

ISBN 799917

**BRUINKLEURING BIJ BLOEMKOOL NA DE OOGST**

## BRUINKLEURING BIJ BLOEMKOOL NA DE OOGST

### BROWN COLOURING OF CAULIFLOWER AFTER CUTTING

*Met het verschijnsel van de bruinkleuring bij bloemkool heeft de tuinder in het algemeen niet rechtstreeks te maken. De kool wordt nl. in goede staat geoogst en geveild. Pas enkele dagen later treedt de verkleuring op, die de kool waardeloos maakt.*

*Uit de vele proeven is duidelijk gebleken, dat blootstelling van de kool na de oogst aan rechtstreekse zonnestraling de belangrijkste oorzaak is van de verkleuring. Nader onderzoek heeft uitgewezen, dat in het bijzonder de ultra-violette straling van de zon verantwoordelijk gesteld moet worden voor het optreden van dit verschijnsel.*

### Het ziektebeeld

Sinds enkele jaren is naar de oorzaak van de bruinkleuring een uitgebreid onderzoek ingesteld. Voordien was slechts bekend, hetgeen in het Jaarverslag van de Plantenziektenkundige Dienst van 1931 over deze afwijking is medegedeeld. Er werd daar verondersteld, dat uitwendige omstandigheden (lage temperatuur, rook van een locomotief) de oorzaak zouden kunnen zijn. Inderdaad wezen verschillende omstandigheden op een fysiogeen karakter van deze ziekte. Het onderzoek\* is dan ook in deze richting geleid.

De verkleuring treedt op in verschillende gradaties, wisselend van lichtgeel tot zwartbruin. Meestal ziet men echter een min of meer bruine verkleuring (afb. 1). De verkleuring is steeds zeer oppervlakkig, terwijl het weefsel droog blijft. Ontwikkeling van micro-organismen werd niet waargenomen.

Gewoonlijk is niet de gehele kool bruin gekleurd, doch speciaal het naar een bepaalde zijde gerichte weefsel. Typisch is, dat delen van de kool, welke bedekt zijn gebleven door schutblaadjes aan de rand steeds volkomen blank zijn (afb. 2). Dit alles wijst op een atmosferische invloed. Waarschijnlijk is zonnestraling uit een bepaalde richting de oorzaak. De verkleuring is pas enkele dagen nadat de kolen in de zon hebben gestaan duidelijk zichtbaar. Wel kan soms reeds na één dag een lichte, gele of iets paarsgetinte verkleuring worden opgemerkt.

Bij bloemkool die niet gedopt is, komt het verschijnsel niet voor. Het betreft steeds slechts incidentele gevallen. Na de oorlog werd het doppen van bloemkool in het Zuidhollands Glasdistrict verplicht. Het is dus begrijpelijk, dat in de jaren na de oorlog meer bruinkleuring optrad dan vroeger. In het buitenland is het zeer ongebruikelijk bloemkool

---

\* Hieraan is aanvankelijk medegewerkt door de heer D. van Staalduine en later door de heren W. den Boer en P. A. Kruyk.

te doppen. Het is daarom niet verwonderlijk dat dit verschijnsel daar tot dusver geen aandacht heeft getrokken.

Het is zeer opmerkelijk, dat vrijwel nooit een gehele partij deze afwijking vertoont. Het betreft meestal de kolen in bepaalde kisten. Gewoonlijk wordt een aantal kisten op elkaar gestapeld. Aangenomen mag worden dat de bruinkleuring speciaal optreedt bij de kolen in de bovenste kisten.

Over de aard van de verkleuring is nog weinig bekend. Ingrijpende veranderingen in het weefsel van de kool werden niet opgemerkt. Het is niet onwaarschijnlijk, dat er pigmentvorming plaats heeft, zoals ook het geval is bij oxydatie onder invloed van bepaalde enzymatische processen in het weefsel van vruchten.

De bruinkleuring kan vrij gemakkelijk worden verward met een verkleuring, welke optreedt tengevolge van een ruwe behandeling van de kool na de oogst of na het afsputten met een harde waterstraal. De verkleuring is dan echter minder regelmatig, meer pleksgewijze. Ze gaat vaak gepaard met het optreden van kleine putjes (van 1 à 2 mm diameter) op de kool. Deze verkleuring is veelal zeer donker, op zwart af.

