

S P R E N G E R I N S T I T U U T

Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen

Tel.: 08370-19013

SAMENVATTING VAN HET LESONDERDEEL
GROENTEN EN FRUIT IN DE KEURMEESTERS-
CURSUS VAN DE KEURINGSDIENST VAN
WAREN 1985-1986

Drs. S.P. Schouten

Wageningen, september 1985

GROENTEN EN FRUIT

Inleiding

Toen mij gevraagd werd U iets te vertellen over groenten en fruit, leek het mij het beste dit te doen vanuit mijn eigen positie.

Ik ben verbonden aan het Sprenger Instituut, dat als taak heeft het verrichten van onderzoek en het geven van voorlichting over het gedrag van tuinbouwprodukten na de oogst.

Binnen het Sprenger Instituut ben ik belast met de leiding van de afdeling groente en fruit. De centrale vraag in ons werk is:

wat kan er worden gedaan om de verschillende soorten verse groente en fruit na de oogst zo lang mogelijk in een optimale conditie te houden.

Vanuit deze optiek wil ik de volgende onderwerpen met U behandelen.

1. Indeling van groente en fruit.
2. groente en fruit na de oogst.
3. Kwaliteitsachteruitgang.
4. Beperking kwaliteitsachteruitgang.
5. Gemengde opslag.
6. Voorbewerken en kleinverpakken.

Ik zal me voornamelijk bezighouden met de Nederlandse situatie en de Nederlandse produkten.

Drs. S.P. Schouten

INHOUD

	blz.
1. Indeling van groente en fruit	4
1.1. Algemeen	4
1.2. Planteonderdelen	4
1.3. Groenten	4
1.4. Fruit	5
2. Groente en fruit na de oogst	6
2.1. Stofwisseling	6
2.2. Ademhaling	6
2.3. Groei	10
2.4. Verdamping	10
2.5. Ethyleen	13
2.6. Rijping	17
2.7. Temperatuurgrenzen	20
3. Kwaliteitsachteruitgang	25
3.1. Fysische achteruitgang	25
3.2. Fysiologische achteruitgang	25
3.3. Parasitaire achteruitgang	30
4. Beperking kwaliteitsachteruitgang	31
4.1. Algemeen	31
4.2. Factoren tijdens de oogst	32
4.3. Factoren na de oogst	34
4.3.1. Lage temperatuur	34
4.3.2. Moment van koelen	35
4.3.3. Voorkoeling	37
4.3.4. Luchtsamenstelling	38
4.3.5. CA/MA bewaring	39
4.3.6. Relatieve vochtigheid	46
4.3.7. Scrubben ethyleen	48
5. Gemengde opslag	51
6. Voorbewerken en kleinverpakken	55
6.1. Voorbewerken	55
6.2. Kwaliteitsbehoud voorbewerkt produkt	55
6.3. Kleinverpakken	57

1. INDELING GROENTE EN FRUIT

1.1. Algemeen

In de lijst van produkten, die in de "keurmeesterkursus" worden behandeld nemen verse groente en fruit een zeer bijzondere plaats in.

In tegenstelling tot bijna alle andere produkten, ook die van plantaardige oorsprong als vruchtensappen, brood, jam, bier, koffie en cacao zijn verse groente en fruit levende produkten.

Dit betekent, dat waar ze ook worden neergelegd, hoe ze ook worden verpakt, op welke manier ook versneden, ze blijven ademen.

Alle levensprocessen blijven doorgaan i.t.t. groenten en fruit in verwerkte toestand in blikken en potten.

Dit betekent uiteraard niet, dat er geen levende activiteit op niet levende produkten aanwezig kan zijn. In dat geval hebben we echter te maken met b.v. bacteriële verontreiniging.

Het doorgaan van de levensprocessen heeft consequenties, waarin dit bestek nog uitvoerig op wordt teruggekomen.

1.2. Planteonderdelen

Aan planten zijn een groot aantal onderdelen te onderscheiden nl. wortelen, bollen, knollen, stengels, bladeren, okselknoppen, bloemen en vruchten.

1.3. Groenten

Groenten kunnen uitermate verschillend van uiterlijk zijn, daar ze van alle planteonderdelen afgeleid zijn. De groenten hebben gemeen dat het eetbare delen van kruidachtige gewassen zijn.

Een landbouwkundige indeling van de groenten is als volgt:

A. **Vruchtgroenten:** deze kunnen zijn

- onvolgroeid : b.v. sperziebonen (groente) paprika, aubergine en komkommer.
- volgroeid : b.v. tomaat en (rode en gele) paprika.

B. **Bloemen:** deze worden altijd in onvolgroeide toestand verhandeld.

b.v. bloemkool, broccoli en artisjok.

C. **Bladgroenten:** onder te verdelen in:

- onvolgroeid: b.v. witlof
- volgroeid : b.v. spinazie, andijvie en sla.

D. Stengels: ze kunnen zijn:

- onvolgroeid: b.v. asperge
- volgroeid : b.v. rabarber, koolrabi.

E. Wortelen: deze worden vrijwel altijd in volgroeide toestand verhandeld b.v. waspeen, winterpeen, rettich en schorseneer.

Bospeen is een wat bijzonder geval: verhandeling met compleet blad.

Bospeen zou men min of meer onvolgroeid kunnen noemen.

F. Knollen: evenals wortelen worden deze vrijwel altijd in volgroeide toestand verhandeld. b.v. radijs, knolselderij, koolraap, en kroot.

Boskroot en bosradijs nemen eenzelfde plaats in als bospeen.

G. Bollen: kunnen zijn:

- onvolgroeid: bosui
- volgroeid : ui en knoflook

N.B. De bosui zou men ook tot de bladgewassen kunnen rekenen. Het gaat de consument daar niet om de nog zeer onderontwikkelde bol, maar om het ontwikkelde lange loof.

1.4. Fruit

Fruit is minder veelvormig, daar het altijd vruchten zijn in vrijwel alle gevallen afkomstig van houtige gewassen.

Een indeling van fruit is daarom eenvoudiger.

A. Hard fruit: b.v. appel en peer.

B. Zacht fruit: b.v. druif, aardbei, framboos, bes, braam en pruim.

C. Subtropisch en tropische vruchten (exoten)

b.v. sinaasappel, banaan, ananas, grapefruit, mango, avocado, litchi.

2. GROENTEN EN FRUIT NA DE OOGST

2.1. Stofwisseling

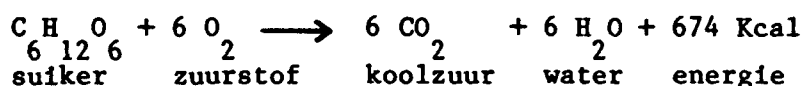
Groei en ontwikkeling zijn typische kenmerken voor levende organismen. De geoogste groenten en fruit zijn en blijven levende produkten; groei en ontwikkeling gaan dus door. Echter na de oogst is het produkt van elke verdere toevoer van water en voedingsstoffen afgesneden.

Stofwisseling heeft plaats in de cellen, waaruit alle organen zijn opgebouwd. In de circa 50 miljoen cellen van een appelvrucht hebben allerlei biochemische processen plaats. De cellen hebben een buitengewoon gecompliceerde structuur, die omdat deze instabiel is, voortdurend instand gehouden moet worden. Dit kost energie en deze wordt verkregen door afbraak van koolhydraten. De processen die deze energie leveren noemt men als geheel dissimilatie of katabolisme. Normaliter neemt de ademhaling de voornaamste plaats in onder de katabolische processen.

2.2. Ademhaling

Met ademhaling wordt bedoeld het verloop van die biochemische processen, die in de cellen plaatsvinden en die m.b.v. oxydatieve afbraak van koolhydraten resulteren in de vorming van de eindprodukten koolzuur (CO_2) en water (H_2O). De ademhaling fungeert als de leverancier van de vereiste energie nodig voor het in stand houden van het orgaan.

In formule:



Bij het geoogste produkt moet dit proces gewoon doorgang vinden.

De opbouw van koolhydraten, die in de intacte plant plaatsvond m.b.v. licht, staat geheel stil.

Dus: de ademhaling gaat in het geoogste produkt gepaard met verlies aan reservestoffen. Een aantal punten bij het ademhalingsproces in geoogste produkten verdienen de aandacht.

A. Warmteproduktie

In bovenstaande formule is aangegeven hoeveel energie vrijkomt. Een gedeelte van deze energie komt vrij als warmte buiten het produkt.

Hoe sneller de ademhaling verloopt, hoe hoger de warmteproduktie dus hoe hoger de temperatuur des te hoger de warmteproduktie. Verder is de warmteproduktie afhankelijk van het gewas. In tabel 1 is weergegeven hoe groot de verschillen zijn van de produkten bij dezelfde temperatuur en hoe sterk de warmteproduktietoename bij oplopende temperatuur is.

Tabel 1. Warmteproduktie in afhankelijkheid van de temperatuur

produkt	warmteproduktie kcal/ton/24 uur				
	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C
aardappel	380	325	400	575	700
appel	165	355	530	885	1200
tomaat	320	425	750	1450	1875
witte kool	340	475	700	1125	2250
komkommer	405	600	1150	2225	3375
asperge	1275	1650	3150	5000	6750
spruitkool	1200	2400	4075	5630	10400

Kennis van hoeveel produkten produceren en hoe de toename met stijgende temperatuur verloopt is noodzakelijk bij het berekenen van de koelcapaciteit van een gekoelde ruimte.

