

Ged. 40  
B  
1986  
02

513-N-2  
-1986-01

## SNIJBLOEMEN

*Kwaliteitsbehoud in de afzetketen*

Sprenger Instituut, Wageningen

Laboratorium voor  
Tuinbouwplantenteelt  
WAGENINGEN

ISN 252706

Aan dit boek werkten mee:

Auteurs: C.E.M. Berkholst  
H.A.M. Boerrigter  
W.G. van Doorn  
H. Harkema  
A. Hoogerwerf  
W.H. Molenaar  
G.H. van Nieuwenhuizen  
O.L. Staden  
E.J. Woltering.

Tekstverwerking: M.M. Jordens  
Illustraties: O.A. Kühn  
Coördinatie: F.X.C. Looijesteijn

Eindredactie: A. Hoogerwerf

Uitgave: Sprenger Instituut (juni 1986)  
ISBN 90-9001301-6

Gehele of gedeeltelijke overname uit deze publikatie is slechts toegestaan met schriftelijke toestemming van de directeur van het Sprenger Instituut.

Deze publikatie is verkrijgbaar door storting van f 30,00 op gironummer 875467 t.n.v. het Sprenger Instituut, Postbus 17, 6700 AA Wageningen onder vermelding van 'Snijbloemen'.

Woord vooraf .....	7
<b>1. INLEIDING</b> .....	9
1.1. De bloem aan de plant .....	9
1.2. De snijbloem .....	13
1.3. De opbouw van dit boek .....	15
<b>2. FYSIOLOGIE</b> .....	17
2.1. Inleiding .....	17
2.2. De koolhydraathuishouding .....	19
2.2.1. Ademhaling .....	19
2.2.2. Transport van suikers .....	23
2.2.3. Voeding met suiker .....	24
2.3. De Waterhuishouding .....	28
2.3.1. Wateropname en -afgifte .....	28
2.3.2. Vaatverstopping .....	29
2.3.2.1. Luchtembolie .....	32
2.3.2.2. Fysiologische vaatverstopping .....	32
2.3.2.3. Vaatverstopping door bacteriën .....	35
2.3.2.4. Enkele voorbeelden van vaatverstopping .....	39
2.4. De mineralenhuishouding .....	41
2.5. De hormonenhuishouding .....	44
2.5.1. Algemeen .....	44
2.5.2. Ethyleen .....	48
2.5.3. Toepassing van hormonen bij snijbloemen .....	52
<b>3. DISTRIBUTIEMANAGEMENT</b> .....	55
3.1. Inleiding .....	55
3.2. Het begrip kwaliteit .....	57
3.3. De distributieketen .....	60
3.4. Het modulaire systeem .....	66
<b>4. BEDRIJFSHYGIËNE</b> .....	69
4.1. Schimmels .....	69
4.2. Bacteriën .....	69
<b>5. VOORBEHANDELING</b> .....	75
5.1. De functies van voorbehandeling en voeding .....	75
5.1.1. Waterbehandeling tegen microbiële vervuiling .....	75
5.1.2. Het voeren van de snijbloem .....	75
5.1.3. Het beschermen van de bloem tegen ethyleen .....	76
5.1.4. Het vertragen van de bladvergeling .....	78
5.1.5. Mengvormen .....	78
5.2. Factoren die de opname van voorbehandelingsmiddelen beïnvloeden .....	80
5.2.1. De mate van verzadiging van het produkt met water .....	80
5.2.2. Klimaat tijdens de opname .....	81
5.2.3. De aanwezigheid van licht .....	83
5.2.4. Verwijderen van een stukje steel .....	83
5.2.5. De behandelingsduur .....	83
5.2.6. De samenstelling van het voorbehandelingsmiddel .....	85
5.3. Controlemethoden .....	86

5.4. De plaats van voorbehandeling .....	86
<b>6. KOELING EN BEWARING VAN SNIJBLOEMEN .....</b>	<b>89</b>
6.1. Produktaspecten van de bewaring van snijbloemen .....	89
6.1.1. Factoren die een rol spelen bij de bewaring van snijbloemen .....	89
6.1.1.1. Tijd en temperatuur .....	90
6.1.1.2. Relatieve vochtigheid .....	94
6.1.1.3. De beschikbaarheid van water .....	95
6.1.1.4. De luchtsamenstelling .....	96
6.1.2. Bewaring in een conventionele koelcel .....	96
6.1.3. Bewaring in een natte koelcel .....	97
6.1.4. CA-bewaring .....	98
6.2. Technische aspecten .....	103
6.2.1. De mechanische koelinstallatie .....	104
6.2.2. Het natte koelsysteem .....	109
6.2.3. Indirecte koelsystemen .....	111
6.2.4. Voorkoelen .....	112
6.2.4.1. Veldwarmte-afvoer door voorkoeling .....	113
6.2.4.2. Langsroomkoeling .....	115
6.2.4.3. Doorstroomkoeling .....	119
6.2.4.4. Vacuümkoeling .....	126
<b>7. VERPAKKING .....</b>	<b>129</b>
7.1. Beheersing van het microklimaat .....	129
7.1.1. Temperatuur .....	129
7.1.2. Vocht .....	137
7.1.3. Lucht .....	144
7.2. Bescherming tegen mechanische beschadiging .....	146
7.2.1. Het begrip druksterkte .....	146
7.2.2. De invloed van het vochtgehalte op de druksterkte .....	147
7.2.3. De invloed van de stapelwijze op de druksterkte .....	148
7.2.4. De invloed van de tijd op de druksterkte .....	148
7.2.5. Berekening van de draagkracht van kartonnen dozen .....	148
7.3. Vergroten van de handlingsefficiëncy .....	150
<b>8. VERVOER VAN SNIJBLOEMEN .....</b>	<b>151</b>
8.1. Soorten van vervoer en vervoermiddelen .....	151
8.1.1. Wegvervoer .....	151
8.1.2. Railvervoer .....	153
8.1.3. Luchtvervoer .....	153
8.1.4. Zeevervoer .....	155
8.2. Conditionering en inrichting van het vervoermiddel .....	156
8.2.1. Het geïsoleerde vervoermiddel .....	157
8.2.2. Het geconditioneerde vervoermiddel .....	158
8.2.2.1. Verwarming .....	158
8.2.2.2. Koeling .....	160
8.2.2.3. Inbouw en gebruik van mechanische transportkoel- machines .....	164
8.3. Afmetingen van koelvoertuigen .....	165
8.4. Ventilatie in vervoermiddelen .....	166
8.5. Menglading .....	167

<b>9. ETHYLEEN</b> .....	169
9.1. Ethyleen in de omringende lucht .....	169
9.2. Ethyleenproductie.....	173
9.3. Ethyleengevoeligheid .....	174
9.3.1. Ethyleenconcentratie.....	175
9.3.2. Blootstellingsduur.....	176
9.3.3. Temperatuur.....	176
9.3.4. CO <sub>2</sub> -concentratie.....	177
9.3.5. Classificatie van de ethyleengevoeligheid .....	178
9.4. Specifieke effecten van exogeen ethyleen.....	178
9.5. Effect van enkele milieufactoren op de ethyleenproductie en de houdbaarheid.....	183
9.5.1. Vochtverlies .....	183
9.5.2. Positieverandering in het zwaartekrachtveld .....	184
9.5.3. Schudden .....	184
9.5.4. Lichtgebrek.....	185
9.5.5. Verwonding .....	185
9.5.6. Microbiële aantasting .....	186
9.5.7. Bevruchting .....	186
9.6. Bescherming tegen ethyleen.....	187
9.6.1. Verwijdering van ethyleen uit de omringende lucht.....	187
9.6.2. Verlagen van de ethyleengevoeligheid .....	188
9.6.3. Onderdrukken van de ethyleenproductie .....	190
Literatuur.....	193
Bijlagen .....	211



## WOORD VOORAF

Het Sprenger Instituut houdt zich al vele jaren bezig met onderzoek aan snijbloemen na de oogst. Inmiddels is veel kennis verkregen op dit gebied. In de meeste gevallen is de verzamelde kennis aan de organisaties, bedrijven en personen die op dit gebied werken, overgedragen via rapporten, artikelen, lezingen etc.

Hoewel de meeste kennis dus wel vastligt is het toch moeilijk om een *totaalbeeld* te krijgen van alle aspecten die de distributie van snijbloemen beheersen. Daarom ontstond er behoefte aan een publikatie, waarin kennis en onderzoeksresultaten op het gebied van snijbloemen na de oogst systematisch en vanuit alle betrokken vakgebieden weergegeven wordt.

Om in deze behoefte te voorzien brengt het Sprenger Instituut nu dit boek uit. In dit boek wordt ingegaan op de vele factoren die van invloed zijn op de kwaliteit van het produkt tijdens de distributie en op de organisatie van de distributie. Natuurlijk is het niet mogelijk volledig te zijn, gezien de breedte van het onderwerp. Wel hebben we geprobeerd een zo volledig mogelijk *beeld* te geven. Wellicht zijn we daarin niet altijd geslaagd. Graag ontvangen we dan ook van de lezers aanvullingen of verbeteringen ten behoeve van een volgende druk.

Drs. G.J.H. Rijkenbarg, directeur





## 1. INLEIDING

Snijbloemen zijn in Nederland bijzonder populair: de Nederlanders besteden er jaarlijks gezamenlijk ruim 1 miljard gulden aan. Niet alleen het aantal Nederlanders dat met enige regelmaat snijbloemen koopt is groot, ook het bedrag dat hier jaarlijks aan snijbloemen besteed wordt is aanzienlijk: f 120,- per huishouding in 1981 (meest recente gegevens CBS). Bovendien zijn snijbloemen belangrijk voor onze export. In 1985 ging voor 3 miljard gulden aan bloemen over de grens.

Er is een groot verschil tussen de functie van snijbloemen in de huiskamer en de natuurlijke functie van bloemen aan de plant. Daarom worden aan snijbloemen ook andere eisen gesteld dan aan bloemen aan de plant.

Om te kunnen begrijpen hoe een bloem als snijbloem kan gaan functioneren is het goed zich eerst een beeld te vormen van het ontstaan van de bloem en de functies die zij in de natuur vervult. Hierop zullen we in de volgende paragraaf ingaan. Daarna proberen we een beeld te schetsen van de functie van de snijbloem en van de eisen, waaraan een snijbloem moet voldoen (paragraaf 1.2.). Dit hoofdstuk wordt daarna afgesloten met een overzicht van de verdere opbouw van dit boek.

### 1.1. De bloem aan de plant

De bloem speelt een belangrijke rol in het leven van planten: ze wordt aangelegd voor de voortplanting.

De voortplanting van planten kan op ongeslachtelijke wijze plaatsvinden, zoals bij stekken en enten. Na stekken en enten is het nieuw gevormde individu erfelijk precies hetzelfde als de ouderplant. De voortplanting kan ook geslachtelijke plaatsvinden. Hierbij is het nieuw gevormde individu altijd erfelijk verschillend van de ouders.

De erfelijke verschillen zijn van levensbelang. Wanneer alle planten op een plaats erfelijk gelijk zouden zijn, en er plotseling bijvoorbeeld strenge vorst optreedt, dan zouden deze planten óf allemaal overleven óf allemaal dood gaan. Als de individuen erfelijk verschillend zijn kunnen sommige dood gaan maar andere kunnen overleven. De kans dat de groep overleeft is dus veel groter. De planten kunnen zich zo aanpassen aan steeds wisselende omstandigheden. De geslachtelijke voortplanting is daarom van groot belang voor het voortbestaan van de soorten. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er (van nature) vrijwel geen planten bestaan zonder geslachtelijke voortplanting: ze zouden zijn uitgestorven.

De algen, die tenminste al 2 miljard jaar op aarde bestaan, hebben al geslachtelijke voortplanting, evenals de varens en mossen, die ongeveer 300 miljoen jaar bestaan. De eerste duidelijke resten van bloeiende planten zijn meer dan 150 miljoen jaar oud. De bloem is daarom relatief een nieuwkomer in het plantenrijk. In tabel 1.1 is een overzicht gegeven van de ontwikkeling van de planten.

Tegenwoordig bestaat de groep bloeiende planten uit meer dan 200.000 soorten. Ze domineren de huidige flora.

De bloem is kenmerkend voor deze groep, hoewel de bloemen bij sommige planten die door de wind worden bestoven, zoals grassen, nauwelijks opvalt.

Een andere karakteristiek van de bloeiende planten is de ontwikkeling van de vrucht. Zowel bloemen als vruchten zijn bedoeld om dieren aan te trekken; dieren vervullen een belangrijke rol zowel bij de bestuiving als bij de verspreiding van de zaden.

Geslachtelijke voortplanting vindt plaats door versmelting van twee cellen. Bij de algen zijn deze cellen nog gelijkvormig, en de versmelting treedt op in het water. Twee cellen van dezelfde ouderplant blijken echter bij de meeste soorten algen niet

Tabel 1.1 De belangrijke ontwikkelingen in het plantenrijk

tijdperk	periode	begin (in jaren vanaf heden)	ontwikkelingen in het plantenrijk
Kenozoïcum	Kwartair	2 miljoen	
	Tertiair	65 miljoen	Ontwikkeling van de meeste soorten bloeiende planten
Mesozoïcum	Krijt	136 miljoen	Eerste bloeiende planten
	Juras	180 miljoen	Coniferen dominant
	Trias	225 miljoen	Zaadvarens verdwijnen
Paleozoïcum	Perm		Eerste coniferen. Boomvormen van zaadvarens, varens, paardestaarten en dergelijke
	Carboon	345 miljoen	
	Devoon		Eerste landplanten: Primitieve mossen en varens
	Siluur	430 miljoen	
	Ordovicium		Verschillende groepen algen. Eerste schimmels
	Cambrium	570 miljoen	
Precambrium		4600 miljoen	Groene algen, blauw-groene algen, bacteriën

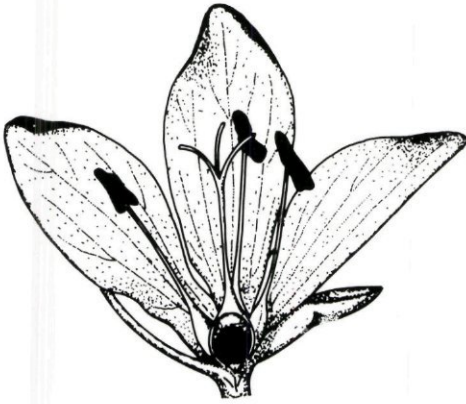
te kunnen versmelten, zodat uitwisseling van erfelijke eigenschappen is verzekerd. Bij mossen en varens is er een verschil tussen de grootte van de twee cellen die versmelten. De grotere cel blijft bij deze planten aan de ouderplant vastzitten en een kleinere cel zwemt naar deze cel toe.

Bij bloeiende planten is deze situatie vergelijkbaar, maar de kleinere cellen (de stuifmeelkorrels) zwemmen niet, maar de laatste 'etappe' wordt in de lucht afgelegd en vervolgens groeit een uitloper van de stuifmeelkorrel naar de grote cel toe.

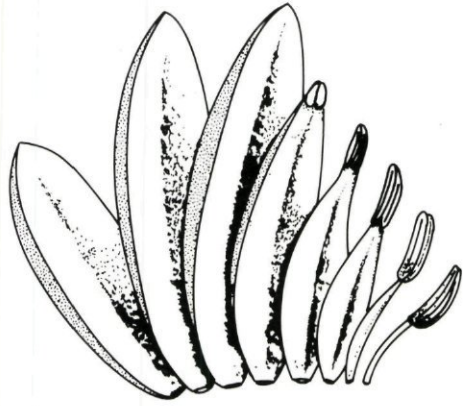
Om deze functie – het verzorgen van de geslachtelijke voortplanting – te kunnen vervullen is de bloem op een bepaalde wijze opgebouwd. De opbouw van de bloem is weergegeven in figuur 1.1. De buitenste bladeren zijn meestal groen, de binnenste niet (meer), omdat zij geen chlorofyl bevatten. De stuifmeelbuizen zijn omgevormde bladeren. Bij de waterlelie is dit nog heel goed te zien (figuur 1.2). Het vruchtbeginsel bestaat ook uit een aantal, aan elkaar gegroeide, bladeren (figuur 1.3).

Een bloem bestaat dus uit onderdelen, die elk in principe uit bladeren gevormd zijn. Aan dit vermogen van plantdelen om in elkaar over te gaan danken wij het bestaan van dubbele of gevulde bloemen. Hierbij zijn doorgaans meeldraden tot kroonbladen gevormd. Als er een groot aantal meeldraden is kunnen we sterk gevulde bloemen verwachten (bijv. bij roos en anemoon). Er zijn echter ook gevallen bekend van de ontwikkeling van kroonbladeren uit vruchtbladen (bijv. de dubbele violier).

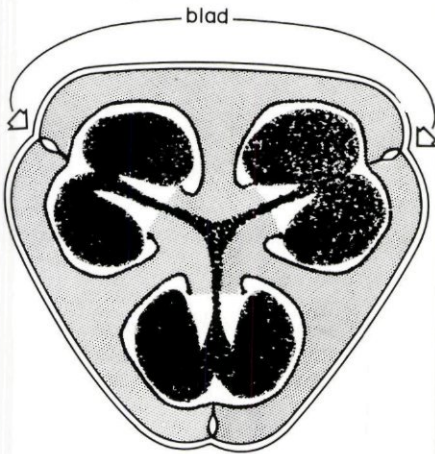
De kelkbladeren kunnen losstaan, zoals bij de roos, of zijn vergroeid zoals bij de anjer. Ook de kroonbladeren kunnen losstaan (roos, anjer, tulp), terwijl ze bij veel bloemsoorten ook zijn vergroeid (narcis en fresia). De verschillende vormen van de vergroeiing van de kroonbladeren zijn weergegeven in figuur 1.4.



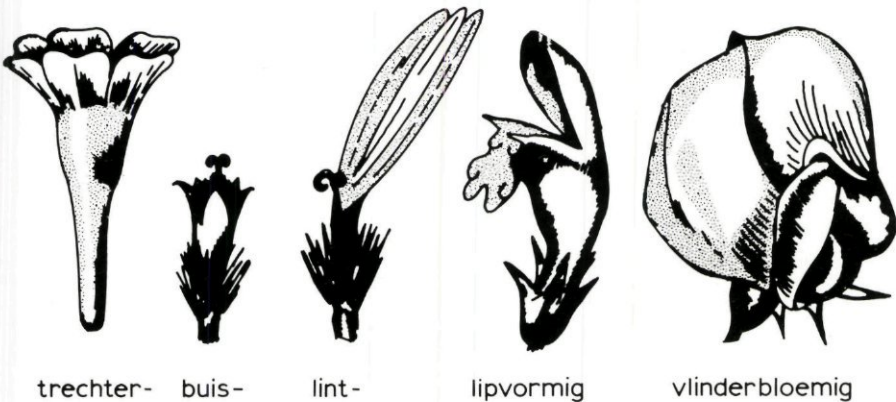
Figuur 1.1  
De opbouw van de bloem



Figuur 1.2  
De overgang van kroonblad naar meeldraad bij de waterlelie

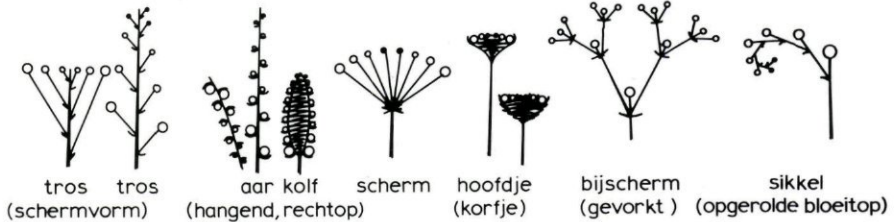


Figuur 1.3  
Het vruchtbeginsel is opgebouwd uit een aantal aan elkaar gegroeide bladeren



trechter-    buis-    lint-    lipvormig    vlinderbloemig  
Figuur 1.4  
De kroonbladeren kunnen op verschillende manieren zijn vergroeid

De bloemen kunnen enkelvoudig zijn of in groepen bijeen, zoals bij de samengesteldbloemigen (composieten), waartoe de gerbera behoort. Hier worden de binnenste bloemen omgeven door gezamenlijke buitenkransen van bloemen met grote kelkbladeren (de straalbloemen). De verschillende posities van de bloemen ten opzichte van elkaar, de bloeiwijzen, zijn weergegeven in figuur 1.5.



Figuur 1.5  
Voorbeelden van bloeiwijzen

Een aar met vlezig hoofd waaraan de ongesteelde bloemen zitten, heet bloeikolf. Anthurium en calla hebben een bloeikolf, die echter weinig opvalt in vergelijking tot het schutblad, dat relatief groot is en bovendien gekleurd. De bloeikolf van de anthurium telt meer dan 300 spiraalsgewijs geplaatste bloemen. Afmeting, vorm en kleur van het schutblad bepalen de commerciële waarde, terwijl de afmeting en de stand van de bloeikolf additionele waarden zijn.

Het hoofdje, bestaande uit een verbrede en verdikte bloembodem met zittende bloemen, heeft bij de gerbera verschillende bloemvormen. Op de rand van de meer brede dan hoge bloembodem bevinden zich kleurige lintbloemen met alleen een stamper, terwijl het hart is samengesteld uit buisbloemen, die meeldraadbloemen zijn.

Bij de cymbidium is de bloeiwijze een tros. Ook de kelkbladeren zijn hier gekleurd, één kroonblad is vervormd tot lip en de enige meeldraad die de bloem rijk is, is vergroeid met de stijl tot stempelzuil. De kam van de fresia is eveneens een tros. Door draaiing van de hoofdas en de bloemsteeltjes staan de bloemen naar boven gericht en liggen in één vlak.

Naast de genoemde bloeiwijzen bestaan er nog andere, mede door combinaties van de verschillende schema's. Bij liatris bestaat de bloeiwijze uit een aar van hoofdjes; bij de mimosa is sprake van hoofdjes in grote pluimen.

#### *De ontwikkeling van de bloem*

De eerste bloemknoppen worden vaak aangelegd nadat de plant een minimum aantal bladeren heeft gevormd. Soms is er ook een invloed van het milieu (bijvoorbeeld de eerste bloemen ontstaan na het langer of korter worden van de dagen). Na de aanleg van de bloem stroomt er een groeistof, indolazijnzuur, vanuit het vruchtbeingsel naar de stengel. Hierdoor gaat de stengel sterk in de lengte groeien. Net voor het openen van de bloemknop stopt bij de meeste soorten deze stroom van indolazijnzuur, en ook de lengtegroei van de stengel.

Het opengaan van de bloemen komt vaak door de groei van de bloembladeren. Bij veel soorten is deze groei aan de bovenkant sterker dan aan de onderkant. Daardoor bewegen de bloembladeren van vertikaal naar horizontaal: de bladeren ontvouwen zich.

Opengaan van bloemen hangt bij verschillende soorten af van het tijdstip van de dag. De 'timing' van de bloemopening komt overeen met die van de insecten die deze bloemen bezoeken. De insecten zijn ook actief gedurende deze periode.

De morfologie van bloemen is vaak heel fraai aangepast aan speciale groepen insecten. Door de al miljoenen jaren durende co-evolutie van insecten en bloemen zijn beide sterk op elkaar afgestemd en vaak volledig van elkaar afhankelijk geworden. De gekleurde kroonbladeren van bloemen zijn voor insecten en vogels een baken bij het vinden van voedsel.

Veel bloembladeren, vooral van nachtbloemen, bevatten ook kleurstoffen die wij niet maar insecten heel goed kunnen zien. Insecten worden door de bloemen niet alleen „gelokt” met kleur maar ook met geur en smaak en zorgen daarbij in het voorbijgaan voor de bestuiving.

Planten die door de wind worden bestoven hebben geen bloemen in bovenbedoelde betekenis. De bloem van grassen bijvoorbeeld bestaat uit heel kleine blaadjes. Hier zouden grote kelkbladeren eerder een hindernis zijn dan een voordeel. Alle snijbloemen zijn daarom oorspronkelijk afkomstig van planten die door insecten of vogels worden bestoven.

Nadat de dieren voor de noodzakelijke bestuiving hebben gezorgd zijn alle lokmiddelen verder overbodig. De plant handhaaft deze dan ook niet, maar begint met een snelle afbraak van de bloembladeren. Zonder bestuiving is het bloemblad weliswaar ook een vrij kort leven beschoren, maar na bestuiving treedt de afbraak meestal direct op.

Aan de plant blijven sommige bloemen slechts enkele uren goed (bijvoorbeeld de passiebloem), bij andere soorten blijven de bloemen soms enkele weken aan de plant zonder duidelijke verouderingsverschijnselen. De natuurlijke veroudering wordt blijkbaar sterk door erfelijke factoren bepaald. Als de bloem is afgesneden kunnen er behalve een versnelling van de natuurlijke veroudering ook allerlei gebreksverschijnselen ontstaan, waardoor de bloem eerder veroudert dan aan de plant.

## 1.2. De snijbloem

Een bloem die als snijbloem gebruikt wordt heeft een wezenlijk andere functie gekregen dan zij van nature heeft. Niet de voortplanting is hier belangrijk maar het verschaffen van zoveel mogelijk genoeg aan de consument.

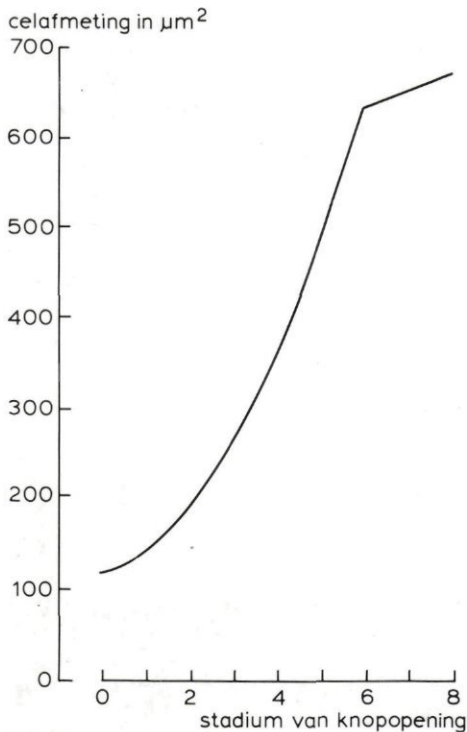
Een belangrijke bijdrage hiertoe heeft de veredeling geleverd. Men heeft bloemen ontwikkeld die mooier zijn (dubbele bloemen, nieuwe kleuren) en die ook veel langer houdbaar zijn. De biologische mechanismen van de bloem zijn echter niet veranderd, en dus blijft het feit dat de bloem los van de plant komt staan (door het afsnijden), nog steeds in grote mate de kwaliteit en lengte van het vaasleven bepalen.

De uitbloei van de bloem is waarschijnlijk een gevolg van het strekken van de cellen, en nauwelijks of niet van het delen van cellen. Dat de knopontplooiing voornamelijk door celstrekking veroorzaakt wordt, is althans bij de roos aangetoond door het bepalen van het gemiddeld oppervlak van de cellen van de boven-epidermis. Hieruit bleek dat het gemiddelde celoppervlak van bijvoorbeeld roos ‘Sonia’ tijdens de uitbloei met ruim 400% toenam (Berkholst, 1983). Zie figuur 1.6.

De knop is dus een volledige bloem, maar in gecompriëerde staat. Voor het ontplooien van de knop zijn grote hoeveelheden water nodig.

Deze hoge wateropname kan alleen gerealiseerd worden doordat de cellen voldoende stoffen bevatten om een hoge osmotische potentiaal te ontwikkelen. Door deze osmotische potentiaal wordt water naar de bloem gezogen en kan de bloem zich ontplooien en onder spanning blijven.

Belangrijk hierbij zijn suikers (koolhydraten) in de bloem. Een bloem aan de plant krijgt deze suikers vanuit andere plantdelen aangevoerd. Bij de snijbloem is deze



Figuur 1.6

De gemiddelde celafmeting van de bovenepidermis van het bloemblad van Sonia-rozen aan de plant over 5 opeenvolgende petalen (Berkholst, 1986)

aanvoer veel geringer, en dus zal suikertoevoeging door mensenhand moeten gebeuren. Voor het suikergehalte is ook het snijstadium van groot belang. Hoe rauwer gesneden wordt, des te lager het koolhydraatgehalte (in de vorm van zetmeel). Omdat het suikergehalte van bloemen op de vaas lager is dan van bloemen aan de plant, is het van belang met een zo hoog mogelijk koolhydraatgehalte te starten, en dus niet te rauw te snijden. Lage suikergehalten in de bloemknop zorgen niet alleen voor een geremde uitbloei, maar ook voor een kwalitatief slechte uitbloei, bijvoorbeeld in de vorm van voortijdige verkleuring.

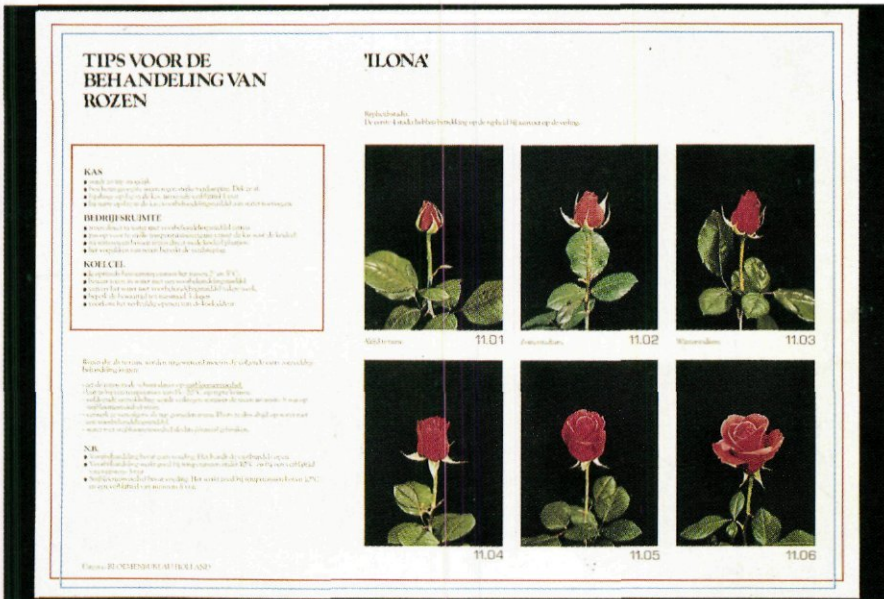
Is de uitbloei van bloemen aan de plant dus afhankelijk van natuurlijke factoren, de uitbloei van afgesneden bloemen is sterk afhankelijk van de mate (en de aard) van het menselijk ingrijpen.

Naar de mogelijkheden om de uitbloei van snijbloemen te optimaliseren wordt, onder andere door het Sprenger Instituut, al jaren onderzoek verricht. Een moeilijk punt hierbij is steeds weer op een objectieve wijze de invloed van de ingrepen op de uitbloei te bepalen. Om enige structuur hieraan te geven is het begrip 'stadium' geïntroduceerd. De uitbloei van een bloem wordt dan onderverdeeld in een aantal stadia, die zich kenmerken door een bepaalde mate van knopontplooiing of bloemontwikkeling. Tesamen met optredende afwijkingen van de gangbare kleur, vorm of afmeting van de bloem kan dan op ieder moment ook een sierwaarde worden toegekend. De consument hecht de hoogste waardering aan een uitbloei die qua vorm en kleur de uitbloei aan de plant evenaart.

Welke schaal voor de sierwaarde wordt toegepast is niet van essentieel belang. Onderzoekers als Halevy e.a. (1978) gaven het cijfer 1 voor een slechte uitbloeit tot 4 voor een ideaal verloop. Berkholst (1981) werkte met cijfers van 0 voor verwelking c.q. vallen van het bloemblad tot 10 voor een ideaal verloop. Sierwaarde 5 werd hierbij als onvoldoende beschouwd. De vaststelling van een lagere sierwaarde wanneer afwijkingen optreden is subjectief.

Als beoordelingscriterium voor de uitbloeit wordt ook vaak de term 'vaasleven' gehanteerd, wat eveneens een subjectief criterium is. Onder vaasleven wordt dan verstaan het aantal dagen dat de bloemen op de vaas in 'goede conditie' verkeren of 'acceptabel' zijn.

Vergelijken van onderzoekresultaten is dus vaak moeilijk, omdat de kwaliteit van de uitbloeit op verschillende wijze beoordeeld wordt. Vergelijking alleen op basis van de stadia in de knopontploffing (een iets objectiever kenmerk) is overigens ook vaak moeilijk, omdat de stadiumindeling niet gestandaardiseerd is: men is in principe vrij in de keuze van indeling.



Aanvoerstadia van roos 'Ilona'

Zoals uit bovenstaand verhaal blijkt is de uitbloeit van bloemen op de vaas geen eenduidig begrip. In het vervolg van dit boek zullen de verschillende normen voor de uitbloeit doorelkaar gebruikt worden.

### 1.3. De opbouw van dit boek

Zoals uit voorgaande paragrafen blijkt is de snijbloem, door het feit dat zij van de plant losstaat, afhankelijk geworden van de mate en kwaliteit van menselijk ingrijpen. Om de invloed van bepaalde ingrepen te kunnen begrijpen moet men inzicht hebben in de processen, die zich in de bloem afspeelen. In hoofdstuk 2 (Fysiologie) wordt hierop uitgebreid ingegaan.

In hoofdstuk 3 wordt een beeld gegeven van de eisen, die aan een snijbloem gesteld worden en van de structuur van de distributieketen die een snijbloem moet

doorlopen, voordat zij uiteindelijk bij de consument op de vaas staat. Hierdoor is het mogelijk de aspecten, die in de hieropvolgende hoofdstukken behandeld worden, in een groter kader te plaatsen. Deze aspecten, die alle van grote invloed zijn op de lengte en kwaliteit van het vaasleven, zijn achtereenvolgens de bedrijfshygiëne (hoofdstuk 4), voorbehandeling en voeding (hoofdstuk 5), koeling en bewaring (hoofdstuk 6), verpakking (hoofdstuk 7), vervoer (hoofdstuk 8) en de invloed van ethyleen (hoofdstuk 9).

Hoewel de hoofdstukken nauw met elkaar te maken hebben, is het toch ook mogelijk de hoofdstukken afzonderlijk te lezen.



## 2. FYSIOLOGIE

### 2.1. Inleiding

Om snijbloemen zo goed mogelijk bij de consument te kunnen afleveren is het van belang om inzicht te hebben in de processen die het produkt (nadelig) kunnen beïnvloeden. Als duidelijk is hoe iets werkt is het immers mogelijk om doelgericht in te grijpen.

De werking van levende organismen wordt fysiologie genoemd, naar de tak van wetenschap die de levensverrichtingen onderzoekt. De bloem is ook na het snijden een levend produkt en wordt daarom fysiologisch bestudeerd. De studie van snijbloemen wordt tot de na-oogstfysiologie gerekend.

Bij snijbloemen is zowel de houdbaarheid als de uitbloei van belang. De uitbloei zou net zo moeten verlopen als aan de plant. De houdbaarheid wordt bepaald door de natuurlijke veroudering van de bloemen, zoals die ook zou plaatsvinden als de bloem niet werd afgesneden, maar ook door allerlei processen die de ontwikkeling van de bloem beïnvloeden wanneer deze is gesneden.

Over verouderingsverschijnselen bij planten is vrij veel bekend. De meeste kennis hierover heeft betrekking op plantedelen: vooral bladeren en vruchten zijn onderzocht. Bij het afsterven van organen aan de plant gaat het meestal om een door de plant gestuurd proces, waarbij hormonen een belangrijke rol spelen.

Zo verouderen de bladeren van loofbomen in de herfst: allerlei verbindingen worden daarbij zo afgebroken dat ze vervoerd kunnen worden vanuit het blad naar de overige delen van de plant. De plant springt zuinig om met elementen als stikstof, kalium en fosfor, die voor een deel uit de bladeren worden gehaald voordat ze afvallen. Ook suikers worden uit het blad gehaald. We kunnen deze situatie vergelijken met de verwelking van kroonbladeren; ook daar is er sprake van transport van verbindingen vanuit het kroonblad naar de overige delen van de plant.

Aan de plant doorloopt de bloem een vastgelegd patroon van veroudering. Dit patroon is erfelijk bepaald. Wordt de bloem afgesneden dan is de levensduur in het algemeen veel korter dan aan de plant. In sommige gevallen wordt de veroudering die aan de plant op zou treden na het afsnijden versneld. In veel gevallen treedt echter al eerder een gebrek op aan koolhydraten (suikers), water of hormonen.

De niet afgesneden bloem ontvangt van de plant alle benodigdheden. Ze wordt niet alleen voorzien van water, maar ook van de daarin opgeloste voedingsstoffen (mineralen en organische verbindingen) en tevens van de vereiste plantehormonen. De snijbloem verkrijgt in de meeste gevallen slechts leidingwater. Bovendien doorloopt zij vaak eerst nog een ingewikkelde distributiefase, waarbij op diverse momenten géén water wordt gegeven voordat het produkt de consument bereikt. Het kan dus niet anders dan dat het gehele na-oogstgebeuren veel van het produkt vergt.

Koeling is een fraaie methode om de houdbaarheid van het produkt te verlengen. Op welke fysiologische grondslag dit berust kan duidelijk gemaakt worden aan de hand van een voorbeeld. Als we bij een horloge de snelheid van het uurwerk opzettelijk zouden vertragen dan blijft toch alles goed op elkaar afgestemd functioneren, met het verschil dat nu het gehele mechanisme trager verloopt. Iets dergelijks geschiedt ook in de snijbloem bij lage temperaturen. Binnen een bepaald temperatuurtraject kan men als vuistregel stellen dat bij een verlaging van 10 °C de stofwisseling twee tot driemaal zo langzaam gaat verlopen ( $Q_{10} = 2 \text{ à } 3$ ). De processen blijven echter, en dit is het essentiële, wel doorgaan.

De  $Q_{10}$ -waarde is echter steeds niet constant. Dit blijkt duidelijk uit het onderzoek van Maxie e.a., 1973 (tabel 2.1). Bij 10 °C is de ademhaling zelfs achtmaal geringer dan bij 2 °C.

Tabel 2.1. Ademhalingssnelheid en temperatuurcoëfficiënt ( $Q_{10}$ ) bij anjers cv. 'Improved White Sim' bij 0–50 °C (Maxie e.a., 1973)

temperatuur	ademhalingssnelheid mg CO <sub>2</sub> /kg/h	$Q_{10}$
0	9.7	—
10	30.0	3.1
20	239.0	8.0
30	516.0	2.2
40	1053.0	2.0
50	1606.0	1.5

$$Q_{10} = \frac{\text{ademhalingssnelheid bij } T + 10^\circ}{\text{ademhalingssnelheid bij } T}$$

Naast het remmen van de natuurlijke veroudering en het tegengaan van suikerconsumptie (via de ademhaling) heeft koeling ook een remmende werking op de bacteriegroei in de bloemstengels. Bacteriegroei kan aanleiding geven tot verstopping van de vaten, waardoor de wateropname wordt belemmerd. Bacteriegroei kan bij lage temperatuur nog langzaam doorgaan, zodat verstopping van de houtvaten toch kan optreden. Bij lang koelen zal bovendien de suikervoorraad van de bloem uitgeput raken, waardoor de uitbloei geremd wordt. Bovendien moet men bij koeling rekening houden met de mogelijkheden die de snijbloemen in kwestie toestaan. Bij te lage temperaturen kan koudeschade optreden. Dit gebeurt niet altijd bij een temperatuurniveau van 0 °C. Bij anthurium en een aantal orchideeën bijvoorbeeld is de laagst toepasbare temperatuur ongeveer 12 °C. Dit verschijnsel heeft niets te maken met bevriezing, maar wordt veroorzaakt doordat de membranen in de cel niet meer goed kunnen functioneren. De membranen worden te stevig. Gevolg daarvan is dat stoornissen optreden in het verloop van allerlei processen. Dit leidt tenslotte tot zichtbare schade aan bloem of blad.

Een aspect waarmee men bij koeling te maken krijgt is de warmteproductie van het produkt zelf. Hoe sterker de warmteproductie des te meer energie nodig zal zijn om een lage temperatuur te handhaven. Hoe intensiever het metabolisme verloopt des te meer warmte door het produkt wordt geproduceerd (tabel 2.2). Bij vrijwel alle biochemische processen die in de plant verlopen komt enige warmte vrij. Vandaar dus de directe relatie tussen intensiteit van de stofwisseling en de warmteproductie.

Tabel 2.2. Gemiddelde warmteproductie in mW/kg voor drie soorten snijbloemen (Verbeek en Poppezijs, 1982)

temperatuur	tulp	iris	roos
5 °C	105	130	311
10 °C	140	189	490
15 °C	253	377	855
20 °C	424	664	1121
25 °C	508	741	1343

1 mW = 1 mJ/s

Snijbloemen zijn, als ze groen weefsel bevatten, nog in staat tot fotosynthese. Onder fotosynthese verstaat men het proces waarbij met behulp van de energie van

het licht en onder opname van koolzuur koolhydraten worden opgebouwd. Dit is precies het omgekeerde als bij de ademhaling (zie 2.2.1.). Voor de meeste snijbloemen speelt echter de fotosynthese geen belangrijke rol meer. De bloemen worden vaak in donker opgeslagen en vervoerd en ook de lichtsterkte tijdens het vaasleven is vaak zeer gering.

In een gesloten verpakking van kunststoffolie zal door de ademhaling  $\text{CO}_2$  ophopen en  $\text{O}_2$  verdwijnen, hetgeen tenslotte tot nadelige gevolgen kan leiden. Indien nu dezelfde takken in het licht worden geplaatst, dan vindt er fotosynthese in de bladeren plaats, waarbij weer  $\text{O}_2$  wordt gevormd en  $\text{CO}_2$  wordt opgenomen. Geheel afhankelijk van de sterkte van het doorgelaten licht kan er daarom een verschuiving van de gassenstelling in de verpakking plaatsvinden.

In de volgende paragrafen zal worden nagegaan wat de beperkende factoren zijn voor de uitbloeit van bloemen. Deze worden besproken in het kader van de vier hoofdcategorieën van de fysiologie van planten. Achtereenvolgens komen aan bod de koolhydraathuishouding, de waterhuishouding, de mineralenhuishouding en de hormonenhuishouding.

## 2.2. De koolhydraathuishouding

Planten kunnen energie uit licht halen en met deze energie alle processen die in de cel plaatsvinden op gang houden. Dieren en mensen zijn afhankelijk van deze eigenschap van de planten: als we geen planten eten loopt het spaak met onze energievoorziening.

Planten zijn in staat om de lichtenergie om te zetten in chemische energie. De energie wordt „opgeslagen” als een energierijke binding tussen twee atomen.

Als de binding weer wordt verbroken komt de energie vrij en kan dan worden gebruikt voor de verschillende levensprocessen. Eén van de manieren waarop planten energie opslaan is door de opbouw van suikermoleculen. Een algemene term voor de suikers is koolhydraten. Alles wat met energie en met andere functies van suiker te maken heeft wordt daarom de koolhydraathuishouding van de plant genoemd.

Er worden verschillende suikers in de plant gevonden: meestal bestaan ze uit een ring van vijf of zes C-atomen. Soms zijn twee of meer van deze ringen aan elkaar gekoppeld. Glucose en fructose zijn voorbeelden van suikers met zes C-atomen. Een glucosemolecuul gekoppeld aan een fructosemolecuul heet saccharose, de gewone bietsuiker. Glucosemoleculen kunnen ook aan elkaar gekoppeld worden tot lange ketens. Deze verbinding heet zetmeel. Als er veel energie voorradig is in de plant hoopt zich zetmeel op, maar zodra de aanmaak van energie achterblijft bij de vraag wordt zetmeel weer afgebroken tot glucose.

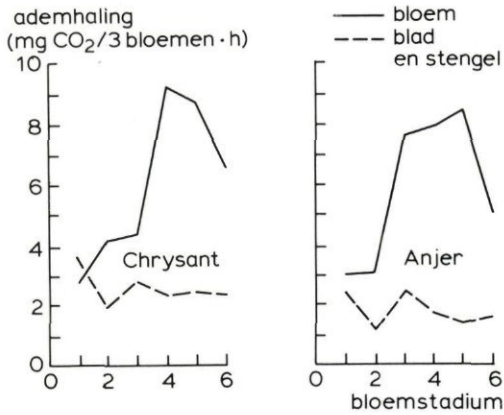
### 2.2.1. Ademhaling

Het proces waarbij de energie die in suikers is opgeslagen wordt vrijgemaakt heet ademhaling. Bij de ademhaling worden onder opname van zuurstof suikers afgebroken tot koolzuur en water. De brutovergelijking van de ademhalingsprocessen is:

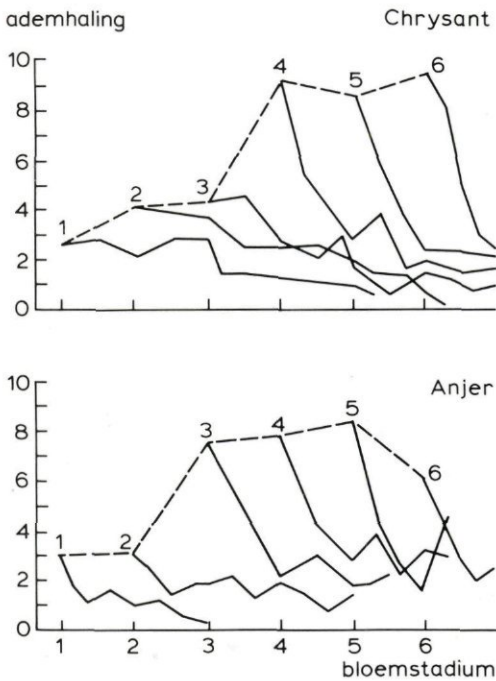
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{energie}$  waarbij 2875 kJ/mol (= 686 kcal/mol) aan energie ter beschikking komt.

De bloem is een orgaan met een zeer actieve stofwisseling. Dit betekent dat ook de ademhaling vrij intensief verloopt. Daarom besteedde men vroeger in het na-oogst onderzoek vrij veel aandacht aan de ademhalingsintensiteit. Een plotselinge afname van de ademhalingsintensiteit in de snijbloem leerde iets over het moment waarop de bloem gebrek aan voedingsstoffen ging vertonen. Snijbloemen hebben een ongeveer tienmaal intensievere ademhaling dan appels.

De ademhaling van bloemen is ook veel intensiever dan van de bladeren van dezelfde plant. Wanneer de bloem aan de plant wordt gelaten stijgt de ademhaling sterk met de groei van de bloem, en daalt weer als de bloem in de laatste fase van zijn ontwikkeling is (figuur 2.1).



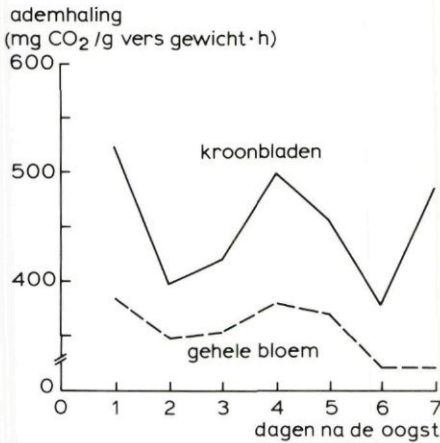
Figuur 2.1  
De ademhaling van bloemen en blad + stengel aan de plant van chrysant en anjer (uit: Nakamura e.a., 1975)



Figuur 2.2  
De daling van de ademhaling van de bloem direct na afsnijden. De gestippelde lijn komt overeen met de bovenste lijn in figuur 2.1 (uit: Nakamura e.a., 1975)

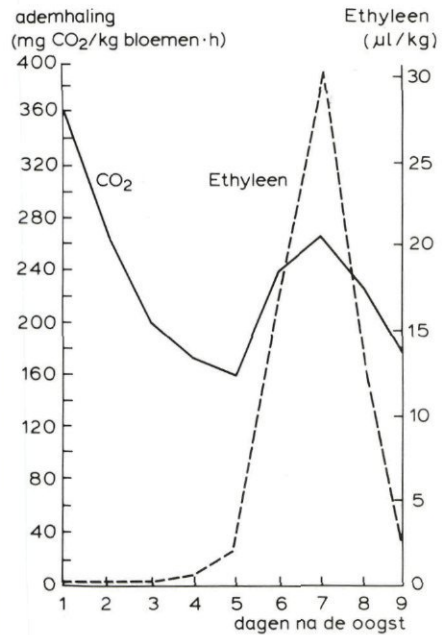
Wordt nu de bloem afgesneden dan daalt de ademhaling onmiddellijk na het snijden. Dit duidt erop dat na het snijden te weinig energie voorhanden is (figuur 2.2). Bovengenoemde metingen aan de ademhaling hebben betrekking op de hele bloem. Het is denkbaar dat de sterke groei van de bloembladeren en ook van het vruchtbeginsel de hoge ademhalingsintensiteit veroorzaakt. Losse bloembladeren bleken zelfs een hogere ademhalingsintensiteit te hebben dan de gehele bloem (figuur 2.3).

De ademhaling van de bloem en ook van losse kroonbladeren neemt af, maar kan in de laatste fase van de bloemontwikkeling tijdelijk weer sterk toenemen. Vooral bij anjers is een forse toename van de ademhaling gevonden, die gelijk optreedt met een verhoging van de ethyleenproductie (figuur 2.4).



Figuur 2.3 (boven)

De ademhaling van kroonbladeren en hele bloemen van rozen (uit: Coorts e.a., 1965)



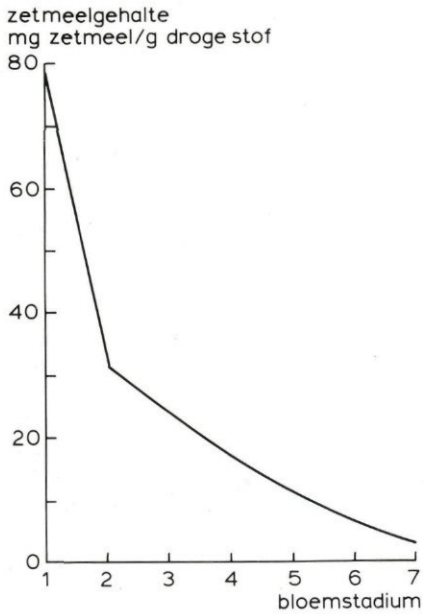
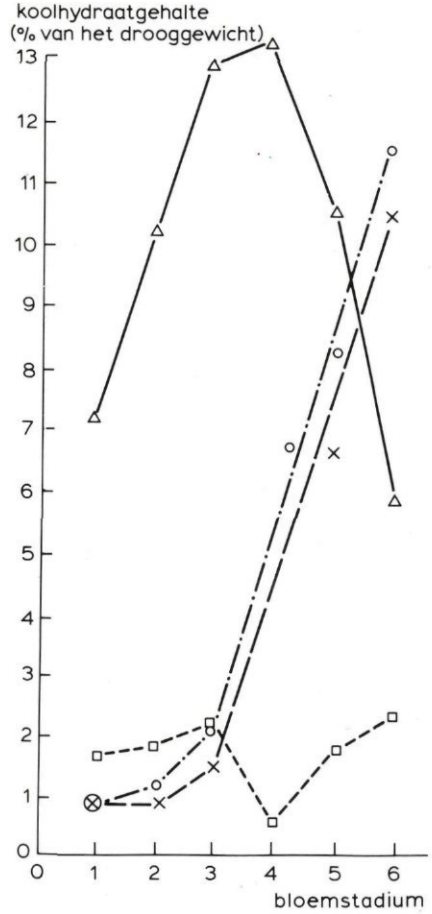
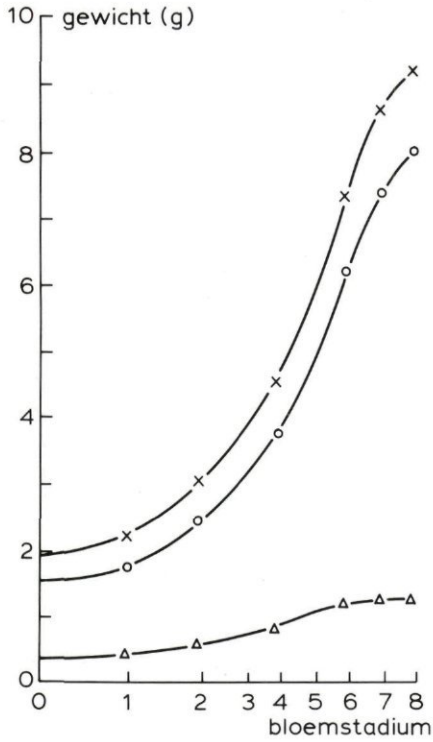
Figuur 2.4 (rechts)

Ademhaling en ethyleenproductie van anjer 'Improved White Sim' (uit: Maxie e.a., 1973)

De ethyleenproductie van anjers is veel hoger dan die van rozen. Bij rozen is ook de toename van de ademhaling in de laatste fase van de bloemontwikkeling gering. Het verband tussen ademhalingsintensiteit en ethyleenvorming wordt ook gevonden bij rijpend fruit. Ook hier vindt een tijdelijke verhoging van de ademhaling plaats bij soorten die veel ethyleen vormen.

De daling van de ademhaling direct na afsnijden kan worden voorkomen door suiker aan de snijbloem te geven. Er is dus een relatie tussen beschikbaarheid van suikers en ademhaling.

Het lijkt erop dat de verbranding van suikers nodig is voor de sterke groei van de kroonbladeren. Er is een verband tussen groei (figuur 2.5) suikerconcentratie, (figuur 2.6) en ademhaling (figuur 2.1).



Figuur 2.5 (linksboven)

De toename in vers gewicht (x), drooggewicht (Δ) en gewicht aan water (o) van de bloemkroon van Sonia-rozen aan de plant (Berkholst, 1980)

Figuur 2.6 (rechtsboven)

De concentraties glucose (x), fructose (o), saccharose (□) en zetmeel (Δ) van Sonia-rozen aan de plant op verschillende momenten (Berkholst, ongepubliceerd)

Figuur 2.7 (linksonder)

Verloop van het zetmeelgehalte in het kroonblad van afgesneden Sonia-rozen (uit: Ferreira en de Swardt, 1980)

De groei bestaat voornamelijk uit opname van water in cellen, die in een eerdere fase van de ontwikkeling al zijn aangelegd. Opname van water vindt plaats na ophoping van osmotisch actieve stoffen in de cellen. Naast suikers kunnen dit anorganische ionen zoals kalium zijn. De cellen pompen deze stoffen in de vacuole en in het cytoplasma, waarna de stroom van water volgt en de cel in volume toeneemt.

In de kroonbladeren van rozen is een sterke ophoping gevonden van zetmeel, die zelfs doorgaat als de bloembladeren groeien, zoals uit figuur 2.6 valt op te maken. Pas in een latere fase van de bloemontwikkeling daalt het zetmeelgehalte. Wordt de bloem afgesneden dan daalt het zetmeelgehalte onmiddellijk (figuur 2.7).

### 2.2.2. *Transport van suikers*

Als suikers aan het vaaswater van snijbloemen worden toegevoegd zullen deze verbindingen met de waterstroom mee de plant in worden gevoerd. Transport van water vindt plaats in de houtvaten, dat zijn langgerekte dode cellen. Rond deze dode cellen liggen echter levende cellen, die zeer actief zijn en zelfs bij hele lage suikerconcentraties de suikers uit het water kunnen halen. Via deze levende cellen wordt dan, zodra de cellen zelf genoeg suiker hebben, de suiker doorgegeven naar de zeefvaten. In zeefvaten wordt suiker (vrijwel uitsluitend) vervoerd als saccharose. Men heeft allerlei verschillende suikers aan het vaaswater toegediend, maar er werd altijd saccharose gevonden in de zeefvaten. De cellen tussen de houtvaten en de zeefvaten zetten blijkbaar de suikers eerst om in saccharose en transporteren dit vervolgens naar de zeefvaten. De stroomsnelheid van de vloeistof in de zeefvaten wordt bepaald door de pompactiviteit van cellen. Als er op een bepaalde plaats veel suikers in het vat worden gepompt en elders veel suikers eruit worden gepompt dan vindt er vloeistoftransport plaats in deze richting. De suikers worden zo met de vloeistof meegevoerd.

De houtvaten raken al veel van de toegevoegde suikers kwijt in het onderste deel van de stengel. Een groot aantal vaatbundels voert naar de bladeren (bij snijbloemen die bladeren hebben) en een geringer aantal vaatbundels naar de bloem. Als er nog wat suiker in de houtvaten zit wanneer de waterstroom in de bladeren arriveert dan wordt deze suiker alsnog door de bladcellen opgepikt en daar doorgegeven naar de zeefvaten.

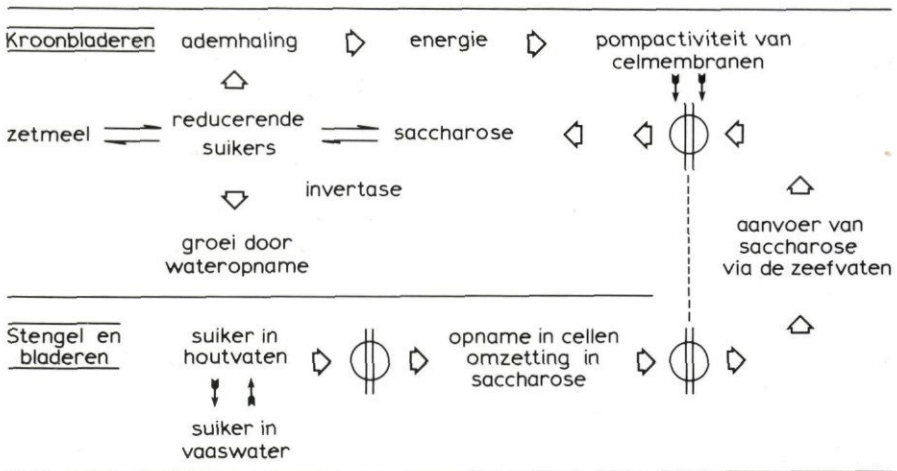
Het transport van suiker in snijbloemen is onderzocht bij anjers en rozen. Er werd in beide gevallen gevonden dat het transport vrijwel uitsluitend via de zeefvaten verloopt (Sacalis en Durkin, 1972; Nichols en Ho, 1979; Paulin, 1981a).

Wanneer de suiker bij de bloem arriveert wordt (bij de roos) ongeveer de helft opgenomen door de kroonbladeren en de helft door het vruchtbeginsel. In het vruchtbeginsel wordt de saccharose nauwelijks gesplitst in glucose en fructose. In de bloembladeren daarentegen wordt het meeste suiker wel gesplitst (Paulin, 1981a). De concentratie van glucose en fructose in de kroonbladeren is daarom veel hoger dan in het vruchtbeginsel. Wanneer saccharose wordt gesplitst is de osmotische waarde tweemaal zo hoog geworden. De osmotische waarde van vrije suikers in kroonbladcellen is zelfs meer dan tweemaal hoger dan in cellen van het vruchtbeginsel. Dit duidt er op dat de vrije suikers in de kroonbladeren een fysiologische rol vervullen: het aantrekken van water. Water stroomt van plaatsen met weinig opgeloste stof (lage osmotische waarde) naar plaatsen met veel opgeloste stof (hoge osmotische waarde). De sterke ademhaling van de kroonbladeren lijkt nu ook verklaard te kunnen worden: voor de activiteit waarbij suikers vanuit de zeefvaten naar de cellen van de kroonbladeren worden gepompt is veel energie nodig.

De sterke aantrekkende werking van de bloemen op de aanwezige suikers bleek uit proeven waarbij rozentakken met twee bladeren werden geplaatst onder weinig en

veel licht. Als (bij weinig licht) de bloem aan de tak werd gelaten nam het gehalte droge stof van de bladeren af maar dat van de bloemen toe. Er werden blijkbaar verbindingen (suikers) getransporteerd van blad naar bloem. Bij een hogere lichtintensiteit was er wel een toename van droge stof in de bladeren: door de fotosynthetische opname van koolzuurgas uit de lucht werden blijkbaar koolhydraten gevormd. Als de bloem echter werd afgeknipt was de toename van het bladgewicht veel groter. In dit geval trok de bloem nog meer koolhydraten naar zich toe dan bij weinig licht (Nichols en Ho, 1979). Ook de groei van de bloembladeren is veel geringer als er te weinig suiker wordt aangemaakt door de tak (bij weinig licht) of wanneer te weinig suiker in de vorm van zetmeel voorhanden is in de kroonbladeren.

Samenvattend kan het volgende schema worden gegeven van de koolhydraathuishouding van snijbloemen.



### 2.2.3. Voeding met suiker

Omdat de snijbloem de consument meestal pas bereikt na verloop van enige dagen, bestaat het gevaar dat de houdbaarheid op de vaas teleurstellend kort is. Om dit te voorkomen kan men de bloemen tevoren voeden met suikers. Dit kan geschieden door middel van een voorraadvoeding bij de kweker. Bij de consument kan ook suiker worden gegeven door gebruik te maken van snijbloemenvoedsel.

De voorraadvoeding, het woord geeft het al aan, is bedoeld om door middel van een kortstondige dosering van een relatief hoge concentratie suiker de snijbloemen een reserve mee te geven voor de verdere afzet. Het voordeel van een voorraadvoeding is dat de kweker de samenstelling ervan precies kan afstemmen op de eisen van het produkt dat hij teelt. Met deze methode wordt echter niet hetzelfde krachtige effect op het vaasleven verkregen als met snijbloemenvoedsel (tabel 2.3). Ook kunnen sommige bloemsoorten geen hoge suikerconcentraties verdragen. Er treedt dan schade op aan de bladeren.

Snijbloemenvoedsel bestaat voor het grootste gedeelte (ca. 95%) uit een koolhydraat (meestal gewone suiker, dit is saccharose, en soms glucose) en uit een bactericide, om de ontwikkeling van bacteriën in het vaaswater tegen te gaan. Bacteriën groeien extra goed op suiker en moeten daarom worden gedood of geremd in hun

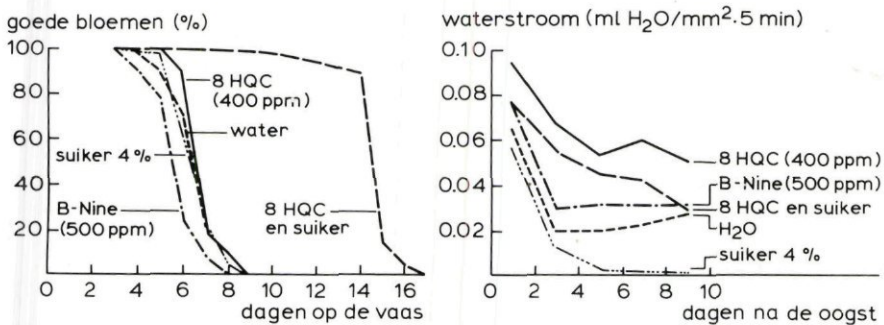


Tabel 2.3. Effect van voorraadvoeding, snijbloemenvoedsel en combinaties van beide op het vaasleven van de dahlia cv. 'Glorie van Heemstede' (Staden e.a., 1978)

24 uur voorraadvoeding	vaas	gem. max. bloemdiam. (in cm)	aantal dagen sierwaarde 6 of hoger	sierwaarde na 10 dagen vaasleven
1. water	water	9,0	4	2,0
2. 10% S + Cz	water	12,6	6	3,0
3. water	AC	13,7	10	6,0
4. 5% S + Cz	AC	16,1	12	7,5

N.B. S = suiker (saccharose), Cz = citroenzuur 0,2 g/l, pH = 4,6; AC = Anjerchrysal 25 g/l, pH = 4,9.

groei. Als suiker wordt toegediend zonder bactericide neemt de kans op vaatverstopping, en daardoor watergebrek toe. Zelfs bij bloemen die niet gevoelig zijn voor vaatverstopping maar die wel positief reageren op toevoeging van suiker bleek het van belang om vaatverstopping te voorkomen. Door verstopping van de vaten komt er in deze gevallen blijkbaar te weinig suiker in de bloem terecht. Het vaasleven van anjers bijvoorbeeld werd niet verbeterd door verbindingen met een bacteriëremmende werking (Alar of HQC), hoewel de vaatverstopping geringer werd. Toevoeging van suiker had geen effect op het vaasleven terwijl de verstopping erger werd. De combinatie van bactericide en suiker gaf een verlenging van het vaasleven met ongeveer driehonderd procent (figuur 2.8).



Figuur 2.8

Effect van suikers, met en zonder bactericide op de houdbaarheid (links) en vaatverstopping (rechts) van anjers. De gebruikte bactericiden zijn 8-HQC (400 ppm) en Alar (B-nine, 500 ppm) (uit: Larsen en Frolich, 1969)

Er werd al gewezen op het feit dat de snijbloem een hoge ademhalingsintensiteit heeft. Bovendien is er weinig fotosynthese vanwege de lage lichtintensiteit. Deze factoren dragen ertoe bij dat de toch al geringe koolhydraatvoorraden snel worden opgebruikt.

Suiker blijkt een groot aantal belangrijke effecten te hebben op snijbloemen.

We bespreken er slechts een aantal:

- De knopontwikkeling wordt gestimuleerd. Als geen suiker wordt gegeven blijven knoppen vaak achter in ontwikkeling of komen helemaal niet open (roos, freesia, trosanjer, lelie, gladiool). Een suikergift kan er zelfs toe leiden dat te rauw ge-

sneden bloemen toch tot goede ontwikkeling komen. Bloemen die een kort vaasleven hebben kunnen rauwer worden gesneden waardoor toch een voldoende lang vaasleven wordt verkregen (dahlia, mimosa).

- De bloem wordt veel minder gevoelig voor ethyleen, hoewel de ethyleenproductie soms wordt gestimuleerd, zoals uit tabel 2.4 blijkt.

Tabel 2.4. Het effect van suikerbehandeling (1,5%) gedurende 1 nacht op de latere ethyleenproductie van roos en kniphofia (Woltering, ongepubliceerd)

soort	behandeling	temperatuur (°C)	ethyleenproductie (µl/kg.h)
kniphofia hybride	water	22	0,24
	suiker	22	0,69
roos 'Ilona'	water	20	0,14
	suiker	20	0,24

Toename van de ethyleenproductie kan optreden doordat veresterd indolazijnzuur (een hormoon) gesplitst wordt, waardoor vrij indolazijnzuur ontstaat. Dit stimuleert de ethyleenvorming. Maar door de verminderde gevoeligheid voor ethyleen wordt de houdbaarheid van de bloemen op de vaas aanmerkelijk verlengd. De verminderde gevoeligheid voor ethyleen wordt mogelijk veroorzaakt door bescherming van de celmembranen door suikers.

- Verkleuring van de bloemen wordt tegengegaan. Rozen bijvoorbeeld verkleuren naar blauw als geen suiker aan het vaaswater wordt toegevoegd.
- Suiker kan de huidmondjes doen sluiten, waardoor minder snel een watertekort ontstaat.
- Omdat suiker *blijkbaar werkt als osmotisch actieve stof maar ook als energiebron* kan de groei (= wateropname) van de bloem ongestoord plaatsvinden.

Bij rozen wordt het vaasleven sterk verlengd door suiker te geven. Deze verlenging van het vaasleven is gecorreleerd met de suikerconcentratie in de kroonbladeren. De dahlia is een ander voorbeeld van de sterke effecten van suiker. We zullen deze soort wat uitvoeriger bespreken.

Dahlia's moeten gesneden worden op een moment dat de bloem geheel geopend is. Daarom is er groot risico van beschadigingen tijdens verpakking en vervoer. Soms treden dan bij de detaillist of consument verkleuringen op, vooral van de buitenste krans van lintbloemen. 'Rauw' snijden zou hier een oplossing betekenen, maar dit geeft op de vaas een geremde ontwikkeling (de bloemen komen niet goed open).

De dahlia blijkt een volwaardige snijbloem als de bloem op de vaas een geschikt snijbloemenvoedsel krijgt (Staden en Sloodman 1977a). Daar 'rauw' snijden een voorwaarde is om het produkt onbeschadigd de distributieketen te laten passeren, moest hiervoor ook een oplossing gezocht worden. Hiertoe bleek voorraadvoeding een uitstekende maatregel. De bloemen kunnen direct op snijbloemenvoedsel worden geplaatst. Ze verkregen daardoor zelfs een langer en fraaier vaasleven dan rijp gesneden bloemen, die direct op de vaas waren geplaatst en eveneens voorzien werden van snijbloemenvoedsel.

Hieruit volgt het onverwachte feit dat rauw snijden niet alleen voordelen biedt bij transport, maar bij gebruik van snijbloemenvoedsel tevens goed is voor het behalen van een minstens even goede uitbloeit als rijp gesneden bloemen.

De behaalde resultaten worden weergegeven in tabel 2.5.

Tabel 2.5. Effect van rauw snijden, voorraadvoeden, transportsimulatie en snijbloemenvoedsel op een viertal dahlia-cultivars gedurende 8 dagen vaasleven (Staden en Slooman, ongepubliceerd)

behandeling	einddiameter bloem (cm)	gem. sierwaarde na 8 dagen	
		bloem	blad
A. veilingrijp geoogst			
1. direct op leidingwater	11,6	5,0	5,1
2. direct op snijbloemenvoedsel	12,6	6,7	7,0
B. rauw geoogst			
3. direct op leidingwater	8,1	5,1	6,1
4. direct op snijbloemenvoedsel	10,5	6,5	6,9
C. rauw geoogst, voorraadvoeding plus transportsimulatie, daarna op			
5. leidingwater	9,3	5,7	5,8
6. snijbloemenvoedsel	11,0	6,8	7,1

Toelichting: De getallen zijn gemiddelden van 4 getoetste cultivars. Voorraadvoeding: 24 h bij 20 °C en 60% r.v. met 6%-suikeroplossing. Sierwaarde boven 6 is acceptabel. Transportsimulatie: bloemen ingerold in bloemenpapier, opgeslagen in kartonnen dozen, droog weggezet bij 15 °C, 90% r.v., 24 h. Snijbloemenvoedsel was Anjerchrysal, dit bevat 2,5 g/l suiker.

Toepassen van het goedkope lactose als voedingssubstraat bleek niet mogelijk, daar dit niet goed door de dahlia's werd verdragen.

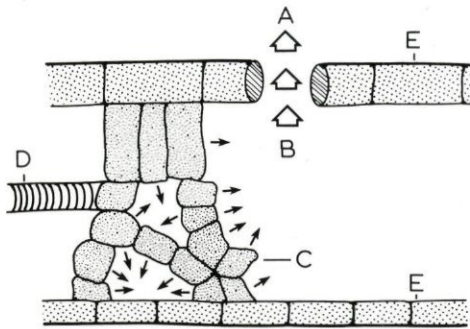


Uitbloeï van roos 'Ilona' op water (links) en op snijbloemenvoedsel (rechts)

## 2.3. De waterhuishouding

### 2.3.1. Wateropname en -afgifte

Snijbloemen nemen via de stengel water op en aan het oppervlak wordt het water weer verdampt. De verdamping komt tot stand omdat de buitenlucht 'droger' is dan de lucht in de bloem; daardoor stroomt de waterdamp vanuit de plant naar de buitenlucht. Het weefsel bestaat uit cellen en daartussen bevinden zich holten die gevuld zijn met lucht. Deze lucht is vrijwel verzadigd met waterdamp, vanwege de verdamping van water dat tussen de cellen, in de celwanden, aanwezig is. Dit wordt verduidelijkt in figuur 2.9.



Figuur 2.9

Schema van de verdamping en de wateropname in het blad A = buitenlucht; B = intercellulaire holte; C = celwand; D = houtvat; E = epidermis

De verdamping binnen de plant is er de oorzaak van dat het water in de celwanden weer wordt aangevuld via de houtvaten. De wateropname van snijbloemen is dus het gevolg van de verdamping.

Het verdampte water wordt bij de intacte plant weer aangevuld door de wortel. De wortels nemen water uit de grond op en dit wordt, samen met de hierin opgeloste zouten, naar boven getransporteerd. Watertransport naar bloem en blad wordt de transpiratiestroom genoemd. Het vindt door de houtvaten plaats, die gelegen zijn in het verhoude weefsel (xyleem) van de stengel of stam. Het mechanisme van de wateropname is bij de snijbloem hetzelfde. Het is een zuiver fysisch proces. De regulatie van de verdamping door de huidmondjes is echter wel een actief (= energie-vragend) proces.

In delen met huidmondjes is de verdamping veel groter dan in delen zonder huidmondjes. Bladeren bevatten vrijwel altijd huidmondjes; ongeveer 95% van het water verdwijnt dan door deze openingen en maar 5% via de rest van het oppervlak. Dit komt doordat het oppervlak van planten is bedekt met een waslaagje, de cuticula. De verdamping van takken met veel blad (bijvoorbeeld rozen) is daarom hoger dan van takken met weinig blad (bijvoorbeeld anjers). De verdamping van cymbidiumbloemen is weer veel geringer dan van anjers. Deze bloemen hebben geen huidmondjes, en zijn geheel bedekt met een vrij dikke cuticula.

De huidmondjes-opening kan door de plant zelf worden geregeld. In het donker zijn de huidmondjes gesloten, en in het licht open. Koolzuurgas zorgt ook voor sluiting van de huidmondjes. Bij een aantal planten zijn de huidmondjes gevoelig voor de temperatuur, evenals voor watertekort. Watertekort in de plant geeft namelijk snel een verhoging van de concentratie van abscissinezuur. Dit hormoon zorgt er vervol-

gens voor dat de huidmondjes dichtgaan. Deze reactie gaat bij sommige planten sneller dan bij andere. Als de huidmondjes snel dicht gaan na het ontstaan van watertekort in de plant, is de plant veel minder gevoelig voor uitdroging. Het komt in de natuur vooral voor bij droogte-resistente planten.

Het groene blad van snijbloemen bevat huidmondjes, en de stengel ook in de meeste gevallen. De kroonbladeren bevatten daarentegen meestal geen huidmondjes. Voorbeelden van bloemen zonder huidmondjes in de kroonbladeren zijn roos, gerbera, chrysanth, fresia en cymbidium. Een voorbeeld van een bloem met huidmondjes in de bloembladeren is de lelie. De gekleurde delen van cymbidiumbloemen bestaan uit kroonbladeren en uit kelkbladeren. In tegenstelling tot de meeste bloemen hebben de kelkbladeren ook geen huidmondjes. Zelfs de steel van de bloemtakken van cymbidium heeft er geen.

Bij de lelie, waar de kroonbladeren wel huidmondjes hebben, blijken deze niet door de lichtintensiteit te worden beïnvloed. De huidmondjes lijken daarom in kroonbladeren, als ze aanwezig zijn, niet zo te kunnen functioneren als in groen weefsel.

Als de bloem sterk groeit wordt een deel van het opgenomen water gebruikt voor de groei. Bij zichtbare groei is er sprake van wateropname in de cellen; deze cellen zijn al in een eerdere fase aangelegd door celdeling. De hoeveelheid water die wordt gebruikt voor de groei is altijd klein ten opzichte van de hoeveelheid water die wordt verdampt. Als de bloemen enige tijd hebben drooggelegen en daarna in water worden gezet wordt het watertekort snel aangevuld. De wateropname is dan ook hoger dan de verdamping.

Een gering verlies van water is geen nadeel voor de snijbloem. Snijbloemen kunnen daarom gedurende korte tijd droog worden bewaard. Dit is een gelukkige omstandigheid, want zelfs bij een goede koeling zal steeds enig vochtverlies optreden. Wel geldt de algemene regel dat hoe sneller men koelt, des te geringer het vochtverlies voor het produkt is.

Wanneer gewichtsverliezen optreden van 10-15% dan betreden we, afhankelijk van de soort, de risicozone. Bij deze waarden kan onherstelbare schade aan het produkt optreden. Bij alle stappen tijdens de distributie zou men daarom de verdamping zo laag mogelijk moeten houden, hetgeen bereikt kan worden door het handhaven van een hoge relatieve vochtigheid in de lucht en door een juiste verpakking.

In het algemeen ontstaan bij snijbloemen geen problemen na een korte periode van droog vervoer. Plaatst men daarna het produkt op water, dan kunnen de takken weer snel water opnemen. Een voorwaarde is echter dat intussen de vaten niet zijn verstopt. De verstopping van vaten zal hieronder uitvoerig worden besproken, omdat het een probleem is waardoor verschillende snijbloemen een kort vaasleven hebben.

### 2.3.2. Vaatverstopping

Verstopping van de transportbanen voor water, de houtvaten, lijkt bij afgesneden bloemen algemeen voor te komen. Of het ook tot problemen leidt hangt af van de soort, de cultivar, de klimaatomstandigheden en de mate van verstopping. Vaatverstopping lijkt de oorzaak voor het knikken van de stengels bij roos en gerbera. Vaatverstopping is ook een probleem bij mimosa en sering en eveneens bij euphorbia en bij bloemen die samen met narcissen op de vaas worden gezet. Ook bij chrysanthen speelt het een rol. Bij chrysanthen gaan de bladeren slap hangen, en eventueel later ook de stengels, net onder de bloemen. Bij de chrysanth is er een verband tussen verhouting en vaatverstopping: als door het meest houtige stengelstuk (vlak bij de wortels) wordt gesneden treedt verstopping op. Naarmate hoger wordt afgesneden

(5 à 10 cm boven de spruit-wortel overgang; minder verhouting) is de verstopping geringer. De oorzaak hiervan is niet bekend (Marousky, 1973).

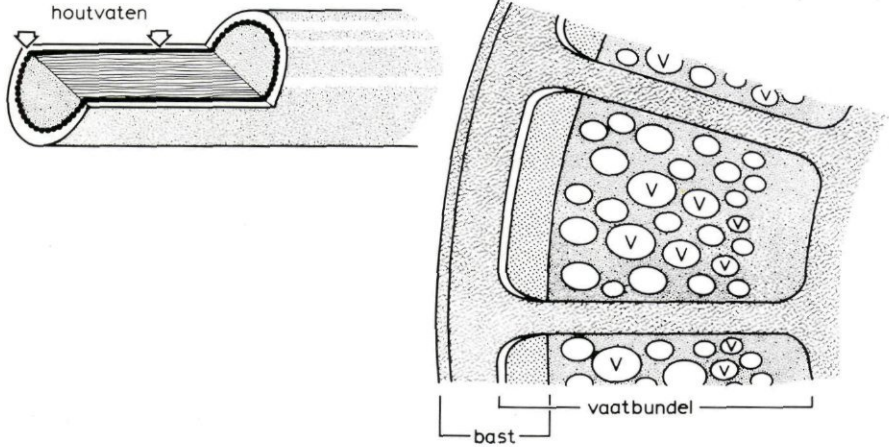
Er zijn tenminste drie mogelijke oorzaken voor de verstopping:

- lucht in de vaten,
- verstopping van de vaten, door de plant zelf veroorzaakt (fysiologische vaatverstopping) en
- verstopping door bacteriën.