### Invloed van de zonnestraling

Bij dit onderzoek is niet onmiddellijk aan een invloed van de zonnestraling gedacht. Aanvankelijk zijn er verschillende proeven genomen, waarbij op andere wijze werd getracht de bruinkleuring op te wekken. Nimmer trad er echter enige bruinkleuring op, zolang de kolen werden geplaatst in kelder-, schuur- of kasruimten, behoudens één uitzondering, waarbij de kolen waarschijnlijk vóór de behandeling reeds enige tijd in de zon hadden gelegen.

Zeer leerzaam was een proef, die genomen werd met kolen van een partij, waarbij in de praktijk in ernstige mate bruinkleuring was waargenomen. Hierbij waren o.a. de volgende series aanwezig:

24 uur hoge temperatuur (gem. $\pm 32^{\circ}$ C) . . . . .	geen verkleuring
Idem, doch eerst natgemaakt en verpakt in vetvrij papier	geen verkleuring
Natgemaakt met zout water, daarna 22 uur bij $\pm 2^{\circ}$ C	geen verkleuring
5 uur voor een sterke ventilator (temperatuur $\pm 30^{\circ}$ C), daarna 17 uur bij $\pm 32^{\circ}$ C . . . . .	geen verkleuring
3/4 uur buiten in de zon (2 uur n.m. $19,8^{\circ}$ C, windkracht 2)	bruin

*Uit deze ervaringen blijkt, dat slechts de zonnestraling een belangrijke rol speelt.* Nadien zijn nog verschillende proeven genomen, waarbij steeds weer bleek, dat de zonnestraling bepalend is voor het optreden van bruinkleuring. Bij kolen van verschillende herkomsten en van verschillende rassen (Alpha, Lecerf) is de verkleuring opgetreden, nadat ze aan de zon werden blootgesteld. Wanneer op een kist met bloemkool een andere kist werd geplaatst, waardoor de kool tegen zonnestraling werd beschermd, trad geen bruinkleuring op, ook al liet men de kisten aldus een gehele dag in de zon staan. De kolen in de niet afgeschermden kisten vertoonden daarentegen na enkele dagen een duidelijke bruinkleuring.

Het is nog niet nauwkeurig bekend hoe lang na het oogsten de kool gevoelig blijft voor de inwerking van de zonnestralen. De bruinkleuring kan nog optreden, wanneer de kool pas de derde dag na het hakken aan de zon wordt blootgesteld. In een proef, waarbij sommige kolen direct, andere na 6 en 10 dagen na het oogsten in de zon werden gezet, trad bij de bewaarde kolen geen bruinkleuring meer op. Jammer genoeg kon echter geen verse kool gelijktijdig met de bewaarde worden beproefd. Toch is wel de

indruk verkregen, dat de kool gedurende de bewaring na het oogsten geleidelijk minder gevoelig wordt voor zonnestraling.

Voorts is nagegaan wat ongeveer de minimum-tijd van zonnestraling is voor het optreden van beschadiging. Bij één der proeven waren onder andere de volgende series aanwezig:

Buiten in de schaduw . . . geen verkleuring  
1¼ uur buiten in de zon . . . geen verkleuring  
3½ uur buiten in de zon . . . bruin

Bij een andere proef trad reeds na een verblijf gedurende 2¼ uur in de zonneschijn een duidelijk bruinkleuring van de kool op. Het is niet mogelijk een bepaalde kritieke grens op te geven, daar het al of niet optreden van de beschadiging mede afhankelijk is van de aard van de zonnestraling (zie volgende paragraaf).

### De betekenis van de ultra-violette straling \*

Min of meer toevalligerwijze werd onze aandacht gevestigd op de rol, welke de ultra-violette straling speelt bij het verschijnsel van de bruinkleuring. Bij één der proeven was het doel na te gaan, wat het effect is van een gecombineerde inwerking van een langdurige zonnestraling en een hoge temperatuur op de bloemkool. Het resultaat was als volgt:

3½ uur buiten in de zon . . . bruin  
7 uur in een kas in de zon . . . geen verkleuring

Onder glas trad dus geen bruinkleuring op. De hypothese, dat de verkleuring het gevolg is van een te hoge temperatuur gepaard met een te sterke verdamping, werd hiermee omvergeworpen. Bovenstaande uitkomst, welke door vele andere proeven werd bevestigd, kan alleen worden verklaard door aan te nemen, dat het betrekkelijk kortgolelige deel van de ultra-violette zonnestraling, dat door glas wordt tegengehouden, de oorzaak is van de bruinkleuring.