Deze geproduceerde warmte wordt in veel situaties gemakkelijk afgevoerd en dat is noodzakelijk, daar anders de temperatuur oploopt. Dit is niet denkbeeldig in bv. bulkopslag van spinazie of sperziebonen in grote containers voor verwerking. In deze situatie moeten maatregelen genomen worden om broei te voorkomen.

Een produkt dat snel tot broei kan overgaan vinden we in gedorste doperwten. Deze zaden worden mechanisch geoogst en in grote containers naar de fabriek vervoerd. Als de container niet direct kan worden verwerkt, kan er zonder maatregelen gemakkelijk broei optreden. Deze broei gaat gepaard met zeer snelle kwaliteitsachteruitgang van het produkt. Deze achteruitgang wordt o.a. zichtbaar in de afname van het droge stofgehalte en vitamine C. Het kiemgetal loopt in dezelfde periode snel op (tabel 2).

Tabel 2. Invloed van de opslagmethode bij gedorste doperwten op droge stofgehalte, vitamine C en kiemgetal

behandeling	tijd (uren)	droge stof (%)	vitamine C (AA) (mg/100 g)	kiemgetal (x 10 ⁷)
geen	0	24,9	26,9	0,9
	24	20,7	4,5	160
ventileren	0	24,8	27,0	0,9
	24	21,4	14,8	90
koelen	0	24,5	26,1	0,9
	24	25,0	23,6	0,8
	48	22,9	19,0	3,4

Ventileren van dergelijke containers is dus noodzaak wanneer de container korte tijd opgeslagen moet worden. Als gekoelde lucht door de bulk wordt gevoerd, blijkt de kwaliteitsachteruitgang tot een minimum te worden beperkt. Naarmate de temperatuur dus lager wordt gehouden neemt de ademhalingsintensiteit af (en daarmee de kwaliteitsachteruitgang). Temperatuursverhoging van 10 °C leidt vaak tot een ademhalingsintensiteitstoename met een factor 2. Het omgekeerde gebeurt eveneens: temperatuurverlaging van 20 °C naar 0 °C geeft vaak een daling in de ademhalingsintensiteit met een factor 4. Dit is een van de fysiologische grondslagen van de bewaring.

De ademhalingsintensiteit bij een gegeven omgevingstemperatuur verschilt van produkt tot produkt. B.v. spruitkool vertoont een veel hogere ademhalingsintensiteit dan b.v. appel. De toestand waarin een produkt zich bevindt kan tevens voor verhoging zorgen. Aansnijden of beschadiging van produkt stimuleert de ademhalingsintensiteit.

Dit gegeven wordt tijdens en na de oogst vaak met voeten getreden. Grote boosdoener is de zeer ver doorgevoerde mechanisatiegraad. Bij oogst, sorteren en verpakken worden allerlei machines ingezet. Dit wordt gedaan om zo snel mogelijk te kunnen werken. Het onvermijdelijke gevolg is, dat vaak ruwer dan wenselijk is met produkten wordt omgegaan. In het algemeen heeft dit nadelige gevolgen voor de houdbaarheid zoals blijkt uit onderstaand voorbeeld met tomaten (tabel 3).

Tabel 3. Invloed van de valhoogte op de houdbaarheid van tomaten

valhoogte (cm)	houdbaarheid* (dagen)
0	12
30	10
60	8
90	7
120	5
150	5
180	3

* Houdbaarheid is hier aangegeven als het uitstalleven. Dat is de periode in dagen, dat de vrucht rood is en stevig blijft bij 20°C

Met toenemende valhoogte (dus ruwer met de vruchten omgaan) neemt de houdbaarheid snel af.

B. Reservestoffen

Na de oogst zal het produkt moeten teren op de voorraad reservestoffen, die aanwezig is op het moment van de oogst. Vergelijking van b.v. een appel met een krop sla rechtvaardigt de veronderstelling, dat de appel veel meer reservestoffen (o.a. 15% suiker) bevat en langer goed zal blijven onder vergelijkbare omstandigheden. Ook dit punt is een van de zaken, die van groot belang zijn m.b.t. de bewaarmogelijkheden.

C. Zuurstof en koolzuur

We hebben gezien dat bij ademhaling zuurstof wordt opgenomen en koolzuur wordt geproduceerd. In lucht is aanwezig 21% zuurstof en 0,03% koolzuur. In een gesloten ruimte met produkt zakt de zuurstofspanning en loopt het koolzuurgehalte op. Als dit gebeurt spreekt men van MA-bewaring (modified atmosphere). Deze verandering van luchtsamenstelling louter en alleen a.g.v. eigen ademhaling is van praktische betekenis bv. bij verpakkingen. De verpakkingsmaterialen maken een toename van CO_2 en afname van O_2 mogelijk vooral als het produkt flink actief is bv. suikermaïs. De kwaliteit van de suikermaïs blijft aanzienlijk beter in verpakte dan niet verpakte toestand (tabel 4).

Tabel 4. Invloed van verpakken op de kwaliteit van suikermaïs

kenmerk	verpakt ²⁾	niet verpakt ²⁾
refractie (%)	7,8	11,3
blad: kleur ¹⁾	5,4	7,0
: kleur ¹⁾	5,5	6,4
: gedeuktheid ¹⁾	4,0	5,7
gewichtsverlies (%)	10,3	1,9

1) schaal: 1-10

2) opslag 7 dagen 15°C

In bovenstaand voorbeeld werkt de remming van vochtverlies door de verpakking sterk mee aan de beperking van kwaliteitsverlies.

Er zijn grenzen aan de mate waarin de zuurstofspanning verlaagd en de koolzuurspanning verhoogd mag worden. Tussen 0,5 en 2% zuurstof ontstaan er kansen dat de ademhaling niet meer normaal verloopt.

De koolhydraten worden onvolledig geoxideerd (gisting) en stoffen als alcohol en aceetaldehyde worden gevormd in hoeveelheden, die voor de plantecellen giftig zijn. Ook hoge koolzuurgehalten kunnen giftig zijn b.v. 10% koolzuur geeft afhankelijk van de tijd bij veel produkten beschadigingen. De verhoging van koolzuurgehalte en verlaging van zuurstofniveau zijn beide fysiologische grondslagen voor bewaring.

2.3. Groei

Dit is een levensproces, dat bij een aantal produkten nog een rol speelt. Andijvie, Chinese kool en prei die bij de oogst op het punt stond door te schieten, kan in de kist nog een stengel vormen.

Bij champignons kan na de oogst de steellengte aanzienlijk toenemen. Bij tweejarige gewassen als waspeen, winterwortel, koolraap, knolselderij treedt er vooral groei op in het voorjaar. Er worden nieuwe worteltjes gevormd en er worden blaadjes gevormd. Uien vertonen spruitgroei. Dit opnieuw groeien wordt vooral beïnvloed door de temperatuur. Wordt deze laag genoeg gehouden, dan blijft (her)groei achterwege of zeer beperkt. Sommige produkten worden met groeiremmende middelen behandeld (uien met maleinehydrazide). Deze remmen de groeipunten af, waardoor uitlopen achterwege blijft. N.B. Bij genoemde groei-processen is uiteraard nooit sprake van gewichtstoename.

2.4. Verdamping

Bij geoogste produkten is geen wateraanvoer meer aanwezig. Door verdamping zal

het produkt dus gewicht verliezen. Overigens: verlies aan gewicht wordt i.h.a. bepaald door vocht en koolstofverlies.

Een hoge verdamping kan resulteren in een opmerkelijke achteruitgang in kwaliteit: verlepte sla, andijvie en andere bladgroenten, slappe rimpelige appels. De verdamping is strikt genomen geen levensproces. Het is hoofdzakelijk een fysisch gebeuren. Bij bladgroenten wordt de intensiteit van de verdamping in hoge mate geregeld door de huidmondjes. Het openen en sluiten van deze bladopeningen in een fysiologisch proces. Een factor, die bij alle tuinbouwprodukten de snelheid van verdamping bepaalt, is het verschil in waterdampdruk in het produkt en in de lucht rondom het produkt, kortweg het dampdrukverschil of dampspanningsdeficiet genoemd.

Vaker spreekt men van de relatieve vochtigheid (r.v.) en wordt als maatstaf gehanteerd voor vochtafgifte. Dat hier niet goed mee is te werken blijkt uit de verschillende dampspanningen bij verschillende temperaturen.

- Appelen (0°C 100% r.v.) dampspanning 4,58 mm Hg.
omgeving (0°C 90% r.v.) dampspanning 4,12 mm Hg.
dampdrukverschil bij 0°C 0,46 mm Hg.
- Appelen (20°C 100% r.v.) dampspanning 17,54 mm Hg.
omgeving (20°C 90% r.v.) dampspanning 15,78 mm Hg.
dampdrukverschil bij 20°C 1,76 mm Hg.

Dus het dampdrukverschil wordt bij hogere temperaturen aanzienlijk groter dan bij lagere, ondanks gelijke r.v. verschillen. Bij de hogere temperatuur zal meer verdamping plaatsvinden. Lage temperaturen hebben dus het voordeel dat bij gelijk blijvende r.v. de verdamping geringer is dan een hogere temperatuur met dezelfde r.v.

Dus lage temperaturen:

- geringere ademhalingsintensiteit;
- minder vochtverlies.

De verdamping wordt afgezien van het dampspanningsdeficiet door nog een aantal andere factoren bepaald:

- Circulatie van lucht om het produkt. Als bij een bepaalde r.v. continu lucht langs produkt stroomt, ontstaat geen zeer locale zone met verhoogde r.v. Continue circulatie zal dus verdamping bevorderen.
- Ventilatie van lucht naar de bewaarruimte. In een opslagplaats is in de regel de r.v. zeer hoog i.t.t. de buitenlucht. Ventilatie zoals dat gebrui-

kelijk is in met lucht gekoelde bewaarplaatsen, waarin zeer veel aardappelen en uien worden bewaard, leidt tot verlaging van de r.v. en dus tot meer verdamping.