Wellicht zijn twee of drie van deze factoren samen de oorzaak. Het aandeel van elk van deze factoren is nog onbekend.

Allereerst zal worden nagegaan hoe vaatverstopping kan optreden. Daartoe moeten we de structuur van de vaten bekijken. In figuur 2.10 is een stengel getekend. Water wordt uit de vaas aangezogen omdat de bladeren veel (en de stengels en de bloemen een beetje) verdampen. In de stengels liggen buizen waardoor transport van water plaatsvindt: de houtvaten.

De vaten liggen in groepen bijeen, de vaatbundels. Deze liggen naast elkaar en vormen samen een cirkel. In figuur 2.11 is een vaatbundel op dwarse doorsnede getekend. Hier zien we dat elke bundel een flink aantal grote houtvaten bevat.

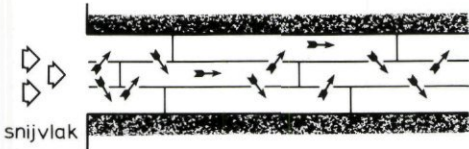


Figuur 2.10 (links)  
Doorsnede van een rozestengel (uit: van Doorn, 1985)

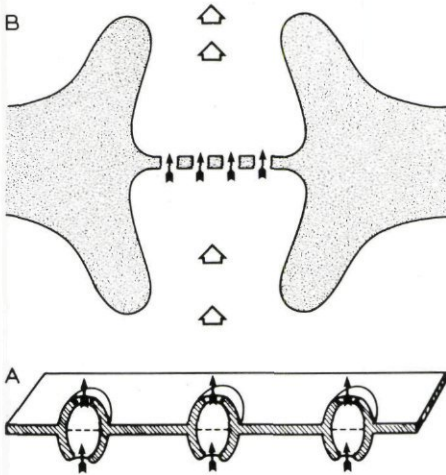
Figuur 2.11 (rechts)

Dwarsdoorsnede van een vaatbundel van een roos. De houtvaten (v) liggen in rijen naast elkaar. Grote vaatbundels bevatten ongeveer 10 van deze rijen met totaal 50 tot 65 grote houtvaten. Er zijn ongeveer 40 vaatbundels. Het aantal houtvaten bedraagt ongeveer 1500 (uit: van Doorn, 1985)

In figuur 2.12 is schematisch weergegeven hoe de houtvaten er op overlangse doorsnede uitzien. De vaten zijn niet open vanaf het snijvlak tot aan het blad of tot de bloem. Er zijn schotten aanwezig waar geen water door kan. Het water kan wel via de zijwand naar het naastgelegen vat stromen (aangegeven met pijlen). In de zijwanden van de vaten bevinden zich een groot aantal plaatsen waar het water kan passeren. Op de plaatsen waar water kan doorstromen is de wand erg dun en bevinden zich heel kleine openingen in de wand (figuur 2.13).



Figuur 2.12  
Overlengse doorsnede van een vaatbundel van een roos, waarbij slechts 3 houtvaten zijn getekend. De pijlen geven de waterstroom weer (uit: van Doorn, 1985)

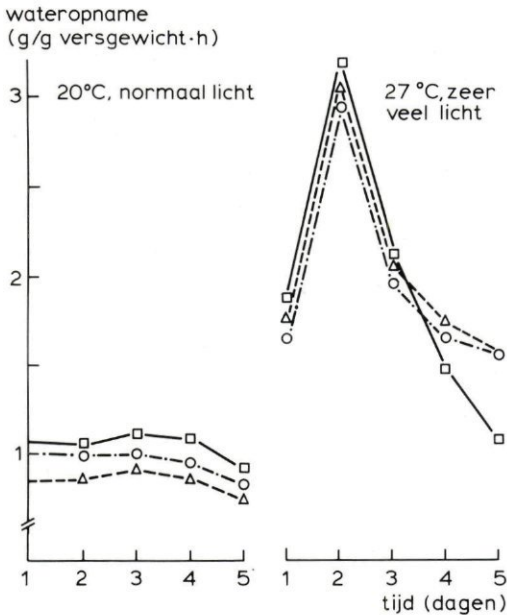


Figuur 2.13  
Schema van de wand van een houtvat, sterk vergroot bij B (uit: van Doorn, 1985)

Bij droogliggen van de bloem gaat de verdamping door, maar er is geen aanvoer van water. Het water wordt uit de vaten gezogen en lucht komt ervoor in de plaats. Aangenomen wordt dat de lucht niet door de kleine openingen in de wand van het vat kan stromen bij de beperkte zuigkracht van het blad, maar zeker is dit niet. Als de lucht niet door de openingen in de zijwanden wordt gezogen zal de aanwezigheid van lucht beperkt blijven tot de vaten die zijn open gesneden.

Verstopping door de plant zelf kan mogelijk optreden aan het snijvlak. Het kan ook plaatsvinden in de vaten, waar gomachtige propfen zijn gevonden. Op het snijvlak kan zich ook een bacterielaag vormen. Bacteriën kunnen zich ook in de vaten bevinden en op dezelfde plaatsen de waterstroom tegenhouden als het gomachtige materiaal dat in de stengels is gevonden. Bacteriën kunnen bovendien stoffen in het vaaswater brengen die groot genoeg zijn om de waterstroom te blokkeren.

Uit onze proeven bleek dat een groot aantal vaten van rozen verstopt moet raken voordat de waterstroom door de stengel wordt verminderd. Dit werd gevonden door kunstmatig een deel van de vaten te blokkeren. Als een kwart van de vaten werd geblokkeerd, was de stroomsnelheid in de niet-verstopte houtvaten groter. De totale hoeveelheid getransporteerd water bleef gelijk. Drievierde van alle houtvaten kon worden geblokkeerd zonder dat de wateropname werd geremd, zelfs bij heel hoge verdamping (figuur 2.14). Dit betekent dat als er uiterlijk zichtbare verschijnselen van vaatverstopping optreden, vrijwel alle vaten verstopt moeten zijn.



Figuur 2.14

Effect van vaatverstopping op de wateropname; ○ = niet verstopt; △ = 1/3 van de vaten verstopt; □ = 2/3 van de vaten verstopt (van Doorn en Buis, ongepubliceerd)

Hieronder zal worden besproken in welke mate elk van de genoemde oorzaken aan de verstopping bijdragen. Het geeft slechts de stand van het onderzoek weer, medio 1986. Omdat het onderzoek nog in volle gang is zullen onze inzichten zich waarschijnlijk nog wijzigen.

#### 2.3.2.1. Luchtembolie

Wanneer zich in alle vaten die zijn aangesneden lucht bevindt zal, nadat de bloem op de vaas is gezet, het water moeilijk kunnen passeren. De vraag is in hoeverre en hoe snel toch een voldoende grote waterstroom op gang komt.

Soms was na enkele uren droogliggen van rozen in het laboratorium de doorlaatbaarheid voor water van afgesneden stengelstukjes geheel afwezig. Gemeten werd de doorlaatbaarheid voor water van de onderste 5 cm. Na twee en een half uur in het water was de doorlaatbaarheid echter al even hoog als bij bloemen, die niet droog hadden gelegen. Dit duidt erop dat het transport van water in de stengel, na droogliggen, wel belemmerd kan worden door lucht, maar dat deze belemmering weer snel verdwijnt. Bij meting van de wateropname van de afgesneden bloemen werd ook alleen een vermindering gevonden gedurende enkele uren na droogliggen.

Samenvattend lijkt het erop, dat er lucht in de stengels komt als gevolg van het afknippen, maar dat dit niet noemenswaard bijdraagt aan de vermindering van de doorlaatbaarheid van de stengel voor water.

#### 2.3.2.2. Fysiologische vaatverstopping

Naar fysiologische vaatverstopping is al veel onderzoek verricht, maar de meeste aspecten ervan zijn nog onduidelijk. Bij de huidige stand van het onderzoek is het



zelfs de vraag of het bij de belangrijkste snijbloemen enige rol van betekenis speelt. Er zijn verschillende typen van fysiologische verstopping beschreven in de literatuur. De cellen rond de houtvaten kunnen uitstulpingen vormen in de houtvaten en zo een afsluiting vormen, de zogenaamde thyllen (1). De cellen rond de houtvaten kunnen ook stoffen (verbindingen) vormen en in de houtvaten afscheiden. Deze stoffen zorgen dan voor een verstopping (2). Er kan op het snijvlak een afdichtende laag worden gevormd (3). Bij een aantal bloemen komen verbindingen in het vaaswater die bij deze bloemen zelf of bij andere bloemen verstopping kunnen veroorzaken (4). Deze vier typen worden achtereenvolgens wat uitvoeriger besproken.

#### 1. Thyllen

Bij huidige gewassen worden de oude vaten vaak afgesloten door de groei van cellen rond de houtvaten. De cellen groeien van verschillende kanten naar binnen en sluiten zo het vat af. Of dit type verstopping bij snijbloemen een rol speelt is niet bekend. Het betreft hier de afsluiting van oude vaten, die voor de wateropname van weinig betekenis zijn. De weerstand voor watertransport zal hierdoor dan ook niet sterk worden verhoogd.

#### 2. Depositie van verbindingen in de houtvaten

Bij kleuring van microscopische preparaten vonden verschillende onderzoekers propfen in de vaten van de roos, en wel meer in afgesneden stengels dan in de intacte plant. Op dwarse doorsnede was in maximaal 3% (Lineberger en Steponkus, 1976) of in maximaal 20% van de vaten een prop aanwezig (Burdett 1970). Er werd een verhoogde weerstand voor de waterstroom gevonden op de plaatsen waar propfen aanwezig waren. Het is echter de vraag of deze verhoogde weerstand van betekenis is voor het watertransport.

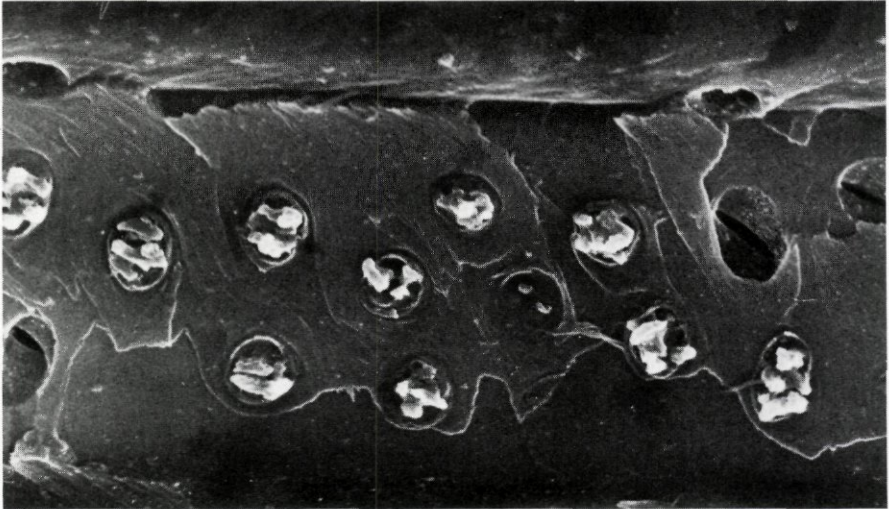
Anderen bestudeerden de verstopping met een scanning electronenmicroscop: nu werden nauwelijks verstopte vaten gevonden. De vaten die verstopt waren, bleken ook geen grote bijdragen meer te leveren aan het totale watertransport. Deze auteurs concludeerden dat zelfs het bestaan van dit type verstopping in twijfel moest worden getrokken (Rasmussen en Carpenter, 1974).

Door verschillende onderzoekers is bekeken uit welk materiaal de propfen zijn opgebouwd. Het is mogelijk dat het afscheidingsprodukt betreft van de plant maar ook dat het bijvoorbeeld resten betreft van bacteriecellen, slijm van bacteriën of afbraakproducten van de wanden van de houtvaten (bijvoorbeeld door enzymen die door bacteriën worden uitgescheiden). Burdett (1970) meende dat de verstopping niet uit bacteriën bestond. Wel kleurden de propfen met rutheniumrood, een indicatie voor afbraakproducten van pectine. Verschillende planten vormen pectinepropfen als reactie op infectie door schimmels. Ethyleen lijkt hierbij een tussenstap te zijn. De vorming van enzymen door de schimmel kan een van de oorzaken zijn voor de toename van de ethyleenproductie (VanderMolen e.a., 1983). Ethyleen gaf ook aanleiding tot vorming van gomachtige verbindingen in de vaten van een Prunus-soort (Olien en Bukovac, 1982). Het is ons niet bekend of bacteriën de ethyleenproductie van de plant kunnen stimuleren. Wel is bekend dat bacteriën zelf ethyleen kunnen maken, maar het is niet duidelijk of hierdoor propvorming ontstaat. Bacteriën zouden de vorming van gomachtige propfen ook kunnen induceren als ze voldoende pectinesplitsende enzymen afscheiden (Bateman en Baskam, 1976). Sommige bacteriesoorten produceren dergelijke enzymen, maar het is niet bekend of de hoeveelheid voldoende zou kunnen zijn om verstopping te veroorzaken.

Bij snijbloemen is er slechts in een enkel geval een aanwijzing voor de relatie tussen vaatverstopping en ethyleenproductie. Ethyleen kan worden geproduceerd als

reactie op het snijden. Bij anthuriumbloemen vonden Paull en Goo (1985) dat vaatverstopping samenhangt met ethyleenproductie door snijden, en ze concludeerden dat de verstopping niet het gevolg is van bacteriën.

Remmers van de ethyleenproductie gingen de verstopping tegen. De auteurs bepaalden echter niet of de weerstand van stengeldelen was verhoogd, noch het aantal bacteriën.



Verstopping van de houtvaten door bacteriën bij roos 'Sonia' (foto TFDL) (van Doorn en Boekestein, ongepubliceerd)

### 3. Depositie van verbindingen aan het snijvlak

Een tweede plaats waar fysiologische vaatverstopping zou kunnen optreden is het snijvlak van de bloemsteel. Planten reageren op afsnijden met een verhoogde productie van fenolen en andere stoffen in de cellen. Deze stoffen worden naar de celwand getransporteerd en daar ontstaat een ophoping van bijvoorbeeld melanine, lignine en suberine (McClure, 1960; Rhodes en Wooltorton, 1978; Cline en Neely, 1983). Bij de polymerisatie die nodig is voor de vorming van lignine speelt peroxidase een rol, een oxidatief enzym (Egley e.a., 1985). Vooral suberine zou de doorlaatbaarheid van water sterk kunnen tegengaan (suberine is een hoog polymeer mengsel van verzadigde en onverzadigde, met elkaar veresterde vet- en hydroxyvetzuren). Aan het snijvlak van afgesneden geraniumstengels werd binnen 2 dagen een sterke verhoging van de hoeveelheid suberine gevonden. Ook in de vaten vormde zich een prop van suberine (Cline en Neely, 1983). Of een dergelijke propvorming voldoende weerstand voor de waterstroom oplevert is niet bekend. Ook is niet duidelijk of bij snijbloemen een soortgelijk mechanisme optreedt.

Enkele onderzoekers menen dat ook fenolen in het vaaswater zouden bijdragen tot de vaatverstopping aan het wondvlak. Wanneer gekneusd rozenblad bij het vaaswater werd gedaan, nam het aantal 'bent necks' sterk toe (Buys, 1969; Sytsema, 1968; Moe, 1975). Ook toevoeging van een fenolverbinding gaf een sterke verhoging van de hoeveelheid bent neck bij rozen (Moe, 1975). In geen van de gevallen is nagegaan wat het effect is van bladextract op de hoeveelheid bacteriën. Bacteriën zouden de oorzaak kunnen zijn, omdat ze zich snel kunnen vermenigvuldigen vanwege de suikers en andere stoffen uit het extract. Moe vond dat bij toevoeging van

5.10<sup>-2</sup>M azijnzuur het effect van bladextract was verdwenen. Bij een dergelijke hoge concentratie van azijnzuur is de pH laag en kunnen bacteriën niet groeien. Het effect van fenolen kan ook worden verklaard door vergiftiging van de bloem. Het is namelijk bekend dat fenolen al bij lage concentratie de permeabiliteit van membranen kunnen verstoren (Glass, 1976).

#### 4. Uitscheidingsprodukten van euphorbiasoorten, papaver en narcis

Bij euphorbia's gaan de bladeren soms al vrij snel slap hangen of zelfs verwelken. Euphorbia's bezitten een groot aantal melksapvaten. Dat zijn grote vertakte cellen waarin melksap wordt gevormd. Zodra de plant wordt aangesneden stroomt het melksap naar buiten, coaguleert en vormt zo een afschermd laag op het wondvlak. Vooral de terpenoïden in het melksap zijn verantwoordelijk voor de coagulatie. Langs deze weg zouden ook de houtvaten verstopt kunnen raken na aansnijden van de stengel. Niettemin schijnt het probleem niet algemeen te zijn. Sytsema (1976) kon geen invloed van het melksap op de houdbaarheid van *Euphorbia fulgens* vaststellen. Bij *Euphorbia pulcherrima* (poinsettia) lijkt het wel van belang (Sytsema 1967).

Bij papaver wordt, net als bij euphorbia, melksap afgescheiden, terwijl bij narcissen een slijmachtige stof in het vaaswater komt. De stof die door narcissen wordt uitgescheiden zou vaatverstopping kunnen veroorzaken. Rozen en anjers blijken te verwelken, fresia's en anemonen blijven in de knop steken. Tevens worden vlekken op de bladeren van rozen waargenomen. Als het slijm op het blad van tulpen wordt gebracht ontstaat ook schade. Dit duidt erop dat er naast verstopping ook een giftige werking is. Een alkaloid, narcissine genoemd, kan hiervoor verantwoordelijk zijn. De familie Amaryllidaceae, waartoe de narcis behoort, maakt andere alkaloiden dan de overige families in de orde van de Liliaceae. Dit kan verklaren waarom het effect alleen bij de narcis wordt gevonden.

#### Conclusie

Er bestaan bij snijbloemen geen duidelijke bewijzen voor een belangrijke rol van fysiologische vaatverstopping van de genoemde typen 1, 2 en 3. Marousky (1969) meende wel zo'n bewijs te hebben gevonden. Hij vergeleek een serie rozen die met HQC werd behandeld met een serie die alleen „steriel" werd behandeld. HQC gaat de bacteriegroei tegen. Omdat er in de steriele groep (geen bacteriën in het vaaswater) meer verstopping optrad dan in de groep die met HQC was behandeld, meende hij dat HQC de fysiologische verstopping zou tegengaan. Marousky mat echter niet de aantallen bacteriën in de stengel.

Bij een herhaling van deze proef van Marousky bleek ons eveneens dat het bacteriegetal in het vaaswater nul was. Niettemin was het aantal bacteriën in de stengel van de bloemen op steriel water veel hoger dan bij bloemen die met HQC werden behandeld. De weerstand voor watertransport was gecorreleerd met het aantal bacteriën in de stengel. Dit is een aanwijzing dat de fysiologische verstopping geen rol van betekenis speelt.

#### 2.3.2.3. Vaatverstopping door bacteriën

Het effect van bacteriën, en eventueel van schimmels en gisten, kan optreden doordat

1. deze zich in het vaaswater bevinden en daar stoffen afscheiden;
2. er accumulatie van de micro-organismen op het snijvlak optreedt en
3. er accumulatie van de micro-organismen in de houtvaten plaatsvindt.

Deze punten zullen kort worden besproken.

Zelfs als rozen drie dagen werden bewaard in water waarin meer dan  $10^7$  bacteriën per ml aanwezig waren, was er geen negatief effect op het vaasleven en de wateropname van Sonia rozen (Van Doorn e.a., 1986a).

Bij toevoeging van bacteriën aan het vaaswater is er pas een onmiddellijk effect bij  $10^9$  bacteriën per ml terwijl bij  $10^7$ - $10^8$  bacteriën per ml er binnen enkele dagen verstopping optrad (Van Doorn e.a., 1986b). Vaaswater bevat binnen 3 dagen soms wel tot  $10^7$  bacteriën per ml (Marousky, 1980) en dergelijke concentraties zijn bij rozen soms gecorreleerd met het optreden van bent neck. Het aantal levende bacteriën in vaaswater lijkt daarom een rol te kunnen spelen bij het ontstaan van vaatverstopping. De bacteriën worden met de waterstroom meegezogen en kunnen zo terecht komen op het snijvlak en in de houtvaten. Niet bekend is of het hier slechts om een correlatie gaat: als de groei van micro-organismen in het vaaswater wordt gestimuleerd zal de groei van bacteriën die op het snijvlak optreedt ook worden bevorderd.

Dode bacteriecellen die zich in de oplossing bevonden bleken geen verstopping te veroorzaken. Bij een jonge bacteriecultuur gaven ook de uitscheidingsproducten geen verstopping. Ter illustratie wordt in tabel 2.6. de wateropname gegeven van roos 'Sonia' op water, dat op verschillende manieren was behandeld. Uitgegaan werd van een bacterie-oplossing ( $5 \times 10^6$  bacteriën per ml), die werd gefiltreerd met een bacteriefilter, gesteriliseerd (10 minuten bij  $120^\circ\text{C}$ , 2 atm.) of gesteriliseerd en daarna gefiltreerd. Na filtreren of steriliseren bevonden zich in de oplossing minder dan 30 bacteriën per ml.

Tabel 2.6. Wateropname van roos 'Sonia' in ml per dag per steel, op dag 1 na inzetten van de proef (de Witte, ongepubliceerd)

$5 \times 10^6$ bacteriën toegevoegd aan leidingwater	4.5
bacterie-oplossing gefiltreerd (alleen uitscheidingsproducten)	11.2
bacterie-oplossing gesteriliseerd (dode bacteriën)	9.5
bacterie-oplossing gesteriliseerd en gefiltreerd	9.5
controle (leidingwater), $10^2$ bacteriën per ml	8.8

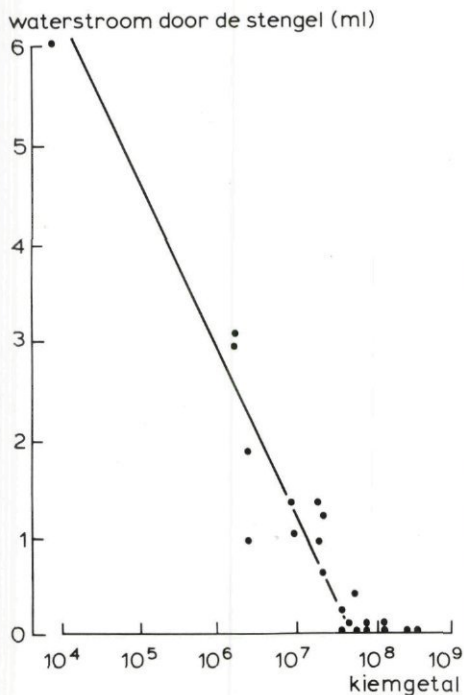
De wateropname van de bloemen op het bacterierijke water was significant lager dan in de andere gevallen, waartussen geen aantoonbare verschillen waren.

Deze resultaten lijken in tegenspraak met het werk van Accati, die een oplossing van  $10^6$  bacteriën per ml drie dagen schudde in een voedingsmedium en dan de cellen afcentrifugeerde. De vloeistof werd gebruikt als vaaswater voor anjers. De stengel raakte daardoor snel verstopt (Accati e.a., 1980). Eenzelfde resultaat werd door ons verkregen met rozen, als werd gewerkt met oude cultures die ongeveer  $10^7$  bacteriën per ml bevatte. In oude cultures bevinden zich veel dode bacteriën, die voor een deel zullen zijn opengebarsten. De concentratie van allerlei stoffen in het medium kan daardoor nogal zijn opgelopen. Hoewel Accati c.s. meenden dat de uitscheidingsproducten van de bacteriën de verstopping veroorzaken lijkt ons meer reden om aan te nemen dat de celinhoud van de dode bacteriën een minstens even belangrijke rol speelt.

## 2. Bacteriën op het snijvlak

Het snijvlak lijkt een ideale voedingsbodem voor bacteriën. Het floëem is opengesneden en hier zullen waarschijnlijk nog enige tijd na aansnijden suikers worden uitgescheiden. Voorts is een laag cellen kapot gesneden hetgeen ook een voedingsbodem is voor de bacteriën. Zelfs als veel voorzorgen worden genomen om steriel

te werken en het kiemgetal in het vaaswater zéér laag is, blijken zich aan het snijvlak en in de stengels grote aantallen bacteriën te bevinden. Blijkbaar worden zelfs als heel nauwkeurig wordt gewerkt bij het snijden enkele bacteriën op het snijvlak gebracht, die zich daar door de aanwezige voeding explosief kunnen ontwikkelen. Hierdoor is de weerstand voor watertransport in het stengeluiteinde hoog, in overeenstemming met de hoeveelheid bacteriën die in dat stengeldeel aanwezig zijn. In figuur 2.15 is dit geïllustreerd.



Figuur 2.15  
De relatie tussen doorlaatbaarheid van de stengel voor water en het aantal levende bacteriën in de onderste 5 cm van de stengel na 5 vaasdagen (van Doorn, ongepubliceerd)

Aarts (1957) toonde al aan dat zich aan het snijvlak een grote bacteriemassa kan bevinden. Een aantal bacteriesoorten is omgeven door een kapsel of door een slijm-laag. De beweging van water kan in een dergelijke visceuze massa vrijwel tot stilstand worden gebracht.

### 3. Bacteriën in de houtvaten

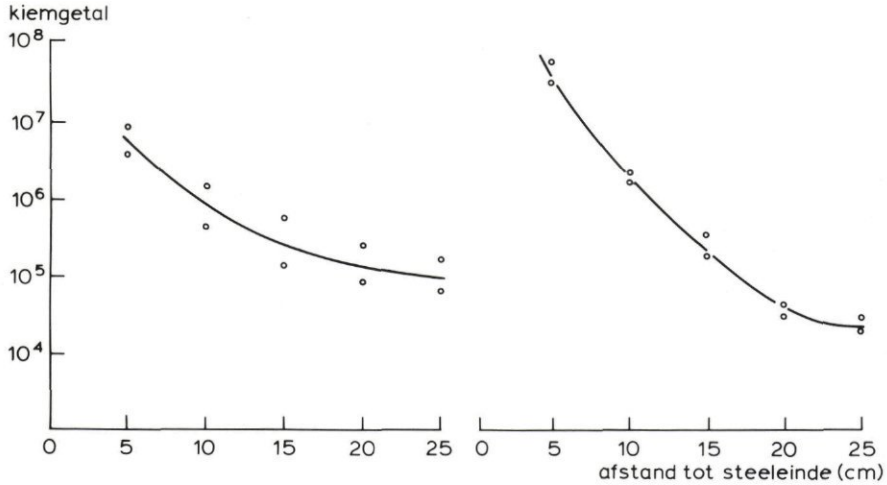
Hoge aantallen bacteriën worden ook gevonden in stengelstukjes die verder van het snijvlak zijn verwijderd, maar de aantallen nemen af (figuur 2.16).

Ook is de weerstand voor watertransport in deze stengelstukken steeds geringer dan aan het snijvlak. De grootste weerstand werd gevonden in het onderste stengelstuk en dit lijkt bepalend te zijn voor de totale waterstroom door de stengel.

De ontwikkeling van bacteriën op het snijvlak en in de stengels blijkt alleen tegen te gaan door een goed werkend bactericide (HQC of aluminiumsulfaat) aan het water toe te voegen, zodat voortdurend, met de transpiratiestroom, nieuw bactericide

langs het snijvlak en door de vaten gevoerd wordt. In tabel 2.7 wordt dit geïllustreerd.

We kunnen concluderen dat accumulatie van bacteriën op het snijvlak en in de houtvaten een belangrijke oorzaak lijkt voor vaatverstopping. Verstopping lijkt eveneens veroorzaakt te kunnen worden doordat de celinhoud van dode bacteriën in oplossing komt.



Figuur 2.16  
Hoeveelheid levende bacteriën op verschillende plaatsen in de stengel.  
Links: na 3 dagen op vuil bassinwater.  
Rechts: vervolgens na een transportsimulatie (15 uur, 20 °C, droog, donker)  
(de Witte, ongepubliceerd)

Tabel 2.7. Aantal levende bacteriën in het bassinwater en in het onderste stengelstukje (0-5 cm) van rozen na 3 dagen (de Witte, ongepubliceerd)

	bassinwater	steel	steel, na 15 uur droogliggen van de bloemen
schoon kraanwater, dagelijks ververs	$1,1 \times 10^2$	$1,8 \times 10^6$	$7,0 \times 10^3$
kraanwater, reeds 1 week gebruikt	$5,4 \times 10^6$	$9,7 \times 10^6$	$1,5 \times 10^8$
Rosalwater, reeds 1 week gebruikt	$2,7 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$

Bacteriën zouden het vaasleven ook kunnen verkorten door effecten die losstaan van vaatverstopping. Van enkele bacteriesoorten is bekend dat ze giftige verbindingen afscheiden. Dit zou symptomen kunnen geven die op verstopping duiden (zoals bent neck). Een bacterie die in het vaaswater zeer frequent wordt gevonden, *Pseudomonas aeruginosa*, produceert cyanide (Askeland en Morrison, 1983). Cyanide kan, bij voldoende hoge concentratie, tengevolge hebben dat de turgor wegvalt (net als bij bent neck). Niettemin werd in proeven gevonden dat *Pseudomonas aeruginosa*

sa geen grotere reductie van het vaasleven gaf dan 6 andere bacteriesoorten (De Witte en Van Doorn, in voorbereiding). We hebben evenmin aanwijzingen dat een van de andere soorten een stof produceert die giftig is, want het effect van de soorten was ongeveer gelijk.

#### 2.3.2.4. *Enkele voorbeelden van vaatverstopping*

'Bent neck' bij rozen

'Bent neck' is een algemeen ingeburgerde term voor het knikken van de stengel, vlak onder de bloem. Een Nederlands equivalent (gebogen hals of nekknik) wordt weinig gebruikt.

Bij de roos treedt de knik op in het kruidachtige deel van de stengel, tussen het laatste blad en de bloem. Bij andere soorten, zoals gerbera en tulp, treedt ook een knik in de stengel op, maar deze is veel minder gelocaliseerd en wordt vaak in lagere stengeldelen gevonden. De term 'bent neck' wordt daarom uitsluitend gebruikt bij rozen.

De oorzaak van 'bent neck' is een tekort aan water. Als de cellen in de stengel te weinig water bevatten is de druk van de celinhoud op de celwand (turgordruk) gering. In houtige stengelstukken valt het niet op wanneer het weefsel zichzelf niet meer ondersteunt, omdat het hout in de celwanden voor voldoende steun zorgt. In het stengeldeel onder de bloem is de verhouting nog weinig gevorderd. Hier treedt de knik dan ook op.

Omdat de verhouting van het bovenste stengelstuk grotendeels nog plaatsvindt tijdens de bloei, moet niet te vroeg worden gesneden. Vroeg snijden verhoogt de kans op 'bent neck' (Parups en Voisey, 1976). Ook de kweekomstandigheden zijn van belang. Kaliumgebrek leidt tot geringere verhouting van de stengel (Johansson, 1979), maar dit lijkt voor de praktijk niet van groot belang omdat meestal goed wordt bemest. Een behandeling met chemische middelen tijdens de groei kan de verhouting bevorderen en gaf ook een vermindering van het optreden van 'bent neck' na afsnijden (Parups, 1976; Parups en Voisey, 1976).

Rozecultivars onderscheiden zich in gevoeligheid voor 'bent neck'. De verschillen in gevoeligheid van 5 cultivars bleken niet samen te hangen met de mate van verhouting van het bovenste stengelstuk, gemeten als gewicht per eenheid van lengte. Wel bleken de verschillen samen te hangen met de waterhuishouding van de cultivars (Zieslin e.a., 1978). Durso (1979) deed ook onderzoek naar de gevoeligheid van drie cultivars. Deze bleek niet samen te hangen met een groot aantal gemeten parameters, maar wel was de verdamping bij de gevoelige soort het hoogst. Dit bleek niet te worden veroorzaakt door een verschil in bladoppervlak of in aantal huidmondjes per eenheid bladoppervlak, maar met de openingstoestand van de huidmondjes. Daarenboven kon de cultivar 'Golden Wave' bij eenzelfde watergehalte de turgordruk handhaven en 'Bridal Pink' niet. Dit lijkt te worden veroorzaakt door de hogere osmotische potentiaal van de cellen van de 'Golden Wave' cultivar. Mayak e.a. (1974) vonden ook een duidelijk verband tussen gevoeligheid en mate van verdamping. Bij de meer gevoelige soort waren de huidmondjes verder geopend.

Een hoge verdamping leidt alleen tot problemen als de aanvoer van water via de stengel niet optimaal is. Blijkbaar wordt de doorlaatbaarheid voor watertransport in de stengel geremd. Een verstopping van de houtvaten is aangetoond, maar is bij enkele onderzochte cultivars ongeveer even sterk (Mayak e.a., 1974).

Knikken van de stengel bij gerbera's

Stengelknik bij de gerbera vormt voor de praktijk een vrij groot probleem. Voor alle zekerheid worden gerbera's soms ondersteund met staaldraad.

Net als bij rozen is het knikken afhankelijk van de cultivar, maar het is bovendien afhankelijk van de tijd van het jaar. Bij de cultivar 'Wageningen Rood' knikte in de winter bijna geen enkele bloem, maar in de zomer 90-100%. De kans op knik was kleiner als het volume van de holte in de bloemstengels groter was.

Het knikken van de stengel is het gevolg van een geringe druk van de celinhoud op de celwand als gevolg van watertekort in de cellen net als bij 'bent neck'. Het knikken kan worden tegengegaan door de holte in de stengel aan te snijden en tegelijk boven het waterniveau een gaatje in de stengel te prikken. De lucht in de holte wordt dan verdrongen door het vaaswater. Blijkbaar kan de bloem water opnemen via de holten als de houtvaten verstopt zijn. Dit werkt alleen als er een mergholte aanwezig is, hetgeen niet steeds het geval is. Het knikken kan ook worden tegengegaan door toevoeging van een bactericide aan het vaaswater (Van Meeteren, 1978).

#### Vaatverstopping bij *Euphorbia fulgens*

Bij *euphorbia* wordt in de praktijk al vele jaren het 'koken' van de stengeluiteinden toegepast. De bloemen worden gedompeld in water van 70-100 °C, gedurende enige seconden tot minuten. Deze werkwijze voldoet slechts tot op zekere hoogte. Uit onderzoek is namelijk gebleken dat, indien de consument het afgestorven steeleinde niet afsnijdt, een kort vaasleven ontstaat door een groter aantal bacteriën in het vaaswater. Alleen diegenen die bij de afzet betrokken zijn, zijn gebaat met deze behandeling, maar niet de consument. Om die reden werd onderzoek verricht naar een alternatieve methode.

De traditionele behandeling kon worden vervangen door een behandeling waarbij de stengel geheel gaaf blijft. De methode is erop gebaseerd dat het vrijkomende melksap onmiddellijk bij het uitreden coaguleert waardoor de aangesneden melksapcellen direct worden afgesloten en bijgevolg het verstoppen van de xylemvaten achterwege blijft. Dit kan worden bereikt door een voorbehandeling met aangezuurd leidingwater. Het aanzuren kan geschieden door middel van citroenzuur. De voordelen van deze werkwijze worden geïllustreerd in tabel 2.8.

Tabel 2.8. Invloed van voorbehandeling op behoud van sierwaarde van *Euphorbia fulgens* tijdens het vaasleven (Staden en Slootman, 1976)

behandeling	houdbaarheid bloem (in dagen)	houdbaarheid blad (in dagen)
1. controle, direct op leidingwater	13	19
2. 'koken' 80 °C, ca. 3 sec.	10	14,5
3. 1 uur bij pH = 2,8	14,5	16,5
4. 1 uur bij pH = 2,8, snijbloemenvoedsel	16,0	16,0

Het is te verwachten dat de kwekers verschillende voorbehandelingstijden zullen willen toepassen. Omdat een lage pH gedurende een langere periode nadelig is voor de kwaliteit, is nagegaan wat de meest geschikte zuurgraad is bij verschillende voorbehandelingstijden. Op basis van de proeven kunnen we de volgende richtlijnen geven:

- half uur voorbehandelen met aangezuurd leidingwater: pH = 2,3
- één uur voorbehandelen met aangezuurd leidingwater: pH = 2,8
- enige uren voorbehandelen met aangezuurd leidingwater: pH = 4,0



Het is zeer gewenst dat de takken in bacterie-arm water worden geplaatst (dagelijks een verse oplossing, nadat de emmers vooraf met zeep schoongemaakt zijn).

Het is denkbaar dat het melksap ook nadelig inwerkt op andere snijbloemen, bijvoorbeeld bij plaatsing in een gemengd boeket. Om dit na te gaan werden takken van *E. fulgens* samen met rozen op dezelfde vaas geplaatst. Er bleek echter geen nadelig effect op de roos (Staden en Sloodman, ongepubliceerd).

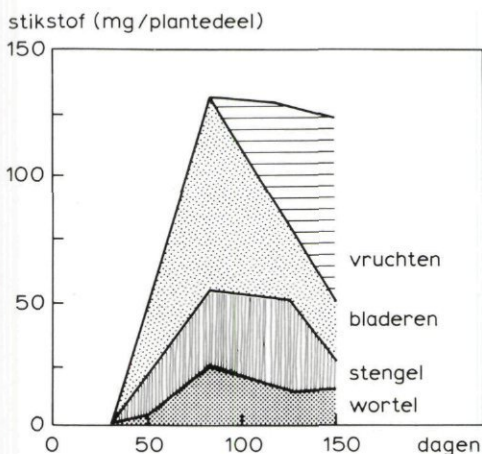
Het probleem van bladvergelting en -verwelking bij *E. fulgens* kan ook worden vermeden door snijbloemenvoedsel aan het vaaswater toe te voegen. Hierdoor wordt het vaasleven bovendien spectaculair beter, vooral door de vollere bloei, omdat nu alle knoppen geheel open komen.

#### 2.4. De mineralenhuishouding

Planten hebben mineralen als stikstof, fosfor, kalium etc. nodig voor de groei. De planten nemen deze elementen op via de wortels en zorgen voor een verdeling over de verschillende organen. De opname van mineralen is afhankelijk van de groei en de activiteit van het wortelstelsel. De mineralenopname vindt namelijk vooral plaats in de jonge worteldelen en alleen als er voldoende energie in de wortels beschikbaar is voor de opname.

De opname van mineralen door de wortels is een actief proces, in tegenstelling tot de opname van water, dat voor het grootste deel inactief is en alleen het gevolg is van de verdamping.

Wanneer planten gaan bloeien wordt de opname van mineralen heel gering. Dit heeft te maken met de groei van de wortels, die vrijwel stilstaat gedurende de laatste fase van de bloemontwikkeling. Dit kan worden toegeschreven aan een tekort aan suikers in de wortels. Ook de activiteit van het wortelstelsel is heel klein. Blijkbaar trekt de ontwikkelende bloem zoveel suikers naar zich toe dat de groei en de activiteit van de wortels gering wordt. Dit betekent dat de mineralen die nodig zijn voor de groei van de bloem en voor de ontwikkeling van de vrucht niet direct afkomstig zijn uit de bodem, maar onttrokken moeten worden aan de rest van de plant. Dit wordt verduidelijkt in figuur 2.17.



Figuur 2.17

De herverdeling van stikstof over de verschillende plantdelen van haver (naar Williams, 1983)

De mineralen die nodig zijn voor de groei van de bloem zullen bij snijbloemen zowel aan de bladeren als aan de stengel worden onttrokken. Bij de intacte plant zal de bloem ook mineralen aan de wortels onttrekken.

Nadat de bloem is uitgegroeid gaat, na de bevruchting, het vruchtbeginsel zich ontwikkelen. De mineralen die hiervoor nodig zijn zullen ook weer aan de rest van de plant worden onttrokken. Bij snijbloemen zijn er aanwijzingen dat na de bevruchting ook mineralen aan de kroonbladeren worden onttrokken.

Mineralen zijn nodig voor de opbouw van meer ingewikkelde verbindingen. Stikstof bijvoorbeeld wordt gebruikt voor de bouw van eiwitten. Eiwitten kunnen niet van het ene orgaan naar het andere worden vervoerd. Voor het transport van stikstof moeten eiwitten daarom eerst worden afgebroken. De transporteerbare eindproducten van deze afbraak zijn de aminozuren. Als de buitenmembraan van de kroonbladcellen lek wordt kunnen de aminozuren sneller uit de cellen van de kroonbladeren verdwijnen en door de cellen in het vruchtbeginsel worden opgenomen.

Men heeft na afsnijden van de bloem een sterke toename van de hoeveelheid aminozuren in de kroonbladeren gevonden (figuur 2.18). De hoeveelheid oplosbare eiwitten nam af (figuur 2.19).

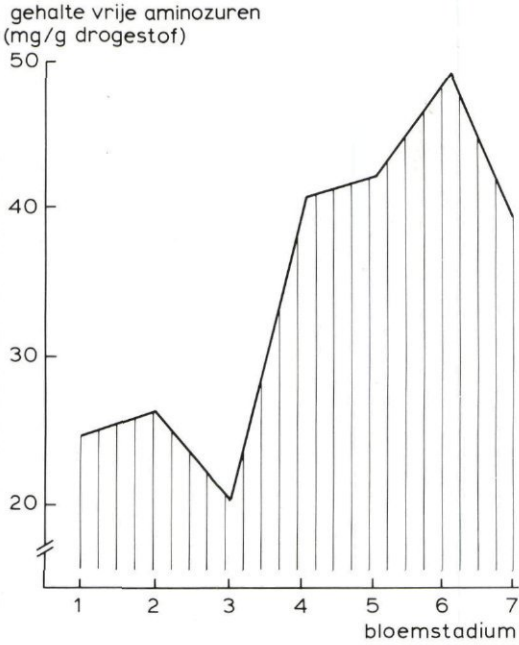
Ook werd gemeten dat het enzym dat eiwitten in aminozuren splitst, het protease, sterk in activiteit toenam (figuur 2.20).

Wanneer de veroudering wordt versneld door ethyleen nam de protease-activiteit in de kroonbladeren eerder toe. Tegelijk met de toename van de protease-activiteit in kroonbladeren werd een afname van de protease-activiteit in het vruchtbeginsel gemeten, zowel in de onbehandelde rozen als in de rozen die met ethyleen waren behandeld (Lukaszewska e.a., ongepubliceerd).

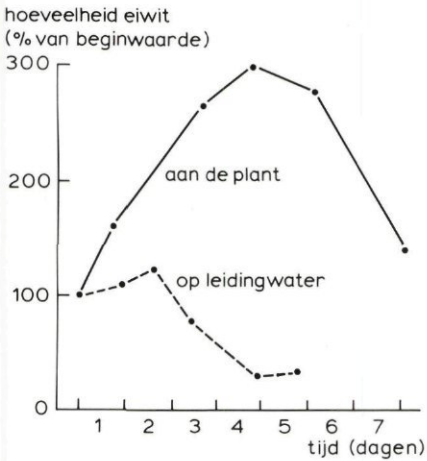
De afbraak van eiwitten in kroonbladcellen heeft mogelijk nog een functie. Er lijkt een tekort aan energie in de cel. Als er geen suikers meer kunnen worden gebruikt voor de ademhaling dan worden allereerst organische zuren en vervolgens aminozuren gebruikt. Stikstofverbindingen worden zoveel mogelijk gespaard, want ze zijn heel belangrijk voor zowel de opbouw als het functioneren van cellen, maar als er geen energie meer voorhanden is om de levensfuncties te laten doorgaan, wordt een deel van de aminozuren opgeofferd. Gevolg is echter dat de stikstofgroepen vrijkomen als ammoniak. De hoeveelheid ammoniak kan in kroonbladeren zelfs heel sterk toenemen, men heeft gevonden dat de hoeveelheid zelfs 20 maal hoger werd (Weinstein, 1957). Het is echter ook mogelijk dat deze ammoniak niet afkomstig is van de ademhaling maar van andere processen (bijvoorbeeld de-aminering).

Ammoniak is een giftige verbinding die door de cel direct naar de vacuole wordt getransporteerd, waar ze de stofwisseling niet kan remmen. In de vacuole bevindt zich ook een groep kleurstoffen, de anthocyanen, die gevoelig zijn voor de zuurgraad. Ammoniak heeft een stijging van de zuurgraad tot gevolg. Er treedt dan verbinding op van anthocyanen met andere kleurstoffen. De anthocyanen veranderen daardoor van rood naar blauw (Asen e.a., 1971). Vooral bij rozen, als deze niet worden voorzien van suiker in het vaaswater, is de blauwverkleuring opvallend. Dit is het beste te zien bij roze en rode cultivars. Bij rozen aan de plant treedt deze verkleuring niet op, een teken dat er voldoende suiker aanwezig is.

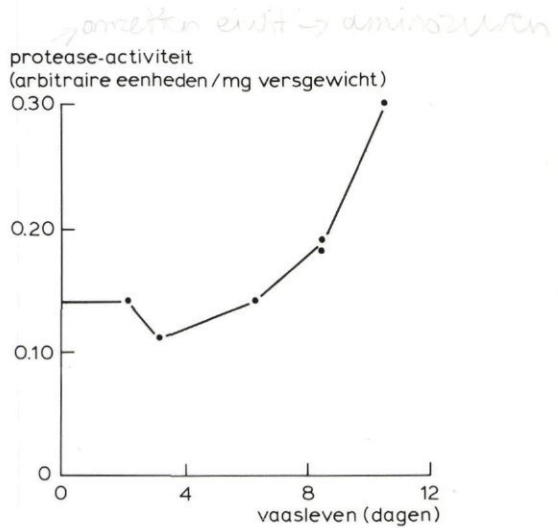
De rol van de suikers in de stikstofhuishouding is echter niet geheel duidelijk. Toevoeging van suiker gaat verkleuring tegen en lijkt daarom afbraak van aminozuren te verhinderen. Niettemin worden in kroonbladeren tegen het eind van het vaasleven vaak hoge concentraties suiker gevonden (Nichols, 1975; Sacalis en Chin, 1976). Hoe deze hoge concentraties ontstaan is niet duidelijk, mogelijk is dit het gevolg van een remming van de groei. Omdat deze hoge suikerconcentraties worden gevonden is het onduidelijk waarom toegediend suiker zoveel effect heeft.



Figuur 2.18  
De totale concentratie van vrije aminozuren in kroonbladeren van de roos (uit: Ferreira en de Swardt, 1980)

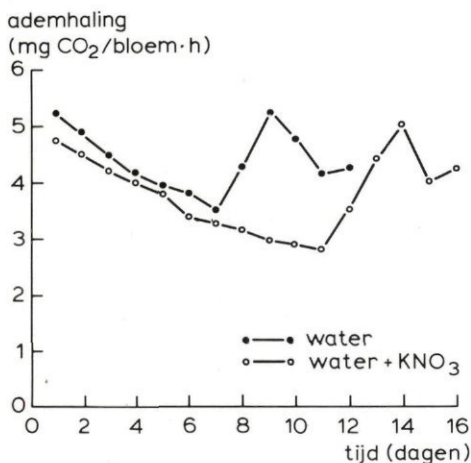


Figuur 2.19  
Verloop van het gehalte aan oplosbare eiwitten in de kroonbladeren van bloemen van de Duitse lis op leidingwater en aan de plant (uit: Paulin, 1981)



Figuur 2.20  
De protease-activiteit van kroonbladeren van Sonia-rozen gedurende het vaasleven (uit: Gorin e.a., 1986)

De overige mineralen lijken geen grote rol te spelen bij het vaasleven van bloemen. Het is wel denkbaar dat ionen als kalium van belang zijn voor de groei van de kroonbladeren. De rol van dergelijke ionen is te vergelijken met die van suiker: door de ophoping ervan tot osmotisch actieve concentraties wordt opname van water mogelijk. Uit het onderzoek van Mayak e.a. (1978) bleek dat toedienen van kalium (KCl,  $K_2SO_4$ ,  $KNO_3$ ) via het vaaswater een verlenging van het vaasleven van anjers tot gevolg had. Niet alle kaliumverbindingen hadden echter een positief effect (kaliumbicarbonaat,  $KBrO_3$ , en kaliumacetaat waren zelfs schadelijk). Het positieve effect van kaliumverbindingen was overigens niet groot: het vaasleven werd met drie tot vier dagen verlengd. Toevoeging van  $KNO_3$  stelde bij anjers de toename van de ademhaling, die gepaard gaat met de autokatalytische ethyleenproductie en verwelking, enkele dagen uit (figuur 2.21).  $KNO_3$  ging ook de schadelijke werking van ethyleen uit de buitenlucht tegen. Net als suikers kunnen blijkbaar ook anorganische ionen de gevoeligheid voor ethyleen verminderen. De oorzaak daarvan is niet bekend.



Figuur 2.21

Effect van kaliumnitraat (150 mM) op de ademhaling van anjers. Aan de oplossing was ook 4 mM Calciumnitraat toegevoegd (uit: Mayak e.a., 1978)

## 2.5. De hormonenhuishouding

### 2.5.1. Algemeen

Sinds 1930-1940 zijn er verschillende stoffen bekend die door de plant zelf worden gemaakt en die al in lage concentraties grote invloed hebben op de groei en de ontwikkeling. Naar analogie met de dierenwereld heeft men deze verbindingen hormonen genoemd. De belangrijkste zijn: ethyleen, auxinen, cytokininen, gibberellinen en abscissinen.

Bij dieren worden allerlei processen gereguleerd door verbindingen die op een bepaalde plaats geproduceerd worden en via de bloedsomloop worden vervoerd naar de organen waar ze hun uitwerking hebben. De werking is afhankelijk van de concentratie en dus van de mate van productie. De belangrijkste eigenschappen van een dierlijk hormoon zijn daarom: lokale synthese, werking op afstand en effect door verandering van de concentratie. Na 50 jaar intensief onderzoek heeft men echter

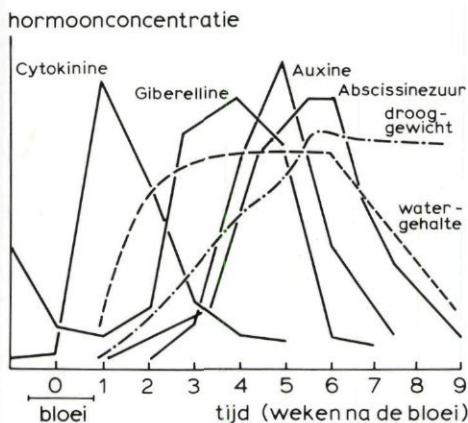
niet aan kunnen tonen dat ook alle plantehormonen lokaal gevormd worden. Evenmin is aangetoond dat de werking van plantehormonen steeds tot stand komt door concentratieveranderingen.

Hormonen als ethyleen en abscissine lijken overal te worden gevormd. De abscissineconcentratie stijgt als er watergebrek ontstaat. Ethyleen wordt gevormd bij verwonding, watergebrek, lichtgebrek en dergelijke. De andere hormonen worden wel meer lokaal gevormd. Indolazijnzuur (een auxine) wordt vooral geproduceerd in het topje van de stengel terwijl de synthese van cytokininen en gibberellinen voornamelijk in de worteltoppen plaatsvindt.

Volgens de huidige gezichtspunten kan er tijdens de ontwikkeling een verandering optreden in de gevoeligheid van verschillende weefsels voor deze stoffen. Het is dus niet nodig dat de concentratie van de desbetreffende stof verandert. Net als bij dieren blijkt het weefsel van planten niet alleen te reageren op één hormoon, maar op de balans van hormonen. Vermindering van het ene hormoon kan hetzelfde te weeg brengen als toename van een ander hormoon. Vaak werken cytokininen, auxinen en gibberellinen tegengesteld aan ethyleen en abscissinen. De sluiting van huidmondjes wordt bijvoorbeeld bevorderd door abscissine en tegengegaan door cytokinine. De veroudering van bladeren wordt gestimuleerd door ethyleen en abscissinen, terwijl cytokininen en gibberellinen de veroudering remmen.

De bloem bestaat uit verschillende weefsels in uiteenlopende fasen van ontwikkeling. Als de bloembladeren al zijn uitgegroeid treedt in het vruchtbeginsel na de bevruchting nog een zeer actieve celdeling op, die wordt gevolgd door celstrekking. Het ontwikkelende zaad en het groeiende vruchtbeginsel vormt een belangrijke bron van hormonen. In jong weefsel, waarin celdeling plaatsvindt, zijn meestal hoge concentraties cytokininen te vinden, terwijl auxine en gibberelline een belangrijke rol spelen bij celstrekking (groei in volume). In verouderend weefsel daarentegen worden meestal hoge concentraties ethyleen en abscissinen gevonden.

De veranderende hormonenconcentraties zijn onderzocht in de tarweaar (figuur 2.22).



Figuur 2.22

Concentraties van hormonen gedurende de ontwikkeling van de tarweaar (uit: Gales, 1979)

De aar bestaat uit een groot aantal bloemen. Kort na het opengaan van de bloemen (anthese) stijgt eerst het cytokininegehalte; dit is in de tijd waarschijnlijk gecorre-

leerd met het optreden van celdelingen. Vervolgens stijgt de gibberellineconcentratie, hetgeen gepaard gaat met celgroei door wateropname. Rijping van het zaad (daling van het watergehalte) treedt op nadat het gehalte van abscissinezuur is gestegen.

Deze hormonenconcentraties hebben vooral betrekking op het vruchtbeginsel en de vrucht, omdat de kroonbladeren bij grassen (waartoe tarwe behoort) een gering gewicht hebben. Snijbloemen hebben daarentegen grote kroonbladeren. De periode van sterke groei (celstrekking) vindt in de kroonbladeren eerder plaats dan in het vruchtbeginsel. Ook de veroudering vindt veel eerder plaats. Het is daarom te verwachten dat de hormonenconcentraties in de kroonbladeren in de tijd niet gelijk verlopen met de concentraties in het vruchtbeginsel. Wel is te verwachten dat de volgorde waarin de concentraties stijgen dezelfde zal zijn, en ook dat toename van de concentratie van een hormoon zal worden gevolgd door een afname van de concentratie van dat hormoon.

Als de bloem wordt bestoven gaan de kroonbladeren snel verwelken. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de groei en de inhoud van het stuifmeel. Stuifmeel bevat hoge concentraties auxine, ACC (een verbinding waaruit ethyleen wordt gevormd), abscissinen, en mogelijk nog andere verbindingen die een invloed hebben op de hormonenhuishouding. Al deze verbindingen kunnen een toename van de ethyleenconcentratie tot gevolg hebben op de plaats waar de inhoud van de pollenbuis terecht komt (meestal is dat de stamper). Bovendien dringt de pollenbuis het weefsel binnen. Een dergelijke verwonding kan ook ethyleenproductie veroorzaken. ACC en ethyleen kunnen vervolgens naar de kroonbladeren diffunderen en daar de autokatalytische ethyleenproductie op gang brengen, die de verwelking veroorzaakt (Reid e.a., 1984). Wanneer de bloemen niet worden bestoven gaan de kroonbladeren zelf ethyleen vormen, hoewel meestal later. Hoe deze ethyleenproductie op gang komt is niet bekend. Mogelijk speelt de suikerconcentratie en de concentratie van de andere hormonen hierbij een rol.

Een complete hormonenbalans van bloembladeren is nog bij geen enkele snijbloem bekend. Wel is gevonden dat bij rozen tijdens de ontwikkeling van de bloem de concentratie van cytokinine daalt en dat de concentratie van abscissinezuur en ethyleen stijgt (figuur 2.23).

Bij een kortlevende roze-cultivar was het cytokininegehalte lager dan bij een langlevende cultivar. De stijging van de abscissinezuurconcentratie en van de ethyleenproductie trad eerder op bij de langlevende cultivar (Mayak en Halevy, 1970; 1972; Halevy en Mayak, 1975). De concentratie van auxine daalde eveneens, en deze daling trad sneller op in (het blad van) een kortlevende cultivar van *Euphorbia pulcherrima* dan in het blad van een langlevende cultivar (Gilbart en Sink, 1971).

Cytokinen, en wellicht ook auxinen, lijken een rol te spelen bij het uitstellen van de veroudering van bloembladeren (Ballantyne, 1966). De gevoeligheid van cellen voor ethyleen wordt door deze hormonen verminderd. Daarentegen wordt de veroudering versneld door ABA, dat de ethyleenproductie stimuleert en ook de gevoeligheid van het weefsel voor ethyleen kan verhogen (Halevy en Mayak, 1981). Het is daarom mogelijk dat een deel van de werking van deze hormonen is toe te schrijven aan hun effect op de gevoeligheid van het weefsel voor ethyleen.

Cytokinine heeft bij anjers een duidelijk effect op de houdbaarheid. Het effect was vooral duidelijk in de zomer (tabel 2.9). Blijkbaar moet de bloem voldoende suikers bevatten, anders is er weinig effect van cytokinen. Dit bleek ook duidelijk als suikers tegelijk met cytokinine worden gegeven. Suiker (10%) verhoogt de houdbaarheid met een factor 2. Als alleen cytokinine (50 mg kinetine per liter) wordt toege-

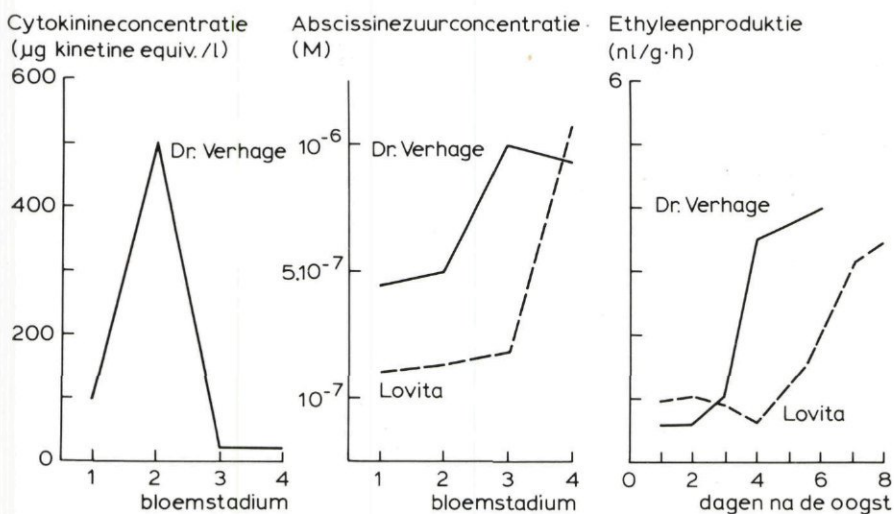
voegd wordt de houdbaarheid 6,7 in plaats van 4,3 vaasdagen. Maar de combinatie van kinetine en suiker geeft een vaasleven van 16,8 dagen, dat is ongeveer viermaal de controlewaarde (tabel 2.10).

Tabel 2.9. De invloed van 6-benzylaminopurin (BAP), een cytokinine, op de houdbaarheid (in dagen) van anjer 'Cardinal Sim' (Heide en Oydvin, 1969)

jaar- getijde	BAP-concentratie (ppm)	toedieningsperiode			
		2 min.	10 min.	50 min.	12 h
juni	0	7,3	7,3	7,7	8,2
	2,25	7,4	8,1	9,9	12,5
	22,5	8,8	11,2	12,9	9,3
	225,0	12,1	11,5	7,1	6,4
november	0	5,1	5,4	5,6	5,2
	2,25	5,3	5,8	7,9	7,6
	22,5	6,8	6,7	7,3	7,0
	225,0	8,0	7,8	6,6	6,0

Tabel 2.10. De invloed van suiker en kinetine, een cytokinine, op de houdbaarheid van anjers (in dagen) (Mayak en Dilley, 1976)

% suiker	kinetine		
	0 mg/l	50 mg/l	gemiddelde
0	4,3	6,7	5,5
0,1	5,1	7,0	6,0
1,0	6,5	8,5	7,5
5,0	8,2	13,5	10,8
10,0	9,6	16,8	13,2
gemiddelde	6,7	10,5	



Figuur 2.23 Cytokinineconcentratie, abscisinezuurconcentratie en ethyleenproductie in de kroonbladeren van twee rozecultivars (naar: Halevy en Mayak, 1975)

→ Abscissinezuur daarentegen heeft een negatief effect op de houdbaarheid van anjers. Uit onderzoek blijkt dat de werking van abscissinezuur plaatsvindt door een vervroegde toename van de ethyleenconcentratie. Dit kan weer veroorzaakt worden door verhoging van de gevoeligheid van het weefsel voor ethyleen. Het effect van abscissinezuur wordt geheel tegengegaan door zilver, dat ook de effecten van ethyleen remt, hetgeen erop wijst dat abscissinezuur via ethyleen werkt (Ronen en Mayak, 1981). Omgekeerd geeft exogeen ethyleen een verhoging van de abscissineconcentratie in petalen van rozen (Mayak en Halevy, 1972).

Rozen hebben, in tegenstelling tot afgesneden anjers, veel blad. Rozen zijn daarom veel gevoeliger voor watertekort. Abscissinezuur zorgt voor sluiting van de huidmondjes en verbetert daardoor de houdbaarheid van rozen (Halevy e.a., 1974). Cytokinine heeft een omgekeerd effect: de huidmondjes zijn verder geopend (Mayak en Halevy, 1974). Toevoeging van een hormoon heeft dus bij sommige snijbloemen het omgekeerde effect als bij andere bloemen: abscissinezuur was schadelijk voor anjers maar verlengde het vaasleven van rozen en cytokinine had een positief effect op anjers maar niet op rozen.

Bij sommige snijbloemen (chrysantheem, lelie, alstroemeria) wordt het blad geel voordat de bloem verwelkt. Bladvergelting kan worden tegengegaan door gibberellinen aan het vaaswater toe te dienen (Kelley en Schlamp, 1964). Een combinatie van gibberelline, cytokinine en auxine was ook zeer effectief (Staden, 1976a; 1976b). Bij deze soorten lijken de bladeren sterk aangewezen te zijn op toevoer van hormonen uit de wortel. Na afsnijden treedt blijkbaar snel een tekort op.

Het belangrijkste, en meest onderzochte hormoon, is ethyleen. Hieraan wordt in de volgende paragraaf aandacht besteed.

### → 2.5.2. Ethyleen

Ethyleen is in tegenstelling tot de andere plantehormonen, die veelal organische zuren zijn, een gasvormige stof die door alle plantedelen geproduceerd wordt. Door het gasvormige karakter wordt het grootste gedeelte aan de lucht afgegeven, slechts een gering gedeelte blijft in de plant zelf. Via het ethyleen in de lucht kunnen de verschillende produkten elkaars hormoonhuishouding in de war sturen. Dit kan bij ethyleengevoelige produkten tot schadeverschijnselen leiden, omdat ethyleen meestal de veroudering bevordert. Ethyleengevoelige produkten mogen daarom nooit worden opgeslagen samen met produkten die een hoge ethyleenproductie hebben. Door verbrandingsmotoren en door de industrie wordt ook ethyleen in de lucht gebracht, wat dezelfde werking heeft als het plantaardige ethyleen.

Ethyleen kan het samenspel van de verschillende hormonen in de plant verstoren en de kwaliteit van geoogste produkten benadelen. De interactie van ethyleen met enkele andere plantehormonen kan in een voorbeeld worden toegelicht.

Een jong, gezond blad produceert auxine, hetgeen via de bladsteel naar de stengel vervoerd wordt. Door de auxinestroom door de bladsteel blijft het blad aan de plant gehecht. Komt het blad nu in aanraking met ethyleen (uit de omringende lucht) dan wordt de aanmaak van auxine en de transportsnelheid van auxine door de bladsteel geringer (Beyer, 1975). Het gevolg kan zijn dat aan de basis van de bladsteel onder invloed van ethyleen een scheidingslaag ontstaat waardoor het blad afvalt. Dit verschijnsel valt bij veel potplanten waar te nemen als deze begast worden met ethyleen (Woltering, 1986), maar ook bij *Euphorbia fulgens*, een snijbloem waarvan de sierwaarde grotendeels aan het groene blad wordt ontleend, treedt dit op.

→ Bladval kan ook veroorzaakt worden door de eigen ethyleenproductie. Door uitdroging loopt vaak het abscissinegehalte in het blad sterk op. Dit kan leiden tot een hogere ethyleenproductie, hetgeen tot bladval leidt.





Omdat een verhoogde ethyleenproductie ongunstig kan zijn voor het geoogste produkt (veroudering) is het van belang de ethyleenproductie van de plant nauwkeurig te bepalen. Dit kan dan aan het licht brengen in hoeverre naoogstbehandelingen een negatief effect hebben op de kwaliteit via toegenomen ethyleenproductie. Voor het meten van de ethyleenproductie kunnen verschillende methoden aangewend worden. Meestal wordt een plantedeel (bloem, blad) in een afgesloten ruimte gebracht waardoor het gevormde ethyleen zich ophoopt. Na enige tijd is de concentratie dan zo hoog dat het met een gaschromatograaf gemeten kan worden (0,01-0,1 ppm). Strikt genomen is dit niet gelijk aan de werkelijke ethyleenproductie omdat de meeste planten een gedeelte van het geproduceerde ethyleen weer afbreken en zij een gedeelte voor langere of kortere tijd kunnen binden.

De verschillende omzettingen in de reactieketen die tot de vorming van ethyleen leiden worden gekatalyseerd door enzymen. Zo is het enzym 'ACC-synthase' (dat nodig is voor de vorming van ACC) onlangs gedeeltelijk geïsoleerd (Acaster en Kende, 1983). In het algemeen wordt aangenomen dat ACC-synthase de belangrijkste stap in de keten is, omdat verschillende factoren die de ethyleenproductie beïnvloeden een effect hebben op de activiteit van dit enzym. Zo leiden verschillende vormen van 'stress', zoals droogte of verwonding, meestal tot verhoging van de ACC-synthase-activiteit waardoor meer ACC gevormd wordt en dus ook meer ethyleen.

Verbindingen die het enzym kunnen inactiveren remmen ook de ethyleenproductie. Twee verbindingen die dit enzym remmen zijn amino-ethoxy-vinylglycine (AVG) en amino-oxy-azijnzuur (AOA). Omdat de omzetting van ACC in ethyleen zuurstof vereist, kan deze stap geremd worden door het produkt bij lage zuurstofconcentratie te bewaren. Het is echter mogelijk dat ACC zich dan ophoopt en zeer snel in ethyleen wordt omgezet zodra er weer zuurstof voorhanden is. Deze laatste stap kan geremd worden door cobalt- of nikkelionen.

Autokatalytische ethyleenproductie doet zich voor bij de rijping van vruchten en de verwelking van verschillende soorten snijbloemen. In deze gevallen wordt de ethyleenproductie gestimuleerd door ethyleen dat van buitenaf in de plant dringt maar ook door de eigen ethyleenproductie. Tijdens autokatalyse wordt de activiteit van ACC-synthase, en ook van het enzym dat de omzetting van ACC in ethyleen regelt, gestimuleerd door ethyleen.

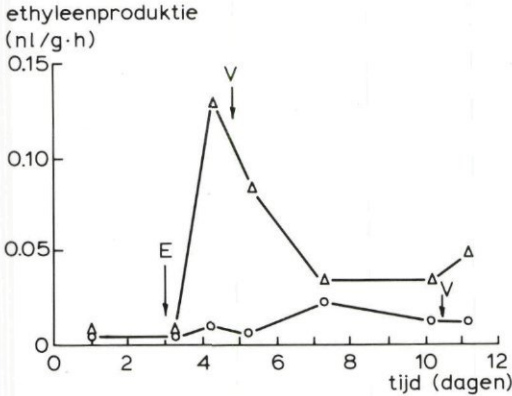
Autokatalyse doet zich onder andere voor bij de anjer. Enkele dagen na afsnijden wordt de ethyleenproductie sterk gestimuleerd, tot een waarde die honderden malen hoger is dan aanvankelijk. Deze snel oplopende ethyleenproductie is de reden dat de anjer verwelkt. Als de anjer niet wordt afgesneden treedt eveneens autokatalyse op, maar veel later dan na afsnijden zoals tabel 2.11 toont.

Tabel 2.11. Maximum ethyleenproductie bij anjers (cv. White Sim) aan de plant in de kas (Nichols, 1966)

bloem	proef begon in	maximum produktie $\mu\text{l}/\text{bloem per uur}$	dag vanaf commercieel snijstadium
a	februari	0,62	42
b		0,94	42
c		0,26	42
d	maart	0,48	24
e		1,15	24
f		1,68	28
g	april	2,52	25
h		2,30	25

Aan de plant treedt hoge ethyleenproductie pas op 20 dagen vanaf het commerciële snijstadium, terwijl op kraanwater dit al na ongeveer 5 of 6 dagen plaatsvindt. In beide gevallen treedt de verwelking op tegelijk met de hoge ethyleenproductie. In tegenstelling tot de anjer werd bij narcissen, anemonen en chrysanten geen hoge ethyleenproductie gevonden bij bloemen aan de plant (Nichols, 1966).

Autokatalyse doet zich ook voor bij de cymbidiumbloem nadat deze bevrucht is en ook wanneer het meeldraadkopje en de stuifmeelklompjes mechanisch worden verwijderd (figuur 2.24). Als gevolg van autokatalyse treedt bij cymbidium een snelle verkleuring en verwelking op.



Figuur 2.24

Ethyleenproductie van cymbidium 'Fortyniner' tijdens uitbloei op de vaas, waarbij het stuifmeel wel ( $\Delta$ ) of niet ( $\circ$ ) verwijderd werd. E = tijdstip van verwijdering van het stuifmeel. V = start van de lipverkleuring (Woltering en Harkema, ongepubliceerd)

Over de wijze waarop ethyleen op het plantaardige organisme inwerkt is nog weinig bekend. Aangenomen wordt dat ethyleen een reversibele (omkeerbare) binding met bepaalde celcomponenten, de zgn. receptoren, aangaat (Sisler en Goren, 1981). Als gevolg van deze binding geeft de 'receptor' een signaal. Dit leidt via een keten van reacties tot allerlei fysiologische verschijnselen. In verschillende laboratoria worden momenteel verwoede pogingen gedaan deze 'receptoren' uit het materiaal te isoleren. Het geringe aantal receptoren (enkele duizenden) dat per plantecel aanwezig is vormt echter een probleem.

De meeste planten hebben ook een enzym dat ethyleen kan afbreken tot producten zoals ethyleenoxide, ethyleenglycol en koolzuurgas (Beyer, 1981). Of dit proces iets te maken heeft met het effect dat ethyleen op planten heeft is nog onduidelijk.

Het resultaat van de werking van ethyleen op kroonbladeren van snijbloemen is verwelking. Verwelking ontstaat door de toegenomen doorlaatbaarheid van membranen voor water en opgeloste verbindingen: de membranen worden 'lek'. De cel kan daardoor het water niet vasthouden en verliest zijn stevigheid.

Zilver en koolzuurgas gaan het effect van ethyleen tegen. Ook hiervan is het precieze werkingsmechanisme niet bekend. Zilver is zeer effectief in het tegengaan van de schade door ethyleen. Aan snijbloemen wordt het zilver gegeven als een zilverthiosulfaat-complex (STS). Zilver is positief geladen en de wanden van de houtvaten zijn negatief geladen. Wordt zilver als zilvernitraat aan het vaaswater toegevoerd, dan hecht het positief geladen zilver zich onmiddellijk onder in de stengel,

aan de wanden van de vaten. Het zilver bereikt dan niet de bloem, waar de ethyleenproductie plaatsvindt. Het zilverthiosulfaat-complex is daarentegen negatief geladen, hecht zich daarom nauwelijks aan de wand, en wordt snel met het water naar de bloem vervoerd (Veen, 1983).

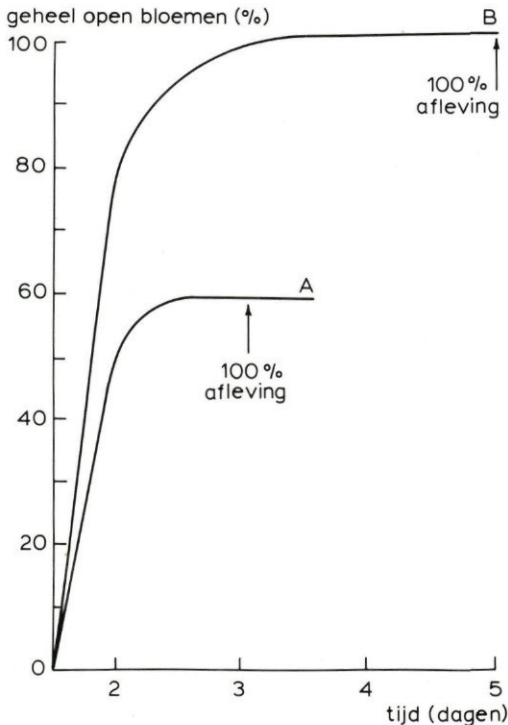
### 2.5.3. Toepassingen van hormonen bij snijbloemen

Toedienen van hormonen blijkt in verschillende gevallen de houdbaarheid van snijbloemen te verhogen.

Achtereenvolgens zullen de effecten van toegediende hormonen bij de bloemontplooiing, bij knop- en bloemval, bij te sterke lengtegroei van de bloemsteel en bij vergeling van groene bladeren worden besproken.

#### 1. Stagnatie van de bloemontplooiing

Enige iriscultivars, in het bijzonder 'Prof. Blauw' hebben de nadelige eigenschap dat de bloem op de vaas zich niet of slechts gedeeltelijk opent. Het bleek dat dit probleem kon worden opgelost door aan het vaaswater naast suiker nog twee groeistoffen toe te voegen. De resultaten worden weergegeven in figuur 2.25.



Figuur 2.25

De invloed van een behandeling met 200 ppm HQC + 2% suiker + 10 ppm  $GA_2$  + 1 ppm kinetine (B) op de uitbloei van iris 'Prof. Blauw' in vergelijking met uitbloei op leidingwater (A)

Weliswaar werden ook door suiker goed geopende bloemen verkregen, maar de toevoeging van beide groeistoffen bewerkstelligde dit sneller, en tevens trad ook een tragere afleving op. Door Reid (niet gepubliceerd) is gevonden dat de geremde bloemontploffing het gevolg is van groeiremning van het bovenste stengelstuk. Volgens Swart (niet gepubliceerd) kan toevoeging van gibberellinezuur deze remming opheffen.

## 2. Bestrijding van het optreden van 'ruï' bij Agapanthus

Onder 'ruï' verstaat men het afvallen van nog niet verlepte knoppen en bloemen. Dit verschijnsel is sterk cultivargebonden.

Er wordt vaak gesteld dat een droge bewaring de vervroegde val sterk bevordert. Uit een aantal experimenten met 6 cultivars kwam evenwel naar voren dat het inlassen van een droogteperiode, hier een transportsimulatie gedurende 24 uur bij 20 °C en 60% r.v., het percentage 'ruï' niet verhoogde. Wel bleek de snijrijpheid van enige betekenis. Bij rijper snijden trad meer ruï op, geheel afhankelijk van de getoetste cultivar. Anderzijds nam hierdoor het percentage knoppen dat tot volle bloei kon komen toe.

Een bestrijding van 'ruï' door middel van snijbloemenvoedsel leverde variabele resultaten op. Soms bleek het optreden ervan duidelijk gereduceerd, soms was de afname heel gering. Ook zilverthiosulfaat (STS) had soms nagenoeg geen effect maar gaf in andere gevallen wel een beperking van 'ruï'. Met groeistoffen waren wel krachtige effecten te behalen.

Uit tabel 2.12 blijkt het positieve effect van groeistofcombinaties. Hogere concentraties zoals bijvoorbeeld 10 ppm IAA en 10 ppm GA leveren een zwakkere bestrijding op. Reid (niet gepubliceerd) vond dat een STS-voorbehandeling of bespuiting met IAA het verschijnsel ook kon tegengaan.

Tabel 2.12. Bestrijding van het optreden van „ruï” bij Agapanthus door middel van een voorbehandeling met groeistof.

voorbehandeling	cv. 'Blue Giant'		cv. 'Blue Globe'	
	% ruï	% bloei	% ruï	% bloei
1. leidingwater	48,2	43,3	22,0	78,8
2. 1,5% suiker	30,3	45,8	14,8	83,3
3. 1,5% suiker + 5 ppm IAA + 5 ppm GA <sub>3</sub>	3,1	100	1,7	86,7

Toelichting: Waarnemingen bij 'Blue Giant' na 8 dagen en bij 'Blue Globe' na 18 dagen vaasleven. Bij behandeling 2 en 3 was tevens 120 ppm HQC en 50 ppm citroenzuur toegevoegd.

## 3. 'Lange nekken' bij de tulp

Bij de tulp kan de stengellengte tijdens het vaasleven nog vrij aanzienlijk toenemen, namelijk zo'n 40-80%, afhankelijk van de cultivar (Benschop en De Hertogh, 1971). De groei van de stengel vindt plaats door celstrekking. Doorbuigen van de stengel is vaak het resultaat. Door snijbloemenvoedsel (Anjerchrysal) wordt de groei van de stengel zelfs versterkt.

Men heeft getracht het optreden van 'lange nekken' te bestrijden door middel van toegevoegde groeistoffen. Deze benadering leverde echter geen bevredigende resultaten op (Staden en van den Berg, 1977). Een vermindering in toename van de stengellengte werd wel verkregen door aan het vaaswater een synthetische remstof toe te voegen. 25 ppm ancymidol gaf een bevredigende afremming, zonder nadeel

voor het vaasleven van de tulp (Einert, 1975). De stof gaat de werking van gibberelline tegen.

Ook ethyleen kan de lengtetoeename van de stengel verminderen. Als men zilverthiosulfaat aan het vaaswater toedient wordt de groeivermindering weer opgeheven (Nichols en Kofranek, 1982).