Om hierover zekerheid te verkrijgen, hebben wij de bloemkool geplaatst onder een buislamp, welke kortgolvig ultra-violet licht uitstraalt (golflengte 2537 Å). De afstand van de kolen tot de lamp bedroeg  $\pm 30$  cm. Het glazen kastje waarin de buislamp was aangebracht, werd tijdens de bestraling met zwart doek afgeschermd. De uitkomst was als volgt:

2¼ uur buiten in de zon . . . bruin  
2¼ uur onder glas in de zon . . . geen verkleuring  
4 uur onder de lamp (2537 Å) . . . bruin

Uit volgende proeven bleek, dat bij een gelijke duur van de behandeling de verkleuring onder de lamp het sterkst is. Bij een kortstondige blootstelling is het zelfs mogelijk, dat alleen onder de lamp verkleuring optreedt:

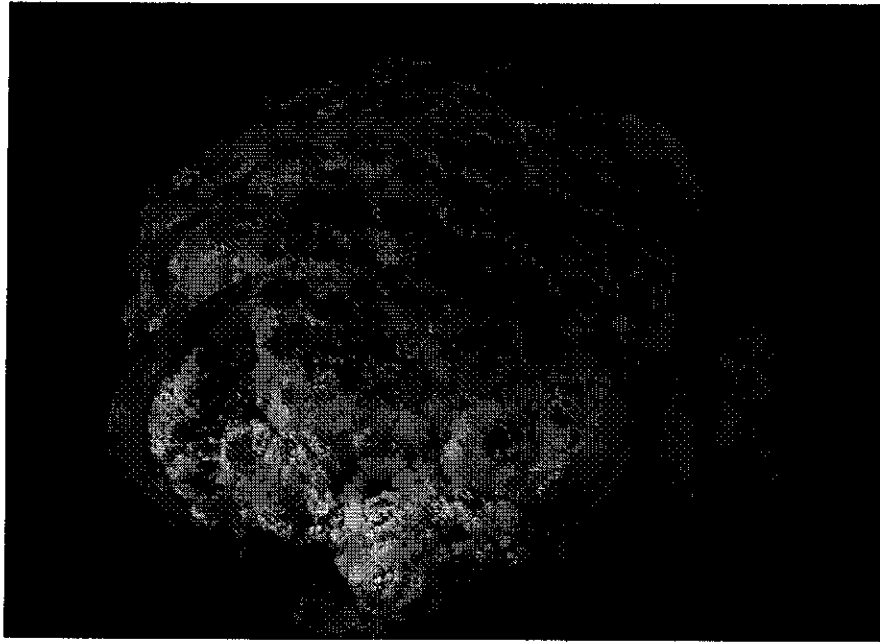
1 uur buiten in de zon . . . geen verkleuring  
1 uur onder de lamp (2537 Å) . . . geelbruin

Dit is verklaarbaar, daar onder de omstandigheden van de proefneming de van de

---

\* Bijzonderheden betreffende de eigenschappen van ultra-violette straling zijn ontleend aan: „Ultraviolet radiation” van L. W. Koller, New York 1952. Hierin vindt men een uitvoerige vermelding van de oorspronkelijke literatuur.

Afb. 1. Bruinkleuring  
bij bloemkool



Afb. 2. Een gedeelte  
van de kool, dat door  
een blaadje tegen de  
zonnestraling  
beschermd is geweest,  
is blank gebleven



lamp ontvangen hoeveelheid ultra-violette straling ongeveer het drievoudige bedraagt van de hoeveelheid, welke ons van de zon bij helder weer in de zomer kan bereiken. Bij deze vergelijking is alleen rekening gehouden met ultra-violette straling met een golflengte kleiner dan 3100 Å, daar de langer-golvige ultra-violette straling in snel toenemende mate door gewoon glas wordt doorgelaten. Gezien het effect van de glasbedekking zullen de langgolvige ultra-violette stralen geen belangrijke rol spelen bij de bruinkleuring.

Uit een andere proef is gebleken, dat de verkleuring donkerder is naarmate de kolen een langere tijd aan de straling van 2537 Å worden blootgesteld. Wanneer de bloemkool slechts een half uur onder de straling van de lamp verbleef, trad alleen maar een gele verkleuring op.

Droogstraallampen en gewone gloeilampen veroorzaken geen verkleuring, zelfs niet wanneer bloemkool gedurende 10 uur onder deze lampen wordt gelegd (geen van beide lampsoorten geeft ultra-violette stralen). Alleen wanneer de kolen te dicht bij de lampen worden gelegd, treedt beschadiging op. De temperatuur loopt dan te hoog op. Het weefsel staat hierdoor vocht af en schrompelt ineen.

