



**ATO-DLO**

**onderzoek**

**Invloed van warmtebehandelingen op de  
houdbaarheid van witlofkroppen**

**VERTROUWELIJK**

**Agrotechnologisch  
Onderzoek Instituut  
(ATO-DLO)  
Bomsesteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
tel. 0317 - 475000  
fax. 0317 - 412260**

**Drs. S.P. Schouten en J. Robbers**

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

1900879

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>Pagina</b>
Samenvatting	
1. Inleiding .....	3
2. Materiaal en Methoden .....	4
2.1 Produkt .....	4
2.2 Behandeling .....	4
2.3 Beoordeling .....	5
3. Resultaten .....	6
3.1 Proef 1 .....	6
3.2 Proef 2 .....	8
3.3 Proef 3 .....	10
3.4 Proef 4 .....	12
3.5 Proef 5 .....	14
3.6 Proef 6 .....	15
3.7 Proef 7 .....	16
3.8 Proef 8 .....	18
3.9 Proef 9 .....	19
3.10 Proeven 10, 11, 12 .....	20
4. Discussie .....	23
5. Conclusie .....	25
6. Referenties .....	26

## 1. Inleiding

De kwaliteit van witlof tijdens de distributie wordt door een aantal kenmerken bepaald. De witlof dient onder andere vrij te blijven van verkleuringen, rotontwikkeling en inwendige gebreken. Verder mag er geen grote bloeistengel zich in de krop ontwikkelen. Gewenst is, dat de wit-gele kleur van de krop zo lang mogelijk behouden blijft. Om dit te waarborgen wordt op de productiebedrijven de witlof bij de oogst in blauw papier verpakt. Zolang het produkt in deze verpakking blijft, is een verandering van de kleur van wit-geel naar groen vrijwel uitgesloten. Tijdens uitstalling op verkooppunten wordt de witlof in het licht geplaatst en treedt er een snelle verandering van kleur op. In ATO-DLO onderzoek werd ontdekt, dat een warmtebehandeling het proces van groen verkleuren volledig afremde (Anon, 1993). De behandeling zou op productiebedrijven kunnen worden toegepast.

Ondanks de belofte, die de behandeling inhield, werden er snel vragen gesteld over de invloed op andere kwaliteitskenmerken, die de houdbaarheid bepalen. Een behandeling, die de houdbaarheid zou verkorten, is ongewenst. Eventuele verkorting van de houdbaarheid, door welke behandeling ook, weegt niet op tegen het voordeel van een langer behoud van de wit-gele kleur van het produkt. Verder werden ook vragen gesteld over de mogelijk verschillende reacties van rassen en herkomsten op de warmtebehandeling.

Deze vragen waren aanleiding tot een aanvullend onderzoek. Dit rapport beschrijft negen proeven, die werden uitgevoerd om een behandeling te ontwikkelen, die het behoud van de wit-gele kleur waarborgde en geen invloed had op de houdbaarheid. Tenslotte worden ook drie proeven beschreven naar de invloed van rassen, die afkomstig waren van het gebruikswaarde onderzoek van S & G Seeds te Enkhuizen.

## 2. Materiaal en Methoden

### 2.1 Produkt

In de periode tussen oktober 1994 en juni 1995 werden in totaal 12 proeven uitgevoerd. In drie van deze experimenten werd een produkt betrokken uit de rassenproeven van S & G Seeds te Enkhuizen. Voor de overige proeven werd de witlof betrokken van telers (Tabel 1).

Tabel 1: Perioden, rassen en herkomsten van in de verschillende proeven gebruikte witlof.

Proef	Periode	Teler	Rassen	Test
1	oktober '94	Zadelhof	Rinof	5 min. 51°C en opslagtemperatuur
2	oktober '94	Zadelhof	Rinof	Temp.tijd en methodologie
3	okt/nov. '94	Zadelhof	Bea	Temp.tijd
4	november '94	Valent	Monitor	Temp.tijd
5	november '94		Turbo	Temp.tijd en koeling
6	december '94		Bea en Focus	Temp.tijd
7	december '94	enkele	Monitor	7.5 min. 45°C en koeling
8	januari '95	CHZ	Focus, Totem, Turbo	Tijd.temp lucht
9	jan/febr. '95			Tijd.temp luchtbehandeling
10	november '94	S & G Seeds	8 rassen	7.5 min. 45°C
11	februari '95	S & G Seeds	8 rassen	7.5 min. 45°C
12	juni '95	S & G Seeds	6 rassen	7.5 min. 45°C

De witlof werd zo snel mogelijk naar het ATO vervoerd en in de meeste gevallen werd de behandeling of direct of de volgende dag uitgevoerd. In het laatste geval verbleef de witlof gedurende de nacht in een koelcel bij 0-1°C.

### 2.2 Behandeling

10 of 15 witlofkroppen werden gedurende een aantal minuten in water met een bepaalde watertemperatuur gedompeld. Voor deze proeven is een waterbad gebruikt, voorzien van een thermostaat en een roermechanisme om het water voldoende te kunnen laten circuleren. Het produkt werd hierbij onder water gehouden met behulp van verzwaarde tempexplaatjes. Na deze warmtebehandeling werd het produkt in plastic bakjes gelegd met water absorberend papier op de bodem.

In gevallen van behandeling met warme lucht werden de kroppen gedurende een aantal minuten in een broedstoof op een bepaalde temperatuur gehouden. In deze broedstoof werd op de bodem een schaal met water geplaatst om een voldoende hoog vochtgehalte te waarborgen. De stoof was ook uitgerust met een ventilator. In een aantal gevallen werd het verloop van de temperatuur geregistreerd met thermokoppels, die in de lucht boven en onder in het produkt geplaatst waren.

De behandelde kroppen werden in een ruimte van 20°C en 80% RV geplaatst en een belichting met TL-lampen van 1000 Lux op tafelhoogte.

### **2.3 Beoordeling**

In een periode van 7 tot 10 dagen na de behandeling werden de kroppen regelmatig beoordeeld op groenverkleuring, bruin- en roodverkleuringen en rotontwikkeling. In een enkel geval werd ook de groei van de bloemstengel beoordeeld. Alle kenmerken werden bepaald van individuele kroppen volgens de volgende schaal: 0 = kenmerk afwezig, 1 = kenmerk in lichte mate aanwezig, 2 = matig en 3 = in sterke mate aanwezig.

### 3. Resultaten

#### 3.1 Proef 1

Witlofkroppen werden getest op een in voorgaand onderzoek ontwikkelde standaardmethode: 5 minuten bij 51°C. De kroppen werden vervolgens in koelcellen geplaatst bij 18, 10, 4 en 1°C gedurende 7 dagen in donker. Tevens werden monsters direct in licht bij 20°C geplaatst. Na het verblijf in donker in de koelcellen werden de kroppen overgebracht naar de cel van 20°C in licht.

De invloed van de behandeling en de bewaring op groenverkleuring en rotontwikkeling zijn in de figuren 1 t/m 5 weergegeven.

Uit de figuren 1 t/m 4 blijkt, dat de standaardbehandeling van 5 minuten bij 51°C een zeer aanzienlijke vertraging geeft van het groenverkleuren van de witlof. Bijvoorbeeld in figuur 1 is de niet behandelde witlof na 5 dagen volledig groen verkleurd, terwijl de behandelde witlof nog maar licht groen verkleurd is. Na nog langere bewaring bij 20°C blijft dit voordeel behouden. Ook bij de andere bewaartemperaturen is een remming van de groenverkleuring aanwezig. Bijvoorbeeld in figuur 3 (bewaring gedurende 7 dagen in donker plus daarna 6 dagen in licht bij 20°C) is er een groot verschil na een totale bewaarduur van 8 tot 14 dagen. De niet behandelde witlof is, eenmaal in licht bij 20°C geplaatst, binnen 2 dagen volledig groen verkleurd. De behandelde witlof is na 9 dagen nog wit en na 13 dagen nog slechts licht verkleurd.