In essentie hebben ventilatie en circulatie dus alles te maken met dampspanningsdeficiet.

- De verpakking. Een verpakking die het produkt bijna geheel insluit en zelf vochtwerend is, zal de verdamping beperken (tabel 4). Binnen de verpakking is de ventilatie en/of circulatie tot een minimum beperkt.
- Produkteigenschappen. Bv. de aardappel heeft een natuurlijke barrière tegen verdamping. De schil bestaat uit verkurkte lagen van dode cellen in lagen van 5 tot 15 cellen dik; ook uien zullen weinig water verliezen. In deze bollen verdrogen de buitenste bladerlen volledig tijdens afrijpen. Dit levert dus een droge en waterverdampend oppervlak en beschermt de vlezige meer naar binnen gelegen rokken tegen waterverlies.

De invloed van de aardappelschil wordt geïllustreerd met een vergelijking tussen geschilde en niet geschilde knollen. De geschilde aardappelen verliezen 500 x meer vocht dan niet geschilde onder vergelijkbare omstandigheden.

Als produkteigenschap kan de specifieke vochtafgifte worden gehanteerd.

Hieronder wordt verstaan het vochtverlies uit het produkt per massa, tijd en waterdampdrukdeficit volgens:

$$m_{\text{spec}} = \frac{dm}{m_{\text{pr}} \cdot dp \cdot dt}$$

Op basis van deze formule kunnen een groot aantal produkten naar de eigenschap worden ingedeeld (tabel 5).

Tabel 5. Specifieke vochtafgifte van groenten en fruit

mspec(kg/(kg.Pa.s))	produkten
< 1	aardappel, appel, grapefruit, knolselderij, mango, meloen, peer, rode kool, tomaat, winterwortel
1-5	ananas, banaan, braam, rode bes, avocado, bloemkool, Chinese kool, citroen, druif, groene kool, komkommer, koolraap, koolrabi, mandarijn, paprika, pruim, kroot, savooie kool, sinaasappel, spruiten, witlof, witte kool
5-10	aardbei, andijvie, framboos, perzik, prei, rabarber, snijboon, spitskool, waspeen
> 10	peterselie, postelein, raapsteel, radijs, selderij, sla, champignon, spinazie, tuinkers

In de categorie < 1 kg/(kg.Pa.s) vallen voornamelijk ronde produkten dus produkten met een gunstige oppervlakte/inhoud verhouding. In de categorie met hoog tot zeer hoge specifieke vochtafgifte vinden we produkten met een zeer ongunstige oppervlakte/inhoud verhouding. Een buitenbeentje vormen de champignons met een gunstige verhouding maar dit produkt ontbeert een opperhuid.

2.5. Ethyleen

Alle tuinbouwprodukten produceren ethyleen van uiterst geringe tot relatief grote hoeveelheden (tabel 6).

Tabel 6. Classification of Horticultural commodities according to their ethylene production

class	$\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{Kg-hr}$ range at 20°C	commodities
very low	0.01-0.1	Cherry, citrus, grape, strawberry, pomegranate, leafy vegetables, root vegetables, potatoes, cut flowers
low	0.1- 1.0	Blueberry, cucumber, okra, peppers, persimmon, pineapple, raspberry
Moderate	1.0-10.0	Banana, fig, honeydew melons, mango, tomato
high	10.0-100.0	Apple, apricot, avocado, cantaloupe, feijoa, kiwifruit, nectarine, papaya, peach, pear, plum
very high	> 100.0	Cherimoya, passion fruit, sapote, mamme apple

Ethyleen wordt in grote lijnen als volgt gemaakt:

Methionine wordt omgezet in S-adenosylmethionine dat op zijn beurt weer wordt omgezet in ACC. (1-Aminocyclopropaan-1-Carboxyl zuur)

Onder toevoeging van zuurstof ontstaat ethyleen. Dit laatste is een erg be-

langrijk punt i.v.m. opslagprocessen, die plaats hebben bij lage zuurstofconcentraties. In die lage zuurstofspanning wordt de ethyleensynthese geremd.

Ethyleen wordt beschouwd als een plantenhormoon. het is werkzaam in zeer geringe concentraties. Het bevordert rijping en veroudering.

Dit betekent dat het effecten kan veroorzaken die geheel tegengesteld zijn aan onze wensen om de kwaliteit te behouden. Dit zijn:

- Versnelde veroudering en vergeling b.v. bij bladgroenten (spinazie, sla) en komkommer.
- Versnelde rijping b.v. bij aubergines, waarbij de kelk loslaat.
- Stimulering van spruitvorming bij aardappelen.
- Russet spotting, dat een gespikkelde bruinverkleuring is bij ijsbergsla.
- Versnelde rijping bij veel fruitsoorten.
- Ontwikkeling van de stof isocoumarine, dat bitter worden van wortelen tot gevolg heeft.
- Bladabscissie, dat tot gevolg heeft het uiteen vallen van b.v. sluitkool.
- Taai worden, dat bij asperges voorkomt.

Van de fysiologische werking, die ethyleen vertoont kan ook gebruik worden gemaakt b.v. de stimulerende werking op spruitvorming kan voor pootaardappelen zeer gewenst zijn. Men kan ook gebruik maken van de versnelde rijping, die door ethyleen wordt veroorzaakt.

Commerciële toepassing van ethyleen bij het rijpen van tomaten heeft in de USA op grote schaal plaats.

In de USA worden zeer veel tomaten geoogst in een groen stadium. Zij zijn dan minder gevoelig voor schadelijke ruwe mechanische handling. Ethyleen uit gas-cylinders zorgt dan voor de aanzet van de rijping.

Een variant hierop kennen we ook in Nederland in het gebruik van ethyleen vrijmakende chemicaliën als etephon (2-chloorethaanphosphonzuur) dat voor de oogst wordt toegepast. Deze behandeling wordt in Nederlandse kassen toegepast om de laatste trossen tot rijping aan te zetten. Deze zouden door beperkende groeiomstandigheden in de herfst anders niet meer rijpen.

De etephon wordt tegenwoordig algemeen gesmeerd d.w.z. de stof wordt in een hoge concentratie in een relatief kleine wond gebracht.

Etephon of ethrel wordt in Nederland ook op appelen toegepast. Gebleken is dat de blosvorming wordt bevorderd, terwijl de rijping ook wordt gestimuleerd. Het

is mogelijk appelen vroeger dan normaal tot rijping aan te zetten. Dit heeft als voordeel, dat men vroeg aan de markt is en primeur prijzen mogelijk zijn. De nadelen zijn een soms wat mindere smaak en soms een korter uitstalleven.

Het begrip gevoeligheid voor ethyleen is in feite in het bovenstaande reeds geïntroduceerd. Er wordt mee bedoeld, dat sommige gewassen bij zeer lage, andere pas bij hoge concentraties geen of andere reactie vertonen. De reacties zijn zoals reeds genoemd: versnelde rijping, versnelling geelverkleuring, bladabscissie etc.

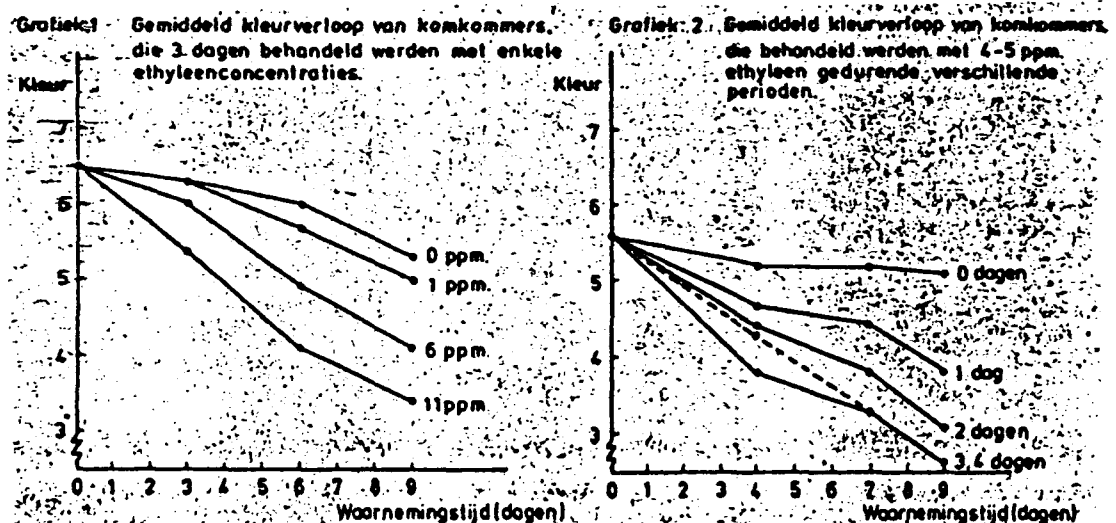
Gezien hebben we reeds, dat de ethyleenproduktie bij de verschillende gewassen sterk uiteen loopt. De produktie heeft in principe niets te maken met de gevoeligheid. B.v. appel, peer en tomaat hebben hoge produktieniveau's, en zijn alle zeer gevoelig voor ethyleen. Broccoli, spruitkool en Chinese kool zijn alle voorbeelden van organen met een laag tot zeer laag produktieniveau en hoge gevoeligheid.

Bij de eerste categorie past de aantekening, dat deze vruchten pas een hoog produktieniveau hebben nadat de rijping is aangevangen. Voor dat begin van rijping hebben al deze vruchten een zeer laag produktieniveau.