De verkleuring, welke optreedt onder een buislamp met ultra-violette straling is niet precies gelijk aan de verkleuring, welke men in de natuur kan waarnemen (vergelijk afb. 3 met afb. 2). In de eerste plaats is de verkleuring onder de lamp veel egaler. Dit hangt waarschijnlijk samen met de omstandigheid, dat de ultra-violette straling dan niet voornamelijk uit één richting op de kool valt. In de tweede plaats is de verkleuring onder de lamp aanvankelijk geel; na verloop van tijd gaat dit geleidelijk in bruin over. In de zon is de overgang van wit naar bruin vaak meer plotseling. Mogelijk hangt dit verschil samen met een verschil in golflengte van de werkzame straling. Het kortstgolvige ultra-violet dat de atmosfeer boven Nederland kan passeren, heeft n.l. een golflengte van  $\pm 2950 \text{ \AA}$ .

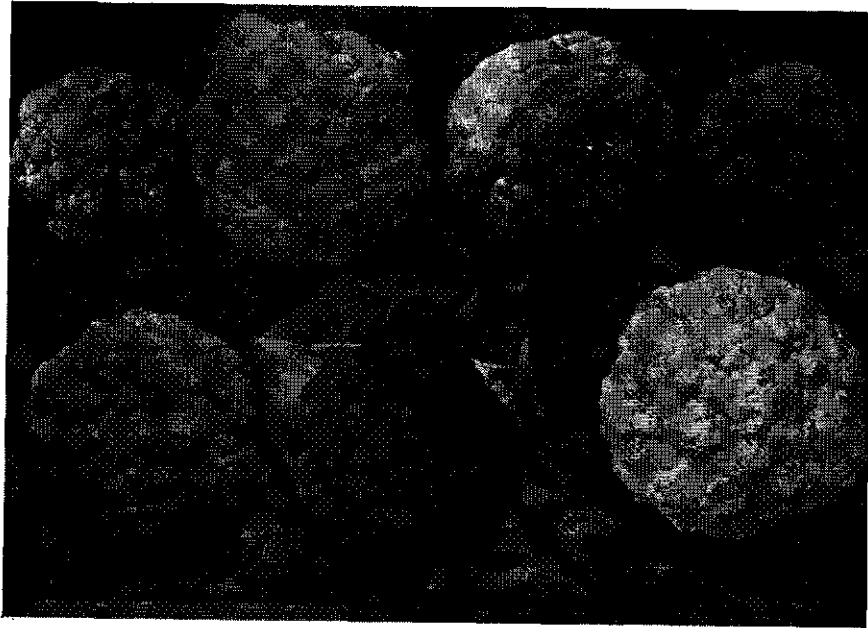
Het gebied tussen 2950 en 3100 Å is dus waarschijnlijk voor de bruinkleuring van de bloemkool het belangrijkste. Dr. Voogd heeft op het natuurkundig laboratorium van Philips te Eindhoven de ultra-violette straling, zoals deze van de zon tot ons komt, kunnen nabootsen. Hierbij trad inderdaad weer bruinkleuring bij de bloemkool op. Wanneer bloemkool gedurende lange tijd (enkele dagen) onder glas aan de zonnestraling wordt blootgesteld, kan eveneens geelkleuring en soms zelfs een geringe bruinkleuring optreden. Dit zou er op kunnen wijzen, dat ook de ultra-violette stralen met een wat grotere golflengte dan 3100 Å enig effect kunnen uitoefenen.

Verschillende malen is waargenomen, dat bij een enigszins heilige lucht de bruinkleuring gering is. Vaak ziet men dan alleen een geelkleuring. Bij deze toestand van de atmosfeer wordt speciaal het kortgolvige ultra-violet (2950—3100 Å) in sterke mate tegengehouden door de dan in de lucht aanwezige stofdeeltjes (waterdamp speelt bij de adsorptie van ultra-violette stralen vrijwel geen rol). Dit verklaart waarom het verschijnsel van de bruinkleuring niet vaker optreedt. Speciaal felle zonneshijn bij een strakblauwe hemel is gevaarlijk.

Er bestaat geen strikte correlatie tussen de intensiteit van de lichtstraling en de intensiteit van de ultra-violette straling van de zon. Tengevolge van een lager ozon-gehalte in hogere lagen van de atmosfeer is de hoeveelheid ultra-violette straling in de nazomer en de namiddag relatief groter. In de maanden mei, juni, juli en augustus is de ultra-violette straling verreweg het sterkst\* en juist in deze maanden treft men

---

\* De intensiteit van de ultra-violette straling wisselt veel sterker met de tijd van het jaar dan de intensiteit van de lichtstraling.