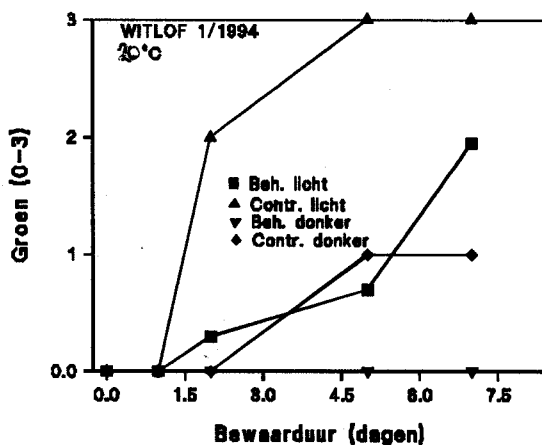


Fig 1: Groenverkleuring tijdens opslag bij 20°C na warmtebehandeling.

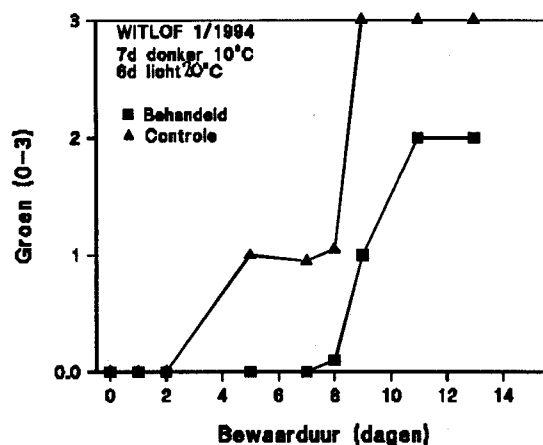


Fig 2: Groenverkleuring tijdens opslag bij 10°C na warmtebehandeling.

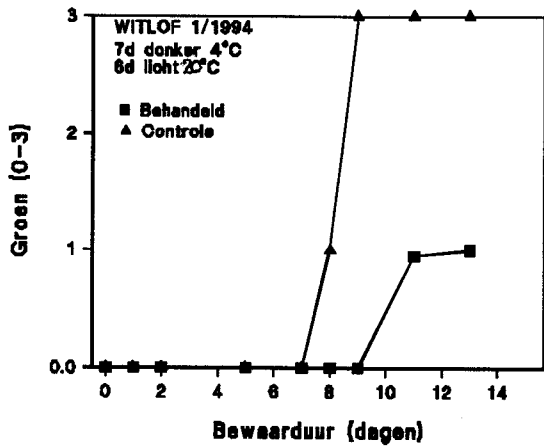


Fig 3: Groenverkleuring tijdens bewaring bij 4°C na warmtebehandeling.

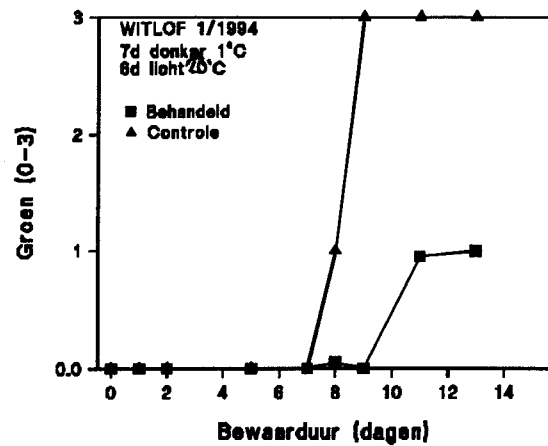


Fig 4: Groenverkleuring tijdens bewaring bij 1°C na warmtebehandeling.

De rotontwikkeling van de behandelde witlof is weergegeven in figuur 5.

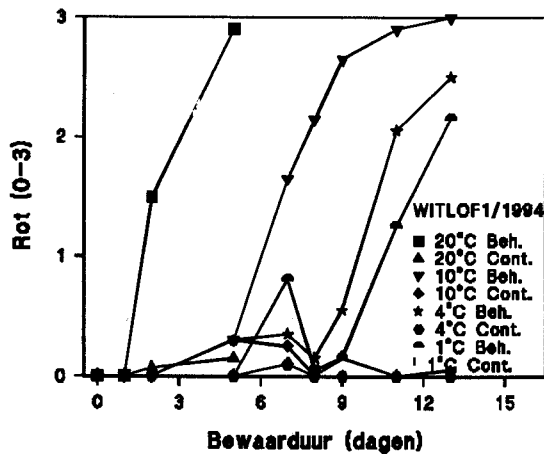


Fig 5: Invloed van de bewaartemperatuur op rotontwikkeling van witlof na warmtebehandeling.

In figuur 5 wordt duidelijk, dat de rotontwikkeling sterk toeneemt met de bewaarduur. De niet behandelde kroppen vertonen geen of zeer weinig rotontwikkeling. In veel gevallen blijkt de rotontwikkeling voor de controles zelfs afwezig. De behandelde kroppen daarentegen geven steeds hogere niveaus te zien. De temperatuur is alleen van belang, waar het gaat om de snelheid, waarmee rot zich manifesteert. Des te lager de temperatuur tijdens de eerste bewaarfase in het donker was, des te later kwam de rotontwikkeling op gang. De koeling voorkomt echter de rotontwikkeling bij hogere temperatuur naderhand niet.

**Conclusie:**

De standaardbehandeling van 5 minuten bij 51°C in water vertraagt de groenverkleuring van witlof. De rotontwikkeling wordt echter door de behandeling sterk gestimuleerd. Toepassing van lage temperaturen na de behandeling vertraagt de rotontwikkeling enigszins.

**3.2 Proef 2**

Enkele kleine veranderingen in de methodiek van de standaardbehandeling van 5 minuten bij 51°C werden nu getoetst op kleur en houdbaarheid. Deze veranderingen betroffen het gebruik van een klein plankje met 10 lange spijkers (aangeduid als "spijkerbed"), waarop de kropen werden gezet. Op deze manier is er tijdens de behandeling geen aanraking meer met andere materialen anders dan met het warme water. Verder werden het snel drogen met een föhn na de behandeling en een snelle afkoeling in koud water direct na de warm waterbehandeling getoetst. Direct na de behandelingen werden alle kropen in licht bij 20°C geplaatst gedurende 6 dagen. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in de tabellen 2 t/m 4.



Tabel 2: Invloed van enkele methodologische toevoegingen aan de standaardmethode op groenverkleuring van witlof.

BEHANDELING	0 dg	1 dg	2 dg	4 dg	6 dg
Controle	0	1.0	3.0	3.0	3.0
Standaardbehandeling	0	0	0	1.0	1.2
Stand. + föhn	0	0	0.3	1.0	1.3
Stand. + "spijkerbed"	0	0	0	0.7	1.1
Stand. + föhn + "spijkerbed"	0	0	0	0.5	1.0
Koud water	0	1.0	2.0	3.0	3.0
Koud water + föhn	0	1.0	2.0	3.0	3.0

Uit tabel 2 blijkt, dat de standaardbehandeling opnieuw zeer goed de groenverkleuring blijft remmen. Zelfs na 6 dagen is er nog steeds sprake van een lichte verkleuring, terwijl de controlebehandeling al na 2 dagen volledig groen verkleurd was. De invloed van föhnen, dompelen in koud water of het gebruik van een "spijkerbed" beïnvloeden de verkleuring slechts zeer gering.