N.B. Als een vrucht eenmaal ethyleen produceert is de produktie in principe niet meer af te remmen. Het is een autokatalytisch systeem d.w.z. de geproduceerde ethyleen stimuleert het eigen produktiesysteem.

De gevoeligheid van een planteorgaan kan in een drempelwaarde worden uitgedrukt. Hieronder wordt verstaan de concentratie ethyleen, die een zekere tijd toegepast op een bepaald produkt bij een bepaalde temperatuur de voor ethyleen typische reactie teweeg brengt.

Bv. onderstaande figuren 1 en 2 geven aan dat de versnelling van vergeling door ethyleen bij komkommers afhangt van de blootstellingsduur en de concentratie ethyleen.



Bij deze proeven werd tevens een verhoogde gevoeligheid voor rotvorming (versnelde rijping) bij de komkommers geconstateerd.

Het onderzoek met komkommers leverde een beschrijvend model op, dat er als volgt uitziet:

$$E = \frac{C \times P_1 (T - P_2) (t - P_3)}{1 + P_4 \times C}$$

Waarbij geldt:

E = ethyleeneffect (= % verkorting van het uitstalleven)

C = concentratie ethyleen (ppm)

T = blootstellingstemperatuur ($^{\circ}\text{C}$)

t = blootstellingsduur (uur)

P₁ t/m P₄ = constanten

Vooraf tijdens opslag en transport is het dus van belang de ethyleenproducenten (rijpende vruchten) zoveel mogelijk te scheiden van de gevoelige gewassen (zie hoofdstuk "gemengde opslag").

Onderstaand onderzoek geeft aan, dat tijdens distributie van groenten en fruit er aanzienlijke concentraties ethyleen kunnen voorkomen.

Tabel 7. Levels of ethylene found in the external atmosphere and in packed cartons with lettuce at various locations between field and consumption

Sample locations	Ethylene concentration (ppm)		No. of samples analysed	Potential sources
	Range	Mean		
Field	A <0.10-0.12	—	21	Air pollution
Field to cooler	B 0.03-0.11	0.07	3	Mechanically injured lettuce: Exhaust from truck; pollution
Holding areas prior to vacuum cooling	A 0.01-0.61	0.05	47	Exhaust from trucks and forklifts
Immediately following cooling	B 0.01-0.80	0.16	12	(vacuum cooling removes much of the C ₂ H ₄ inside cartons)
Cold storage rooms	B 0.01-0.29	0.12	11	Exhaust from forklifts
at vacuum coolers	A 0.01-2.78	0.33	144	other commodities
Inside rail cars	B 0.01-1.56	0.22	73	Decay, other
at destination	A 0.01-0.19	0.06	14	pollution sources
Inside truck units	B 0.01-0.02	0.01	3	Decay, other pollution
at destination	A 0.04-0.22	0.08	9	sources
Distribution centres	B 0.08-0.11	0.09	4	Exhaust, other
warehouses	A 0.03-2.49	0.25	22	commodities
Retail	B 0.01-0.78	0.08	43	Other commodities
storage areas	A 0.02-2.95	0.36	19	
Home refrigerator	B 0.06-2.88	0.41	18	
	A 0.02-1.58	0.25	33	Other commodities

A = atmosphere external to carton, B = inside carton
From Morris *et al.* (1978)

Opvallend is, dat de hoge concentraties afkomstig zijn uit meerdere bronnen:

- verbrandingsmotoren
- rijpende vruchten
- micro-organismen (rot!).

Een Nederlands onderzoek geeft aan dat in een gesloten wagen, waarin o.a. tomaten en komkommers worden vervoerd er ook vrij hoge ethyleenconcentraties kunnen voorkomen.

Dat deze hoge concentraties niet gunstig waren voor de kleur van de komkommers laat zich raden.

N.B. CO_2 wordt als antagonist van ethyleen beschouwd en is mogelijk verklaring voor de relatief geringe "ethyleenschade" die in dit geval optrad.

Een algemene richtlijn ter vermindering van ethyleenproblemen ligt in het gebruik van koeling. Bij die latere temperaturen is het fysiologisch effect veel minder. Overigens geldt hier de waarschuwing dat lang niet alle produkten bij 0°C kunnen worden geplaatst en verder dat bij lage temperatuur het fysiologisch effect in principe nog steeds aanwezig kan zijn.

2.6. Rijping

Fysiologisch gezien is rijping eigenlijk voornamelijk van toepassing op vruchten. In de landbouwpraktijk wordt de term "rijp" en "onrijp" voor vrijwel alle produkten gebruikt. Ook de begrippen "volgroeid" en "onvolgroeid" worden nogal eens met rijpheid in verband gebracht. Dit ten onrechte zoals uit dit hoofdstukje zal blijken.

De onvolgroeide produkten verkeren namelijk in de fase van celdeling of celvergroting en zijn daardoor nog niet aan rijping toe.

Het stuk over rijping gaat hierdoor compleet over vruchten.

Kort voor de pluk zijn b.v. peer en appel nog groen, rijk aan zetmeel en in het bezit van een hoog zuurgehalte. De vruchten zijn bovendien nog hard en aroma ontbreekt. Bij de pluk of kort daarna treedt het rijpingsproces op, wat een irreversibel gebeuren is. Zijn de rijpingsprocessen eenmaal begonnen dan kan men alleen b.v. met koeling nog wat afremmen. Dit is de reden waarna vruchten bestemd voor langdurige koelhuisopslag iets voor intreding van rijping worden geoogst.

De eenmaal gerijpte vrucht is in bijna elk opzicht anders dan daarvoor. Kleur,

smaak, aroma, structuur enz. zijn alle veranderd.

Voor de meeste vruchten geldt, dat de veranderingen bij kamertemperatuur in korte tijd plaatsvinden. (appel binnen 14 en peer binnen 8 dagen).

De overgang van onrijp naar rijp en alle daarmee samenhangende processen noemt men het climacterium. Het omvat o.a. een markante toename in de ademhalingsintensiteit (figuur 3).

Het climacterium is een overgangsfase in de ontwikkeling van onrijp naar rijp waarbij een groot aantal processen gecoördineerd verlopen na afloop waarvan de vrucht eetbaar en rijp is geworden.

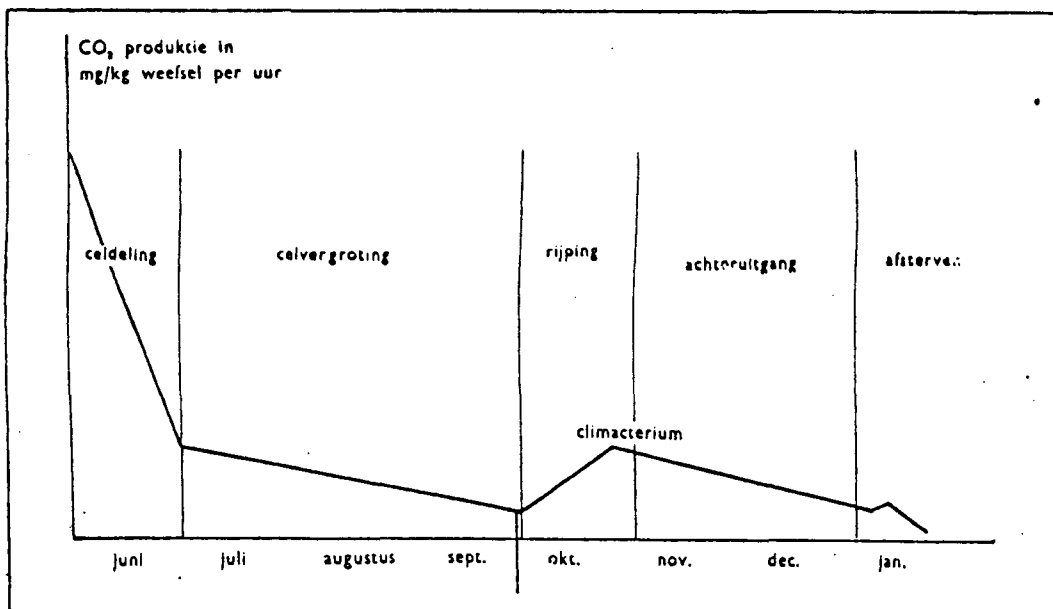
Na het climacterium gaat de vrucht naar zijn laatste stadium: afleving.

Het climacterium kondigt dus het begin en het eind aan.

Het climacterium is van dermate groot belang, dat men vruchten verdeelt in niet-climacterieel en climacterieel (tabel 8). Overigens: het climacterium wordt ook gekenmerkt door een stijging in ethyleenproductie. Ook is het mogelijk d.m.v. ethyleen toediening een onrijpe vrucht tot vervroegd climacterium te dwingen.

