterk en een temperatuurbehandeling van 40°C een beperkt remmend effect hebben op de roodverkleuring van het gesneden witlof. Om verschillen tussen folievarianten aan te tonen is deze meetmethode niet nauwkeurig genoeg.

Figuur 3. Gesneden witlof in verpakkingsvariant I na 4 dagen bewaring bij 6°C. Van links naar rechts de volgende voorbehandelingen, blanco waswater, warm waswater en zout waswater.



Figuur 4. Gesneden witlof in verpakkingvariant I na 8 dagen bewaring bij 6°C. Van links naar rechts de volgende voorbehandelingen, blanco waswater, warm waswater en zout waswater.



4.2.4. Geur- en smaakafwijkingen.

In de gasverpakkingen van folievariant I, in het oriënterend verpakkingsexperiment, werd een duidelijke geur afwijking geconstateerd, zoals is te zien in Tabel 5. Op het einde van de bewaarperiode (7 dagen) is de O₂ -concentratie in deze verpakking 3% lager en de CO₂ -concentratie 2,5% hoger dan in de MA verpakkingvariant. Waarschijnlijk is dit verschil in gasconcentratie verantwoordelijk voor de geurafwijkingen. Om deze reden is in het definitieve verpakkingsexperiment de gasverpakking niet meer toegepast.

Bij de smaakbeoordeling is er speciaal op gelet of het gesneden witlof die gedompeld is in een oplossing van 1% natriumchloride, zouter van smaak is dan het witlof die de twee andere voorbehandelingen hebben ondergaan. In geen van de twee verpakkingsexperimenten is enige mate van een verschil in zoute smaak geconstateerd.

5. Conclusies

- Met behoud van kwaliteit, is het 6 tot 7 dagen bewaren van gesneden en kleinverpakte witlof mogelijk met behulp van een voorbehandeling in een oplossing van 1% natriumchloride, en het verpakken in folievariant I. Dit blijkt uit zowel het oriënterende als het definitieve verpakkingsexperiment waar na respectievelijk 7 en 6 dagen de groen-roodverkleuring net waarneembaar was (score 1). Na 8 dagen bewaren was de roodverkleuring in het definitieve experiment nog net acceptabel. De groenverkleuring is dan echter niet meer acceptabel. De beste condities van dit onderzoek zijn uitgangspunten voor verdere optimalisatie,
- Geur- en smaakafwijkingen zijn nauwelijks geconstateerd. Ze zijn vastgesteld aan het gesneden witlof van het oriënterende verpakkingsexperiment na 7 dagen in de gasverpakte monsters en in het definitieve experiment na 8 dagen bewaren bij een monster met blanco voorbehandeling. Aan het witlof die behandeld is met een 1% oplossing van natriumchloride, is niets van een sterkere zoute smaak geconstateerd,
- Een plotselinge afname van de kwaliteit van het gesneden witlof als gevolg van bewaring bij 18° aansluitend op de bewaring bij 6°C werd niet waargenomen.
- Bij de selectie van voorbehandelingen blijkt de sterkste remming van de roodverkleuring te worden verkregen door 2 minuten te dompelen in:
 - a) 1% oplossing van natriumchloride
 - b) water van 40°C
 - c) 0.002M oplossing van Cysteïne,
- Ook uit beide verpakkingsexperimenten blijkt dat het dompelen van gesneden witlof in water van 40°C een remmend effect heeft op de rood / bruinverkleuring. Echter het effect is minder sterk dan het effect van een 1% oplossing van natrium chloride,
- Bij het snijden en bewerken van witlof treden grote gewichtsverliezen op, van 25 tot 40%. Zeer waarschijnlijk heeft de kwaliteit van het snij-apparaat en de snit breedte effect op het gewichtsverlies,
- Folievariant I (permeabiliteit 19.400 en 16.200 $\text{lm} / \text{m}^2 \cdot \text{bar} \cdot \text{dag}$ voor respectievelijk O_2 en CO_2) geeft de beste resultaten.