Tabel 3: Invloed van methodologische toevoegingen aan de standaardmethode op bruinverkleuring van witlofkroppen.

BEHANDELING	0 dg	1 dg	2 dg	4 dg	6 dg
Controle	0	0.3	1.6	0.1	0.3
Standaardbehandeling	0	0.5	0.6	0.7	-
Stand. + föhn	0	0.1	0.4	0.5	-
Stand. + "spijkerbed"	0	0.2	0.3	0.5	-
Stand. + föhn + "spijkerbed"	0	0.2	0.2	0.8	-
Koud water	0	0	0.0	0.0	0.3
Koud water + föhn	0	0.1	0.1	0.0	0.2

- kroppen op bruin niet te beoordelen wegens rotontwikkeling. Zie tabel 4.

Bruinverkleuring blijkt in alle objecten van beperkte aard. Er is een zwakke tendens van wat meer bruinverkleuring in de standaardbehandeling. De methodologische toevoegingen vergroten de kans op bruin niet.

Tabel 4: Invloed van methodologische veranderingen in de standaardmethode op rotontwikkeling bij witlofkroppen.

BEHANDELING	0 dg	1 dg	2 dg	4 dg	6 dg
Controle	0	0	0	0	0.1
Standaardbehandeling	0	0	0	1.7	2.8
Stand. + föhn	0	0	0	0.4	2.2
Stand. + "spijkerbed"	0	0	0	0.3	2.1
Stand. + föhn + "spijkerbed"	0	0	0	0.3	2.7
Koud water	0	0	0	0	0.1
Koud water + föhn	0	0	0	0	0

Rotontwikkeling blijkt voor de standaardbehandeling aan te vangen na 4 dagen opslag bij 20°C. Er is dan een positief verschil tussen deze behandeling en het drogen met een föhn en het gebruik van een "spijkerbed". Echter de rotontwikkeling wordt slechts een beetje vertraagd door deze veranderingen. Na 6 dagen zit in alle standaardbehandelingen het niveau voor rot tussen matig en sterk. Het gebruik van koud water heeft geen invloed op rotontwikkeling.

*Conclusie:*

De standaardbehandeling van 5 minuten bij 51°C vertraagde in sterke mate de groenverkleuring van de witlof. Dit verschijnsel werd opnieuw begeleid met een snelle rotontwikkeling, waardoor de houdbaarheid van de witlof ernstig geweld werd aangedaan. De veranderingen in de methodiek vertraagden de rotontwikkeling.

Er moet uit de proeven 1 en 2 worden geconcludeerd, dat de behandeling schadelijk is voor de houdbaarheid. De temperatuur is waarschijnlijk te hoog en/of de behandelingsduur te lang.

### 3.3 Proef 3

Daar in het voorgaande werd aangetoond, dat de temperatuur van het water waarschijnlijk te hoog is in de standaardbehandeling, werden nu lagere temperaturen getoetst. De gekozen temperaturen zijn 42 en 46°C. Deze werden gedurende 15, 30 en 60 minuten aangehouden. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in de figuren 6 t/m 11.

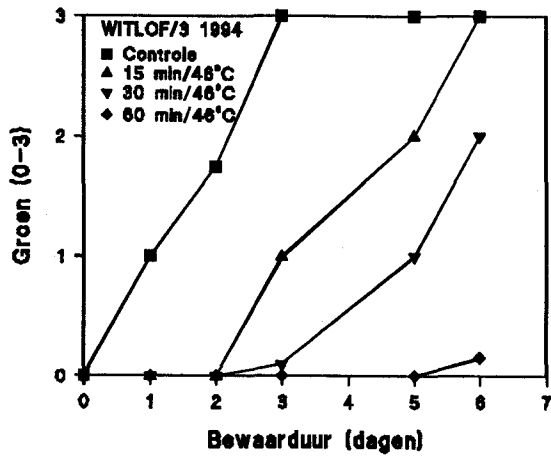


Fig 6: Invloed van 46°C op groenverkleuring van witlof.

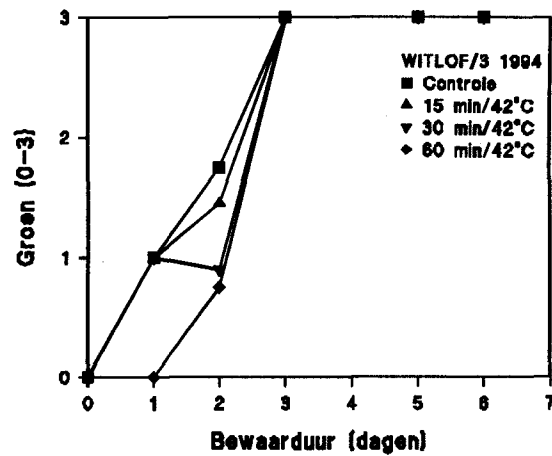


Fig 7: Invloed van 42°C op groenverkleuring van witlof.

De groenverkleuring blijkt door een behandeling bij 46°C (fig 6) zeer goed te worden tegengegaan. Naarmate het verblijf bij die temperatuur langer duurt, is het tegengaan van groenverkleuren sterker gewaarborgd. De nadelen van deze temperatuur zijn eveneens duidelijk. In de figuren 8 en 10 blijken de nadelen van 46°C doordat zowel bruinverkleuring als rotontwikkeling worden bevorderd. Rotontwikkeling neemt toe naarmate langer aan 46°C wordt blootgesteld. De bruinverkleuring is minder ernstig. Deze blijkt vooral bij de langste verblijfsduur in water van 46°C.

Het tegengaan van groenverkleuring door 42°C (Fig 78) is veel minder dan door 46°C. De vertraging wordt vooral door de 60 minuten behandeling veroorzaakt, maar helaas geldt dit ook geldt ook voor de bevordering van bruinverkleuring (fig 9) en rotontwikkeling (Fig 11).

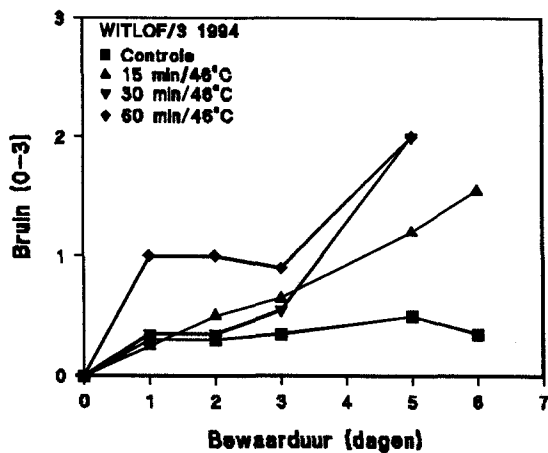


Fig 8: Invloed van 46°C op bruinverkleuring van witlof.

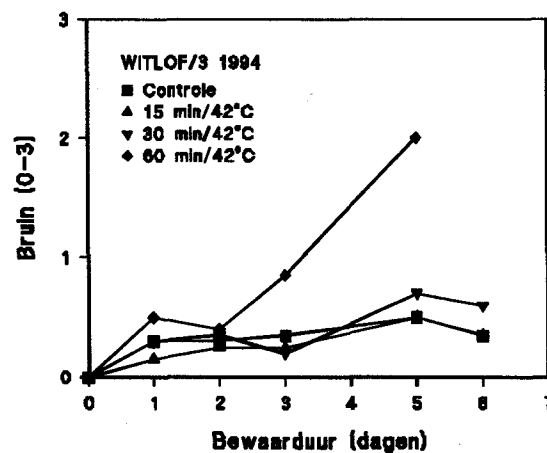


Fig 9: Invloed van 42°C op bruinverkleuring van witlof.