#### 4. Vroegtijdige bladvergeling

Bij verscheidene leliecultivars treedt tijdens het vaasleven vaak een ongewenst snelle vergeling op van het blad, bijvoorbeeld bij de cv. 'Enchantment'. De bloemen verkeren op dat moment dan nog in een goede conditie.

Normaal snijbloemenvoedsel biedt hier geen oplossing, maar versnelt zelfs het optreden van de bladvergeling. Zilverthiosulfaat gaat de bladvergeling wel tegen.

Bij de lelie bleek dat de vergeling ook kon worden bestreden wanneer aan het vaaswater naast suiker een combinatie van een drietal groeistoffen werd toegevoegd. Vereist bleken een cytokinine (kinetine), een gibberelline ( $GA_3$ ) en een auxine (IAA). Deze combinatie van suiker plus groeistoffen leidt tevens tot een langer vaasleven en een hogere sierwaarde van de bloem. Als groeistoffen werden gebruikt 2 ppm kinetine, 10 ppm IAA en 10 ppm GA.

Bij verschillende cultivars van alstroemeria treedt ook bladvergeling op. De mate van vergeling is ook hier sterk cultivarafhankelijk. Ook bij alstroemeria wordt het proces verergerd door normaal snijbloemenvoedsel.

Bij onderzoek naar een bestrijding bleek dat ook hier de vergeling goed kon worden tegengegaan door een combinatie van drie groeistoffen. Voor alstroemeria leidde een halvering van de bovengenoemde IAA- en GA-concentraties tot goede resultaten (tabel 2.13).

Tabel 2.14. Bestrijding bladvergeling bij Alstroemeria cv. 'Orchid' (Staden, 1976)

	leiding- water	suiker + 3 groeistoffen
sierwaarde blad op 18e vaasdag	5,9	7,4
grootte van de bloem (1e krans) in cm	5,9	6,6
gemiddelde grootte van alle bloe- men in cm	6,0	6,6
gemiddelde sierwaarde bloemen van 1e en 2e krans over 10 dagen	4,7	8,4
gemiddelde sierwaarde van alle bloemen op 18e vaasdag	2,6	6,4
% toename bloemen na 20 dagen	74	315

Het gunstige effect van de groeistoffen wordt versterkt door suiker. Uit het onderzoek bleek tevens dat een aanzienlijke toename van het aantal bloemenkransen plaatsvindt. Een gewone suikervoeding leverde een toename van het aantal bloemen op van 260%, met de hormonen erbij 315%.

### 3. DISTRIBUTIEMANAGEMENT

#### 3.1 Inleiding

De handel in snijbloemen is een belangrijk onderdeel van de totale handel in tuinbouwproducten. Op basis van de cijfers voor 1985 bedraagt de omzet ruim 4 miljard gulden. Hiervan wordt ongeveer eenderde in Nederland afgezet, de rest wordt over de gehele wereld geëxporteerd. Zo'n 66% van de wereldexport komt uit Nederland. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van landen, waarnaar snijbloemen geëxporteerd worden, met hun aandeel in de totale export.

Tabel 3.1. De belangrijkste bestemmingen van snijbloemen

	1980	1981	1982	1983	1984
	%	%	%	%	%
West-Duitsland	71,4	66,9	62,6	60,1	56,0
Frankrijk	10,1	10,7	11,3	10,7	10,5
Verenigde Staten	0,9	2,0	3,5	5,5	7,8
Engeland	2,7	4,2	4,9	5,2	6,1
Zwitserland	3,7	3,6	3,8	4,1	4,0
Oostenrijk	3,2	3,2	3,3	3,3	3,1
Italië	1,1	1,8	2,1	1,9	2,4
Zweden	1,7	2,0	2,0	1,9	1,9
België	2,7	2,5	2,2	1,7	1,5
Denemarken	1,0	1,0	1,2	1,3	1,6
overige	1,5	2,1	3,1	4,3	4,9
Totaal	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Hieruit blijkt dat West Duitsland nog steeds onze belangrijkste afnemer is. Als we de ontwikkelingen gedurende de laatste jaren bezien, valt echter een verschuiving waar te nemen van de export van sierteeltproducten in de richting van de verder weg gelegen afzetmarkten zoals de USA, het Midden Oosten en het Verre Oosten.

Traditioneel bestaat er een aantal distributieketens van snijbloemen, die op basis van praktijkervaring zijn gegroeid. De distributie is echter een sterk dynamisch gebeuren. Vooral de laatste jaren hebben verschillende ontwikkelingen plaatsgevonden door de wisselwerking tussen afnemer en leverancier en tussen het bloemenvak en het onderzoek. Er worden meer bloemen geëxporteerd over grotere afstanden en de handling van bloemen wordt voortdurend aangepast en verbeterd.

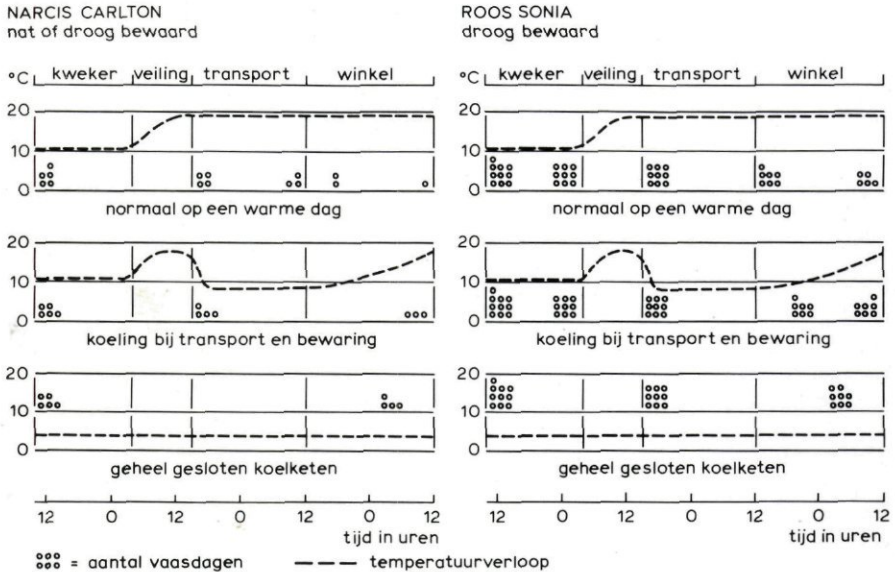
Bij de distributie van zeer bederfelijke producten als snijbloemen moet altijd de gehele distributieketen in beschouwing worden genomen. De keten vangt aan op het moment van het snijden van de bloemen en eindigt pas op de vaas van de consument. Distributie omvat dus zowel de opslag, overslag als het vervoer. In de distributieketen vindt onvermijdelijk enig kwaliteitsverlies plaats. Door verschillende maatregelen moet het kwaliteitsverlies zo gering mogelijk worden gehouden. Hierop wordt uitgebreid ingegaan in de hoofdstukken 4 tot en met 9.

De tijdsduur van de transportketen wordt bepaald door de tijdsduur van de verschillende schakels. Gewoonlijk worden de bloemen gebost en verpakt bij de kweker na een eventuele voorbehandeling en een korte periode gekoelde opslagperiode, waarna ze naar de veiling worden vervoerd. Op de veiling worden de bloemen al dan niet in een gekoelde ruimte ontvangen en verder ongeconditioneerd vervoerd via de veilingklok naar de afnemer. De groothandelaar of exporteur pakt de bloemen veelal om in een andere verpakking met een grotere dichtheid. Vooral de laatste jaren worden de bloemen na het ompakken voorgekoeld om vervolgens op

transport naar de bestemming te worden gesteld. Uit de tijdsduur en de condities in de verschillende distributieschakels kan met behulp van de produkteigenschappen worden geschat in welke conditie de bloemen aankomen op de bestemming. In iedere transportschakel is iets van de kwaliteit verloren gegaan door afleving, groei of uitdroging etc. Het hangt van de houdbaarheid of het incasseringsvermogen van de bloemen af, of het eindresultaat bevredigend is.

Als de produkteigenschappen en met name de houdbaarheid voldoende nauwkeurig bekend zijn, kan via berekening een afzetketen worden gesimuleerd.

In figuur 3.1 is een dergelijke afzetsimulatie in beeld gebracht voor de narcis voor drie afzetketens (aan de hand van het criterium 'knopontwikkeling'). In de eerste keten voert de kweker de bloemen op 10 °C aan. Op de veiling warmen de bloemen op en de verdere distributie geschiedt ongekoeld. Deze narcissen hebben na één dag in de winkel geopende bloemknoppen en er rest nog slechts één vaasdag. Dit wordt aangegeven door het aantal stipjes in de transportfasen. De onderste keten in de figuur is geheel gekoeld en in deze situatie zijn de bloemen na één dag in de winkel nog in het knopstadium 1 en hebben de bloemen nog een potentieel van 4 vaasdagen. De middelste keten in de figuur beschrijft de realiteit het beste; opwarming op de veiling, voorkoeling voor en koeling tijdens het transport over middellange afstand (24 h). In figuur 3.2 wordt een dergelijk beeld gegeven voor roos Sonia.



Figuur 3.1 (links)

Knopontwikkeling en houdbaarheid van narcis 'Carlton' tijdens drie verschillende afzetketens

Figuur 3.2 (rechts)

Knopontwikkeling en houdbaarheid van roos 'Sonia' tijdens drie verschillende afzetketens (naar: van Beek, 1984c)

Uit de beschreven afzetsimulatie blijkt de invloed van distributietijd en produkttemperatuur, en indirect blijkt ook de invloed van de omgevingstemperatuur. Immers indien de omgevingstemperatuur hoog is, dan zullen ongekoelde bloemen snel opwarmen tot 20 °C of zelfs hoger, waardoor de kwaliteit afneemt.



Onder kwaliteit wordt in dit voorbeeld verstaan het aantal vaasdagen bij de consumptie. Het begrip kwaliteit is echter niet eenduidig. In dit hoofdstuk wordt daarom eerst geprobeerd het begrip kwaliteit te definiëren. Daarna zal uitgebreid op het begrip distributieketen worden ingegaan. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over de handlingsaspecten van de distributie, toegespitst op het begrip modulair systeem.

### 3.2. Het begrip kwaliteit

Bij de distributie van snijbloemen moet ernaar gestreefd worden dat de kwaliteit maximaal behouden blijft. Enerzijds namelijk betekent een optimale kwaliteit meestal een optimale prijs, anderzijds draagt een optimale kwaliteit bij aan de continuïteit van de vraag. Zo worden de twee voornaamste doelen van de commerciële ondernemingen die bij de distributie van snijbloemen betrokken zijn, namelijk een maximaal bedrijfsresultaat en waarborging van de continuïteit, het beste gediend.

De kweker levert zijn bloemen op de veiling aan, waarna ze op basis van een uiterlijke beoordeling in bepaalde kwaliteitsklassen worden ingedeeld.

Dit gebeurt op basis van kwaliteitsvoorschriften, sorteringsvoorschriften en verpakkingsvoorschriften. De laatste twee hiervan zijn betrekkelijk eenduidig vanwege hun kwantitatieve karakter. De kwaliteitsvoorschriften zijn echter moeilijker hanteerbaar vanwege de subjectieve aspecten in het begrip kwaliteit.

In het algemeen gesteld moet onder goede kwaliteit van snijbloemen worden verstaan dat de bloemen een ideale uitbloei bereiken op de vaas. Dat wil zeggen geen relatief kleine bloemen, geen geknepen bloei noch fletse kleuren waarbij tevens een normaal uiterlijk van het blad vereist is.

Een goede kwaliteit impliceert daarenboven een goede houdbaarheid. Onder dit laatste moet worden verstaan een lengte van het vaasleven, die als standaard geacht kan worden voor de betreffende bloemsoort. Wanneer tijdens de afzet de temperatuur en/of tijdsduur niet voldoende beheerst worden kan de rijping dermate vorderen, dat de bloem(knop) relatief minder dagen te gaan heeft op de vaas. De snijbloem is kwalitatief inferieur geworden ondanks de wellicht goede uitbloei.

Aankopen van snijbloemen door handel en consument vinden plaats door beoordeling op het uiterlijk. In vele gevallen leidt deze methode tot een goed resultaat. In de loop van de tijd is echter duidelijk geworden dat snijbloemen inwendig zoveel conditie te kort kunnen komen, dat zij op de vaas nooit de ideale uitbloei bereiken. Visueel heeft men niet kunnen vaststellen in hoeverre fysiologische hoedanigheden in de bloem (de inwendige kwaliteit), een goede uitbloei verhinderen.

Men heeft wel altijd het vermoeden gehad, dat de inwendige kwaliteit mede door factoren van buitenaf nadelig beïnvloed kan worden. In eerste instantie komt dan in aanmerking de werkwijze van de kweker. Een onderzoek naar prijsbepalende factoren bij rozen bracht dan ook aan het licht, dat de naam van de kweker het gehele jaar door de belangrijkste oorzaak is van prijsverschillen (Oprel, 1982 a, b, c).

In hoofdstuk 1 is het belang geschetst van het optimale snijstadium voor de uitbloei op de vaas. Hierbij is de nadruk gelegd op een uitbloei op water. Hoewel de toediening van snijbloemenvoedsel veel uitbloei problemen kan voorkomen, is toepassing hiervan in de afzetketen echter nogal moeilijk. Verder is er het feit, dat de consument het gebruik van snijbloemenvoedsel slechts sporadisch toepast, wellicht omdat de detaillist hem daartoe te weinig aanmoedigt. En dat terwijl de prijs van snijbloemenvoedsel slechts een fractie is van het te berekenen economische voordeel voor de snijbloemenbranche (Weber, 1978). Een belangrijke stap was daarom de invoering van veiligheidsvoorschriften ten aanzien van de aanvoerrijpte van snijbloemen.

Tezamen met anderen zijn hiervoor door het Sprenger Instituut de befaamde 'fotoseries' over de aanvoerrijpte gemaakt. In deze presentatie is uniformiteit betracht in de nummering van de stadia. Het onrijpe stadium, dat dus niet geschikt is voor veilingaanvoer, wordt stadium 1 genoemd. De stadia 2 en 3 zijn de jongste fasen voor veilingaanvoer; stadium 2 wordt zomerstadium genoemd, stadium 3 het winterstadium. De graad van knopopening behorend bij de respectieve stadiumnummers kan per cultivar verschillen.

De fotoseries tonen dus de aanvoerrijpte. Hierbij wordt stilzwijgend gehoopt, dat het faseverschil tussen oogstrijpte en aanvoerrijpte zeer gering is. Momenteel is de VBN teruggekomen van de fotopresentatie en wordt de aanvoerrijpte alleen nog maar omschreven. In bijlage 1 zijn deze aanvoerstadia opgenomen.

De kwaliteitsvoorschriften, zoals de veilingen die hanteren, bestaan uit algemene en produktspecifieke voorschriften.

De algemene eisen luiden als volgt. Voor klasse I moeten de bloemen zijn:

- van goede rijpte
- vers
- onbeschadigd
- vrij van dierlijke en/of plantaardige parasieten
- vrij van resten van gewasbeschermingsmiddelen of andere vreemde stoffen, die het uiterlijk van het produkt schaden
- vrij van groeigebreken
- de stelen dienen voldoende recht te zijn en stevig genoeg om de bloemen te kunnen dragen.

Van de produktspecifieke eisen volgt hieronder een greep:

Aconitum, anjers (standaard- en tros-), Delphinium, Lathyrus en lelies: deze moeten aantoonbaar voorbehandeld zijn met een zilverthiosulfaat bevattend middel;

cymbidium: het stempelzuilkapje mag aan geen der bloemen ontbreken;

gerbera: hiervan moeten de hielletjes verwijderd zijn;

gypsophila: moet aantoonbaar voorbehandeld zijn met suiker en een bactericide;

narcis en snijtulp: hiervan moeten de stelen vrij zijn van bolresten en in voldoende mate uit de bol gesneden zijn om goed water op te kunnen nemen.

Met dit pakket voorschriften wordt de kwaliteit van onze snijbloemen echter nog niet helemaal gewaarborgd.

Een eis, die nog niet universeel hard gemaakt kan worden omdat detectiemethoden ontbreken, is die van de versheid. Of de aangeboden bloemen rauw gesneden zijn en nagerijpt op water (wat funest is) kan sinds kort bewezen worden, maar alleen nog maar voor Sonia-rozen. Dit laatste geldt ook ten aanzien van het opslaan.

Voor rozen (Sonia) wordt inmiddels ook beschikt over een criterium ten aanzien van het zetmeelgehalte. Rozen met een zetmeelgehalte in de bloemkroon lager dan 10% van het drooggewicht van de kroonbladen zijn onrijp gesneden en zouden door de veilingen geweerd moeten worden (Gorin en Berkholst, 1982). Een adequate bepalingsmethode is inmiddels voorhanden (Berkholst, 1986b).

Verdere uitbreiding van het aantal keuringsnormen is op korte termijn te verwachten met betrekking tot toleranties ten aanzien van het aantal bacteriën in gerbera en roos.

Als toelaatbaar aantal bacteriën in het water van bassin of plukemmers bij de kweker geldt 1000 organismen per milliliter. Aangezien het aantal bacteriën in de bloemsteel toeneemt in iedere fase van de distributie gaan de gedachten ook uit naar een kritische grens per gram bloemsteel.

Na een bacterievervuilingsonderzoek op grote schaal werd tot de slotsom gekomen, dat de kritische grens gelegd moest worden bij 100 miljoen bacteriën per gram bloemsteel. Steekproeven bij gerbera's in oktober 1984 brachten aan het licht, dat maar liefst 43% van de aangeboden bloemen sterker microbiel verontreinigd waren dan de boven aangehaalde norm. De goede wil van de kwekers blijkt uit het feit dat na gesprekken met hen nog slechts 20% onaanvaardbaar was in december 1984 en 9% in april 1985. Voor rozen bedroegen de waarden van gelijke strekking 31% in oktober 1984 en was na gesprekken met de kwekers een terugloop te constateren in het percentage 'onaanvaardbaar vervuild' tot 18% in mei 1985 (Van der Sprong, 1985a, b).

Handhaving van de kwaliteit moet vooropstaan bij iedereen die betrokken is bij productie en afzet van snijbloemen. Want de nadelige effecten van een gebrekkige hygiëne bij kwekers, de groothandel en detaillist kunnen niet worden weggenomen door een zorgvolle behandeling door de consument.

De moeilijkheid bij het begrip kwaliteit zit in de combinatie van subjectieve en objectieve aspecten, die het begrip uitbloeit kenmerken. Uiteindelijk bepaald de wijze waarop de consument de kwaliteit ervaart het gewicht, dat aan de verschillende criteria moet worden toegekend.

Gedurende de laatste jaren is hiernaar geregeld onderzoek gedaan (van de Genugten, 1984; Zylker en Duysens, 1984; van Tilburg, 1984). De moeilijkheid hierbij is dat de consument zijn bevrediging omtrent de aankoop niet alleen ontleent aan kwalitatieve eigenschappen van het produkt, maar ook aan een aantal niet kwaliteitsgebonden produkteigenschappen zoals bloemkleur, grootte van de bos etc. In onderstaand overzicht zijn de waarde-eigenschappen van snijbloemen voor de consument gegeven, uitgedrukt in procenten.

Tabel 3.2. Waarde-eigenschappen van snijbloemen voor de consument (in %) (van de Genugten, 1984)

	meest belangrijke eigenschap	belangrijke eigenschap	minder belangrijke eigenschap	minst belangrijke eigenschap
kleur	52,2	33,3	10,7	3,7
geur	10	21,4	30,3	38,3
prijs	26,1	28,3	20,1	27,4
houdbaarheid	58,3	25,9	10,3	5,4
gemengd boeket	15,9	23,9	3,3	26,4
grootte van de bos	18,4	30,1	32,1	19,3
vorm	14,3	19,9	32,3	33,4
takje groen	4,9	19,0	30,5	45,5

Uit deze tabel blijkt dat de consument houdbaarheid in het algemeen als een belangrijk aspect ziet. De rest van de factoren heeft geen betrekking op de 'beheersbare' bloemkwaliteit, maar zijn objectieve produkteigenschappen.

Onder houdbaarheid verstaat men het vers blijven van de bloemen in de huiskamer, ofwel een lang vaasleven van goede kwaliteit. De lengte van het vaasleven wordt in relatie gebracht tot de bloemsoort, dus men vindt het normaal dat een chrysan lang staat dan een narcis. De prijs speelde voor helft van de mensen een rol.

Uit eerder onderzoek (van Tilburg, 1984) is gebleken dat de prijselasticiteit van de vraag voor gelegheidskopers -0,28 en voor gewontekopers -0,81 was. Dit wil

ook steek  
v. 1984

hierop kun je hypothesen baseren.

zeggen dat bij een prijstoename van 1% de vraag met 0,28 resp. 0,81% afneemt. Duidelijk is dat de prijselasticiteit van de vraag sterk varieert per soort koper. Volgens dezelfde auteur kan op basis van een onderscheid in aankoopfrequentie de volgende verdeling gemaakt worden:

incidentele kopers: 21% van de kopers, 3% van de detailhandelomzet  
gelegenheidskopers: 43% van de kopers, 30% van de detailhandelomzet  
gewoontekopers: 36% van de kopers en 67% van de detailhandelomzet.

Uit bovenstaande gegevens is af te leiden dat tweederde van de kopers behoorlijk prijsgevoelig is. Overigens moet hierbij worden opgemerkt dat als een consument een bepaalde bos bloemen te duur vindt, hij in 50 tot 60 procent van de gevallen in dezelfde winkel wel een andere bos koopt, waarvan de prijs hem beter bevalt. In ongeveer een kwart van die gevallen zoekt hij elders naar een bos bloemen voor een bevredigende prijs.

Met andere woorden: het aspect houdbaarheid is voor de consument een belangrijke eigenschap, maar met name de gewoontekoper laat zich ook veel gelegen liggen aan de prijs. Dat de prijs als aankoopcriterium makkelijker te hanteren is dan het begrip houdbaarheid, zal hierin ongetwijfeld een rol spelen. Bij herhalingsaankopen ligt deze zaak anders, omdat men dan wat meer inzicht heeft in de houdbaarheid van een bepaalde soort of cultivar. Zo komt naar voren dat als een bepaalde cultivar of soort niet aan de verwachtingen voldoet, deze door 30% van de ondervraagden niet meer wordt aangeschaft, terwijl in het tegengestelde geval 40% van hen de bloemen vaker wil kopen (van den Genugten, 1984).

Op basis van bovenstaande overwegingen zal in het vervolg van dit hoofdstuk onder het begrip kwaliteit worden verstaan: de mogelijkheid van de snijbloem om onder in de praktijk optredende suboptimale omstandigheden (zowel tijdens distributie als tijdens het vaasleven) bij de consument een vaasleven te realiseren van voldoende lengte en zonder het optreden van ernstig storende zichtbare afwijkingen of gebreken. Over de lengte van het vaasleven bij de consument is alleen bekend dat de meeste snijbloemen één tot twee weken staan (gemiddeld 9 dagen) en dat de consument daar in het algemeen tevreden over is (Zylker en Duysens, 1984). Verder is bekend dat hoe langer het vaasleven is, hoe tevredener de consument is en hoe meer hij bereid is te betalen voor de bloemen. Dit geldt dan binnen één soort. Zoals gezegd weet de consument wel dat er verschillen tussen de soorten zijn, waarmee bij dan ook rekening houdt.

Voor de handel in snijbloemen gelden naast de eisen en verwachtingen van de consument ook nog enkele andere zaken die belangrijk zijn voor een definitie van het begrip kwaliteit. Een aspect is hierboven al genoemd, namelijk het vermogen van de bloem om de distributieketen te doorlopen met een maximaal behoud van de beginkwaliteit. Naast de bloemeigenschappen en de beginkwaliteit wordt dit echter ook sterk beïnvloed door de mate waarin tijdens de distributie afgeweken wordt van de optimale omstandigheden. Hierdoor kan bijvoorbeeld het knopstadium in sterke mate (negatief) beïnvloed worden. Een ander aspect dat voor de handelaar van belang is, is of de bloem voldoet aan eisen, die door derden gesteld worden. Hierbij moet met name gedacht worden aan fyto-sanitaire eisen bij export.

### 3.3. De distributieketen

Het doel van de handelaar is om de aangekochte bloemen op de plaats van bestemming te krijgen met een maximaal behoud van de beginkwaliteit. Dit staat los van

het niveau van de begin kwaliteit, dat om commerciële redenen niet altijd het allerhoogste niveau hoeft te zijn.

Om dit te bereiken zal de distributiestructuur zodanig moeten zijn, dat de bloemen gedurende zo kort mogelijke tijd aan omstandigheden blootstaan die afwijken van de ideale omstandigheden. Dit kan bereikt worden door de distributie-organisatie zo te structureren dat het gehele proces zich in zo kort mogelijke tijd voltrekt. Hieraan kan een modulair systeem een bijdrage leveren (zie § 3.4.). Daarnaast kan men zorgen dat de omstandigheden zo weinig mogelijk afwijken van de optimale omstandigheden. Het gaat dan om

- de hygiëne
- het klimaat (temperatuur, luchtvochtigheid, lichtsnelheid)
- de vochtvoorziening
- de voedselvoorziening
- de risico's van beschadiging
- de luchtsamenstelling.

Al de hier genoemde zaken die betrekking hebben op de distributie van snijbloemen vallen onder het begrip logistiek. Een definitie hiervan is: 'Het systeem van regelen en besturen van een goederenstroom vanaf het eind van de produktielijn tot aan de consument' (Boon en de Groot, 1980) of ook wel: het beheersen van de goederenstroom naar kwaliteit en kwantiteit.

Aan logistieke stroomlijning van de distributiestructuur wordt de laatste jaren meer en meer aandacht besteed. Enerzijds omdat de kritischer wordende consument vraagt om een steeds betere kwaliteit, anderzijds omdat de distributiekosten door logistieke stroomlijning beheerst kunnen worden.



Met behulp van een mobiel meetstation worden veel gegevens verkregen over de condities in de afzetketen

De moeilijkheid bij het logistieke management op bedrijfsniveau is steeds dat er een kosten-batenafweging moet worden gemaakt waarbij zowel op het punt van de kosten als op dat van de baten veel onduidelijkheid heerst.

Het minst onzeker is men vaak over de kosten. Methoden om kosten te analyseren van bestaande situaties en daaruit een prognose te ontwikkelen voor een verandering van de kosten bij een verandering in het logistieke beleid worden al sinds jaren toegepast, waarbij de toepassing van de computer bij de boekhouding een rol heeft gespeeld. Hoewel er diverse manieren van kostencalculatie zijn, en de economen van mening verschillen over de mate van nauwkeurigheid van de verschillende methoden, is het in de praktijk goed mogelijk de financiële consequenties van een bepaald beleid in beeld te brengen.

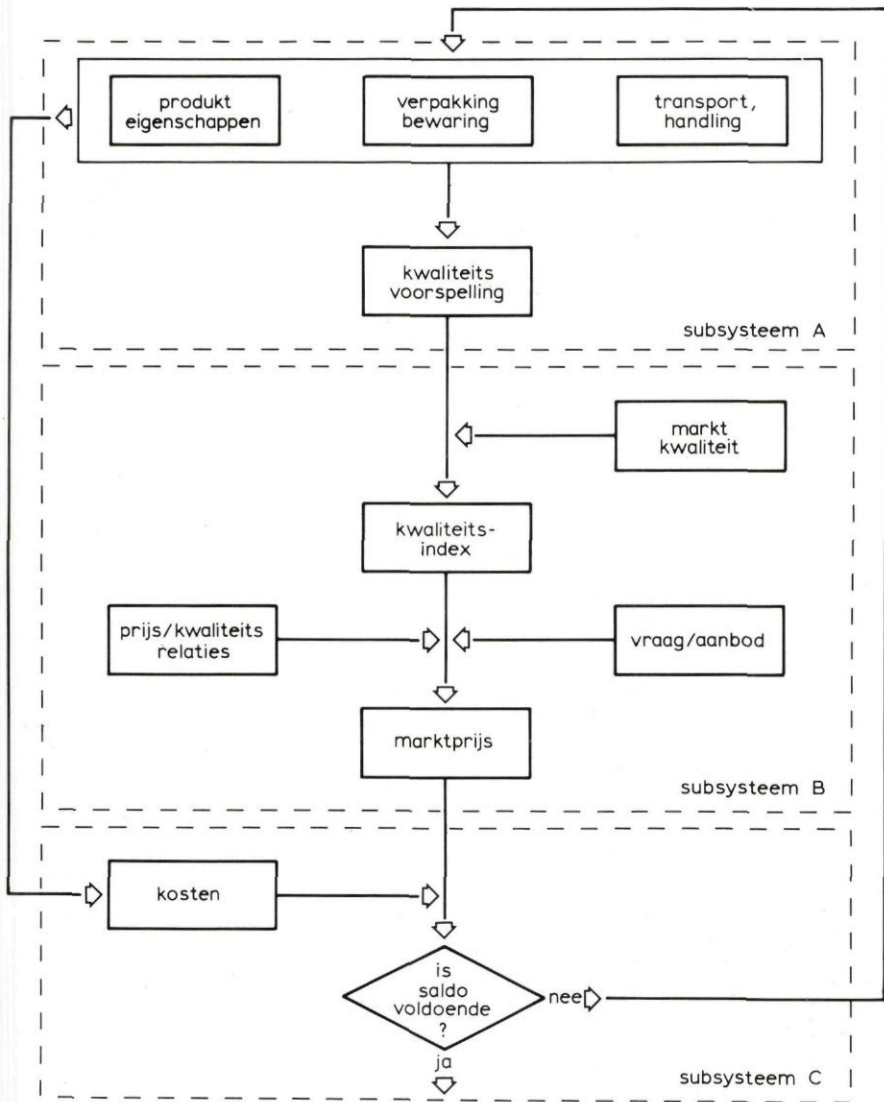
Veel moeilijker is het de opbrengstenkant van de balans op te maken. Dit geldt met name bij de bloemendistributie. Dat komt doordat de opbrengsten door globaal twee groepen van invloedsfactoren worden bepaald, namelijk de mate van kwaliteitsbehoud en de prijsvorming van het produkt. Op diverse plaatsen wordt al jaren gewerkt aan een methode waarmee deze twee invloedsfactoren kunnen worden gekwantificeerd. Recent is in Australië een poging gedaan tot een beslissingsmodel te komen (Schoorl en Holt, 1985) waarbij dat model bestond uit drie deelsystemen: een systeem van kwaliteitsvoorspelling, een systeem van prijsvoorspelling en een beslissingsstelsel op basis van saldo (opbrengsten minus kosten). In onderstaand schema is dit model weergegeven.

Bij de invulling van dit model levert subsysteem 1 de minste problemen op. Men kan op theoretische wijze proberen de kwaliteit te voorspellen op basis van producteigenschappen en distributielast (verpakking, opslag, transport, handling) maar dit heeft nog niet geleid tot een algemeen praktisch werkbaar geheel. Voorspelling op basis van gegevens die in de praktijk zijn verzameld is moeizaam omdat door de enorme variatie binnen de invloedsfactoren de beschikbare gegevens slechts beperkt bruikbaar zijn. Het tweede subsysteem geeft met name in Nederland nogal wat problemen vanwege de bijzondere wijze van prijsvorming hier te lande. Hoewel de snijbloemen zich, zowel per soort als per totale groep, gedragen volgens de economische wetmatigheden (voor wat betreft prijselasticiteiten van vraag en aanbod) is de prijselasticiteit van de kwaliteit tot nu toe niet in een (voor dit model) geschikte wetmatigheid gevangen. Een van de oorzaken hiervan is gelegen in het gebrek aan eenduidigheid omtrent het begrip kwaliteit, waarvan eerder al melding werd gemaakt. Hierdoor treedt een sterke variatie op in de kwaliteitsbeoordeling.

Los echter van een exacte definitie van kwaliteit is men wel van mening dat beheersing van de temperatuur in de afzetketen een eerste vereiste is om tot kwaliteitsbehoud te komen. In dit verband is de term 'gekoelde afzetketen' meer en meer aan het inburgeren.

Men bedoelt hiermee dan een keten, die van begin tot eind de mogelijkheid biedt de bloemen op de juiste (meestal lage) temperatuur te houden.

Bij de bewaring van snijbloemen is de temperatuurbeheersing al vele jaren gemeengoed. Tegenwoordig wordt bewaring echter niet meer als een op zichzelf staande handeling beschouwd. Ook al wordt er tijdens de bewaring naar gestreefd alle factoren te optimaliseren, dan nog is het mogelijk dat door minder optimaal te handelen tijdens de volgende schakels in de afzetketen, toch slechts een suboptimaal eindresultaat wordt behaald.



Figuur 3.3  
 Een voorbeeld van een model voor kwaliteitsmanagement, bestaande uit 3 subsystemen: kwaliteitsvoorspelling (A), prijsvoorspelling (B) en een beslissingsysteem op basis van winstmaximalisatie (C)

Bewaring moet, hoe dan ook, tot een minimum beperkt blijven. Want ook al wordt de lengte van het vaasleven door bewaring soms niet ernstig verkort, het uiterlijk van de bloem kan, door verschillende oorzaken, wel anders worden. Maar om alleen tegen te langdurige bewaring te waarschuwen is niet genoeg. Vaak wordt het vaasleven namelijk door de afzetweg na de bewaring meer verkort dan door de bewaring zelf. Dit blijkt bijvoorbeeld uit een tulpenproef, waarbij van 6 cultivars de vaaslevenverkorting is nagegaan als gevolg van een bewaring van 11 dagen, een (gesimuleerde) afzetketen en bewaring en afzetketen samen.

Tevens is de invloed van bewaring en afzetweg afzonderlijk en bewaring gevolgd door de afzetsimulatie nagegaan voor diverse andere bloemsoorten. Het betrof hier een bewaring van slechts een weekend (3 dagen). De invloed van de bewaring is berekend door het percentage vaaslevenverkorting door bewaring plus afzet (experimenteel bepaald) te verminderen met het percentage vaaslevenverkorting na alleen afzet. Ter vergelijking is voor een aantal gevallen de vaaslevenverkorting door bewaring experimenteel bepaald (Harkema, 1985).

In de tabellen 3.3 en 3.4 is de vaaslevenverkorting aangegeven in procenten van het vaasleven van niet bewaarde bloemen.

Tabel 3.3. Vaaslevenverkorting tulpen na bewaring en simulatie afzetweg (%)

cultivar	bewaring (11 dagen, droog)	afzetweg-simulatie (1 dag droog, 1 dag op water, niet gekoeld)	bewaring, gevolgd door simulatie afzetweg
Apeldoorn (rood)	28	32	64
Apeldoorn (geel)	15	27	59
Christmas Marvel	7	12	31
Kees Nelis	4	30	34
Prominence	22	33	59
Snowstar	2	15	20

Duidelijk is dat niet alleen de bewaring, maar ook de verdere afzetweg een stempel drukt op de lengte van en het uiterlijk tijdens het vaasleven. Duidelijk is ook dat de bloemsoorten niet op dezelfde wijze reageren. Zo blijkt dat bij tulpen de vaaslevenverkorting veroorzaakt door een 'abnormaal' lange droge bewaring geringer is dan de verkorting veroorzaakt door een 'normale', maar niet gekoelde afzetketen (tabel 3.3).

Het vaasleven van iris wordt slechts weinig verkort door een weekendbewaring bij 1 °C, maar de daarop volgende niet gekoelde afzet doet wel afbreuk aan het vaasleven (tabel 3.4).

Bij kleinbloemige rozen (cv. Motrea) heeft zowel de gekoelde droge bewaring als de niet gekoelde afzetketen enige vaaslevenverkorting tot gevolg. Belangrijker is in dit geval het uiterlijk van de bloem; bloeiafwijkingen (noodrijpheid, snelle verkleuring) doen zich vooral voor na de afzetweg.

Uit deze voorbeelden blijkt dat er zorg besteed moet worden aan de periode na de eventuele bewaring. Het is belangrijk dat de afzetketen koel gehouden wordt.



Tabel 3.4. Effect van 3 dagen bewaring en/of afzet op het vaasleven van snijbloemen

bloem soort	cultivar	bewaring		afzet		vaaslevenverkorting in % als gevolg van			
		droog	nat	2 dgn	3 dgn	bewaring + afzet	afzet	bewaring (berekend)	bewaring (experi- menteel)
Fresia	Ballerina	×			×	47	30	17	
			×		×	20	30	-10	
		×			×	56	25	31	10
			×		×	50	25	25	4
	Aurora	×			×	36	29	7	
			×		×	21	29	-8	
	Wintergold	×			×	21	19	2	
	Blue Heaven	×			×	13	19	-6	
			×		×	54	38	16	22
					×	43	38	5	16
Gerbera	Appelbloesem	×			×	21	24	-3	
			×		×	32	24	8	
	Fleur	×			×	43	27	16	
			×		×	48	27	21	
Iris	Ideal	×			×	41	40	1	
			×		×	39	40	-1	
		×			×	37	26	11	-2
			×		×	40	26	14	6
	White	×			×	44	40	4	
	Wedgwoord	×	×		×	40	40	0	
	Pr. Blaauw	×			×	23	20	3	
			×		×	23	20	3	
				×	×	55	45	10	11
			×		×	51	45	6	6
Narcis	Carlton	×		×		32	29	3	
	Golden Harvest	×		×		31	26	5	
Roos	Motrea	×			×	7	5	2	
			×		×	9	5	4	
			×		×	18	10	8	8
			×		×	18	10	8	-12
	Mercedes	×			×	40	32	8	
			×		×	46	32	14	
Tulp	Apeldoorn rood	×		×		26	14	12	
			×		×	60	38	22	
	Lustige W.	×		×		22	24	-2	
		×			×	25	17	8	
	Kees Nelis	×			×	38	19	19	

Conditionering van veilinghallen is een goede zaak. Maar ook na de veilingperiode moet de gekoelde keten voortgezet worden wil men de knopontwikkeling zo traag mogelijk laten zijn. Dit kan door verkoelen bij de exporteur of vervoerder, door transporteren in gekoelde of op zijn minst geïsoleerde voertuigen, en, in de detailhandelsfase, door de voorraad bloemen op het verkooppunt niet te lang in ongekoelde ruimten te laten staan. (Beperkte) voorraden moeten opgeslagen worden in gekoelde ruimten.

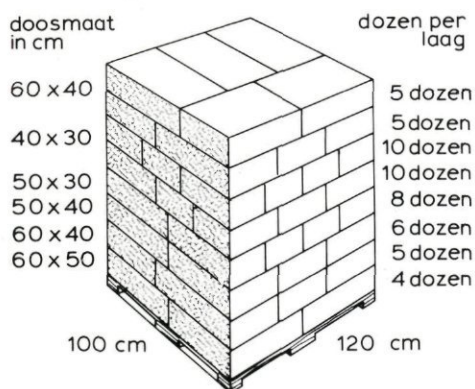
### 3.4. Het modulair systeem

Onder een modulair systeem wordt verstaan een systeem van verpakkingen, transporteenheden, vervoerseenheden en opslageenheden die onderling op elkaar afgestemd zijn (Meffert, 1984). Gezien de aanrakingspunten van verschillende aspecten hiervan met de bescherming tegen kwaliteitsverlies van bederfelijke producten als snijbloemen, en gezien de mogelijkheden die een modulair systeem biedt voor kostenbeheersing van de distributie, is de aandacht voor dit onderwerp de laatste jaren aanzienlijk toegenomen.

Internationaal onderzoek en overleg hebben geresulteerd in de keuze dat het uitgangspunt bij het ontwikkelen van modulaire systemen de transporteenheid is. In de gehele keten mag de transporteenheid niet buiten de bodemafmeting  $1200 \times 1000$  mm vallen. In de praktijk kent men deze maat reeds bij de pallet. Bij de stapelwagen is er een moeilijkheid omdat men deze maat als binnenmaat heeft gekozen.

De consequentie van een modulair systeem is dat er eisen gesteld moeten worden aan de maatvoering bij de verpakkingseenheden en de toleranties in de maatvoering (vormvastheid), en speciaal in de bloemensector ook aan luchtcirculatie en -verdeling en de middelen om dit goed te regelen.

In Amerika is een verdere onderverdeling van de lading binnen de bodemmaat  $1200 \times 1000$  mm ontwikkeld. Met deze onderverdeling is het mogelijk transporteenheden laag voor laag te vullen. Door deze opbouw per laag kunnen een aantal problemen die optreden bij de minder dan 1 palletlading (pallet die maar gedeeltelijk is beladen) worden opgelost. In onderstaande figuur wordt het principe van de opbouw per laag getoond.



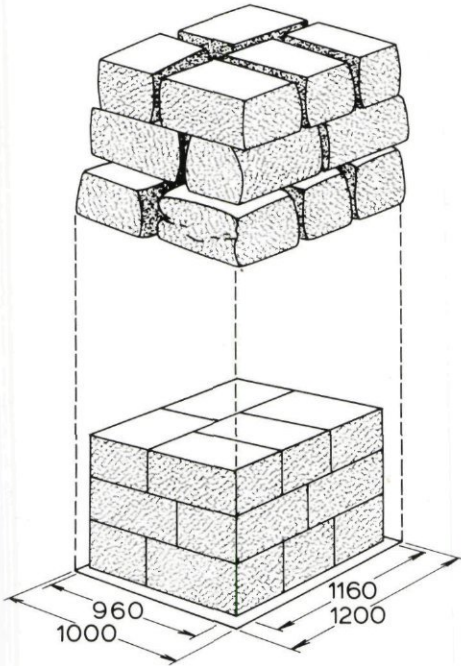
Figuur 3.4

Voorbeeld van maatvoering in verpakking waarbij opbouw per laag mogelijk is (uit: Meffert, 1984)

Bij het ontwikkelen van de maten voor het modulaire systeem op basis van de  $1200 \times 1000$  mm bodemmaat rekent men met twee begrippen, de MPVS en de NULS, die als volgt zijn gedefinieerd:

- MPVS (Maximum Plan View Size) is bepaling van de toelaatbare afmetingen van de eenheden door deling van de bodemmaat met een natuurlijk getal. Op deze wijze verkrijgt men dus de afmetingen van eenheden die met elkaar precies de bodemmaat bedekken.
- NULS (Net Unit Load Size) wordt berekend vanuit de MPVS-afmetingen onder inachtneming van de nodige toleranties voor vervorming en probleemloze plaatsing alsmede voor de benodigde luchtdoorstroming door de eenheden.

Figuur 3.5 illustreert deze begrippen.



Figuur 3.5

De relatie tussen MPVS (boven), NULS (onder) en transporteenheid (uit: Meffert, 1984)

Omdat de koeling van snijbloemen van belang is voor het kwaliteitsbehoud, zullen verpakkingseenheden die in het modulaire systeem passen moeten voldoen aan de eis dat ze ook in gestapelde vorm af te koelen zijn. Hiertoe moeten de afmetingen op basis van NULS voldoende mogelijkheden bieden. In onderstaande tabellen zijn verpakkingseenheden gegeven die geschikt zijn voor langsstroom- en/of doorstroomkoeling met het aantal eenheden per laag en hun afmetingen volgens MPVS en NULS.

Tabel 3.5a. Verpakkingen geschikt voor langsroom- en doorstroomkoeling (moduul 1200 × 1000 mm)

eenheden per laag	MPVS		NULS	
	lengte (mm)	breedte (mm)	lengte (mm)	breedte (mm)
2	1200	500	1160	480
3	1000	400	960	385
4	600	500	580	480
5	600	400	580	385
6	500	400	480	385
8	600	250	580	240
8	500	300	480	290

Tabel 3.5b. Verpakkingen geschikt voor doorstroomkoeling (moduul 1200 × 1000 mm)

eenheden per laag	MPVS		NULS	
	lengte (mm)	breedte (mm)	lengte (mm)	breedte (mm)
9	400	333	385	320
10	400	300	385	290
12	500	200	480	190
12	333	300	320	290
18	300	250	290	240
20	250	250	240	230
30	200	200	195	195

De consequenties van de keuze voor bodemmaat 1200 × 1000 mm naar de kant van de vervoerseenheid zijn minder makkelijk door te voeren. Dit komt omdat een vervoerseenheid qua afmetingen veelal internationaal vastgelegd is en duurzaam van karakter is. Zo is de buitenafmeting van een wegvoertuig vastgesteld op 250 cm. Dit is in feite te smal voor voertuigen die geïsoleerd moeten zijn en waarbij toch met de bodemmaat 1200 × 1000 mm een maximale ruimtebenutting moet worden behaald. Een mogelijke oplossing is het dunwandige voertuig, maar logistiek en klimaattechnisch aantrekkelijker zou een vergroting van de maximale buitenmaat zijn. Ook de vliegtuigpallet past niet in het modulaire systeem op basis van grondvlak 1200 × 1000 mm met zijn afmeting van 224/244 × 318 cm.

Als groot bezwaar tegen algemene invoering van het modulaire systeem met basismaat 1200 × 1000 mm wordt wel aangevoerd dat het tot grote kapitaalvernietiging zou leiden. Toekomstige investeringen zouden echter in het perspectief van een modulair systeem moeten plaatsvinden om de voordelen van de optimale afstemming van verpakking en toerusting te kunnen uitbuiten.

## 4. BEDRIJFSHYGIËNE

Bij het geogste produkt kunnen micro-organismen om verschillende redenen de kwaliteit negatief beïnvloeden. Schimmels en bacteriën zijn de belangrijkste micro-organismen die schadelijk zijn.

### 4.1. Schimmels

De schimmels worden weliswaar tot het plantenrijk gerekend, maar ze vormen nooit chlorofyl (bladgroen). De schimmels waarmee wij tijdens de na-oogst periode te maken krijgen behoren tot de hogere schimmels (Eumyceten). Een schimmelkolonie bestaat uit een veelheid van langgerekte schimmeldraden. Deze kolonie groeit uit zodat ze uiteindelijk zichtbaar wordt zonder microscoop.

Schimmels (fungi) bedreigen de kwaliteit vooral door hun zichtbare aanwezigheid op het produkt. Een vergaande aantasting door schimmels kan ook leiden tot verkleuringen en vroegtijdig afvallen van de kroonbladeren. Het kan zijn dat de aantasting al zichtbaar is tijdens de teelt. Het is echter ook mogelijk dat men pas na opslag of vervoer schimmelvlekken ontdekt op het blad of in de bloem. Het betreft meestal infectie door de schimmel *Botrytis*. De waargenomen vlekken worden 'pokken', 'smet' of ook wel 'peper' genoemd.

Vrijwel alle snijbloemen zijn hiervoor gevoelig. Binnen de bloemsoort varieert de gevoeligheid per cultivar soms sterk. Toch zal materiaal, dat bij de oogst meestal al wel een lage (maar niet zichtbare) besmettingsgraad door sporen van deze schimmel vertoont, niet altijd problemen geven tijdens de distributie. Voor de kieming van de sporen is namelijk de aanwezigheid van vrij water noodzakelijk. Dit vrije water zal vooral ontstaan bij hoge relatieve vochtigheid en wisselende temperaturen (condensatie). Als echter op het moment van oogsten de sporen reeds ontkiemd waren, is daarna geen hoge vochtigheid of vrij water meer vereist voor verdere groei van de schimmel. De schimmel heeft zich dan al genesteld en de gastheer zorgt voor de verdere vochtvoorziening.

Lage temperaturen vertragen slechts de groeisnelheid van *Botrytis* maar zorgen niet voor stilstand van de groei. Zelfs bij de laagst toepasbare opslagtemperatuur voor bloemen kan de schimmel verder groeien.

Schimmels zijn ook ongewenst omdat ze ethyleen kunnen produceren. Het aange-taste produkt gaat zelf ook meer ethyleen vormen. Hierdoor bestaat het gevaar dat de ethyleenconcentratie boven de drempelwaarde van de gevoeligheid van het produkt wordt gebracht.

Omdat de aanwezigheid van schimmel ongewenst is moeten afgevallen bladeren, aangetaste bloemen, kortom al het op de grond liggende plantenmateriaal tijdig worden weggehaald. Een goede hygiëne op alle plaatsen tijdens de distributiefase is een noodzaak. Men vermijdt daarmee infecties.

Een effectieve bestrijdingsmethode van *Botrytis* lijkt mogelijk. Indien men na de oogst de bloemen dompelt in een fungicide (bijvoorbeeld Rovral) wordt de schimmel goed bestreden. (Onderzoek naar deze mogelijke bestrijding vindt plaats op het proefstation in Aalsmeer).

### 4.2. Bacteriën

Bacteriën zijn kleine, eencellige organismen, die alleen met behulp van een microscoop kunnen worden gezien. Hun grootte varieert van ca. 0.08-0.0005 mm. Hun bouw is weinig gedifferentieerd. Sommige kunnen in water actief bewegen (zwemmen) door het bezit van één of meer flagellen. De vermeerdering vindt plaats door een celdeling. Enkele soorten kunnen sporen vormen. Deze sporen kunnen net

als bij schimmels ongunstige omstandigheden (zoals droogte of hitte) overleven. Bacteriën hebben een hoge groeisnelheid. Onder groeisnelheid verstaat men hier de toename van het aantal individuen per tijdseenheid. Vaak wordt het vermogen tot groei onderschat. Dit is de reden waarom zich problemen kunnen voordoen met de bassins en emmers bij de kweker. Ook al is de temperatuur van het bassinwater vaak laag, toch kan de toename van bacteriën ongewenst sterk zijn. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat de bacteriegroei een exponentiële fase vertoont: onder optimale omstandigheden kan elke 15 à 30 minuten een celdeling plaatsvinden, afhankelijk van de milieu-omstandigheden en de bacteriesoort. Wat een dergelijke groeisnelheid betekent wordt duidelijker door een voorbeeld. Een bacterie met een generatieduur van 20 min. zou theoretisch in 24 uur tot 4700 triljoen ( $4,7 \times 10^{21}$ ) cellen zijn toegenomen, d.w.z. ongeveer 2000 ton bacterie. Dat dit niet gebeurt komt doordat er onvoldoende voedsel is en de bacteriën elkaar in de weg gaan zitten. Niettemin kan in water het aantal bacteriën snel oplopen tot ongeveer 1 miljoen per milliliter (figuur 4.1).

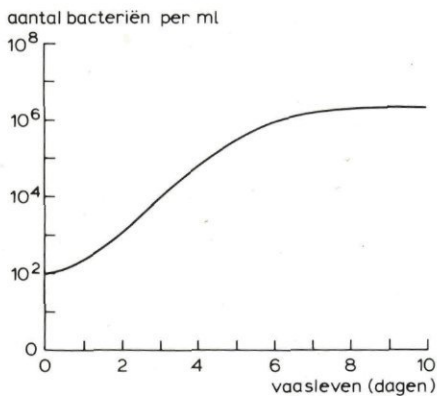
Bacteriën nemen hun voedsel op als kleinere moleculen. Grote moleculen (zoals zetmeel, eiwit enz.) zijn te groot om door bacteriën te worden opgenomen. Het molecuul moet eerst buiten de bacterie tot kleinere eenheden worden afgebroken. De bacteriën doen dit door het afscheiden van enzymen, de zogenaamde exo-enzymen.

'Verslijmde' bloemstengels kunnen ontstaan door een bacterie-aantasting; door de werking van exo-enzymen wordt de plant afgebroken. Ook bij het optreden van vaatverstopping zijn mogelijk exo-enzymen betrokken.

In het algemeen is de groeisnelheid lager bij lagere temperaturen. Dat wil niet zeggen dat bij lage temperaturen het gevaar van bacteriegroei afwezig is.

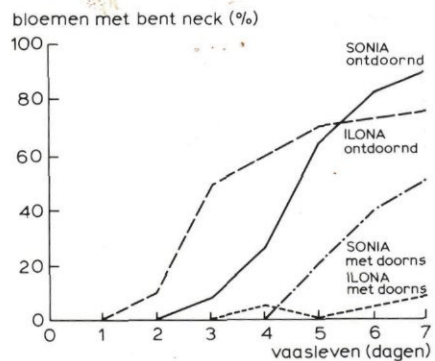
De onderste temperatuurgrens bij opslag en vervoer van bloemen wordt ongeveer 1-2 °C zijn. Er zijn koudetolerante bacteriën die bij deze temperatuur nog langzaam kunnen doorgroeien. Voorbeelden zijn *Pseudomonas* en *Flavobacterium*.

Bacteriën benadelen de kwaliteit van snijbloemen door groei in het water waarin de



Figuur 4.1 (links)

Verloop van het aantal bacteriën in het vaaswater van bloemen



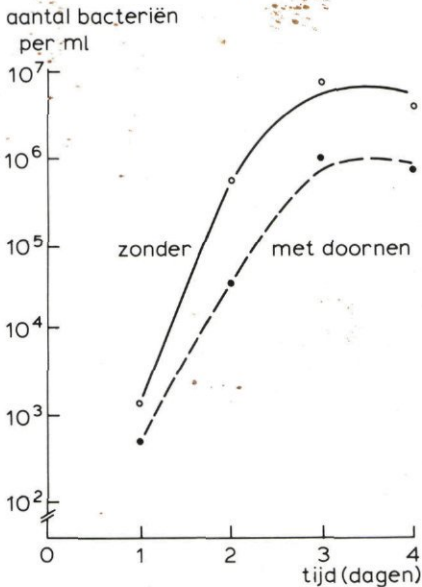
Figuur 4.2 (rechts)

Aantal bloemen met 'bent neck' tijdens het vaasleven van roos 'Sonia' en 'Ilona', waarbij de doorns al dan niet verwijderd waren

bloemen geplaatst zijn en door groei in de stengels. De bloemen geven aan het water stoffen af en deze vormen het voedsel voor de bacteriën. Analyses hebben aangetoond dat het water waarin bloemen gedurende 3 dagen hebben gestaan reeds een groot aantal bacteriën bevat, hetgeen afbreuk doet aan de kwaliteit door het optreden van vaatverstopping.

Een extra probleem vormt het ontdoornen van rozestengels. In proeven is het verschil bekeken tussen het gehalte aan suikers en het aantal levende bacteriën in het vaaswater van rozen met en rozen zonder doornen. In deze proeven werden de doornen en het blad van het ondereind van de steel verwijderd met een zogenaamde handontdoornier. Van de controlepartij werd alleen het blad aan het ondereind van de steel verwijderd. In figuur 4.2 is de ontwikkeling van het aantal rozen met bent-neck geschetst.

Uit deze figuur blijkt dat het ontdoornen een negatieve invloed op de uitbloei heeft. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de hogere suikerconcentratie, die vooral gedurende de eerste dagen in het vaaswater van ontdoornde rozen werd gevonden. De suikers vormen een ideale voedingsbron voor de bacteriën, waarvan er in het vaaswater van de ontdoornde rozen gedurende het gehele vaasleven ruim 10 maal zoveel aanwezig waren als in dat van niet-ontdoornde. Dit wordt getoond in figuur 4.3.

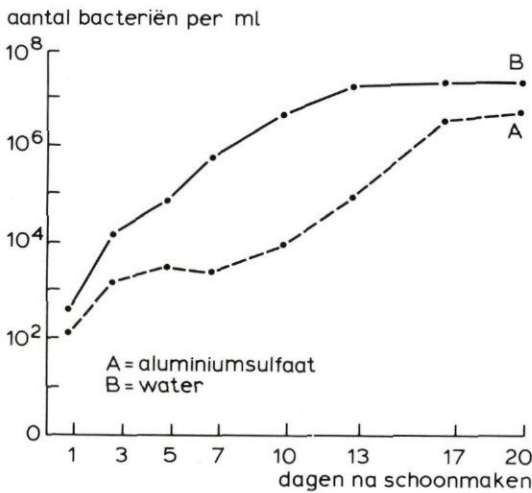


Figuur 4.3  
Aantal bacteriën in het vaaswater van 'Ilona' rozen zonder en met doorns

Dat de suikerconcentratie na de eerste vaasdag weer afneemt wordt waarschijnlijk veroorzaakt door consumptie door bacteriën. Of naast suikers ook andere verbindingen uit de stengel direct of indirect de bacteriegroei beïnvloeden, is nog niet bekend.

Er staat ons een aantal maatregelen ten dienste om de bacteriegroei binnen de perken te houden.

Bij de kweker en de veiling worden verschillende middelen toegepast om de bacteriegroei te remmen. Vrij algemeen wordt aluminiumsulfaat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) gebruikt. Helaas wordt in de praktijk het bacterieremmende effect van aluminiumsulfaat overschat, met het gevolg dat men het bassinwater te lang gebruikt. Het is wel zo dat deze stof een dagelijks verversen van het water overbodig maakt en dus arbeidsbesparend is, maar in feite zijn bij een temperatuur van  $4^\circ\text{C}$ , geheel afhankelijk van de bezettingsgraad van het bassin, na 5 tot 8 dagen de aantallen bacteriën te hoog en zou het water weer vervangen moeten worden. Figuur 4.4 toont de bacteriegroei in een vol bassin.



Figuur 4.4

Toename van het aantal bacteriën in een goed schoongemaakt bassin met veel rozen bij  $4^\circ\text{C}$ . Het effect van (0.8 gram per liter) aluminiumsulfaat (A) is zeer duidelijk. In water (B) neemt het aantal bacteriën onmiddellijk sterk toe

Het aluminium wordt door de plant opgenomen en heeft zo nog enige tijd een bacterieremmende werking in de bloemsteel. Wel kan het bij de gebruikte concentratie al een nadelig effect hebben. Bij sommige rozencultivars leidt het tot vroegtijdige bladval. Een te hoge dosering is daarom sterk af te raden.

Op de bodem van de bassins waaraan aluminiumsulfaat is toegevoegd bevindt zich een neerslag van deze verbinding. De bloemen moeten echter niet in de neerslag staan, want de neerslag heeft een vaatverstoppend effect. Als men onder in het bassin een vlonder plaatst, waarop de rozen kunnen staan, dan bevindt het neerslag zich voornamelijk onder de vlonder en de bloemen staan in schoon water.

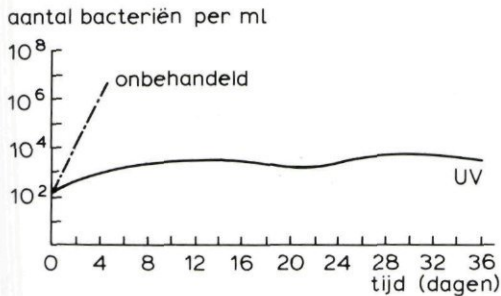
Vaak wordt ook chloor toegepast als bactericide. Vooral door gerberakwekers wordt chloorbleekloog, natriumhypochloriet, aan het water toegevoegd. Het actieve chloor beschadigt soms de bloemen. In dit verband zou NaDT (natriumdichloor-S-triazine) meer voordelen hebben, omdat hier het chloor geleidelijk vrijkomt.

UV-bestraling van het bassinwater is ook een methode om het bacteriegetal in het water laag te houden. Hierbij wordt het water rondgepompt en passeert het een UV-



lamp, waardoor de bacteriën worden gedood. Deze werkwijze is milieuvriendelijker, het maakt frequent schoonmaken overbodig en sluit elk nadelig effect van de chemische stoffen op de snijbloemen uit. Het is echter de vraag of UV wel zo gunstig is als chloor of aluminium want door opname van deze verbindingen wordt de groei van bacteriën in de stengel tijdens het transport geremd, terwijl zo'n remming niet plaatsvindt in bloemen die op water staan dat met UV is behandeld.

Of het UV-systeem het aantal bacteriën in het bassinwater op een aanvaardbaar niveau kan houden, is experimenteel nagegaan. Wij geven hier de resultaten weer die verkregen werden bij UV-behandeling van bassinwater van gerbera's (figuur 4.5). Het kiemgetal is nog na één maand lager dan 10.000 bacteriën per ml water. De curve blijkt vrij horizontaal te verlopen en toont hierdoor aan dat men met een evenwichtstoestand te maken heeft.



Figuur 4.5

Aantal bacteriën in een bassin met gerbera na toepassing van UV-apparatuur in vergelijking met dat in onbehandelde water (uit: de Witte e.a., 1982)

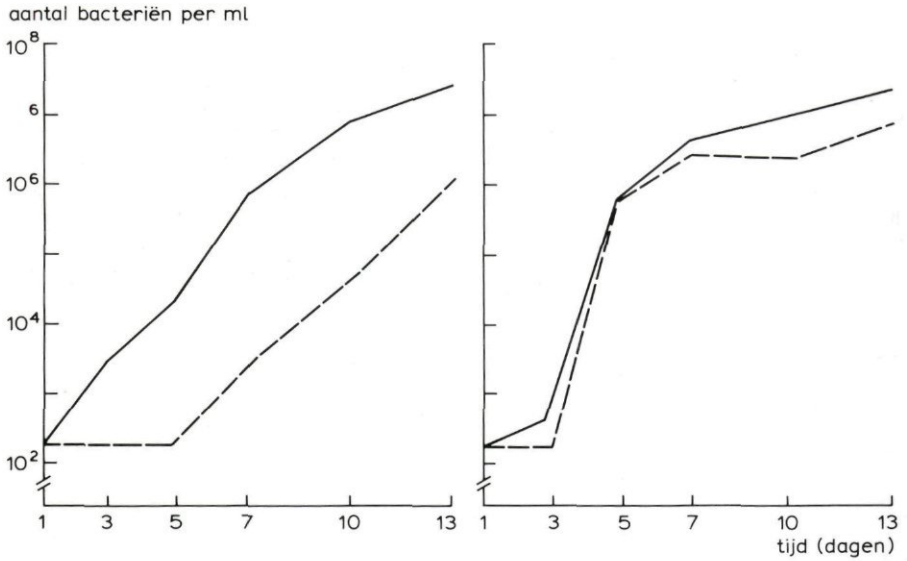
Zowel bij rozen als bij gerbera's leidt het bewaren in bassins vaak tot klachten over de kwaliteit van de snijbloem. Dit lijkt vaak terug te voeren op een te grote vervuiling van het water door zwevende grond- en plantedeeltjes, maar vooral ook door een veel te hoog aantal bacteriën, zowel levende als dode. Ondanks het gebruik van voorbehandelingsmiddelen wordt de noodzakelijke verversingsfrequentie van het water (bij de gerbera om de 3 dagen en bij de roos elke week) in de praktijk soms als te arbeidsintensief ervaren. Het is niettemin noodzakelijk.

Met een eenvoudige methode is de microbiële gesteldheid van het water te controleren. Om dit mogelijk te maken is een eenvoudige toets beschikbaar.

Voor een dergelijke toets zijn door diverse firma's zogenaamde dipslides, of dompelplaatjes, in de handel gebracht. Dit zijn plastic plaatjes, die aan beide zijden voorzien zijn van een voedingsbodem voor bacteriën.

Door deze dipslides in het water te dompelen en daarna 24 uur bij ongeveer 30 °C te plaatsen (bijvoorbeeld in een aquarium), waardoor de bacteriën uitgroeien tot zichtbare kolonies, kan men de graad van besmetting vaststellen.

Bij schoonmaak van de bassins en emmers is het van belang tevens een reinigingsmiddel te gebruiken en te boenen. Bacteriën kunnen zich vastnestelen, zelfs op gladde wanden. Indien bij inefficiënt schoonmaken bacteriën overblijven betekent dit niet alleen dat het beginkiemgetal al hoger is dan gewenst, maar erger is nog dat deze restflora uit soorten bestaat die reeds geselecteerd zijn voor dit medium. De restanten groeien dus bij nieuw gebruik snel weer uit. Na een goede reiniging daarentegen moet deze specifieke bacterieflora zich elke keer opnieuw opbouwen. Hier is tijd winst, want het water blijft langer schoon, zoals figuur 4.6 toont.



Figuur 4.6

Toename van het aantal bacteriën in emmers met rozen die wel (links) of niet (rechts) goed zijn schoongemaakt. In de emmers zat water (—) of een oplossing van aluminiumsulfaat (---)

Bij de consument wordt snijbloemenvoedsel gebruikt. Het toegevoegde bactericide moet ook hier de ontwikkeling van de bacterieflora onderdrukken. Teneinde dit te vergemakkelijken is de zuurgraad vaak laag, meestal is de pH 4-5. Aan snijbloemenvoedsel worden uiteenlopende typen bactericiden toegevoegd. Het meest wordt aluminiumsulfaat gebruikt, soms wordt 8-hydroxyquinolinesulfaat (HQS) of 8-hydroxyquinolinecitraat (HQC) toegevoegd. In hoofdstuk 5 zal nader op de eigenschappen en het gebruik van snijbloemenvoedsel worden ingegaan.

## 5. VOORBEHANDELING EN VOEDING

De termen 'voorbehandeling' en 'voeding' zijn historisch gegroeide begrippen. Onder voorbehandeling wordt verstaan het toevoegen van chemische verbindingen aan het water waar de snijbloemen na de oogst in gezet worden. Voorbehandeling vindt plaats bij de teler en voordat de bloemen aan de afzetweg beginnen. Bij voeding worden altijd suikers toegevoegd. Te onderscheiden zijn voorraadvvoeding (toepassing bij de teler) en voeding door toevoeging van snijbloemenvoedsel (gebruikt door detaillist en consument).

De begrippen zijn niet strak te scheiden. Er worden in de praktijk ook mengvormen toegepast zoals voorbehandeling waarbij suikers worden toegevoegd.

### 5.1. De functies van voorbehandeling en voeding

De vier functies van voorbehandeling en voeding zijn:

- behandelen van het water waar de bloemen ingezet worden tegen microbiële vervuiling door toevoeging van chemicaliën of door reiniging op andere manieren;
- voeden van de snijbloemen, voor het bevorderen van de knopontploffing of de bloemontwikkeling;
- beschermen van de bloem tegen ethyleen van buitenaf (exogeen ethyleen) of tegen de eigen ethyleenproductie;
- vertragen van de bladvergeling.

In het eerste geval (schoon houden van het water) is het niet altijd noodzakelijk dat er, behalve water, iets door de bloem opgenomen wordt; voor de andere functies is de opname van werkzame stoffen essentieel.

#### 5.1.1. Waterbehandeling tegen microbiële vervuiling

Bloemenwater kan op verschillende manieren 'schoon' gehouden worden (zie ook hoofdstuk 4). In de eerste plaats door het toevoegen van stoffen die bacteriën doden en daardoor de groeisnelheid van bacteriekolonies vertragen (bactericiden). De bekendste chemicaliën die in de praktijk gebruikt worden zijn aluminiumsulfaat en chloorverbindingen. Andere bactericiden zijn HQC (hydroxyquinolinecitraat), HQS (hydroxyquinolinesulfaat) en de quaternaire ammoniumverbindingen, onder andere benzalkon (Halevy en Mayak, 1981). Welke van deze chemicaliën toegepast worden hangt (mede) af van de bloemsoort. Sommige soorten verdragen chloorhoudende middelen slecht (sommige gerbera's), andere soorten kunnen minder goed tegen de HQ-verbindingen. Zo kunnen witte cymbidiumbloemen geel worden als HQ-verbindingen gebruikt worden.

Een heel andere vorm van waterreiniging is die waarbij ultraviolet licht gebruikt wordt. Hierbij zijn twee systemen te onderscheiden. Ten eerste het directe systeem, waarbij het water langs een UV-lamp gepompt wordt. De UV-lamp doodt de bacteriën rechtstreeks. Bij de tweede methode (Photozone) wordt door UV-licht zuurstof uit de lucht omgezet in ozon en zuurstofradikalen. Het water wordt langs deze lucht met geactiveerde zuurstof gepompt, waardoor bacteriën gedood worden. Beide systemen zijn voorzien van filters om het water optisch schoon te houden: troebeling zou de doordringbaarheid van het water voor de straling verminderen.

In de praktijk komen ook mengvormen voor: soms worden chloorverbindingen of aluminiumsulfaat toegevoegd aan water dat door ultraviolet licht wordt gereinigd.

#### 5.1.2. Voeden van de snijbloem

Deze behandeling kan door de teler, de detaillist en de consument uitgevoerd worden. Wanneer de bloemen reeds bij de teler gevoed worden spreekt men van voor-

raadvoeding. Het doel van voorraadvoeding is te voorkomen dat de hoeveelheid koolhydraten tijdens de afzetweg op een te laag niveau komt.

Een voedingsoplossing bestaat uit enkele procenten suiker, meestal een bactericide en eventueel een of enkele groeiregulatoren. Door voorraadvoeding kunnen rozen minder afhankelijk worden van de toediening van snijbloemenvoedsel door de consument (Harkema en Boom, 1983). Voor tulpen is geen profijt van voorraadvoeding gevonden (Woltering, 1981).

In de praktijk wordt voorraadvoeding weinig toegepast. Wel wordt *Gypsophyla* voorbehandeld met een mengsel van een suiker en een bactericide.

Wanneer de teler (bij het ruimen van de kas bijvoorbeeld) gedwongen wordt onrijpe bloemen te oogsten, is het mogelijk door een voeding de onrijpe knoppen op verantwoorde wijze in het veilingrijpe stadium te krijgen. Behalve suiker en een bactericide kunnen deze middelen groeiregulatoren bevatten. De commerciële middelen die hiervoor gebruikt worden, noemt men knopmiddelen. Deze worden toegepast bij trosanjer, fresia en chrysanter.

Ook bij de detaillist en de consument kunnen snijbloemen gevoed worden met snijbloemenvoedsel. Voor sommige snijbloemsoorten is het voeden zelfs essentieel voor een bevredigende uitbloei, bijvoorbeeld voor de roos.

Er zijn verschillende typen snijbloemenvoedsel op de markt. Zo zijn er een aantal universele typen (voor 'alle snijbloemen'), maar ook speciale mengsels voor mimosa, heestertakken, bolbloemen en anjers.

Bovendien worden er stickers, kaartjes en tabletten aangeboden, die een of meer componenten bevatten, doch geen koolhydraten. De gebruiker kan dan zelf suiker toevoegen.

### 5.1.3. *Het beschermen van de bloem tegen ethyleen*

Nadat in 1978 duidelijk was geworden dat zilver in de vorm van zilverthiosulfaat een probaat middel is tegen de negatieve werking van ethyleen, hebben veel onderzoekers zich beziggehouden met de toepassing ervan.

Voor een aantal snijbloemsoorten is onderzoek verricht naar de toepassingsduur van de behandeling, de concentraties zilver en de verhouding zilvernitraat-natriumthiosulfaat.

In de Verenigde Staten behandelt men anjers en trosanjers zeer kort (10-30 minuten) met een hoge zilverconcentratie. Reid e.a. (1980a, 1980b) vonden als optimum 0,5  $\mu\text{mol}$  (55  $\mu\text{g}$ ) per steel en als toxische grens 5  $\mu\text{mol}$  (550  $\mu\text{g}$ ) per steel. Eigen onderzoek leverde ongeveer dezelfde resultaten op, hoewel bij de onderzochte variëteiten de schadeverschijnselen te vertonen. Figuur 5.1 geeft een indruk van de relatie tussen de zilverconcentratie en de hoeveelheid schade. Verkorting van het vaasleven door zilverschade begint pas wanneer 5  $\mu\text{mol}$  Ag/steel overschreden wordt.

Op basis van dit onderzoek is voor (tros)anjers geadviseerd de huidige in Nederland toegepaste concentraties aan te houden (0,2 mmol  $\text{AgNO}_3$  en 1,6 mmol  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  per liter).

Op basis van deze concentratie is de behandelingstijd:

Minimaal:

2 uur buiten de koelcel

4 uur in de koelcel

Optimaal:

4-48 uur in de koelcel

waarschijnlijk 4-10 uur buiten de koelcel

(om reden van te snelle knopontwikkeling)

Maximaal:

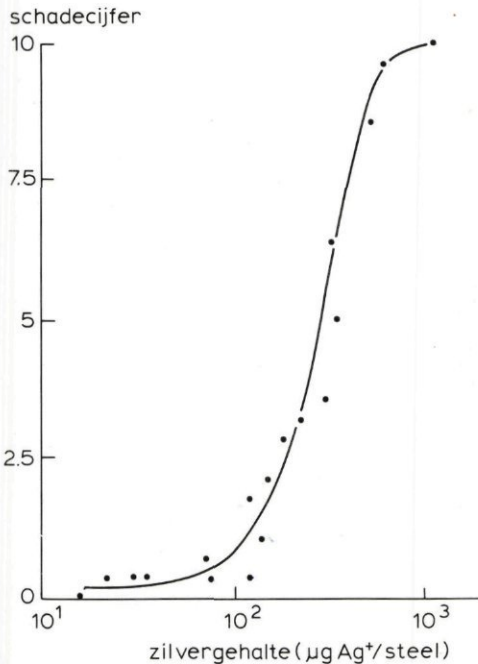
72 uur in de koelcel

waarschijnlijk 10 uur buiten de koelcel

(om reden van te snelle knopontwikkeling en mogelijk zilverschade) (Kalkman en Harkema, 1984)

Voor de lelie 'Enchantment' bedraagt, op basis van dezelfde concentratie, de minimale behandelingstijd 4 uur, en de maximale behandelingstijd 36 uur. De meeste lelies hebben profijt van een voorbehandeling met zilverthiosulfaat, de een meer dan de ander (Swart, 1981; Sytsema e.a., 1984).

De behandelingstijd bij fresia moet minimaal 3 uur bedragen (Sytsema en Elfering-Koster, 1984). Het resultaat bij fresia is echter niet zo sprekend als bij (tros)anjer en lelie. Voor een aantal zomerbloemen wordt ook vaak zilverthiosulfaat gebruikt. Incidenteel wordt wel eens schade geconstateerd, bijvoorbeeld bij violier en monnikskap (Kalkman, 1985; Woltering, 1984).



Figuur 5.1

Schade aan trosanjers, veroorzaakt door een berekende hoeveelheid zilver waarbij 0 = geen schade en 10 = maximale schade (naar: Kalkman en Harkema, 1984)

Een nadeel van zilverthiosulfaat is de belasting voor het milieu. Het werkzame deel, het zilver, accumuleert in de bodem. Het kan op twee manieren in het milieu komen,

namelijk via lozing van de 'uitgewerkte' resten door de kweker en, zeer verspreid, wanneer de zilverhoudende bloemen worden weggegooid.

Op de bedrijven kan het probleem worden opgelost; voordat het voorbehandelingsmiddel geloosd mag worden behoren eerst de resten verzameld te worden in een speciaal vat, waarin door toevoeging van chemicaliën zilver neerslaat. Na verloop van tijd kan de bovenstaande vloeistof afgetapt en geloosd worden. De hoeveelheid zilver die dan in het milieu komt is gering, maar het is een onomkeerbaar proces. De ophoping in het milieu, en het feit dat zilver tot de schaarse metalen gerekend moet worden, zijn de redenen waarom gezocht is en wordt naar een alternatief.

Voor (tros)anjers is nu een mengsel van een aantal componenten beschikbaar dat, afhankelijk van de soort (standaard- of trosanjer) en de ethyleenconcentratie, de werking van zilverthiosulfaat benadert of zelfs overtreft. Dit alternatief is een mengsel van amino-oxy-azijnzuur (AOA), gibberellinezuur (GA), kinetine, daminozide (SADH of Alar), semicarbazide, oxamide hydrazide, iminodiazijnzuur en een uitvloeier (Triton-X-100).

Als voorbeeld geeft tabel 5.1 een overzicht van het aantal vaasdagen van een standaardanjer- en trosanjercultivar na voorbehandeling met zilverthiosulfaat en het ontwikkelde alternatief.

Tabel 5.1. Aantal vaasdagen\* na voorbehandeling met zilverthiosulfaat of met een alternatief. Vervolgens uitbloeit op leidingwater (Staden en Beekhuizen, 1985)

voorbehandeling	standaardanjer 'Scania'		trosanjer 'Red Mini Star'	
	zonder ethyleen	0,2 ppm ethyleen	zonder ethyleen	0,2 ppm ethyleen
water	4,7	3,0	13,7	12,4
zilverthiosulfaat	15,4	14,5	16,0	16,0
alternatief	15,3	14,2	23,8	23,4

\* einde vaasleven wanneer de helft + 1 bloem slecht (gekrompen) is.

Wanneer gebleken is, dat deze componenten niet schadelijk zijn voor het milieu zou het mogelijk zijn de bloemen in het voorbehandelingsmiddel op de veiling aan te voeren.

#### 5.1.4. *Het vertragen van de bladvergeling*

Bij een aantal snijbloemen (alstroemeria, lelie, Euphorbia fulgens, sommige chrysanten) wordt het plezier dat de consument van snijbloemen heeft voor een groot deel bepaald door het blad. Vaak treedt echter vóór de verwelking van de bloemen bladvergeling op.

Uit proeven bleek dat een aantal groeiregulatoren in principe in staat is de bladvergeling te vertragen. Een mengsel van drie groeistoffen, namelijk kinetine, gibberellinezuur en indol-3-azijnzuur, gaf bij lelie en alstroemeria voor wat betreft de bladvergeling goede resultaten. In de proeven werden genoemde verbindingen als toevoeging aan snijbloemenvoedsel toegepast. (Staden, 1976a; 1976b).

#### 5.1.5. *Mengvormen*

Het ligt voor de hand dat de kant en klare middelen die er op de markt zijn bestaan uit meerdere stoffen die, afhankelijk van de bloemsoort, de verschillende problemen te lijf gaan. Zo wordt aan middelen, die voeding als doel hebben, tevens een bactericide en wellicht soms een fungicide toegevoegd. Zo zijn er middelen op de markt

tegen bladvergeling bij alstroemeria en Euphorbia fulgens met en zonder zilverthio-sulfaat: een combinatie van bescherming tegen ethyleen en vertraging van bladver-geling. Tabel 5.2 geeft een overzicht van middelen en maatregelen tegen een scala van factoren die houdbaarheid verminderen (Mor e.a., 1984; Staden en Van den Berg, 1977a; 1977b).