Tabel 8. Classification of some fruits according to their respiratory behavior during ripening

climacteric fruits		non-climacteric fruits	
Applew	Muskmelon	Blueberry	Pineapple
Apricot	Nectarine	Cacao	Satsuma Mandarin
Avocado	Papaya	Caju	Strawberry
Banana	Passion Fruit	Cherry	Tamarillo
Biriba	Peach	Cucumber	
Breadfruit	Pear	Grapefruit	
Feijoa	Plum	Lemon	
Fig	Sapote	Lime	
Guava	Soursop	Olive	
Jackfruit	Tomato	Orange	
Kiwifruit	Watermelon	Pepper	
Mango			



Figuur 3. Ademhalingsactiviteit van Bramley's Seedling appels vanaf vruchtzetting tot sterven (naar Kidd en West)

De volgende voorbeelden zijn een greep uit de vele feiten, die het climacterium kenmerken:

- A. Bij zetmeelhoudende vruchten verdwijnt dit tijdens de rijping. Het suikergehalte neemt daardoor toe. De afname in zetmeel is zeer eenvoudig met jodium aan te tonen. In de keuringspraktijk op veilingen worden vooral in augustus en september alle partijen op rijpheid getoetst met jodium.
- B. De hoeveelheid zuren neemt af. De smaak wordt daardoor beter; minder zuurdus. Aantoonbaar door meting van het totaal titreerbaar zuur.
- C. De vrucht wordt zachter, doordat de hoeveelheid middenlamelsubstantie (pectine) iets vermindert. Met verschillende hardheidsmeters bv. de penetrometer is dit aan te tonen.
- D. De groene grondkleur verschuift naar geel. Chlorofyl (bladgroen) wordt hierbij afgebroken. Dit is te meten m.b.v. kleurenkaarten of speciale lichtmeetinstrumenten.
- E. Er worden aromastoffen gevormd, die kenmerkend zijn voor elke vrucht. De aroma's zijn zeer gecompliceerd, omdat het mengsels zijn van tientallen vluchtige stoffen, die alleen met een gaschromatograaf zijn te meten.
- F. De wrange smaak verdwijnt doordat de in de vrucht aanwezige fenolen en taninen aan elkaar gekoppeld worden tot grotere moleculen, die niet te proeven zijn.
- G. Bij en na het climacterium neemt de ethyleenproduktie toe, hetgeen gaschromatografisch is te bepalen.
- H. De ademhalingsintensiteit neemt toe, waardoor het respiratiequotiënt (ge-

produceerde CO_2 /geconsumeerde O_2) toeneemt.

- I. De productie van wassen, die de schil van sommige vruchten (b.v. appel) bedekken, neemt tijdens het climacterium sterk toe.

Deze lijst suggereert geen volledigheid. Evenmin wordt bedoeld, dat vruchten zonder een climacterium deze veranderingen niet ondergaan.

Alle factoren lenen zich in principe voor een rijpheidstest (van belang voor keuringsinstanties) ze zijn echter vaak bepaald niet gemakkelijk te bepalen. Tenslotte is er ook nog het probleem van de produktvariabiliteit, die het voor keuringsinstanties niet zo gemakkelijk maakt om uitspraken over partijen te doen. Dit wordt geïllustreerd met een stukje onderzoek, waarvan de hoofdzaken in tabel 9 zijn weergegeven. Bij dit onderzoek bleek dat de criteria kleur, penetrometerwaarde en het zetmeelgehalte het meest voor gebruik als keurinstrument in aanmerking komen. Dit op grond van voldoende verloop in de tijd en relatief gemakkelijke uitvoerbaarheid.

Overigens zou een afspraak over een vroegste aanvoerdatum waarschijnlijk het meeste effect sorteren om het probleem van onrijp fruit te voorkomen.

Tabel 9. Rijpheidsbepalingen bij Golden Delicious, geoogst vóór en na de "normale" pluk

criterium	week 1	week 2	week 3	week 4	week 5
zuurgehalte (%)	0,622	0,614	0,576	0,586	0,566
kleur ¹⁾	3,4	3,5	3,7	4,1	4,3
penetrometerwaarde (kg/cm^2)	8,06	7,93	7,60	7,28	6,98
zetmeel ²⁾	3,2	5,6	6,2	6,8	7,4
diameter (cm)	6,91	7,03	7,09	7,29	7,21
gewicht (g)	145	151	158	168	164
kelkdiameter (cm)	2,72	2,70	2,70	2,74	2,76

1)

1 = groen, 8 = geel

2) 1 = zwart, 8 = blank

2.7. Temperatuurgrenzen

Zoals reeds is aangegeven heeft de temperatuur invloed op alle fysiologische processen na de oogst. Wat hierbij nog niet is aangegeven zijn de grenzen, die niet overschreden mogen worden.

Bij alle gewassen treedt rond het vriespunt of relatief dicht er onder de vorming van ijskristallen op. De temperatuur waarbij dit begint, hangt nauw samen met het droge stofgehalte van het betreffende produkt (vriespuntsverlaging). Meestal is bevroeringsschade te zien als glazige plekken, die later gaan rot-

ten. Bij kool en spruitkool spreekt men van "bok". Hiermee wordt bedoeld de inwendige bruinverkleuring die het gevolg is van bevroezingsschade. Bekend zijn ook de cilindrische en radiale scheurtjes bij winterpeen, die ook door bevroezing worden veroorzaakt.

Uiteraard kunnen ook allerlei vormen van hoge temperatuurschade optreden. Bekend van tomaten is dat het doorkleuringsproces tijdens opslag bij $\pm 30^{\circ}\text{C}$ problemen geeft: de tomaten worden gelig.

Een derde gebied waarin men voor een aantal gewassen beter niet moet komen, wordt gevonden tussen 0°C en 13°C . In dit gebied treedt bij vooral produkten van tropische oorsprong LTB (= lage temperatuurbederf) op als gevolg van het in elkaar klappen van membranen. Dit heeft dus niet te maken met de vorming van ijskristallen.

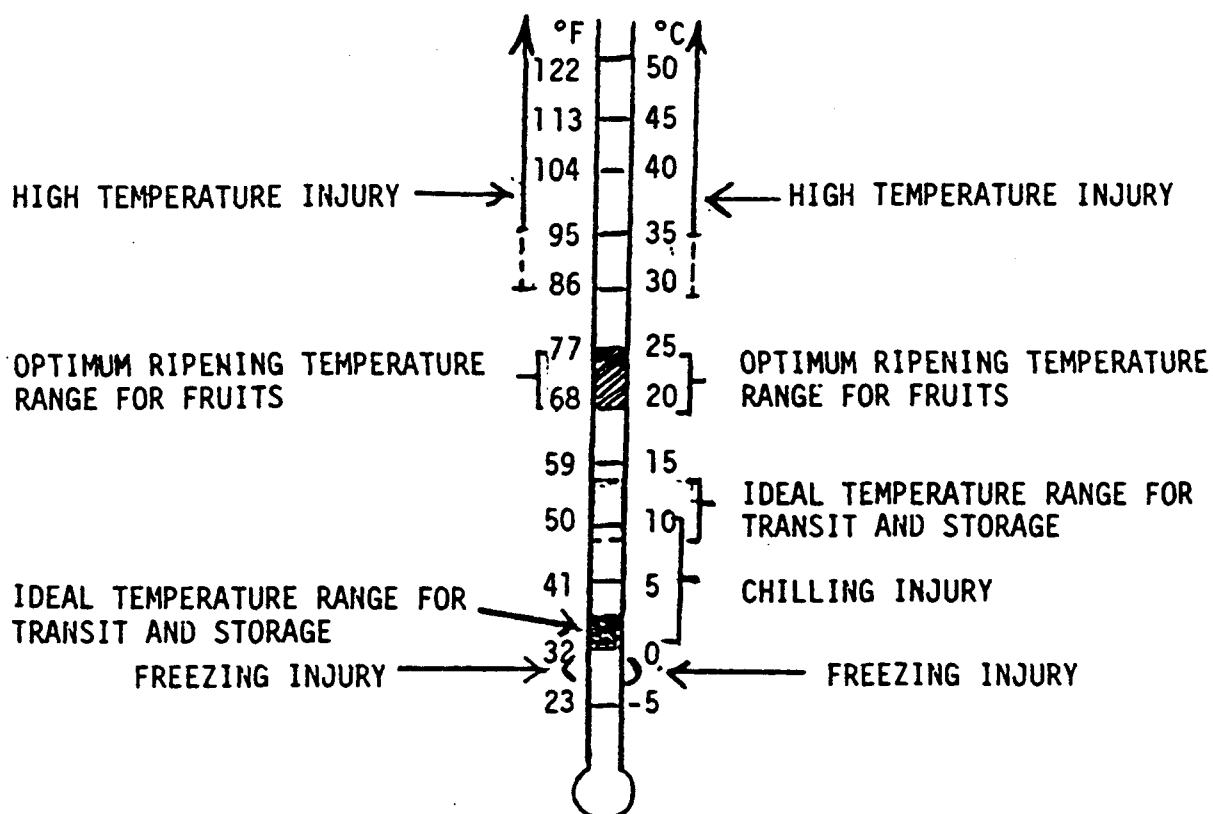
Tabel 10 illustreert de verschillende gebieden die schade kunnen geven. De ideale temperatuurgebieden voor opslag en transport volgen hieruit.

LTB treedt in meerdere gedaanten bij vrij veel produkten op.

Tabel 10. Effects of temperature on storage-life of fruits and vegetables

GROUP I
NON-CHILLING SENSITIVE COMMODITIES

GROUP II
CHILLING SENSITIVE COMMODITIES



Apples*
Apricots
Bush berries
Cherries
Figs
Grapes
Nectarines
Peaches
Pears
Persimmons*
Plums
Prunes
Strawberries

Artichokes
Asparagus
Beans, lima
Beets
Broccoli
Brussels sprouts
Cabbage
Carrots
Cauliflower
Celery
Corn, sweet
Garlic
Lettuce
Onions
Peas
Radish
Spinach
Turnips

Avocados
Bananas
Cherimoya
Citrus
Feijoa
Guava
Mangoes
Olives
Papayas
Passion fruit
Pineapples
Sapota

Beans, snap
Cucumbers
Eggplant
Muskmelons
Okra
Peppers
Potatoes
Pumpkins
Squash
Sweet potatoes
Tomatoes
Watermelons

*Some varieties are chilling sensitive.