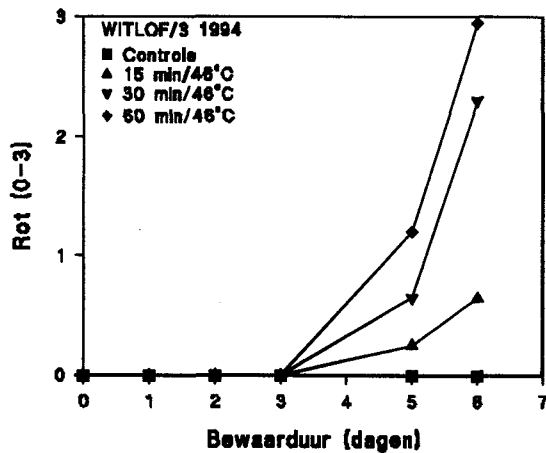


Fig 10: Invloed van 46°C op rotontwikkeling van witlof.

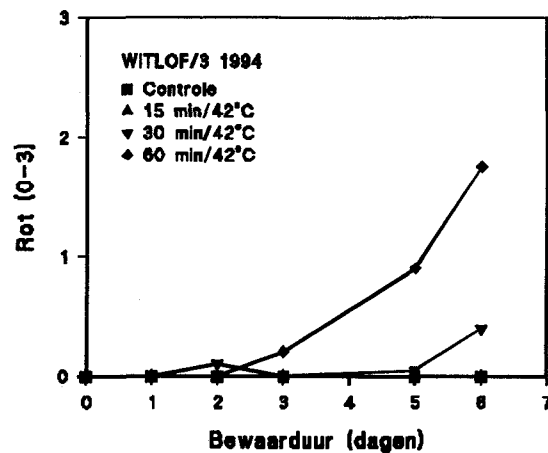


Fig 11: Invloed van 42°C op rotontwikkeling van witlof.

### Conclusie:

Een watertemperatuur van 46°C gedurende enige tijd vertraagt groenverkleuring bij witlof en wel meer naarmate de verblijfsduur langer is. Deze temperatuur doet echter evenals de standaardbehandeling van 5 minuten bij 51°C afbreuk aan de houdbaarheid door bruinverkleuring en rotontwikkeling. Bij 42°C is er sprake van een lichte remming van de groenverkleuring. De verblijfsduur, waarbij dit het geval is, heeft echter opnieuw een ongunstige invloed op de houdbaarheid door bruinverkleuring en rotontwikkeling.

### 3.4 Proef 4

In dit experiment werden naast de standaardbehandeling van 5 minuten bij 51°C de volgende combinaties getoetst: 30 minuten 42°C, 10, 20 en 30 minuten bij 45°C en 48°C. De resultaten zijn weergegeven in de figuren 12 t/m 17.

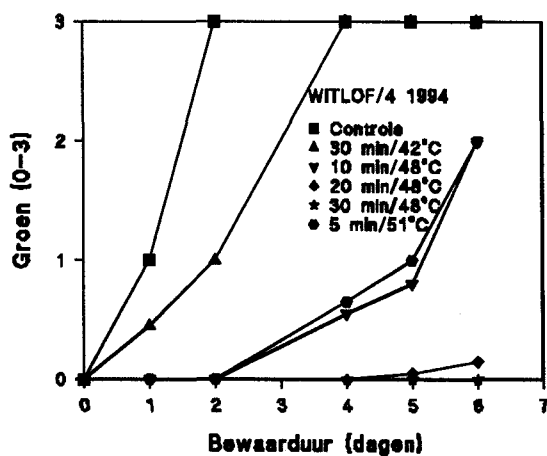


Fig 12: Invloed van 48°C op groenverkleuring van witlof.

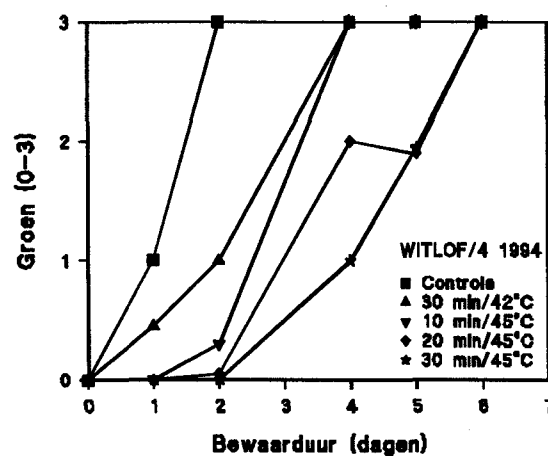


Fig 13: Invloed van 45°C op groenverkleuring van witlof.

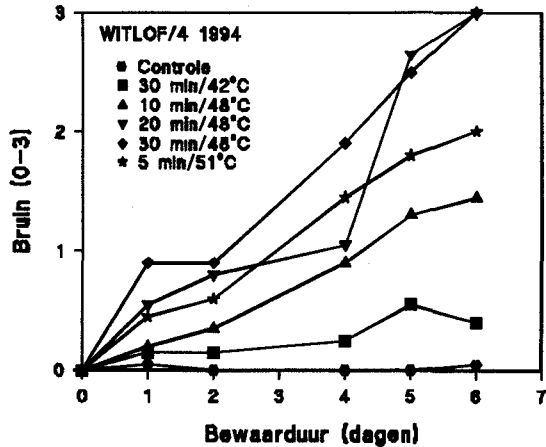


Fig 14: Invloed van 48°C op bruinverkleuring van witlof.

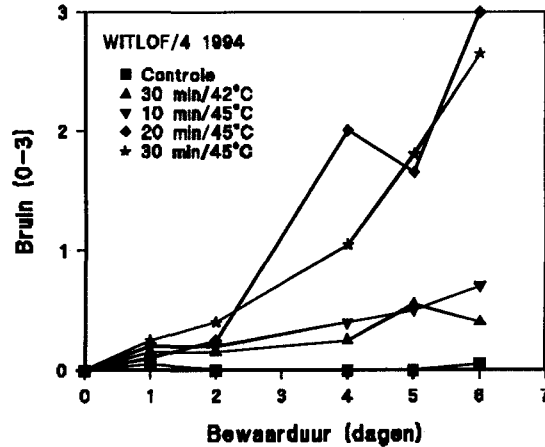


Fig 15: Invloed van 45°C op bruinverkleuring van witlof.

In vergelijking met de standaardbehandeling van 5 minuten 51°C blijkt 48°C bij 20 en 30 minuten verblijfsduur even effectief de groenverkleuring af te remmen (fig 12). De al waargenomen houdbaarheidsnadelen van de standaardbehandeling blijken in even sterke mate voor de 48°C behandeling. Bruinverkleuring (fig 14) en rotontwikkeling (fig 16) nemen sterk toe tijdens de opslag bij 20°C. 30 minuten bij 42°C heeft enige invloed op de groenverkleuring (fig 12). Volledig vrij van bruinverkleuring en rotontwikkeling is deze behandeling echter ook niet (fig 14 en 16).

De behandeling bij 45°C remt de groenverkleuring en wel sterker naarmate de behandeling langer duurt (fig 13). Bruinverkleuring wordt bevorderd door de 20 en 30 minuten behandeling bij 45°C (fig 15), terwijl de schade door de 10 minuten durende behandeling bij deze temperatuur minimaal mag worden genoemd. Ook de rotontwikkeling als gevolg van de 45°C behandeling (fig 17) is beperkt.