Tabel 5.2. Middelen ter handhaving van de houdbaarheid

bloemsoort	middel <sup>1)</sup>	effect	toepassing
1. Agapanthus	1,5% Sa + 50 ppm CZ + 120 ppm HQC + 5 ppm GA <sub>3</sub> + 1-5 ppm IAA	vermindering knop- en bloemval	vaasmiddel
2. Alstroemeria	2% Sa + 170 ppm HQC + 7,5 ppm GA <sub>3</sub> + 2 ppm Ki + 5 ppm IAA (pH = 5)	vermindering blad- vergeling, rijkere bloei	vaasmiddel
	2% Sa + 170 ppm HQC + 30 ppm GA <sub>3</sub> + 2 ppm Ki + 15 ppm IAA (pH = 5)	idem	voorbehandeling (24 uur)
3. Dahlia	3,5% Sa, aangevuld met nog eens 2,5% suiker door Anjerchrysal (1)	onrijper oogsten is mogelijk; betere bloei	combinatie van voorbehandeling 24 uur (1) en
	Anjerchrysal (2,5% suiker) (2)		vaasmiddel (2)
4. Euphorbia fulgens	Cz tot pH = 2,8 (1) 2,5% Sa + 150 ppm HQC, pH = 4,8 (2)	betere kwaliteit van het blad	combinatie van voorbehandeling (1) en vaasmiddel (2)
5. Iris <sup>2)</sup>	2% Sa + 180 ppm HQC + 40 ppm GA <sub>3</sub> + 2 ppm Ki	verbetering bloem- ontplooiing-	voorbehandeling (24 uur)
	2% Sa + 180 ppm HQC + 10 ppm GA <sub>3</sub> + 1 ppm Ki (pH = 5,0)	idem	vaasmiddel
6. Lelie	2% Sa + 170 ppm HQC + 40 ppm GA <sub>3</sub> + 2 ppm Ki + 35 ppm IAA (pH = 5,0)	tegengaan vroegtij- dige bladvergeling	voorbehandeling (24 uur)
	2% Sa + 170 ppm HQC + 10 ppm GA <sub>3</sub> + 2 ppm Ki + 10 ppm IAA (pH = 5)	idem	vaasmiddel

- 1) Sa = saccharose  
Cz = citroenzuur  
HQC = hydroxyquinolinecitraat  
GA<sub>3</sub> = gibberellinezuur  
IAA = indolazijnzuur  
Ki = kinetine

2) Als alternatief voor dit mengsel geeft ook GA<sub>4+7</sub> goede resultaten (Swart, 1985).

## 5.2. Factoren die de opname van middelen beïnvloeden

Het is van belang de behandeling zo uit te voeren dat het effect maximaal is. Dat betekent dat er niet te weinig van de werkzame stof aanwezig moet zijn, maar ook niet te veel. Vooral voor chemicaliën die alleen tot doel hebben water schoon te houden, is het belangrijk dat er niet te veel wordt toegediend (kans op schade). Daar staat tegenover dat de werkzaamheid kan afnemen in de tijd. Bij het gebruik van chloor wordt geëxperimenteerd met chloordoseerapparatuur, om altijd de juiste concentratie te handhaven.

Wanneer de werkzaamheid van een verbinding afhankelijk is van de hoeveelheid die in de bloem arriveert, is het belangrijk om na te gaan welke factoren van invloed zijn op de vloeistofopname.

Behalve van de eigenschappen van de snijbloem zelf (gevoeligheid voor vaatverstopping, verdampend oppervlak, aanwezigheid van huidmondjes), is de opname afhankelijk van een aantal factoren die, onafhankelijk van het produkt, direct beïnvloed kunnen worden, namelijk:

- de mate waarin het produkt verzadigd is met water,
- de temperatuur tijdens de opname,
- de lichtintensiteit tijdens de opname,
- al dan niet verwijderen van een stukje van de stengel,
- de behandelingsduur,
- de samenstelling van de oplossing.

### 5.2.1. De mate van verzadiging van het produkt met water

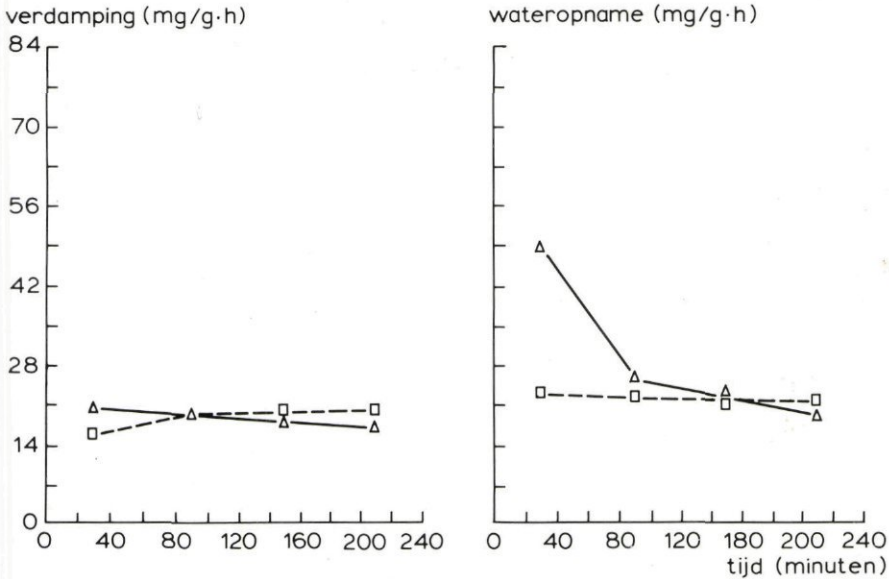
Wanneer het gaat om een behandeling bij de kweker is het moment van oogsten van invloed op de wateropname van het geogste produkt. Wanneer de bloem verzadigd is met water, zal de wateropname na de oogst niet veel hoger zijn dan het tekort dat ontstaat door de verdamping. Wanneer geogst wordt op een tijdstip dat de bloem minder verzadigd is, zal er een groter tekort zijn. De wateropname zal dan groter zijn, omdat eerst het tekort aangevuld wordt. Tabel 5.3 illustreert dit.

Tabel 5.3. Gewichtstoename na 4 uur op water na oogst op verschillende oogsttijdstippen bij chrysan 'Horim'

oogsttijdstip	luchttemperatuur in de kas (°C)	gewichtstoename in % van gewicht bij oogsten
9.00 uur	17	1,0
11.00 uur	21	2,7
14.00 uur	25	3,2
16.00 uur	—	3,6

Wanneer de eerste 'dorst' gelest wordt door de bloemen onmiddellijk na het oogsten op water te zetten, en daarna wordt pas de behandeling uitgevoerd, dan zal de opname van het middel relatief gering zijn. Wanneer de bloemen na de oogst enige tijd droog gehouden worden is de opname gedurende het eerste uur hoog; daarna treedt een stabilisatie in. De verdamping is vanaf het begin constant. Dit wordt verduidelijkt in figuur 5.2. De bloemen hebben hier eerst 30 minuten droog of op water gestaan. Daarna zijn ze allemaal op water gezet en is de transpiratie en de wateropname gemeten.





Figuur 5.2  
Verdamping en wateropname van lelie 'Enchantment' op leidingwater. Van oogst tot moment van op water zetten stonden de bloemen droog ( $\Delta$ ) of op water ( $\square$ ) (naar: Harkema en van Doorn, in press)

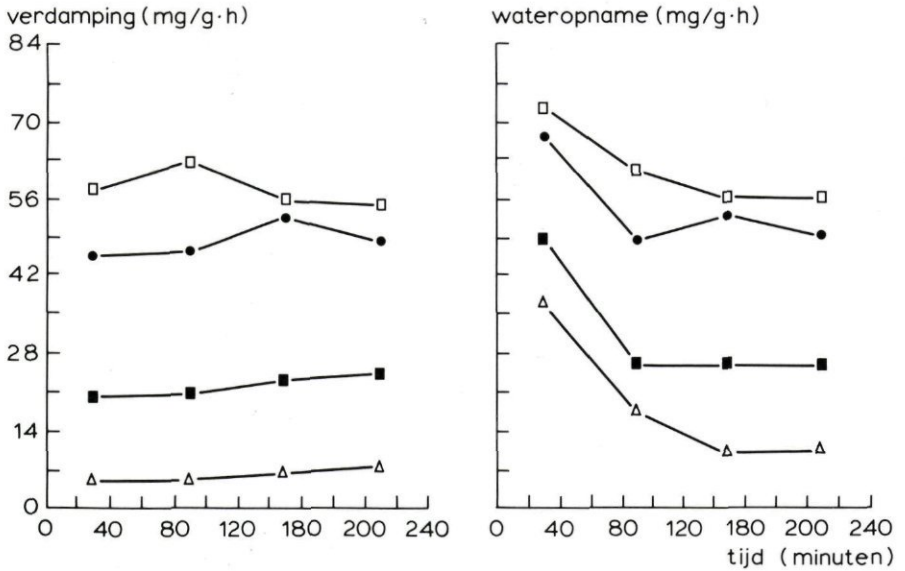
Vanwege dit verschijnsel wordt afgeraden om na het oogsten de bloemen eerst in water te zetten, daarna te sorteren en te bossen en dan pas te gaan voorbehandelen. De bloemen moeten na de oogst worden geplaatst in water met de verbindingen die opgenomen moeten worden, en niet eerst in water zonder de verbindingen.

### 5.2.2. Klimaat tijdens de opname

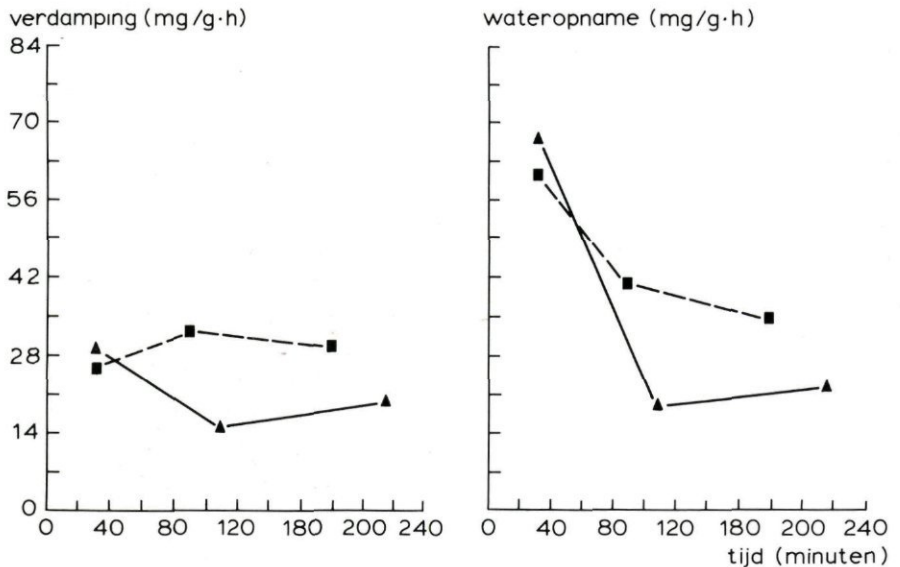
Wanneer de temperatuur of de relatieve luchtvochtigheid gevarieerd worden verandert de drijvende kracht voor de verdamping. Daardoor wordt dus ook de wateropname beïnvloed. Wanneer bij constante relatieve luchtvochtigheid de temperatuur oploopt zullen bloemen meer verdampen en daardoor meer water opnemen. Wanneer bij gelijkblijvende temperatuur de relatieve luchtvochtigheid wordt verhoogd, zullen bloemen minder verdampen en daardoor minder water opnemen. Overigens is de verdamping niet alleen afhankelijk van de temperatuur en de luchtvochtigheid, maar ook van de luchtsnelheid.

Figuur 5.3 toont het verschil in verdamping en wateropname van bloemen die bij dezelfde temperatuur, maar bij verschillende relatieve luchtvochtigheden hebben gestaan. Het verschil is zeer duidelijk: verlaging van de relatieve vochtigheid bevordert de verdamping en daarmee de wateropname.

Om bloemen zoveel mogelijk voorbehandelingsmiddel op te laten nemen, moet, wanneer tijd de beperkende factor is, de voorbehandeling plaatsvinden in een ruimte met een hoge temperatuur en een lage vochtigheid. Een dergelijk klimaat versnelt echter de knopontploffing en vergroot de kans op uitdroging (door te sterke verdamping). Daarom kan een dergelijk klimaat ook alleen maar geadviseerd worden wanneer de voorbehandeling niet langer dan enkele uren duurt.



Figuur 5.3  
Verdamping en wateropname van lelie 'Enchantment' op leidingwater bij een relatieve vochtigheid van respectievelijk 28% (□), 50% (●), 75% (■) en 95% (△). Voor het op water zetten stonden de bloemen droog (naar: Harkema en van Doorn, in press)



Figuur 5.4  
Verdamping en wateropname van lelie 'Enchantment' op leidingwater in licht (■) en donker (▲). Voor het op water zetten stonden de bloemen droog (naar: Harkema en van Doorn, in press)

### 5.2.3. De aanwezigheid van licht

Licht heeft invloed op de huidmondjes. Wanneer planten in licht staan, zijn de huidmondjes geopend. In het donker sluiten de huidmondjes zich. In hoeverre verschillende lichtintensiteiten in de praktijk invloed hebben op een vrij kort durende voorbehandeling, is niet bekend.

Er is wel een verschil in openingstoestand van de huidmondjes als gevolg van de aanwezigheid van een zekere hoeveelheid licht in vergelijking met absoluut donker.

Figuur 5.4 toont de invloed van licht op de transpiratie en wateropname van de lelie 'Enchantment'.

### 5.2.4. Verwijderen van een stukje steel

Er is een effect van het verwijderen van een stukje van de steel (aansnijden) op de wateropname. Naarmate de tijd die verloopt tussen oogsten en wateropname langer is, zal de noodzaak om aan te snijden groter zijn.

Tabel 5.4. toont de wateropname door een drietal variëteiten trosanjers na verschillende perioden droogliggen in verschillende klimaten; voor de wateropname (gedurende 4 uur bij 5 °C/90% r.v.) werden van de stelen wel of niet de onderste stukjes verwijderd.

Tabel 5.4. Wateropname van (tros)anjers in grammen per steel. (Naar: Kalkman en Harkema, 1984)

periode droog	aansnijden	wateropname in g/steel		
		anjer 'Scania'	trosanjer 'Red Star'	trosanjer 'Ministar'
enkele uren (20 °C/60% r.v.)	wel	1,03	1,11	1,09
	niet	0,99	0,95	1,00
1 dag (5 °C/90% r.v.)	wel	1,22	1,27	1,33
	niet	1,17	1,15	0,94
3 dagen (5 °C/90% r.v.)	wel	1,31	1,28	1,27
	niet	0,85	0,80	0,64

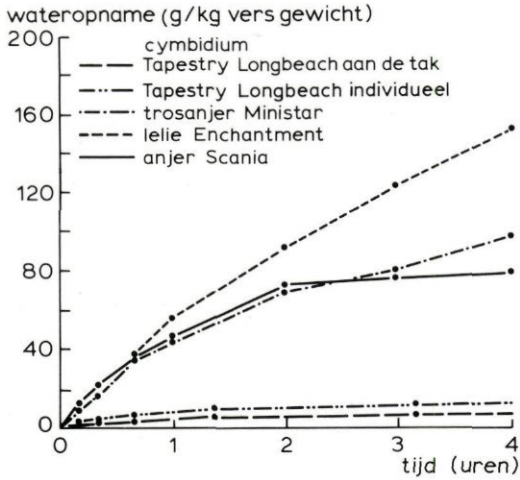
Uit deze tabel blijkt dat afhankelijk van de tijd dat de anjers droog liggen, opnieuw aansnijden soms een grotere wateropname tot gevolg heeft.

### 5.2.5. De behandelingsduur

De behandelingsduur hangt samen met de concentratie van de werkzame stoffen. Wanneer een stof bij toediening van een hoge concentratie geen schade geeft kan, wanneer er slechts beperkte tijd is, de concentratie verhoogd worden. Voor bijvoorbeeld zilvertiosulfaat kan dit riskant zijn.

Verdubbeling van de momenteel gangbare concentratie kan in bepaalde gevallen (gunstig opnameklimaat of een langdurige behandeling, bijvoorbeeld een weekend) schade veroorzaken, zoals al eerder getoond is (figuur 5.1).

Figuur 5.5 toont dat de wateropname gedurende het eerste uur na oogsten voor (tros)anjer, lelie en cymbidium het hoogst is. Dit wordt veroorzaakt door het aanvullen van het watertekort dat ontstaan is op de plant en na de oogst. In een later stadium volgt de wateropname de verdamping, mits geen snelle vaatverstopping optreedt.



Figuur 5.5  
De cumulatieve wateropname van een aantal bloemen in de tijd onder huiskameromstandigheden (20 °C, 60% r.v., licht)

Er is een verschil in wateropname tussen de bloemsoorten, en bij cymbidium is er ook een verschil tussen de opname door individuele bloemen en door takken met bloemen. De minimale, maximale- en optimale behandelingstijden variëren daarom per product.



Bij voorkeur moeten bloemen direct na het oogsten voorbehandeld worden. Werk wel schoon, dus

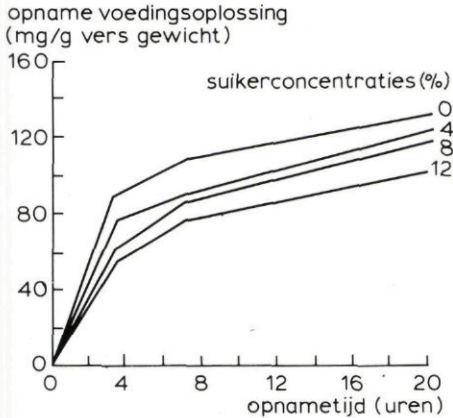
1. regelmatig de oplossing verversen
2. bladresten verwijderen
3. geen oude bloemen laten staan

### 5.2.6. De samenstelling van het voorbehandelingsmiddel

Belangrijk bij de samenstelling zijn de zuurgraad van de oplossing, de aanwezigheid van oppervlaktespanning-verlagende componenten en de aard en concentratie van de werkzame stoffen.

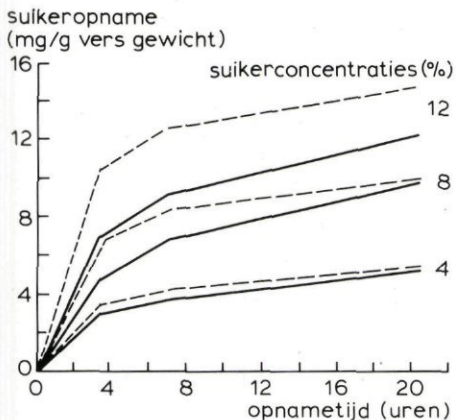
Door toevoegen van citroenzuur en een uitvloeier (Tween 20) blijkt de vloeistofopname te worden verhoogd. Toevoeging van 1,5% suiker aan de oplossing vermindert de vloeistofopname (Durkin, 1980).

Figuren 5.6 en 5.7 geven aan dat een hogere suikerconcentratie een lagere vloeistofopname tot gevolg heeft; het netto resultaat is wel een grotere suikeropname, maar het rendement van de concentratieverhoging is lager dan 100%.



Figuur 5.6

De opname van voedingsoplossingen met verschillende suikerconcentraties in de tijd van tulp 'Kees Nelis' (naar: Woltering, 1981)



Figuur 5.7

De invloed van de suikerconcentratie van de voedingsoplossing op de opname van suiker bij tulp 'Kees Nelis'. Vergeleken wordt wat de berekende suikeropname is als er evenveel voedingsoplossing opgenomen zou worden als bij 0% suiker (---) en wat de werkelijke suikeropname is (—) (naar: Woltering, 1981)

### 5.3. Controlemethoden

Voor een aantal snijbloemsoorten is het resultaat van voorbehandelingen of kwaliteitshandhavende maatregelen zo duidelijk, dat veilingen er meer en meer toe zijn overgegaan voorbehandelingen te verplichten, of grenzen te stellen aan het aantal bacteriën in het water of de bloemsteel. Wil men iets verplichten, dan is controle op de naleving van de verplichting noodzakelijk.

Er zijn daartoe verschillende controlemogelijkheden:

a. met behulp van een 'tracer'

Een tracer (of 'verklikker') is een stof die aan het voorbehandelingsmiddel wordt toegevoegd met als enig doel op gemakkelijke wijze een indicatie te krijgen over de voorbehandeling.

Aan tracers moeten de volgende eisen gesteld worden:

- gemakkelijk aan te tonen
- niet schadelijk voor het gewas
- mag de werking van het middel niet verminderen
- mag niet langer houdbaar zijn dan de werkzame bestanddelen.

Tracers kunnen nooit de aanwezigheid van de werkzame stof garanderen, ze geven alleen indicaties.

b. de werkzame stof(fen) zelf

Het bekendste voorbeeld is zilverthiosulfaat. Zilver is aan te tonen (zowel kwalitatief als semi-kwantitatief) in steel, blad of bloem.

De beste garantie geeft analyse in de bloembodem; dit is de plaats waar zilver actief is (Zonneveld en Klop, 1983). De meeste bloemenveilingen hanteren deze controle-methode, die al dan niet in eigen beheer uitgevoerd kan worden. Ook is het mogelijk werkzame stoffen aan te tonen in de vloeistof waar de bloemen in staan, of die gebruikt is voor de behandeling (Gorin e.a., 1985).

c. de vervuiling van bloemstelen en/of het water waar de bloemen in staan.

Door enkele veilingen wordt het aantal levende bacteriën in de bloemstengel bepaald. Het is niet eenvoudig om de exacte grens van een acceptabel aantal levende bacteriën aan te geven, te meer daar het totaal kiemgetal wel iets zegt over de toestand van het water en de bloemsteel, maar nog niet alles.

Het kiemgetal kan opgebouwd zijn uit een aantal zeer verschillende soorten, welke niet allemaal even nadelig behoeven te zijn voor de bloemen. Bovendien kan er een effect zijn van dode bacteriën. Op de veiling VBA is als voorlopige grens voor het totaal kiemgetal in bloemstelen voor roos  $10^7$  en voor gerbera  $10^8$  gesteld.

Bacteriekiemgetallen kunnen op verschillende manieren geteld of geschat worden. Bacteriekiemgetallen in water kunnen o.a. geschat worden met behulp van dompelplaatjes: plaatjes met al dan niet specifieke voedingsbodems, welke eventueel ook geschikt zijn voor gebruik door de teler en de detaillist (De Witte, 1982).

### 5.4. De plaats van handeling

Snijbloemen kunnen in principe op verschillende plaatsen in de afzetketen behandeld worden: van teler tot en met de consument.

De term 'voorbehandeling' slaat in het algemeen op behandeling bij de teler, meestal snel na het oogsten. In principe kan ook de handel en de detailhandel bloemen met verschillende middelen behandelen. Wanneer dit gebeurt is er meestal sprake van voedende middelen.

Van de verschillende typen snijbloemenvoedsel, voor gebruik door detailhandel en consument, wordt een globaal overzicht gegeven in tabel 5.5.

In tabel 5.6 is een overzicht gegeven van enkele middelen die meestal in de telersfase toegepast worden; dit overzicht is niet volledig, maar dient ter oriëntering.

Tabel 5.5. Voor diverse gewassen aanbevolen snijbloemenvoedsel. Indien geen van de onderzochte middelen een positief effect had wordt 'water' aanbevolen (Uit: Kalkman e.a., 1983)

gewas	Chrysal; Aadural-p; Substral	heester- Chrysal; AAadural-ms	anjer- Chrysal	tulpen- Chrysal	water
Anjer	×		×		
Anthurium					×
Alstroemeria					×
Amaryllis					×
Allium	×				
Aster	×				
Aconitum					×
Agapanthus	×				
Antirrhinum	×				
Achillea					×
Bouvardia	×				
Cymbidium	×				
Chrysan	×				
Campanula	×				
Centaurea					×
Duizendschoon	×		×		
Dahlia	×				
Delphinium					×
Eremurus	×				
Euphorbia					×
Freesia	×		×		
Gerbera					×
Gypsophila	×		×		
Gladiool	×				
Forsythia	×	×			
Iris					×
Liatris	×				
Lelie	× <sup>1)</sup>				
Margriet	×				
Montbretia	×				
Narcis					×
Nerine	×				
Ornithogalum	×				
Prunus	×	×			
Roos	×				
Sering		×			
Sneeuwbal	×	×			
Statice					×
Tulp				×	

<sup>1)</sup> halve concentratie

Tabel 5.6. Een aantal voorbehandelingsmiddelen (Naar VBN, 1985)

naam produkt	werking	te gebruiken bij
chloor	bacteriegroeiremmend	gerbera
chrysal akc	voedingsstof, knopmiddel	anjer, fresia, chrysan
chrysal avb*	ethyleenschaderemmend	anjer, lelie, fresia, Gypsophila, sommige zomerbloemen
chrysal dvb	bacteriegroeiremmend	Bouvardia
chrysal lvb*	ethyleenschaderemmend	lelie
chrysal rvb	groeï-bloei regulerend	roos, gerbera, sering, Bouvardia
chrysal svb1	bacteriegroeiremmend	Alstroemeria, Euphorbia fulgens
chrysal svb2*	groeï-bloei regulerend	Euphorbia fulgens, Alstroemeria
Floever*	ethyleenschaderemmend	anjer, lelie, Gypsophila, sommige zomerbloemen
Florisant 100*	ethyleenschaderemmend	—
Florisant 110*	ethyleenschaderemmend	Alstroemeria, lelie
Florisant 200	groeï-bloei regulerend	
GS	voedingsstof	Gypsophila
Rosal	bacteriegroeiremmend	Gypsophila
	bacteriegroeiremmend	roos, Bouvardia

\* deze middelen moeten na gebruik in een afvalvat worden neergeslagen.



## 6. KOELING EN BEWARING VAN SNIJBLOEMEN

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de verschillende aspecten van het koelen en bewaren van snijbloemen. Hierbij is een indeling gemaakt naar produktaspecten en technische aspecten.

Bij de produktaspecten zal ingegaan worden op de invloed van koeling en bewaring van snijbloemen op de kwaliteit c.q. houdbaarheid. Bij de technische aspecten komen de verschillende koelmethoden en -systemen aan de orde.

### 6.1. Produktaspecten van de bewaring van snijbloemen

Bij het opslaan of transporteren van snijbloemen spelen tijd en klimaat een grote rol. Vooral wanneer sprake is van een wat langere opslagtijd (weekend) of een langdurig transport is het belangrijk dat de opslagplaats of het transportmiddel goed geconditioneerd zijn.

Vindt opslag bij de teler plaats dan is het mogelijk de koelcel zodanig af te stellen dat het optimale klimaat voor één of enkele produktsoorten gerealiseerd wordt. Bij de handel of tijdens het transport van een gemengde lading snijbloemen zal een voor alle soorten aanvaardbaar klimaat moeten worden gecreëerd, een compromis dus.

#### 6.1.1. Factoren die een rol spelen bij de bewaring van snijbloemen

Het doel van het handhaven van bepaalde condities tijdens de distributie van snijbloemen is de normale ontwikkeling van de snijbloem te vertragen, met dien verstande dat vertraging van de knop- of bloemontwikkeling geen verstoring betekent.

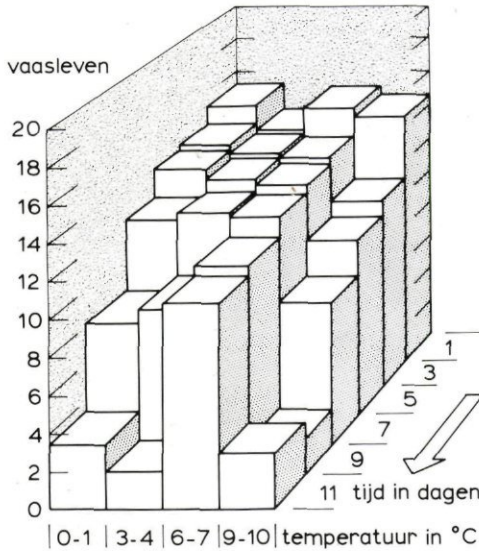
Factoren die een rol spelen bij bewaring zijn de tijd, het klimaat (temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, lichtsnelheid), het al dan niet beschikbaar zijn van water, de luchtsamenstelling en de luchtdruk in de ruimte.

De rol van een aantal van deze factoren, namelijk de opslagduur, het al of niet op water staan en de temperatuur, is in de periode 1975-1977 onderwerp van proeven geweest. Enige resultaten hiervan staan in tabel 6.1. De hierin genoemde soorten werden gedurende maximaal 9 dagen bewaard bij een reeks temperaturen van 0-10 °C. De bloemen werden zowel droog als in emmers water bewaard (Boer en Hilhorst, 1978).

Tabel 6.1. Relatieve invloed van opslagduur, opslagconditie en opslagtemperatuur. De cijfers geven de rangorde van belangrijkheid aan (1 = grootste invloed, 3 = geringste invloed) (Naar: Boer en Hilhorst, 1978)

bloemsoort en cultivar	opslagduur	opslag droog of in water	opslagtemperatuur
Anjer 'William Sim'	1-2	1-2	3
Trosanjer 'Red Baron'	1-2	3	1-2
Chrysant 'White Spider'	1	2	3
Fresia 'Ballerina'	2	1	3
Iris 'Ideal'	3	2	1
Lelie 'Enchantment'	1	2	3
Roos 'Baccara'	1	2	3
Roos 'Red Garnette'	1	2	3
Roos 'Sonia'	1	2	3
Tulp 'Apeldoorn'	1-2	1-2	3
Tulp 'Lustige Witwe'	1-2	3	1-2
gemiddeld	1	2	3

Uit de tabel blijkt dat de opslagduur gemiddeld de belangrijkste factor is. Ook het al dan niet op water bewaren is belangrijk, met name voor fresia. De temperatuur speelt een grote rol bij met name iris, kleinbloemige roos en trosanjer. In figuur 6.1 wordt op basis van soortgelijke proeven een beeld gegeven van het vaasleven van gerbera 'Appelbloesem' in verschillende situaties.



Figuur 6.1

Het vaasleven van gerbera 'Appelbloesem', bewaard bij verschillende temperaturen gedurende verschillende tijden

Uit deze figuur blijkt echter ook dat de factoren niet los van elkaar gezien mogen worden. In de volgende paragrafen zal daarom ingegaan worden op de verschillende factoren die het kwaliteitsverloop tijdens bewaring bepalen, en op hun onderlinge relaties.

#### 6.1.1.1. Tijd en temperatuur

De te overbruggen tijd is in de praktijk afhankelijk van:

- De dag van oogsten: wordt op vrijdag geoogst dan kunnen de bloemen pas de maandag daarop geveild worden. Een weekendbewaring bij de teler, of eventueel op de veiling, is dan noodzakelijk.
- De afzetmarkt en het middel van vervoer. Bloemen voor de binnenlandse markt hebben meestal minder tijd te overbruggen dan bloemen voor het buitenland. Uiteraard is de transporttijd voor exportprodukten afhankelijk van het transportmiddel (auto, vliegtuig, schip).

Wat betreft de temperatuur zullen in de praktijksituatie twee facetten een rol spelen:

- Koelen kost geld dus zal, als het produkt het toelaat, geen koeling plaatsvinden.
- Vaak heeft men te maken met meer produktsorten in één ruimte, soorten met vaak verschillende optimale opslagtemperaturen. Het gekozen temperatuurniveau zal dan een compromis zijn, een temperatuur die voor alle of de meeste produkten aanvaardbaar is.

De temperatuur is uiterst belangrijk bij de bewaring van snijbloemen, onder andere omdat de ademhaling van snijbloemen sterk afhankelijk is van de temperatuur. Bij een hoge temperatuur verloopt de ademhaling sneller dan bij een lage temperatuur. Dat heeft tot gevolg dat de in de bloem aanwezige reservestoffen afgebroken worden, zodat een voedseltekort ontstaat. Een vuistregel is dat bij een temperatuuurdaaling van 10 K de ademhaling een factor 2-3 lager wordt. Met name bij temperaturen boven 10 °C gaat deze regel op.

Een slechtere kwaliteit als gevolg van de temperatuur en/of de bewaartijd wordt echter niet alleen veroorzaakt door het opraken van de voedselvoorraad in de bloem, maar ook door een sterkere uitdroging, verhoogde gevoeligheid voor ethyleen, verhoogde aantasting door schimmels en bacteriën enzovoort.

Een voorbeeld van de invloed van bewaartemperatuur en bewaartijd op de kwaliteit van snijbloemen is al in figuur 6.1 gegeven. Uit deze figuur bleek al dat de bewaarduur belangrijk is, maar dat er een duidelijke wisselwerking is met de bewaartemperatuur.

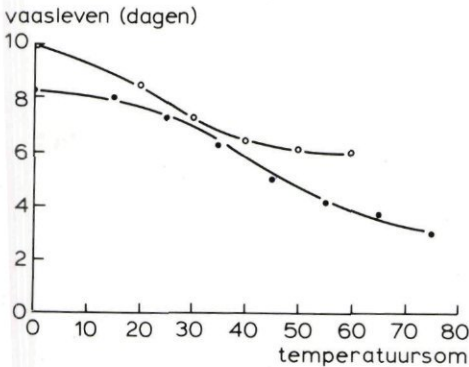
Omdat de relatie tijd-temperatuur van invloed is op het kwaliteitsverloop heeft men gezocht naar een begrip dat deze twee factoren in zich verenigt. Men heeft hiertoe het begrip temperatuursom geïntroduceerd. Dit begrip houdt in dat voor iedere combinatie van tijd en temperatuur in de distributiefase het produkt van tijd (in uren of dagen) en temperatuur (in graden) bepaald wordt, waarna al deze produkten opgeteld worden.

Bijvoorbeeld: de totale opslagtermijn van een produkt bedraagt 4 dagen, waarbij de temperatuur over de verschillende dagen als volgt varieert:

dag 1: 10 °C                  dag 2: 15 °C                  dag 3: 15 °C                  dag 4: 5 °C

De temperatuursom bedraagt dan  $(1 \times 10) + (2 \times 15) + (1 \times 5) = 45$

De uit deze wijze berekende temperatuursom staat in relatie tot het vaasleven, bijvoorbeeld zoals in figuur 6.2.



Figuur 6.2

De relatie tussen temperatuursom en vaasleven van roos 'Sonia' bij uitbloei op snijbloemenvoedsel.

- = bewaring op water gedurende 3 dagen
- = bewaring droog gedurende 4 dagen

De term vaasleven geeft aan hoelang de bloem in de vaas (dus onder 'huiskamer-omstandigheden' bij de consument) nog voldoende aantrekkelijk is. Als we dus spreken over de kwaliteit in termen van vaasdagen spreken we over de kwaliteit op het moment dat de consument de bloem in zijn bezit krijgt. Voor een handelaar is het echter van belang dat de bloem bovendien de mogelijkheid heeft de distributiefase te doorstaan.

Om na te gaan in welke conditie bloemen na bewaring en na een – gesimuleerde – distributiefase verkeren (dus wat de conditie is van de bloemen op het moment dat ze in de winkel aankomen) zijn proeven gedaan. Hiertoe zijn de bloemen gedurende verschillende perioden en onder verschillende omstandigheden bewaard. Daarna volgde een distributiesimulatie die 2 dagen in beslag nam. De bloemen stonden toen droog bij 15 °C en ca. 70% r.v. De resultaten voor gerbera 'Fleur' zijn in figuur 6.3 weergegeven.

bewaartemperatuur		bewaarduur in dagen						bewaarduur in dagen					
		1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11
droog	0 - 1 °C			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3 - 4 °C			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	6 - 7 °C		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	9 - 10 °C		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
op water	0 - 1 °C							■	■	■	■	■	■
	3 - 4 °C							■	■	■	■	■	■
	6 - 7 °C							■	■	■	■	■	■
	9 - 10 °C							■	■	■	■	■	■
conditie na bewaring							na bewaring en distributiesimulatie						

■	■	■	■	■	■
slecht	slecht matig	matig	matig redelijk	redelijk	goed

Figuur 6.3

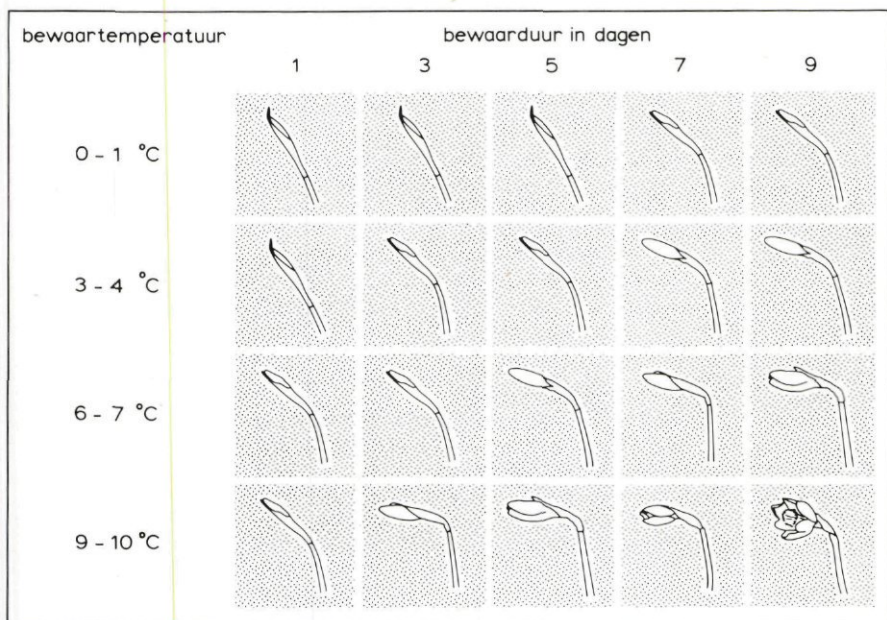
De conditie van gerbera 'Fleur' na bewaring en na bewaring plus een distributiesimulatie van 2 dagen (droog bij 15 °C en 70% r.v.)

Zoals uit de figuur blijkt is de distributiefase veel schadelijker voor de bloem dan bewaring. In veel gevallen zijn de bloemen er na de 2 dagen durende distributiesimulatie slechter aan toe dan na een week bewaring, zeker als de bewaring op water geschiedt.

Opslagtijd en -temperatuur zijn dus van belang voor de conditie van het produkt tijdens de afzetweg teler-consument, en het vaasleven in de huiskamer. Het produkt moet in alle schakels van de afzetketen aanvaardbaar zijn.

Een belangrijk onderdeel van de aanvaardbaarheid van de bloemen is het knopstadium. Het gaat in dit hoofdstuk om het knopstadium in de afzetketen, tot op het tijdstip van verkoop aan de consument.

Figuur 6.4 illustreert de invloed van tijd en temperatuur op het knopstadium van narcis 'Carlton' op het moment van verkoop aan de consument.



Figuur 6.4

De knopontwikkeling van narcis 'Carlton' na bewaring bij verschillende temperaturen en gedurende verschillende tijden (gemiddelde van droog en op water bewaarde bloemen). Na bewaring werd de distributie gesimuleerd (1 dag droog bij 10 °C gevolgd door enkele uren op water bij 20 °C)

Duidelijk is dat zowel tijd als temperatuur van grote invloed zijn. Langer bewaren dan 3 dagen en/of bewaren bij 3 °C of hoger laat al een duidelijk 'doorschuiven' van de knoppen zien. De combinatie 9 dagen opslag en 6-7 °C levert al een bijna volledig ontplooid bloem op aan het *begin* van de consumentenfase (Boer en Harkema, 1978). Dit stadium zal voor veel consumenten als aankoopstadium niet aanvaardbaar zijn.

Een belangrijke eigenschap waarop zowel tijd als temperatuur van grote invloed zijn, is de ethyleengevoeligheid van snijbloemen. Hieraan wordt in hoofdstuk 9 ruime aandacht besteed. Wij volstaan hier met een voorbeeld.

In figuur 6.5 is de ethyleengrenswaarde voor cymbidiumbloemen aangegeven. Onder deze grenswaarde wordt verstaan die ethyleenconcentratie waarboven de lipverkleuring twee keer zo snel gaat als normaal.

Uit de figuur blijkt dat bij bewaring bij 12 °C de grenswaarde bij een blootstelling van 48 uur ca. 200 keer lager is dan bij 12 uur blootstellen. Bewaarduur is dus heel belangrijk. Maar ook de invloed van de temperatuur is duidelijk. Bij vergelijking van 6 °C en 24 °C blijkt dat de grenswaarde bij 24 °C wel een factor 1000 lager is dan bij 6 °C (Harkema en Woltering, 1983).

bewaarduur (uren)	bewaartemperatuur (°C)			
	6	12	18	24
12	100	40	0,3	0,1
24	50	1	0,1	0,05
48	20	0,2	0,05	0,05

- veilige -  
 onveilige transport - bewaarcondities

Figuur 6.5  
De grenswaarde van mini-cymbidium voor ethyleen bij verschillende tijden en temperaturen

Tot nu toe zijn directe gevolgen van tijd en temperatuur de revue gepasseerd. Maar een deel van het kwaliteitsverlies gedurende opslag wordt veroorzaakt door indirecte gevolgen van de temperatuur, namelijk schimmelaantasting (*Botrytis*) en, in geval van bewaring op water, bacteriegroei in het water. *Botrytis* groeit beter bij hogere temperaturen. De minimumtemperatuur voor groei van *Botrytis* ligt bij -6 tot 0 °C, het optimum bij 25 °C en het maximum bij 35-39 °C.

In bewaarexperimenten met gerbera werd als één van de oorzaken van beëindiging van het vaasleven een onaanvaardbare aantasting door de schimmel *Botrytis cinerea* genoteerd. Beëindiging van het vaasleven door *Botrytis* kwam vaker voor bij 9-10 °C dan bij lagere temperaturen. Ook de bacteriegroei in het water wordt beïnvloed door de temperatuur. In dezelfde gerberaproef werd het totaal bacteriekiemgetal geschat na 3 en 6 dagen bewaring. Tabel 6.2. geeft een overzicht van de kiemgetallen.

Tabel 6.2. Totaal bacteriekiemgetal in het water van gerbera bij verschillende temperaturen

temp.	dag	
	3	6
0-1 °C	< 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>3</sup>
3-4 °C	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>
6-7 °C	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>
9-10 °C	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup>

Het totaal kiemgetal is samengesteld uit een aantal soorten bacteriekolonies: iedere soort heeft zijn eigen optimale groeitemperatuur; een uitsplitsing naar soorten heeft niet plaatsgevonden. Het totaal kiemgetal in dit temperatuurtraject neemt duidelijk toe bij hogere temperaturen.

#### 6.1.1.2. Relatieve vochtigheid

De relatieve vochtigheid in de intercellulaire ruimten van de snijbloem is bijna 100% (Van Beek en Lamers, 1979). Wanneer de relatieve luchtvochtigheid in de lucht om de snijbloem lager is dan die in de intercellulaire ruimten (en dat is bijna altijd het geval) dan zal het produkt water verdampen.

Een belangrijke grootheid in verband met de verdamping is de specifieke vochtafgifte (dat is de vochtafgifte per tijd, per massa en per eenheid dampdrukdeficit). Deze grootheid is niet gemakkelijk te geven door de grote afhankelijkheid van nog andere factoren, namelijk bloemsoort, toestand van de huid, de lichtsnelheid om het produkt, de lichtintensiteit, de verpakking en de stapeling.

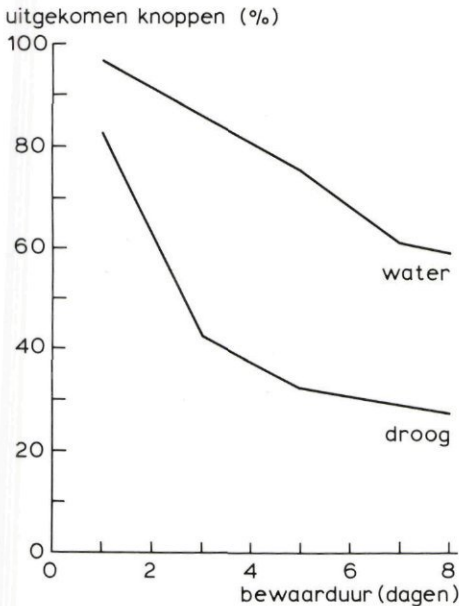
Met name in geval van droge bewaring is de relatieve luchtvochtigheid belangrijk; wanneer op water bewaard wordt kan een eventueel watertekort gemakkelijk aangevuld worden.

#### 6.1.1.3. De beschikbaarheid van water

In dit verband wordt onder de beschikbaarheid van water verstaan het aanwezig zijn van water dat door de steel kan worden opgenomen.

In hoeverre het opslaan of het transporteren op water noodzakelijk is, zal afhangen van de overige klimaatfactoren en de opslag- of transporttijd. Water kan tekorten die ontstaan door verdamping aanvullen. Voorwaarde is dan wel dat de mogelijkheid om water op te nemen gewaarborgd blijft: dus schoon water of water met een bacteriedodende stof, om verstopping van de vaten door bacteriën of hun afvalstoffen te voorkomen.

Enkele snijbloemsoorten zijn zeer gevoelig voor droge bewaring. Een bekend voorbeeld is de fresia. In figuur 6.6 wordt een beeld gegeven van het percentage uitgekomen knoppen na bewaring van fresia 'Ballerina' (Boer en Hilhorst, 1978).



Figuur 6.6  
Aantal uitgekomen knoppen van fresia 'Ballerina' na bewaring (naar: Boer en Hilhorst, 1978)

Uit deze figuur blijkt heel duidelijk dat als gevolg van bewaring op water het aantal knoppen dat tijdens het vaasleven openkomt sterk toeneemt ten opzichte van droge

bewaring. Wordt voor bewaring een voorbehandeling met zilverthiosulfaat toegepast, dan is het aantal uitgekomen bloemen nog groter (Sytsema en Eifering-Koster, 1984).

#### 6.1.1.4. *De luchtsamenstelling*

In de ons omringende lucht zit ongeveer 21% zuurstof en 0,03% koolzuurgas. In deze samenstelling vertoont de snijbloem zijn gewone ademhalingsgedrag, waarbij zuurstof wordt gebruikt en koolzuurgas wordt afgegeven. Door nu het percentage zuurstof te laten dalen kan de ademhalingsnelheid verminderd worden. Omdat de aflevingsnelheid en de ademhalingsnelheid een zekere samenhang vertonen, kan een wijziging in de gassamenstelling van de lucht in principe gebruikt worden om de veroudering te vertragen. Hiervan wordt gebruik gemaakt bij de zogenaamde CA-bewaring (Controlled Atmosphere). In paragraaf 6.1.4. zal hierop uitgebreider worden ingegaan.

#### 6.1.2. *Bewaring in een conventionele koelcel*

In een conventionele koelcel is het alleen mogelijk de temperatuur te beheersen. In de meeste gevallen kan temperatuurbewaking echter al een grote bijdrage leveren aan het kwaliteitsbehoud in de afzetketen, waarbij iedere snijbloem zijn eigen eisen stelt. In bijlage 2 wordt hiervan een overzicht gegeven. De meeste snijbloemen vertonen minder kwaliteitsverlies bij lagere temperaturen. Van een aantal snijbloemsoorten echter wordt verondersteld dat zij lage temperaturen slecht kunnen verdragen. Het gaat om anthurium, Euphorbia fulgens, nerine en orchideeën.

Voor anthurium vermeldt de literatuur een minimumtemperatuur van 13-15 °C (Carow 1981, Akamine 1981), Euphorbia fulgens kan koudschade oplopen onder 9 °C, Cattleya kan niet bewaard worden bij minder dan 7 °C, terwijl voor cymbidium 10-13 °C aangehouden moet worden. Bij Nerine tenslotte zou blauwverkleuring optreden onder 10 °C (Carow, 1981).

Voor (mini-)cymbidium en Nerine bowdenii zijn resultaten uit eigen onderzoek beschikbaar, die de gegevens uit de literatuur afzwakken: een vijftal cultivars minicymbidium werd gedurende 12, 24 en 48 uur opgeslagen in ruimten van 6, 12, 18 en 24 °C. Het ging hier niet om takken, zoals bij mini-cymbidium gebruikelijk is, maar om individuele bloemen, die ieder in een eigen buisje leidingwater stonden. Het aantal vaasdagen na maximaal 2 dagen bewaring bedroeg voor de bloemen bewaard bij 6, 12, 18 en 24 °C gemiddeld respectievelijk 11,6; 11,2; 10,7 en 10,5 dagen. Hieruit blijkt dat 6 °C voor mini-cymbidium mogelijk is, wanneer althans de bewaring niet langer dan 2 dagen duurt. Voor Nerine bowdenii is nagegaan wat de kritische temperatuur en bewaartermijn is met betrekking tot de blauwverkleuring. Gebleken is dat tijdens droge bewaring of bewaring in water gedurende 1-7 dagen in het temperatuurtraject 2-8 °C, geen blauwverkleuring optrad.

In tabel 6.3 zijn de uitbloeipercentages van twee cultivars Nerine bowdenii, van partijen in de kas en buiten geteeld, vermeld. De percentages zijn de gemiddelden van twee proeven.

Uit deze tabel blijkt dat een weekendbewaring (3 dagen) voor Nerine bowdenii mogelijk is. De bewaring kan droog of in water geschieden; de optimale temperatuur is 4 °C.

Van Allium giganteum en Eremurus is bekend dat alleen bewaring op water mogelijk is. De maximale bewaarperiode voor Allium is 2-4 weken, voor Eremurus 2 weken (Kalkman, 1985).



Tabel 6.3. Uitbloeipercentage van *Nerine bowdenii*, na zowel droge bewaring (a) als bewaring op water (b) (Naar: Slootman en Staden, 1982)

a. bewaring droog					
temperatuur (°C) bewaartermijn (dagen)	2	4	6	8	gemiddeld
1	96	96	98	96	96
2	94	95	91	93	93
3	93	94	95	85	92
5	91	89	88	70	84
7	76	82	66	69	73
gemiddeld	90	91	88	82	88
b. bewaring in water					
temperatuur (°C) bewaartermijn (dagen)	2	4	6	8	gemiddeld
1	93	97	95	94	95
2	91	97	96	92	94
3	89	90	88	88	89
5	81	83	81	79	81
7	81	80	79	76	79
gemiddeld	87	89	88	86	87

### 6.1.3. Bewaring in een natte koelcel

Zoals eerder gesteld is, is het om uitdroging tegen te gaan belangrijk dat de relatieve vochtigheid niet te laag wordt. Een systeem met een extreem hoge, maar constante relatieve luchtvochtigheid is de zogenaamde natte koeling.

In natte koelcellen wordt het vocht daarvoor geleverd door het systeem, en niet door het produkt. Door het constante klimaat zal minder snel condens optreden dan in een conventionele koelcel; theoretisch zal daardoor de mate van *Botrytis*aantasting wat geringer moeten zijn dan in een 'normale' koelcel. Onder praktijkomstandigheden is dit echter nooit aangetoond.

Het voordeel van een natte koelcel kan zijn dat bij droge bewaring gedurende wat langere tijd een minder groot gewichtsverlies optreedt. Tabel 6.4 illustreert dit.

Tabel 6.4. Gewichtsverlies in procenten tijdens drie dagen droge bewaring in een drietal klimaten. Per bloemsoort gemiddelden van 2-3 cultivars (Naar: Harkema en Beekhuizen, 1984)

	1 °C/99% rv	1 °C/90% rv	4 °C/90% rv
fresia	3,3	8,1	6,8
iris	4,1	12,5	10,6
narcis	0,9	1,1	—
tulp	2,0	7,9	9,3
roos	5,3	13,4	7,8

Nu is het de vraag of de verschillen in gewichtsverlies na de bewaring invloed hebben op de kwaliteit van de bloemen tijdens de afzetweg en het vaasleven. Vaak is gebleken dat de conditie op het moment van aanbidding op de veiling van bloemen

uit de natte koelcel iets beter is dan van bloemen uit de conventionele koelcel. Met name na een wat langere bewaring is dit het geval.

Vooraf tulpen die droog bewaard zijn, zijn nog in redelijke conditie na een verblijf in de natte koelcel, terwijl ze na een verblijf in een iets minder gunstig klimaat soms iets slap zijn. Soms worden verschillen ten gunste van bewaring in een natte koelcel tijdens de verdere afzetweg genivelleerd. Er zijn ook voorbeelden waarin juist het omgekeerde het geval is. Vergroting van de verschillen die reeds ontstaan zijn door verschillende bewaarklimaten kan gebeuren door verdere uitdroging gedurende de afzetweg teler-consument, wanneer de bloemen na de bewaring in een conventionele koelcel niet eerst de gelegenheid krijgen zich in water te herstellen. Het kan dan voorkomen dat het punt van irreversibele uitdroging overschreden wordt, zodat in een later stadium (volledig) herstel door in water plaatsen niet meer mogelijk is.

Het aanvankelijke voordeel van een natte koelcel kan genivelleerd worden wanneer na de bewaring een herstelperiode in water plaatsvindt, of wanneer de bloemen in een andere schakel in de afzetketen in water geplaatst worden, voordat ze te ver zijn uitgedroogd.

#### 6.1.4. CA-bewaring

Zoals al is beschreven kan door wijziging in de normale  $O_2$ - en  $CO_2$ -gehalten van de lucht theoretisch de ademhalingsnelheid, en daarmee de veroudering worden vertraagd.

De toepassing van dit principe is echter niet zo eenvoudig. Dit komt omdat elke snijbloemsoort, zelfs binnen de soort elke cultivar, zijn eigen optimale  $O_2$ - $CO_2$ -combinatie kan hebben. Ook de temperatuur en de bewaarduur spelen een rol. Vooral met betrekking tot de  $CO_2$ -concentratie is de bewaarduur van belang. Een bepaalde  $CO_2$ -concentratie kan gedurende enkele dagen positief zijn, terwijl na langdurige bewaring schade kan optreden (Carow, 1981; Halevy en Mayak, 1981; Hardenburg e.a., 1967; Nichols, 1971; Harkema, 1984). Voor anthurium is met succes CA-bewaring beproefd. Een week bewaring bij 2%  $O_2$  (zonder  $CO_2$ ) bij 13 °C en bij 24-25 °C gaf goede resultaten (Akamine en Goo, 1981). Voor bloemsoorten die niet bij lage temperaturen bewaard kunnen worden, zou CA-bewaring dus een uitkomst kunnen zijn.

Voor narcis zijn de meningen eensluidend: bewaring in (bijna) 100% stikstof geeft goede resultaten in vergelijking met een 'normale' gekoelde bewaring. Bij 100% stikstof zijn de hoeveelheden  $O_2$  en  $CO_2$  natuurlijk zeer gering. Stikstof is alleen een hulpmiddel om deze lage gehalten aan  $O_2$  en  $CO_2$  te realiseren.

Een en ander wordt gedemonstreerd in tabel 6.5.

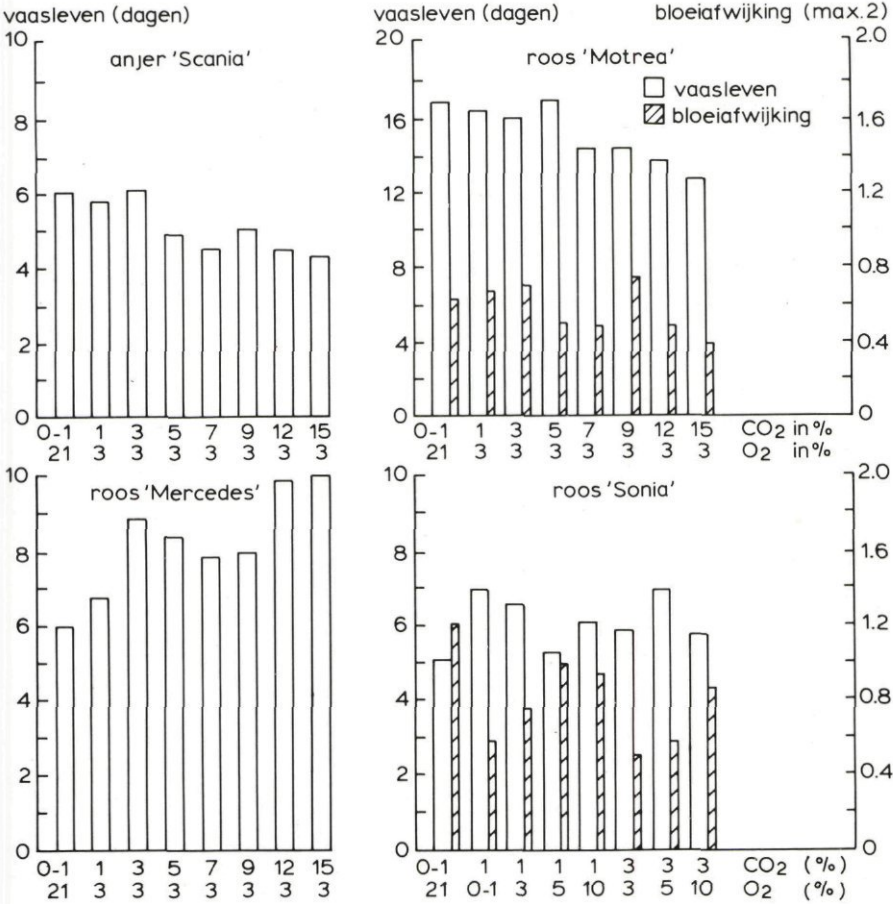
Uit de tabel blijkt dat bewaring altijd een grote negatieve invloed op de kwaliteit heeft. Na statistische verwerking bleek in dit geval geen verschil aanwezig te zijn tussen de resultaten bij de verschillende lichtsamenstellingen, behalve de samenstelling 0-1%  $O_2$ -1%  $CO_2$ ; deze was beter dan de rest.

Dat de optimale  $CO_2$ - $O_2$  verhoudingen voor verschillende produktsoorten en zelfs voor verschillende cultivars niet overeenstemmen, blijkt uit figuur 6.7. Deze figuur toont de resultaten van een bewaring gedurende 2 weken.

Voor roos 'Sonia' lijkt bijna 100% stikstof relatief weinig bloeifwijking te veroorzaken bij een redelijk vaasleven. Voor 'Motrea' lijkt bij 3%  $O_2$  variatie in  $CO_2$ -gehalte geen voordeel op te leveren; 7%  $CO_2$  of meer verkort het vaasleven, terwijl tevens minder bloemen volledig uitbloeien. Hetzelfde geldt voor de anjer 'Scania'. Voor roos 'Mercedes' daarentegen lijkt een hoge  $CO_2$ -concentratie zelfs gunstig te zijn, hoewel de meeste bloemen niet tot volledige ontwikkeling komen.

Tabel 6.5. Aantal dagen dat de bloem op de vaas in goede conditie bleef na 14 dagen bewaring onder CA-omstandigheden, gevolgd door 1 dag afzetsimulatie (Harkema, 1984)

luchtsamenstelling		aantal dagen conditie 'goed'
% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>	
0-1	1	2,2
3	1	2,0
3	3	1,9
5	1	1,9
5	3	1,9
10	1	1,8
10	3	1,8
21	0-1	1,7
niet bewaard, wel afzetsimulatie		4,3
niet bewaard, geen afzetsimulatie		5,9



Figuur 6.7  
Vaasleven en bloeiafwijking van verschillende snijbloemen, die gedurende 14 dagen bewaard zijn bij verschillende luchtsamenstellingen en 1 °C, 95% r.v. (naar: Harkema, 1984)

Ook is getracht d.m.v. een transportsimulatie in een stikstofcontainer informatie te krijgen over de kans van slagen van een scheepstransport snijbloemen naar veraf gelegen markten, zoals de Verenigde Staten. Daartoe werd een aantal snijbloemsoorten gedurende 12 à 13 dagen droog opgeslagen in een zogenaamde nitrocontainer, een container waar door middel van stikstofinspuiting de luchtsamenstelling gewijzigd wordt. De concentraties zuurstof en koolzuur bedroegen respectievelijk 3 en 0%.

- Er werd een vergelijking gemaakt met eenzelfde transportsimulatie onder dezelfde omstandigheden in een 'normale' koelcontainer (in beide containers was de temperatuur 1 °C) en met een luchttransportsimulatie (2 dagen droge opslag bij 15 °C). Hierna volgde voor alle transporten een afzetsimulatie van 3 dagen, waarvan de laatste dag op water. Later is gebleken dat de relatieve luchtvochtigheid in de stikstofcontainer lager is geweest dan in de koelcontainer. Het gevolg hiervan was dat de bloemen uit de stikstofcontainer meer uitgedroogd waren dan die uit de koelcontainer; direct na de bewaring was er een duidelijk verschil ten voordele van het produkt uit de koelcontainer.

In tabel 6.6 wordt een beeld gegeven van de resultaten van deze proef.

Tabel 6.6. Vaasleven van op verschillende manieren getransporteerde bloemen

bloemsoort	vaasleven in dagen		
	luchttransport	stikstofcontainer	koelcontainer
anjer	17	17	16
trosanjer	22	22	20
chrysan	17	10	11
fresia	6	0	0
gerbera	7	12	15
lelie	9	5	5
iris	2	3	3
roos	10	12	12

Alle bloemen, behalve chrysan en gerbera, werden voorbehandeld met zilverthio-sulfaat (anjer, trosanjer, lelie, fresia) of een mengsel van suiker en groeiregulatoren (roos en iris). De cijfers zijn gemiddelden van twee cultivars.

Zoals uit de tabel blijkt zijn er na de afzetsimulatie geen grote verschillen meer in vaasleven tussen nitrocontainer en koelcontainer. Blijkbaar hebben de meeste bloemen het watertekort weer aan kunnen vullen tijdens de afzetsimulatie. De meeste bloemsoorten bleken aangetast te zijn door *Botrytis cinerea*. Andere gebreken waren misvormde knoppen (lelie), slap blad (chrysan), steelknik (gerbera) en bloeiafwijking. Dit laatste kwam voor bij roos cv. Motrea uit de beide containers. Zie ook tabel 6.7.

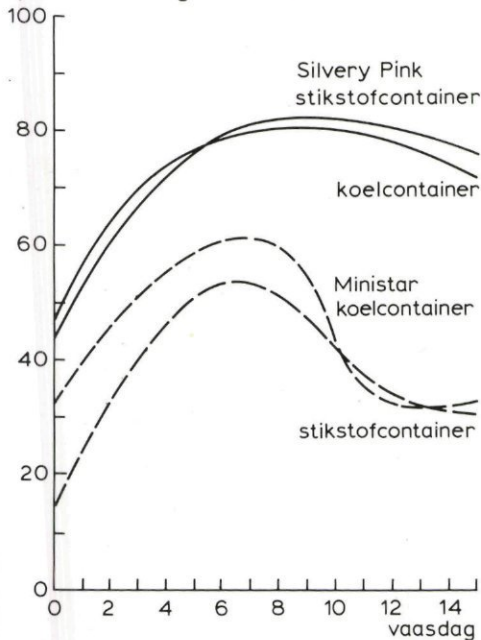
Voor trosanjers werd nagegaan of de luchtsamenstelling invloed heeft op het bloei-verloop tijdens de consumentenfase. Zoals uit figuur 6.8 blijkt was dit slechts ten dele het geval. Alleen cv. 'Ministar' vertoonde na bewaring in de stikstofcontainer wat minder open bloemen maar van een langer vaasleven in de stikstofcontainer open komen van vertraagde knoppen was geen sprake. Waarschijnlijk is dit het gevolg geweest van te sterke indroging tijdens het transport.

Tabel 6.7. Produktbeoordeling op enkele kenmerken na transport en groothandelsfase

produkt		stikstofcontainer		koelcontainer	
		slap*	Botrytis	slap*	Botrytis
Anjer	Scania	+	-	-	-
	Le Reve	-	+	-	-
Trosanjer	Ministar	++	-	-	-
	Silvery Pink	-	-	-	-
Chrysanth	Spider	++	+	-	+
	Dramatic	+++	-	-	-
Fresia	Ballerina	+	+	-	-
	Oberon	+	-	-	-
Gerbera	Veronica	+	-	-	+
	Delphi	++	-	-	-
Lelie	Enchantment	+++	-	-	-
	Esther	+++	-	-	-
Iris	Prof. Blaauw	-	-	-	+
	Ideal	-	+	-	+
Roos	Motrea	-	-	-	+
	Mercedes	++	-	-	-

\* - = niet slap, +++ = zeer slap \*\* - = geen Botrytisaantasting, + = wel Botrytisaantasting.

open bloemen in goede conditie (%)



Figuur 6.8

Het bloeiverloop van trosanjer na 12,5 dagen droge bewaring bij 1 °C in een stikstofcontainer en in een koelcontainer. De bloemen zijn voorbehandeld met zilverthiosulfaat

Een andere vorm van CA-bewaring is de bewaring onder verlaagde druk, de hypobarische bewaring.

In dit geval wordt er door drukverlaging voor gezorgd dat nog slechts geringe hoeveelheden van alle luchtcomponenten aanwezig zijn, dus ook minder zuurstof en minder ethyleen. Uit de buitenlandse literatuur zijn goede resultaten met deze vorm van bewaren bekend. Zo bleek het mogelijk om anjers 6-8 weken lang te bewaren onder hypobarische omstandigheden, waarna nog een bevredigende uitbloei volgde (Bangerth, 1973). Ook bleek het mogelijk om met behulp van voorbehandelingen en fungiciden vóór de bewaring en knopmiddelen erna, anjers tot zelfs 24 weken te bewaren (Goszczyńska en Rudnicki, 1982). Het was mogelijk roos 'Baccara' 6 weken op te slaan (Bangerth, 1973). Roos 'Belinda' had na 3-4 weken hypobarische bewaring nog een vaasleven van een week, waarbij genoteerd moet worden dat de uitbloei plaatsvond op Chrysal (Bredmose, 1979). Met behulp van voorbehandelingen en snijbloemenvoedsel en zonder afzetsimulatie was het mogelijk om roos 'Mercedes', 'Sonia' en 'Belinda' 6 weken te bewaren zodat toch noch 6-7 dagen vaasleven overbleef; 6 weken bewaring bij normale druk leverde een vaasleven op van 1 dag ('Belinda') tot 5,5 dag ('Mercedes'). 'Mercedes' vertoonde na een maand opslag bladshade, Sonia blauwverkleuring (Bredmose, 1980).

In een onderzoek op het Sprenger Instituut (Van Nieuwenhuizen e.a., 1982), is van het standpunt uitgegaan dat hypobarische bewaring een rol zou kunnen gaan spelen bij transport over grote afstanden. Daartoe werden bloemen bij 0-1 °C bewaard bij 10 mm Hg en als referentie in een normale koelcontainer gedurende de tijd die nodig is voor een zeetransport naar de VS, namelijk 12-13 dagen. Hulpmiddelen als voorbehandelingen of snijbloemenvoedsels werden achterwege gelaten. Na de bewaring werd nog een simulatie van de verdere afzetweg gevolgd.

Tabel 6.8 geeft een overzicht van de resultaten.

Tabel 6.8. Vaasleven van op verschillende manieren getransporteerde bloemen (van Nieuwenhuizen e.a., 1982)

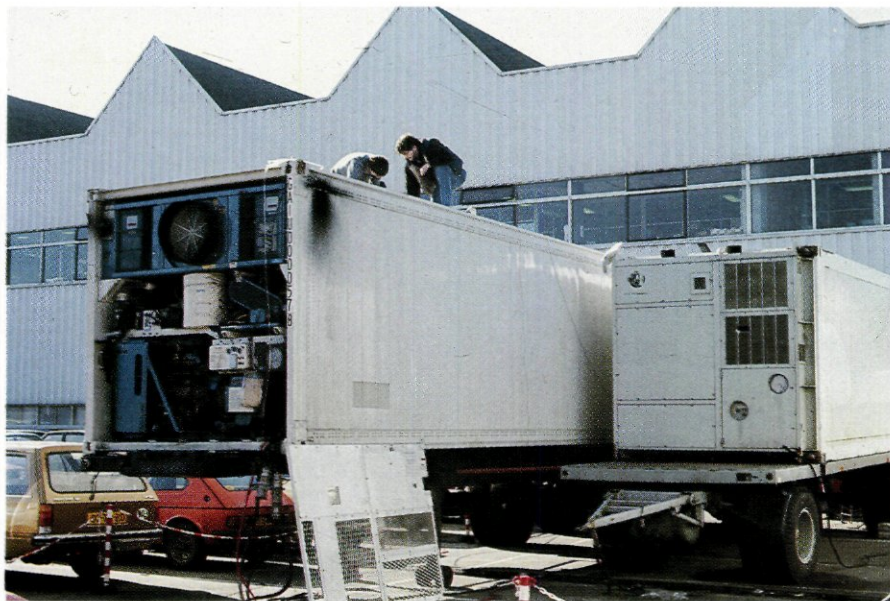
bloemsoort	vaasleven in dagen			
	alleen afzetsimulatie	luchtransport	hypobarisch transport	koeltransport
anjers	8	7	8	8
trosanjers	12	11	11	12
chrysaant	> 21	> 21	ca. 21	> 21
fresia	8	7	4	0
gerbera	13	11	7	9
iris	3	2	3	3
lelie	10	10	11	11
narcis	4	3	4	3
roos	14	13	14	14
tulp	5	5	5	5

Het gewichtsverlies tijdens de bewaring bleek ook nu een rol te spelen; bloemen uit de hypobarische container hadden meer water verdampt dan bloemen uit de koelcontainer. Wel bleek dat het theoretische voordeel van de hypobarische container, namelijk de minder snelle knopontwikkeling, waarneembaar was; van de meeste bloemsoorten waren de knoppen uit de hypobarische container, vooral na de afzetsimulatie, minder ver ontwikkeld dan die uit de koelcontainer. Bij de anjers was er

geen verschil in knopontwikkeling. Wel was het vaasleven van de anjers uit de hypobarische container iets langer dan dat van die uit de koelcontainer. Ook de hypobarisch bewaarde fresia's hadden een langer vaasleven, maar duidelijk korter dan de bloemen uit het luchttransport.

Bij de andere soorten bleek het resultaat van de hypobarische bewaring minder goed te zijn. Dit was zowel aan de lengte als aan de kwaliteit van het vaasleven merkbaar. Bij de chrysaant 'Horim' kwamen necrotische vlekken voor op het blad van de bloemen uit de hypobarische container. Vooral bij bloemen uit de hypobarische container kwamen gebreken naar voren: knopmisvorming bij fresia, lelie, roos en tulp, zwarte bloembodems bij de kleinbloemige rozen, en steel- en nekknik bij gerbera. Dit laatste kwam ook voor bij gerbera uit de koelcontainer, evenals zwarte nekken bij grootbloemige roos en bloem en knopverdroging bij tulp en fresia. Veel bloemen uit beide containers waren aangetast door *Botrytis cinerea*.

De verwachting is dat voorlopig de voordelen van goede voor- en nabehandelingen groter zijn dan de eventuele voordelen van hypobarische omstandigheden tijdens bewaring en transport.



De hypobarische container (links) lijkt vooralsnog geen grote voordelen te hebben boven de gewone koelcontainer (rechts), mits de bloemen zijn voorbehandeld

## 6.2. Technische aspecten bij de bewaring van snijbloemen

In paragraaf 6.1. is al aan de orde geweest dat verlaging van de temperatuur in hoge mate bijdraagt aan kwaliteitsbehoud van snijbloemen tijdens de distributie. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van technieken die voor dat doel worden aangewend. Allereerst wordt de opbouw en werking van een koelmachine behandeld. Dan volgen beschrijvingen van een zogenaamde natte koelmachine, waarbij

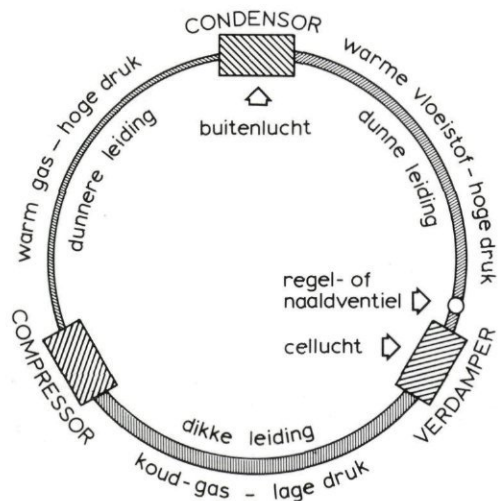
water als koelmedium en bevochtiger van cellucht werkt, en van een glycolkoelin-  
stallatie.

Als laatste gaan we in op voorkoelen en voorkoelsystemen.

### 6.2.1. De mechanische koelininstallatie

In een mechanische koelininstallatie is sprake van een kringproces waarbij een vloeistof met een laag kookpunt op een laag drukniveau verandert van vloeistof naar gas en op een hoog drukniveau weer terug naar vloeistof.

Het kringproces is schematisch in onderstaande figuur weergegeven.



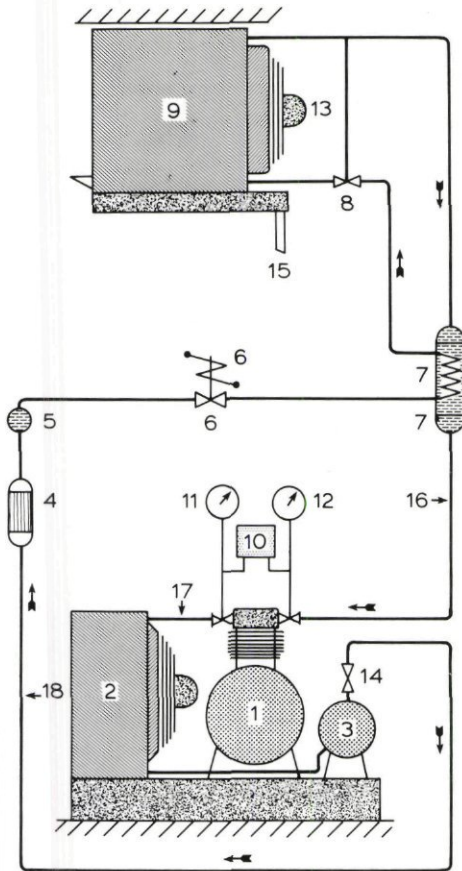
Figuur 6.9  
Kringproces van een mechanische koelininstallatie

In deze figuur zijn de hoofdcomponenten van een koelmachine aangegeven, namelijk:

- verdamper
- compressor
- condensor
- regelventiel.

Het verdampen van de laagkokende vloeistof (het koudemiddel), bijvoorbeeld een halogeenkoolwaterstof of ammoniak, vindt plaats in de luchtkoeler. De hiervoor benodigde warmte wordt onttrokken aan de lucht van de te koelen ruimte. Het ontstane koude gas met een lage druk wordt aangezogen door de compressor die het gas samenperst, waardoor warm gas met een hoge druk ontstaat. Daarna komt dit warme gas met hoge druk in de condensor en condenseert van gas naar vloeistof. De vrijkomende condensatiewarmte wordt overgedragen aan of koelwater of buitenlucht, afhankelijk van het type condensor dat wordt toegepast. De warme vloeistof onder hoge druk wordt dan via het regelventiel weer ingespoten in de luchtkoeler. Een gebruikelijke universele koelininstallatie bij de opslag van snijbloemen is in figuur 6.10 geschetst.





Verklaring van de cijfers in de figuur:

1. compressor
2. luchtgekoelde condensor
3. vloeistofvat
4. filter/droger
5. kijkglas voor vloeistofcontrole
6. magneetklep
7. warmtewisselaar
8. thermostatisch expansieventiel
9. luchtkoeler
10. hoge- en lagedrukthermostaat
11. persdrukmeter
12. zuigdrukmeter
13. ventilator(en)
14. afsluiter
15. lekwaterafvoer

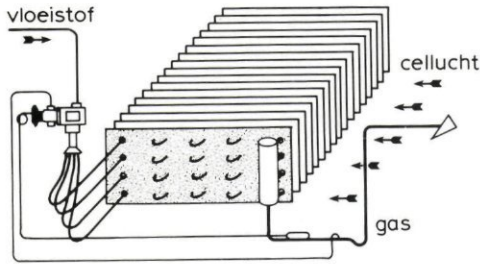
Figuur 6.10  
Koelinstallatie met luchtgekoelde condensor.

Bij dit type installatie bevindt de luchtkoeler (nr. 9), zich in de koelcel, terwijl het compressor/condensor gedeelte buiten de cel geplaatst wordt.

#### De luchtkoeler

Luchtkoelers zijn meestal vervaardigd van koperen pijpenbundels, maar ook andere materialen komen voor. Om een voldoende warmte-uitwisselend oppervlak te verkrijgen wordt loodrecht op de pijpenbundels een groot aantal lamellen vastgezet. Koelcellucht wordt met behulp van verdamperventilatoren door dit platensysteem geblazen. Deze ventilatoren zorgen voor een goede warmteoverdracht (geforceerde luchtstroom met veel wervelingen) in de luchtkoeler en tevens voor een gelijkmatige temperatuurverdeling in de cel. In figuur 6.11 is een luchtkoeler getekend.

De hoeveelheid warmte die per tijdseenheid kan worden overgedragen noemt men het koelvermogen (uitgedrukt in kW) van de luchtkoeler.



Figuur 6.11  
Luchtkoeler met expansieventiel (bron: Danfoss; automatisering van commerciële koelinstallaties, 1977)

De keuze van een luchtkoeler kan door meerdere factoren worden beïnvloed. Enkele belangrijke factoren zijn:

- wel of geen ontdooiing;
- relatieve vochtigheidseisen in de koelcel;
- koelvermogen.

#### Ontdooiing

Als de celtemperatuur in de buurt van  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  gehandhaafd moet worden, wordt een ontdooisysteem aan de luchtkoeler gekoppeld om dichtvriezen als gevolg van rijpvorming te voorkomen.

Er zijn vier methoden te onderscheiden namelijk met water, elektrisch, met persgas (oververhitting, omkering cyclus) en met cellucht.

Bij de eerste drie methoden worden de ventilatoren uitgeschakeld zodat inbreng van warmte in de koelcel zoveel mogelijk vermeden wordt. Bij de laatste methode – de goedkoopste oplossing – kan dit niet. Enkele eigenschappen van genoemde systemen zijn:

- Waterontdooiing:  
bevriezingsgevaar van de watertoevoerleiding en hoog waterverbruik.
- Elektrische ontdooiing:  
eenvoudig systeem met een hoog energieverbruik.
- Persgasontdooiing:  
uitgebreid systeem, daardoor kans op storingen; echter ook zeer korte ontdooitijd en lager energieverbruik.
- Ventilatorontdooiing:  
alleen mogelijk bij celtemperaturen boven  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Bij bewaartemperaturen boven  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  is een ontdooi-installatie niet nodig.

#### Relatieve-vochtigheidseisen

De drijvende kracht voor warmteuitwisseling is het temperatuurverschil tussen lucht en koudemiddel in de luchtkoeler, afgekort t.v.