Afb. 3. Bloemkolen ingepakt en daarna aan ultra-violette stralen van een lamp blootgesteld

Van links naar rechts (boven): een geel pliofilm, cellulose-produkt, een wit cellulose-produkt, cellofaan

Van links naar rechts (onder): controle, poly-ethyleen, cellulose-acetaat

in de praktijk de bruinkleuring bij bloemkool aan. Ook is hiermee in overeenstemming, dat de meeste last van bruinkleuring wordt ondervonden op de veilingen waar men later op de dag veilt.

### De toestand van de kool en enkele andere nevenfactoren

Uit het voorgaande is duidelijk gebleken dat de bruinkleuring bij bloemkool een rechtstreeks gevolg is van blootstelling aan het ultra-violette deel van de zonnestraling. De verkleuring is echter niet altijd even sterk. Deze verschillen kunnen slechts ten dele worden toegeschreven aan een wisseling van het gehalte ultra-violette stralen in het zonlicht. Zij treden n.l. ook op, wanneer men de kolen onder een lamp met ultra-violette straling legt.

Vroeg in het voorjaar heeft men in de praktijk geen last van bruinkleuring. Dit is gedeeltelijk een gevolg van het lage gehalte ultra-violette stralen in het zonlicht. Onder de U.V.lamp treedt echter eveneens minder verkleuring op. Dit hangt waarschijnlijk samen met het rijpheidsstadium, waarin de kool wordt gehakt. In het voorjaar geschiedt dit vaak in een wat vroeg stadium. Een proef toonde aan, dat onrijpe en volgroeide kool niet in gelijke mate reageren op ultra-violette straling:

onrijpe kool, 8 uur buiten in de zon . lichtgeel, 2 van de 6 kolen iets lichtbruin  
volgroeide kool, 8 uur buiten in de zon lichtbruin

Echte bruinkleuring treedt alleen op bij reeds geogste kool. Wanneer kool buiten op het veld vóór het hakken aan zonnestraling wordt blootgesteld, kan echter ook wel enige verkleuring optreden. Dit betreft echter voornamelijk een geelkleuring. De verkleuring is sterker, wanneer men de kool in een laat stadium plotseling aan zonnestraling blootstelt door de bladeren naar buiten te buigen.

De handel heeft meermalen de ervaring opgedaan, dat juist de blankste kool de meeste hinder ondervindt van bruinkleuring. Dit is veelal kool, die zó goed afgedekt is geweest, dat ze vóór de oogst volkomen tegen de zon beschermd was. Er is daarom een aantal proeven genomen, waarbij de kolen gedurende enkele dagen voor de oogst op verschillende wijzen werden gedekt. Er werd zwaar gedekt, normaal gedekt en niet gedekt. Bij de laatste behandeling werden de bladeren opzettelijk naar buiten gebogen. Het resultaat was als volgt:

zwaar gedekt, 5 uur buiten in de zon . . .	bruin
normaal gedekt, 5 uur buiten in de zon . .	bruin
normaal gedekt, 5 uur onder glas in de zon	geen verkleuring
niet gedekt, 5 uur buiten in de zon . . .	geel

De geelkleuring was reeds voor het oogsten opgetreden. Kool, welke eenmaal geel is, schijnt later moeilijk bruin te kunnen verkleuren. Slechts aan de onderste rand, waar de kool minder geel was, trad nog een lichte bruinkleuring op. Bij enkele proeven kwam naar voren, dat extra zwaar dekken leidde tot een extra hevige bruinkleuring.

Bovengenoemde ervaringen leren ons, dat de gevoeligheid van kool voor de inwerking van ultra-violette stralen verschillend kan zijn. Daar de groeiomstandigheden invloed kunnen uitoefenen op de eigenschappen van de kool, is het niet onwaarschijnlijk, dat deze ook invloed zullen hebben op het verschijnsel van de bruinkleuring. Hierover is echter nog weinig met zekerheid bekend. Praktijkervaring hieromtrent bestaat er niet. De bruinkleuring treedt immers pas op na de oogst, zodat een mogelijk verband met bepaalde groeiomstandigheden niet gemakkelijk te achterhalen is. Kolen van verschillende herkomst reageerden inderdaad niet altijd in dezelfde mate met bruinkleuring. Doch ook wanneer de verschillen in groeiomstandigheden bekend zijn, is het moeilijk aan te geven, welke groeifactor hiervoor verantwoordelijk moet worden gesteld. Het ligt voor de hand te veronderstellen, dat groeiomstandigheden, welke leiden tot een sappig en weelderig gewas, een gevoelige kool zullen opleveren. Zo bleek eens dat kool, afkomstig uit een warm gehouden afdeling van een kas, wat minder gevoelig was dan kool, die in een koud gehouden afdeling van dezelfde kas was gegroeid. Ongetwijfeld zal het in de warme afdeling ook wat droger zijn geweest.