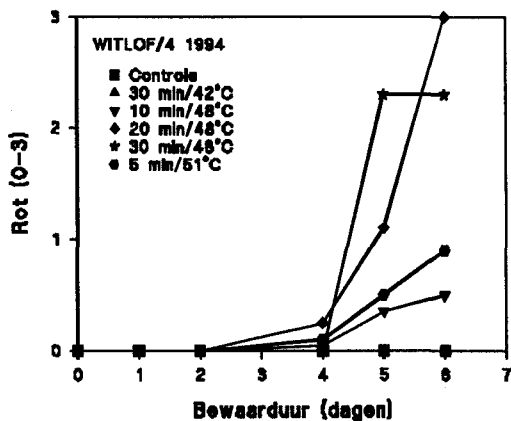


Fig 16: Invloed van 48°C op rotontwikkeling van witlof.

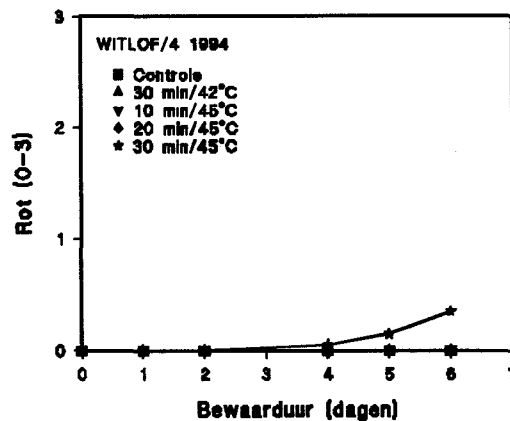


Fig 17: Invloed van 45°C op rotontwikkeling van witlof.

**Conclusie:**

Behandelingen bij 42, 45 en 48°C hebben een remmende invloed op de groenverkleuring en wel sterker naarmate de kroppen langer worden behandeld. De nadelen van de standaardbehandeling (bruinverkleuring en rotontwikkeling) van 5 minuten bij 51°C worden echter met deze lagere temperaturen niet voldoende ondervangen. Er zijn kansen voor een zekere remming van de groenverkleuring, terwijl de genoemde houdbaarheidsnadelen minimaal zijn. Deze behandelingen kunnen niet langer zijn dan 10 minuten bij 45°C of ongeveer een half uur bij 42°C.

**3.5 Proef 5**

Dit experiment bouwt voort op de verzamelde kennis van voorgaande proeven door de temperaturen 42, 45, 48 en 51°C te toetsen met korte verblijfduren tussen de 3 en 10 minuten met uitzondering van 42°C, waarin de kroppen een half uur werden gedompeld. De resultaten zijn weergegeven in de figuren 18 t/m 21. De lijnen geven het verloop weer van de groenverkleuring, terwijl de bars de bruinverkleuring weerspiegelen van dezelfde behandelingen (bars in dezelfde volgorde als de lijnen).

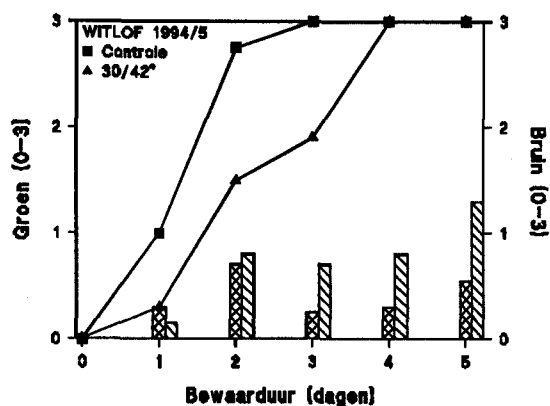


Fig 18: Invloed van 42°C op verkleuringen van witlof.

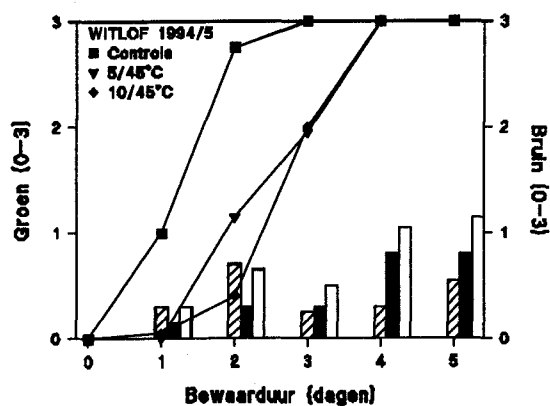


Fig 19: Invloed van 45°C op verkleuringen van witlof.

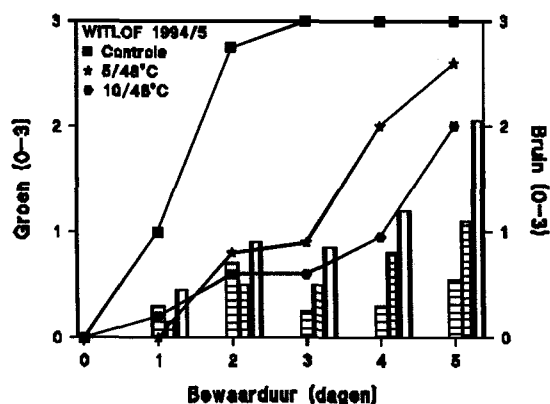


Fig 20: Invloed van 48°C op verkleuringen van witlof.

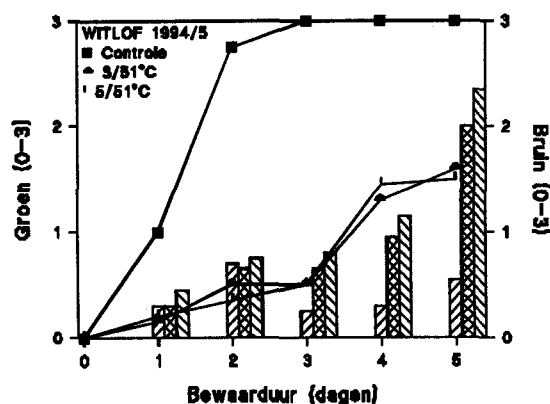


Fig 21: Invloed van 51°C op verkleuringen van witlof.

Behandeling bij 42°C gedurende 30 minuten of bij 45°C gedurende 5 of 10 minuten geeft een zekere vertraging in de groenverkleuring en heeft een gering effect op bruinverkleuring (figuren 18 en 19). De effecten van 48 en 51°C kunnen worden samengevat als een sterk effect op de groenverkleuring en wel sterker naarmate de verblijfsduur langer is. De invloed op bruinverkleuring is echter dermate groot, dat van een duidelijk negatief effect op de houdbaarheid moet worden gesproken (figuren 20 en 21).

#### Conclusie:

De watertemperaturen 42 en 45°C veroorzaken een zekere vertraging in de groenverkleuring zonder dat gesproken kan worden van een sterk negatief effect op de houdbaarheid door stimulering van bruinverkleuring. De temperaturen 48 en 51°C hebben een sterk vertragende werking op de groenverkleuring, maar verkorten de houdbaarheid door bruinverkleuring van de witlofkroppen.

### 3.6 Proef 6

Als vervolg op voorgaand experiment 5 werden nu met de twee rassen Focus en Bea van één herkomst de volgende watertemperaturen en tijden getest: 7.5 en 15 minuten 45°C, 5 en 10 minuten 48°C en 2.5 en 5 minuten 51°C. De invloed van de behandelingen is op groen- en bruinverkleuring is weergegeven in de figuren 22 tot en met 25.