Een voor de hand liggende keuze om door een groot temperatuurverschil een hoge capaciteit te bereiken met een relatief kleine luchtkoeler wordt beperkt door het feit dat een luchtkoeler als een ontvochtiger werkt. Uitdroging van snijbloemen is nadelig voor de houdbaarheid, zodat gestreefd moet worden naar een hoge relatieve vochtigheid in de koelcel. Bij onvoldoende luchtbeweging en hoge vochtigheid kan echter gemakkelijk condens optreden. In verband met het daarbij behorende schim-

melgevaar (*Botrytis*) moet de samenhang tussen luchtbeweging, verpakking, vochtigheid en indroging scherp in de gaten worden gehouden.

In een luchtkoeler overschrijdt de afkoelende vochtige lucht reeds bij geringe temperatuuurdaling de maximale waterdampspanning met als gevolg condensatie van vocht op de koeler. Afhankelijk van de oppervlaktetemperatuur van de verdampers geschiedt dit in de vorm van ijs of van water. Hoe kleiner het temperatuurverschil des te hoger de relatieve vochtigheid in de cel. Dit wordt bereikt door een luchtkoeler met een groot oppervlak te kiezen, waardoor bij een klein temperatuurverschil toch voldoende koelvermogen geleverd wordt.

Het koelvermogen kan echter niet ongelimiteerd groot gekozen worden. In de eerste plaats uit kostenoverwegingen, maar ook omdat bij geringe koudebehoefte regelproblemen optreden. In de praktijk wordt gewerkt met een t.v. van 5-7 K. Met dergelijke installaties wordt een relatieve vochtigheid van maximaal 92% bereikt.

### Koelvermogen

De stationaire koellast wordt bepaald door het oppervlak van de koelcel en de isolatie van wanden, plafond en vloer. Dit vormt de basislast.

De gewenste afkoelsnelheid van warm produkt bepaalt het maximale vermogen van de koeler. Voor afvoer van zogenaamde 'veldwarmte' in korte tijd is echter veel meer koelvermogen vereist dan voor afvoer van warmte bij verder stationaire omstandigheden, waarbij de warmte afkomstig is van verlichting, instraling (isolatie!), ontdooiing, warmteproductie, luchtverversing en ventilatoren. In feite moet iedere situatie apart worden beoordeeld en berekend om teleurstellingen te voorkomen.

Vuistregels daarbij zijn (Damen, 1979):

I. Afkoelen en bewaren:	vloerooppervlak koelcel	koelvermogen per m <sup>3</sup> celinhoud
	< 30 m <sup>2</sup>	100 W/m <sup>3</sup>
	> 30 m <sup>2</sup>	80 W/m <sup>3</sup>
II. Alleen bewaren:	—	35 W/m <sup>3</sup>

Tijdens het afkoelen wordt een wat groter temperatuurverschil toegestaan om met een kleine luchtkoeler toch een hoge capaciteit te halen. De extra indroging kan worden toegestaan, mits de afkoelperiode niet langer dan enkele uren in beslag neemt. Het verlagen van het koelvermogen na de afkoelperiode is mogelijk door bijvoorbeeld toerenregeling, door aan/uit schakelen van de compressor of door gedeeltelijk uitschakelen van de compressoren. Ook andere oplossingen zijn mogelijk maar blijven onbehandeld omdat deze bij snijbloemenopslag weinig worden toegepast.

### *De compressor*

De compressor van de koelinstallatie zuigt koud gas uit de koeler en perst het samen. Hierdoor ontstaat gas met een hoge druk en een hoge temperatuur.

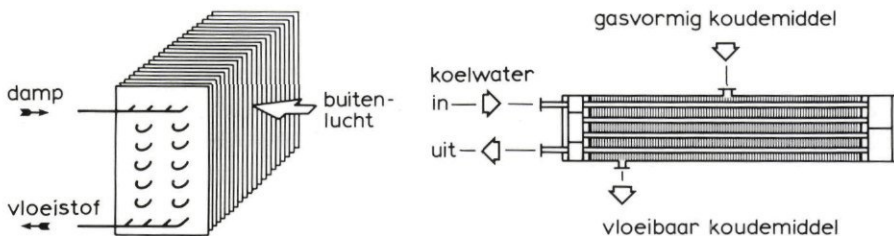
Er zijn 3 typen zuigercompressoren, namelijk de hermetisch gesloten, de semi-hermetisch gesloten en de open compressor. Bij de eerste 2 types zijn de elektromotor, de aandrijving en het cilindergedeelte in een huis ondergebracht. Een hermetisch gesloten compressor heeft een dichtgelast huis; bij een semi-hermetisch gesloten compressor is het huis nog demontabel. Een open compressor wordt aangedreven met een losstaande elektromotor door middel van een V-snaaraandrijving.

Het compressorvermogen dient maximaal gelijk aan of iets kleiner te zijn dan het koelvermogen. Bij de vaststelling van het compressorvermogen is zowel de ver-

dampings- als de condensatietemperatuur van belang. De condensatietemperatuur moet bij voorkeur zo laag mogelijk zijn voor een groot vermogen. Maar voor een goede werking van een koelinstallatie dient de condensordruk voldoende hoog te zijn (ca. 6 bar). Met de druk stijgt de condensatietemperatuur tot ca. 30-40 °C en neemt de capaciteit van de koelmachine af.

### De condensor

In een condensor wordt heet gas afkomstig van de compressor neergeslagen als vloeistof. Allereerst koelt de oververhitte damp af tot condensatietemperatuur. Na te zijn gecondenseerd wordt de vloeistof onderkoeld. In figuur 6.12 wordt de werking van een luchtgekoelde en een watergekoelde condensor geïllustreerd. Zoals uit deze figuur blijkt komt de opbouw van een luchtgekoelde condensor vrijwel overeen met de constructie van een luchtkoeler.



Figuur 6.12

Schematische voorstelling van een luchtgekoelde (links) en een watergekoelde condensor

In de condensor moet de aan de koelcel onttrokken warmte plus de aan de compressor toegevoerde energie overgedragen worden aan buitenlucht of aan koelwater. Het condensorvermogen is daarom ca. 130% groter dan het koelvermogen.

Voor een goede werking van de gehele koelinstallatie moet gestreefd worden naar een constante condensatiedruk. Dan spuit het regelventiel bij een bepaalde stand steeds dezelfde hoeveelheid koelmiddel in de verdampers. Bij een constante druk hoort een constante temperatuur. Als bij een luchtgekoelde condensor de buiten temperatuur daalt en er meer warmte per tijdseenheid wordt afgevoerd kan de druk te laag worden. Om dit te voorkomen staan enkele verschillende regelmogelijkheden ter beschikking:

- afschakelen van een gedeelte van de condensorventilatoren. Een eenvoudige oplossing, tevens energiezuinig;
- toerentalregeling van de ventilatoren;
- gedeeltelijk afschermen van de koude-luchttoevoer;
- condensordrukregeling waarbij zich vloeistof in de condensor ophoopt en zodoende het warmte-uitwisselend oppervlak verkleint en de druk op peil blijft;
- verstelling van de ventilatorschoepen.

Bij een watergekoelde condensor regelt men, om de druk constant te houden, de hoeveelheid water door de condensor met behulp van een waterdrukregelaar. Voor een watergekoelde condensor wordt een condensatietemperatuur van 25 °C en voor een luchtgekoelde condensor van 40 °C aangehouden.

### Het regelventiel (thermostatisch expansieventiel)

Het regelventiel zorgt voor het nodige drukverschil tussen luchtkoeler en condensor door meer of minder vloeistof door te laten naar de luchtkoeler. De vloeistof komt in de luchtkoeler terecht waarin een lage druk heerst door de pompwerking van de

compressor. Bij deze druk verdampt het koudemiddel, waardoor de temperatuur daalt tot de verdampingstemperatuur.

De hoeveelheid vloeistof die door het ventiel in de verdamper gespoten wordt hangt af van de warmtebelasting. Is deze hoog zoals bij afkoelen het geval is, dan zorgt de thermostatische werking voor een grotere koudemiddelstroom. Als de temperatuur daalt dan vermindert de vloeistoftoevoer weer. Het regelventiel zorgt er dus voor dat de uittredetemperatuur van het koudemiddel constant blijft ondanks verschillen in koudebehoefte. Het ventiel wordt geregeld aan de hand van een voeler op de zuigleiding. De positie van de voeler is zeer kritisch om een juist functioneren van het ventiel te verkrijgen. Ook moet voorkomen worden dat er vloeistof in de compressor komt. Deze kan door vloeistof ernstig beschadigd worden. Daarom is een goede instelling van het thermostatisch expansieventiel een voorwaarde voor een goede en veilige werking van de gehele koelinstallatie.

### *Temperatuurregeling*

De temperatuurregeling in de koelcel geschiedt met behulp van een thermostaat (temperatuurgevoelige schakelaar). Het koelvermogen wordt door deze schakelaar terug- of uitgeschakeld als de koellucht op de plaats van de thermostaat voldoende koud is. Het is dus duidelijk dat de voeler van de thermostaat op een gunstige plaats in de koelcel moet worden aangebracht om geen verschil in gewenste en bereikte temperatuur te krijgen. In het algemeen wordt de voeler in de retourlucht naar de luchtkoeler geplaatst; dit is gunstig voor de koelinstallatie maar minder gunstig voor een gelijkmatig klimaat.

Het is gebruikelijk een verschil van 0,5-1 K tussen in- en uitschakelwaarde toe te passen. Deze waarde heet differentie en is vaak instelbaar. Bij een kleine differentie treedt het regelmechanisme vaak in werking gedurende kortere perioden. Bij een wat groter ingestelde differentie zijn de perioden langer. Bij snijbloemenopslag is een grote temperatuurdifferentie ongewenst in verband met mogelijke condensvorming (Botrytis). Het is echter niet alleen de temperatuurdifferentie maar ook de luchtbeweging en de ventilatie met buitenlucht (bijvoorbeeld door veelvuldig openen van de deur) die condensvorming in de hand werken.

Een extra thermostaat met een vaste afstelling dient als veiligheid tegen te lage temperaturen.

### *Hulpapparatuur*

Behalve de behandelde hoofdcomponenten van een koelinstallatie komen een aantal hulpapparaten vrijwel altijd voor. In figuur 6.10 zijn deze aangegeven. In het bestek van dit boek zal op deze onderdelen niet verder ingegaan worden.

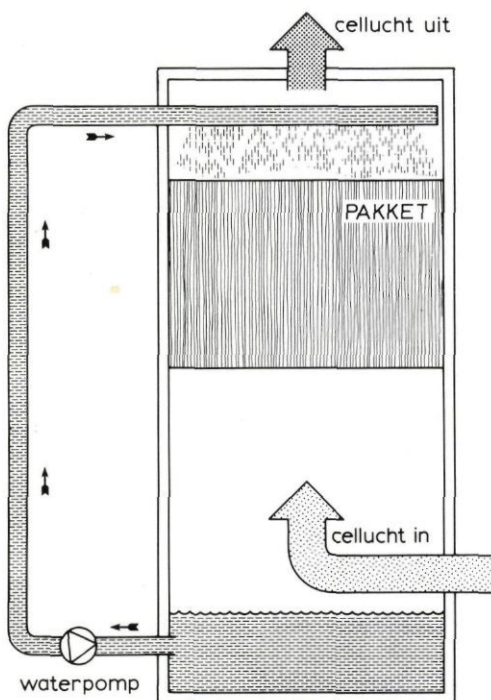
### *Levering en installering*

Om te komen tot een verantwoorde keuze voor een koelinstallatie, geschikt voor snijbloemen, kan een koper sinds november 1984 gebruik maken van het Aliak-systeem. Met deze Algemene Leverings- en Installatievoorwaarden Agrarische Koelinstallaties kan de koper zijn technische wensen vastleggen door een formulier met een programma van eisen in te vullen. De leverancier verplicht zich zijn aanbieding te baseren op de gegevens die in dit programma van eisen zijn opgenomen. Het grote voordeel van dit systeem is dat de koper een zekere rechtsbescherming geniet en dat offertes van verschillende bedrijven vergeleken kunnen worden.

#### *6.2.2. Het natte koelsysteem*

Een variant van de mechanische koelinstallatie is het zogenaamde natte koelsys-

teem. Het kenmerk van dit systeem is dat koelcellucht tegelijkertijd wordt gekoeld en bevochtigd. In figuur 6.13 is de werking van een natte koelinstallatie schematisch weergegeven.



Figuur 6.13  
Het principe van een „natte luchtkoeler”

Zoals de figuur toont sproeien koud water over een pakket met een zeer groot inwendig oppervlak, dat zorgt voor intensief contact tussen het water en de cellucht. Het water koelt de circulerende lucht en bevochtigt deze tot het verzadigingspunt bij de bereikte temperatuur, dat wil zeggen een relatieve vochtigheid (r.v.) van 100%. Smeltend ijs koelt het water waardoor een zeer constante temperatuur van het water en van de uitgaande lucht bereikt wordt. Natte koelers zijn bij uitstek geschikt om afkoelprocessen mee uit te voeren omdat voor de veldwarmteafvoer grote koelvermogens (met een gering temperatuurverschil tussen water en lucht) benut kunnen worden. Ongewenste ontdooicycli komen niet voor en piekbelastingen voor de koelmachine kunnen door koudebuffering vermeden worden. De energiekosten van natte koelsystemen kunnen daarom beperkt blijven ten opzichte van conventionele systemen met vergelijkbare eigenschappen. Het schakelen van de koelmachine heeft geen effect op de luchttemperatuur. Bevriezing van product kan niet plaatsvinden.

Een veelgebruikt natte-koelsysteem is dat waarbij het water in de koeler zelf gekoeld wordt. De benaming is dan ook natte koeler met 'integraal' koelsysteem. Water wordt hier door sproeiers in de koeler gebracht. Direct onder de sproeiers is een pijpenbundel geplaatst, waarin directe verdamping van een koelmiddel (freon, ammoniak e.d.) plaatsvindt. Daardoor koelen de pijpen af tot bijvoorbeeld  $-6^{\circ}\text{C}$  met

als gevolg dat een gedeelte van het water erop vastvriest en op deze wijze een ijslaag opbouwt. De koelmachine wordt automatisch uitgeschakeld als de ijslaag voldoende dik is. Vervolgens smelt de ijslaag af tijdens het koelproces totdat een meter die de ijslaagdikte bepaalt de koelmachine weer inschakelt. Bij dit integrale systeem kan een beperkte koudevoorraad worden opgebouwd. Men moet wel voorkomen dat de circulatielucht geblokkeerd wordt door een te dikke ijslaag.

Een grote koude buffering bereikt men door het koelwater elders in een centrale te koelen. Met behulp van ijsbanksystemen of grote waterreservoirs kan een grote koudevoorraad worden opgebouwd met een beperkt koelvermogen. Deze koudevoorraad die gedurende een lange periode wordt opgebouwd kan gebruikt worden bij afkoelprocessen. Vooral als de afkoeltijd beperkt is, heeft men extreem veel koelvermogen nodig. Het voordeel is dat meerdere koelers op één waterreservoir kunnen worden aangesloten. Door middel van pompen kunnen de waterstromen naar de koelers geregeld worden afhankelijk van de koudebehoefte ter plaatse. Het vermogen wordt bepaald door de capaciteit van het contactbed, de pomp, weerstand van de sproeiers en leidingdiameters.

Als lucht en water in verticale en tegengestelde richting door het contactbed stromen spreken we van een tegenstroomkoeler. Ook is het mogelijk de lucht in horizontale richting door het pakket te blazen, terwijl het water in verticale richting door het pakket stroomt. Er is dan sprake van kruisstroomkoelers.

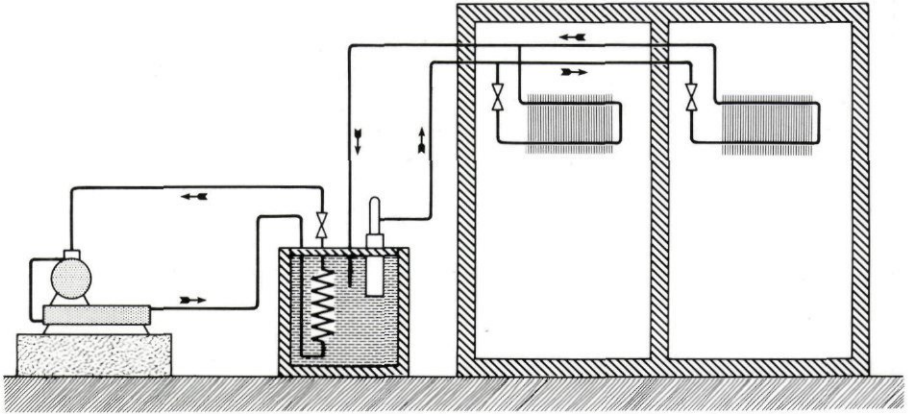
### 6.2.3. *Het indirecte koelsysteem*

Behalve de behandelde natte koelsystemen en de directe expansiekoelsystemen wordt bij de opslag van snijbloemen soms ook gebruik gemaakt van indirecte koelsystemen. Kenmerkend voor dit type koelsysteem is dat er gebruik gemaakt wordt van 2 koelvloeistoffen in gesloten circuits. Bij natte koelers wordt ook gebruik gemaakt van 2 vloeistoffen, maar het watercircuit is een 'open' systeem. Bij indirecte koelinstallaties wordt vloeistof gekoeld in een reservoir door een pijpenbundel waarin koelvloeistof verdampt. Deze koelvloeistof wordt vervolgens naar een lamellenwarmtewisselaar in de koelcel gepompt waarbij door geleiding via het koelerooppervlak de warmte-overdracht plaatsvindt met de koelcellucht. Door regeling van de klepstand voor de vloeistofdoorlaat naar de warmtewisselaar is een zeer nauwkeurige temperatuurregeling mogelijk. Bij bewaartemperaturen rond de 0 °C wordt dit systeem toegepast vanwege zijn goede regeleigenschappen. In figuur 6.14 is een beeld van een indirect koelsysteem gegeven.

Kleine temperatuurafwijkingen zouden direct tot bevrozingsschade aanleiding geven. Omdat bewaartemperaturen van 0 °C voorkomen moet de koelvloeistof iets lager in temperatuur zijn om de vrijkomende warmte af te kunnen voeren. Daarom wordt glycol toegepast; water zou bevriezen. Bewaring bij 0 °C vereist een zeer geringe temperatuurspreiding in de koelcel. Dit wordt bereikt door een grote luchthoeveelheid te circuleren. Om goed te kunnen werken dient een groot warmtewisselend oppervlak geïnstalleerd te worden.

Door het geringe temperatuurverschil tussen koelerooppervlak en lucht is de ontvochtigende werking van dit type koeler zeer gering. De r.v. in de koelcel is daarom hoger dan bij een gewone mechanische koelinstallatie.

De hoge circulatie (veel ventilatoren), het grote koelblok, de mengregeling en de extra pomp, waterreservoir en motorisch gestuurde klep hebben tot gevolg dat de prijs veel hoger wordt dan van een eenvoudige mechanische koelinstallatie. Ook is het energieverbruik van het indirecte systeem gewoonlijk hoger dan van het directe koelsysteem.



Figuur 6.14  
Schematische voorstelling van een indirect koelsysteem (glycolkoeling)

#### 6.2.4. Voorkoelen

Bij snijbloemen wordt de gekoelde ruimte meestal niet alleen voor opslag gebruikt, maar ook voor afkoeling van produkten.

De afkoelsnelheid wordt door meerdere factoren bepaald:

- beschikbare tijd;
- aanwezig koelvermogen;
- luchtcirculatiesysteem;
- afmeting van bundel of verpakking;
- produkteisen (houdbaarheid, knopontwikkeling, vochtafgifte, ethyleengevoeligheid).

Bij de exporteur is de beschikbare tijd vaak zo krap, dat alle andere genoemde factoren daaraan ondergeschikt worden gesteld. Bij de kweker is er soms wel voldoende tijd (weekend) om de produkteisen centraal te stellen. Het in gedeelten beladen van een gewone koelcel met bloemen in emmers heeft een grotere afkoelsnelheid tot gevolg (2-4 uur) waardoor zonder extra investeringen de kwaliteitsachteruitgang tot een minimum beperkt blijft.

Bij het streven naar maximaal kwaliteitsbehoud tijdens de afzet is de afkoelsnelheid een belangrijk gegeven. Temeer omdat opwarming en afkoeling vaker plaatsvinden in de afzetketen. Opwarming treedt op als bloemen gehergroepeerd of gesorteerd worden. Door het ruime assortiment en de verscheidenheid in soorten is dit hergroeperen voornamelijk handwerk en wordt daarom bij hogere temperaturen uitgevoerd. Het gevolg is dat het onbeschermd product zeer snel opwarmt. Het hergroeperen komt meestal neer op het verpakken van kleinere naar grotere eenheden. Vooral bij grote eenheden is een snelle afkoeling zonder speciale voorzieningen niet mogelijk. Het afkoelen tot de gewenste opslagtemperatuur dan wel starttemperatuur voor een volgende fase in de afzetketen wordt met de term 'voorcooling' aangeduid.

Transportkoeling valt buiten deze terminologie, omdat gebleken is dat met de huidige verpakkingen, stapelwijzen en koelsystemen geen afkoeling van product plaatsvindt. Door gebrek aan standaardisatie kunnen koelvoertuigen niet optimaal beladen worden. Door te compact te beladen wordt koelluchtcirculatie geblokkeerd. Het gevolg daarvan is dat de koelinstallatie ontregeld wordt.



Om deze reden is verkoelen noodzakelijk bij de exporteur, maar ook bij de kweker waar de afzet begint is het snel omlaag brengen van de produkttemperatuur belangrijk voor het kwaliteitsbehoud. Ook de grote veilingen hebben de mogelijkheid voor gekoelde opslag van aangeboden produkt. Deze gekoelde opslag is alleen zinvol als het produkt ook inderdaad koud aangevoerd wordt. Feitelijke afkoeling zal namelijk op de veilingen bij de huidige werkwijze veelal niet efficiënt uitgevoerd kunnen worden, behalve in geval van de aanvoer op emmers en containers (verticale aanvoerwijze).

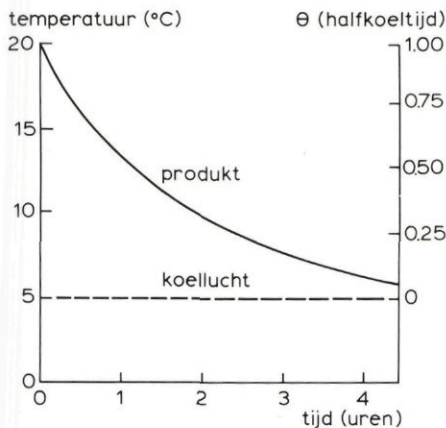
In de praktijk komen twee verkoelssystemen voor, namelijk langsstroomkoeling en doorstroomkoeling. Hoewel vacuümkoeling in de bloemenpraktijk (nog) niet toegepast wordt, hebben proeven uitgewezen dat ook deze methode geschikt is voor het verkoelen van bloemen.

In paragraaf 6.2.4.2. en verder zal op deze 3 methoden nader worden ingegaan.

#### 6.2.4.1. Veldwarmte-afvoer door verkoeling

Het proces dat de snelst mogelijke afkoeling van eenheden snijbloemen beschrijft is de zogenaamde exponentiële afkoeling.

Figuur 6.15 geeft in grafiekvorm een voorstelling van een exponentiële afkoeling.



Figuur 6.15  
Voorbeeld van een exponentiële afkoeling

Om onafhankelijk te zijn van concrete temperatuurtrajecten kan de temperatuur dimensieloos gemaakt worden door:

$$\theta = (T - T_e) / (T_o - T_e) \quad (1), \text{ waarbij}$$

$T$  = produkttemperatuur

$T_e$  = eindtemperatuur produkt =  $T_{\text{lucht}} + \delta T$

$T_o$  = begintemperatuur produkt

$\delta T$  = overtemperatuur; door warmteproductie wordt de luchttemperatuur nooit helemaal bereikt.

$\theta$  geeft dus aan welk deel van het koeltraject nog te overbruggen is bij een schaal van 0 tot 1. Het is mogelijk om met het begrip halfkoeltijd bovengenoemd af-

koelproces met een enkel getal te beschrijven. De halfkooltijd ( $t$ ) is de tijd waarbij de produkttemperatuur de helft van het koeltraject tussen aanvangstemperatuur en eindtemperatuur heeft doorlopen ( $\theta = 0,5$ ). Bij benadering is het zo dat na 3 à 4 keer de halfkooltijd het produkt de laagst mogelijke temperatuur heeft aangenomen (90%-vereffening). De halfkooltijd is een afgeleide van produkt, verpakking, stapeling en luchtsnelheid. Als een van deze factoren gewijzigd wordt, verandert de halfkooltijd.

Op eenvoudige wijze kan het afkoelgedrag van diverse verpakkingen worden vergeleken met behulp van de halfkooltijd, ondanks verschillen in proefomstandigheden. Bij een modelmatige aanpak van koelsituaties is het vaststellen van de procesconstante onontbeerlijk. Bepaling van de halfkooltijd moet worden uitgevoerd in een situatie waarin een overmaat aan koelvermogen beschikbaar is, omdat de luchttemperatuur constant dient te blijven.

Om vast te kunnen stellen hoeveel koelvermogen nodig is bij voorkoeling, moet men de veldwarmte-afgifte van een hoeveelheid produkt kennen. Met name de veldwarmte-afgifte bepaalt de grootte van het koelvermogen. Hiervoor is de volgende vergelijking te gebruiken:

Hoeveelheid veldwarmte = massa produkt  $\times$  soortelijke warmte  $\times$  temperatuurtraject per tijdseenheid, of

$$Q_{\text{veld}} = m.c. \Delta T \text{ (totale veldwarmte)} \quad (2)$$

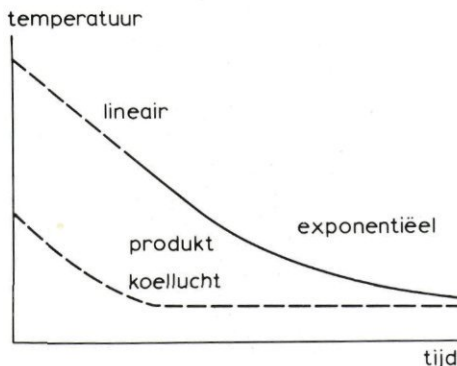
Om een exponentiële afkoeling mogelijk te maken moet de koelcapaciteit vooral in het begin van het koelproces voldoende groot zijn om de momentane veldwarmte af te kunnen voeren. De momentane veldwarmtestroom in die fase (tijdstip 0) is dan maximaal of te wel

$$Q_{\text{veld}} = -(m.c.) \frac{dT}{dt} \text{ (momentane veldwarmtestroom)} \quad (3)$$

dat wil zeggen de raaklijn aan de exponentiële afkoelkromme als  $t = 0$ . De waarde kan zowel wiskundig als grafisch worden bepaald (Van Beek, 1984).

In situaties waar de beschikbare koeltijd langer is dan de minimaal benodigde koeltijd is het economisch gezien niet aantrekkelijk om te streven naar een exponentiële afkoeling. Enige opwarming van de koellucht is dan toe te staan.

Grafisch kan zo'n afkoelproces er als volgt uit zien.



Figuur 6.16  
Voorbeeld van een lineair-exponentiële afkoeling

Andere oplossingen om de momentane veldwarmtestroom te verkleinen zijn:

- de massa verminderen, bijvoorbeeld door het chargegewijs inbrengen van produkt;
- temperatuurtraject verkleinen; 's ochtends vroeg oogsten, waardoor de begintemperatuur van het produkt lager is;
- tijdsinterval vergroten of trager afkoelen bijvoorbeeld grotere eenheden met geringe warmte-afgifte toestaan.

Bij de vaststelling van de koudebehoefte dient tevens rekening te worden gehouden met:

- warmteproductie van het produkt;
- instraling (isolatieverliezen);
- verdamping (vochtafgifte produkt);
- externe warmtebronnen (lampen, ventilatoren en dergelijke);
- ventilatie door veelvuldig openen van deuren, door een slechte constructie van de koelcel of door luchtverversing in verband met ethyleen of andere gassen.

Deze factoren zijn van ondergeschikt belang bij het afkoelen maar zijn bepalend voor de koelcapaciteit tijdens de opslag; met name de ventilatie is hierbij belangrijk.

Om de beschreven snelle afkoelprocessen mogelijk te maken zijn speciaal voor snijbloemen een aantal systemen ontwikkeld. Deze zullen verder op in dit hoofdstuk worden behandeld.

#### 6.2.4.2. *Langsstroomkoeling*

Bij langsstroomkoeling strijkt de koellucht langs verpakkingen of stapels verpakkingen. De warmtestroom uit zo'n verpakking wordt door geleiding overgebracht. Direct contact tussen koellucht en produkt is er niet. De koelluchtstroom wordt veroorzaakt door verdamperventilatoren.

Bij gebruikelijke koelinstallaties is de luchtsnelheid bij de verpakkingen of tussen de stapels ca. 0,2 m/s (Sprengr Instituut, 1980).

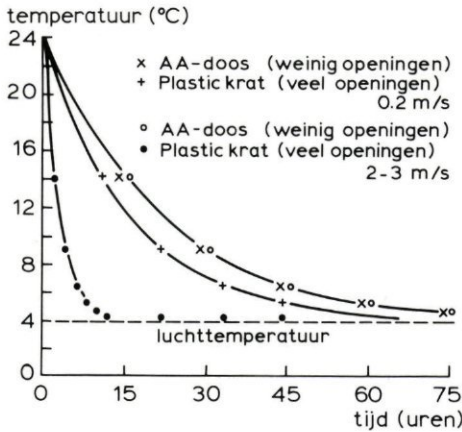
Een standaard chrysantendoos met de afmeting  $100 \times 40 \times 26,5$  cm doet er 48 uur over om af te koelen tot de koelceltemperatuur onder deze omstandigheden. Uit dit voorbeeld volgt onmiddellijk dat het plaatsen van kartonnen dozen in een koelcel geen snelle afkoeling tot gevolg kan hebben.

Bij zuivere langsstroomkoeling, dat wil zeggen als er hermetisch gesloten verpakkingen toegepast worden, bepaalt de afmeting van de verpakking of stapel het afkoelgedrag. Verkorting van de afkoeltijd kan alleen bereikt worden door stapels uit elkaar te plaatsen of de maat van de verpakking te verkleinen.

In de praktijk komt het echter slechts weinig voor dat verpakkingen volledig dicht zijn: meestal zijn er wel openingen aangebracht zoals handvatten, ventilatiegaten en dergelijke. Het gevolg daarvan is dat warmte-uitwisseling door convectie een groter effect op de afkoeling gaat krijgen dan door geleiding. Naarmate verpakkingen meer openingen hebben, neemt de warmtestroom toe.

Een convectiewarmtestroom zou in feite doorstroomkoeling genoemd moeten worden. In figuur 6.17 wordt dit effect aan de hand van enkele afkoelkrommes geïllustreerd (Boerrigter e.a., 1983).

Het verhogen van de luchtsnelheid (van 0,2 m/s naar 2,5 m/s) heeft voor de AA-doos geen verandering van de afkoeltijd ten gevolge, maar bij de 'open' plastic bloemenkrat wordt de afkoeltijd zeer verkort. De halfkoeltijd gaat van 11 uur naar 2 uur. Dus de invloed van de luchtsnelheid op het afkoelgedrag neemt toe met het openingspercentage.



Figuur 6.17

Het effect van langsstroomkoeling op de afkoeling van verschillende snijbloemenverpakkingen bij 2 lichtsnelheden

Een maximaal open verpakking is de emmer of container waarop veel bloemen verticaal aangevoerd worden op veilingen. In een gekoelde veilinghal werden dan ook afkoeltijden geregistreerd van 2-4 uur bij deze verpakking, dat wil zeggen een halfkoeltijd van 30-60 min. Dit afkoelproces is dus een mengvorm van langsstroom- en doorstroomkoeling (Boerrigter en Rudolphij, 1982).

Afkoelprocessen met verpakkingen waarin openingen zijn aangebracht bevatten naast afmeting, vorm en openingspercentage meerdere factoren die van belang zijn voor het afkoelgedrag, te weten:

- Soortelijke massa, soortelijke warmte en effectieve warmtegeleidings coëfficiënt van produkt en verpakking.
- Luchtsnelheid.
- Vochtafgifte en warmteproductie.

De theoretische achtergronden van de relaties tussen al deze effecten kunnen door de complexiteit en de veelheid aan variabelen alleen nog maar modelmatig benaderd worden. Door het (empirisch) bepalen van de gemiddelde halfkoeltijd van een bepaalde situatie is het mogelijk om wezenlijke coëfficiënten vast te leggen. Vervolgens kunnen varianten van het gemeten afkoelproces met acceptabele nauwkeurigheid berekend worden.

Als gevolg van enerzijds vochtafgifte en anderzijds de warmteproductie (ademhaling) van bloemen is het mogelijk dat de afkoelkromme afwijkt van hetgeen theoretisch verwacht zou worden. De beïnvloeding kan in beide richtingen plaatsvinden dat wil zeggen als de warmteproductie overheerst dan verloopt de afkoeling trager, overheerst de verdamping dan verloopt de afkoeling sneller. De derde mogelijkheid is dat warmteproductie en verdampingswarmte elkaar opheffen, zodat de afkoelkromme verloopt zoals de theorie dat aangeeft. Warmteproductie en vochtafgifte zijn overigens tijdens de afkoeling niet constant.

Het rekenmodel voor langsstroomkoeling (Van Beek, 1979) maakt gebruik van dimensieloze kentallen om algemene toepasbaarheid te verkrijgen.

Deze kentallen zijn:

$$\text{Dimensieloze temperatuur: } \theta \text{ (teta)} = \frac{T - T_o}{T_a - T_o}$$

$$\text{Dimensieloze tijd (Fourier)} = \frac{a \cdot t}{x^2}$$

$$\text{Dimensieloze warmte-overdrachtscoëfficiënt (Biot)} = \frac{\alpha \cdot x}{\lambda}$$

$$\text{Dimensieloze effectieve warmteproductie (Pomerantsev)} = \frac{Q_{\text{eff.}} \cdot x^2}{\lambda (T_o - T_a)}$$

Bij de uitwerking van de formules worden produkteigenschappen gebruikt, die gemeten of berekend kunnen worden.

Onderstaande symbolenlijst geeft de benaming van genoemde grootheden en de eenheid:

symbool	grootheid	eenheid	berekening
a	temperatuurvereffeningscoëfficiënt	m <sup>2</sup> /s	$\lambda/\rho \cdot c$
$\lambda_{\text{eff}}$	warmtegeleidingscoëfficiënt	W/m.K	$\lambda_{\text{prod}} (1-\epsilon)$
$\epsilon$	porositeit	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1- $\rho_{\text{bulk}}/\rho_{\text{produkt}}$
$\alpha$	warmteoverdrachtscoëfficiënt	W/m <sup>2</sup> .K	lit. waarde
x	afstand centrum-oppervlak	m	—
t	tijd	s	—
T-To-Ta	produkt-, aanvangs- en luchttemperatuur	K	—
c	soortelijke warmte	kJ/kg.K	lit. waarde
$\lambda$	soortelijke massa	kg/m <sup>33</sup>	lit. waarde

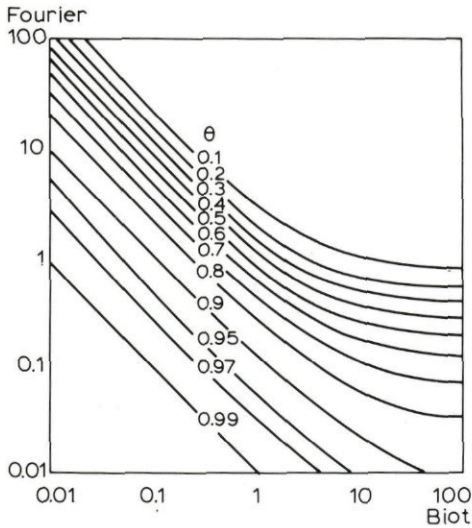
Een derde mogelijkheid voor het bepalen van deze grootheden is het gebruik van literatuurwaarden, die echter in de meeste gevallen onvoldoende zijn gedefinieerd. De samenhang tussen Fourier, Biot en  $\theta$  is in figuur 6.18 weergegeven.

Een afkoelkromme kan geheel theoretisch geconstrueerd worden door het Biot- en het Fouriergetal in zowel x- (kleinste afstand centrum-oppervlak), y- als z-richting te berekenen.

De bijbehorende  $\theta$ -waarden op verschillende momenten worden afgelezen in figuur 6.18. Voor dozen met de afmetingen 2x.2y.2z m (l.b.h.) geldt dat:

$$\theta_{xyz} = \theta_x \cdot \theta_y \cdot \theta_z$$

Dus is het mogelijk op deze wijze de coördinaten van de afkoelkromme te bepalen.



Figuur 6.18  
De relatie tussen Fourier, Biot en  $\theta$  voor een oneindig uitgestrekte vlakke plaat

Afhankelijk van de warmteafgifte van het produkt zal de circulerende lucht minder of meer in temperatuur stijgen en ook vocht opnemen. De enthalpie (warmte-inhoud) van de lucht neemt toe. In de koeler wordt de lucht weer teruggebracht in de oorspronkelijke conditie.

De minimaal benodigde hoeveelheid lucht (voor de veldwarmte-afvoer) hangt af van de toegestane temperatuurverhoging van de circulerende lucht. Tijdens de afkoeling wordt daarvoor meestal een waarde van 2-4 °C gekozen.

Indien men toelaat dat tijdens het eerste uur van de afkoeling de koellucht niet de gewenste lage waarde heeft, dan wordt de momentane veldwarmtebelasting een factor 2 à 3 kleiner en ook het te installeren ventilatordebiet.

De bewaartemperatuur wordt dan met enkele uren vertraging bereikt. Indien energie- en investeringskosten opwegen tegen deze vertraging, dan kan deze zogenaamde lineair-exponentiële afkoeling toegepast worden. In de distributieketen is soms alleen op de kwekerij voldoende tijd om een afkoelsnelheid van enkele uren toe te staan en dus komt voorcoelen met langstroomkoeling alleen daar als acceptabele koelmethode in aanmerking.

Mits het geadviseerde koelvermogen van 100 W/m<sup>3</sup> celinhoud ook daadwerkelijk geïnstalleerd is, wordt het produkt snel afgekoeld door gebruik te maken van emmers en containers. Vermeden moet worden dat al het warme produkt tegelijkertijd ingebracht wordt.

Deze methode vergt geen investeringen of speciale luchtgeleidingssystemen. De juiste handelwijze gepaard met een maximaal open verpakking levert een goed koelresultaat op. Op andere plaatsen waar de tijd veelal de beperkende factor is bij de afkoeling van snijbloemen moet gebruik gemaakt worden van doorstroomkoeling.

### 6.2.4.3. Doorstroomkoeling

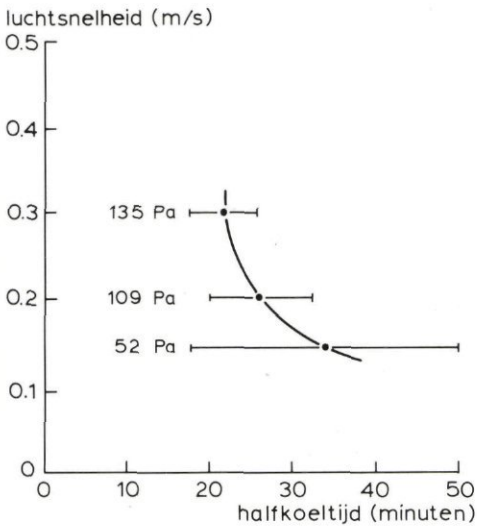
Een voorkoelsysteem gebaseerd op doorstroomkoeling kenmerkt zich door een geforceerde luchtbeweging dóór de verpakkingen waarbij iedere snijbloem in aanraking komt met koellucht. Deze luchtbeweging wordt verkregen door een drukverschil over de verpakking aan te leggen, zodat lucht gaat stromen van hoge naar lage druk. Om de doorstroming mogelijk te maken moet in de kopse kanten van verpakkingen gaten worden aangebracht. De wijze waarop deze gaten zijn aangebracht, de grootte en de hoeveelheid, bepalen in hoge mate het al of niet bereiken van een gelijkmatige luchtverdeling. Het is met doorstroomkoeling mogelijk om binnen 1 uur produkt in dozen verpakt af te koelen tot de koelluchttemperatuur. Alle veldwarmte komt dus in 1 uur uit het produkt en moet afgevoerd kunnen worden door de koelmachine.

Dit vergt in het algemeen een zeer hoge koelcapaciteit. Bijvoorbeeld om 1 kg bloemen een koeltraject van 20 K te laten doorlopen in 1 uur is ca. 20 Watt koelvermogen nodig zonder dat daarbij het extra ventilatorvermogen voor de geforceerde luchtstroom door de verpakking is verdisconteerd. Een ventilator voegt een warmtehoeveelheid toe aan de koellucht (kinetische energie) die even groot is als het opgenomen elektrisch vermogen van de ventilator.

Bij doorstroomkoeling dient onderscheid te worden gemaakt in de minimaal benodigde koeltijd en de gewenste koeltijd. Het is mogelijk dat de minimaal benodigde koeltijd langer is dan de gewenste koeltijd. In de verpakking is doorstroomkoeling namelijk weer te beschouwen als langsstroomkoeling. De afstand van centrumtemperatuur tot langsstromende koellucht is dan de halve diameter van het produkt. De afkoelsnelheid neemt toe door een hogere luchtsnelheid omdat:

1. de warmte-overdracht wordt verbeterd;
2. het dampdrukdeficit toeneemt en daardoor de verdamping.

Onderstaande grafiek geeft aan wat er gebeurt bij toenemende luchtsnelheid door dozen gevuld met anjers. Bij toenemende snelheid koelt een doos sneller en gelijkmatiger af (Boerrigter, 1980).

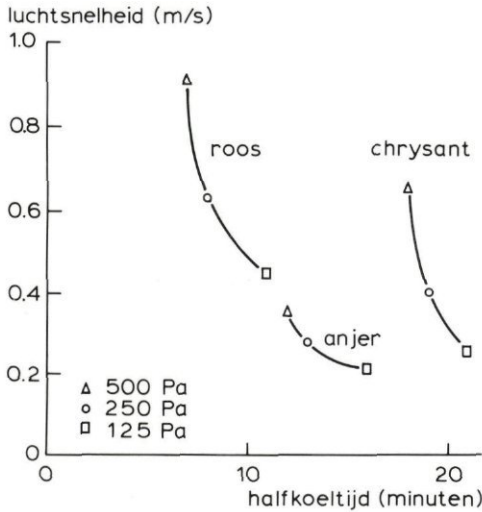


Figuur 6.19

De relatie tussen luchtsnelheid en halfkoeltijd bij doorstroomkoeling van anjers

De in de grafiek gebruikte luchtsnelheid is de superfiële luchtsnelheid, dat wil zeggen betrokken op de lege doorsnede van de doos. De werkelijke luchtsnelheid langs het produkt ligt dus hoger en varieert op diverse plaatsen in de doos. Als er een bepaald drukverschil (de drijvende kracht voor de koelluchtstroom) over een doos met bloemen wordt aangelegd, wordt een grote variatie in afkoelsnelheid gevonden tussen de diverse bloemsoorten.

Onderstaande grafiek geeft aan dat afhankelijk van de weerstand die doos en produkt samen vormen er een toevallige luchtsnelheid optreedt (Boerrigter, 1980). De bijbehorende halfkoeltijd is dus ook toevallig.



Figuur 6.20

De relatie tussen luchtsnelheid en halfkoeltijd bij doorstroomkoeling van verschillende snijbloemen

In deze grafiek komt duidelijk naar voren dat er slechts een geringe koeltijdverkortening wordt verkregen door verhoging van de superfiële luchtsnelheid. Voor snelheidsverdobbeling is een verviervoudiging van de statische druk noodzakelijk. Dit kost in het algemeen te veel omdat te zware circulatieventilatoren met te hoog energieverbruik nodig zijn om dat te bereiken.

In de praktijk blijkt dat voor bloemendozen een superfiële luchtsnelheid van 0,2 m/s ruim voldoende is om bijna alle produkten binnen 1 uur af te koelen. Meestal worden circulatieventilatoren geïnstalleerd die onder praktische omstandigheden maximaal ca. 0,1 m/s bij een drukval van ca. 30 Pa weten te bewerkstelligen (Verbeek en Bons, 1983).

Bij doorstroomkoeling kan het voorkomen dat in de verpakking kanaalvorming optreedt (vooral bij gehoeste bloemen) en dat niet alle koellucht in goed contact komt met de bloemen. Een andere mogelijkheid is dat er bij de aansluiting tussen verpakking en de luchtverdeelkast te veel lucht weglekt. Daardoor stroomt er onvoldoende lucht door de verpakking met als gevolg vertraging van het afkoelproces.

Circulatieventilatoren kunnen bij toenemende drukweerstand meer dan evenredig in opbrengst achteruitgaan. Het gevolg van het te vol pakken van bloemendozen kan



zijn dat de luchtweerstand van de produktlaag en de weerstand van de doos tesa-  
men, bovengenoemd effect veroorzaken.

De efficiency van een voorkoelsysteem hangt dus sterk af van de hoeveelheid lucht  
die uiteindelijk door de verpakking stroomt en daardoor wordt de afkoeltijd bepaald.

### Doorstroomkoeling in praktijk

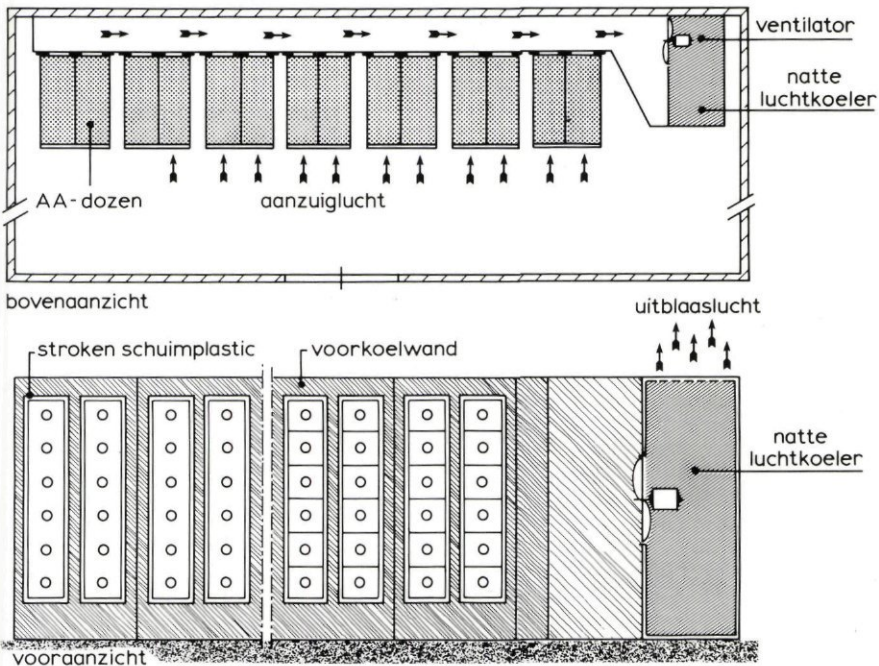
Anno 1986 zijn er voor bloemenkoeling met behulp van de doorstroomkoelmethode  
een aantal varianten operationeel. De systemen kunnen onderscheiden worden  
door de wijze waarop de luchtverdeling tot stand wordt gebracht in samenhang met  
de keuze van de koelmachine.

Deze systemen zijn:

1. Centrale luchtverdeelkast met natte koeler.
2. Voorkoelhuizen met gescheiden circulatieventilatoren.
3. Voorkoelunits met eigen koelmachines.
4. Circulatieventilator met canvasstrook.
5. Luchtverdeelkast voor en in een lijnrijwagen.
6. Voorkoelkast voor een stapelwagen.

#### Ad 1. Centrale luchtverdeelkast met natte koeler

Bij dit voorkoelsysteem is de ventilator van een natte luchtkoeler aangesloten op  
een luchtverdeelkast (zuigwand) waartegen bloemendozen geplaatst worden, die  
van gaten zijn voorzien. Door de perforatiegraad van de gaatjeswand kleiner te kie-  
zen dan 3% van de gehele oppervlakte, wordt over de gehele lengte en hoogte het-



Figuur 6.21

Voorbeeld van een centrale luchtverdeelkast met een nat koelsysteem

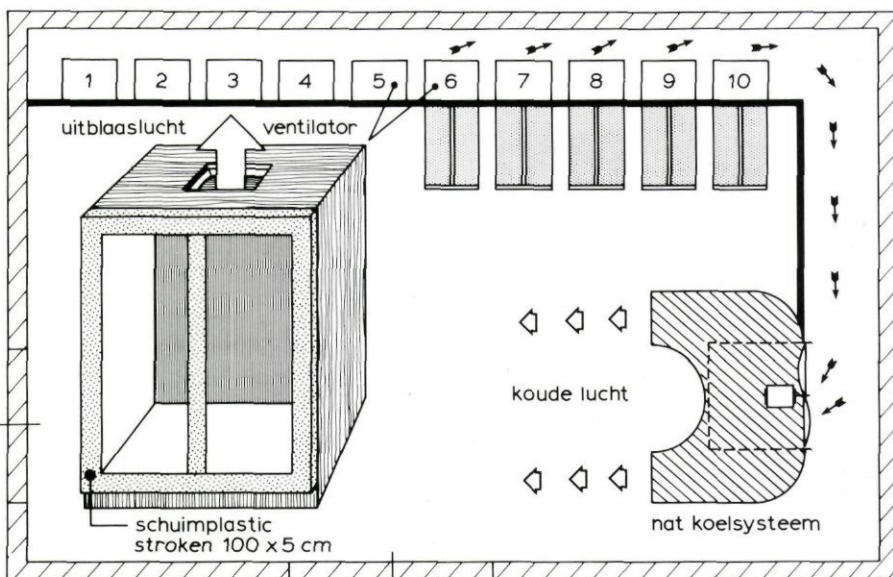
zelfde luchtdebiet per gat verkregen. Bij de bestaande installaties is de luchtkoelventilator zodanig gekozen dat per gat een debiet van  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  wordt bereikt (Verbeek en Bons, 1983). De positie van ieder gat is zodanig dat een stapel bloemendozen precies met zijn gatenpatroon aansluit op het gatenpatroon in de wand. De diameter van de gaten is 6 cm. Het aantal gaten komt overeen met het maximum aantal af te koelen dozen waarbij de ventilator en de koeler nog voldoende debiet resp. capaciteit leveren voor het afkoelproces.

Niet iedere doos koelt even snel, omdat de massa per doos verschilt. De drukval (weerstand) over de wand is groter dan de weerstand van doos en produkt, waardoor het luchtdebiet per gat constant blijft, onafhankelijk van het feit of voor de zuigopeningen bloemendozen geplaatst zijn of niet. Indien de weerstand van de dozen gaat overheersen (te vol gepakte dozen) dan zal ook het luchtdebiet verminderen. Vooral de 'zware' bloemsoorten (iris, lelie, gladiool) zullen dan onvoldoende snel afkoelen.

Dus voorcoelen van 'zware' bloemsoorten vraagt voor een gelijkmatige afkoeling meer lucht; bij volle dozen neemt de weerstand toe, de luchttopbrengst vermindert waardoor de afkoeling extra traag verloopt (Boerrigter, 1980). Het scheiden van 'lichte' en 'zware' produkten biedt een oplossing voor dit probleem. De koeltijds voor de categorie 'zware' produkten dient vervolgens ruimer gesteld te worden, bijvoorbeeld 2 uur in plaats van 1 uur. Bij het gebruik van de centrale luchtverdeelkast dient erop gelet te worden dat produktstapels die afgekoeld zijn tijdig van het systeem weggehaald worden om onnodige indroging te voorkomen.

#### Ad 2. Voorkoelsluizen met gescheiden circulatieventilatoren

Dit systeem bestaat uit zuigwanden waarbij ieder compartiment een eigen circulatieventilator heeft. Dit systeem wordt meestal uitgevoerd met een tijd klok, die de ventilator na een zekere instelbare koeltijd afschakelt. De afdichting tussen zuig-



Figuur 6.22  
Voorkoelsluizen met gescheiden circulatieventilatoren

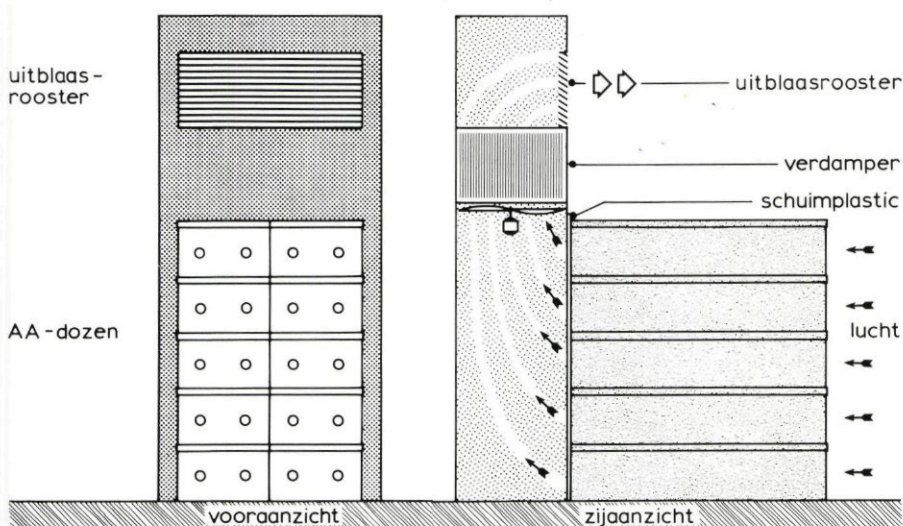
wand en bloemendozen verdient de nodige aandacht om lucht lekkage langs de dozen te voorkomen. Indien niet de gehele hoogte van de sluis gebruikt wordt, wordt een canvasstrook of een plastic schot vanaf de bovenkant van de kast neergelaten tot op de dozen. Door de onderdruk (zuigwand) worden deze schotten resp. stroken tegen de wand gezogen waardoor een goede afdichting ontstaat.

Ook bij dit systeem treedt het effect op dat de lucht de weg van de minste weerstand kiest. Door een gatenpatroon van 3% in de aanzuigzijde van de doos aan te brengen wordt een gelijkmatige luchtverdeling verkregen voor de gehele stapel. Voor een AA-doos betekent 3% opening: 2 gaten van 5 cm doorsnede. Dozen, gevuld met bloemen die door het eigen gewicht een extra luchtweerstand vormen, ontvangen minder lucht in vergelijking met dozen gevuld met 'lichte' producten (rozen, anjer, fnesia). Daardoor koelen ze trager af. Het scheiden van beide produktsorten is daarom aanbevelenswaardig. De instelling van de tijd klok voor zware produkten zou dan 2 uur worden. De lichte produkten koelen gewoonlijk binnen 1 uur af tot de koelluchttemperatuur.

Om verstoring van het koelcelklimaat te voorkomen wordt de lucht uit de voor koel sluisen naar de lucht koeler geleid. De lucht koeler moet voldoende koelvermogen kunnen leveren om de warmte last aan te kunnen voeren. Om deze reden is er een systeem ontwikkeld waarbij in iedere voor koel sluis een lucht koeler is ingebouwd. De koel machine waarop de lucht koeler is aangesloten is daarbij buiten de koel cel geplaatst.

### Ad 3. Voor koel sluisen met ingebouwde lucht koeler

Om in bestaande koelcellen door stroom koeling mogelijk te maken dient vrijwel altijd extra koelvermogen geïnstalleerd te worden. Bewaar cellen hebben onvoldoende koelvermogen om in korte tijd veel warmte af te kunnen voeren. Om deze reden is er een systeem ontwikkeld waarbij in iedere voor koel sluis een lucht koeler is ingebouwd. De koel machine waarop de lucht koeler is aangesloten is daarbij buiten de koel cel geplaatst.



Figuur 6.23  
Voor koel sluis met een ingebouwde lucht koeler

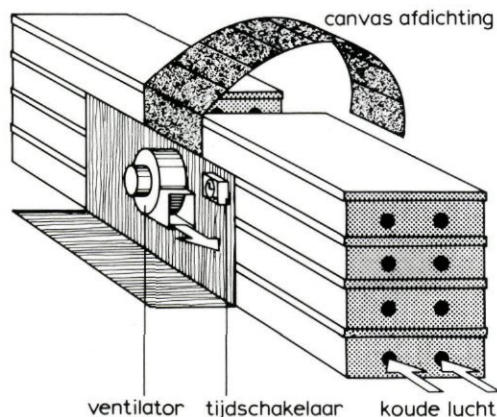
Met genoemde voorkoelsluizen kunnen 10 AA-dozen gekoeld worden. De circulatieventilator wordt geschakeld met een temperatuurmeetvoeler. Deze voeler wordt aan de zuigwandzijde tussen het produkt gestoken. Op deze wijze wordt voorkomen dat het produkt te veel indroogt als gevolg van te lang koelen met hoge luchtsnelheid.

Als de stapel voor te koelen dozen niet volledig de zuigopening afsluit wordt met behulp van een rolgordijn het gat afgedicht. Door de zuigwerking wordt vanzelf een goede afdichting verkregen. Ook bij dit systeem wordt lucht lekkage tussen dozen en zuigwand voorkomen door dikke schuimplastic strips.

#### Ad 4. Circulatieventilator met canvasstrook

Als men in de omstandigheid verkeert dat er een overmaat aan koelvermogen in de bewaarcel is geïnstalleerd kan men met eenvoudige hulpmiddelen gemakkelijk zelf een zuigend doorstroomkoelsysteem maken zonder veel kosten.

Onderstaande figuur geeft het principe weer (Rij e.a., 1980).



Figuur 6.24  
Circulatieventilator met canvasstrook

Met twee stukken multiplex van geschikte afmetingen wordt een frame gemaakt waaraan een centrifugaalventilator bevestigd wordt. De bloemendozen worden haaks op de ventilatoropening in de houten wand geplaatst. Een rolgordijn (verstevigd met latten) wordt vastgemaakt aan de bovenzijde van het frame en uitgerold over de dozen doorlopend tot op de grond. Bij het starten van de ventilator wordt door de onderdruk het gordijn tegen de dozen aangezogen. De latten voorkomen dat het gordijn naar binnen wordt gezogen. Door de dozen te voorzien van een perforatie van 3% van het zij-oppervlak wordt de koelcellucht gedwongen door de dozen te stromen. 3% geeft een gelijkmatige luchtverdeling bij normaal gevulde bloemendozen. Afhankelijk van de hoeveelheid dozen dient de centrifugaalventilator zo gekozen te worden dat deze bij een tegendruk van 150 Pa nog een debiet van ca. 100 m<sup>3</sup>/h per doos opbrengt.

Dit simpele doorstroomsysteem kan alleen goed werken als de beschikbare koelcapaciteit voldoende is. De beoordeling of er voldoende koelvermogen geïnstalleerd is gaat als volgt: als de celtemperatuur stijgt tijdens het voorkoelen dan is het koelvermogen onvoldoende. Bij gelijkblijvende lage koelluchttemperaturen kunnen nog meer dozen geplaatst worden.

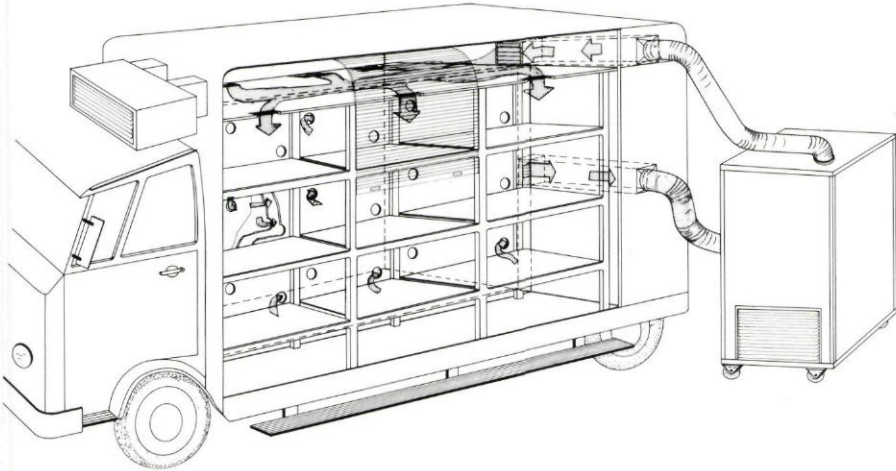
De doorstroomkoelwand dient bij voorkeur zo opgesteld te worden dat de uitblaas-  
lucht van de ventilator door de ventilatoren van de luchtkoeler kan worden aangezo-  
gen. Met behulp van een tijdschakelaar kan de centrifugaalventilator na een koeltijd  
van 1 uur ('zware' bloemen: 2 uur) gestopt worden.

#### Ad 5. Luchtverdeelsysteem voor lijnrijwagens

Vergeefse pogingen om in grote koelcellen volgeladen lijnrijwagens af te koelen wa-  
ren aanleiding om een doorstroomkoelsysteem voor deze wagens te ontwikkelen.

Een lijnrijwagen is een summier geïsoleerde vrachtwagen waarin op planken bos-  
sen bloemen zijn gelegd. Deze bloemen zijn voor de lijnrijder door middel van rollui-  
ken in de zijkant eenvoudig te bereiken. Om doorstroomkoeling te verkrijgen bij een  
volgeladen lijnrijwagen is een goede luchtverdeling belangrijk. Niet geheel gevulde  
schappen kunnen bij een aangelegd drukverschil over de lading gemakkelijk kanali-  
satie van koellucht tot gevolg hebben.

Het luchtverdeelsysteem in een lijnrijauto is getekend in figuur 6.25.

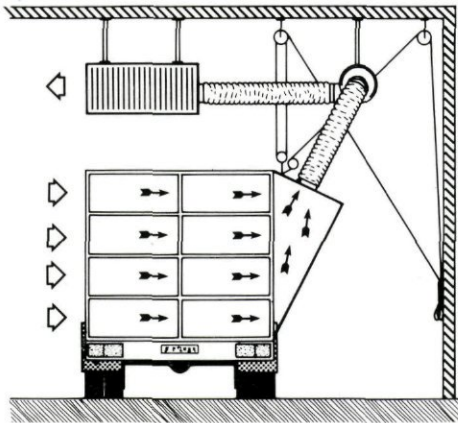


Figuur 6.25  
Luchtverdeelsysteem in een lijnrij-auto

Door in de ventilatorkast een koeler te bouwen is het ook mogelijk gebleken om bui-  
ten een gekoelde ruimte een lijnrijwagen af te koelen. Het prototype slaagde erin om  
in 2 uur de lading van 20 °C tot 4 °C af te koelen (Boerrigter e.a., 1984).

Na aanvankelijk grote belangstelling heeft deze voorkeelmethode toch geen alge-  
mene toepassing verworven. Een belangrijk aspect van het beschreven  
luchtverdeelsysteem is namelijk dat ook een koelmachine in de wagen er gebruik  
van kan maken. De methode maakt het zelfs mogelijk dat een dergelijke koelmachi-  
ne zeer doelmatig wordt gebruikt. Uit proeven bleek evenwel dat veldwarmteafvoer  
niet plaatsvindt. Het beschikbare koelvermogen wordt aangewend voor het afvoeren  
van veel instralingswarmte (slechte isolatie), luchtlekage bij de rolluiken en van de  
warmteproductie van het produkt. Ondanks de goede werking van de transportkoel-  
machine blijft voorkoelen van de lading dus gewenst.

Behalve experimenten met een inwendig luchtverdeelsysteem zijn ook metingen verricht aan een uitwendig luchtverdeelsysteem voor lijnrjwagens, zoals in figuur 6.26 is getekend.



Figuur 6.26  
Zuigkast, aangesloten op de zijkant van een lijnrj-auto

De centrifugaalventilatoren zuigen koelcellucht door de lading. Bij dit systeem waren er aanvankelijk problemen met de luchtverdeling. Dit is opgelost door in de opening van de zuigkast een plaat aan te brengen met openingen ter grootte van 1% van het gehele oppervlak.

Door gebrek aan standaardmaten bij rolluiken, schappen e.d. kan dit luchtverdeelsysteem alleen aangepast aan de maat van de te koelen lijnrjwagen worden gebruikt. Deze beperking belemmert een uitgebreide toepassing van het systeem.

#### Ad 6. Voorkoelkast voor stapelwagen

Het voorkoelen van veilingdozen volgens de doorstroomkoelmethode wordt bemoeilijkt omdat openingen aan zowel zij- als voorkant zijn aangebracht.

Door de dozen met stapelwagen en al op te sluiten in een zogenaamde 'voorkoelkast' kan toch doorstroomkoeling met die verpakking worden uitgevoerd. Het bestaande ontwerp voorkoelkast kan een stapelwagen met daarop 20 dozen bevatten.

De voorkoelkast heeft een eigen koelmachine maar staat opgesteld in een koelcel. Deze cel leverde onvoldoende koelvermogen om voorkoeling mogelijk te maken. Bij dit systeem is een circulatieventilator gekozen die per doos een opbrengst heeft van 35 m<sup>3</sup>/h als de vulling 16 bos chrysanten is met een massa van 7 kg (Verbeek, 1983). Specifiek debiet is dus 5 m<sup>3</sup>/h.kg produkt.

De afkoelsnelheid bij dit luchtdebiet is 1 uur bij een koeltraject van 25 °C tot 6 °C.

#### 6.2.4.4. Vacuumkoeling

Naast langsstroom- en doorstroomkoeling kan ook vacuumkoeling toegepast worden voor snelle afkoeling van snijbloemen. De werking van deze lagedruk-koelmethode berust op de kookpuntsverlaging van water door drukverlaging.

Een klein gedeelte van het celvocht gaat koken als snijbloemen blootgesteld worden aan een lage luchtdruk. Voor deze snelle verdamping van weefselvocht is veel warmte nodig. De benodigde warmtehoeveelheid bij lage druk is gelijk aan de ver-



Zo snel mogelijk na het oogsten koelen levert een maximale bijdrage aan het kwaliteitsbehoud

dampingswarmte van water bij atmosferische druk, dus 2500 kJ/kg water. Door de relatief hoge verdampingswarmte van water kan het produkt, dat de warmte levert en daardoor zelf afkoelt, een groot afkoeltraject doorlopen.

Indroging is weliswaar noodzakelijk om afkoeling te verkrijgen maar vindt slechts in beperkte mate plaats. Bij een afkoeltraject van 16-18 K varieert de indroging tussen 1,5 en 2,0% (Wiersma en Boer, 1970). Bloemen die nog nat zijn omdat ze op emmers zijn aangevoerd koelen sneller af dan geheel droge bloemen, en drogen minder in.

De bloemknop koelt minder snel af dan het blad en de steel, omdat de knop een andere massa-oppervlakverhouding heeft. Vacuumkoeling geschiedt sneller naarmate deze verhouding kleiner wordt. Dus met name bladprodukten zijn efficiënt te koelen met deze methode.

De snelle gedwongen verdamping van weefselvocht veroorzaakt geen kwaliteitsachteruitgang bij snijbloemen. Dit is voor lilies, rozen, anjers, tulpen, narcissen, freesia's, gladiolen en chrysanten nagegaan (Wiersma, 1970).

Vacuumkoeling wordt in Nederland nog niet toegepast bij snijbloemen. Als gevolg van de vereiste hoge mechanische sterkte van de lage-drukketel is deze relatief duur. Daarbij komt nog de aanschaf van vacuumpompen en een koelinstallatie. De kosten zijn dus hoog. Principieel is een koelmachine niet noodzakelijk bij vacuumkoeling. Omdat het verdampen van water per kg vocht bij 2 °C echter 185 m<sup>3</sup> waterdamp oplevert, zou voor het handhaven van een voldoende lage druk een extreem grote vacuumpomp noodzakelijk worden. Het is voordeliger en efficiënter om de gevormde waterdamp op een luchtkoeler te laten condenseren en de niet condenseerbare gassen af te zuigen met een vacuumpomp (Verhoef, 1981).



## 7. VERPAKKING

In dit hoofdstuk zal nader ingegaan worden op de verschillende aspecten van het verpakken van snijbloemen. Hierbij is een indeling gemaakt naar de verschillende functies, die de verpakking heeft. Deze zijn:

1. beheersing van het micro-klimaat;
2. bescherming tegen mechanische beschadiging;
3. vergroting van de handlingefficiency.

Deze drie functies van verpakkingen dienen alle hetzelfde doel, namelijk een optimaal behouden van de beginkwaliteit van het produkt gedurende de weg naar de consument, voor zo gering mogelijke kosten.

Het aantal verpakkingen dat voor snijbloemen gebruikt wordt is legio. Enerzijds wordt dit veroorzaakt door de verschillende eisen, die de verschillende onderdelen van de afzetketen aan de verpakking stellen, anderzijds ligt de oorzaak voor een belangrijk deel in de verschillende eisen, die iedere snijbloem stelt. In de praktijk is in de loop der jaren voor iedere bloemsoort en iedere afzetketen een bruikbare verpakkingsvorm ontwikkeld.

In deze paragraaf gaan we in op de achtergronden van de verpakkingsfuncties en wordt geprobeerd inzicht te geven in de verschillende aspecten, die bij het ontwikkelen en gebruiken van verpakkingen een rol spelen.

### 7.1. Beheersing van het microklimaat

Onder microklimaat wordt verstaan het klimaat binnen de verpakking. Het macroklimaat is dan het klimaat van de omgeving, waarin de verpakte bloemen zich bevinden.

Men wil het microklimaat kunnen beheersen om invloed uit te oefenen op drie belangrijke kwaliteitsaspecten, namelijk de veroudering, het vochtverlies en bederf. Hiertoe moet men in het microklimaat de volgende parameters kunnen beheersen c.q. beïnvloeden (Molenaar en Breebaart, 1979a)

1. temperatuur
2. vocht
3. luchtsamenstelling en luchtbeweging.

#### 7.1.1. *Temperatuur*

De gewenste temperatuur in de verpakking van snijbloemen is in het algemeen lager dan de heersende omgevingstemperatuur, zodat men de verpakking met bloemen zal moeten koelen.

De warmte in de verpakking is afkomstig uit twee bronnen, namelijk de de warmte die wordt geproduceerd door de ademhaling van het produkt en de warmte die van buitenaf komt. Enerzijds is er bij het afkoelproces dus sprake van afkoelen van het produkt, anderzijds is er tijdens de verblijfperiode van het produkt in de verpakking sprake van opwarming door warmteproductie en weinig of geen afvoer van de warmte (doosisolatie) als gevolg van een warme omgeving.

Belangrijk begrip bij een afkoelproces is de afkoeltijd. Hiermee bedoelt men de tijd die nodig is om het produkt van de begintemperatuur op de gewenste temperatuur te brengen. Om verschillende redenen werkt men echter liever met het begrip halfkoeltijd, als het gaat om het beschrijven van een afkoelproces. De halfkoeltijd is de tijd die nodig is om de helft van het temperatuurverschil tussen produkttemperatuur op het beginmoment en de gewenste eindtemperatuur te doorlopen. Praktisch gezien is de afkoeltijd 3 à 4× de halfkoeltijd. De achtergronden van het begrip halfkoeltijd,

over het koelproces en over de methoden van voorcoelen is geschreven in hoofdstuk 6.

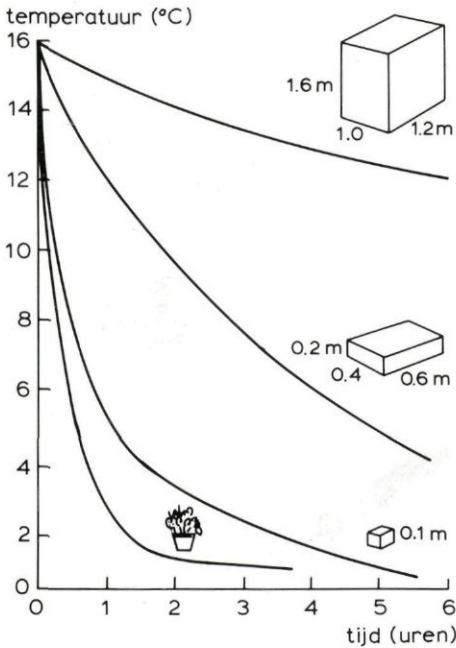
Zowel bij het afkoelproces als bij het opwarmingsproces spelen, naast producteigenschappen, de volgende verpakkingsfactoren een rol:

1. de grootte van de verpakte eenheid
2. het verpakkingsmateriaal
3. de openheid van de verpakking.

Zoals in paragraaf 6.2.4. al is besproken kan door middel van de halfkoeltijd op eenvoudige wijze het afkoelgedrag van verschillende verpakkingen, ondanks verschillen in proefopzet of praktijkomstandigheden, vergeleken worden.

1. De grootte van de verpakte eenheid.

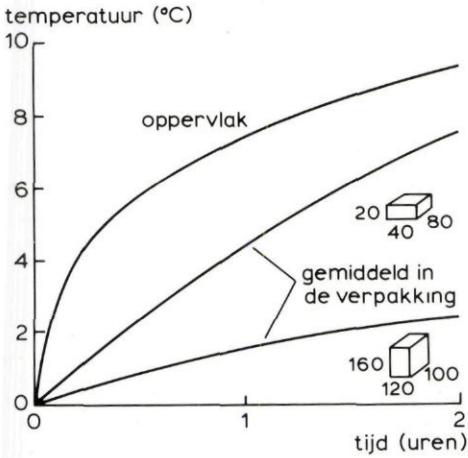
In onderstaande figuur wordt een voorbeeld gegeven van de invloed van de grootte van de verpakkingseenheid op de afkoelsnelheid, in dit geval van rozen. Duidelijk blijkt dat hoe groter de verpakking is, hoe trager de afkoeling verloopt.



Figuur 7.1  
Afkoelsnelheid van rozen in verschillende verpakkingseenheden

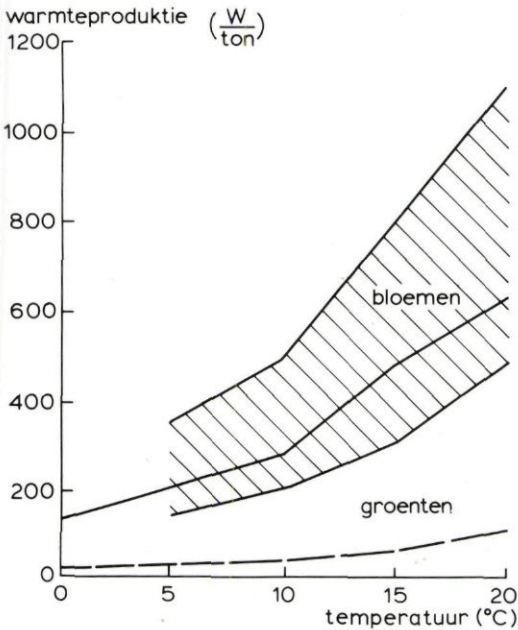
Omdat voor een optimaal kwaliteitsbehoud snelle afkoeling van belang is zijn er grenzen aan de omvang van de verpakkingseenheid.

Omdat de relatie omvang verpakking/opwarming het omgekeerde is van de relatie omvang verpakking/afkoeling, worden de grenzen aan de grootte van de verpakkingseenheid ook en in dezelfde mate gesteld door het opwarmingsproces. Dit wordt in onderstaande figuur geïllustreerd.



Figuur 7.2  
Temperatuurstijging van bloemen tijdens overslag bij 10 °C

De opwarming wordt mede veroorzaakt door de warmteproductie. Deze is produkt-en temperatuurafhankelijk. Figuur 7.3. toont de warmteproductie van snijbloemen bij verschillende temperaturen. Ter vergelijking is ook de warmteproductie van groenten gegeven. De warmteproductie van snijbloemen is gemiddeld zo'n twee keer groter dan die van groente (Molenaar, 1979).



Figuur 7.3  
De warmteproductie van bloemen en van groenten

Opvallend is de relatief sterke stijging van de warmteproductie boven 10 °C. Daaruit valt af te leiden wat het belang van verkoeling is; is de begintemperatuur laag (dat wil zeggen zo ver mogelijk onder 10 °C als het produkt toestaat) dan zal de opwarmingssnelheid geringer zijn, waardoor koeling tijdens bijvoorbeeld het transport minder noodzakelijk is of beter is te realiseren.

- In verband met de opwarming binnen een verpakkingseenheid wordt het begrip veilige straal gehanteerd, waarmee men bedoeld de straal die een verpakkingseenheid maximaal mag hebben om een gegeven temperatuurspreiding tussen centrum en oppervlak van de verpakkingseenheid niet te overschrijden. Vaak wordt 1 K als toelaatbare temperatuurspreiding gehanteerd. Met behulp van de volgende formule kan dan de veilige straal berekend worden (van Beek, 1978).

$$T_c - T_a = \frac{qX^2}{\eta\lambda} \left( 1 + \frac{2\lambda}{\alpha} \right)$$

$T_c$	°C	temperatuur in het centrum van de stapel
$T_a$	°C	temperatuur van het macroklimaat
$q$	W/m <sup>2</sup>	effectieve warmteproductie
$X$	m	afstand van centrum tot het dichtstbijzijnde oppervlak
$\eta$	-	geometriefactor of vormfactor
$\lambda$	W/m.K	warmtegeleidingscoëfficiënt van de bulk
$\alpha$	W/m <sup>2</sup> .K	warmtedoorgangcoëfficiënt

Uit deze formule blijkt dat de temperatuurspreiding evenredig is met het kwadraat van de straal (afstand centrum-oppervlak).

De opwarming wordt veroorzaakt door de warmteproductie. Bloemen geven echter vocht af als gevolg van het dampdrukdeficit tussen produkt en omgeving. De hiervoor benodigde verdampingswarmte is te beschouwen als negatieve warmteproductie. De effectieve warmteproductie ligt daarom altijd onder de in tabellen opgegeven warmteproductie. De veilige straal wordt hierdoor globaal een factor twee groter.