Onwillekeurig vraagt men zich ook af, of wellicht boriumgebrek in het spel kan zijn. Boriumgebrek veroorzaakt n.l. eveneens een ernstige bruinkleuring van de kool. Het komt echter slechts sporadisch voor, o.a. in de omgeving van Katwijk, waar inderdaad soms in ernstige mate bruinkleuring van geogste bloemkool is waargenomen. Er zijn echter verschillende veilingen, waar de bruinkleuring een probleem is, terwijl boriumgebrek in het gebied, dat deze veilingen bestrijken, ten enenmale onbekend is.

Ook na de oogst zijn er, behalve de zonneshijn, nog enkele omstandigheden, welke enige invloed op de mate van bruinkleuring kunnen uitoefenen. Zo is uit eerder genoemde proeven, waarbij de kool bevochtigd werd vóórdat ze in de zon werd geplaatst, gebleken, dat het gebruik van zout water voor dit doel nadelig kan zijn. De bruinkleuring is dan soms wat heviger.

Het effect van een sterke luchtbeweging in de periode, dat de kolen aan de zonne-



schijn zijn blootgesteld, is groter. Door het opstellen van ventilatoren dichtbij de kool is dit in enkele gevallen duidelijk gebleken:

8½ uur buiten in de zon . . . . . lichtbruin  
 7½ uur buiten in de zon + ventilator bruin

De combinatie „felle zonneschijn + krachtige wind” is dus wel bijzonder schadelijk.

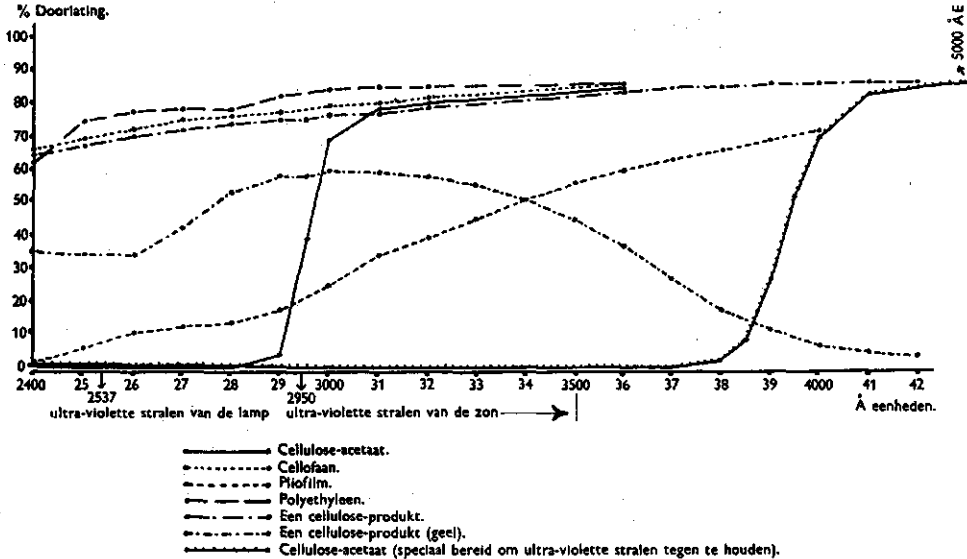
### Verpakking van bloemkool in verschillende folies

*Bruinkleuring* bij bloemkool zou gemakkelijk kunnen worden voorkomen, wanneer het produkt na de oogst niet aan de zon werd blootgesteld. De praktijk heeft echter tegen het afdekken met een zeil bezwaar, omdat dan mechanische beschadiging kan optreden. Op verschillende plaatsen wordt dit bezwaar ondervangen door een lege kist omgekeerd op de bovenste kist met kool te zetten of door de kool wat dieper in de kist te leggen.

Een andere mogelijkheid zou zijn, de kool te verpakken in een voor ultra-violette stralen ondoorlatend materiaal. Daarom zijn verschillende verpakkingsmaterialen op hun doorlatendheid voor ultra-violette stralen onderzocht. Er is daarbij aandacht geschonken aan folies van verschillende dikten. Een soepele folie zou gebruikt kunnen worden om de afzonderlijke kolen in te hullen, terwijl een dikkere, stijve folie zich beter leent om een gehele kist mee af te dekken. Daar de absorptie van de ultra-violette stralen recht evenredig is met de dikte van het materiaal, zal met het laatstgenoemde type folie het gemakkelijkst een bevredigend resultaat kunnen worden verkregen. Vanzelfsprekend verdient materiaal, dat het produkt goed zichtbaar laat, en liefst in de natuurlijke kleur, de voorkeur.