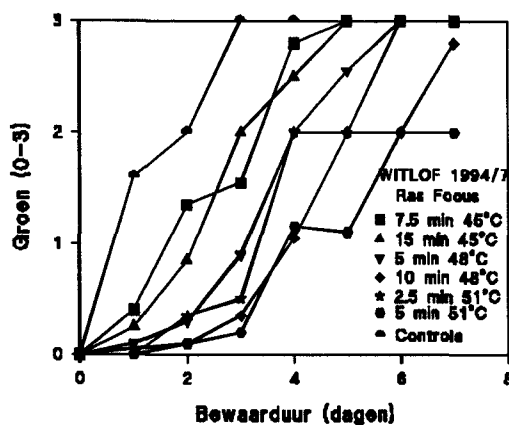


Fig 22: Invloed van temperatuur en tijd op groenverkleuring van het witlofras Focus.

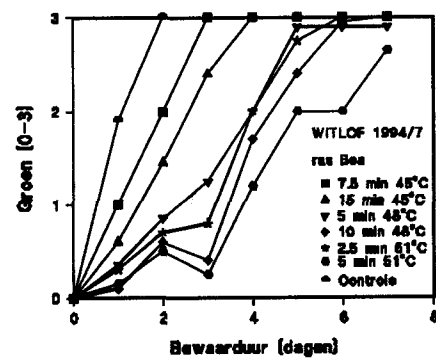


Fig 23: Invloed van temperatuur en tijd op groenverkleuring van het witlofras Bea.

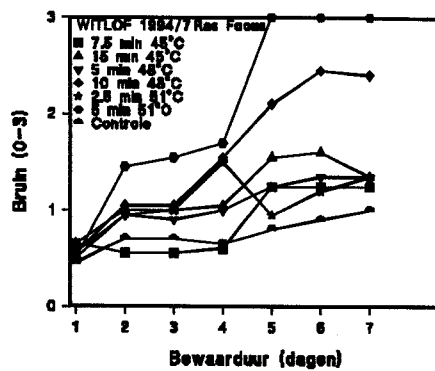


Fig 24: Invloed van temperatuur en tijd op de bruinverkleuring van het witlofras Focus.

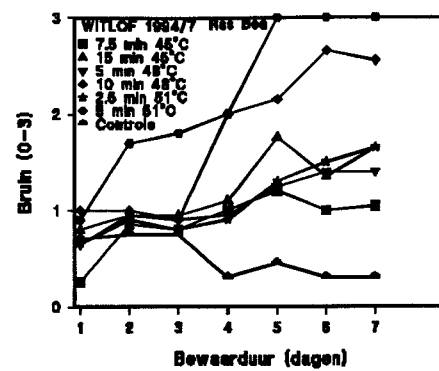


Fig 25: Invloed van temperatuur en tijd op bruinverkleuring van het witlofras Bea.

Voor de rassen Focus en Bea geldt, dat de hogere temperaturen en de langere tijden het meest effectief zijn in het remmen van de groenverkleuring (fig 22 en 23). Dit geldt echter ook voor de bruinverkleuring (fig 24 en 25). Hierdoor wordt opnieuw bevestigd, dat zeer effectieve warm waterbehandelingen afbreuk doen aan de houdbaarheid van witlof. Als meest veilige behandeling, op basis van een zeker minimum in bruinverkleuring, lijkt 7.5 minuten bij 45°C. Het effect van een dergelijke behandeling op groenverkleuring is vrij beperkt. Uit de figuren 21 en 22 valt af te leiden, dat voor het ras Focus, behandeld met 7.5 minuten bij 45°C, het stadium 3 (= sterk groen verkleurd) één dag later wordt bereikt dan de controle. Voor Bea zijn dit twee dagen.

#### Conclusie:

Sterk remmende effecten op groenverkleuring van Focus en Bea worden tijdens de nabewaring vergezeld van een toename in bruinverkleuring. Dit doet afbreuk aan de houdbaarheid van het produkt. De meest veilige behandeling is 7.5 minuten bij 45°C. De winst in termen van remming van groenverkleuring is dan beperkt tot één à twee dagen.

### 3.7 Proef 7

In dit experiment werd aandacht geschonken aan de mogelijkheden van een zekere variatie in de respons op warm waterbehandelingen veroorzaakt door de teeltwijze. Hiertoe werden witlofkroppen van vier bedrijven (A t/m D) van het ras Monitor op een veiling verzameld. Deze monsters werden gedurende 7.5 minuten in water van 45°C gedompeld. Direct hierna werd de helft van de kroppen in licht bij 20°C geplaatst, terwijl de resterende kroppen eerst een week in donker bij 2°C en daarna in licht bij 20°C werden geplaatst. Het resultaat van deze proef is weergegeven in de figuren 26 t/m 29. De lijnen geven de groenverkleuring weer direct na de behandeling en na eerst een week in donker bij 2°C. De bars geven de bruinverkleuring weer



eveneens in twee groepen: direct na de behandeling in licht bij 20°C en na eerst een week in donker bij 2°C en vervolgens in licht bij 20°C.

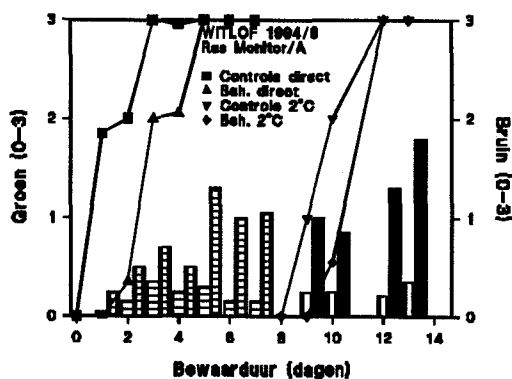


Fig 26: Invloed van herkomst en koeling op groen- en bruinverkleuring van witlof.

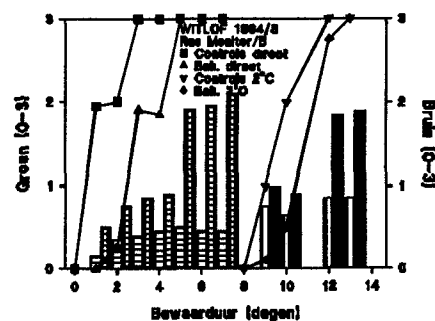


Fig 27: Invloed van herkomst en koeling op groen- en bruinverkleuring van witlof.

Het effect van een warm waterbehandeling bij 45°C gedurende 7.5 minuten kan worden samengevat als volgt: groenverkleuring wordt met maximaal twee dagen vertraagd (figuren 26 t/m 29). Als uitgangspunt dient hierbij de aankomst in stadium 3 (= ernstig groen verkleurd). Na een verblijf onder gekoelde omstandigheden lijkt deze winst wat te worden gereduceerd, terwijl de invloed op bruinverkleuring niet lijkt te worden beïnvloed.

De reacties van de verschillende herkomsten verschillen ten aanzien van de verkleuringen niet spectaculair. Er bleek van de redelijk veilig geachte behandeling van 7.5 minuten bij 45°C toch een zekere bevordering van de bruinverkleuring.

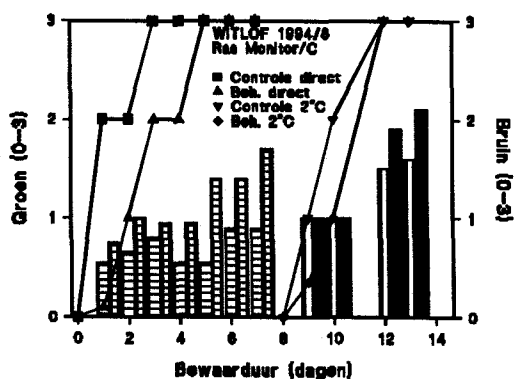


Fig 28: Invloed van de herkomst en koeling op groen- en bruinverkleuring van witlof.