Met behulp van een vereenvoudigde vergelijking is de veilige straal berekend voor een aantal snijbloemen (Verbeek en Poppezijs, 1982). Deze vergelijking luidt:

$$x = 2 \frac{\lambda \eta}{\rho q + 1 \text{ °C}}$$

hierin is:

$x$  = veilige afmeting [m]

$\lambda$  = warmtegeleidingscoëfficiënt [W/m.K]

$n$  = vormfactor

$\rho$  = dichtheid van het produkt [kg/m<sup>3</sup>]

$q$  = warmteproductie (gecorrigeerd voor het massaverlies) [W/kg]

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de berekende veilige afmetingen als functie van de temperatuur voor een viertal snijbloemsoorten. Hierbij is als verpakkingseenheid uitgegaan van een AA-doos. De vormfactor hiervan bedraagt 2,53.

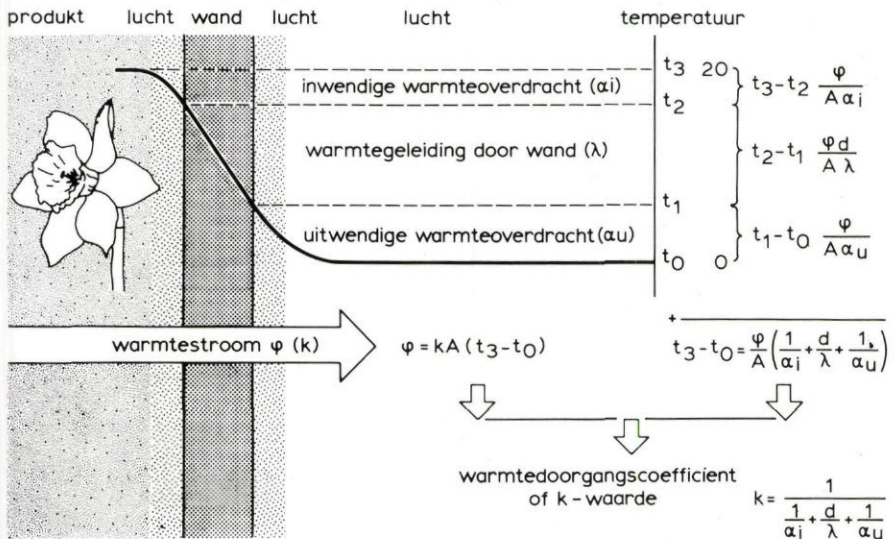
Tabel 7.1. De veilige afmeting van verpakte snijbloemen (in cm) als functie van de temperatuur

temperatuur	tulp	iris	roos	gerbera
1 °C	42	37	33	42
5 °C	39	28	23	28
10 °C	34	24	19	24
15 °C	25	17	14	19
20 °C	20	13	13	17
25 °C	18	12	12	15

## 2. Het verpakkingsmateriaal

De soort verpakkingsmateriaal is van grote invloed op de temperatuurontwikkeling in de verpakking. Belangrijkste eigenschap in dit verband is het isolerend vermogen van het verpakkingsmateriaal. Dit speelt een rol bij de afkoeling, maar eveneens bij de opwarming van het produkt. In dit verband zijn een aantal begrippen in gebruik, namelijk de warmtedoorgangscoefficiënt, de warmtegeleidingscoëfficiënt, de warmteoverdrachtscoëfficiënt en de K-waarde.

In onderstaande figuur is het temperatuurverloop over een wand (verpakkingsmateriaal) gegeven om deze begrippen te illustreren.



Figuur 7.4

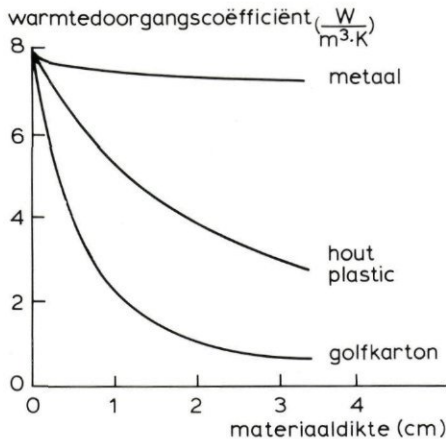
De relatie tussen temperatuur in de verpakking en daarbuiten

De warmtegeleidingscoëfficiënt ( $\lambda$ ) is een materiaaleigenschap; deze coëfficiënt geeft de warmtestroom per oppervlakte-eenheid en per eenheid temperatuurverschil over de wand, vermenigvuldigd met de materiaaldikte. De warmteoverdrachtscoëfficiënt ( $\alpha$ ) is een evenredigheidscoëfficiënt die de warmtestroom geeft per eenheid temperatuurverschil tussen wand en lucht en per oppervlakte-eenheid. De warmtedoorgangscöëfficiënt of de K-waarde (K) geeft de warmtestroom door een wand per totaal temperatuurverschil en per oppervlakte-eenheid. In tabel 7.2 zijn de warmtegeleidingscoëfficiënten gegeven van een aantal soorten verpakkingsmateriaal.

Tabel 7.2. Warmtegeleidingscoëfficiënt en van verschillende soorten verpakkingsmateriaal

materiaal	in W/(m K)
hout	0,16
papier	0,13
polyetheen (LD)	0,35
polyetheen (HD)	0,50
andere plastics	0,15
polystyreenschuim	0,03
golfkarton (10 mm)	0,044

In figuur 7.5 wordt een beeld gegeven van de warmtedoorgangscöëfficiënt uitgezet tegen de dikte van het verpakkingsmateriaal. Duidelijk is dat de warmtedoorgangscöëfficiënt afneemt bij toenemende materiaaldikte, zodat dus het isolerend vermogen van het materiaal toeneemt met toenemende dikte.

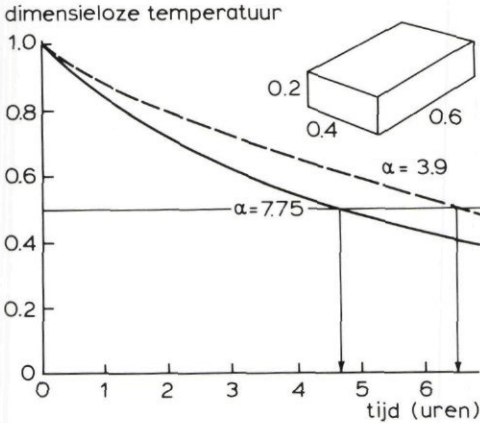


Figuur 7.5

De invloed van de dikte van verschillende soorten verpakkingsmateriaal op de warmtedoorgangscöëfficiënt

De isolatiewaarde van een verpakkingsmateriaal is van invloed op de afkoelnsnelheid. In figuur 7.6 is dit verduidelijkt. In deze figuur zijn voor twee soorten verpakkingsmateriaal – een met een warmtedoorgangscöëfficiënt van 7,75 W/m<sup>2</sup>K en een

met warmtedoorgangscoefficiënt van  $3,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  (dus 2 x zo klein) – de halfkoeltijd als functie van de tijd gegeven. De halfkoeltijd is dan 4,7 resp. 6,5 uur. Als de afkoeltijd  $3 \times$  de halfkoeltijd is betekent dit dat de afkoeltijd bij isolerend verpakkingsmateriaal (warmtedoorgangscoefficiënt =  $3,9 \text{ }^\circ\text{K W/m}^2\cdot\text{K}$ ) 5 uur langer is dan bij het minder isolerend verpakkingsmateriaal.



Figuur 7.6 Afkoeling van een unitload met variërende warmtedoorgangscoefficiënt

Dit aspect van de verpakking heeft zowel negatieve als positieve kanten. Een goed isolerende verpakking betekent praktisch gezien een vermindering van het risico van kouschade of warmteschade, maar ook een vertraging van het afkoelproces van het verpakte produkt. Onder andere om deze laatste reden zijn verpakkingen veelal voorzien van openingen.

Ter voorkoming van schade door een ongunstige temperatuur in het macroklimaat kan men isolerende verpakkingen toepassen. Hierbij kan men onderscheid maken in voorkomen of beperken van luchtuitwisseling, van geleiding en van straling. Voor het voorkomen van luchtuitwisseling is een gesloten verpakking voldoende. Ook een krimphoes kan hiervoor worden toegepast. Voor het beperken van de geleiding kan een isolerende laag aangebracht worden. Hiervoor zijn diverse materialen in gebruik. Tabel 7.3 toont de isolerende eigenschappen van enkele van deze materialen (Van Nieuwenhuizen, 1981).

Tabel 7.3. De warmtedoorgangscoefficiënt en warmtegeleidingscoefficiënt van isolatiedekens

type deken	warmtedoorgangscoeff. ( $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ )	dikte van deken (mm)	warmtegeleidingscoeff. ( $\text{W/m}\cdot\text{K}$ )	dikte in mm nodig voor gelijk effect als glaswol
1. Glaswol deken	1,6	25	0,038	25
2. Treviraspunbonddeken	4,3	15	0,064	40
3. Noppenfolie deken	8,2	9	0,072	46
4. Controle 100 mm polystyreen	0,29	100	0,029	

Uit deze tabel blijkt, dat glaswol het hoogste isolerend vermogen heeft.

Praktisch gezien is het interessant te weten gedurende welke tijd een isolatiedeken bescherming geeft tegen ongewenste afkoeling op opwarming van buitenaf.

Hiervoor zou men alle gegevens van lading en produkt moeten kennen. Indien men de ervaring heeft dat met de glaswol deken onder bepaalde omstandigheden (produkt, stapeling etc.) 12 uur bescherming wordt verkregen, dan zal alleen in het gunstigste geval met de treviraspunbond deken gedurende 5 uur bescherming worden verkregen en met de noppenfolie deken 3,5 uur. Deze benadering geldt slechts, indien de lading redelijk gelijkmatig afkoelt. Normaal zal de lading aan het oppervlak het snelst afkoelen, zeker als contact tussen de lading en de wand optreedt.

Voor dergelijke omstandigheden zal de veilige marge niet omgekeerd evenredig zijn met de transmissiecoëfficiënten maar kan wel teruglopen tot deken 1 : deken 2 : deken 3 = 12 : 3 : 1 uur. Zie verder het voorbeeld in tabel 7.4.

Tabel 7.4. Maximale berekende transporttijden in uren, voordat bevroering optreedt van produkten, die de isolatiedeken raken (initiële produkttemperatuur 5 °C)

type deken	omgevingstemperatuur		
	-5 °C	-10 °C	-20 °C
Glaswol deken	23	12	2
Treviraspunbonddeken	6	3	0,5
Noppenfolie deken	2,5	1	0,3

Het isoleren van de verpakking ter voorkoming van kouschade wordt vooral toegepast bij anthurium. De minimale temperatuur, waarbij anthurium geen schade oploopt, is 13-15 °C, afhankelijk van de soort. Omdat de optimale temperatuur voor de meeste snijbloemen lager ligt, en omdat uit praktische overwegingen toch gezamenlijk getransporteerd moet worden, wordt anthurium meestal in een verpakking, voorzien van isolerend materiaal, verhandeld.

In een experiment op het Sprenger Instituut is nagegaan wat de invloed van enkele gangbare soorten isolatiemateriaal is op de afkoeling van anthurium (Boerrigter en Harkema, 1982). In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven. De thermische bescherming is hierbij uitgedrukt in halfkoeltijden.

Tabel 7.5. Halfkoeltijden van anthuriumdozen

beschrijving verpakking	halfkoeltijd in minuten	thermische bescherming	handling	kosten	gewicht
geen verpakking	73	-	+	-	n.v.t.
AA-doos zonder isolatie	238	0	0	0	n.v.t.
AA-doos met kranten	465	++	++	+	4430
AA-doos met polystyreen chips	465	++	++	+++	315
AA-doos met polystyreen platen	351	+	+	++	873

- = slecht of laag; +++ = zeer goed, zeer hoog



Uit deze tabel blijkt duidelijk het effect van het opvullen van loze ruimten in een doos met anthurium op de afkoelsnelheid van de doos.

Opvallend hierbij is dat verpakken met kranten een betere bescherming biedt dan verpakken met polystyreen platen (die aan de kopse kanten 6 cm dik zijn en aan de lange zijden 2 cm). Qua handling is de verpakking met platen echter te prefereren. Ook het extra gewicht blijft bij platen beperkt, wat vooral bij luchttransport van belang is. De polystyreen chips geven eenzelfde bescherming als kranten, maar hebben een veel lager gewicht. Hierbij is de handling echter weer veel minder praktisch.

### 3. De openheid van de verpakking.

In de praktijk worden veelal stapels verpakt produkt ineens gekoeld. Dit afkoelen kan gebeuren volgens verschillende methoden (zie hoofdstuk 6). Dat bij doorstroomkoeling openingen in de verpakking nodig zijn wil de koellucht met het produkt in contact komen, is duidelijk. De theorie van de langsstroomkoeling geeft echter geen verklaring voor de gevolgen van openingen in de verpakking. Dat openingen in de verpakking een veel kortere koeltijd mogelijk maken is door experimenten aangetoond en is als volgt verklaarbaar. Praktisch is de luchtsnelheid in een spleet tussen de af te koelen stapelenheden niet constant. Volgens de stromingswetten treden daardoor drukschommelingen op in de spleet. Omdat dit in alle spleten gebeurt, treden er in de stapeling dus wisselende drukverschillen op. Als gevolg van drukverschillen over de stapel stroomt de lucht tussen de produkten in de verpakking van hoge naar lage druk, mits er in de verpakking openingen aanwezig zijn. Even later draait het drukverschil om, zodat ook de richting van de luchtstroom in de stapel omdraait. Het komt er dan op neer dat de koele lucht uit het macroklimaat door de ventilatie-openingen van de verpakking naar binnen stroomt, mengt met warme lucht van het microklimaat en weer naar buiten stroomt. Door dit effect wordt de warmteafgifte sterk bevorderd.

Een open doos koelt sneller af dan een geheel gesloten doos. Openingen in het midden van de zijkanten van een verpakking kunnen minder effectief zijn. Door het opbollen van de verpakking namelijk ontstaan luchtkanalen in een stapeling ter hoogte van de boven en onderzijde van de doos. Voor een maximale afkoelsnelheid bij langsstroomkoeling is het daarom gunstiger de openingen boven en onder het midden te situeren.

De vorm van de openingen wordt veelal langwerpig gekozen, omdat bij doorstroomkoeling de ventilatieopening de verbinding tussen de verpakkingen vormen. Door langwerpige horizontale openingen toe te passen heeft men maximaal kans op een goede verbinding tussen de verpakkingen.

In dit verband moet ook de krimphoes genoemd worden. In de praktijk wordt deze onder andere gebruikt om de stapeling een betere stabiliteit te geven. Door het toepassen van een krimphoes wordt het afkoelproces ernstig vertraagd (in experimenten is zelfs een factor 2 gevonden). Dit wordt veroorzaakt door het feit dat men dan een zuivere langsstroomkoeling heeft gecreëerd (van Beek, 1979).

In bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van de afkoelmogelijkheden van verschillende verpakkingen bij langsstroom- en bij doorstroomkoeling.

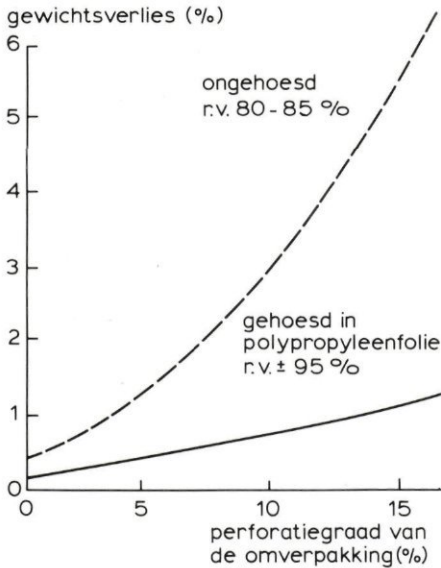
#### 7.1.2. Vocht

De vochtafgifte van snijbloemen wordt veroorzaakt door een waterdampspanningsverschil tussen produkt (intercellulaire ruimtes) en de omringende lucht. Is de waterdampspanning van de omringende lucht laag, dan is er een grote drijvende kracht

die de waterdampstroom van produkt naar lucht onderhoudt, zodat ook de vochtgifte groot is. De waterdampspanning van het produkt mag constant worden verondersteld; de dampspanning van de omringende lucht zal echter steeds variëren. Vooral de vochtuitwisselingssnelheid (waterdampdiffusie) tussen lucht in de verpakking en lucht circulerend in de koelcel bepaalt de dampspanning van de lucht tussen het produkt.

Het verschil in dampspanning tussen micro-(verpakking) en macroklimaat (buitenlucht) is de drijvende kracht voor vocht-diffusie. De weerstand die daarbij optreedt is de mate waarin de verpakking de vocht-diffusie tegengaat.

Onderstaande grafiek geeft een voorbeeld van deze effecten.



Figuur 7.7

Relatie tussen perforatiegraad van de verpakking en het gewichtsverlies van het produkt

Gehoesde bloemen, in dit geval rozen, verliezen minder gewicht t.o.v. ongehoesd produkt. Daarnaast speelt de openheid van de omverpakking een rol. Naarmate het openingspercentage in de omverpakking toeneemt neemt ook het gewichtsverlies toe, en bij ongehoesd in veel sterkere mate dan bij gehoesd produkt (Molenaar en Breebaart, 1979b).

Analoog met de wet van ohm geldt volgens van Beek en Lamers (1979):

$$\text{Vocht-diffusie} = \frac{\text{drijvende kracht}}{\text{weerstand}} = \frac{\text{damp-drukdeficit}}{\text{beschermingsfactor}}$$

De weerstand voor vochtdiffusie van produkt naar microklimaat wordt sterk bepaald door de huidmondjes (stomata):

- Hoe meer stomata in direct contact met de lucht des te groter de verdamping. Een enkele bloem verliest meer vocht dan een bos bloemen.
- De stomata kunnen ver of minder ver open zijn, bijvoorbeeld als gevolg van licht- en donkereffecten.

Deze moeilijk te kwantificeren reacties van het produkt kunnen niet, zoals bij andere produkten wel het geval is, worden omzeild met het begrip specifieke vochtafgifte van een produkt. De specifieke vochtafgifte is de hoeveelheid water per kg produkt per seconde bij een dampdrukdeficit van 1 Pascal. Dit getal is voor berekeningen zeer bruikbaar maar niet werkelijk een constante bij diverse omstandigheden. Bij snijbloemen is de tijd van invloed op de vochtafgifte. Deze complicaties hebben geleid tot het introduceren van een verhoudingsgetal dat de mate van bescherming aangeeft: (Lamers en van Beek, 1979)

$$\text{Beschermingsgraad} = \frac{\text{vochtafgifte onverpakte bloemen}}{\text{vochtafgifte verpakte bloemen}}$$

Er zijn velerlei beschermingsgraden vast te stellen. De teller en de noemer van het quotiënt kunnen vervangen worden door bijvoorbeeld

1. De vochtafgifte van een bloem en een bos (beschermende werking van een bos).
  2. De vochtafgifte van gehoeste en ongehoeeste bloemen.
  3. De vochtafgifte van dichte folie en geperforeerde folie.
  4. De vochtafgifte van een palletlading met en zonder pallethoes.
  5. De vochtafgifte van gecoate en ongecoate produkten
- of in algemene termen:

$$\text{beschermingsgraad} = \frac{\text{dampdrukdeficit microklimaat}}{\text{dampdrukdeficit macroklimaat}}$$

Het vergelijken van beschermingsgraden is een mogelijkheid om bepaalde handelingen met snijbloemen te kwantificeren.

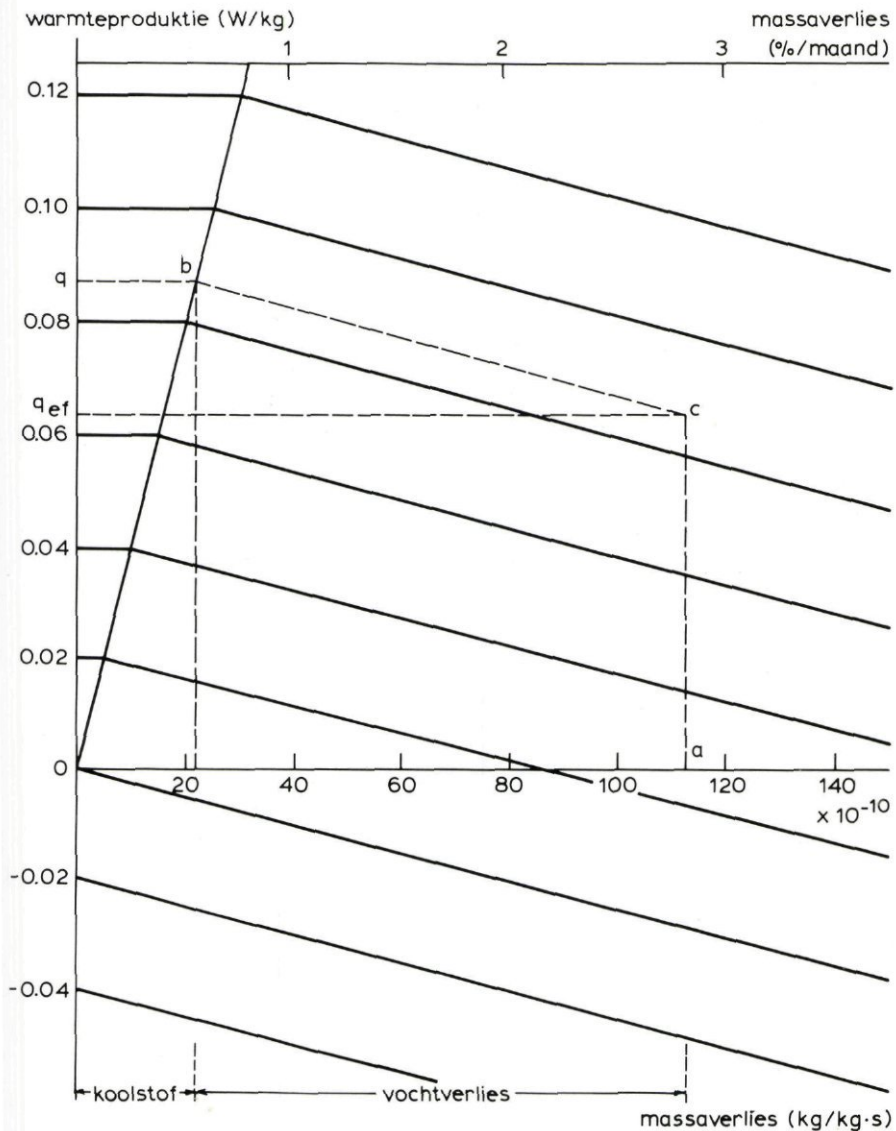
In figuur 7.8 is voor een aantal rozenverpakkingen deze beschermingsgraad verhoudingsgewijs weergegeven. De onverpakte bloem dient als referentie met een beschermingsniveau 1. Naarmate de verpakingsgraad toeneemt stijgt de beschermingsgraad tot, in dit voorbeeld, een beschermingsniveau van 91 (Molenaar, 1981).

In algemene termen is de invloed van de vochtafgifte op de warmteproductie vrijwel niet te voorspellen omdat de vochtafgifte in iedere situatie verschillend is en de warmteproductie in de tijd afneemt.

verpakking- wijze	perfo- ratie in %	bescher- mings- graad	verpakking- materiaal
		1	niet verpakt
○		9.1	polypropyleen folie
○		8.3	" "
⊙		14	" "
⊙		9.1	" "
⊙	0	91	" " golfkarton doos
⊙	5	77	" " "
⊙	15	16	" " "
□	0	63	alleen golfkarton doos
□	5	15	" " "
□	15	3.3	" " "

Figuur 7.8  
De graad van bescherming tegen vochtverlies van verschillende rozenverpakking

Is de vochtafgifte echter bekend dan kan de invloed van de vochtafgifte op de warmteproductie en daarmee op de afkoelsnelheid vastgesteld worden. Voor de vaststelling van de effectieve warmteproductie wordt onderstaand nomogram gebruikt (van Beek, 1975).



Figuur 7.9  
Nomogram voor warmteproductie, effectieve warmteproductie, massaverliessnelheid, koolstofverliessnelheid en vochtverliessnelheid

Het massaverlies is de som van vochtverlies door verdamping en van koolstofverlies door verbranding van suikers (ademhaling).

Voor de berekening van de effectieve warmteproductie moet de gemeten warmteproductie gecorrigeerd worden voor het vochtverlies. In het nomogram valt af te lezen dat bij een massaverlies van  $112 \times 10^{-1}$  kg/(kg.s) en een gemeten warmteproductie van 0,087 W/kg de effectieve warmteproductie 0,063 W/kg is.

Interessant in dit verband is de invloed van vochtverlies of 'vochtoverschot' op de kwaliteit van de snijbloem.

In hoofdstuk 2 is al ingegaan op de fysiologische achtergronden van vochtverlies door snijbloemen. Duidelijk is dat uit kwaliteitsoverwegingen het vochtverlies beperkt moet blijven. In tabel 7.6a is een overzicht gegeven van de resultaten van een experiment, waarin o.a. de invloed van vochtverlies op de kwaliteit werd nagegaan voor een aantal gerberavariëteiten (Harkema en Molenaar, 1986). Uit de gegevens blijkt een grote invloed van het vochtverlies op de conditie van het produkt na bewaring. Overigens zijn de rasverschillen eveneens aanzienlijk, maar dit treedt bij hoge gewichtsverliespercentages veel duidelijker naar voren.

Tabel 7.6a

verpakkingsmethode	gewichtsverlies produkt (g/50 gerbera's)	gewichtstoename verpakking (g/50 gerbera's)
brede gerberadoos	159	181
smalle gerberadoos	105	130
golfkarton doos met 5 hanginterieurs	123	147
brede gerberadoos met hoezen + cups	20	69

Vocht kan op twee manieren uit de bloemen verdwijnen, namelijk door afgifte aan de omgevende lucht of door onttrekking door de omhullende verpakking. Om de vocht-afgifte aan de omringende lucht te beperken kan men het vochtgehalte van de lucht op een maximaal niveau brengen. Dit gebeurt bij het natte koelsysteem (zie § 6.2.). Ook het verminderen van de luchtsnelheid langs het produkt kan de vochtafgifte beperken. Tijdens het afkoelproces is een zekere luchtsnelheid echter noodzakelijk, wil men een korte afkoeltijd realiseren. Bij het afkoelproces zal dus altijd een modus gevonden moeten worden tussen maximale afkoelsnelheid en minimaal vochtverlies. Vermindering van de luchtsnelheid langs het produkt kan bereikt worden door het toepassen van verpakkingen (hoezen, inrollen etc.).

Vochtonttrekking door de verpakking kan aanzienlijke vormen aannemen. In hetzelfde gerbera-experiment als hierboven genoemd is onderzocht wat de invloed is van verschillende verpakkingsmaterialen op het vochtverlies bij gerbera. De resultaten zijn weergegeven in tabel 7.6b.

\* Duidelijk is dat er grote verschillen zijn in vochtonttrekking tussen de verschillende verpakkingsmaterialen en verpakkingsniveaus. Met name hoezen van de bloemen in kunststof folie leidt tot een aanzienlijke vermindering van de vochtonttrekking.

Een groot probleem met betrekking tot de vochtthuishouding is de tegenstrijdigheid van de doelen die men nastreeft. Enerzijds wil men, zoals hierboven aangegeven, het vochtgehalte van de omringende lucht zo hoog mogelijk houden om kwaliteits-

Tabel 7.6b

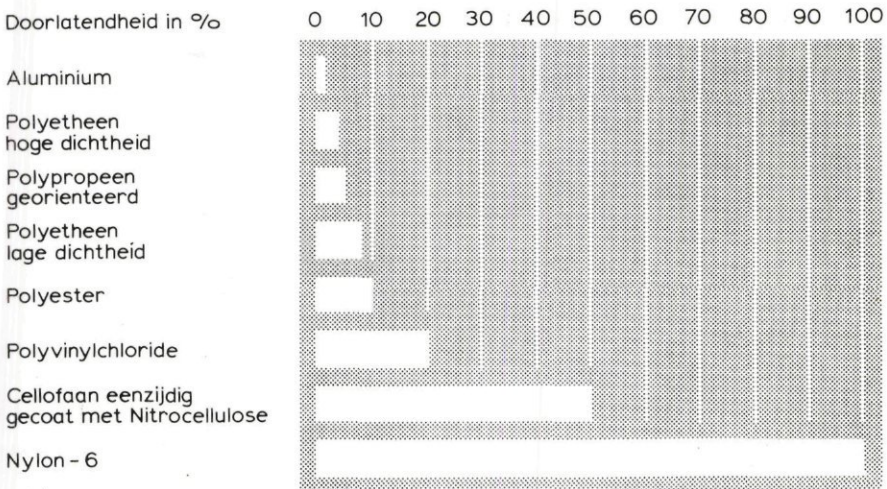
	conditie produkt na bewaring <sup>1)</sup>				
	Appelbloesem	Fleur	Clementine	Robijn	Pimpernel
brede gerberadoos	---	-	-	++	-
smalle gerberadoos	-	+/-	-	--	+/-
golfkarton doos met 5 hanginterieurs	-	+	-	+++	+
brede gerberadoos met hoezen + cups	+++	+++	+++	+++ <sup>2)</sup>	+++

1) kwaliteitsrangorde: +++: goed; +/-: matig; ---: zeer slecht

2) vertoont schimmelaantasting

verlies door vochtafgifte te beperken, anderzijds wil men het oog op microbiële aantastingen, de hoeveelheid vocht in de verpakking beperken. Hierbij gaat het dan met name om het zogenaamde vrije water of condens. Condens leidt bij besmette produkten tot snelle groei van schimmels en daarmee tot kwaliteitsverlies. Condens treedt op in verpakkingen waarbinnen een hoge vochtigheid heerst, en die blootgesteld worden aan wisselende temperaturen. Deze wisselende temperaturen zijn bij de distributie van snijbloemen een regelmatig voorkomend verschijnsel.

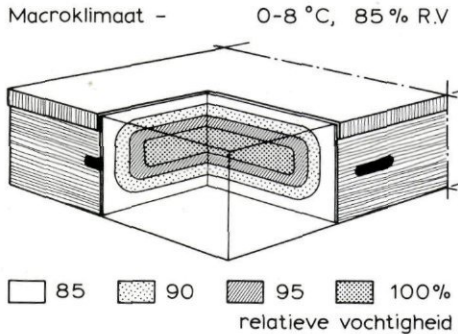
Condens kan voorkomen worden door het gebruik van absorberend verpakkingsmateriaal, bijvoorbeeld papier. Dit heeft echter als bezwaar dat het vochtverlies van de bloemen relatief hoog is. Een andere mogelijkheid is het gebruik van verpakkingsmateriaal, dat luchtuitwisseling met de omgeving mogelijk maakt. Hierbij valt te denken aan geperforeerde folie en aan waterdampdoorlatende folie. In onderstaande figuur wordt van een aantal verpakkingsmaterialen de doorlatendheid voor waterdamp vermeld.



Figuur 7.10 Waterdampdoorlatendheid van enkele kunststoffolies (berekend uit literatuurgegevens)

De waterdampdoorlatendheid van geperforeerde folie is afhankelijk van de oppervlakte aan perforaties.

Niet alleen de mate waarin het materiaal waterdamp doorlaat is bepalend voor de mate van vochtafvoer. Ook van belang hierbij is de vraag of het vocht uit het eerste verpakkingsniveau (de hoës) ook uit het tweede verpakkingsniveau (de doos) kan komen. In onderstaande figuur is een beeld gegeven van de dampspanning over een snijbloemendoos.



Figuur 7.11

Voorbeeld van een dampspanningsprofiel over een snijbloemendoos bij een r.v. van het macroklimaat van 85%

Uit deze figuur blijkt dat alleen de verpakkingen in de hoeken van de doos, indien waterdampdoorlatend, hun vocht aan het macroklimaat kwijt kunnen. In het centrum vervalt deze mogelijkheid. Het gebruik van geperforeerde folie of waterdampdoorlatende folie biedt dan ook maar zeer beperkte voordelen.

Uit bovenstaande blijkt dat het niet goed mogelijk is met behulp van verpakking een optimaal evenwicht te bereiken tussen minimaal vochtverlies en minimale kans op condensvorming, en dus op microbiële aantasting.

Belangrijk bij de kans op microbiële aantasting (waarbij vooral *Botrytis* veel voorkomt) is om uit te gaan van snijbloemen met een lage besmettingsgraad. Een andere oplossing ligt in het uitvoeren van een goede *Botrytis*bestrijding voor het verpakken. Een goede methode hiervoor is in de praktijk echter helaas nog niet voorhanden. Als laatste manier om microbiële aantasting te voorkomen kan genoemd worden het vermijden van temperatuurwisselingen, zodat weinig of geen condensatie optreedt. Met het realiseren van een geheel gesloten koelketen is dit grotendeels te bereiken.

### 7.1.3. Lucht

Als derde klimaatbeheersende factor is in de inleiding van dit hoofdstuk lucht genoemd.

Verschillende aspecten van de factor lucht hebben een grote invloed op het bereiken van het optimale microklimaat. Het gaat hierbij dan vooral om de luchtbeweging en de luchtsamenstelling. De invloed van luchtbeweging is reeds genoemd in paragraaf 6.2.4. De relatie tussen luchtsamenstelling en verpakking zal hier worden besproken.

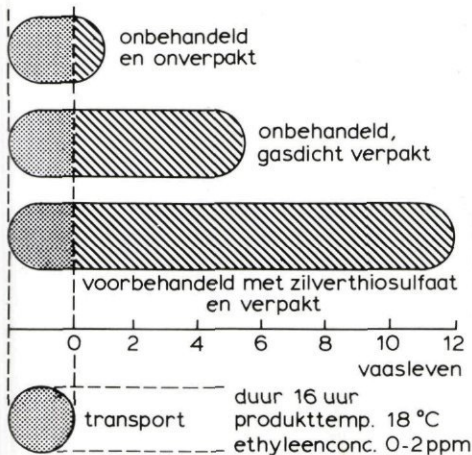


Bij het beheersen van de luchtsamenstelling kan men denken aan het instellen van een bepaalde luchtsamenstelling (de zgn. Controlled Atmosphere of CA) in de verpakking, of aan het weren van schadelijke gassen (ethyleen) uit de nabijheid van de bloemen.

Bij de CA-methode laat men meestal het zuurstofgehalte dalen en het koolzuurgehalte stijgen. Hierdoor wordt de ademhaling geremd, en dit zou leiden tot een ver grote houdbaarheid van de bloemen. De verandering van de luchtsamenstelling in bovengenoemde zin kan ook veroorzaakt worden door de ademhaling van het produkt zelf, waarbij  $O_2$  verbruikt wordt en  $CO_2$  wordt afgegeven. Onderzoek naar toepassing van CA-verpakkingen is nog maar weinig verricht. Uit het tot nu toe verrichte onderzoek is nog niet gebleken dat CA-condities veel bijdragen aan beperking van het kwaliteitsverlies. Een moeilijkheid bij de CA-techniek is dat nog onduidelijk is wat de invloed is van verhoogde  $CO_2$ -concentraties op de kwaliteit (over CA-bewaring is reeds geschreven in paragraaf 6.1.4).

Als het gaat om het weren van schadelijke gassen uit de omgeving van de bloem, dan kan men gebruik maken van gasdichte verpakkingen. Het gaat hierbij dan met name om ethyleen, dat in staat is de kwaliteit van snijbloemen in sterke mate te beïnvloeden. Voor de fysiologische achtergronden wordt verwezen naar hoofdstuk 2. Ethyleen als probleem in de distributieketen wordt behandeld in hoofdstuk 9.

Als men bloemen verpakt in een gasdichte verpakking om hen zo te beschermen tegen ethyleen, dan is de consequentie dat de verpakking eveneens als CA-systeem gaat dienen. Het effect van een gasdichte verpakking op het vaasleven van anjers is in een experiment nagegaan. In onderstaande figuur zijn de resultaten daarvan gegeven (Molenaar e.a., 1981; Boerrigter en Molenaar, 1984).



Figuur 7.12

Effect van een gasdichte verpakking tijdens het transport op het vaasleven van anjers

Zoals uit deze figuur blijkt heeft de gasdichte verpakking wel een positieve invloed op het vaasleven vanwege de bescherming tegen ethyleen. De resultaten van een voorbehandeling met zilverthiosulfaat zijn echter veel beter, zodat men mag veronderstellen dat de gewijzigde luchtsamenstelling in de verpakking een negatieve invloed heeft gehad op het vaasleven. Mede door dergelijke problemen is het nooit tot grootscheepse praktische toepassing van gasdichte verpakkingen bij snijbloemen gekomen.

## 7.2. Bescherming tegen mechanische beschadiging

Een belangrijke functie van de verpakking is het beschermen van het produkt tegen mechanische beschadigingen. In de na-oogstfase wordt het produkt aan zoveel handelingen onderworpen, dat de kans op mechanische beschadiging van het onverpakte produkt uitermate groot is. Dit geldt vooral voor de exportprodukten, maar ook bloemen die in Nederland blijven lopen risico. Daarom wordt veelal een verpakking toegepast om het risico van mechanische beschadiging zoveel mogelijk te verkleinen. Deze omverpakkingen kunnen uit verschillende materialen of combinaties van materialen bestaan, o.a. hout, metaal, kunststof en karton. De vormvastheid van de eerste drie materialen is groot. In de praktijk zijn voor het grootste deel kartonnen dozen in gebruik. In het vervolg zal dan ook voornamelijk ingegaan worden op de bescherming tegen mechanische beschadiging die een doosverpakking biedt.

De mate waarin de verpakking moet voldoen aan bepaalde eisen, hangt af van de mechanische belasting waaronder de doos te lijden heeft in de distributiefase en van de omstandigheden, die de eigenschappen van het materiaal beïnvloeden (met name de vochtigheid).

In deze paragraaf zullen de volgende onderwerpen aan de orde komen:

- het begrip druksterkte,
- de invloed van het vochtgehalte, de stapelwijze en de tijd op de eigenschappen van de verpakking,
- het begrip draagkracht.

### 7.2.1. *Het begrip druksterkte*

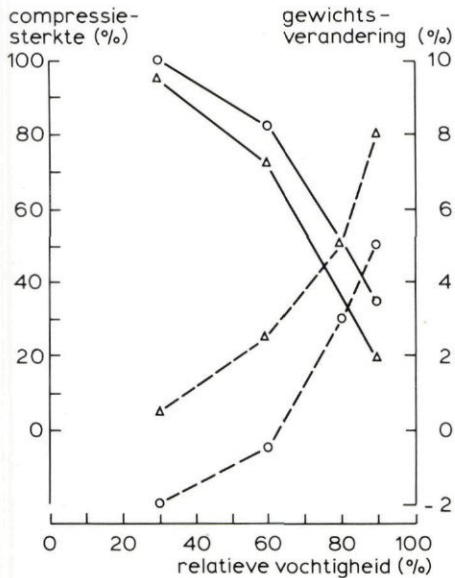
De druksterkte van kartonnen dozen, ook wel compressiesterkte genoemd, kan berekend worden aan de hand van eigenschappen van het kartonmateriaal en de afmetingen van de doos. Druksterkte geeft aan de mate waarin de doos bestand is tegen mechanische krachten. Het is een theoretische sterkte, gemeten tussen twee vlakke platen, waarbij de tijd geen rol speelt. Met behulp van het begrip druksterkte en met kennis van de invloed van verschillende factoren op de druksterkte, kan men de draagkracht van een doos bepalen. De draagkracht van een kartonnen doos kan worden gedefinieerd als de belasting die de doos onder bepaalde omstandigheden kan hebben. Dit is van belang omdat een doos alleen effectief kan beschermen tegen mechanische beschadigingen als de oorspronkelijke hoedanigheid zoveel mogelijk behouden blijft.

Voor het bepalen van de druksterkte van een verpakking zijn diverse formules ontwikkeld. Als men weet welke druksterkte een doos moet hebben om de distributieketen ongeschonden te doorlopen en aan welke eisen men moet voldoen met betrekking tot de maatvoering, dan kan men met behulp van de formules bepalen welk materiaal men moet toepassen.

### 7.2.2. De invloed van het vochtgehalte op de druksterkte

De invloed van het vochtgehalte op de eigenschappen van een kartonnen doos is zeer groot, in tegenstelling tot de invloed van de temperatuur, die boven 0 °C vrijwel te verwaarlozen is.

Het vochtgehalte van karton wordt uitgedrukt in een percentage van de vochtigheid van de lucht, waarin de doos zich bevindt. De relatie is niet gelijk aanwezig, eerst moet zich een evenwichtstoestand instellen. Zo geldt voor enkel plaatmateriaal dat deze evenwichtstoestand pas na twee dagen bereikt is. Bij meervoudig plaatmateriaal kan dit nog langer duren. Bovendien treedt er bij karton een licht hysteresiseffect op. Dit wil zeggen dat de invloed van de vochtigheid van de lucht groter of kleiner is al naar gelang het oorspronkelijke vochtgehalte van het karton hoger of lager is. In het algemeen gesteld is de relatie tussen relatieve vochtigheid van de lucht, vochtgehalte van het karton en druksterkte als aangegeven in onderstaande figuur.



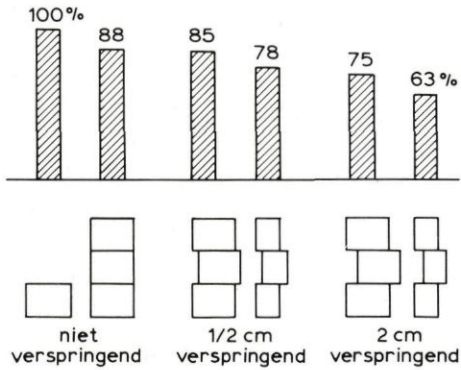
Figuur 7.13

De relatie tussen relatieve vochtigheid en vochtgehalte (---) resp. compressiesterkte (—) bij 4 °C ( $\Delta$ ) en bij 25 °C (o) (naar: Miltz en Roosen-Doody, 1981)

Uit de figuur valt af te leiden dat kleine afwijkingen in de r.v. van de lucht in het gebied rond 90% een grote invloed hebben op de druksterkte van het karton. Vooral voor de bloemenwereld, waar hoge vochtigheden voorkomen, is dit een belangrijk gegeven. Met name het optreden van condens komt bij bloemen nogal eens voor. In dat geval is de vochtigheid in de omgeving van het materiaal 100%. Als er geen speciale voorzieningen zijn getroffen om de vochtopname af te remmen, kan de druksterkte in korte tijd drastisch afnemen.

### 7.2.3. Invloed van de stapelwijze op de druksterkte

De stapelwijze heeft een groot effect op de druksterkte van kartonnen dozen. Het gaat dan met name om de vraag in hoeverre de hoeken van de dozen boven elkaar staan. Een rechte stapeling levert in het algemeen minder druksterkteverlies op dan een onregelmatige stapeling. In onderstaande figuur is hiervan een indruk gegeven.



Figuur 7.14  
Invloed van de stapeling op de compressiesterkte

Vaak kan het echter nodig zijn in verband te stapelen vanwege de benodigde stabiliteit van de stapeling. In dat geval zullen aan de druksterkte van de kartonnen doos strengere eisen gesteld moeten worden.

### 7.2.4. Invloed van de tijd op de druksterkte

De invloed van de duur van de belasting op de draagkracht van een kartonnen doos is vrij groot. Naarmate de duur toeneemt neemt de draagkracht af. De tijd dat een kartonnen doos een last gelijk aan de druksterkte kan verdragen is zeer kort, slechts enkele minuten. Bij een belasting van 70% van de druksterkte wordt een duur van enkele dagen bereikt. Bij een belasting van 50% van de druksterkte neemt de duur toe tot circa 3 maanden. De acceptabele duurbelasting is niet eenvoudig te bepalen. Naast de nauwkeurigheid van stapelen en de gelijkmatigheid van de belasting speelt ook het vochtgehalte van het karton een rol. Naarmate het vochtgehalte hoger is neemt de belastbaarheid als percentage van de druksterkte af. De druksterkte zelf neemt echter ook af (zie § 7.2.2.).

Het is gebleken dat samengesteld karton (bijvoorbeeld triple-wall karton) ten aanzien van de duurbelasting gunstiger reageert dan enkelwandig materiaal (single-wall golfkarton, massief karton).

### 7.2.5. Berekening van de draagkracht van kartonnen dozen

Zoals boven al is geformuleerd wordt onder de draagkracht van kartonnen dozen verstaan de belasting die de doos onder bepaalde praktijkomstandigheden kan dragen. Voor de vaststelling van de draagkracht wordt uitgegaan van de druksterk-



Om de bloemen snel te koelen zijn openingen in de verpakking noodzakelijk

te. Deze druksterkte wordt in het algemeen gemeten bij 65% r.v., voor speciale toepassingen bij 90% r.v. De tijdsduur speelt bij de bepaling van de druksterkte geen rol. Door nu de verschillende invloedsfactoren in rekening te brengen kan de draagkracht bepaald worden. Eenvoudig gezegd kan de draagkracht dan als volgt gedefinieerd worden:

Draagkracht = druksterkte  $\times$  invloed (vochtgehalte, stapelwijze, duurbelasting)

Als men weet aan welke eisen de draagkracht moet voldoen, kan men met behulp van een formule berekenen wat de eisen zijn die men wat betreft druksterkte aan het materiaal moet stellen.

Naast deze statische invloedsfactoren op de druksterkte is er nog een aantal dynamische factoren die bepalen of de verpakking voldoende bescherming geeft tegen mechanische beschadiging. Hierbij valt te denken aan de invloed van trillen, stoten, kantelen etc. Naast de vormvastheid van de doos dient deze dus ook te voldoen aan bepaalde eisen met betrekking tot schokabsorbtie. Dit laatste kan evenwel ook bereikt worden door extra materiaal toe te passen aan de binnenzijde van de doos. Bij industriële goederen die niet of weinig schokbestendig zijn wordt dit algemeen toegepast. In de bloemenverpakking is hiervan echter nog maar nauwelijks sprake.

Voor het testen van de eigenschappen van verpakkingen zijn bepaalde standaards ontwikkeld. De dozen worden dan op laboratoriumschaal 'geheel gevuld en volgens praktijkgebruik' getest.

### 7.3. Vergroten van de 'handlingsefficiency'

Een belangrijke functie van verpakkingen is het vergroten van de handlingsefficiency. Enerzijds betreft het hier de ruimtebenutting van het produkt tijdens opslag, vervoer en overslag. In dit verband is het begrip modulair transport relevant, dat in hoofdstuk 3 al is besproken. Anderzijds heeft het betrekking op de mogelijkheden het produkt zodanig te beschermen tegen negatieve invloeden van buitenaf, dat bij de verdere distributie zo min mogelijk rekening behoeft te worden gehouden met de eisen, die het produkt stelt.

De verschillende verpakkingen hebben op verschillende manieren invloed op de handlingsefficiency. Het hoezen, zowel van bossen als van hele karren of palletladingen, bevordert de handlingsefficiency omdat men geen rekening hoeft te houden met uit de lading stekende (delen van) bloemen. Deze verpakkingsvorm heeft dus als doel het voorkomen van mechanische beschadigingen, en bevordert daarbij tevens de handlingsefficiency.

## 8. VERVOER VAN SNIJBLOEMEN

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de verschillende aspecten van het vervoer van snijbloemen. Hoewel vervoer als onderdeel van het totale transport (zie hoofdstuk 3) niet op zichzelf staat, zijn er aan het vervoer van snijbloemen zoveel aspecten verbonden, dat dit een aparte behandeling rechtvaardigt.

Het vervoer heeft als belangrijkste functie de allocatie van de snijbloemen. Afhankelijk van het soort vervoer en van de bestemming maakt de vervoerstijd een meer of minder groot gedeelte van de totale distributietijd uit. Zo kan bij een luchttransport naar het Midden Oosten de vervoerstijd (per vliegtuig) slechts zo'n 10% van de totale transporttijd uitmaken (Sterling en Hoogerwerf, 1985), terwijl bij wegtransport naar de BRD de vervoerstijd zo'n 35-55% kan bedragen. Omdat in absolute zin de vervoerstijd even lang kan zijn, mag aan het bovenstaande echter niet de suggestie ontleend worden dat de kwaliteit van het vervoer minder belangrijk is als de relatieve vervoerstijd kleiner is.

Bij het vervoer gaat het er dus om de bloemen op zo efficiënt mogelijke wijze in zo kort mogelijke tijd onder zo gunstig mogelijke condities op de plaats van bestemming te brengen. De eerste twee aspecten zijn in de vervoerswereld algemeen van belang. Hierbij speelt het begrip logistiek een belangrijke rol, waarop in hoofdstuk 3 al is ingegaan. In dit hoofdstuk zal dit begrip toegespitst worden op het vervoer.

Het creëren van gunstige condities is een voor bederflijke producten specifiek aspect. Bij snijbloemen spelen hierbij begintemperatuur, vervoerstijd en omgevingstemperatuur een belangrijke rol. Daar komt nog bij het effect van de warmteproductie van de bloemen.

Het bereiken en handhaven van gunstige condities vereist een aparte aanpak en een aparte inrichting van het vervoermiddel. Dit wordt in figuur 8.1 geïllustreerd. Hierin wordt het temperatuurverloop gegeven van op verschillende wijze vervoerde rozen, verpakt in plastic kratten. Het vervoeren van niet voorgekoelde bloemen in een niet gekoelde vrachtwagen blijkt tot onaanvaardbare temperatuurstijgingen te leiden.

### 8.1. Soorten van vervoer en vervoermiddelen

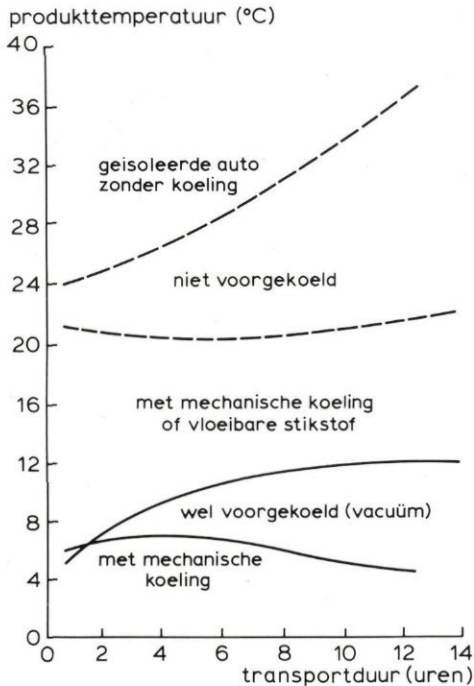
In principe kan het vervoer van bloemen per wegvoertuig, railvoertuig, vaartuig of vliegtuig plaatsvinden.

#### 8.1.1. Wegvervoer

Verreweg het meeste vervoer van bloemen geschiedt over de weg. Van de tuinderij worden de bloemen via een collectieve vervoerder of door de tuinder naar de veilingen gebracht. Normaal wordt deze transportfase ongekoeld uitgevoerd, hetgeen bij gemiddelde weersomstandigheden geen bezwaar is, doch bij hoge omgevingstemperaturen en lange verzamelroutes is koeling aan te bevelen. Vooral omdat de bestemming van de bloemen nog onbekend is, moet in deze fase zeer zorgvuldig op de kwaliteit gelet worden.

Van de kweker naar de veiling kunnen de bloemen zowel droog (in dozen) als op water (in emmers) worden vervoerd. Dit is afhankelijk van de veiling en de bloemsoort. Tijdens de aanvoerfase zijn de producten meestal op rolcontainers of bloemenwagens geplaatst, wat het laad- en losproces met gebruik van een hydraulische laadklep versnelt.

Het vervoer van bloemen van veiling naar afnemer in het binnenland bestaat uit korte afstandsvervoer of, indien over meerdere afnemerspunten verdeeld, uit distribu-



Figuur 8.1

Temperatuurverloop van rozen in een geïsoleerde vrachtauto tijdens het vervoer naar West-Duitsland. Buitentemperatuur: 20 °C

tievervoer. Hiervoor worden enkele motorwagens gebruikt of combinaties (voor de grotere afnemers). Ook hier vindt de toepassing van bloemenwagens steeds meer ingang om het laden en lossen te versnellen, wat zeker op distributeritten veel mankracht bespaart. Conditionering op dergelijke korte afstanden is nauwelijks van belang. Onder zomerse omstandigheden is het desalniettemin een goede zaak de bloemen op een lage begintemperatuur te laden.

Het grootste deel van de export bestaat uit vervoer over korte tot middellange afstanden (tot 1000 km). In de export naar het grootste exportland Duitsland, maar ook naar Frankrijk, Engeland en Zwitserland kunnen twee handelsstructuren worden onderscheiden. Naast de normale export op bestelling wordt namelijk 20 à 25% van de bloemen geëxporteerd door zogenaamde lijnrijders (of vliegende hollanders). Deze bedrijven kopen een assortiment bloemen in op de veiling en verkopen het produkt rechtstreeks aan detailhandelaren in het buitenland. De eigenlijke verkoop geschiedt vanuit de vrachtauto voor de deur van de detailhandelaar. Uiteraard stelt deze verkoopmethode speciale eisen aan de presentatie van de bloemen, en ook aan de capaciteiten van de chauffeur. Voor deze handelsstructuur worden dan ook luikenwagens of lijnrijauto's gebruikt met een aantal rolluiken aan iedere zijkant van de auto. Achter deze luiken liggen de bloemen op legplanken met de bloemen naar buiten gericht en de stelen naar binnen zodat in korte tijd veel snijbloemen kunnen worden getoond. Behoudens een enkele uitzondering kunnen deze lijnrijauto's niet worden gekoeld; wel beschikken deze auto's soms over verwarming.

De conventionele exporteur verzendt de bestelde snijbloemen verpakt in dozen



naar de afnemers in het buitenland. De meeste exporteurs verzorgen het transport in eigen beheer. Op de korte tot middellange afstanden rijdt veelal één chauffeur. Het voertuig kan bestaan uit een motorwagen al dan niet met aanhanger. Hoewel niet altijd noodzakelijk indien voorkoeling plaatsvindt, wordt op deze afstanden veelal transportkoeling toegepast. Behalve het feit, dat niet alle bloemen worden voorgekoeld in de praktijk, speelt ook de commercie en het universele gebruik van het voertuig een rol bij de toepassing van transportkoelmachines. Op de genoemde afstanden wordt de lading ook wel op bloemenwagens getransporteerd. Hierdoor kunnen minder bloemen worden meegenomen maar het laad- en losproces kan door één man worden uitgevoerd en gaat veel sneller.

Op middellange tot lange afstanden (1000 km – 2000 km) worden voornamelijk grote combinaties ingezet bestaande uit een motorwagen met aanhangwagen of trekker-oplegger.

De verpakkingen worden los in de laadruimte gestapeld; op deze afstanden worden geen rolcontainers toegepast. Met het oog op de snelheid van aflevering en de rijtijdenbesluiten wordt gereden met twee chauffeurs. Bij transporttijden van 35 tot 60 uur is transportkoeling noodzaak, zeker in warme landen als Italië.

### 8.1.2. *Railvervoer*

Het goederenvervoer per spoor vindt normaal 's nachts plaats in verband met het personenvervoer gedurende de dag. In het algemeen is het goederenvervoer vrij traag; veelal worden de wagons gecollecteerd op centrale punten en gedistribueerd in het land van bestemming. Ook is het railvervoer vrij traag door wachttijden en door de overslag van wegvervoer naar railvervoer en vice versa.

Het koelvervoer van de gezamenlijke spoorwegen in Europa en enkele landen daarbuiten is ondergebracht bij Interfrigo te Bazel. Het bedrijf beschikt over ca. 7500 gekoelde wagons, die merendeels worden gekoeld met waterijs. Snijbloemenvervoer in spoorwagens komt niet voor; het railvervoer is in het algemeen te traag voor het vervoer van deze bederfelijke produkten.

Een tweede type railvervoer is het Huckepackverkeer, kangeroeerverkeer, of 'Rollende Landstrasse' waarbij een geladen wegvoertuig op een spoorwagon wordt gereden.

In 1982 is een proef uitgevoerd door bloemenexporteurs, vooral lijnrijders, van Rotterdam naar Mainz. Uit dit experiment, georganiseerd door de veiling Flora bleek, dat de kosten te hoog waren en de vertraging te groot. Deze nadelen wegen niet op tegen de sociale voordelen voor de chauffeurs en bijrijders. Resumerend kan worden gesteld, dat snijbloemen niet per rail worden vervoerd.

### 8.1.3. *Luchtvervoer*

Een aanzienlijke hoeveelheid bloemen wordt per vliegtuig vervoerd naar verre bestemmingen, zoals Canada en de V.S. Bloemen, die als luchtvracht worden aangeboden, worden deels in speciale dozen (luchtvrachtdozen) verpakt en deels in de normale exportdozen. Vervolgens worden de bloemen voorgekoeld. De dozen worden op een centraal punt in de veiling op de speciale vliegtuigpallets gestapeld en naar het vliegveld vervoerd.

In enkele perioden van topverkoop bijvoorbeeld rond Valentijnsdag, Pasen en Moederdag rijden ook wel vrachtwagens met vliegtuigpallets naar buitenlandse luchthavens om vandaar in vliegtuigen te laden. Normaal worden de bloemen uit de ochtendveiling 's middags op Schiphol aangeleverd. Dagelijks vertrekken vliegtuigen naar New York en Chicago. Indien de bloemen in de late namiddag naar New York vertrekken, arriveren deze produkten na 8 uur vliegen. Dit betekent als het tijdsver-

schil in aanmerking wordt genomen, dat de bloemen in de vroege avond aankomen. Bijvoorbeeld vertrek 17.00 uur, aankomst 19.10 uur lokale tijd. Deze intercontinentale vluchten worden veelal uitgevoerd met Jumbo's als de Boeing 747, die in de Combi uitvoering 60 ton vracht kan meenemen. De meest gebruikte vliegtuigpallets zijn aluminium platen van 2,44 bij 3,18 m met een vastzetrand van ca. 40 mm voor het stuwnet. Op een dergelijke pallet wordt ca. 1000 kg bloemen geladen (zie tabel 8.1). Bij een lading bloemen is uiteraard het volume maatgevend en speelt het gewicht een ondergeschikte rol.

Tabel 8.1. Overzicht van de benutting van vliegtuigpallets

soort doos	lengte in cm	netto volume in dm <sup>3</sup>	gem. aantal kg in de doos gepakt	ruimte-benutting op de pallet	max. aantal dozen op de pallet	totaal reëel gewicht op de pallet (kg)
AA	120	138	20	76	53	1.060
A1	120	118	17,2	78	63	1.084
B1	100	90	13	75	80	1.040
AE	120	101	14,6	84	78	1.139
D1	100	57	8,2	97	144	1.181
F-gehecht	80	42	6	95	176	1.056
F-paraat	80	42	6	95	176	1.056

Verpakkings- en transportkosten van zes zeer belangrijke exportdozen gestapeld op een kleine vliegtuigpallet. Transportkosten f 3.300,— per pallet Amsterdam-New York (Vakblad Bloemisterij 16 (1983) p. 45).

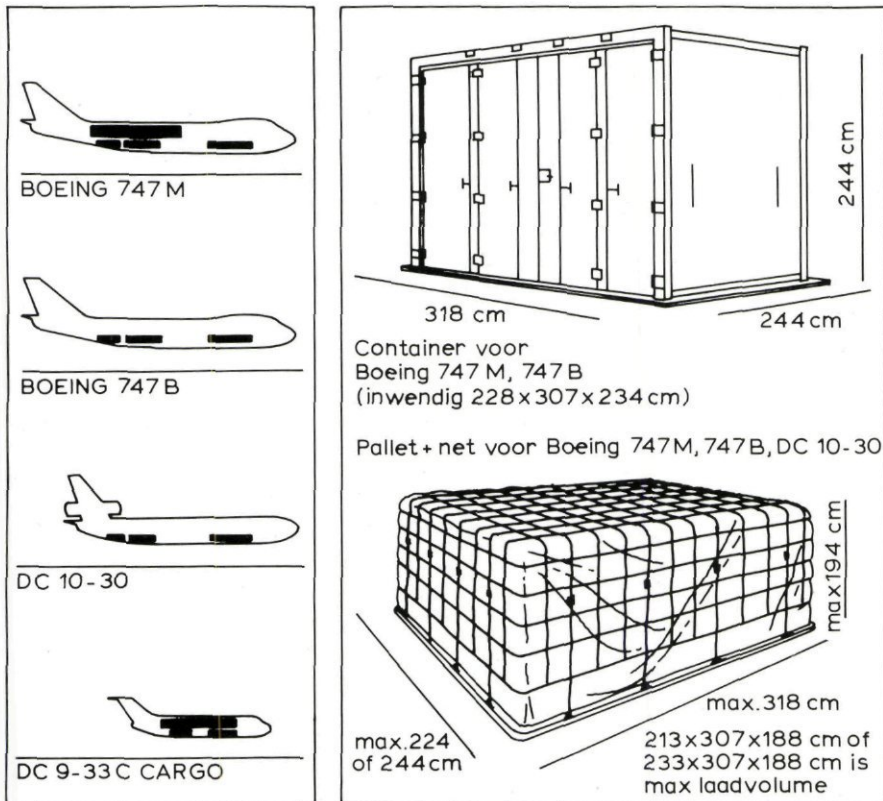
Een Boeing 747 kan in de Combi uitvoering 6 of 12 pallets meenemen op het maindeck afhankelijk van de grootte van het passagierscompartiment. Daarnaast kunnen 7 pallets op het lowerdeck worden geplaatst. Op het maindeck mogen de pallets 2,40 m hoog zijn en op het lower deck 1,60 m.

In de DC10 wordt in principe de 88' x 125' inch pallets gebruikt, hetgeen overeenkomt met 2,24 m bij 3,18 m (fig. 8.2).

De condities op het maindeck kunnen worden geregeld met drie airconditioning units. De temperatuur kan worden ingesteld tussen 6 °C en 30 °C, waarbij de samenstelling van de lading de temperatuurkeuze bepaalt. Indien tevens levende dieren worden meegevoerd wordt bijvoorbeeld 15 °C of 17 °C gekozen. De relatieve luchtvochtigheid is afhankelijk van de temperatuur, de vlieghoogte (buitentemperatuur), de vochtafgifte en de mate van recirculatie. In het algemeen zal de luchtvochtigheid echter laag zijn bijvoorbeeld 20-40%. De luchtverversing in het luchtruim op het main deck is gelijk aan de verversing in het passagierscompartiment, en afhankelijk van de schakelstand van de airconditioning. De maximale verversing bedraagt ca. 2550 m<sup>3</sup>/h voor 6 pallets en kan in stappen worden beperkt tot 1000 m<sup>3</sup>/h. Tevens kan 1000 m<sup>3</sup>/h luchtrecirculatie worden ingeschakeld.

In het onderruim achter wordt verwarmd tot 6 °C of 18 °C, afhankelijk van de instelling. De verwarming wordt verkregen met 'compressor bleed air' uit de motoren die onder de pallets wordt ingeblazen. Dit systeem functioneert aan/uit, zodat geen sprake is van een continue luchtverversing. Het voorste vrachtruim op het onderdek wordt geventileerd met 250 m<sup>3</sup>/h. Deze lucht wordt tevens gebruikt voor koeling van de elektronische apparatuur. In dit ruim kan de temperatuur variëren tussen 5 °C en 30 °C. De luchtdruk in het vliegtuig daalt tot 0,75 bar op 10 à 12 km vlieghoogte.

Dagelijks worden 300 tot 400 m<sup>3</sup> bloemen of 36 à 48 ton vervoerd vanaf Schiphol, vooral naar New York (ca. 60%) en Chicago (30%). De topaanvoer van 400 m<sup>3</sup> vindt veelal op dinsdag plaats.



Figuur 8.2

Vrachtruimen in vliegtuigen met de gebruikelijke palletafmetingen (bron: Bloemen onderweg)

#### 8.1.4. Zeevervoer

Het vervoer van snijbloemen per schip geschiedt over korte afstanden per carferry en maakt eigenlijk deel uit van het wegvervoer. Dergelijke zeetransporten komen frequent voor naar Engeland en Scandinavië. De problemen, die zich hierbij voordoen op de korte vaartijden van enkele uren zijn gering. Een koelmachine kan in deze periode zonder bezwaar worden uitgeschakeld. Voor langere overtochten kan soms een elektrische aansluiting van het schip worden gebruikt. Door de vele uitlaatgassen op deze schepen bestaat wel enig gevaar voor verhoging van het ethyleengehalte in de laadruimte. De luchtverversing kan dan ook beter gesloten blijven vanaf het moment van aankomst bij de ferry tot en met het verlaten van de ferry, vooral indien het voertuig benedendeks staat en indien men uitsluitend bloemen in de lading heeft.

Bij gemengde ladingen van bloemen en groente of fruit zou men wel moeten blijven ventileren, maar dan dient de ruimventilatie van het schip goed te zijn of het voertuig zou bovendeks moeten worden vervoerd.

Zeevervoer over langere afstanden vindt behoudens een incidentele uitzondering van Engeland naar de USA (nog) niet plaats. De lange transporttijden met zeeschepen zijn een bezwaar, niet alleen voor de houdbaarheid en kwaliteit van de bloemen maar ook door de snelle prijsveranderingen, die bij bloemen kunnen optreden. De

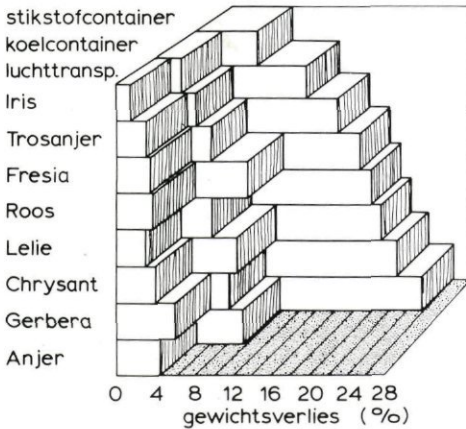
vaartijd van 11 à 12 dagen van Rotterdam naar New York, waarbij veelal een tussenhaven wordt aangedaan, vormt met enkele bijkomende onzekerheden kennelijk een te grote risicofactor.

Voor het zeevervoer van snijbloemen komt uitsluitend het containervervoer in aanmerking, omdat dit type vervoer nauwkeurig geconditioneerd kan plaatsvinden en geschiedt van verzender tot ontvanger (door-to-door).

Uit experimenten is gebleken, dat zeevervoer in een container voor een aantal soorten snijbloemen wel mogelijk is, doch voor andere soorten moeten worden afgeraden.

Een ander bezwaar is uiteraard het verzenden van een groot quantum bloemen in een beperkt assortiment. De ontvanger is niet altijd in staat om een dergelijke aanvoer zonder vertraging te verwerken.

Het gewichtsverlies van de snijbloemen tijdens zeevervoer is groter dan tijdens luchtvervoer, zodat spoedig op water zetten een vereiste is, zoals figuur 8.3 laat zien (Harkema, 1983; van Nieuwenhuizen, 1982).



Figuur 8.3 Gewichtsverliezen van een aantal snijbloemen bij verschillende transportwijzen

## 8.2. Conditionering en inrichting van het vervoermiddel

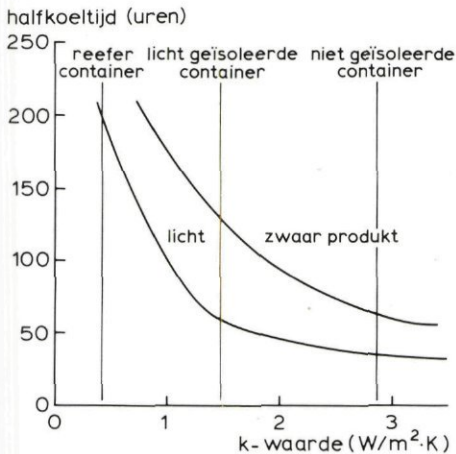
Met conditioneren wordt bedoeld het handhaven van een gewenst klimaat. Het gewenste klimaat verschilt in het algemeen van het klimaat in de omgeving. Het omgevingsklimaat is afhankelijk van de dag- en nachtcyclus, van de seizoencyclus en de plaats. Het gewenste klimaat voor de opslag en het transport van snijbloemen kan algemeen omschreven worden als een klimaat met een temperatuur van 0 tot 4 °C, een hoge relatieve luchtvochtigheid van ca. 95%-98%, geen condensatie en beperkte luchtsnelheden (< 0,1 m/s).

De eerste maatregel ter bescherming van de lading is toepassing van een zeilen opbouw, de volgende stap is een vaste opbouw en de derde stap is een geïsoleerde vaste opbouw op het voertuig. Actieve conditionering, bestaande uit koeling en/of verwarming, maakt dat de invloed van het omgevingsklimaat praktisch geheel wordt uitgesloten.

### 8.2.1. Het geïsoleerde vervoermiddel

Geïsoleerde vervoermiddelen kunnen wegvoertuigen, wissellaadbakken, zeecontainers of vliegtuigcontainers zijn. Bij wegvoertuigen is geïsoleerd vervoer zeer geëigend en hiervoor bestaat ook een wettelijk voorschrift voor de isolatiewaarde waaraan een geïsoleerd voertuig dient te voldoen bij grensoverschrijdend vervoer. Dit voorschrift, ATP genaamd (Agreement on the Transport of Perishables), geldt niet voor snijbloemen. Voor het beroepsgoederenvervoer is het uiteraard wel van belang in verband met retourvracht.

De isolatiewaarde van een geïsoleerd voertuig wordt aangegeven door de zogenaamde K-waarde in  $W/m^2 \cdot K$ . Deze grootte geeft de warmtestroom per vierkante meter wandoppervlak per graad temperatuurverschil tussen binnen- en buitenzijde voertuig. Voor verse lading is een K-waarde van  $0,7 W/m^2 \cdot K$  (normale isolatie) voorgeschreven in het ATP en voor vrieslading  $0,4 W/m^2 \cdot K$  (versterkte isolatie). Voor het geïsoleerde vervoer van snijbloemen is een lichte isolatie,  $K = 1$  à  $1,5 W/m^2 \cdot K$ . in het algemeen voldoende, omdat een dergelijke isolatie reeds een halfkoel- of halfopwarmtijd van ca. 50 uur in de hoekpunten oplevert. Dat wil zeggen dat pas na ca. 20 uur een kwart van het temperatuurverschil tussen binnen en buiten wordt doorlopen. Bijvoorbeeld: begintemperatuur  $5^\circ C$  en buitentemperatuur  $25^\circ C$  geeft na 20 uur  $+10^\circ C$  in een deel (hoek) van de lading (van Beek, 1984). Figuur 8.4 illustreert dit.



Figuur 8.4

Grafiek voor de bepaling van de halfkoeltijd in een hoekpunt van een lading (zonder warmteproductie) in een voertuig (naar: van Beek, 1984)

Bij snijbloemen vormt de eigen warmteproductie van de lading een veel belangrijker bijdrage aan de temperatuurverhoging per tijdseenheid. Deze verhoging limiteert de toepassing van geïsoleerde voertuigen tot ca. 20 uur (zie tabel 8.3.) indien het produkt op een lage temperatuur is geladen.

Wanneer het vriest verdient het uiteraard aanbeveling om de lading niet onder een temperatuur van  $5^\circ C$  te laden.

Tabel 8.3. Berekende temperatuur (°C) in een geïsoleerde lading op basis van een hoge en een lage warmteproductie

hoog (roos)					laag (iris, tulp)				
0	5	10	20	30 uur	0	5	10	20	30 uur
5	6	7	12	20	5	5,3	5,6	6,5	7,5
10	13	16	35	—	10	11	12	14	17,5
15	19,5	25	44	—	15	16,5	18	22	27
20	26	35	—	—	20	22	24	30	37

In een hermetisch gesloten geïsoleerd voertuig met voorgekoeld produkt zal de lichtsamenstelling veranderen door CO<sub>2</sub> afgifte en O<sub>2</sub> opname. Afhankelijk van het sortiment zal de kooldioxydeconcentratie met 0,3% à 1% per uur oplopen, vooral gedurende de eerste uren. Ook de ethyleenconcentratie kan toenemen, maar de produkten zijn minder gevoelig bij lage temperaturen.

Om ongewenst hoog oplopen van CO<sub>2</sub>- en ethyleenconcentraties te voorkomen is een luchtverversing van ca. 0,5 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.h aan te bevelen. In een voertuig met 40 m<sup>3</sup> laadvolume dient dus ongeveer 0,5.40 = 20 m<sup>3</sup>/h te worden geventileerd. Een ventilatieopening met een vrij oppervlak van ca. 10 cm<sup>2</sup> in voor- en achterwand zal reeds voldoende ventilatie opleveren in een rijdend voertuig. Indien de inlaatopeningen worden verdeeld met roostertjes langs het plafond wordt voorkomen dat produkten in de directe luchtstroom staan. Indien grotere ventilatiestromen worden toegelaten of indien grote luchtlekkages voorkomen, zoals bij sommige rolluikenwagens mag worden verwacht, dan komt de lading meer onder invloed van de buitentemperatuur. Het effect van de isolatie gaat dan deels verloren.

### 8.2.2. *Het geconditioneerde vervoermiddel*

Indien het geïsoleerde vervoermiddel niet toereikend is moet een actief element worden toegevoegd in de vorm van een verwarmings- en/of koelsysteem.

#### 8.2.2.1. *Verwarming*

Verwarming wordt voor snijbloemen voornamelijk toegepast om de lading vorstvrij te houden op langere afstanden of in ongeïsoleerde of zeer licht geïsoleerde voertuigen.

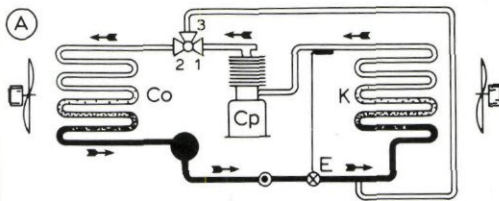
De verwarmingssystemen kunnen verdeeld in

- directe heteluchtverwarming;
- waterverwarming met warmtewisselaars;
- koelsysteem in de omkeercyclus;
- elektrische luchtverwarming in combinatie met een transportkoelmachine.

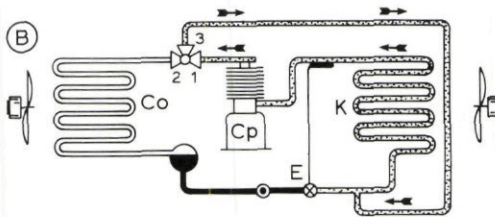
De heteluchtverwarming werkt met een oliebrander of gasbrander, waarbij de verwarmde lucht met een verdeelsysteem in de laadruimte wordt geblazen met een ventilator. De warme lucht kan tot ca. 170 °C zijn verwarmd en daarom dient de luchtstroom niet direct in contact met het produkt te komen.

Waterverwarmingssystemen met een oliebrander kunnen gecombineerd worden met cabineverwarming en motorverwarming voor de periode, dat de hoofdmotor stilstaat. Bovendien kan de motorwarmte worden toegepast voor de laadbakverwarming, wat brandstof bespaart. Waterverwarming betekent echter ook dat zich warmtewisselaars in de laadruimte bevinden. De watertemperatuur bedraagt ca. 80 °C.

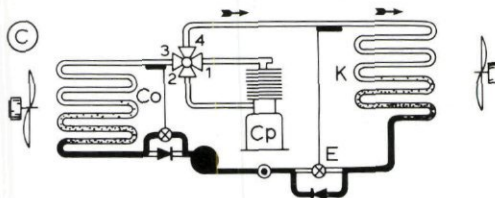
Mechanische koelmachines geschakeld op de verwarmingsstand blazen verwarm-



A: Normaal bedrijfskoelen, 1-2 open, 1-3 dicht.



B: Verwarmen met heetgas via 3-wegklep, 1-3 open, 1-2 dicht.



C: Verwarmen met heetgas via omkeerlep, 1-4 verbonden en 2-3 verbonden. Koelen via omkeerlep: 1-3 verbonden en 2-4 verbonden.

Figuur 8.5

Het koudemiddelmiddelcircuit bij koelen (A), verwarmen via driewegklep (B) en verwarmen via omkeerlep (C). (Co = condensator; Cp = compressor; K = koeler; E = expansieventiel)

de lucht in de laadruimte. De warmte wordt verkregen door het freoncircuit met een driewegklep zodanig te schakelen, dat de compressie-arbeid vrijkomt in de lucht-warmtewisselaar (koeler) of door het freoncircuit met een omkeerlep zodanig te schakelen, dat de koeler (binnen) functioneert als condensator en de condensator (buiten) als koeler (figuur 8.5). Het laatste systeem geeft bij overigens gelijke componenten het grootste verwarmingsvermogen.

Een koelmachine voorzien van een elektrische voeding door een aparte diesलगenerator (containers) of door de generator op de hoofdmotor van het voertuig kan van een elektrische weerstandsverwarming zijn voorzien. Deze verwarmingsmethode leidt normaliter tot een temperatuurverschil van ca. 5 K ( $^{\circ}\text{C}$ ) tussen uitgeblazen en aangezogen lucht.

Er bestaan weinig gegevens over de ervaringen met de verschillende verwarmings-systemen. De luchtverdeling over de laadruimte en de menging van de warme lucht en de lucht in de laadruimte zijn van belang voor het resultaat. Een warme luchtstroom in het centrum van de lading, en weinig luchtsnelheid tussen produkt en de koude wand leidt eventueel tot problemen.

### 8.2.2.2. Koeling

Verschillende koelsystemen zijn ter beschikking voor het koelen tijdens transport. Genoemd kunnen worden onder andere:

- waterijskoeling (in gebruik bij spoorwegen en sommige luchtvaartmaatschappijen);
- stikstofkoeling (vloeibaar N<sub>2</sub> op -196 °C);
- droogijskoeling (in gebruik bij spoorwegen en sommige luchtvaartmaatschappijen);
- koeling met een (eutectische) buffer met koelmachine op het net;
- mechanische koeling.

Van deze methoden is de mechanische koeling verreweg de meest toegepaste methode in het wegvervoer. De overige methoden hebben ieder zekere voordelen, doch zijn bijvoorbeeld meestal niet voorzien van een goede luchtcirculatie. Bewegende lucht is voor de warmteafvoer van groot belang. In tabel 8.4 wordt een overzicht van de voor- en nadelen van de verschillende koelmethoden gegeven (van Nieuwenhuizen, 1981).

Het mechanische systeem levert de grootste koelprestatie per kilogram tank- of bunkerinhoud. Tabel 8.5 geeft een overzicht van de koelprestaties.