LTB voorbeelden:

- A. Ingezonken plekjes in de schil (komkommer, tomaat, aubergine, paprika) gevolgd door een verhoogde gevoeligheid voor rot speciaal van zwakteparasieten als Botrytis.

Deze verschijnselen doen zich voor afhankelijk van de tijd die wordt doorgebracht bij temperaturen lager dan 12-13^o C. Echter ook de shelf life van bv. tomaten wordt nadelig beïnvloed door een verblijf van 3 dagen bij 3 tot 9^o C (figuur 4). Bij hogere temperatuur kan een toename in het uitstalleven worden geconstateerd.

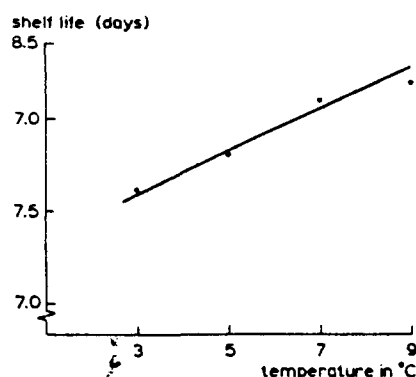


Figure 4. Shelf life of tomatoes after storage at low temperature

- B. Als zwarte necrotische plekken (zwart onder de schil bij krotten). Bij krotten is er sprake van een toename van zwart en rot (tabel 11).

Tabel 11. Invloed van de bewaartemperatuur op het bewaarresultaat van krotten

temp. (^o C)	rot (%)	zwart (%)	verkurking (%)
0-1	15	18	8
3-4	3	11	7
6-7	3	12	35

Krotten kunnen dus evenals appels bewaard worden bij aanzienlijk lagere temperaturen dan 12-13^o C.

- C. Sperziebonen en snijbonen vertonen een veilige grens bij 6^o C. Beneden die temperatuur kunnen de bonen grijsbruine spikkels gaan vertonen.
- D. Bij appels wordt LTB zichtbaar als toename in klokhuisbruin en zacht. Het

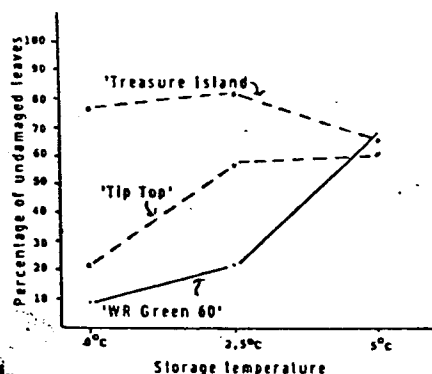
meest karakteristieke kenmerk van LTB bij appels is echter een bruin worden van het vruchtvlees tussen schil en klokhuis. Tabel 12 geeft aan hoe scherp begrensd het temperatuuroptimum is: 2°C is te laag vanwege interne verbruining en zacht, 4°C wordt te hoog i.v.m. vergrote kansen op schilbruin.

Tabel 12. Invloed van de temperatuur op de bewaarbaarheid van Lombarts Calville appels

bewaarprobleem	bewaartemperatuur		
	2°C	3°C	4°C
schilbruin (%)	1	4	8
zacht (%)	9	5	2
klokhuisbruin (%)	25	7	1
vruchtvleesbruin (%)	34	14	6

E. Bruine plekken in bladmoes bij Chinese kool.

Zeer recent werd ontdekt, dat ook Chinese kool LTB vertoont. Bij temperaturen tussen 0°C en 5°C werd een toename waargenomen van bruine plekken in bladmoesweefsel tussen de nerven. De verschillende rassen vertoonden een verschillende gevoeligheid (figuur 5).



Figuur 5. Opslagtemperatuur en het optreden van "brown midribs" in Chinese kool

3. KWALITEITSACHTERUITGANG

In hoofdstuk 2 is in principe al veel aangegeven over de mogelijkheden van de kwaliteitsachteruitgang. De voornaamste reden, dat de kwaliteit alleen maar achteruit kan gaan, zit in de omstandigheid dat het produkt leeft. Het verliest dus vocht, wordt rijp, en verliest inhoudsstoffen. Verschillende factoren doen afbreuk aan de kwaliteit. Deze zijn in te delen in drie hoofdgroepen: de fysische, fysiologische en de parasitaire factoren.

3.1. Fysische achteruitgang

Elk tuinbouwprodukt verdampt water. Bij vele groenten betekent ongeveer 5% de grens na overschrijding treden verwelkingsverschijnselen op.

Ook bij vruchten wordt vochtverlies relatief snel merkbaar: vruchten gaan rimpelen (appelen tussen 5-7%). Bij een zo hoog mogelijke r.v. wordt verdamping zoveel mogelijk tegengehouden. Ook weinig luchtbeweging is voor afremmen van verdamping gunstig, echter voor de temperatuursverdeling ongunstig.

Behalve kwaliteitsverlies door verdamping betekent het ook gewichtsverlies.

Bij produkten, die tevoren in bepaalde gewichtseenheden zijn gereed gemaakt kan dit tot onderwicht leiden. Bij een erg geringe luchtbeweging of bij het brengen van produkt uit een koelcel naar een winkel kan condens optreden.

Vorming van condens hoeft op zichzelf geen kwaliteitsvermindering te betekenen. Mogelijk is echter dat vanuit een door schimmel aangetast exemplaar de sporen over de rest worden verspreid.

3.2. Fysiologische achteruitgang

A. **Groei.** Deze factor is reeds eerder genoemd. Het groeien van blaadjes op wortelen, koolraap, radijs en knolselderij wordt terecht als kwaliteitsachteruitgang gekenmerkt evenals het uitlopen van uien. Een voorbeeld van groei vinden we bij witlof. De "pit" (in feite de bloemstengel) kan in een kropje zo omvangrijk aanwezig zijn, dat beter van "pitlof" dan van witlof gesproken kan worden. De veilingen verplichten de telers witlof aan te voeren, die minder dan 50% pit (lengte pit t.o.v. totale lengte) heeft.

B. **Kleur.** Vergeling als gevolg van blagroen afbraak is een van de meest in het oog springende punten bij veel bladgewassen in b.v. bladgewassen en komkommer. Het groen worden van enkele produkten als witlof, bleekselderij en asperge wordt eveneens als kwaliteitsachteruitgang beschouwd. Terecht;

deze produkten worden gewaardeerd in onvolgroeide toestand "groene witlof" wordt daarom niet gewaardeerd.

Groene asperges (wel onvolgroeid) worden echter in sommige landen (b.v. U.S.A.) zeer gewaardeerd naast de bekende witte.

Het groen worden gebeurt o.i.v. het licht evenals een aantal andere verkleuringen b.v. bloemkool kan geel worden, door directe zonnestraling zelfs bruin. Asperges kunnen blauwe koppen door licht krijgen. Zwart (necrotische onderhuidse vlekken) bij krotten is echter een kwaliteitsgebrek, waarvan de oorzaak niet geheel duidelijk is, het bruin worden van champignons echter heeft alles te maken met enzymactiviteit n. fenoloxidaseactiviteit.

- C. **Ethyleen** veroorzaakt zeer vaak vergeling (bladgewassen, komkommer) echter ook andere effecten als: kelkval bij aubergine, het loslaten van blad van de stronk bij knolgewassen. Tenslotte werkt ethyleen rijpingsbevorderend. Te snelle rijping kan kwaliteitsnadeel betekenen.
- D. **Temperatuur.** Zowel te hoge temperatuur als te lage temperatuur kunnen kwaliteitsachteruitgang veroorzaken. Tussen 0 °C en 13 °C ligt een gebied waarin LTb kan optreden (zie temperatuurgrenzen).
- E. **Fysiologisch bederf.** Bij bewaring van groente en fruit kunnen er een aantal problemen optreden, die te maken hebben met het bewaarproces als zodanig of met de voorgeschiedenis.

Bij fruit kennen we een aantal problemen:

1. **Stip.** Het optreden van stip (verkurkte zones in het vruchtwefsel, dat vaak slechts te zien is als de vrucht wordt aangesneden) gaat samen met een afwijkende calcium-kalium-magnesium verhouding in de vrucht. Vooral het calciumgehalte is voor stip van uitnemend belang. Als dit niveau te laag is stijgt het stiprisico sterk (tabel 13). Hoewel calcium in geringe hoeveelheden (3,5-7 mg 100 gram vers vruchtvlees) in de vrucht voorkomt, speelt het een belangrijke rol. Het is mogelijk aan de hand van het gemiddelde calciumgehalte van de vruchten in een boomgaard het stiprisico binnen bepaalde grenzen te voorspellen. Men begint er in Nederland gebruik van te maken van enkele redenen.
- het is beter een partij waarvan bekend is dat het stiprisico hoog, snel af te zetten, i.p.v. te bewaren,

- als men voor de oogst weet, dat het calciumgehalte laag is kan men het nog verhogen door in de boomgaard met CaCl_2 te spuiten. Op deze manier verkrijgt men kwalitatief beter produkt.