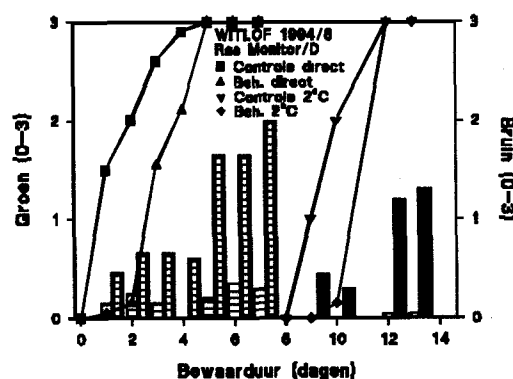


Fig 29: Invloed van herkomst en koeling op groen- en bruinverkleuring van witlof.

**Conclusie:**

De veilig geachte behandeling van 7.5 minuten bij 45°C heeft nog steeds een zij het geringe negatieve invloed op de houdbaarheid van witlof door een lichte bevordering van bruinverkleuring. De vier herkomsten van het ras Monitor verschilden nauwelijks in hun verkleuringsreacties op deze behandeling. Koeling na de behandeling gedurende een week in donker lijkt het effect op groenverkleuring in tegenstelling tot bruinverkleuring enigszins te verminderen.

**3.8 Proef 8**

Vergeleken werd de veilig geachte behandeling van 7.5 minuten in water van 45°C met het verwarmen van witlofkroppen in lucht in een broedstov. Gebleken was reeds, dat een temperatuur tussen de 50 en 60°C goed werd verdragen. In dit experiment werden de kroppen blootgesteld aan 55°C gedurende 30, 45 en 60 minuten. Het verloop van de temperatuur aan onder- en bovenzijde van de krop werd gevolgd (fig 30). Het verloop van de groenverkleuring bij 20°C in licht is voor de drie rassen Focus, Turbo en Totum in de figuren 31 t/m 33 weergegeven; de bruinverkleuring was niet van betekenis.

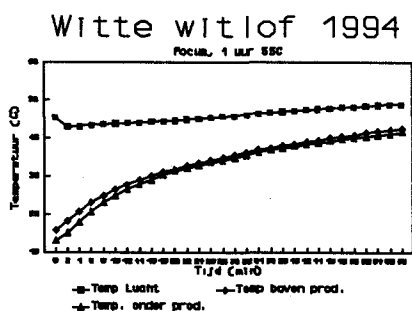


Fig 30: Het verloop van de temperatuur in witlofkroppen gedurende 1 uur bij 55°C.

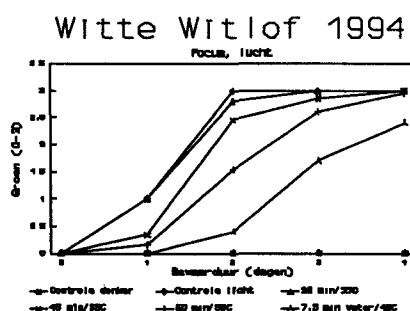


Fig 31: Invloed van verwarming in lucht naar 55°C op groenverkleuring van Focus.

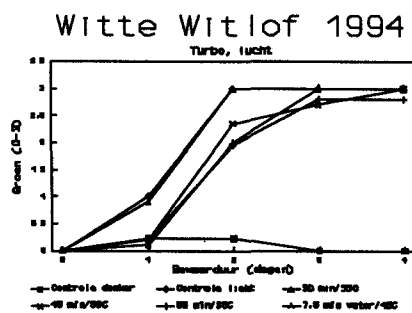


Fig 32: Invloed van verwarming naar 55°C in lucht op groenverkleuring van Turbo.

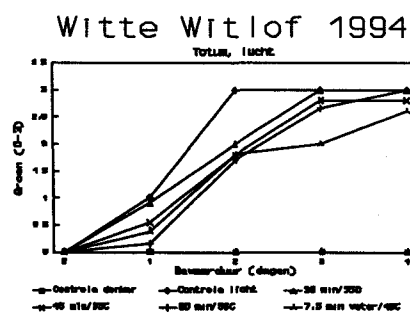


Fig 33: Invloed van verwarming naar 55°C in lucht op groenverkleuring van Totum.

De opwarming in lucht gedurende een uur verloopt relatief langzaam. Aan het einde van de behandeling is de feitelijke temperatuur van de witlof iets boven de 40°C en het verloop naar dit niveau gebeurt vrij traag.

De opwarming in lucht heeft een iets minder remmende werking op groenverkleuring dan 7.5 minuten in water van 45°C. De invloed op bruinverkleuring was niet noemenswaardig in dit experiment.

**Conclusie:**

Verwarming van witlofkroppen in lucht bij 55°C geeft geen verbetering van de remming van groenverkleuring ten opzichte van een verblijf van 7.5 minuten in water van 45°C.

**3.9 Proef 9**

Op basis van proef 8 werd nu de luchttemperatuur verhoogd naar respectievelijk 65 (gedurende 30, 45 en 60 minuten) en 70°C (gedurende 5, 7.5 en 15 minuten). De resultaten met betrekking tot groen en bruinverkleuring zijn weergegeven in de figuren 34 t/m 37.

Witte Witlof 1994/12

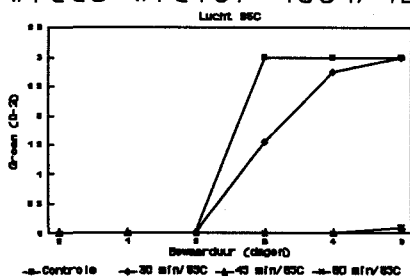


Fig 34: Invloed van 65°C luchttemperatuur op groenverkleuring van witlof.

Witte Witlof 1994/12

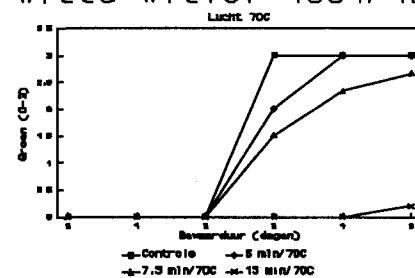


Fig 35: Invloed van 70°C luchttemperatuur op de groenverkleuring van witlof.

Witte Witlof 1994/12

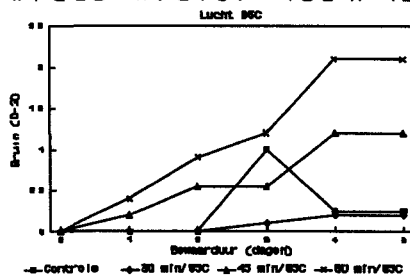


Fig 36: Invloed van 65°C luchttemperatuur op bruinverkleuring van witlof.

Witte Witlof 1994/12

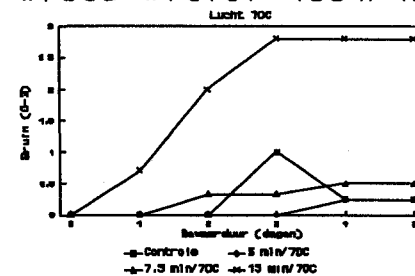


Fig 37: Invloed van 70°C luchttemperatuur op bruinverkleuring van witlof.

De groenverkleuring wordt door 65°C en 70°C beter onderdrukt naarmate het verblijf er bij langer duurt. Een uur bij 65°C onderdrukt de groenverkleuring gedurende zes dagen in licht bij 20°C vrijwel volledig. Dit is ook het geval bij 70°C gedurende een kwartier.