De verschillende folies zijn op het natuurkundig laboratorium van Philips te Eindhoven onderzocht op hun doorlatendheid voor ultra-violette straling. De gevonden transmissiekrommen zijn uitgezet in onderstaande grafiek. Zij hebben betrekking op

De doorlatendheid van een aantal folies voor ultra-violette straling



nieuw materiaal. De doorlatendheid voor ultra-violette straling kan in meer of mindere mate afnemen na blootstelling aan het zonlicht. Na één of twee dagen is dan echter de minimum-transmissie vrijwel bereikt. In de grafiek komen belangrijke verschillen in transmissie naar voren. Bovendien blijkt, dat de doorlatendheid voor ultra-violette stralen van 2537 Å veelal belangrijk minder is dan de doorlatendheid voor de ultra-violette stralen van het zonlicht.

Bloemkool werd nu in de verschillende folies gehuld en daarna 4 uur onder de U.V.buis (2537 Å) gelegd. Het resultaat was als volgt (zie ook afb. 3):

Verpakkingsmateriaal	Verkleuring	Transmissie bij 2537 Å
Cellulose-acetaat . . . . .	0	0 %
Cellulose-acetaat, speciaal type om U.V. stralen tegen te houden . . . . .	0	0 %
Pliofilm . . . . .	4	7 %
Geel cellulose-produkt . . . . .	4	34 %
Wit cellulose-produkt . . . . .	5½	68 %
Cellofaan . . . . .	6½	70 %
Poly-ethyleen . . . . .	8½	75 %
Controle (niet ingepakt) . . . . .	8	

De verkleuring van de kool is uitgedrukt in cijfers van 0 tot 10; 0 = geen verkleuring, 10 = donkerbruin.

De beide cellulose-acetaatfolies voorkwamen elke verkleuring, hetgeen overeenstemt met de volkomen ondoorlatendheid voor stralen van 2537 Å. Ook bij de andere folies bestaat er in grote trekken een overeenkomst tussen de mate van verkleuring en de transmissie bij 2537 Å. Er is echter geen absolute evenredigheid.

Bij een andere proef werden in bovengenoemde folies verpakte kolen gedurende 8½ uur aan de zonnestraling blootgesteld. Jammer genoeg beschikten wij toen nog niet over het speciale type cellulose-acetaat om ultra-violette straling tegen te houden. Waarschijnlijk was het weer op de dag van deze proefneming iets te heilig, waardoor de intensiteit van het kortgolfige ultra-violet wat te zwak geweest zal zijn. De niet ingepakte kool vertoonde althans slechts een zeer lichte bruinkleuring. Alle ingepakte kool is enigermate geel geworden. Tussen de verschillende folies was nagenoeg geen verschil. Hoewel dit onderzoek nog niet is afgesloten, ziet het er naar uit, dat de gebruikte folies de ultra-violette stralen van het zonlicht niet in voldoende mate zullen tegenhouden. Gezien het verloop van de transmissie-kromme zal het nieuwe type cellulose-acetaat voor ons doel waarschijnlijk wel voldoen. Deze folie heeft echter het bezwaar, dat zij na blootstelling aan het zonlicht in sterke mate verkleurt, waardoor het uiterlijk van de verpakking minder aantrekkelijk wordt. Wellicht schuilt er nog een mogelijkheid in het gebruik van cellulose-propionaat. Dit materiaal zou een zodanige transmissie-kromme bezitten, dat alle straling met een golflengte korter dan 3100 Å wordt tegenhouden (zie „Ultra-violet Radiation” van Koller). Hoewel de ideale folie voor de verpakking van bloemkool nog niet is gevonden, schuilt in deze richting stellig een mogelijkheid tot oplossing van het probleem van de bruinkleuring bij bloemkool.

Tenslotte rest ons een woord van dank aan dr. J. Voogd voor de inlichtingen, welke wij op zo prettige wijze mochten ontvangen en voor het werk, dat op het Philipslaboratorium te Eindhoven is verricht.