Tabel 13. Calciumgehalte, bewaaradvies en bewaarresultaat van 20 bedrijven met Cox's Orange Pippin

bedrijf	calciumgehalte mg/100 g vrucht- vlees (sept. 1981)	advies op grond vruchtanalyse (sept. 1981)	bewaarresultaat (maart 1981)
1	3,9	niet bewaren	37% stip
2	3,6	niet bewaren	12% stip
3	3,8	niet bewaren	45% stip
4	3,6	niet bewaren	31% stip
5	3,3	niet bewaren	20% stip
6	3,5	niet bewaren	50% stip
7	3,8	niet bewaren	23% stip
8	3,6	niet bewaren	48% stip
9	3,6	niet bewaren	23% stip
10	3,7	niet bewaren	35% stip
11	4,9	tot in december	2% stip
12	4,7	tot in januari	0% stip
13	5,0	tot in december	2% stip
14	4,7	tot in december	0% stip
15	4,6	tot in januari	2% stip
16	4,6	tot in december	0% stip
17	5,4	tot in januari	0% stip
18	5,5	tot in januari	0% stip
19	5,0	tot in december	2% stip
20	4,9	tot in december	2% stip

2. **Scald.** Dit is tevens een fysiologische ziekte, die zich tijdens de bewaring op schil openbaart en naarmate langer wordt bewaard is de kwaal ernstiger. Onderzoek heeft aangetoond, dat ontledingsprodukten van α -farneseen zeer waarschijnlijk scald (to scald = aanbranden, schroeien) veroorzaken. Scald kan met diphenylamine of ethoxyquin uitstekend worden bestreden, als het fruit voor opslag in koelcellen in deze stoffen wordt gedompeld. In Nederland zijn tot dusverre deze stoffen verboden.
- Met het streven naar een zo laag mogelijke bewaartemperatuur (tabel 12) en een zo laag mogelijke zuurstofconcentratie wordt scald tegengegaan. In tabel 14 is weergegeven de invloed van lage zuurstofpercentages op scald. Overduidelijk blijkt dat met verlaging van zuurstofspanning een volledige bestrijding wordt verkregen. Het oogstmoment heeft echter ook grote invloed

op de latere scaldontwikkeling. Voor de inwendige bruinverkleuringen zijn oogstmoment en zuurstofconcentratie tevens van groot belang.

Tabel 14. Invloed van de zuurstofconcentratie en het pluktijdstip op scald, klokhuisbruin en vruchtvleesbruin bij Schone van Boskoop bij bewaring tot 29 mei 1985.

zuurstof (%)	pluk	scald %	klok- huisbruin %	vrucht- vleesbruin %
3,1 I	(24-9)	44,3	41,2	0,0
II	(1-10)	41,3	34,8	0,2
III	(8-10)	19,6	15,5	0,7
2,4 I	(24-9)	37,5	14,0	0,3
II	(1-10)	25,4	10,2	2,0
III	(8-10)	12,9	2,8	0,5
1,7 I	(24-9)	9,1	8,2	0,3
II	(1-10)	6,4	4,2	0,2
III	(8-10)	1,7	1,3	4,5
1,0 I	(24-9)	0,0	0,8	0,7
II	(1-10)	0,0	0,7	1,7
III	(8-10)	0,0	0,0	5,7

3. **Glazigheid.** Als appels worden doorgesneden kan het vruchtvlees er glazig uitzien (donkere grote vlekken). Men neemt aan, dat de kwaal ontstaat door ophoping van sorbitol. Bij een lichte aantasting verdwijnt de glazigheid tijdens opslag. Verder blijken glazige appels zeer vaak lage calciumgehalte te hebben. Door de vruchten tijdig te plukken kan een deel van dit probleem worden voorkomen.

4. **Klokhuisbruin.** Deze bruinverkleuring ronde het klokhuis kan een aantal oorzaken hebben:

- door een te lage bewaartemperatuur wordt optreden van dit probleem verergerd;
- door een te lange bewaarduur;
- door een te trage koolzuurconcentratie, bv. bij Gloster appels (tabel 15).

Tabel 15. Invloed van de CO₂ spanning op
klokhuisbruin van Gloster appelen

CO ₂ -O ₂	klokhuisbruin (%)
0-3	17
3-3	31
6-3	47

Het optreden van klokhuisbruin is verder ook afhankelijk van het perceel, waarop het produkt groeide. Welke teelthandelingen tot deze verschillen (tabel 16) leidde is niet bekend.

Tabel 16. Invloed van de herkomst op de ontwikkeling van
klokhuisbruin bij Schone van Boskoop appelen

herkomst	klokhuisbruin (%)
1	13
2	1
3	2
4	10
5	2
6	2
7	2
8	3
9	25
10	22

B. Bij groenten kunnen eveneens problemen voorkomen van duidelijk fysiologische aard. Voorbeelden:

- glazigheid bij uien. Dit kan 2 oorzaken hebben. Op de eerste plaats heeft glazigheid te maken met aspecten van de bewaring. De oorzaak van deze "bewaarglazigheid" is niet bekend.

Glazigheid in uien kan ook optreden als te ruw met het produkt wordt omgesprongen. Deze zgn. "handlingsglazigheid" kan worden bestreden door het produkt krachtig te ventileren.

- nerfbruin bij Chinese kool. Een te lage temperatuur bevordert sterk dit verschijnsel (zie LTB).
- versheid bij radijs. Vrijwel zeker moet de oorzaak hiervan in de teelt worden gezocht.
- bruine pit bij witlof. De oorzaak van dit kwaliteitseuvel is niet bekend.

3.3. Parasitaire factoren

Aantasting door dierlijke parasieten, schimmels en bacteriën komt bij alle plantendelen voor. De groenten en fruit zijn vooral voor micro-organismen een goede voedingsbodem. Bij bewaring is dit van groot belang, daar groenten of fruit meestal vóór de oogst worden geïnfecteerd. Tijdens opslag, vooral bij langdurige fruitopslag in CA-cellen is een goede controle moeilijk, daar de ruimte niet geopend mag worden.

4. BEPERKING KWALITEITSACHTERUITGANG

4.1. Algemeen

In voorgaande hoofdstukken zijn op verschillende plaatsen reeds opmerkingen gemaakt over kwaliteitsproblemen en eventueel hoe deze te voorkomen en/of tegen te gaan.

In het algemeen wordt beperking van kwaliteitsachteruitgang gerealiseerd door de afleving zoveel mogelijk te vertragen. Het meest effectief is dit als dit gebeurt in alle fasen van de distributie. Echter men kan uiteraard ook veel kwaliteitsachteruitgang voorkomen door gerichte maatregelen in de teelt bv. de keuze van het ras. Bij Chinese kool is het goed vooraf te weten of men na de oogst het produkt wil opslaan of niet. Is het eerste het geval dan kan men een ras kiezen, dat goed bewaarbaar is. In onderstaande tabel 17 zijn rassen te vinden, die weinig gevoelig zijn voor nerfbruin een serieus probleem tijdens bewaring van dit produkt.

Tabel 17.

Rassenproef Chinese kool. Resultaten na bewaring (gemiddeld over 3 kisten)

Ras	herkomst	% gew.		% naar uitslag gewicht van		
		gewicht per kool	verlies van inzetzew	gaaf	afval	bruin
Early Top Sakata		0,28	19,8	46,0	46,6	8,0
Tip Top Sakata		1,14	7,5	24,6	45,0	26,1
China King Sakata		1,28	6,5	30,6	31,6	39,1
Winter Giant Sakata		1,11	5,5	3,8	42,4	54,7
Oriental King Sakata		0,87	6,2	40,5	31,0	20,0
Winter Knight Sakata		1,27	5,4	57,9	29,2	14,3
Che Foo Sakata		1,14	8,9	38,7	33,7	28,9
Hiratsuka Sakata		0,87	4,5	50,7	36,1	13,9
Market Pride Sakata		1,40	16,4	28,5	68,0	3,2
Wong Bok Sakata		1,59	7,4	15,8	51,1	34,0
Hongkong Pannavis		1,13	5,3	43,1	31,4	25,8
Granaat Pannavis		1,58	4,0	64,3	44,1	2,0
Michihili Shen Gr.		1,49	3,8	60,9	38,8	0,0
Granaat Jos Huizer		1,24	3,9	54,5	43,2	2,8
Granaat Royal Sluis		1,32	6,5	48,2	61,2	0,9
Hongkong Royal Sluis		1,21	6,2	36,9	33,2	29,9
Nr. 1403 Royal Sluis		1,15	6,0	66,8	31,6	2,7
Nr. 1404 Royal Sluis		1,49	4,4	8,5	32,1	60,2
Nozaki Early Takii		1,17	15,9	30,3	67,3	2,4
Wong Bok Takii		1,05	10,3	11,0	54,3	28,3
Matsuhuma Takii		1,27	14,8	7,1	68,0	27,6
Chitose Giant Takii		0,89	5,2	38,3	38,9	23,5
Kyoto No. 3 Takii		1,29	6,1	9,7	47,6	44,0
Kunihara Takii		1,23	7,8	34,8	58,3	7,8
Winter Queen Takii		1,44	8,3	27,9	70,7	2,0
Nagaoka Spring Takii		0,93	7,4	16,3	43,6	40,4
Nagaoka 50 days Takii		1,17	9,4	33,3	42,0	24,8
WR-55 days Takii		1,26	5,3	70,8	25,1	4,8
WR-60 days Takii		1,23	5,3	43,5	24,1	33,0
Nagaoka 60 days Takii		1,11	6,2	28,1	27,7	44,0
WR-70 days Takii		1,38	8,9	18,4	40,2	41,8
Nagaoka no. 2 Takii		1,35	8,5	9,1	46,6	44,9
Wonder Cross Takii		1,22	3,8	45,0	34,6	21,8
Ideaal Market Takii		1,23	6,1	42,9	36,6	20,7
Granaat Rijk Zwaan		1,28	4,1	54,2	48,1	—
Sunliss Takii		1,16	9,2	45,7	39,7	15,3
Treasure Island Takii		1,13	4,4	73,2	27,3	—
WR Green 60 Takii		0,89	8,3	10,5	25,2	64,7
WR Victor Takii		1,27	5,9	28,4	28,2	44,4
Nagaoka King Takii		1,14	6,8	47,4	37,9	15,8
Early Autumn Takii		0,63	12,2	49,4	50,9	—
Pride Takii		1,47	4,0	34,2	40,9	25,5
Nag. Champion Takii		1,34	4,4	13,8	35,0	51,2
Snow Mountain Takii		1,34	4,3	50,9	44,8	4,3
Nagaoka no. 2 Takii		1,51	5,8	45,7	40,7	13,1
Pride no. 2 Takii		0,98	4,7	27,1	39,2	33,5
WB Super 30 days		1,36	4,6	42,8	51,0	6,4
F. JS 84 Taiwan E.T.		1,05	6,6	37,9	34,9	28,4
Nagaoka King Takii		1,45	6,9	45,9	38,0	16,6

4.2. Factoren tijdens de oogst

Ook tijdens de oogst zijn er allerlei zaken, die van belang zijn om kwaliteitsachteruitgang te voorkomen bv. in tabel 14 wordt de invloed weergegeven van het moment van oogst van appels.