De invloed op bruinverkleuring is sterker naarmate de temperatuur hoger en het verblijf er bij langer zijn. De effectieve behandelingen bij 65 en 70°C op groenverkleuring gaan gepaard met een aanzienlijke bruinverkleuring, waardoor de houdbaarheid sterk wordt bekort. Een min of meer veilige behandeling zou kunnen zijn 5 of 7.5 minuten bij 70°C, maar dan is de invloed op groenverkleuring beperkt tot maximaal twee dagen latere aankomst in stadium 3 (= ernstige groenverkleuring).

*Conclusie:*

Met hittebehandelingen op het niveau van 65 (1 uur) of 70°C (15 minuten) kan de groenverkleuring effectief worden onderdrukt. Het heeft echter een duidelijke verkorting van de houdbaarheid tot gevolg. Een relatief veilige behandeling is 7.5 minuten bij 70°C. De groenverkleuring wordt dan maximaal twee dagen vertraagd.

### **3.10 Proef 10, 11 en 12**

Monsters uit het gebruikswaarde onderzoek van S & G Seeds werden behandeld door de kroppen 7.5 minuten in water van 45°C onder te dompelen. Dit experiment werd drie maal uitgevoerd: in november (proef 10) 1994, in februari 1995 (proef 11) en in juni 1995. De keuze van deze behandeling is gemaakt op basis van het onderzoek vermeld in de eerste zes proeven. De resultaten met betrekking tot groen- en bruinverkleuring zijn weergegeven in tabel 4. Hierin is aangegeven de winst in groenverkleuring in het aantal dagen, dat de behandelde kroppen later in het stadium 3 (ernstige groenverkleuring) aankwamen.

Tabel 4: Invloed van 7.5 minuten in water van 45°C op groen- en bruinverkleuring van witlofkroppen, getrokken in november 1994 en in februari en juni 1995.

Ras/proef	Groen*	Bruin**
Focus/10	3	-
Focus/11	2	.
Turbo/10	2	-
Magnum/10	3	.
Monitor/10	2	+
Vitessa/10	2	+
Vitessa/11	2	.
Vitessa/12	0	.
WTL606/10	1	.
WTL606/11	3	.
WTL608/10	3	+
WTL608/11	3	+
WTL624/10	2	+
WTL623/11	4	+
WTL004/11	1	-
WTL004/12	0	.
Rinof/11	3	.
Rinof/12	2	-
Finale/12	2	+
Tabor/12	0	.
SG5608/12	2	-
Totem/11	2	-

\* = aantal dagen, dat de behandelde kroppen gemiddeld later in stadium 3 arriveerden.

\*\* = meer bruinverkleuring dan onbehandelde kroppen; . = geen verschil; - = klein nadelig verschil voor de behandeling.

Uit de tabel blijkt, dat een behandeling gedurende 7.5 minuten bij 45°C een vertraging veroorzaakt in de groenverkleuring. Hierbij is als maatstaf het later arriveren in stadium 3 (ernstige groenverkleuring) genomen. In zeven gevallen (+) gaat de vertraging van groenverkleuring echter gepaard met een snellere bruinverkleuring, terwijl dit in licht mate (-) het geval is voor nog eens bij vijf rassen het geval is. Bij ongeveer de helft van de getoetste rassen is er dus sprake van een wel is waar gering nadelig effect op de houdbaarheid.

Verder blijken de verschillende rassen verschillend te reageren zowel wat betreft groen- als bruinverkleuring van de buitenste bladeren van de witlofkroppen.

#### 4. Discussie

Groenverkleuring van witlof is een probleem, dat zich volledig afspeelt in de detailhandelfase van de distributie van het produkt. Het zou gewenst zijn, dat het produkt tijdens de uitstalling bij de detaillist volledig zijn witte uiterlijk zou behouden. In de praktijk worden consumenten echter veelvuldig geconfronteerd met min of meer groenverkleurde kroppen. Gewenst was dus een of andere behandeling van de witlof, waarmee de krop zijn witte kleur tijdens uitstalling zou behouden. Deze behandeling bleek mogelijk door de kroppen een korte behandeling van 5 minuten bij 51°C te geven. De kroppen bleken enkele dagen wit te blijven, terwijl de onbehandelde groen werden (Anon 1993). In dat onderzoek werd evenwel niet gekeken naar de effecten op wat langere uitstalduur.

In het onderhavige onderzoek werd bekeken of de als standaardmethode van 5 minuten bij 51°C ook consequenties heeft voor de houdbaarheid in het algemeen. Gebleken is, dat de standaardmethode grote nadelen had door toename in rotting en bruinverkleuring van de kroppen. Onderzoek met lagere temperaturen en andere verblijfduren in het water bleek het volgende resultaat op te leveren. Naarmate de temperatuur lager en de behandelingsduur korter werd, nam het effect op de groenen bruinverkleuring en rot af. Op deze wijze werd uiteindelijk een nieuwe standaardmethode ontwikkeld, die een verblijfsduur van 7.5 minuten in water van 45°C inhield. Bij deze nieuwe standaardmethode was de invloed op de houdbaarheid, met name bruinverkleuring, wel aanwezig, zij het beperkt. Echter ook het effect op het groenverkleuren van de witlof werd aanzienlijk minder dan na een behandeling van 5 minuten bij 51°C. De winst als vertraging van groenverkleuren werd nu beperkt tot één tot twee dagen later arriveren in het stadium 3 (ernstige groenverkleuring).

De vraag is nu, of dit effect op de groenverkleuring groot genoeg moet worden geacht om de methode, die toch nog een zij het gering negatief effect heeft op de houdbaarheid, in de praktijk te gaan propageren. De meest geëigende plaats om een warm waterbehandeling uit te voeren is de sorteerloos van de witloftrekker. Bij de oogst worden namelijk de gepalletiseerde trekbakken uit de trekruimte naar de sorteerruimte gereden. De witlof wordt van de wortels gebroken, handmatig gesorteerd en verpakt in de exportverpakking. Het meest efficiënt zou zijn om de geoogste kroppen direct in een waterbad te dompelen om ze dan na deze behandeling in de exportdoos te verpakken. Op deze manier zou de extra handeling tot een minimum worden beperkt.

Introductie van een dergelijk systeem zou voor de witlofproducent extra kosten betekenen. Op de eerste plaats moet hij investeren in nauwkeurig gethermostateerde waterbakken, terwijl er ook speciale hulpmiddelen dienen te zijn om de witlof in het water onder te dompelen en de kroppen ondergedompeld te houden (witlofkroppen drijven in water!), de kroppen weer uit het water te lichten en tenslotte aanhangend water zo veel mogelijk te verwijderen. De energiekosten zullen door de warm waterbehandeling toenemen en tenslotte zal de oogst/sorteer/verpaktijd toenemen.

De kosten van de witlofproductie zullen dus toenemen en de producent zal hiertoe alleen bereid zijn als het enig voordeel oplevert bijvoorbeeld in de prijs van het produkt of eenvoudiger of prettiger werken. De laatste mogelijkheden vallen af, waardoor alleen een hogere prijs overblijft. Het is echter niet te verwachten, dat een hogere prijs kan worden behaald. De voordelen van een warm waterbehandeling zijn hiervoor te gering.



## 5. Conclusie

Met een warmtebehandeling kan het groenverkleuren van witlof worden tegengegaan. Zeer effectieve behandelingen hebben echter een desastreus effect op de houdbaarheid door toename van rot ontwikkeling en bruinverkleuring. Een redelijk veilige behandeling is 7.5 minuten in water van 45°C. Het effect op groenverkleuring is dan echter beperkt, waardoor een introductie van de methode in de praktijk als niet zinvol moet worden beoordeeld.

## 6. Referenties

Anon: Groenverkleuring witlof straks verleden tijd. AGRION, 21, no 9, pp 7 (1993).