Tabel 8.4. Verschillende methoden van transportkoeling

methode	voordelen	nadelen
waterijskoeling	betrouwbaar, geen onderhoud geen geluidshinder, goedkoop	zwaar en volumineus, verkrijgbaarheid van ijs, niet regelbaar in temp.
droogijskoeling	idem	idem
stikstofkoeling	idem + goedkoop in aanschaf groot momentaan vermogen	duur in gebruik, meestal geen luchtcirculatie, bijvullen en verkrijgbaarheid
buffersystemen met koelmachine	betrouwbaar tijdens distributie	's nachts opladen, niet regelbaar
mechanisch koelsysteem	luchtcirculatie, regelbaarheid flexibel in gebruik, mogelijkheid van verwarmen	duur in aanschaf, onderhoud, lawaai

Tabel 8.5. Koelarbeid bij 0 °C per kilogram koelmiddel c.q. brandstof

waterijs	335 kJ/kg
droogijs	620 kJ/kg
stikstof	382 kJ/kg
diesel + mechanische koeling	12500 kJ/kg

Waterijskoeling en stikstofkoeling is zeker mogelijk voor bepaalde toepassingen mits voorzien van een goede luchtcirculatie. Hier beperken we ons verder tot mechanische koeling. Voor de werking van mechanische systemen wordt verwezen naar hoofdstuk 6.

De energie voor de aandrijving van het mechanische koelsysteem wordt geleverd door de hoofdmotor of door een ingebouwde verbrandingsmotor, zodat de installatie autonoom kan functioneren. Bij aandrijving door de hoofdmotor bestaan drie varianten, namelijk mechanische aandrijving, hydraulische aandrijving en elektrische aandrijving. De laatste aandrijfmethode is steeds meer in gebruik geraakt, omdat de generator die op de hoofdmotor wordt gebouwd steeds beter is geworden en omdat



men deze koelmachine ook op het elektrische net kan gebruiken. Ook is de koelmachine veelal eenvoudiger, omdat elektromotoren worden toegepast voor de ventilatoren (in plaats van V-riemen) en elektrische verwarming.

Bij de keuze van een transportkoelmachine staat men direct voor de vraag, of een autonome koelmachine nodig of niet. Trailers en aanhangers zullen het eerst voor autonome installaties in aanmerking komen, vanwege de uitwisselbaarheid. Motorwagens, die normaal zonder langdurige stop naar de bestemming rijden kunnen met een afhankelijke aandrijving worden uitgerust.

Beroepsvervoer zal de voorkeur aan een autonome aandrijving geven vanwege de retourlading en de onvoorziene omstandigheden. De transportkoelmachines met autonome aandrijving zijn in principe uitgerust met een dieselmotor, benzinemotor of gasmotor, waarbij meestal de dieselmotor wordt toegepast. Tegen meerprijs kan men tevens een elektrische aandrijving voor gebruik tijdens stilstand verkrijgen.

Het koelvermogen bij een bepaalde inwendige temperatuur en omgevingstemperatuur karakteriseert de installatie verder. Hiermede is de grootte van de hoofdcomponenten bepaald. Het vereiste koelvermogen kan worden berekend op basis van de gestelde eisen, of worden gekozen op basis van ervaring c.q. vuistregels (zie tabel 8.6). Het koelvermogen halveert ongeveer van 0 °C binnentemperatuur tot -20 °C binnentemperatuur. Dit is een eigenschap van compressorkoeling (Meffert, 1983. Vlekkert, 1982).

Transportkoelmachines kunnen worden geleverd in twee typen van montage namelijk plaatsing in de kopwand (frontmount) en onder de carrosserie (undermount). In het eerste geval is de installatie meestal in één geheel uitgevoerd zodat de montage eenvoudig is. Bij zogenaamde undermount-units is de geluidshinder geringer (bij autonome dieselaandrijving), de bereikbaarheid beter en heeft men eventuele ruimtevoordelen voor toepassingen van topsleepers en kantelcabines.

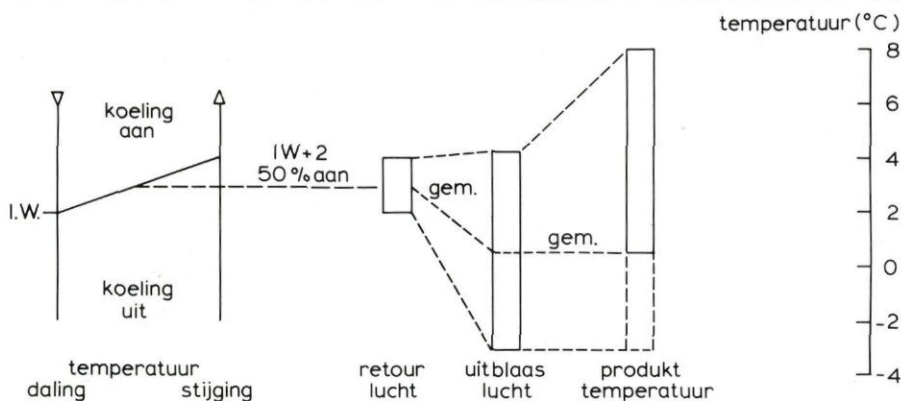
De temperatuurregeling regelt meestal de temperatuur van de aangezogen lucht,



Een undermount koelmachine. Verwarmen met mechanische koelmachines is veelal mogelijk doch moeten worden gespecificeerd (meerprijs)

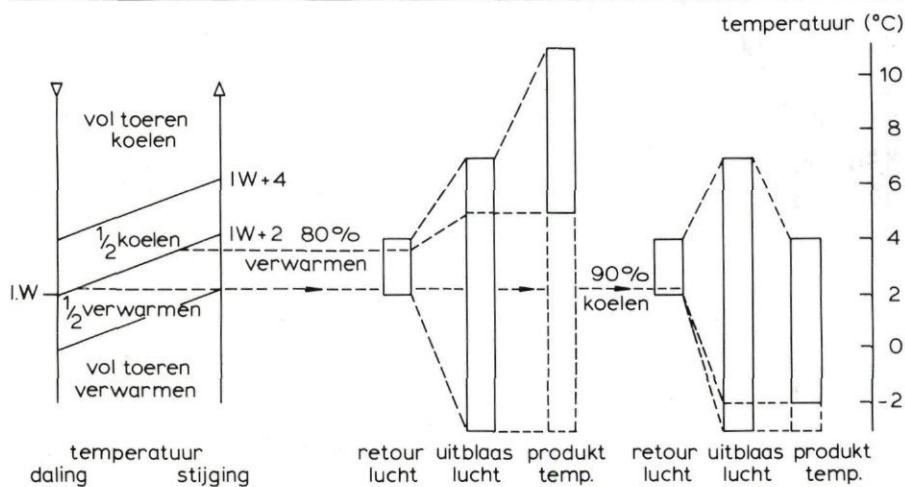
hetgeen betekent dat de uitgeblazen lucht een aantal graden kouder kan zijn. Indien de verhouding tussen koelvermogen en luchtcirculatie groot is, komen grote temperatuurverschillen voor. Een grote en continue luchtcirculatie is gunstig in dit verband. Een temperatuurregeling in stappen of cilinderafschakeling is eveneens gunstig, omdat de verhouding koelvermogen of luchtcirculatie bij het bereiken van de gewenste temperatuur afneemt, zodat het temperatuurverschil over de koeler afneemt. Een en ander betekent, dat voorzichtigheid is geboden met het instellen van (te) lage temperaturen om bevroeringsgevaar te vermijden. De meest nauwkeurige regelmethode is de regeling met de regelvoeler in de uitblaaslucht. Deze methode wordt eigenlijk alleen op zeecontainers toegepast.

Figuur 8.6 geeft een illustratie van twee soorten temperatuurregeling.



Figuur 8.6a

Aan-uit temperatuurregeling. Voorbeeld van de band van retourlucht, uitblaaslucht- en produkttemperatuur (I.W. = ingestelde waarde van de temperatuur)



Figuur 8.6b

Temperatuurregeling in vier stappen: hoogtoeren koelen, halftoeren koelen, halftoeren verwarmen en hoogtoeren verwarmen. Voorbeeld van de band van retourlucht-, uitblaaslucht-, en produkttemperaturen

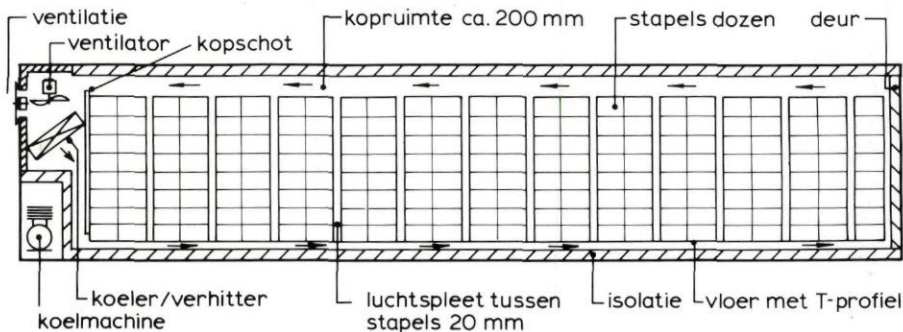
De warmte uit het voertuig wordt via de luchtbeweging afgevoerd. Deze luchtbeweging wordt luchtcirculatie genoemd. Grotere luchtcirculatie leidt tot kleinere temperatuurverschillen, en bij onbeschermd lading betekent het tevens meer uitdroging. Voor de overige aspecten wordt naar tabel 8.6 verwezen.

Tabel 8.6. Keuze van transportkoelmachines

aspect	mogelijkheden	
Aandrijving	autonoom	dieselmotor (benzinemotor, gasmotor)
	autonoom + El. net	verbrandingsmotor + elektromotor (stand by)
	hoofdmotor voertuig	mechanisch (kleine units) hydraulisch (olieslangen/lekkages, wel betrouwbaar) elektrisch (generator op hoofdmotor, netaansluiting)
Koelvermogen	2000 W bij 0 °C/30 °C	toepassing op kleine voertuigen
	6000 W bij 0 °C/30 °C	toepassing op middelgrote voertuigen, motorwagens
	12000 W 0 °C/30 °C	toepassing op grote voertuigen, trailers, containers
Montage	kopwand	frontmount unit, één geheel, goedkoper
	onder bak	undermount unit, gedeelde unit, ruimte, lawaai, bereikbaar
Verwarming	heetgas verwarming	met driewegklep: a. vermogen = compressor vermogen; b. omkeerklep betekent groter vermogen dan verwarming dan a
Temp. regeling	elektrische verwarming	elektrische units (zie specificatie unit)
	retourlucht met aan/uit	temperatuurvoeler in aanzuiglucht actie: compressor aan of uit; luchtcirc. aan/uit of continu
	toerental	compressor hoog/laag toeren/laag toeren verwarmen; luchtcirc.?
	cilinderafschakeling	kortsluiting van cilinders; luchtcirculatie continu
	inblaaslucht met stappenschakeling	temperatuurvoeler in inblaaslucht actie: toerentalverlaging, cilinderafschakeling; luchtcirc. continu
Luchtcirculatie	continu regeling	zuigdrukregeling, heetgas bypass; luchtcirc. continu
	30 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> h	lage waarde (30× leeg laadvolume per uur)
	60 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> h	normale waarde (gunstig)
Brandstofverbruik	100 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> h	hoge waarde (gunstig bij verpakt produkt)
	autonoom	afh. vermogen, regeling bv. 0,25-0,5 l/h per 1000 W bij 0 °C
Verdamperopp.	hoofdmotor	afh. vermogen regeling i.h.a. lager
Geluidsniveau	80-300 W/m <sup>2</sup>	groot opp. (80 W/m <sup>2</sup> ) is gunstig voor vochtigheid en brandstof
	Onderhoud	50-80 d BA

### 8.2.2.3. Inbouw en gebruik van mechanische transportkoelmachines

De transportkoelmachine moet zodanig zijn gemonteerd op het voertuig dat luchtcirculatie en warmte-afvoer (of toevoer) wordt mogelijk gemaakt. De lading speelt eveneens een belangrijke rol bij een onbelemmerde luchtcirculatie en een goede luchtverdeling. Bij voorkeur wordt een kopschot in de laadruimte gemonteerd zodat kortsluiting tussen uitstroom- en aanzuigopeningen wordt voorkomen (van Nieuwenhuizen, 1984). In figuur 8.7 wordt dit geïllustreerd.



Figuur 8.7

Voorbeeld van gestuwde lading in een koelvoertuig met kopschot

Bij losse dozenstapelings dient een profielvloer te worden gebruikt, of dienen pallets onder de lading te worden aangebracht. Een uitzondering kan hierop worden gemaakt voor bijzondere kratten (bijvoorbeeld curverkratten), waarbij er ruimte tussen de kratten blijft. Bestaat de lading uit rolcontainers, dan is geen profielvloer nodig.

De aanvoerlucht langs het plafond kan door een plafondkanaal worden geleid, dan wel vrij langs het plafond worden geblazen (indien voldoende worplengte beschikbaar is). Toepassing van een plafondkanaal is zeker van belang, indien geen kopschot wordt toegepast. Uiteraard moet een redelijke ruimte tussen plafond en lading vrij blijven (bijvoorbeeld 20 à 30 cm), en moet het plafondkanaal ruim genoeg zijn om geen extra weerstand op te roepen.

Indien voorgekoelde lading wordt geladen, is het laadpatroon minder kritisch (afhankelijk van de transporttijd) en kan de thermostaat op de gewenste waarde (bijvoorbeeld 2 à 5 °C) worden ingesteld. Met niet voorgekoelde lading dient meer aandacht aan luchtverdeling te worden besteed. Als richtlijn kan worden gesteld, dat de luchtspleten in de lading gelijkmatig moeten worden verdeeld en overal ongeveer gelijk moeten zijn. 'Hot spots' worden voorkomen door 'uitvloeren' van de lading en eventueel 'op lucht' stapelen. Een volgepropte laadruimte is hier desastreuus. In dergelijke gevallen is het ook beter om de thermostaat in bijvoorbeeld twee stappen met een bepaalde tussentijd op de gewenste temperatuur in te stellen, anders bestaat de kans op bevriezen van de bovenlaag.

Voor langdurige transporten is een zorgvuldige voorcoeling en een zorgvuldige stapeling van de lading noodzakelijk. In geval van strak passende dozen wordt stuwhout in de vorm van verticale latten toegepast, bijvoorbeeld tussen iedere tweede dwarsrij.

Lijnrijauto's of luikenwagens worden praktisch niet voorzien van transportkoelmachines. Door de inrichting met de legplanken van deze wagens moet een luchtver-

deelsysteem worden toegepast (Boerrigter e.a., 1983). In figuur 6.26 is hiervan reeds een beeld gegeven.

Met een dergelijke luchtgeleiding kunnen de snijbloemen goed op temperatuur worden gehouden en zelfs worden voorgekoeld met een separate koelmachine.

### 8.3. Afmetingen van koelvoertuigen

De maximale uitwendige maten van wegvoertuigen zijn gebonden aan wettelijke voorschriften. Deze zijn in tabel 8.7 gegeven. De maximale inwendige maten voor geïsoleerde voertuigen met een gelijkmatige verdeling van de isolatie kunnen hiervan worden afgeleid. Voertuigen met versterkte isolatie ( $K = 0,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ) komen op een inwendige breedte van 2,30 m en met een lichte isolatie op 2,40 à 2,42 m. Door de standaardisatie van de palletmaten op  $1000 \times 1200 \text{ mm}$  (en  $800 \times 1200 \text{ mm}$ ) en het veelvuldige gebruik van pallets is een grote druk van het bedrijfsleven ontstaan om koelvoertuigen te bouwen met een binnenbreedte van 2,43, à 2,44 m, zodat twee pallets naast elkaar kunnen worden gebruikt. Ook de vliegtuigpallets met een breedte van 2,44 m geven aanleiding tot deze ontwikkeling (zie ook paragraaf 8.1.3.).

Tabel 8.7. Inwendige en uitwendige maten in meters van koelvoertuigen

voertuig	trekker/oplegger			motorwagen/aanhanger		
	l	b	h	l	b	h
uitwendig totaal	15,5	2,5 <sup>1)</sup>	4	18	2,5	4
inwendig $K = 0,3 \text{ conv}$	12,4	2,31	2,35	7/7	2,31	2,35
$K = 0,7 \text{ conv}$	12,5	2,42	2,4	7,1/7,1	2,42	2,4
$K = 0,4 \text{ dunw}$	12,3	2,43	2,2	6,9/6,9	2,43	2,2
idem kopschot	12,1	2,43	2,2	6,7/6,7	2,43	2,2
Inwendig $K = 0,7$ kort gekoppelde aanhanger				7,75/7,75	2,42	2,4

<sup>1)</sup> wellicht wijziging in 2,6 binnen Benelux

conv = conventioneel; dunw = dunwandig d.w.z. met dunne zijwanden en dikker plafond + vloer

Het antwoord van de carrosseriebouwers bestaat uit de bouw van dunwandige voertuigen, waarmee aan de wens van de binnenbreedte wordt voldaan en waarmee tevens een goede isolatiewaarde kan worden behaald door plafond, vloer, voor- en achterwanden dikker te isoleren. Zodoende kan in principe ook nog net aan de waarde voor versterkte isolatie worden voldaan voor het grensoverschrijdend vervoer van diepvriesproducten.

Deze ontwikkelingen hebben de wetgever ertoe gebracht om de uitwendige voertuigbreedte opnieuw te overwegen. Binnenkort wordt verwacht, dat de wettelijke uitwendige breedte binnen Nederland en Benelux voor voertuigen boven 10 ton totaalgewicht op 2,60 m wordt gebracht. Binnen Europa wordt een dergelijke ontwikkeling niet op korte termijn verwacht.

Een tweede ontwikkeling, die heeft plaatsgevonden in de maatvoering van voertuigen is de toepassing van grootvolume combinaties. Normaal bedraagt de nuttige laadlengte van een motorwagen-aanhangercombinatie ca. 14 à 14,5 m. Voor de cabine is ca. 2,1 m nodig en voor de ruimte tussen motorwagen en aanhanger is ca. 1,6 m noodzakelijk. Door de cabine te verkleinen (top sleepers) en kortkoppelsystemen toe te passen kan een nuttige laadlengte van 15,8 m (minus isolatie) worden verkregen.

Bij de keuze van het voertuig dient men zich vooral goed te realiseren welke eenheden worden toegepast; betreft het bloemenwagens van een bepaalde maat, of pallets van  $1000 \times 1200$  mm c.q.  $800 \times 1200$  mm. Komen ook vliegtuigpallets in aanmerking, dan heeft men met eenheden van  $2,44 \times 3,18$  of  $2,24 \times 3,18$  m te maken.

#### 8.4. Ventilatie in vervoermiddelen

Tijdens opslag en vervoer van snijbloemen in een afgesloten ruimte moet een ventilatievoorziening worden getroffen om ongewenste luchtsamenstelling te vermijden. De luchtverversing of ventilatie zorgt, dat de luchtsamenstelling niet of weinig van de atmosferische luchtsamenstelling afwijkt. Bij snijbloemen, maar ook bij produkten als groente en fruit moeten ongewenst hoge concentraties van kooldioxyde ( $\text{CO}_2$ ) en ethyleen ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) vermeden worden evenals te lage zuurstofconcentraties. Om de ventilatie te berekenen moet de produktiebron bekend zijn. In tabel 8.8 is een voorbeeld gegeven van de berekeningsmethode.

Tabel 8.8. Berekeningsmethode voor ventilatie

1. $c = (c_0 - c_{in} - p/q) e^{-(-q \cdot t/v)} + p/q + c_{in}$	voor de verandering van de concentratie $c$
2. $c = p \cdot t/v$	voor de verandering van de concentratie bij ventilatie $q = 0$
3. $c = p/q$	als 1 doch met $c_{in} = 0$ en stationair $t =$ oneindig

waarin:

$c$ = concentratie	—
$c_0$ = beginconcentratie	—
$c_{in}$ = omgevingsconcentratie	—
$p$ = produktie van gas	$\text{m}^3/\text{s}$
$V$ = luchtvolume in de ruimte	$\text{m}^3$
$t$ = tijd	$\text{s}$
$q$ = ventilatie	$\text{m}^3/\text{s}$

Bijv.: Een koelauto met 3000 kg bloemen van  $5^\circ\text{C}$  (= gem. warmteproduktie 200 W/ton) heeft een ventilatie nodig om het  $\text{CO}_2$  percentage op 1% te handhaven volgens (3)

$$q = \frac{3 \cdot 200 \cdot 0,18}{0,01} \text{ l/h} = 10800 \text{ l/h} = 11 \text{ m}^3/\text{h}$$

Indien geen ventilatie plaatsvindt is de  $\text{CO}_2$  concentratie na 5 uur volgens (2) ( $v = 25 \text{ m}^3$ )

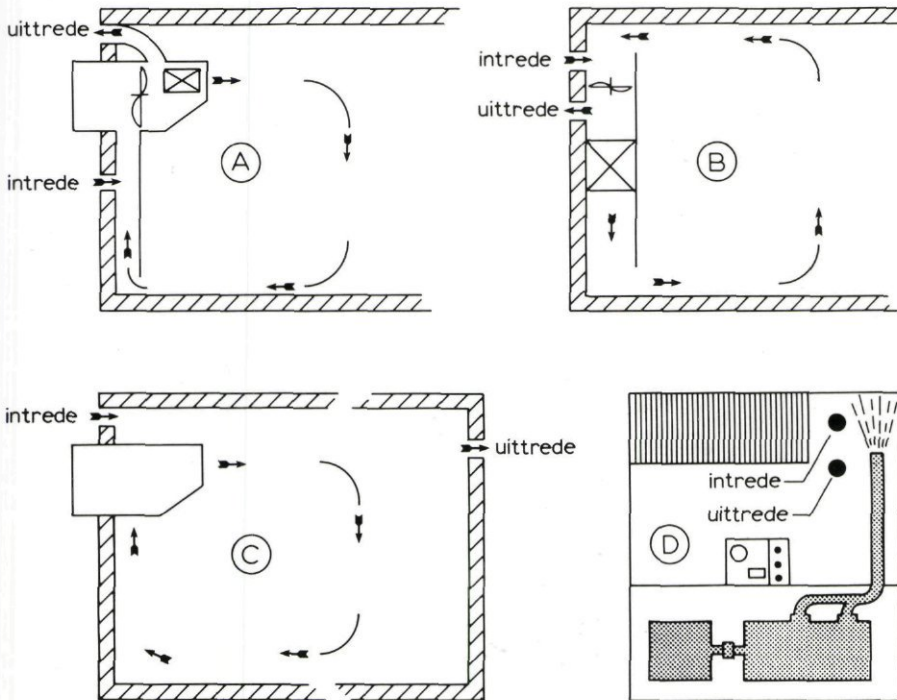
$$c = \frac{3 \cdot 200 \cdot 0,18}{25000} \cdot 5 = 2\%$$

Hetzelfde koelvoertuig met bloemen van  $20^\circ\text{C}$  (= gem. warmteproduktie 700 W/ton) heeft een ventilatie nodig van  $11,7/2 = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ .

De berekende luchtverversing is ook voldoende om eventueel door de bloemen gevormde ethyleen onder de drempelwaarden te houden.

De ventilatie kan op verschillende manieren worden bewerkstelligd; veelal worden voorin de wand en in de deuren luiken aangebracht. Het nadeel van deze methode is, dat de ventilatie hierdoor sterk afhankelijk wordt van de rijwind. Bij hoge snelheden is de ventilatie te hoog en bij stilstand te klein. Indien een luchtverversingssysteem op een koelvoertuig wordt toegepast, kan goed gebruik gemaakt worden van de ventilator van de koelmachine, vooral indien een kopschot aanwezig is. De geforceerde ventilatie met ventilatieopeningen in hetzelfde vlak is in principe constant en

onafhankelijk van de rijsnelheid of windsnelheid en vooral afhankelijk van de koelmachine (en enigszins afhankelijk van de weerstand van de lading), zoals ook uit figuur 8.8 blijkt.



Figuur 8.8

Voorbeelden van de constructie van een ventilatiesysteem

A = Goede conditionering van inredelucht; geen invloed zijwind

B = Goede conditionering van inredelucht; geen invloed zijwind

C = Geen goede conditionering van inredelucht; niet geforceerd; bij stilstand geen ventilatie

D = Niet goed; ventilatie-openingen te dicht bij de uitlaat van de dieselmotor (ethyleen)

## 8.5. Menglading

Bij het transport van bloemen heeft men in feite altijd met mengladingen van verschillende soorten bloemen te maken. Daarnaast kunnen ook mengladingen plaatsvinden van groente en bloemen of fruit en bloemen.

In geval van mengladingen wordt vooral op de overeenkomsten en verschillen gelet in bewaarklimaat en, omdat het enigszins buiten de term klimaat valt, de geuroverdracht.

- **Temperatuur:** Als de optimale transporttemperatuur van de verschillende producten niet gelijk is, zal een compromis kunnen worden gevonden voor korte transporten. Voor snijbloemen, die zeer kort houdbaar zijn, zijn dergelijke compromissen niet aan te bevelen. Binnen de groep van snijbloemen, die in het algemeen op 0 à 4 °C kan worden vervoerd, komen echter ook uitzonderingen voor zoals met name de *anthurium* (12 °C) en sommige orchideeën. Deze bloemen worden soms in een aparte ruimte vervoerd of enigszins geïsoleerd.

- Geuroverdracht: Uiteraard is een sterke geuroverdracht van bloemen naar levensmiddelen en vice versa ongewenst. In het algemeen zullen bloemen echter niet snel geuren overnemen.
- Relatieve vochtigheid: Het samenladen van produkten die droog dienen te worden gehouden (bloembollen en uien) met snijbloemen leidt tot uitdroging van bloemen en vochtig worden van het droge produkt.
- Overdracht van rijpingsstoffen (ethyleen): Daar snijbloemen (vooral bij hogere temperaturen) zeer gevoelig zijn voor ethyleen, dient extra aandacht te worden besteed aan ventilatie, indien samenlading met ethyleenproducerende produkten plaatsvindt. Bij mengladingen van snijbloemen met groenten als sla, kool, witlof, wortelen en dergelijke zijn geen problemen te verwachten. Mengladingen van enkele vruchtgroenten en fruit samen met snijbloemen vereisen een grote ventilatie, afhankelijk van tijd, temperatuur en 'mengverhouding'. Tabel 8.9 geeft hiervoor enkele indicaties.

Tabel 8.9. Vereiste ventilatie bij menglading van snijbloemen en tweede produkt om de concentratie ethyleen onder de drempelwaarde te houden

produkt	ethyleen- produktie ( $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ )	tempe- ratuur ( $^{\circ}\text{C}$ )	tijd (uur)	drempel- waarde (ppm)	mengver- houding $\text{m}^3/\text{m}^3$	ventilatie	
						$\text{m}^3/\text{h}$	$\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{h}^*$
tomaat	3,5	13	12	7,	1	3,5	0,1
tomaat	3,5	13	24	0,3	1	82	2
tomaat	3,5	13	24	0,3	0,5	108	3
tomaat	14	20	12	0,3	1	<b>328</b>	<b>8</b>
appel	200	20	12	0,3	1	<b>4685</b>	<b>120</b>
appel	40**	2	12	100	1	2,8	0,1
appel	40**	2	48	0,5	1	<b>560</b>	<b>14</b>

\* ventilatievoud van het lege voertuig (=  $40 \text{ m}^3$ )

\*\* maximaal

Uit de berekende ventilaties blijkt, dat samenladen van ethyleenproducerende produkten en snijbloemen wel mogelijk is. Tijd en temperatuur zijn echter van grote invloed. Een transportduur van 12 uur waarbij bloemen met tomaten worden vervoerd op  $13^{\circ}\text{C}$  kan zonder problemen, de ventilatie nodig voor ethyleenverwijdering ( $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) is namelijk kleiner dan voor de  $\text{CO}_2$  verwijdering. Bij een transporttemperatuur van  $20^{\circ}\text{C}$  ontstaan wel problemen; de ethyleenproduktie door de tomaten neemt toe en de gevoeligheid van de bloemen eveneens. Een ventilatie van  $2$  à  $3 \text{ m}^3/\text{m}^3$  voertuig per uur is zeer acceptabel en wordt normaal toegepast. De vetgedrukte waarden, waarbij appels of tomaten langdurig of bij hogere temperaturen met bloemen worden verladen leiden tot problemen.



## 9. ETHYLEEN

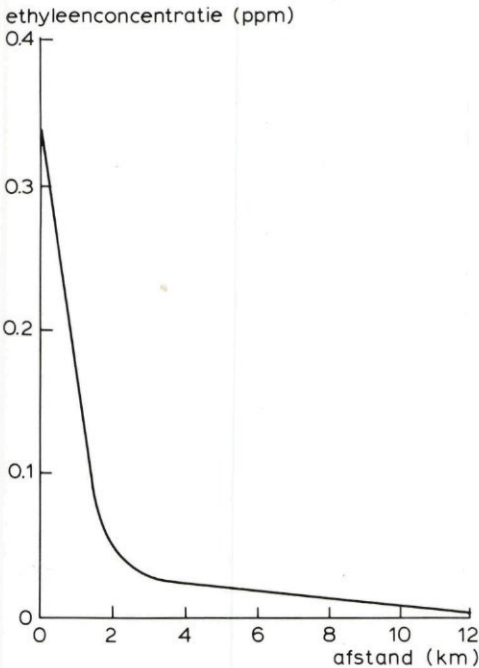
Zoals in paragraaf 2.3 al is beschreven, is ethyleen een gasvormig plantehormoon. Verstoring van de hormoonbalans door de relatieve toename van ethyleen in of om de bloem kan leiden tot het vervroegd optreden van verouderingsverschijnselen of afwijkingen.

In dit hoofdstuk zal ingegaan worden op de oorzaken van een verhoogd ethyleengehalte in of rond de bloem en de invloed hiervan op de houdbaarheid. Daarnaast zal worden besproken wat de gevoeligheid van de verschillende soorten voor ethyleen is en welke schadeverschijnselen er kunnen optreden. Als laatste zal ingegaan worden op de mogelijkheden die er zijn om de bloem tegen ethyleen te beschermen.

### 9.1. Ethyleen in de omringende lucht

Ethyleen blijkt in de omringende lucht in zeer wisselende hoeveelheden voor te komen. Op veel plaatsen is de ethyleenconcentratie in de buitenlucht vaak zeer laag (0.003-0.005 ppm). Dat deze concentratie zich meestal op een dergelijk laag niveau bevindt is te danken aan in de grond levende ethyleenconsumerende micro-organismen (voornamelijk *Mycobacterium paraffinicum*). Deze organismen gebruiken ethyleen als voedingsbron en houden zo als het ware de lucht schoon. Op plaatsen met veel industrie of veel rijdend verkeer kunnen echter toch hogere concentraties ethyleen in de lucht voorkomen.

In figuur 9.1 staat de ethyleenconcentratie in en rond de Antwerpse petroleumhaven uitgezet. Men is vanaf de haven met de heersende wind mee steeds verder weggegaan.

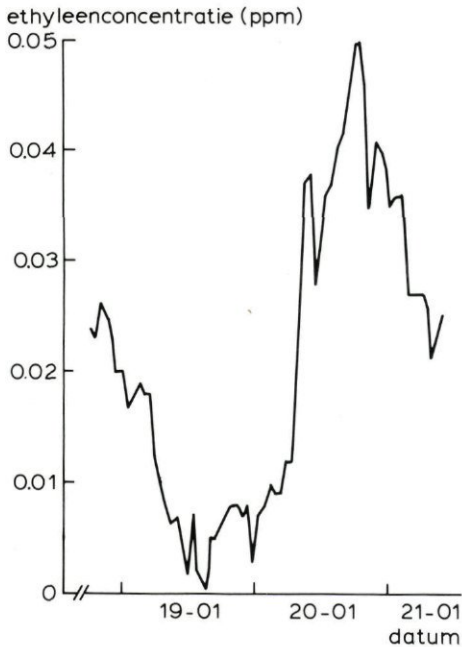


Figuur 9.1

Ethyleenconcentratie in de buitenlucht op verschillende afstanden van de Antwerpse petroleumhaven (naar: de Proft, 1983)

Hieruit blijkt dat op het havencomplex een duidelijk verhoogde ethyleenconcentratie aanwezig is terwijl deze tot een zeer laag niveau zakt naarmate men verder van de haven afkomt.

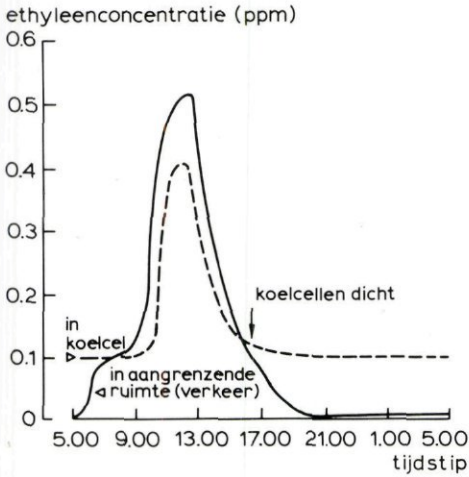
Een ander voorbeeld betreft de ethyleenconcentratie gemeten in de buitenlucht in Wageningen in januari 1984. Als gevolg van een atmosferische storing vond geen goede menging van de verschillende luchtlagen plaats waardoor de ethyleenconcentratie door industriële luchtvervuiling sterk opliep (figuur 9.2). De methaan- en propyleenconcentraties in de lucht vertoonden een soortgelijk beeld.



Figuur 9.2  
Ethyleenconcentratie in de buitenlucht op verschillende dagen (18, 19 en 20 januari 1984) in Wageningen

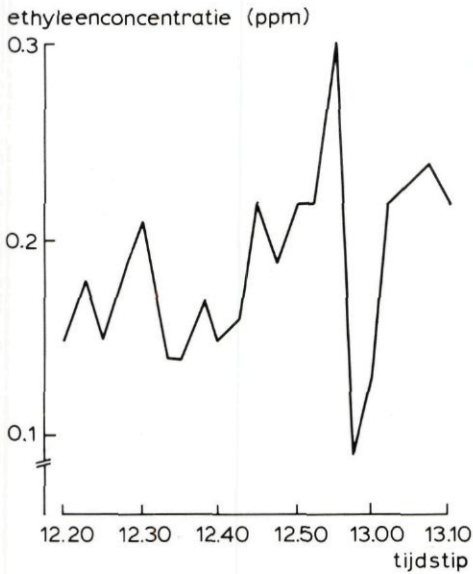
Dat de ethyleenconcentratie ook als gevolg van rijdend verkeer hoge waarden kan bereiken blijkt uit metingen in een koelcellencomplex met snijbloemen (figuur 9.3).

Tijdens de dag staan de koelcellen regelmatig open zodat ethyleen uit de aangrenzende ruimte met rijdend verkeer naar binnen kan diffunderen. Als 's avonds de koelcellen dicht gaan blijft het aanwezige ethyleen hangen waardoor de kwaliteit van het opgeslagen produkt benadeeld kan worden. Ook bleken op de grote bloemenveilingen als gevolg van rijdend verkeer de ethyleenconcentraties te hoog op te lopen.



Figuur 9.3  
Ethyleenconcentratie in een koelcellencomplex met snijbloemen (naar: Boerrigter, 1982)

Figuur 9.4 geeft de fluctuatie van de ethyleenconcentratie weer tussen 12.00-13.00 uur in een veilingruimte met rijdend verkeer. Alhoewel dit op een bloemenveiling bepaald niet het spitsuur is lag de gemiddelde ethyleenconcentratie toch op een onaantvaardbaar hoog niveau.



Figuur 9.4  
Ethyleenconcentratie in een veilinghal (naar: Boerrigter en Molenaar, 1980)

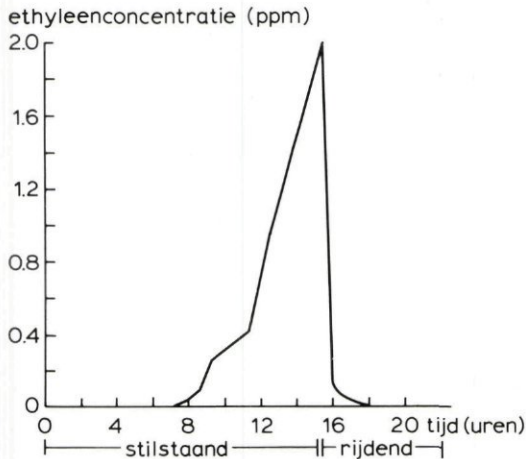
Tabel 9.1 geeft een voorbeeld van ethyleenmetingen op verschillende plaatsen op een bloemenveiling.

Tabel 9.1. Ethyleenconcentraties tussen produkt op 11-2-1980 tussen 8.00 en 10.00 uur (Boerrigter en Molenaar, 1980)

monster nr.	produkt	verpakking	ethyleenconcentratie in ppm
1	Gerbera	—	0,10
2	Cymbidium	—	0,11
3	Orchidee + gypsophila	open doos	0,12
4	Snijgroen	doos	0,05
5	Amaryllis	doos	0,10
6	Narcis	container	0,06
7	Gypsophila	container	0,09
8	Tulp	container	0,06
9	Roos 'Motrea'	container	0,01
10	Anjer	rolcontainer	0,06
11	Sering	kar	0,08
12	Forsythia	kar	0,09
13	Prunus	kar	0,06
14	Fresia 'Aurora'	kar	0,09
15	Trosanjers	kar	0,11
16	Liatris	anjeremmer	0,10
17	Iris	kar	0,09
18	Fresia	—	0,18
19	Sneeuwkllokje	vensterdoos	0,14
20	Eucalyptusblad	anjeremmer	0,10
21	Anthurium	doos	0,10
22	Cymbidium	zeskant	0,06
23	Cymbidium	zeskant	0,07
24	Trosanjer	—	0,06
25	Trosanjer	—	0,04
25	Gerbera	doos	0,10
27	Gerbera	doos	0,05
28	Roos 'Baccara'	bos op kar	0,07
29	Gloriosa	bos op kar	0,07
30	Roos 'Golden Times'	bos op kar	0,07

Naar aanleiding van dergelijke metingen is het besef gegroeid dat het raadzaam is maatregelen te nemen. In veilinghallen denken we dan vooral aan ventileren of het gescheiden houden van de produkt- en de verkeersstroom.

Naast ethyleen afkomstig van industrie en van het rijdend verkeer mogen we ook de ethyleenafgifte van de tuinbouwprodukten zelf niet vergeten. Figuur 9.5 geeft de ethyleenconcentratie in een (met zeil) overdekte vrachtwagen met een lading tomaten, komkommers en bloemen. Tijdens stilstand (bijvoorbeeld op de boot) van de vrachtauto blijkt de ethyleenconcentratie in de bloemendozen tot hoge waarden op te lopen. Dit bleek zowel voor de ethyleengevoelige bloemen als voor komkommers een te hoge concentratie.



Figuur 9.5

Ethyleenconcentratie in bloemendozen tijdens een transport van een menglading (tomaten, komkommers, bloemen) in een zeilenwagen (naar: Damen e.a., 1981)

## 9.2. Ethyleenproductie

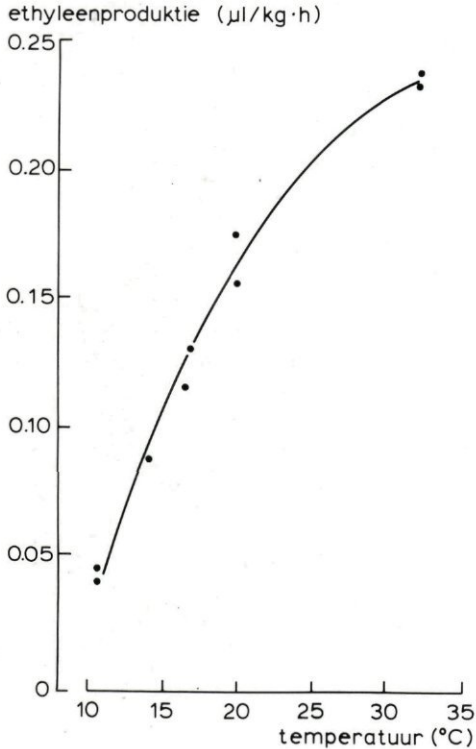
Zoals al is opgemerkt produceren alle planten ethyleen. Zij hebben dit voor hun groei en ontwikkeling nodig. De ethyleenproductie van tuinbouwproducten varieert echter sterk. Bladgroenten, citrusvruchten, snijbloemen en potplanten produceren in het algemeen zeer weinig ( $0,1-1 \mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$  bij  $20^\circ\text{C}$ ), terwijl rijpende appels of tomaten veel grotere hoeveelheden kunnen produceren ( $100 \mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$  bij  $20^\circ\text{C}$ ).

De ethyleenproductie van tuinbouwproducten is al jaren onderwerp van onderzoek. Hiertoe zijn bij veel producten ethyleenproductiemetingen verricht. Omdat de ethyleenproductie sterk door uitwendige factoren beïnvloed kan worden, dienen dergelijke metingen altijd onder strikt gecontroleerde omstandigheden plaats te vinden. Zo produceren liggende bloemen meestal meer ethyleen dan staand produkt en heeft ook de temperatuur een grote invloed. Dit laatste wordt geschetst in figuur 9.6. Bij  $21^\circ\text{C}$  blijft de ethyleenproductie van 'Ilona' rozen ruim  $4\times$  zo hoog als bij  $11^\circ\text{C}$ .

Alhoewel in vergelijking met vruchten de ethyleenproductie van vrijwel alle snijbloemen zeer laag is, treden er toch ook hier grote verschillen op. Zo produceren cymbidiumbloemen gedurende een groot deel van het vaasleven een minieme hoeveelheid ethyleen ( $0,005 \mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ) terwijl *Euphorbia fulgens* gemakkelijk 100 maal zoveel produceert (zie bijlage 4).

Ook binnen de groep zomerbloemen blijken de verschillen in ethyleenproductie erg groot. *Nigella damascena* blijkt zo'n 100 maal meer ethyleen te produceren dan *Triteleia brodiaea*, terwijl ook *Trachelium* een hoge ethyleenproductie vertoont (zie bijlage 4).

Men veronderstelt dat onder stabiele omstandigheden de ethyleenproductie door de plant wordt gecontroleerd. Dat wil zeggen dat de plant 'merkt' dat er voldoende ethyleen is en dat daardoor de ethyleenproductie wordt afgeremd. In bijzondere omstandigheden kan dit systeem 'ontsporen' en kan autoinhibitie of autokatalyse ontstaan. Zo kan een anjer tijdens de verwelking wel 1000 maal de basishoeveelheid ethyleen produceren.



Figuur 9.6  
Ethyleenproductie van roos 'Ilona' bij verschillende temperaturen, staande in het donker (Sterling en Woltering, 1982)

### 9.3. Ethyleengevoeligheid

Ethyleenproducenten zoals appels of tomaten kunnen de houdbaarheid van ethyleengevoelige producten sterk benadelen. Omdat de meeste sierteeltpodukten zeer gevoelig voor ethyleen zijn kan gezamenlijk opslaan of transporteren van bijvoorbeeld tomaten met sierteeltpodukten daarom in de praktijk tot aanzienlijke schade leiden.

Met name snijbloemen, maar ook tulpebollen en bloeiende potplanten blijken na blootstelling aan geringe concentraties ethyleen reeds schade te vertonen. Bij tulpebollen leidt blootstelling aan geringe concentraties ethyleen al tot een verminderd trekresultaat door onder andere het optreden van kernrot en bloemverdroging (Kamerbeek en de Munk, 1976) terwijl bij bloeiende potplanten bloem-, knop- en bladval kan optreden (Woltering, 1985).

Al eerder zagen we dat de ethyleenconcentratie in de omgevingslucht door verschillende oorzaken hoog kan zijn. Dit teveel aan ethyleen zal direct op het produkt inwerken terwijl door de inductie van de autokatalyse in bepaalde gevallen het effect nog eens wordt versterkt.

De ethyleengevoeligheid van een produkt is van veel factoren afhankelijk. Belangrijk zijn de genetisch bepaalde factoren. Een chrysantenbloem is bijvoorbeeld zeer

ongevoelig voor ethyleen terwijl de bloem van een anjer al na 1 dag blootstelling aan 0,1 ppm ethyleen geheel verwelkt is.

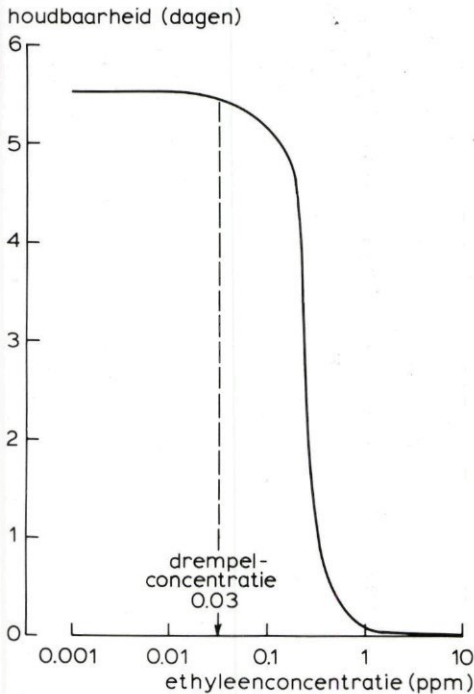
Naast deze erfelijke factoren heeft een groot aantal andere factoren invloed op de mate waarop een bepaald product op ethyleen reageert.

De belangrijkste factoren zijn: ethyleenconcentratie, temperatuur, blootstellingsduur en CO<sub>2</sub>-concentratie. Deze worden achtereenvolgens besproken.

### 9.3.1. Ethyleenconcentratie

In het algemeen heeft blootstelling aan ethyleen beneden een bepaalde concentratie geen effect. Deze zogenaamde drempelconcentratie zal onder andere afhangen van het ethyleenniveau dat van nature als gevolg van de eigen ethyleenproductie al in de plant aanwezig is. Als deze drempelconcentratie overschreden is, zal het effect afhankelijk van de concentratieverhoging toenemen totdat bij een bepaalde hoeveelheid het maximale effect is bereikt en verdere verhoging van de concentratie geen effect meer heeft.

In figuur 9.7 staat de houdbaarheid van 'veilingrijpe' anjers uitgezet na begassing met verschillende concentraties ethyleen. Uit deze figuur blijkt dat de ethyleendrempelconcentratie onder deze condities circa 0,03 ppm is en dat het maximale effect bereikt is bij ongeveer 1 ppm ethyleen. Bij hogere temperatuur of langere blootstellingsduur ligt deze drempelconcentratie lager.

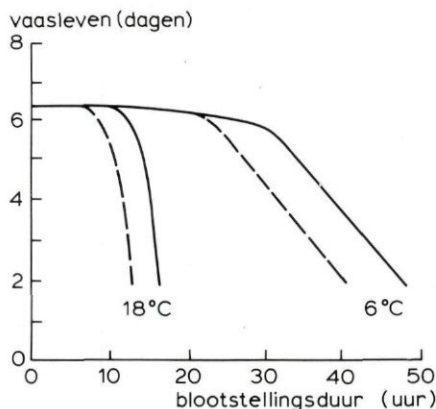
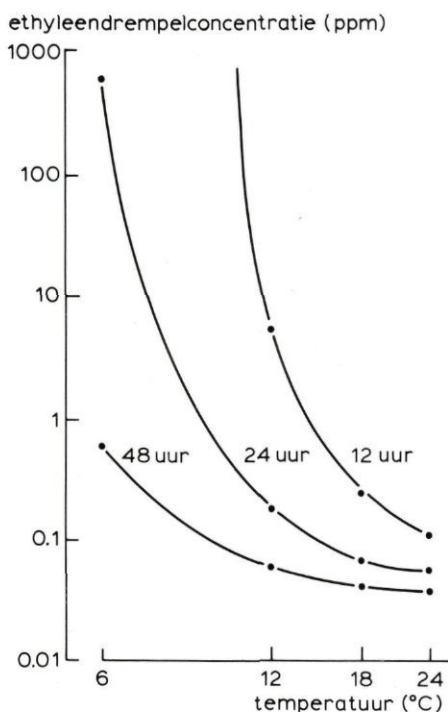


Figuur 9.7  
Houdbaarheid van anjer 'Scania' na begassing met verschillende ethyleenconcentraties gedurende 12 uur bij 24 °C in het donker (naar: Woltering, 1985)

### 9.3.2. Blootstellingsduur

Voor het verkrijgen van een ethyleeneffect is een minimale blootstellingsduur nodig. De zogenaamde minimale latentietijd wordt onder andere bepaald door de diffusiesnelheid van ethyleen in het celvocht en de affiniteit van de receptoren, welke beide weer sterk afhankelijk zijn van de temperatuur. Bij een lage temperatuur zal de diffusie van ethyleen in het celvocht sneller gaan, doch de interactie met de receptoren is minder intensief. Voor het verkrijgen van een fysiologisch effect van ethyleen is veelal de activering en/of synthese van verschillende enzymen nodig, hetgeen vaak de permanente aanwezigheid van ethyleen gedurende een bepaalde tijd vereist. Als de minimale latentietijd overschreden is zal het effect met de tijd toenemen tot een maximaal effect is bereikt. Daarna heeft een langere blootstellingsduur geen extra effect meer.

In figuur 9.8 staat de houdbaarheid van veilingrijpe anjers uitgezet na begassing gedurende verschillende perioden met 1 en 1000 ppm ethyleen. Hieruit blijkt dat alvorens effect te sorteren bij 1 ppm de blootstellingsduur bij 18 °C minstens 12 uur moet bedragen terwijl bij 6 °C minstens 30 uur blootstelling vereist is. Deze minimale latentietijd is korter naarmate de concentratie, waarmee begast wordt, hoger is.



Figuur 9.8 (boven)  
Houdbaarheid van Anjer 'Scania' na begassing met 1 (—) en 1000 (---) ppm ethyleen (naar: Woltering e.a., 1984)

Figuur 9.9 (links)  
Ethyleendrempelconcentraties van anjer 'Scania' bij verschillende temperaturen en tijden

### 9.3.3. Temperatuur

Alle biochemische reacties in de plant zijn sterk afhankelijk van de temperatuur, zo ook de effecten van ethyleen.

Uit figuur 9.9 blijkt dat naarmate de temperatuur hoger wordt de ethyleendrempelconcentratie lager wordt en dat dit effect sterker is bij een korte blootstellingsduur.



#### 9.3.4. CO<sub>2</sub>-concentratie

Kooldioxide, dat door de plant zelf geproduceerd wordt, is in verhoogde concentratie in het algemeen in staat de ethyleengevoeligheid te verlagen.

Zo kan het negatieve effect van een lage ethyleenconcentratie op de houdbaarheid van anjers (0,05 ppm, 2-4 dagen bij 20 °C) volledig onderdrukt worden door de aanwezigheid van 0,4% CO<sub>2</sub>. Omdat in bloemendozen naast een iets verhoogde ethyleenconcentratie ook een iets verhoogde CO<sub>2</sub>-concentratie aanwezig is leidt dit op zich dus niet tot ethyleenschade (Smith en Parker, 1966).

Indien we te maken hebben met hogere ethyleenconcentraties (0,12-0,25 ppm, 1 dag bij 20 °C) dan kunnen alleen CO<sub>2</sub>-concentraties boven 5% de ethyleeneffecten bij anjer nog onderdrukken en indien nog hogere ethyleenconcentraties worden toegediend (0,5-1 ppm) zijn alleen nog CO<sub>2</sub>-concentraties boven 30% voldoende (Uota, 1969). Opgemerkt dient te worden dat indien geen ethyleen wordt toegediend het aanwezige CO<sub>2</sub> alléén geen effect op de houdbaarheid heeft.

Over het mechanisme van de werking van CO<sub>2</sub> tast men nog goeddeels in het duister. In een extract van (uit plantmateriaal) geïsoleerde 'ethyleenbindingsplaatsen' vertoonde CO<sub>2</sub> geen enkele interactie met de bindingsplaatsen en dus kan CO<sub>2</sub> deze ook niet blokkeren (Sisler, 1982). In proeven met levend materiaal echter was CO<sub>2</sub> wel in staat ethyleen van de bindingsplaatsen te 'verdrijven' (Sisler, 1979).



Bij iris leidt ethyleen tot een groeiremming van de bloemstengel, waardoor knijpers (rechts) ontstaan

Omdat de mate van binding van ethyleen afhankelijk is van de pH (Sisler, 1980) zal de werking van CO<sub>2</sub> zich waarschijnlijk indirect via een pH-verandering in of bij de celmembranen manifesteren.

In principe beschikt de plant dus over een mechanisme om de ethyleengevoeligheid te onderdrukken middels de CO<sub>2</sub>-productie en de openingstoestand van de huidmondjes (waardoor meer of minder CO<sub>2</sub> kan verdwijnen).

Behalve bovengenoemde factoren kan de ethyleengevoeligheid ook beïnvloed worden door verschillende andere factoren zoals: teeltomstandigheden (licht, koolhydraatreserve, bemesting) en stadium van bloemontwikkeling. Vooral dit laatste kan een grote invloed hebben omdat, in het algemeen, een bloem naarmate deze ouder wordt, gevoeliger wordt voor ethyleen.

### 9.3.5. *Classificatie van de ethyleengevoeligheid*

De ethyleengevoeligheid van diverse soorten snijbloemen is de laatste jaren uitgebreid en systematisch onderzocht. Een groot aantal soorten zijn onderling vergeleken zodat een classificatie voor de ethyleengevoeligheid kon worden opgesteld.

Alle experimenten zijn uitgevoerd door de bloemen liggend, gedurende 20-24 uur bij ca. 20 °C te begassen met een hoge concentratie ethyleen (ca. 3 ppm). Tijdens de ethyleenbegassing werd het door de bloemen zelf geproduceerde CO<sub>2</sub>-gas weggehaald omdat dit de ethyleengevoeligheid kan beïnvloeden. Na de ethyleenbegassing zijn de bloemen gedurende enkele weken geobserveerd en is een classificatie vastgesteld.

Uit het onderzoek kwam naar voren dat zo'n 30% van de getoetste soorten/cultivars sterk gevoelig voor ethyleen is. Ongeveer 50% blijkt relatief ongevoelig.

De classificatie van de getoetste producten naar ethyleengevoeligheid is weergegeven in bijlage 5.

De ethyleengevoeligheid in bijlage 5 heeft slechts betrekking op één specifieke situatie, (namelijk 3 ppm ethyleen, 1 dag begassing bij 20 °C in donker zonder CO<sub>2</sub>) terwijl we eerder al hebben gezien dat naast verschillende andere factoren vooral de concentratie, de temperatuur en de blootstellingsduur een belangrijke rol spelen. Hierover is momenteel vrij veel informatie voorhanden, maar toch blijkt het moeilijk de exacte interacties te beschrijven. Daarom volstaan we hier met de volgende algemene regels.

- De drempelconcentratie is bij korte blootstellingsduur sterk afhankelijk van de temperatuur, bij langere blootstellingsduur veel minder.
- Als de drempelconcentratie overschreden is neemt de schade met de concentratieverhoging toe en wel sterker naarmate de temperatuur hoger is.
- Het maximale effect van ethyleen is hoger naarmate de temperatuur hoger en de blootstellingsduur langer is.
- Als de drempeltijd overschreden wordt neemt het effect met de tijd toe en wel sterker naarmate de temperatuur hoger is.
- De drempeltijd is hoger naarmate de temperatuur lager is.
- De drempeltijd is lager naarmate de concentratie hoger is.

### 9.4. **Specifieke effecten van exogeen ethyleen**

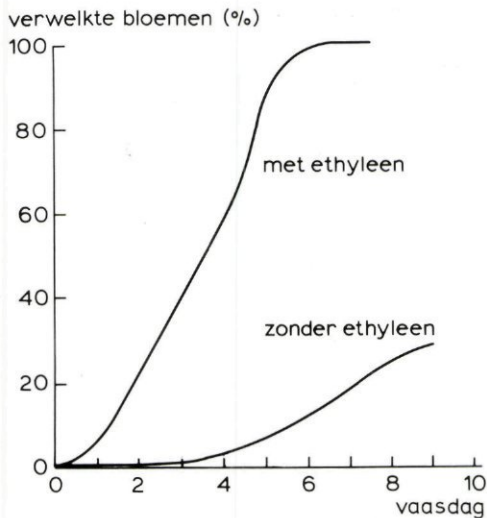
Er is een grote verscheidenheid aan schadeverschijnselen door ethyleen. Hier zal worden volstaan met een globale bespreking van de meest voorkomende schadeverschijnselen en hun fysiologische achtergrond.

### *Ethyleen en verwelking/krimp*

Verwelking gaat meestal gepaard met een toenemende doorlaatbaarheid van de membranen in de cel. Hierdoor gaat de capaciteit van de bloembladeren om water aan te trekken en vast te houden verloren, met als gevolg dat de cel zijn stevigheid verliest en het kroonblad slap gaat hangen of dat een open bloem langzaam sluit. Soms gaat dit proces zeer snel, en gaat het gepaard met inrollen van het bloemblad. Dit wordt meestal 'krimp' genoemd. Meestal worden dan ook assimilaten naar het vruchtbeginsel afgevoerd.

Bij een aantal snijbloemsoorten wordt de verwelking sterk door ethyleen gestimuleerd. Naast anjer, zeepkruid, gipskruid en duizendschoon, die alle 'krimp' vertonen, en *Dendrobium*, waarbij de bloemen langzaam sluiten, leidt ethyleen bij o.a. *alstroemeria*, *iris*, *narcis*, *roos*, *mathiola*, *scabiosa* en verschillende soorten orchideeën tot snellere verwelking.

Het effect van ethyleen (3 ppm) op de verwelking (= sluiten) van *Dendrobium*bloemen wordt geschetst in figuur 9.10. Beide partijen startten het vaasleven met open bloemen. Bij de partij die met ethyleen begast is blijken de bloemen zich snel te sluiten, terwijl dit bij de niet met ethyleen begaste partij slechts zeer langzaam gaat.



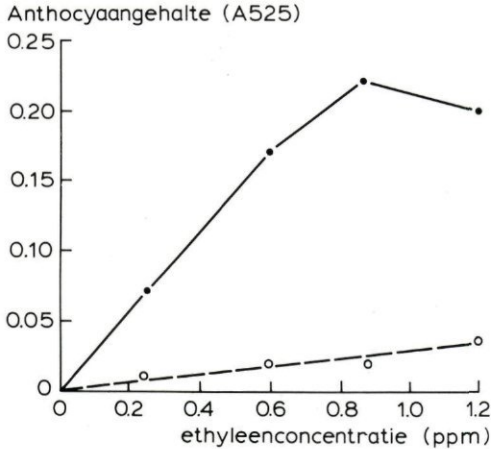
Figuur 9.10  
Effect van ethyleenbegassing (24 uur, 20 °C, 3 ppm) op de uitbloeit van *Dendrobium* (naar: Woltering en Harkema, 1980a)

### *Ethyleen en verkleuring*

Verkleuringen die tijdens de normale veroudering voorkomen, kunnen (mede) veroorzaakt worden door ethyleen. Het betreft hier meestal een rood- of blauwverkleuring. Ook komt ontcleuring (vergeling) voor.

Roodverkleuring doet zich voor bij *Alstroemeria* 'Orchid' en bij de meeste *cymbidium*-cultivars. De verkleuring is een gevolg van een extra aanmaak van anthocyaan (de rode kleurstof) als reactie op ethyleen.

In figuur 9.11 staat het anthocyaangehalte in de lip van *cymbidium*bloemen uitgezet. Hieruit blijkt duidelijk dat ethyleen tot een verhoogde hoeveelheid anthocyaan en dus tot een rode verkleuring van de *cymbidium*bloem leidt.



Figuur 9.11

Anthocyaangehalte in de lip van cymbidium 'Stardust' na begassing met ethyleen gedurende resp. 8 (○) en 24 (●) uur (naar: Harkema en Woltering, 1982)

Blauwverkleuring dat onder andere bij *Nerine bowdenii*, roos 'Motrea' en enkele tulpecultivars gestimuleerd wordt door ethyleen, wordt toegeschreven aan een veranderde zuurgraad van het celsap. Ethyleen stimuleert hierbij de verkleuring door bevordering van het natuurlijke verouderingsproces.

Vergeling door ethyleen komt voor bij het blad van *Euphorbia fulgens* en de petalen van cymbidium. Ethyleen blijkt in staat het chlorophyl in het blad af te breken waardoor de gele kleurstoffen gaan overheersen.

#### *Ethyleen en verstoorde bloemontplooiing*

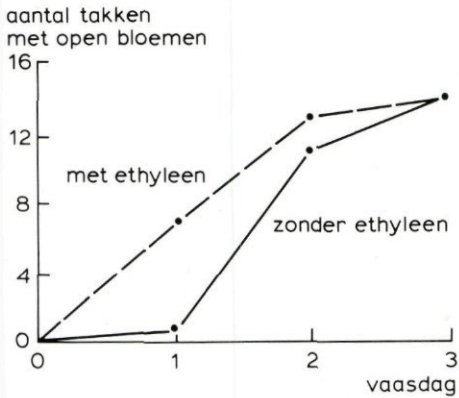
Hierbij kunnen we twee verschijnselen onderscheiden. Soms is er sprake van een gestagneerde bloemontplooiing (trospanjer, iris en sering), maar ook wel van een geforceerde bloemontplooiing (forsythia, lelie, roos, narcis). Beide verschijnselen zijn waarschijnlijk een direct gevolg van een verstoorde hormoonhuishouding waardoor de ontwikkeling van de bloem (of bij iris, de bloemstengel) niet meer op normale wijze gestuurd wordt.

Hiernaast kan gestagneerde bloemontplooiing ook een gevolg zijn van de geringe capaciteit van de bloem om water aan te trekken. Dit laatste kan door ethyleen veroorzaakt worden, waarbij 2 processen een rol kunnen spelen.

1. De doorlatendheid van membranen wordt door ethyleen verhoogd.
2. Als gevolg van ethyleen treedt een lek op van osmotisch actieve stoffen vanuit het bloemblad naar het vruchtbeginsel.

Een geforceerde bloemontplooiing, hetgeen vaak tot een korter vaasleven leidt, kan in bepaalde gevallen ook toegeschreven worden aan een verhoogde ademhalingsactiviteit. Ethyleen is in bepaalde gevallen in staat de ademhaling sterk te stimuleren.

Een voorbeeld van geforceerde bloemontplooiing wordt geschetst in figuur 9.12. Hier is het aantal Forsythiatakken met open bloemen op de eerste 3 vaasdagen na een ethyleenbehandeling uitgezet. Hieruit blijkt dat de met ethyleen behandelde takken sneller open bloemen hebben. Hierdoor is het vaasleven van de ethyleenpartij iets korter dan het vaasleven van de controlepartij.

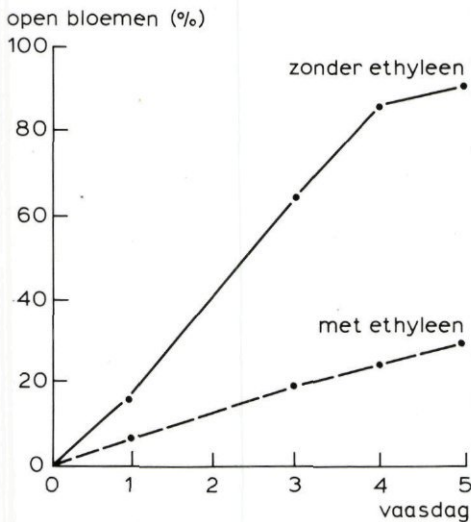


Figuur 9.12

Geforceerde bloemontplooiing als gevolg van ethyleen (3 ppm) bij forsythia (naar: Woltering en Harkema, 1981a)

Als de bloeistagnering zo sterk is dat de bloemen in het knopstadium blijven steken en verdrogen spreken we van knopverdroging. Dit doet zich in sterke mate voor bij een aantal soorten zomerbloemen (*Campanula*, *Physostegia*) en bij *Prunus triloba*.

In figuur 9.13 staat het percentage open bloemen van *Prunus triloba* uitgezet, welke op snijbloemenvoedsel uitbloeiden. Bij deze soort blijkt als gevolg van de ethyleen-behandeling slechts een geringe hoeveelheid knoppen tot volle bloei te komen, alhoewel de bloem in ruime mate voorzien is van voedingsstoffen (snijbloemenvoedsel). Mogelijk is de hormonaal gedurende bloemontwikkeling ernstig verstoord of is sprake van door ethyleen geïnduceerde vaatverstopping (Olien en Bukovac, 1982).



Figuur 9.13

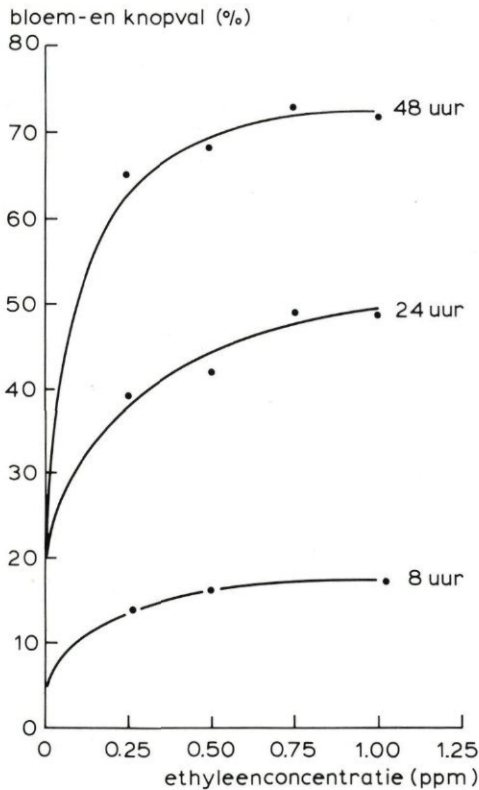
Bloemverdroging bij *Prunus triloba* als gevolg van ethyleen (3 ppm). Uitbloeï op snijbloemenvoedsel (naar: Woltering en Harkema, 1981a)

Een nevenverschijnsel van een verstoorde bloemontplooiing is soms een misvorming van de bloem zoals bij lelie, fresia en *Nerine bowdenii*. Ook zijn de bloemen soms al open terwijl ze nog niet volledig gekleurd zijn (narcis). Ook deze verschijnselen moeten toegeschreven worden aan een hormonale storing.

*Ethyleen en bloem-, knop- en bladval*

De rol van ethyleen bij het ontstaan van celscheiding in de abscissiezone werd in hoofdstuk 2 al beschreven. Bloem- en knopval treedt bij een groot aantal zomerbloemen op als deze uitbloeien op de vaas. Bladval treedt alleen op bij *Euhorbia fulgens*.

Bloem- en knopval door ethyleen komt voor bij veel soorten zomerbloemen. In figuur 9.14 is dit geschetst voor *Agapanthus 'Blue Triumphator'*.



Figuur 9.14

Bloem- en knopval bij *agapanthus 'Blue Triumphator'* als functie van de ethyleenconcentratie na 8, 24 en 48 uur bewaring bij 20 °C in donker (naar: Woltering, 1984)

Hieruit blijkt dat indien de blootstellingsduur toeneemt, de hoeveelheid gevallen bloemen en knoppen even sterk toeneemt. Boven een bepaalde concentratie heeft extra ethyleen weinig extra effect.

Omdat de auxinestroom van blad of bloem naar de rest van de plant een belangrijke rol speelt (zie ook hoofdstuk 2) kunnen dergelijke abscissieverschijnselen in het algemeen tegengegaan worden door bespuiting van deze plantedelen met auxine. Het auxine wordt door het blad of de bloemen opgenomen en naar de rest van de plant vervoerd waardoor de vorming van een celscheidingslaag verhinderd wordt. Ook STS, dat de werking van ethyleen blokkeert (zie § 9.6.2.), gaat abscisie tegen.

### Ethyleen en epinastie

Epinastie is een verschijnsel waarbij de bovenzijde van een blad- of een bloemsteeltje sneller groeit dan de onderzijde en dus naar beneden gaat krommen. Het gevolg is dat het lijkt alsof het blad of de bloemen slap hangen.

Epinastie wordt, naar men aanneemt, veroorzaakt door een verstoord transport van auxine waardoor een gewijzigde verdeling ontstaat met als gevolg dat boven- en onderkant met een verschillende snelheid groeien (Reid e.a., 1981).

## 9.5. Effect van enkele milieufactoren op de ethyleenproductie en de houdbaarheid

Eerder zagen we al dat de ethyleenproductie van plantmateriaal zich niet altijd op hetzelfde niveau bevindt maar dat bijvoorbeeld bij veroudering of bevruchting van de bloem de produktie zeer hoog op kan lopen (tot 1000 maal het basisniveau). Naast deze, met verwelking geassocieerde, ethyleenproductie ondergaan veel planten ook als gevolg van verschillende milieufactoren een verandering in de ethyleenproductie.

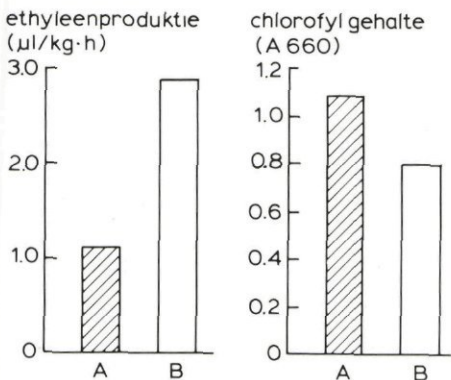
Aan de hand van enkele voorbeelden wordt dit toegelicht.

### 9.5.1. Vochtverlies

Tijdens droge opslag of transport van snijbloemen vindt door verdamping meestal een zeker vochtverlies plaats. Alhoewel niet alle snijbloemen daar in dezelfde mate gevoelig voor zijn kan een gering vochtverlies bij bijvoorbeeld *Euphorbia fulgens* al tot versnelde bladvergeling leiden.

Uit bijlage 5 bleek al dat *Euphorbia fulgens* een zeer ethyleengevoelige snijbloem is en dat het ethyleenschadebeeld bij deze soort onder andere bladvergeling is. De door uitdroging ontstane bladvergeling lijkt dus veel op een ethyleenschadebeeld, hetgeen door ethyleenproduktiemetingen bevestigd werd.

In figuur 9.15 staat de ethyleenproductie en het chlorofylgehalte ('groenheid') van een op water bewaarde en een droog bewaarde partij *Euphorbia fulgens* uitgezet.



Figuur 9.15  
Effect van 6% vochtverlies op de ethyleenproductie en het chlorofylgehalte van *Euphorbia fulgens* blad  
A = op water bewaard  
B = droog bewaard

Uit deze figuur blijkt dat de ethyleenproductie van een droog bewaarde partij (ca. 6% vochtverlies) ruim tweemaal zo hoog is als de ethyleenproductie van de nat bewaarde partij, terwijl het chlorofylgehalte afgenomen is en het blad dus geler. Het tegengaan van uitdroging kan bij deze snijbloem in belangrijke mate bijdragen tot een betere kwaliteitshandhaving. Ook is het mogelijk met middelen die tegen ethyleen beschermen de vergeling tegen te gaan.

### 9.5.2. Positieverandering in het zwaartekrachtveld

Als een plantedeel, dat gewoonlijk rechtop groeit, wordt platgelegd (hetgeen met veel snijbloemen gebeurt omdat zij liggend vervoerd worden) is er sprake van positieverandering ten opzichte van het zwaartekrachtveld. Planten kunnen hier op verschillende wijze op reageren. Opvallend is het krom groeien van de stelen bij onder andere tulpen, gladiolen en veel soorten zomerbloemen. Tevens vindt een hogere ethyleenproductie plaats.

Zo blijken rozen liggend ongeveer tweemaal zoveel ethyleen te produceren als staand (tabel 9.2). Dit heeft bij rozen echter geen invloed op de houdbaarheid.

Tabel 9.2. Ethyleenproductie van roos 'Ilona'

behandeling	gemiddelde ethyleenproductie	
	$\mu\text{l/kg (vers).h}$	nl/stuk.h
staand droog	0,13	2,94
staand water	0,11	2,51
liggend droog	0,22	4,70
liggend schuddend	0,20	4,32

Bij de ethyleengevoelige zomerbloem kniphofia (vuurpijl) heeft de (door liggend transport gestimuleerde) ethyleenproductie wel invloed op de houdbaarheid.

In figuur 9.16 staat de ethyleenproductie van (gedurende 24 uur) liggend en staand bewaarde kniphofia's uitgezet. Tevens is het percentage knopval op de dag na de bewaring uitgezet. Duidelijk blijkt hier het verband tussen ethyleenproductie en kwaliteit.

### 9.5.3. Schudden

Ook schudden, hetgeen niet te voorkomen is tijdens transport van snijbloemen, kan tot een verhoogde ethyleenproductie leiden met mogelijk nadelige gevolgen voor de houdbaarheid.

Uit tabel 9.2 blijkt dat continu schudden van rozen niet tot een verhoogde ethyleenproductie leidt. Indien met tussenpozen geschud wordt blijkt vaak wel een verhoogde ethyleenproductie op te treden. Aan continu schudden blijken de planten dus te 'wennen'.

Onderzoek naar dit verschijnsel is vooral uitgevoerd bij potplanten. Zo blijken volgens de Proft Bromeliaceae na eenmalig schudden een hoeveelheid ethyleen te produceren die hoog genoeg is om de bloei te induceren, hetgeen op dat moment vaak ongewenst is.

Als tijdens de teelt van lelie de planten zo nu en dan geschud worden blijkt de ethyleenproductie hoger en de groei minder snel, waardoor stevigere planten ontstaan die in een winderige omgeving een grotere overlevingskans zouden hebben. Ook een behandeling met ethyleen had tot gevolg dat de groei onderdrukt werd (Hiraki en Ota, 1975). Over de effecten van schudden tijdens transport van snijbloemen en het eventuele effect ervan op de houdbaarheid zijn geen gegevens voorhanden.

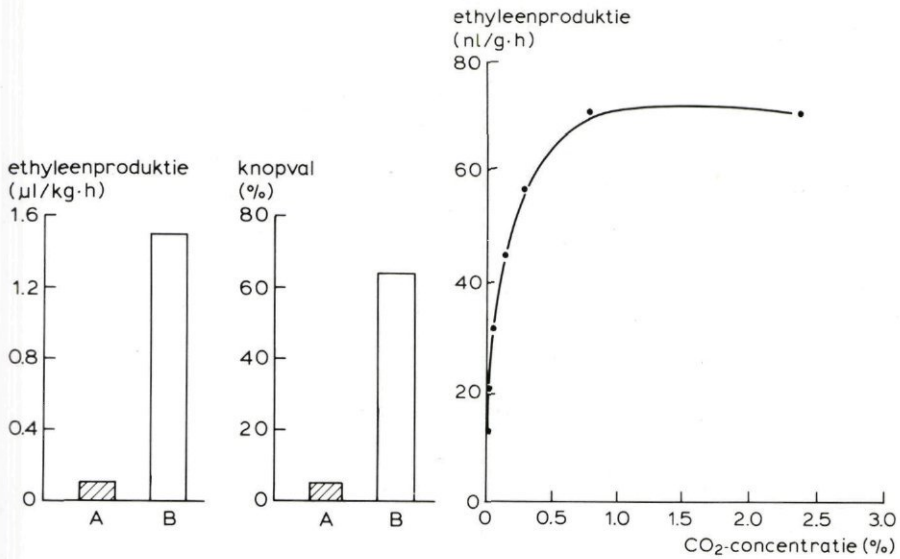


#### 9.5.4. Lichtgebrek

De ethyleenproductie van plantmateriaal is in donker hoger dan in licht. De oorzaak van deze hogere ethyleenproductie moet gezocht worden in de hogere interne  $\text{CO}_2$ -concentratie omdat:

- de huidmondjes zich in het donker sluiten en
- de assimilatie, waarbij  $\text{CO}_2$  verbruikt wordt, in donker stopt.

In figuur 9.17 wordt het verband tussen de ethyleenproductie en de  $\text{CO}_2$ -concentratie voor bladmateriaal geschetst. Een geringe verhoging ten opzichte van de normaal in de buitenlucht aanwezige concentratie (0,033%) heeft al een sterk effect op de ethyleenproductie.



Figuur 9.16 (links)

Effect van liggende bewaring op de ethyleenproductie en het optreden van knopval na 1 dag bij Kniphofia op water (A) resp. droog (B) bewaard

Figuur 9.17 (rechts)

Effect van de  $\text{CO}_2$ -concentratie op de ethyleenproductie van het blad van rijstplanten, die behandeld zijn met ACC (naar: Kao en Yang, 1982)

Bij de teelt van lelies leidt lichtgebrek in de wintermaanden tot het optreden van knopval. Indien het gewas regelmatig belicht wordt kan dit voorkomen worden. Deze knopval wordt door een verhoogde ethyleenproductie veroorzaakt. Reeds na 1 dag in donker blijkt de ethyleenproductie verdubbeld. Een tegen ethyleen beschermende stof bleek in staat de problemen het hoofd te bieden (van Meeteren en de Proft, 1982).

#### 9.5.5. Verwonding

Verwonding door insecten of aantasting door schimmels, bacteriën, virussen of aaltjes kan een verhoogde ethyleenproductie van de plant tot gevolg hebben. In be-

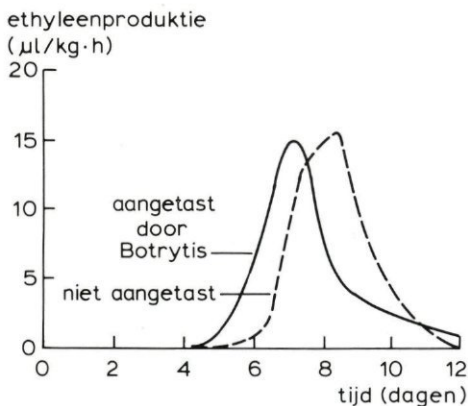
paalde gevallen is aangetoond dat ethyleen in dergelijke situaties de vorming van antimicrobiële stoffen, de opbouw van een beschermende laag of het afstoten van het geïnfecteerde orgaan stimuleert, zodat de door verwonding geïnduceerde ethyleenproductie als een verdedigings- of wondhelingsmechanisme gezien moet worden.