## Samenvatting

Af en toe treedt enkele dagen na de oogst een oppervlakkige bruinkleuring bij bloemkool op. Er is nagegaan wat de oorzaak hiervan kan zijn. Daarbij bleek:

1. De bruinkleuring treedt op enkele dagen nadat de bloemkool enige tijd buiten in de zon heeft gestaan.
2. Ultra-violette stralen van 2537 Å veroorzaken een verkleuring, die hier veel op lijkt.
3. Het optreden van de bruinkleuring is enerzijds afhankelijk van de weersomstandigheden, anderzijds van de hoedanigheid van de kool.

Aan kwekers en handelaars wordt geadviseerd de kool vanaf de oogst tot aan de plaats van bestemming af te dekken. In dit verband zijn verschillende doorzichtige verpakkingsmaterialen op hun doorlatendheid voor ultra-violette straling onderzocht.

## SUMMARY

### *Brown colouring of cauliflower after cutting*

In summer the trade of cauliflowers now and then meets with difficulties caused by a superficial brown colouring of the product. This occurs some days after its being cut in good condition. It always concerned incidental cases, but a survey during a series of years proved the phenomenon to recur regularly. Though always only a part of a group of cauliflowers discolours still it sometimes involves considerable financial damage because the cauliflowers become worthless.

The discoloration, which may vary from brown to black is very superficial and dry. Everything points to a non-parasitic infestation. One should not forget that the growers in the South-Holland glass district are used to remove the leaves during cutting. The cauliflower has a normal white colour under each leaflet that remains behind on the edge.

In order to find out the cause of this discoloration several experiments were carried out at our Experimental Station. The influence of the next factors was examined:

1. *High temperature.* The cauliflower was exposed to a temperature of 25—39° C. for one day.
2. *High temperature combined with high air humidity.* The cauliflower was wetted, wrapped up in grease-proof paper and again exposed to a temperature of 25—39° C. for one day.
3. *A strong air-current.* Cauliflower was put before a fan for five hours.
4. *Salt water.* The cauliflower was wetted with water containing 2 g. of sodium chloride per litre.
5. *Sun.* Cauliflower was put in the sun.

*Only cauliflowers that had been exposed to sunshine showed the symptom of brown colouring after some days.* This discoloration may already occur when only for some hours the cauliflowers have lain in the sun.

The discoloration occurred on cauliflowers of different origin and of different varieties after being exposed to sunshine. The whiter the cauliflower when cut, the easier the discoloration occurs. When the cauliflower was put in sunshine and also in sunshine and wind the discoloration was darker in the latter case. Brown colouring may even occur when the cauliflower is not put in the sunshine before the third day after cutting. In order to combine the effect of sun and extra high temperature cauliflowers were put under glass and exposed to sunshine. From this and other experiments it appeared that discoloration of the cauliflower under glass requires a much longer exposure to sunshine than in the open air.

In consequence of this it was supposed that ultra-violet rays might play a part. In order to verify this some experiments were carried out with a lamp emitting ultra-violet light. *Two days after a three hours' exposure to ultra-violet light the cauliflowers did show a similar discoloration.* In comparison with the discoloration caused by the sun, the latter was somewhat more even and more yellow-brown. The brown colour was darker as the cauliflower was irradiated for a longer time. After a short irradiation of e.g. a half or one hour the cauliflower got yellow.

Cauliflowers that were irradiated with an infra-red heat lamp or a incandescent lamp, remained white. Neither of these lamps produces ultra-violet light.

*In practice discoloration of cauliflower can be easily prevented by keeping the product out of the sun after cutting.*

In this connection it seemed useful to investigate the transmissibility of different packaging-material for ultra-violet light. It stands to reason that a transparent packaging-film is most attractive. The cauliflowers were packed in 5 different films and put under an ultra-violet light lamp for four hours. The following films were used:

1. Cellulose product
2. Cellophane
3. Cellulose acetate
4. Pliofilm
5. Polyethylene.

Only the cauliflower packed in cellulose acetate remained white. Research with a spectrophotometer proved that the films were indeed more or less transmittable for ultra-violet rays. There was an obvious connection between the protecting effect of the films and the degree in which the ultra-violet rays were arrested by these films.

The same experiment was repeated outside. The packed cauliflowers did not remain white, neither did the cauliflowers wrapped up in cellulose acetate. The discoloration was, however, less intense than with the non-packed cauliflowers.

It is, however, known that the lamp produces ultra-violet rays with a wave-length of 2537 Å, and the sun ultra-violet rays with a wave-length of 2950 to 3500 Å. Only a specially prepared cellulose acetate film, which was available during a short time before this publication was written, seems to be satisfactory in connection with the ultra-violet light.

*Recapitulating it can be said that cauliflower may get brown in consequence of the ultra-violet rays of the sun.*