Bijlage

Tabel 1. Resultaten van voorbehandelingen die getest zijn op het effect van verkleuring van gesneden witlof

Behandeling	Rangorde*	a-waarde	Opmerkingen
Enkelgewassen, geen behandeling	5	5.5	roze, bruin
Temperatuur 20 (water)	2	-3.0	matig verkleurd
40	1	-4.7	goed
45	3	-1.2	wat glazig
50	4	-1.8	glazig
55	6	1.9	"
60	7	-	"
70	8	-	"
Ongewassen	9	-5.2	meest bruin
Enkel gewassen	8	-2.5	roze bruin
Water	6	-4.2	matig verkleurd
Ascorbinezuur 0.5%	7	-1.5	licht verkleurd
1.0%	2	-2.2	iets glazig
2.0%	1	-2.9	meest blank, glazig
Citroenzuur 0.5%	3	-3.8	
1.0%	4	-1.1	iets glazig
2.0%	5	-3.0	glazig
Ongewassen	9	1.7	roze bruin
Enkel gewassen	8	-4.0	"
Water	7	-3.1	"
Ascor+Citrnzuur 0.5+0.5%	6	-2.5	glazig, grauw
" " 0.5+1.0%	5	-3.7	"
" " 1.0+0.5%	3-4	-3.5	"
" " 1.0+1.0%	3-4	-3.6	"
NaCl 0.5%	2	-3.1	goed, roze gloed
" 1.0%	1	-3.8	zeer goed
Ongewassen	3	0.5	roze bruin
Enkel gewassen	1	-3.7	"
Water	2	-1.9	"
Melkzuur 0.5%	4	-2.4	glazig
1,0%	5	-1.9	glazig +vocht
2.0%	6	-1.9	"
Azijnzuur 0,5%	7	-1.5	glazig
1,0%	8	-1.0	glazig +vocht
2,0%	9	-1.2	"
Ongewassen	7	-0.5	roze, bruin
Enkel gewassen	5	-1.6	"
Water	4	-0.7	"
Cysteïne .002M	1-2	-2.2	weinig verkleurd
.005M	1-2	-3.0	"
Ananassap 25%	3	-1.4	" iets glazig
Ananassap 50%	6	-1.5	glazig geel

Tabel 2. Visuele beoordelingen van gesneden verpakte witlof na bewaren bij 6°C

Voorbehandeling	Verpakking	Bewaarduur (dagen)	Direct uit 6°C		Na 2 uur 18°C		
			Groen	Rood	Groen	Rood	Geur
Zout	Variant I	2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
Zout	Variant I	4	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0
Zout	Variant I	6	0,0	1,0	0,3	1,0	0,0
Zout	Variant I	8	3,7	3,0	3,7	3,0	0,3
Zout	Variant II	2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Zout	Variant II	4	0,0	2,0	0,7	2,0	0,0
Zout	Variant II	6	0,7	1,7	0,7	1,7	0,0
Zout	Variant II	8	4,0	2,7	4,0	2,7	0,0
Warmte	Variant I	2	0,0	0,7	0,0	1,0	0,0
Warmte	Variant I	4	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0
Warmte	Variant I	6	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0
Warmte	Variant I	8	2,0	4,0	2,0	4,0	0,0
Warmte	Variant II	2	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
Warmte	Variant II	4	0,0	2,0	0,7	2,0	0,0
Warmte	Variant II	6	0,7	2,7	0,7	3,0	0,0
Warmte	Variant II	8	2,3	4,0	2,3	4,0	0,0
Controle	Variant I	2	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0
Controle	Variant I	4	0,0	4,3	0,0	4,7	0,0
Controle	Variant I	6	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0
Controle	Variant I	8	2,0	5,0	2,0	5,0	0,0
Controle	Variant II	2	0,0	3,3	0,0	3,3	0,0
Controle	Variant II	4	0,0	5,0	0,7	5,0	0,0
Controle	Variant II	6	0,3	4,0	0,3	5,0	0,0
Controle	Variant II	8	2,7	5,0	2,7	5,0	1,0