Alhoewel geogoste snijbloemen altijd een wond hebben (het snijvlak) is het effect van afsnijden op de ethyleenproductie lang verwaarloosd. Onlangs is echter aange- toond dat afgesneden stengelstukjes van adianthumtakken direct na het afsnijden een zeer hoge ethyleenproductie vertonen, die in enkele uren weer naar een laag niveau terug zakt. Omdat een tegen ethyleen beschermende stof de vaatverstop- ping (zie hoofdstuk 2) bij deze takken vrijwel geheel kan tegengaan en diverse bac- tericiden geen positief effect hadden leeft het idee dat wond-ethyleen een belang- rijke rol kan spelen bij het optreden van vaatverstopping bij bepaalde soorten snij- bloemen. Dergelijk onderzoek staat echter momenteel nog in de kinderschoenen.

#### 9.5.6. Microbiële aantasting

Aantasting door micro-organismen betekent in wezen verwonding, hetgeen een ver- hoogde ethyleenproductie tot gevolg heeft. Soms produceren micro-organismen zelf ook ethyleen of produceren zij metabolieten die de plant aanzetten tot een verhoog- de ethyleenproductie. Het gevolg kan zijn dat de houdbaarheid benadeeld wordt.

Dit is onderzocht bij anjers die met *Botrytis* besmet werden. De besmette bloemen blijken eerder de zogenaamde autokatalytische ethyleenproductie te vertonen met als gevolg dat de bloem eerder verwelkt (zie figuur 9.18).



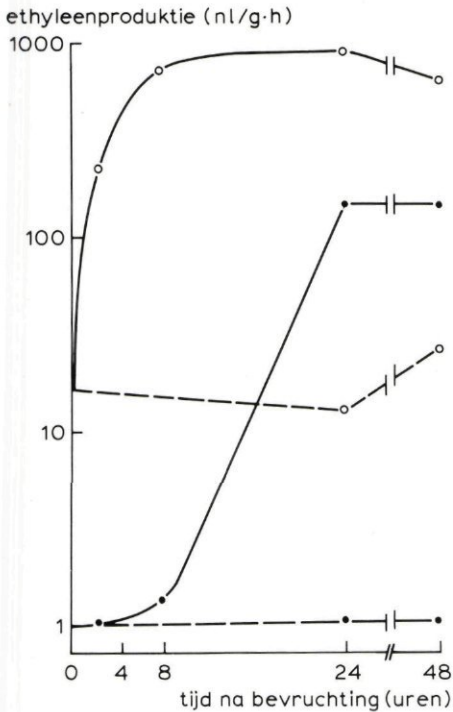
Figuur 9.18

De invloed van Botrytisaantasting op de ethyleenproductie van anjers (naar: Smith e.a., 1964)

#### 9.5.7. Bevruchting

Indien een bloem bevrucht is, vervalt in wezen de functie van de bloembladeren en mogen deze afsterven. De meeste bloemen vertonen na bevruchting een sterk ver- hoogde ethyleenproductie, waarna meestal snel het kroonblad verwelkt of afvalt (zie figuur 9.19).

Het geheel van fysiologische veranderingen na bevruchting is echter nog veel om- vattender. Zo blijkt niet alleen de ethyleenproductie toe te nemen, maar ook de ethy- leengevoeligheid (Halevy e.a., 1984) zodat het mes hier aan twee kanten snijdt.



Figuur 9.19

Ethyleenproductie van petalen (●) en stempels (○) van bevruchte (—) en niet bevruchte (---) anjerbloemen (naar: Nichols e.a., 1983)

## 9.6. Bescherming tegen ethyleen

Zoals uit het voorgaande gebleken is, kan 'ethyleenschade' verschillende oorzaken hebben. Ethyleen kan van buitenaf als gevolg van uitlaatgassen, andere produkten en industriële luchtvervuiling het produkt indringen maar ook door het produkt zelf als gevolg van veroudering, bevruchting, verwonding en dergelijke geproduceerd worden. Er zijn daarom verschillende methoden om ethyleenschade te voorkomen.

### 9.6.1. Verwijderen van ethyleen uit de omringende lucht

Om te voorkomen dat in de omringende lucht een hoge concentratie ethyleen ontstaat is, naast het gescheiden houden van verkeer en produkt of van ethyleenproducerende produkten en ethyleengevoelige produkten, een aantal maatregelen mogelijk. Deze worden hier kort besproken.

#### 1. Ventileren met (schone) buitenlucht

Dit is een zeer effectieve methode om ethyleen te verwijderen, vooropgesteld dat de lucht niet sterk vervuild is. Het heeft als nadeel dat het energietechnisch onaantrekkelijk kan zijn om een gekoelde ruimte met bijvoorbeeld warmere buitenlucht te ventileren. Voorts is ventilatie niet mogelijk als in de ruimte een gewijzigde luchtsamenstelling vereist is zoals bij CA-bewaring.

#### 2. Verwijderen met chemicaliën

Ethyleen kan worden verwijderd met kaliumpermanganaat. Deze stof is in staat

ethyleen te oxideren en vast te leggen. Het wordt door verschillende fabrikanten op de markt gebracht op een granulaire drager (bijvoorbeeld aluminiumoxide).

Om een effectieve werking te verkrijgen moet de lucht met behulp van een pomp of een ventilator door het materiaal geperst worden. Als losse cachets in een verpakking werkt het niet of nauwelijks (Boerrigter en Molenaar, 1984).

### 3. Katalytische oxydatie van ethyleen

Katalytische oxidatie is een techniek waarbij ethyleen bij een zeer hoge temperatuur omgezet wordt in  $H_2O + CO_2$  met behulp van een katalysator, bijvoorbeeld platinum of koper (Rudolphij en Boerrigter, 1980). Deze techniek wordt op beperkte schaal bij appelbewaring toegepast.

Naast de genoemde methoden zijn er nog een aantal andere methoden die in de praktijk (nog) geen toepassing hebben gevonden, ondermeer verwijdering van ethyleen met behulp van ozon (Rudolphij en Boerrigter, 1980) of met behulp van bacteriën in een zogenaamde bioscrubber (De Bont, 1976). Voorts is lagedrukbezwaring (hypobarische bezwaring) ook een mogelijkheid om de ethyleenconcentratie sterk te verlagen.

Ventilatie en de diverse scrubmethoden hebben geen effect als het ethyleenniveau in de plant als gevolg van de eigen ethyleenproductie te hoog is. Hypobarische bezwaring echter trekt als het ware het ethyleen ook uit de plant zodat dit ook een gedeeltelijke bescherming geeft tegen "stress" geïnduceerde ethyleenschade.

Effectiever dan de bovengenoemde methoden is het om ofwel het ethyleenproductiesysteem van de plant te blokkeren ofwel de plant ongevoelig te maken voor ethyleen.

#### 9.6.2. *Verlagen van de ethyleengevoeligheid*

Door Beyer (1976) werd ontdekt dat tabaksplanten die met zilvernitraat bespoten werden tegen hoge ethyleenconcentraties bestand waren, in tegenstelling tot niet behandelde planten waar ten gevolge van ethyleen bladval optrad. Dit bleek bij vrijwel alle andere produkten, waaronder de zeer ethyleengevoelige anjers en orchideeën ook te werken. Deze stof werd echter als gevolg van de positieve lading van het zilver niet of nauwelijks via de stengel opgenomen zodat het voor commerciële doeleinden nog niet geschikt was. In 1979 echter werd een effectieve methode gevonden om de opname van zilver via de bloemstengel te verbeteren, namelijk de verbinding van 'zilver' met 'thiosulfaat'. Het nu ontstane 'zilverthiosulfaat' (STS) wordt gemakkelijk door bloemstengels vervoerd en heeft toch de ethyleenwerkingsremmende eigenschap behouden (Veen, 1983).

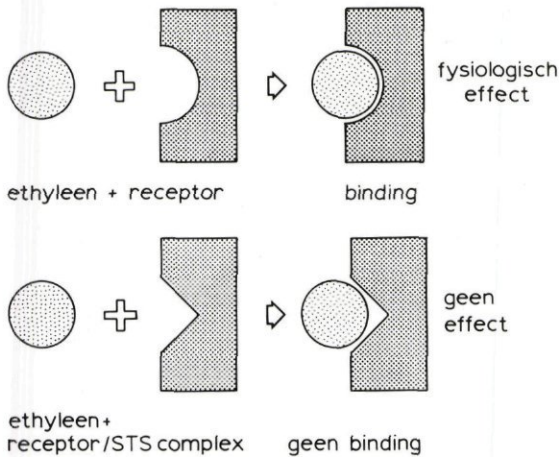
De werking van zilverionen kunnen we ons als volgt voorstellen:

Ethyleen moet, wil het effect hebben, een binding aangaan met bepaalde celcomponenten, de zogenaamde receptoren. Het zilver 'blokkeert' of 'vervormt' deze receptoren zodat het ethyleen er geen interactie meer mee aangaat.

Het proces wordt in figuur 9.20 schematisch weergegeven. Het voordeel van het blokkeren van de ethyleenreceptoren is dat zowel ethyleen dat van buitenaf het produkt indringt als het ethyleen dat door de plant zelf geproduceerd wordt, geen effect meer heeft.

Een voorbehandeling met STS wordt tegenwoordig algemeen toegepast bij anjers, terwijl tevens lelies, alstroemeria's, Euphorbia fulgens en een groot aantal ethyleengevoelige zomerbloemen zeer positief op de behandeling reageren.

In tabel 9.3 wordt het effect van een behandeling met STS op de zomerbloem ridderspoor weergegeven.



Figuur 9.20  
Schematische werking van zilverthiosulfaat (STS) (naar: Veen, 1983)

Tabel 9.3. Houdbaarheid van *Delphinium ajacis* (blauw) (Woltering, 1984)

behandeling	aantal dagen conditie 'goed'	vaasleven (dagen)	bloem- en knopval dag 0 (in gram/tak)
controle	3	4	0,00
controle + STS	> 11	> 11	0,10
ethyleen (3,3 ppm)	0	0	1,25
ethyleen + STS	0	> 11	0,35

Uit de tabel blijkt dat indien geen ethyleenbegassing wordt uitgevoerd door de STS voorbehandeling een aanmerkelijk langer vaasleven behaald wordt. Als met een hoge concentratie ethyleen begast wordt blijkt de STS voorbehandeling in staat de schade tot aanvaardbare proporties terug te brengen. De houdbaarheid van deze bloem blijkt dus sterk door ethyleen (zelf geproduceerd of van buitenaf) bepaald te worden.

Een neveneffect van STS is vaak een verhoogde ethyleenproductie. Voor het desbetreffende produkt heeft dit natuurlijk geen nadelige gevolgen omdat de receptoren geblokkeerd zijn. Abusievelijk wordt in de literatuur weliswaar aan STS vaak een ethyleenproductieverlagend effect toegeschreven. Dit is echter alleen het geval tijdens autokatalyse, wat immers een resultaat is van de werking van ethyleen.

De reden dat een STS-behandeling tot een verhoogde ethyleenproductie leidt ligt mogelijk in het functioneren van een feedback systeem, omdat de ethyleenproductie normaal gesproken door de plant onder controle is. De plant 'merkt' hoeveel ethyleen er is en daarop wordt het ethyleenproductieniveau afgestemd. Nu er echter geen binding van ethyleen met de receptoren plaatsvindt 'merkt' de plant niet dat er ethyleen is en gaat zij ongecontroleerd produceren.

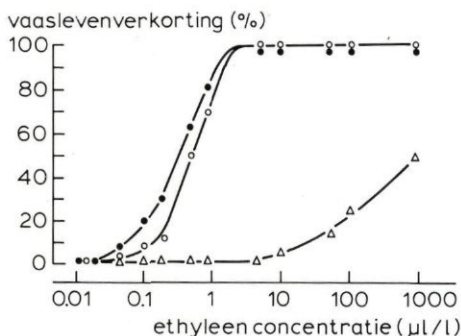
Recent is ook aangetoond dat de vorming van malonyl-ACC (zie hoofdstuk 2) in bepaalde gevallen door STS geblokkeerd kan worden waardoor er meer ACC voor de produktie van ethyleen vrijkomt.

Naast de genoemde voordelen van STS kleeft er ook een belangrijk bezwaar aan.

Omdat zilver een zwaar metaal is kan het, indien op grote schaal gebruikt, tot onaanvaardbare milieuvervuiling leiden.

Andere methoden om de ethyleengevoeligheid te verlagen zijn het toevoegen van groeiregulatoren (bijvoorbeeld cytokininen, gibberellinen) of suikers. De werking is echter vele malen minder sterk als de werking van STS, vooral als er sprake is van exogeen ethyleen.

In figuur 9.21 staat het optreden van ethyleenschade bij anjer 'Scania' geschetst die voorbehandeld is met water, AOA (dat de omzetting remt van SAM in ACC) of STS. Hieruit blijkt dat AOA, hoewel het de houdbaarheid duidelijk verbetert (zie figuur 9.22) de schade procentueel weinig tegengaat, terwijl STS dat wel doet.



Figuur 9.21

Effect van ethyleen (12 uur, 24 °C, donker) op de houdbaarheid van anjer 'Scania', voorbehandeld met resp. water (●), AOA (○) en STS (△) (naar: Woltering en Sterling, 1986)

### 9.6.3. Onderdrukken van de ethyleenproductie

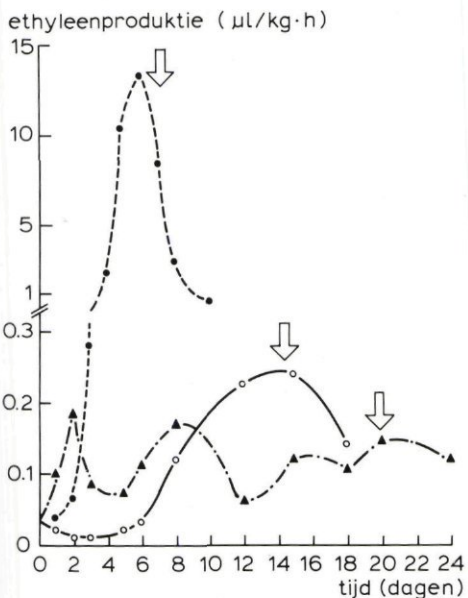
De ethyleenproductie kan op verschillende manieren worden geremd. Zo kan de omzetting van SAM in ACC onderdrukt worden door de enzymremmers AOA of AVG, terwijl ook de omzetting van ACC in ethyleen onderdrukt kan worden door bijvoorbeeld cobalt- of nikkelionen.

Het op dit moment meest aantrekkelijk is het genoemde AOA (amino-oxy-azijnzuur). Deze organische stof is in staat de werking van het enzym ACC-synthase te blokkeren waardoor de plant niet meer in staat is veel ethyleen te produceren.

In principe beschermt deze stof dus niet tegen de gevolgen van ethyleen dat van buitenaf de plant in dringt. De autokatalytische ethyleenproductie, die een nevenwerking van extern ethyleen kan zijn, wordt echter wel onderdrukt zodat AOA goede perspectieven biedt met betrekking tot de voorbehandeling van snijbloemen.

In figuur 9.22 staat de ethyleenproductie van voorbehandelde anjers uitgezet. Hieruit blijkt dat de ethyleenproductie van met AOA voorbehandelde anjers vrij lang op een zeer laag niveau ligt en pas na circa 6 dagen begint op te lopen. De met STS voorbehandelde anjers produceren in eerste instantie meer ethyleen dan de met water voorbehandelde bloemen maar hebben een langer vaasleven terwijl de met water voorbehandelde anjers al snel veel ethyleen produceren en een kort vaasleven hebben. Momenteel wordt gewerkt aan een voorbehandelingsmiddel op basis van AOA.

Ethyleengevoeligheden en -productiegegevens geven ons dus een aanwijzing in hoeverre de kwaliteit van de verschillende soorten bloemen beïnvloed zal worden door bewaring en transport.



Figuur 9.22

Ethyleenproductie (bij 20 °C) van anjer 'Scania' op water (●) resp. voorbehandeld met AOA (○) of STS (▲). De pijlen geven het tijdstip van verwelking aan (naar: Woltering en Sterling, 1986)

Tevens geeft de gevoeligheid van de produkten aan in hoeverre met beschermende middelen de houdbaarheid verbeterd zal kunnen worden. Zo blijken vrijwel alle ethyleengevoelige zomerbloemen positief op een STS-voorbehandeling te reageren, terwijl vrijwel alle niet ethyleengevoelige zomerbloemen ook niet op de STS voorbehandeling reageren (Woltering, 1984).

Ook bij de overweging van gemengde opslag of transport zijn zowel ethyleenproductie als -gevoeligheidsgegevens van belang om te voorkomen dat onderlinge beïnvloeding door ethyleen optreedt.

## LITERATUUR

Aarts, J.F.T. (1957)

Over de houdbaarheid van snijbloemen. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 57(9):1-62

Acaster, A.; H. Kende (1983)

Properties and partial purification of 1-aminocyclopropane-1- carboxylate synthase. *Plant Physiol* 72:139-145

Accati-Garibaldi, E. (1983)

Postharvest physiology of Mediterranean carnations: partial characterization of a bacterial metabolite inducing wilt of flowers. *Acta Hort.*, 138:225-260.

Accati, E.; S. Mayak; I.A. Gentile (1980)

The role of bacterial metabolite(s) in affecting water uptake by carnation flowers. *Acta Hort.* 113:137-142.

Akamine, E.K.; T. Goo (1981)

Controlled atmosphere storage of anthurium flowers. *Hortscience* 16(2):206-207.

Asen, S.; K.H. Norris; R.N. Stewart (1971)

Effect of pH and concentration on the anthocyanin-flavonol co-pigment complex on the color of 'Better Times' roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:770-773.

Askeland, R.A.; S.M. Morrison (1983)

Cyanide production by *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Appl. Envir. Microbiol.* 45: 1802-1807.

Ballantyne, D.J. (1966)

Respiration of floral tissue of the daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* L.) treated with benzyladenine and auxin. *Can. J. Bot.* 44: 117-119.

Bangerth, F. (1973)

Zur Wirkung eines reduzierten Drucks auf Physiologie, Qualität und Lagerfähigkeit von Obst, Gemüse und Schnittblumen. *Gartenbauwissenschaft* 6/1973.

Bateman, D.F.; H.G. Baskam (1976)

Degradation of plant cell walls and membranes by microbial enzymes. In: R. Heitefuss & P.H. Williams (eds.) *Physiological Plant Pathology. Encycl. Plant Physiol.*, New series, Volume 4. p. 316-355 Springer, Berlin.

Beek, G. van (1975)

Nomogram voor warmteproductie, effectieve warmteproductie, massaverliessnelheid, koolstofverliessnelheid en vochtverliessnelheid. Sprenger Instituut, Rapport no. 1918.

Beek, G. van (1978)

Relatie tussen het macro- en microklimaat bij tuinbouwproducten *Bedrijfsontwikkeling* 9(10)924-926.



- Beek, G. van (1979a)  
Verpakking van levende plantaardige producten; 'Verpakking voedingsmiddelen'; Stichting Post-Academisch-Onderwijs, Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Beek, G. van (1979b)  
Berekening van thermofysische eigenschappen van tuinbouwproducten uit de samenstelling en toepassing daarvan bij de berekening van de veldwarmte. Koeltechniek:71(1):3-9.
- Beek, G. van (1981)  
De gekoelde ruimte. Koeltechniek 73(9):184.
- Beek, G. van (1984a)  
Luchtsnelheid en luchtverdeling in gekoelde ruimten uitgaande van de produkteisen voor tuinbouwgewassen. Koeltechniek 77(9):221-226.
- Beek, G. van (1984b)  
Eigenschappen van de lading als grondslag voor de keuze van vervoermiddelen. Koeltechniek 77(3):59-67.
- Beek, G. van (1984c)  
Temperatuurinvloed tijdens afzet op kwaliteit snijbloemen. Vakblad voor de Bloemisterij 11: 132.
- Beek, G. van; J. Lamers (1979)  
De specifieke vochtafgifte van tuinbouwproducten. Sprenger Instituut, Rapport no. 2072.
- Benschop, M.; A.A. de Hertogh  
An analysis of post-harvest characteristics of cut tulips. Flor. Rev. 145 (3758):24-26; 62-65.
- Berkholst, C.E.M. (1976)  
De knopsnede bij trosanjers. Vakblad voor de Bloemisterij 31:48-49
- Berkholst, C.E.M. (1977)  
De knopsnee van bloemen. Sprenger Instituut. Jaarverslag: 105-107.
- Berkholst, C.E.M. (1978)  
De knopsnee van rozen. Sprenger Instituut. Jaarverslag: 111.
- Berkholst, C.E.M. (1979)  
De uitbloei van rozen. Sprenger Instituut. Jaarverslag: 98.
- Berkholst, C.E.M. (1980)  
De waterhuishouding van afgesneden rozen. Bedrijfsontwikkeling 11: 332-336.
- Berkholst, C.E.M. (1981)  
Snijstadium bepalend voor kwaliteit bij rozen. Vakblad voor de Bloemisterij 36: 30-31.

- Berkholst, C.E.M. (1985)  
Na-oogstonderzoek voor houdbaarheid. Vakblad voor de Bloemisterij 40: 49.
- Berkholst, C.E.M. (1986)  
Cell size in rose petals, an indicator for quality of vase life. Acta Hort. In press.
- Berkholst, C.E.M. (1986)  
Sugar-starch dependency in rose petals. Gartenbauwissenschaft. In press.
- Beyer, E. (1975)  
Abscission: The initial effect of ethylene is in the leaf blade. Plant Physiol. 55:322-327.
- Beyer, E.M. (1976)  
A potent inhibitor of ethylene action in plants. Plant Physiol. 58:268-271.
- Beyer, E.M. (1981)  
Ethylene action and metabolism. In: J. Friend and M.J.C. Rhodes, (eds.) 'Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables'. p. 107-121. New York, Acad. Press 1981, 275 blz.
- Boer, W.C.; R.A. Hilhorst (1978)  
Bewaaronderzoek met snijbloemen. Sprenger Instituut. Rapport no. 2000.
- Boer, W.C.; H. Harkema (1978)  
Bewaarprouven met narcis 'Carlton'. Sprenger Instituut. Rapport no. 2023.
- Boerrigter, H.A.M. (1980)  
Afkoelproeven van dozen snijbloemen met behulp van het pers- en zuigwandsysteem. Sprenger Instituut. Rapport no. 2116.
- Boerrigter, H.A.M. (1981)  
Het voorcoelen van snijbloemen in 'aqua-pack' dozen. Sprenger Instituut. Rapport no. 2170.
- Boerrigter, H. A. M. (1982)  
Ethyleenconcentraties in het VBA groothandelscentrum Cultra. Sprenger Instituut. Rapport no. 397.
- Boerrigter, H.A.M.; H. Harkema (1982)  
Thermische bescherming van enkele verpakkingsmethodes voor Anthurium andrea-num tijdens gekoeld transport. Sprenger Instituut. Rapport no. 2206.
- Boerrigter, H.A.M.; W.H. Molenaar (1980)  
Resultaten van ethyleenmetingen in de VBA te Aalsmeer op 11 en 12 februari 1980. Sprenger Instituut. Rapport no. 267.
- Boerrigter, H.A.M.; W.H. Molenaar (1982)  
Afkoelproef met snijbloemen in een vacuumkoeler. Sprenger Instituut. Interim Rapport no. 15.

- Boerrigter, H.A.M.; W.H. Molenaar (1984)  
Ethyleenmetingen in de praktijk. Vakblad voor de Bloemisterij 39(1):114-115, 117.
- Boerrigter, H.A.M.; W.H. Molenaar; G.H. van Nieuwenhuizen (1983)  
Koelen van bloemen in lijnrij-auto's. Sprenger Instituut. Rapport no. 2257.
- Boerrigter, H.A.M.; W.H. Molenaar; G.H. van Nieuwenhuizen (1983)  
Koelen van snijbloemen in kunststofkragen. Sprenger Instituut. Rapport no. 2248.
- Boerrigter, H.A.M.; W.H. Molenaar, G.H. van Nieuwenhuizen (1984)  
Snijbloemen in lijnrij-auto's ook voor te koelen; zuigwand in wagen onmisbaar. Vakblad voor de bloemisterij, 39:44-45.
- Boerrigter, H.A.M.; J.W. Rudolphij (1982)  
Bepaling van de afkoelsnelheid van chrysanten in dozen in een gekoelde veilinghal. Sprenger Instituut. Interim Rapport no. 114.
- Bont, J.A.M. de (1976)  
Oxidation of ethylene by soil bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 42:59-71.
- Boon, H.; H. de Groot (1980)  
Logistiek voor de bloemisterij van groot belang. Vakblad voor de Bloemisterij 44:94-99.
- Bredmose, N. (1979)  
The influence of subatmospheric pressure on storage life and keeping quality of cut flowers of 'Belinda' roses. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 29.
- Bredmose, N. (1980)  
Effects of low pressure on storage life and subsequent keeping quality of cut roses. *Acta Horticulturae* 113:73-79.
- Burdett, A.N. (1970)  
The cause of bent neck in cut roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:427-431.
- Buys, C. (1969)  
Blatter beeinflussen die Haltbarkeit. *Gartenwelt* 69:264.
- Carow, B. (1981)  
Frishalten von Schnittblumen (1981). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Cline, M.N.; D. Neely (1983)  
The histology and histochemistry of the woundhealing process in *Geranium* cuttings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:496-502.
- Coorts, G.D.; J.B. Gartner; J.P. McCollum (1965)  
Effects of senescence and preservative on respiration in cut flowers of *Rosa hybrida* Velvet Times. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86:779-780.
- Damen, P.M.M. (1979)  
Naar een goede koelcel voor bloemen. Vakblad voor de bloemisterij 29:44-45.

Damen, P.M.M.; H.A.M. Boerrigter; W.H. Molenaar (1981)  
Ethyleen tijdens het transport van gemengde ladingen. Sprenger Instituut. Rapport no. 2190.

Doorn, W.G. van (1985)  
Bacteriën beperken uitbloeit op verschillende manieren. Vakblad voor de Bloemisterij 40(32):25.

Doorn, W.G. van, Y. de Witte; B.C.H. Waltmann (1986a)  
Effect of exogenous bacterial concentrations on water relations of cut rose flowers I. Bacteria in the basin water. Acta Hort., in press.

Doorn, W.G. van; H.C.E.M. Buis; Y. de Witte (1986b)  
Effect of exogenous bacterial concentrations on water relations of cut rose flowers II. Bacteria in the vase solution. Acta Hort, in press.

Durkin, D.J. (1980)  
Factors effecting hydration of cut flowers. Acta Hort. 113:109-117.

Durso, M. (1979)  
The relation of water stress to bent neck in cut roses. Ph. D. Thesis, Cornell University, 101 pp.

Egley, G.H.; R.N. Paul jr; S.O. Duke; K.C. Vaughn (1985)  
Peroxidase involvement in lignification in water-impermeable seed coats of weedy leguminous and malvaceous species. Plant, Cell and Environment 8:253-260.

Einert, A.E. (1975)  
Effects of ancymidol on vase behaviour of cut tulips. Acta Hort. 41:97-102.

Ferreira, D.I.; G.H. de Swardt (1980)  
Changes in the respiration rate, starch concentration, total free reducing sugar concentration, and total free amino acid concentration in senescing roses (cv. Sonia). Agroplantae 12:23-28.

Fujino, D.W.; M.S. Reid (1983)  
Factors affecting the vase life of fronds of maidenhair fern. Scientia Horticulturae 21:181-188.

Gale, M.D. (1980)  
Genetic variation for hormonal activity and yield. In: J.H.J. Spiertz en Th. Kramer (eds.) Crop Physiology and Cereal Breeding. p. 29-34. Pudoc, Wageningen.

Genugten, E.J. van de (1984)  
Consument vindt houdbaarheid en bloemkleur belangrijkst. Vakblad voor de Bloemisterij 51/52:82-83.

Gilbart, D.A.; K.C. Sink (1971)  
Regulation of endogenous indoleacetic acid and keeping quality of poinsettia. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:3-7.

Glass, A.D.M. (1974)

Influence of phenolic acids on ion uptake III. Inhibition of potassium absorption. *J. Exp. Bot.* 25:1104-1113.

Gosczyńska, D.; R.M. Rudnicki (1982)

Long-term storage of carnations cut at the green-bud stage. Elsevier Scientific Publishing Company, 1982 (289-297).

Gorin, N.; Berkholst, C.E.M. (1982)

Starch in petals of cut roses, cv. Sonia, as a probable criterion of picking. *Gartenbauwissenschaft* 47:75-77.

Gorin, N.; B. van Dongen; G. Vos (1986)

Protease activity in extracts of petals from cut roses cv. Sonia during vase life. *Acta Hort.* In press.

Gorin, N.; G. Staby; W. Klop; N. Tippet; D.L. Lensing Jr. (1985)

Quality measurements of carnation treatment solutions in relation to flower silver distribution and longevity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(1):117-123.

Guilfoyle, R.F.; Lundquist, A.L. (1971)

Transport handling of carnations cut in the bud stage; potential advantages. *Markt. Res. Rep.* 899, *Agr. Res. Serv. U.S.D.A.*

Halevy, A.H.; T.G. Byrne; A.M. Kofranek; D.S. Farnham; J.F. Thompson; R.E. Hardenburg (1978)

Evaluation of post-harvest handling methods for transcontinental truck shipments of cut carnations, chrysanthemum, and roses. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 103:151-155.

Halevy, A.H.; S. Mayak (1975)

Interrelationship of several phytohormones in the regulation of rose petal senescence. *Acta Hort.* 41:103-116.

Halevy, A.H.; S. Mayak (1981)

Senescence and postharvest physiology of cut flowers-part 2. *Horticultural Reviews*, 3:85-96.

Halevy, A.H.; S. Mayak; T. Tirosh; H. Spiegelstein; A.M. Kofranek (1974)

Opposing effects of abscisic acid on senescence of rose flowers. *Plant & Cell Physiol.* 15:813-821.

Halevy, A.H.; C.S. Whitehead; A.M. Kofranek (1984)

Does pollination induce corolla abscission of cyclamen flowers by promoting ethylene production? *Plant Physiol.* 75:1090-1093.

Hardenburg, R.E.; M. Uota; C.S. Parsons (1967)

Refrigeration and modified atmospheres for improved keeping quality of cut flowers. 12th Intern. Congres of Refrigeration, Madrid 1967.

- Harkema, H. (1983)  
Opslag van narcissen in een natte koelcel en in een conventionele koelcel. Sprenger Instituut. Interimrapport no. 20.
- Harkema, H. (1984)  
CA-bewaring van enkele snijbloemsoorten. Sprenger Instituut. Interimrapport no. 38.
- Harkema, H. (1985)  
Verkorting van het vaasleven van snijbloemen als gevolg van bewaring en afzet. Sprenger Instituut, Rapport no. 2314.
- Harkema, H.; J.G. Beekhuizen (1984)  
Bewaring van een aantal snijbloemsoorten in een ruimte met een nat koelsysteem en in een conventionele koelcel. Sprenger Instituut. Rapport no. 2269.
- Harkema, H.; P.C. Boom (1983)  
De invloed van behandelingsduur en suikerconcentratie van een voorraadvoeding op de uitbloei van de rozencultivars Sonia en Ilona (I). Sprenger Instituut. Interimrapport no. 31.
- Harkema, H.; W.G. van Doorn (1986)  
The effect of post-harvest handling and climate on transpiration and water uptake of cutflowers. *Acta Hort.*, in press.
- Harkema, H.; W.H. Molenaar; E.P. Sterling (1983)  
Kwaliteit komt in de knel. *Vakblad voor de Bloemisterij* 38:72-77.
- Harkema, H.; W.H. Molenaar (1986)  
Oriënterend onderzoek naar Gerberaverpakkingen. Sprenger Instituut. Rapport no. 2319.
- Harkema, H.; E.J. Woltering (1981)  
Ethyleenschade bij snijbloemen en trekheesters. *Vakblad voor de bloemisterij* 36:40-42.
- Harkema, H.; E.J. Woltering (1982)  
De invloed van ethyleen op mini-cymbidium. Sprenger Instituut. Interimrapport no. 10.
- Harkema, H.; E.J. Woltering (1983)  
Ethyleengevoeligheid mini-cymbidium. Grote invloed van opslagduur en -temperatuur. *Vakblad voor de Bloemisterij* 41:49-51.
- Heide, O.M.; J. Oydvin (1969)  
Effects of 6-benzylaminopyrine on the keeping quality and respiration of glasshouse carnations. *Hort. Res.* 9:26-36.
- Hiraki, Y.; Y. Ota (1975)  
The relationship between growth inhibition and ethylene production by mechanical stimulation in *Lilium longiflorum*. *Plant and Cell Physiol.* 16:185-189.

- Ho, L.C.; R. Nichols (1977)  
Translocation of <sup>14</sup>C sucrose in relation to changes in carbohydrate content in rose corollas cut at different stages of development. *Am. J. Bot.* 41:227-242.
- Nichols, R. (1971)  
Refrigeration and storage of cut flowers. *Refrigeration and air-conditioning*, 7:36-39.
- Nichols, R.; G. Butler; Y. Mor; D.W. Fujino; M.S. Reid (1983)  
Changes in ethylene production and ACC-content of pollinated carnation flowers. *J. Plant Growth Regul.* 2:1-8.
- Jacobi, E.F.; P.J.S. van Dijk (1973)  
*Plantkunde voor tuinbouwscholen*, 7e druk, Tj. Willink, Culemborg.
- Johansson, J. (1979)  
Main effects and interactions of N, P, and K applied to greenhouse roses. *Acta Agric. Scandinavica* 29:191-208.
- Kalkman, E.Ch. (1983a)  
Rijp gesneden anthurium beter houdbaar. *Vakblad voor de Bloemisterij* 38:69-71.
- Kalkman, E.Ch. (1983b)  
Snijbloemenvoedsel en rijper snijden bevorderen houdbaarheid Prunus. *Vakblad voor de Bloemisterij* 38:86-87.
- Kalkman, E.Ch. (1985)  
Houdbaarheid zomerbloemen. Een overzicht van het onderzoek naar de houdbaarheid van zomerbloemen tot en met 1984. Rapport nr.30, Proefstation voor de Bloemisterij (1985).
- Kalkman, E.Ch.; H. Harkema (1984)  
Voorbehandeling van (tros)anjers met zilverthiosulfaat. Sprenger Instituut. Rapport no. 2277.
- Kalkman, E.Ch.; P.J. van Leeuwen; W. Sytsema; K.G. Elfering-Koster (1983)  
Resultaten onderzoek naar snijbloemenvoedsels. *Vakblad voor de Bloemisterij*, 43:79.
- Kamerbeek, G.A.; W.J. de Munk (1976)  
A review of ethylene effects in bulbous plants. *Scientia Horticulturae*, 4:101-115.
- Kao, C.H.; S.F. Yang (1982)  
Light inhibition of the conversion of ACC to ethylene in leaves is mediated through carbon dioxide. *Planta* 155:261-266.
- Kelley, J.D.; A.L. Schlamp (1964)  
Keeping quality, flower size and flowering response of three varieties of easter lilies to gibberellic acid. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85:631-634.

- Larsen, F.E.; M. Frolich (1969)  
The influence of 8-hydroxyquinoline citrate, N-dimethylaminosuccinamic acid and sucrose on respiration and water flow in Red Sim cut carnations in relation to flower senescence. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:289-292.
- Lamers, J.; J. van Beek (1979)  
Invloed van verpakkingsfolie op de vochtafgifte van droog bewaarde snijbloemen. Sprenger Instituut. Rapport no. 2069.
- Lineberger, R.D.; P.L. Steponkus (1976)  
Identification and localization of vascular occlusions in cut roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:246-250.
- Marousky, F.J. (1969)  
Vascular blockage, water absorption, stomatal opening and respiration of cut 'Better Times' roses treated with 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:223-226.
- Marousky, F.J. (1973)  
Recent advantages in opening bud-cut chrysanthemum flowers. *HortScience* 8:199-202.
- Marousky, F.J. (1980)  
Inhibition of cut flower bacteria by 8-hydroxyquinoline citrate. *Acta Hort.* 113:81-88.
- Mayak, S.; D.R. Dilley (1976)  
Effects of sucrose in response of cut carnations to kinetin, ethylene and abscisic acid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:583-585.
- Mayak, S.; A.H. Halevy (1970)  
Cytokinin activity in rose petals and its relation to senescence. *Plant Physiol.* 46:497-499.
- Mayak, S.; A.H. Halevy (1972)  
Interrelationships of ethylene and abscisic acid in the control of rose petal senescence. *Plant Physiol.* 50:341-346.
- Mayak, S.; A.H. Halevy (1974)  
The action of kinetin in improving the water balance and delaying senescence of cut rose flowers. *Physiol. Plant.* 32:330-336.
- Mayak, S.; A.H. Halevy; S. Sagie; A. Bar-Josef; R. Bravdo (1974)  
The water balance of cut rose flowers. *Physiol. Plant.* 32: 15-22.
- Mayak, S.; A.M. Kofranek; T. Tirosh (1978)  
The effect of inorganic salts on the senescence of *Dianthus caryophyllus* flowers. *Physiol. Plant.* 43:282-286.



Maxie, E.C.; D.S. Farnham; F.G. Mitchell; N.F. Sommer; R.A. Parsons; R.G. Snyder; H.L. Rae (1973)  
Temperature and ethylene effects on cut flowers of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98:568-572.

McClure, T.T. (1960)  
Chlorogenic acid accumulation and wound healing in sweet potato roots. *Am. J. Bot.* 47:277-280.

Meeteren, U. van (1978)  
Water relations and keeping quality of cut gerbera flowers I. *Scientia Hort.* 8:65-74.

Meeteren, U. van (1979)  
Waterrelations and keeping quality of cut gerbera flowers III. *Scientia Hort.* 10:261-269.

Meeteren, U. van; M. de Proft (1982)  
Inhibition of flower bud abscission and ethylene evolution by light and silverthiosulphate in *Lilium*. *Physiol. Plant.* 56:236-240.

Meffert, H.F.Th. (1983)  
Berekening van het koelvermogen voor het vervoer van sierteeltproducten. Sprenger Instituut. Rapport no. 2241.

Meffert, H.F.Th. (1984)  
Modulair transport in de levensmiddelen industrie. *Voedingsmiddelentechnologie* 17(9):57-62.

Meffert, H.F.Th. (1984)  
Algemene Inleiding. *Koeltechniek* 77(3) 51-58.

Miltz, J. en V. Roosen-Doody (1981)  
Effect of atmospheric environment on the performance of corrugated board. *Packaging technology* 2: 19-23.

Moe, R. (1975)  
The effect of growing temperature on keeping quality of cut roses. *Acta Hort.* 41:77-92.

Molenaar, W.H. (1979)  
Waarom snijbloemen voorcoelen? *Vakblad voor de bloemisterij* 34(43):80-81.

Molenaar, W.H. (1981)  
Symposium on Packaging of Horticultural Produce. Sprenger Instituut, Mededeling no. 38.

Molenaar, W.H. (1985)  
Zorgen voor laag kiemgetal. *Vakblad voor de Bloemisterij* 40:23.

Molenaar, W.J.; J. Breebaart (1979a)  
Snijbloemen in de kou? *Vakblad voor de Bloemisterij* 34:38-41.

- Molenaar, W.H.; J. Breebaart (1979b)  
Snijbloemen in de kou? Interimrapport over de houdbaarheid en de conditionering van snijbloemen. Produktaspekten, Sprenger Instituut. Rapport no. 2062.
- Molenaar, W.H.; H. Harkema, H.A.M. Boerrigter (1981)  
Verpakken en voorbehandelen van anjers en lelies voor gemengd transport. Sprenger Instituut. Rapport no. 2198.
- Mor, Y.; A.H. Halevy; A.M. Kofranek; M.S. Reid (1984)  
Postharvest handling of lily of the Nile flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* (4):494-497 (1984).
- Nakamura, R. (1975)  
Changes of the respiration rate in cut flowers. Scientific report of the Faculty of Agriculture, Okayama University 46:29-37.
- Nichols, R. (1966)  
Ethylene production during senescence of flowers. *J. Hort. Sci.* 41:279-290.
- Nichols, R.; L.C. Ho (1979)  
Respiration, carbon balance and translocation of dry matter in the corolla of rose flowers. *Ann. Bot.* 44:19-25.
- Nichols, R.; G. Bufler; Y. Mor; D.W. Fujino; M.S. Reid (1983)  
Changes in ethylene production and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid content of pollinated carnation flowers. *J. Plant. Growth Regul.* 2:1-8.
- Nichols, R.; A.M. Kofranek (1982)  
Reversal of ethylene inhibition of tulip stem elongation by silver thiosulphate. *Scientia Hort.* 17:71-79.
- Nieuwenhuizen, G.H. van (1981)  
De warmtegeleidingscoëfficiënt van enkele isolatiedekens. Sprenger Instituut, Rapport no. 2196.
- Nieuwenhuizen, G.H. van (1981)  
Ontwikkelingen in de conditionering van koelvoertuigen. *Voedingsmiddelentechnologie* 14(22):38-41.
- Nieuwenhuizen, G.H. van (1984)  
Bedrijfseigenschappen van transportkoelinstallaties. *Koeltechniek* 77(3):68-72.
- Nieuwenhuizen, G.H. van (1984)  
Zeetransport van groente en sierteeltoproducten naar de V.S. *Bedrijfsontwikkeling* 15(2):150-151.
- Nieuwenhuizen, G.H. van, H. Harkema en W.H. Molenaar (1982)  
Hypobarisch resp. gekoeld zeetransport van snijbloemen naar de VS versus luchttransport. Sprenger Instituut. Rapport no. 2228.

- Olien, W.C.; M.J. Bukovac (1982)  
Ethephon-induced gummosis of sour cherry (*Prunus cerasus* L.). 1. Effect on xylem function and shoot water status. *Plant Physiol.* 70:547-555.
- Oprel, L. (1982a)  
Prijbsbepalende kenmerken bij rozen (1) *Vakblad voor de Bloemisterij* 37:33.
- Oprel, L. (1982b)  
Prijbsbepalende kenmerken bij rozen (2). *Vakblad voor de Bloemisterij* 37:42-43
- Oprel, L. (1982c)  
Prijbsbepalende kenmerken bij rozen [slot]. *Vakblad voor de Bloemisterij* 37:43.
- Parups, E.V.; P.W. Voisey (1976)  
Lignin content and resistance to bending of the pedicel in greenhouse rose crops. *J. Hort. Sci.* 51:253-259.
- Paulin, A. (1981a)  
Evolution comparée des glucides dans les divers organes de la rose coupée alimentée temporairement avec une solution de glucose ou de saccharose. *Physiol. Vég.* 19:59-76.
- Paulin, A. (1981b)  
La sénescence des fleurs coupées. p.53-79. In: *Colloq. Scientif. Horticulture* no.1 Montreal, Canada.
- Paull, R.E.; T.T.C. Goo (1975)  
Ethylene and water stress in the senescence of cut *Anthurium* flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:84-88.
- Proft, M.P. de (1983)  
Een nieuwe uiterst gevoelige ethyleen doseringsmethode voor studies in de plantenfysiologie. Proefschrift, Universiteit Antwerpen, Wilrijk 1983.
- Rasmussen, H.P.; W.J. Carpenter (1974)  
Changes in the vascular morphology of cut rose stems: a scanning electron microscope study. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:454-459.
- Reid, M.S.; D.S. Farnham; E.P. McEnroe (1980b)  
Effect of silver thiosulfate and preservative solutions on the vase life of miniature carnations. *HortScience* 15(6); 807-808.
- Reid, M.S.; D.W. Fujino; N.E. Hoffman; C.S. Whitehead (1984)  
1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid: the transmitted stimulus in pollinated flowers? *J. Plant Growth Regul.* 3:189-196.
- Reid, M.S.; Y. Mor; A.M. Kofranek (1981)  
Epinasty of poinsettias – the role of auxin and ethylene. *Plant Physiol.* 67:950-952.

Reid, M.S.; J.L. Paula; M.B. Farhoomand; A.M. Kofranek, G.L. Staby (1980a)  
Pulse treatments with the silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnations. *J. Amer. Hort. Sci.* 105(1):25-27.

Reynolds, J.; J. Tampion (1983)  
Double flowers; a scientific study, Cambridge Press, Cambridge.

Rhodes, J.M.; L.S.C. Woollorton (1978)  
The biosynthesis of phenolic compounds in wounded plant storage tissues. p. 243-286 In: G.Kahl (ed.). *Biochemistry of wounded plant tissues*. De Gruyter & Co, Berlin.

Ronen, M; S. Mayak (1981)  
Interrelationship between abscisic acid and ethylene in the control of senescence processes in carnation flowers. *J. Exp. Bot.* 32.

Rudolphij, J.W.; H.A.M. Boerrigter (1980)  
Scrubbers voor ethyleen. *Koeltechniek* 73(8):173-178.

Rij, R.E.; J.F. Thompson; D.S. Farnham (1980)  
Handling, pre-cooling and temperature management of cut flower crops for truck transportation. *Florists review*: 58-61,102-104,110.

Sacalis, J.N.; C.K. Chin (1976)  
Metabolism of sucrose in cut roses. I. Comparison of sucrose pulse and continuous sucrose uptake *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:254-257.

Sacalis, J.N.; D. Durkin (1972)  
Movement of in cut roses and carnations after uptake of <sup>14</sup>C sucrose. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:481-484.

Schoorl, D.; J.E. Holt (1985)  
A methodology for the management of quality in horticultural distribution. *Agricultural Systems* 16:199-216.

Sisler, E.C. (1979)  
Measurement of ethylene binding in plant tissue. *Plant Physiol.* 64:538-542.

Sisler, E.C. (1980)  
Partial purification of an ethylene binding component from plant tissue. *Plant Physiol.* 66:404-406.

Sisler, E.C. (1982)  
Ethylene-binding properties of a Triton X-100 extract of mung bean sprouts. *J. Plant Growth Regul.* 1:211-218.

Sisler, E.C.; R. Goren (1981)  
Ethylene binding – The basis for hormone action in plants? *What's new in plant physiology* 12:37-40.

Slootman, J.E.A.; O.L. Staden (1982)

Onderzoek naar de blauwverkleuring bij Nerine na opslag in koelcel. Sprenger Instituut Rapport nr. 2208.

Smith, W.H.; D.F. Meigh; J.C. Parker (1964)

Effect of damage and fungal infection on the production of ethylene by carnation. Nature: 204-92-93.

Smith, W.H.; J.C. Parker (1966)

Prevention of ethylene injury to carnations by low concentrations of carbon dioxide. Nature 211:100-101.

Sprong, J. van der (1985a)

Kwekers allemaal positief. VBA-bode 21 juni: 8.

Sprong, J. van der (1985b)

Nog veel werk te doen op het terrein van houdbaarheid. Vakblad voor de Bloemisterij 40:83.

Staden, O.L. (1976a)

Bestrijding van vroegtijdige bladvergelting bij de lelie op de vaas. Sprenger Instituut. Rapport no. 1945.

Staden, O.L. (1976b)

Bestrijding van vroegtijdige bladvergelting bij Alstroemeria op de vaas. Sprenger Instituut. Rapport no. 1956.

Staden, O.L.; J.G. Beekhuizen (1985)

Onderzoek naar een alternatief preparaat voor zilverthiosulfaat IV. Sprenger Instituut. Rapport no. 2311.

Staden, O.L.; A.J. van den Berg (1977a)

Oorzaak van bloeistagnatie bij de iris 'Professor Blaauw'. Sprenger Instituut. Rapport no. 1975.

Staden, O.L.; A.J. van den Berg (1977b)

Bestrijding bloeistagnatie bij de iris. Sprenger Instituut Rapport no. 1976.

Staden, O.L.; J.E.A. Slootman (1977a)

Voorraadvoeding van dahlia. Sprenger Instituut. Rapport no. 1997.

Staden, O.L.; J.E.A. Slootman (1977b)

Oorzaak en bestrijding van het te snelle verlepven van Euphorbia-takken op de vaas. Sprenger Instituut. Rapport no. 1974.

Staden, O.L.; J.E.A. Slootman; H. Harkema (1978)

Voorraadvoeding van de dahlia cv. Glorie van Heemstede. Sprenger Instituut. Rapport no. 2036.

Sterling, E.P.; E.J. Woltering (1982)  
Ethyleenproductie van enkele sierteeltproducten. Sprenger Instituut. Interimrapport no. 7.

Swart, A. (1981)  
Voorbehandeling bij 'Enchantment' noodzakelijk. Vakblad voor de Bloemisterij 41:40-41.

Swart, A. (1983)  
Narcis en tulp kunnen in een vaas. Bloem en Blad 22:23.

Swart, A. (1985)  
Slecht openkomen van iris. Te diep koelen benadeelt de kwaliteit. Vakblad voor de Bloemisterij 46:50-51.

Sytsema, W. (1967)  
Houdbaarheid. Jaarverslag Proefstation voor de Bloemisterij, Aalsmeer.

Sytsema, W. (1968)  
Bewaring en houdbaarheid van snijbloemen. Jaarverslag Proefstation voor de Bloemisterij, Aalsmeer.

Sytsema, W. (1976)  
De houdbaarheid van Euphorbia fulgens. Proefstation voor de Bloemisterij Aalsmeer, Rapport no. 5.

Sytsema, W.; K.G. Elfering-Koster (1984)  
Voorbehandeling van freesia. Proefstation voor de Bloemisterij, Aalsmeer. Rapport no. 1.

Sytsema, W.; K.G. Elfering; A. Swart (1984)  
Voorbehandeling verbetert kwaliteit en houdbaarheid kleurverlies. Vakblad voor de Bloemisterij, 39:28-29.

Tilburg, A. van (1984)  
Consumer choice of cut flowers and pot plants. Diss. Landbouwhogeschool, Wageningen.

Uota, M. (1969)  
Carbon dioxide suppression of ethylene induced sleepiness of carnation blooms. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:598-601.

Vademecum koeltechniek en klimaatregeling (1977)  
Uitgeverij P.C. Noordervliet, Zeist.

VanderMolen, G.E., J.H. Labovitch, L.L. Strand en J.E. DeVay (1983)  
Pathogen-induced vascular gels: ethylene as a host intermediate. Physiol. Plant. 59: 573-580.

VBN (1985)

Duidelijkheid over samenstelling voorbehandelingsmiddelen. Vakblad voor de Bloemisterij 7:54-55.

Veen, H. (1983)

Silverthiosulphate: An experimental tool in plant science. *Scientia Horticulturae*, 20:211-224.

Verbeek, W.; R.G. Bons (1983)

Centrale voorkoelwand biedt voordelen – nieuwe doorstroomkoelmethode. Vakblad voor de bloemisterij 15:38-41.

Verbeek, W.; R.G. Bons (1983)

Snelle koelmethode voor bloemen in transportverpakking. Vakblad voor de bloemisterij 30:28-31.

Verbeek, W.; R.G. Bons (1983)

Voorkoelen op kwekerij heeft toekomst. Vakblad voor de Bloemisterij 43:81.

Verbeek, W.; W.F.B. Poppezijn (1982)

De bepaling van de veilige afmeting van transportverpakkingen bij snijbloemen. Sprenger Instituut. Rapport no. 2223.

Verhoef, H.J.N. (1981)

Aspecten bij het ontwerpen van vacuümkoelinstallaties. *Koeltechniek* 74(5):106-110.

Vlekkert, G.A.J. van de (1982)

Koeltransport op maat, FOCWA, Oegstgeest.

Weber, L. (1978)

Kostprijsberekening snijbloemenvoedsels. Sprenger Instituut. Rapport no. 2043.

Weinstein, L.H. (1957)

Senescence of roses. I. Chemical changes associated with senescence of cut Better Times roses. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 19:33-48.

Wiersma, O.; W.C. Boer (1970)

Vacuümkoelen van snijbloemen te Aalsmeer. Sprenger Instituut. Rapport no. 1728.

Williams, R.F. (1938)

The effect of phosphorus supply on the total protein and soluble nitrogen contents and water content of the leaves and other plant parts. *Austr. J. Exp. Biol.* 16:65-83.

Witte, Y. de (1982)

Dompelplaatjes handig controlemiddel waterkwaliteit. Vakblad voor de Bloemisterij 43:80-81.

Witte, Y. de (1985)

Duidelijkheid over samenstelling voorbehandelingsmiddelen. Vakblad voor de Bloemisterij 7:54-55.

Witte, Y. de, P. C. Koek en P. J. van Leeuwen (1982)  
Ultraviolet licht houdt bloemenwater schoon. Vakblad voor de Bloemisterij 37(43):  
91-93.

Woltering, E.J. (1981)  
De suikeropname tijdens voorraadvoeding van tulpen. Sprenger Instituut. Rapport  
no. 2169.

Woltering, E.J. (1984)  
Het effect van ethyleen en zilverthiosulfaat op de houdbaarheid van zomerbloemen.  
Sprenger Instituut. Rapport no. 2266.

Woltering, E.J. (1985)  
Blüten- und Blattfall durch stressfaktor Aethylen. Gartnerbörse und Gartenwelt  
85:1303-1305.

Woltering, E.J. (1985)  
Aethylens betydning for pryddplanters holdbarhed. Gartner Tidende 38(50):1619-  
1621.

Woltering, E.J.; O.L. Staden (1980)  
Onderzoek naar de houdbaarheid van de tulp d.m.v. voorraadvoeding bij de teler.  
Sprenger Instituut. Rapport no. 2107.

Woltering, E.J.; H. Harkema (1980a)  
Enige oriënterende waarnemingen omtrent de gevoeligheid van snijbloemen voor  
ethyleen (deel I). Sprenger Instituut. Rapport no. 2130.

Woltering, E.J.; H. Harkema (1980b)  
Enige oriënterende waarnemingen omtrent de gevoeligheid van snijbloemen voor  
ethyleen (deel II). Sprenger Instituut. Rapport no. 2149.

Woltering, E.J.; H. Harkema (1981a)  
Enige oriënterende waarnemingen omtrent de gevoeligheid van trekheesters voor  
ethyleen. Sprenger Instituut. Rapport no. 2165.

Woltering, E.J.; H. Harkema (1981b)  
Ethyleenschade bij snijbloemen. Vakblad voor de Bloemisterij 36:36-38.

Woltering, E.J.; H. Harkema (1983)  
Verkleuring van cymbidiumbloemen. Vakblad voor de Bloemisterij 38:52-53.

Woltering, E.J.; H. Harkema (1984)  
Kwaliteitsverlies mini-Cymbidium door ethyleen. Ontwikkeling beschermend middel  
gewenst. Vakblad voor de Bloemisterij 4:119.

Woltering, E.J.; H. Harkema; E.P. Sterling (1984)  
De ethyleengevoeligheid van tuinbouwproducten. Bedrijfsontwikkeling 15:980-982.



Woltering, E.J.; E.P. Sterling (1986)

Design for studies on ethylene sensitivity and ethylene production of ornamental products. *Acta Hort.* In press.

Yang, S.F.; N.E. Hoffman (1984)

Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35:155-189

Zieslin, N.; H.C. Kohl jr; A.M. Kofranek; A.H. Halevy (1978)

Changes in the water status of cut roses and its relationship to bent-neck phenomenon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:176-179.

Zonneveld, H.; W. Klop (1983)

Detectie en colorimetrische analyse van zilver in bloembodems van voorbehandelde anjers. Sprenger Instituut. Interimrapport no. 33.

Zylker-Duysens, M.J.L.E.; M.J.J.P. Duysens (1984)

Consumentengedrag bij aankoop van bloemen. Landbouwhogeschool, Wageningen.

## BIJLAGEN

### Bijlage 1

Minimale aanvoerstadia (dit is ongeveer snijstadium) naar veilingvoorschriften (VBN-1985)

soort en cultivar	stadium
Alstroemeria	per tak enkele goed gekleurde, gesprongen knoppen
Amaryllis	schutblad half open en 1/4 deel van de bloem boven schutblad uitstekend
Anemoon	half open
Anjer (standaard)	half open
Anjer (tros)	3 knoppen kleur tonen, de rijpste half open
Anthurium	bloeikolf halverwege open, stengeldeel onder schutblad hard
Bouvardia	per tak 2 bloemen open
Cymbidium, groot en klein	
– per tros	een gesloten tot half gesloten knop
– per bloem	volledig open
Chrysant (jaarrond)	3 volgroeide bloemen per tak
Euphorbia fulgens	van alle trosjes moeten bloemetjes open zijn
Forsythia	geel van de bloemknoppen zichtbaar
Fresia	eerste knop van de kam volledig op kleur
Gerbera	open (liint)bloemen en 2 kransen open meeldraadbloemen
Gypsophila	1/3 deel van alle bloemen open
Iris	
– Prof. Blauw	3 cm kleur zichtbaar (vanaf de schutbladeren)
– overige	1-1,5 cm kleur
Lelie	eerste kelken flink gescheurd
Narcis	voor 15 januari: 80% van de vliezen gesprongen. De overige knoppen volgroeid
Nerine	rijpste bloem per scherm op het punt staan van open springen
Paphiopedilum	vlag in verticale stand, de petalen moeten gegolfd zijn
Snijtulp	duidelijke bloemkleur
Strelitzia reginae	per schede 2 bloemen geopend, van de 2e bloem moet het blauw zichtbaar zijn
Rosa hybrida*	
Grootbloemig	
– Aalsmeer 'Gold'	'volgroeide knop'
– Aldona	visueel overeenkomend met
– Allegro	Soniaknoppen kort voor stadium 2
– Athena	in figuur 3.5
– Carambole	
– Carlita	
– Carina	
– Carte d'or	
– Cocktail 80	
– Corso	
– Diana	
– Dr. Verhage	
– Eliora	
– Elfe	

soort en cultivar	stadium
- Ilona	
- Jerney	
- Jofitali	
- La Minuette	
- Lara	
- Manola	
- Mariska	
- Marina	
- Miss Blanche	
- Nathali	
- Peer Gynt	
- Pink Sensation	
- Privé	
- Roselandia	
- Sandokan	
- Shocking Blue	
- Sonia	
- Sterling Star	
- Visa	
- White Succes	
- White Weekend	
- Baccara	'enigszins gesprongen knop'
- Bridal Pink	visueel overeenkomend met
- Evening Star	Soniaknoppen iets rijper dan stadium 2
- Madelon	
- Mainzer Fastnach	
- Nordia	
- Pasadema	
- Red Succes	
- Simone	
- Veronica	
- White Master Piece	
Kleinbloemig	
- Evergold	'kelkblaadjes los' visueel overeenkomend met Soniaknoppen jonger dan stadium 1
- Annabel	'volgroeide knop'
- Anna	visueel overeenkomend met Soniaknoppen
- Candia	kort voor stadium 2
- Carolien	
- Carol	
- Carona	
- Carte rose	
- Champagne	
- Coronet	
- Darling	
- Geza	
- Jack Frost	
- Lorena	
- Marimba	
- Murena	

soort en cultivar	stadium
- Motrea	
- New Comer	'volgroeide knop'
- President Souzy	visueel overeenkomend met Soniaknoppen
- Red Carnette	kort voor stadium 2
- Sagitta	in figuur 3.5
- Belinda	'enigszins gesprongen knop'
- Gold. Belinda	visueel overeenkomend met Soniaknoppen
- Goldy	iets rijper dan stadium 2
- Junior Miss	
- Miss Ellen	
- Rubinette	
- Sabrina	
- Ilseta	
- Disco	
- Gabrielle	'gesprongen knop'
- Gerdo	visueel overeenkomend met Soniaknoppen
- Golden Times	tussen stadium 2 en 3
- Jaquar	
- Kirsten	
- Mercedes	
- Romeo	
- Suzanne	

\* door de VBN opgegeven snijstadia. Aanvoerstadia komen minimaal overeen met snijrijpten

## Bijlage 2

**Bewaarperioden en -omstandigheden**

Uit een drietal bronnen wordt in deze bijlage een overzicht gegeven van bewaarperioden en -omstandigheden. Per informatiebron is een tabel samengesteld, met daarbij eventuele restricties.

Wanneer de tabellen vergeleken worden dan blijkt dat de adviezen niet altijd met elkaar overeenkomen.

Mogelijke oorzaken zijn: verschillende proefopzet, wel of geen 'hulpmiddelen' zoals snijbloemenvoedsel, andere variëteiten, andere beoordelingscriteria, seizoensinvloed enz.

Tabel A. Bewaartemperaturen (°C) en bijbehorende maximale bewaarperioden. Naar: Boer en Hilhorst, 1978

bloemsoort	cultivar	bewaring*			
		droog		in water	
		3 dagen	7 dagen	3 dagen	7 dagen
Anjer	William Sim	1- 5	n.m.	1-10	2- 8
Trosanjer	Red Baron	1-10	1- 9	1-10	1-10
Chrysan	White Spider	1-10	n.m.	1-10	1-10
Fresia	Ballerina	n.m.	n.m.	1-10	1- 8
Iris	Ideal	1-10	1- 7	1-10	1- 9
Lelie	Enchantment	1- 7	n.m.	1-10	1- 6
Narcis	Carlton	1-10	1- 6	1-10	1- 6
Roos	Baccara	2- 6	n.m.	2- 7	n.m.
	Red Garnette	1- 9	n.m.	1- 9	1- 7
	Sonia	1-10	n.m.	1-10	1- 9
Tulp	Apeldoorn	1- 7	n.m.	1-10	1- 8
	Lustige Witwe	1- 7	n.m.	1-10	1- 5

\* n.m. = niet mogelijk

Restricties:

- Er is genoeg genomen met 70% van het vaasleven van niet bewaarde bloemen;
- de afzetsimulatie na de bewaring bedroeg slechts 1 dag bij 10 °C;
- de bloemen bloeiden uit op snijbloemenvoedsel.
- De r.v. werd op 90% gehandhaafd.

Tabel B. Bewaartemperaturen (°C) en bijbehorende maximale bewaarperioden. Naar: Carow, 1981

bloemsoort	bewaring*					
	droog			in water		
	dagen	weken	temp. °C	dagen	weken	temp. °C
Alstroemeria		n.m.		2-3		5
Anemoon	kort		2-5		n.m.	
Anjer		3-10	0	4-5		2- 5
Antirrhinum	10		0	1-2		4
Anthurium		n.m.		?		> 13-15
Chrysan		2	0	5-6		0- 6
Dahlia		n.m.		1-2		4
Euphorbia fulgens		n.m.		5		9

	droog		in water	
	dagen weken	°C	dagen weken	°C
Fresia	2	0-1	10	0- 1
	1	3-7	5	3- 4
Gerbera	2	2	4-7	1- 4
Gloriosa	n.m.		3-4	5
Gypsophila	n.m.		7	4
Iris	1	0		2 0
Lelie	n.m.			kort 2
Matthiola	n.m.		2-3	4
Narcis	10	0-1	4	6- 7
	8	3-4	1-2	10
Nerine	n.m.			kort 10
Orchidee				
Cattleya	n.m.		?	10-13
Roos	n.m.		3	2- 5
Tulp Apeldoorn	0,5-1	0-4	6	0- 1
Tulp Lustige Witwe	0,5-1	0-4	9	0- 1

\* n.m. = niet mogelijk

Tabel C. Bewaarklimaat en bijbehorende bewaarperiodes. Naar: Refrigeration in Floriculture. Refr. Air Cond. Heat Recovery 84 (1004) 30-34 (1981)

bloemsoort	bewaring (droog)			
	dagen	weken	temp. (°C)	R.V. (%)
Anemoon	1- 2		7	
Anjer		3	0	95
Anjer in knop		12-14	0	95
Antirrhinum	8-10		5	
Aster		1	5	
Camellia	3- 6		7	80-85
Chrysanth		3- 6	0-1	95
Crocus		1	0-1	80-85
Dahlia	3- 5		4-5	
Fresia		2	0	
Gerbera		2	2-3	
Gladiool	9		3-4	
Hyacinth		2	0-1	80-85
Iris		2	0	
Lelie		2	0-1	80-85
Lupine	3		5	
Narcis		2- 3	3-4	
Orchidee	2- 3		13	80-85
Phlox	1- 2		5	
Pioen (knop)		6	1	80-85
Roos		1	0	95
Sering	4- 6		4-5	80-95
Tulp		4	0	95
Zantedeschia	7-10		4-5	

N.B.

- Geadviseerd wordt orchideeën nooit bij temperaturen lager dan 8 °C te bewaren.
- Voor kortdurende bewaring wordt geadviseerd maximaal 2-4 dagen bij 5-10 °C, op water; de r.v. niet lager dan 80%.
- Deze bron stelt nadrukkelijk dat de in de tabel gegeven waarden niet te absoluut genomen moeten worden; veel is afhankelijk van de omstandigheden in de rest van de afzetketen.

Bijlage 3  
Tabel A. Halfkoeltijden van diverse snijbloemenverpakkingen en stapelingen bij langsstroomkoeling

verpakking + inhoud materiaal en bloemsoort	afmeting l × b × h (cm)	massa netto (kg)	proefomstandigheden		luchtsnelheid (m/s)	halfkoeltijd (min.)
			r.v. %	openingen %		
golfkarton, chry sant	100 × 120 × 240	135	70	—	0,10	240
golfkarton, chry sant	100 × 120 × 240	135	70	—	0,16	480
plastic krat, iris	80 × 38 × 200	125	90	—	0,2	270
golfkarton AA, roos	120 × 45 × 28	19	60	0	0,1	1320
losse bos, roos	—	5	—	—	0,3	15
plastic krat, roos	110 × 40 × 25	6	—	—	0,3	51
plastic krat, roos	50 × 30 × 25	3,2	63	0	0,2	330
plastic krat, roos	50 × 30 × 25	3,2	64	5	0,2	330
plastic krat, roos	50 × 30 × 25	3,2	64	15	0,2	210
golfkarton FK44, chry sant	100 × 120 × 75	9 × 7	98	—	0,3	670 (centrum)
golfkarton FK25, chry sant	100 × 120 × 54	9 × 7	98	—	0,3	1460 (centrum)
golfkarton FC21, chry sant	100 × 120 × 80	9 × 7	80	—	0,1	1410 (centrum)
emmer, chry sant	—	7	80	—	0,1	174
golfkarton AA, Anthurium	120 × 45 × 28	1	90	0	0,2	240
golfkarton AA, Anthurium	120 × 45 × 28	1	90	0	0,2	460
plastic Curver, iris	113 × 45 × 30	25	90	—	0,1	840
plastic Curver, iris	113 × 45 × 30	25	90	—	2,0	108
plastic Curver, chry sant	113 × 45 × 30	15	90	—	0,1	624
plastic Curver, chry sant	113 × 45 × 30	15	90	—	2,0	276

Tabel B. Afkoeltijden van snijbloemenverpakkingen bij doorstroomkoeling

verpakking + inhoud	afmetingen l × b × h (cm)	massa netto (kg)	luchtdebiet (m <sup>3</sup> /h kg.produkt)	afkoeltijd (min.)
golffkarton, chryasant	—	—	2,5	96
golffkarton, roos	—	—	4,6	80
golffkarton, anjer	—	—	5,2	64
golffkarton, tulp	—	—	3,4	80
golffkarton, fresia	—	—	2,4	56
massief karton, trosanjer	102 × 42,5 × 16	6,8	4,4	92
massief karton, roos (kleinbl)	102 × 42,5 × 16	8	4,1	32
Curver, anjer (gehoesd)	113 × 45 × 30	10	1,7	80
Curver, chryasant (gehoesd)	113 × 45 × 30	10	3	30
golffkarton FK44, chryasant (gehoesd)	100 × 120 × 25	7	5	60
golffkarton, anjer (ongehoesd)	122 × 51 × 30	23	5,2	64
golffkarton, anjer (ongehoesd)	122 × 51 × 30	23	8,1	48
golffkarton, roos	122 × 51 × 30	15	16	44
golffkarton, roos	122 × 51 × 30	15	32	28



## Bijlage 4

Ethyleenproductie ( $\mu\text{l}/\text{kg}(\text{vers}).\text{h}$ ) van enkele zomerbloemen liggend bij 20 °C in donker

soort	productie	soort	productie
<i>Achillea filipendulina</i>	0,66	<i>Gypsophila paniculata</i>	0,64
<i>Aconitum napellus</i>	0,31	<i>Helianthus</i>	0,32
<i>Allium sphaerocephalon</i>	0,46	<i>Hypericum</i>	0,66
<i>Amaranthus</i>	0,09	<i>Kniphofia</i>	0,64
<i>Antirrhinum major</i>	1,26	<i>Liatris</i>	0,63
<i>Asclepias tuberosa</i>	0,44	<i>Limonium sinuatum</i>	0,13
<i>Aster novi-belgii</i>	1,10	<i>Lysimachia clethroides</i>	0,55
<i>Astilbe</i>	0,12	<i>Matthiola incana</i>	0,26
<i>Bouvardia</i>	0,29	<i>Nigella damascena</i>	4,60
<i>Campanula pyramidalis</i>	0,42	<i>Ornithogalum thyrsoides</i>	0,18
<i>Centaurea cyanus</i>	1,33	<i>Phlox paniculata</i>	0,44
<i>Chelone</i>	0,19	<i>Physostegia virginiana</i>	0,30
<i>Chrysanthemum parthenicum</i>	0,16	<i>Rudbeckia</i>	0,58
<i>Crocsmia</i> × <i>Crocsmiiflora</i>	0,15	<i>Saponaria</i>	1,76
<i>Delphinium ajacis</i>	0,62	<i>Scabiosa caucasica</i>	1,32
<i>Eremurus</i>	0,28	<i>Solidago</i>	0,28
<i>Erigeron</i>	0,93	<i>Trachelium</i>	3,75
<i>Eryngium</i>	0,22	<i>Triteleia brodiaea</i>	0,05
<i>Gladiolus colvillei</i>	0,15		

Ethyleenproductie ( $\mu\text{l}/\text{kg}(\text{vers}).\text{h}$ ) van enkele 'jaarrond' snijbloemen, staand bij 20 °C, in donker (Sterling en Woltering, 1982)

soort-cultivar	productie
Anjer 'Lena'	0,05
Chrysant 'Clingo'	0,44
Cymbidium	0,005
Euphorbia fulgens	0,92
Fresia (div. cv.)	0,15
Iris 'Ideaal'	0,05
Lelie 'Connecticut King'	0,10
Roos 'Aalsmeer Gold'	0,26
Roos 'Ilona'	0,19
Roos 'Sonia'	0,39
Tulp 'Apeldoorn'	0,29

Bijlage 5

Classificatie van de ethyleengevoeligheid

- = geen schade. Er was geen aantoonbaar verschil in uitbloeit tussen de met ethyleen begaste bloemen en de controlepartij (0 ppm)
- = weinig schade. Er is weinig verschil geconstateerd tussen ethyleenbehandeling en controle. Dit verschil bestaat uit ca. 10% vaaslevenverkorting of bloemen met iets afwijkende vorm, niet belangrijk storend voor de sierwaarde.
- = duidelijke schade. Er is duidelijk verschil tussen ethyleenbehandeling en controlepartij. Dit verschil bestaat uit een vaaslevenverkorting van 20-50% en/of duidelijk opvallende storende afwijkingen aan de bloemen.
- /●●●● = aanzienlijke schade. De met ●●● aangeduide soorten vertonen grote afwijkingen in de uitbloeit en/of vaaslevenverkorting van meer dan 50%. De soorten aangeduid met ●●●● zijn meestal bij uitslag al onaanvaardbaar of ontwikkelen zich in het geheel niet (vaaslevenverkorting van 100%)

Ethyleengevoeligheid en schadeverschijnselen van 'jaarrond' snijbloemen en trekheesters in alfabetische volgorde (Woltering en Harkema; 1980a; 1980b; 1981a)

soort	cultivar	ethyleen- gevoeligheid	schadeverschijnselen
Alstroemeria	Carmen	●●	snelle verwelking en bij 'Orchid' verkleuring van de kroonbladeren
	Maria	●●	
	Orchid	●●●	
	Rosario	○	
Anjer (grootbloemig)	Scania	●●●●	krimp (acute verwelking en inrollen bloemblad)
	White Sim	●●●●	
	William Sim	●●●●	
	Le Reve	●●●●	
	Orange Triumph	●●●●	
Anjer (tros)	Silvery Pink	●●●●	open bloemen krimpen, knoppen ontplooiën zich niet
	Red Baron	●●●●	
	Sunshine	●●●●	
Anthurium andreaeanum	Avo Anneke	●	verwelking
	Avo Claudia	○	
	Avo Tineke		
Asparagus plumosus	—	●	bladruï
Cattleya	—	●●●●	verwelking
Chrysant	Horim	○	verhoogde schimmel- aantasting aan bloemsteeltjes
	Spider	●	
	Westland	○	
Cymbidium (grootbloemig)	diverse	●●●●	lipverkleuring
Cymbidium (mini)	diverse	●●●●	lipverkleuring en snellere verwelking
Dendrobium phalaenopsis	Lady Hamilton	●●●●	bloemverwelking en epinastie van de bloemsteeltjes

soort	cultivar	ethyleen-gevoeligheid	schadeverschijnselen
Euphorbia fulgens	Albatros	●●●●	bladvergelting en bladval; ook iets bloemval en -verdroging
	Oranje	●●●●	
	(creme)?	●●●●	
Forsythia (×) intermedia	Spectabilis	●	snellere bloemontwikkeling
Fresia	Aurora	●●	kortere levensduur van de open bloemen, misvormde bloemen en verdroging van de knoppen
	Ballerina	●●	
	Royal Blue	●●	
Gerbera jamesonii	Agnes	●	verwelking buitenste meeldraadkransen, bij Agnes inrollen bloemblad
	Beatrix	●	
	Veronica	●	
Gloriosa rothschildiana	—	●	verwelking
Iris	Ideaal	●●●	snellere verwelking en gestagneerde bloemontplooiing (knijpers)
	Prof. Blaauw	●●●	
	Symphony	●●	
	Witte van Vliet	●●●	
Lelie	Arai	●●	snellere verwelking, knopverdroging en bloemmisvorming
	Connecticut King	●●●	
	Enchantment	●●●●	
	Lady Killer	●●●●	
Narcis	Carlton	●●●	geforceerde bloemontplooiing, snellere verwelking, kleinere bloemdiameter, bloemsteel buigt niet
	Dutch Master	●●●	
	Golden Harvest	●●●	
Nerine bowdenii	—	●	blauwverkleuring; bloemmisvorming
Nerine sarniensis	Corusca Major	○	
Nerine mancealii	—	○	
Paphiopedilum	—	●●●●	verwelking
Phalaenopsis	—	●●●●	verwelking
Prunus triloba	Multiplex	●●●	knopverdroging

soort	cultivar	ethyleen-gevoeligheid	schadeverschijnselen
Roos	Belinda	●●●	snellere verwelking en geforceerde ontplooiing bij Belinda, Ilona en Sonia; blauwverkleuring bij Motrea
	Diana	○	
	Ilona	●●	
	Motrea	●	
	Sonia	●●●	
Syringa vulgaris	Mad. Florent		snellere verwelking van de bloemen, gestagneerde ontplooiing knoppen
	Stepman	●	
	Lavalliensis	●●	
Tulp	Apeldoorn	●●●	gestagneerde bloemontplooiing bij Apeldoorn; blauwverkleuring bij Lustige Witwe en Gander
	Gander	●	
	Lustige Witwe	●	
Viburnum opulus	Sterile	○	

Ethyleengevoeligheid en schadeverschijnselen van zomerbloemen in alfabetische volgorde (Woltering, 1984).

soort	ethyleen-gevoeligheid	schadeverschijnselen
Aconitum napellus	●●●●	bloem- en knopval
Agapanthus africanus	●●●●	bloem- en knopval
Allium azureum	●●	verwelking
Antirrhinum major	●●●	bloem- en knopval, knopverdroging, verwelking
Asclepias tuberosa	●●●	bloem- en knopval, knopverdroging, verwelking
Bouvardia	●●●●	bloem- en knopval
Campanula pyramidalis	●●●●	knopverdroging
Centaurea cyanus	●	knopverdroging, verwelking
Chelone	●●●	bloem- en knopval
Clarkia elegans	●●	bloem- en knopval
Crococsmia × crocosmiiflora	●●	bloem- en knopval
Dahlia	●	verwelking
Delphinium ajaces	●●●●	bloem- en knopval
Dianthus barbatus	●●●●	krimp
Eremurus	●	knopverdroging
Gladiolus colvillei	●●	knopverdroging
Gomphrena globosa	●	verwelking
Gypsophila paniculata	●●●●	krimp
Kniphofia	●●●●	bloem- en knopval, verwelking
Matthiola incana	●●●●	verwelking
Phlox paniculata	●●●●	bloem- en knopval, knopverdroging
Physostegia virginiana	●●●●	bloem- en knopval, knopverdroging
Saponaria	●●●●	krimp
Scabiosa caucasica	●●●●	verwelking
Silene armeria	●	verwelking
Trachelium	●●●●	verwelking
Triteleia brodiaea	●	bloem- en knopval

## Bijlage 6

Zomersnijbloemen die niet gevoelig zijn voor 1 dag 3 ppm ethyleen bij 20 °C (Woltering 1984)

soort	Nederlandse naam
<i>Achillea filipendulina</i>	duizendblad
<i>Alchemilla mollis</i>	vrouwenmantel
<i>Allium sphaerocephalon</i>	sierui
<i>Amaranthus</i>	kattestaart
<i>Anethum graveolens</i>	dille
<i>Aster novi-belgii</i>	herfstaster
<i>Astilbe</i>	—
<i>Callistephus chinensis</i>	zaaiaster
<i>Celosia argentea 'Cristata'</i>	hanekam
<i>Chrysanthemum maximum</i>	—
<i>Chrysanthemum parthenicum</i>	matricaria
<i>Chrysanthemum segetum</i>	gele ganzebloem
<i>Erigeron</i>	fijnstraal
<i>Eryngium</i>	kruisdistel
<i>Godetia</i>	zomerazalea
<i>Heliantus</i>	zonnebloem
<i>Helipterum manglesii</i>	Rhodante
<i>Helipterum roseum</i>	—
<i>Hypericum</i>	hertshooi
<i>Liatris</i>	—
<i>Limonium sinuatum</i>	Statice
<i>Limonium suworowii</i>	staart-Statice
<i>Lysimachia clethroides</i>	wederik
<i>Nigella damascena</i>	juffertje in 't groen
<i>Ornithogalum thyrsoides</i>	zuidenwindlelie
<i>Rudbeckia</i>	zonnehoed
<i>Solidago</i>	guldenroede
<i>Zantedeschia elliottiana</i>	Gele Galla
<i>Zinnia elegans</i>	—