Ook de manier, waarop fruit wordt geoogst kan grote invloed hebben op het kwaliteitsbehoud.

In tabel 18 is het verschil tussen doorpluk (steeds uit dezelfde bomen de meest rijpe vruchten plukken) en eenmalige oogst goed waarneembaar. De doorpluk leidt tot minder bewaarverliezen dan de eenmalige oogst.

Tabel 18. Zacht bij Jonagold in relatie met pluktijdstip en plukmethode bij uitslag in mei

pluk	eenmalige pluk	doorpluk
5/10	3,0	8,1
14/10	10,7	8,1
25/10	24,1	6,6

Dit verschil is niet onlogisch. Als niet wordt doorgeoogst, blijven reeds rijpende vruchten te lang aan de boom. De rijping zet door en eenmaal rijpende vruchten zijn erg moeilijk te bewaren.

Bij groenten kunnen we ook enkele kwaliteitseffecten ten tijde van de oogst. We geven enkele voorbeelden:

- de invloed van vallen op de shelf life van tomaten (tabel 3);
- de invloed van de steellengte op de ontwikkeling van rot op de vruchten (tabel 19).

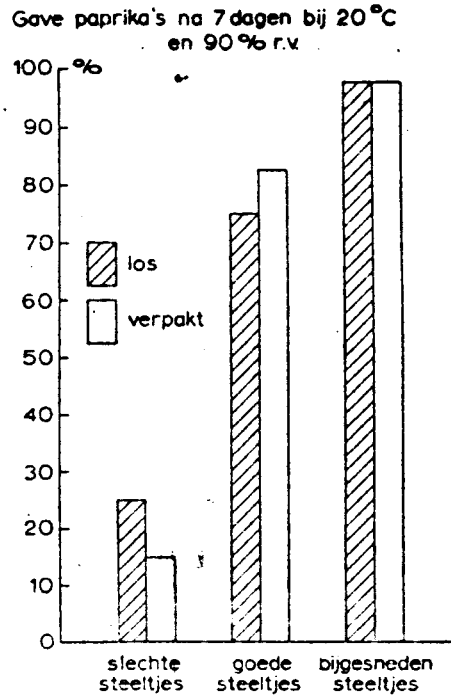
Tabel 19. Invloed van de oogstwijze op de hoeveelheid van komkommers

steellengte (mm)	rot (%) na 8 dagen		
	steel	steel + hals	totaal
2	8	5	13
7	61	14	75
15	73	16	89

Duidelijk is, dat naarmate de steel bij de oogst langer is de kansen op rot sterk toenemen. De spectaculaire toename zit vooral in rotontwikkeling op de

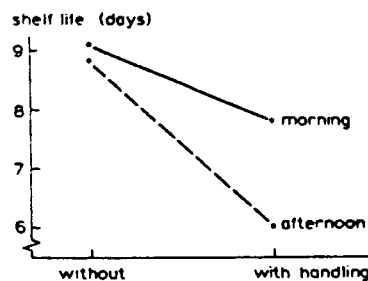
te lange steel.

C. De invloed van de oogstwijze op de ontwikkeling van rot bij groene paprika. In onderzoek werd vergeleken hoe de kwaliteit van paprika's zich ontwikkelde na meer of minder ruwe oogst. Onderscheid werd gemaakt in slechte steeltjes (oogsten door aftrekken van de plant) goede steeltjes (goede oogstwijze) en als derde werden minder goede steeltjes bijgesneden. Vooral de ruw geoogste categorie toont na 7 dagen veel uitval door Botrytisrot (fig. 6).



Figuur 6. Houdbaarheid van groene paprika is afhankelijk van oogstwijze

D. De invloed van het oogstmoment op de houdbaarheid van tomaten (figuur 7).



Figuur 7. Influence of harvest time and handling on shelf life of tomatoes

De verkorting van shelf life is aanzienlijk door handling (de gewone oogsten en sorteerhandelingen bij en direct na de oogst) bij de oogst in de morgen. Deze verkorting neemt echter nog aanzienlijk toe als de vruchten 's middags

worden geoogst. In de kas is dan de temperatuur gestegen en de warmere vruchten zijn gevoeliger voor dezelfde oogst en sorteerhandelingen. Het gevolg hiervan is een korter uitstalleven.

4.3. Factoren na de oogst

Bovenstaande voorbeelden hadden alle betrekking op zaken ten tijde van de oogst. Echter ook na de oogst kan men kwaliteitsachteruitgang in hoge mate en op meerdere manieren tegengaan. Een aantal zaken willen wij hier noemen.

4.3.1. Lage temperatuur

De invloed van de temperatuur werd o.a. reeds aangegeven in de tabellen 11 en 12. Nogmaals zij met nadruk hier vermeld, dat de verlaging van temperatuur een geweldige invloed heeft op kwaliteitsbehoud. Twee voorbeelden willen we hier nog geven:

A. Invloed van de bewaar temperatuur op de houdbaarheid van komkommers (tabel 20).

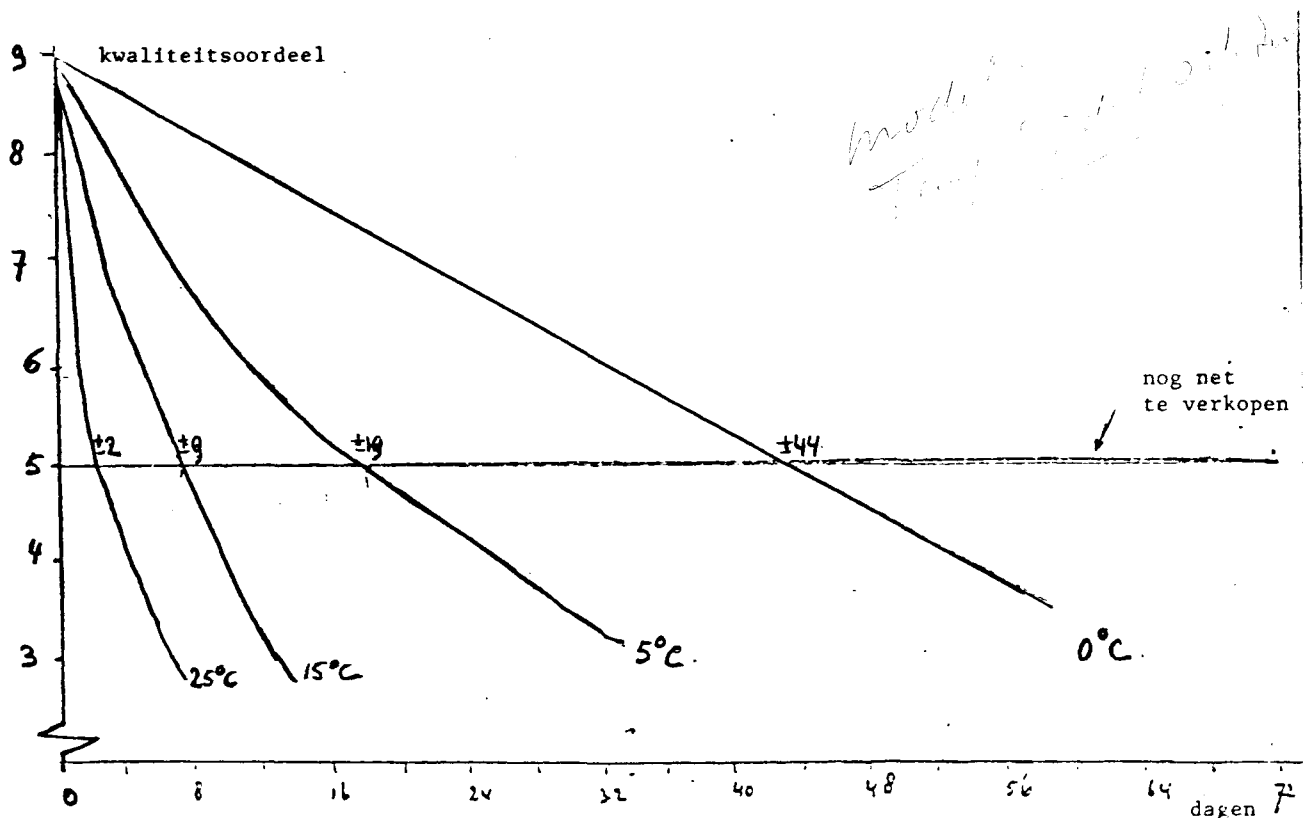
Tabel 20. Houdbaarheid* van komkommers in relatie tot de opslagtemperatuur

temp. °C	houdbaarheid (dagen)
15°C	15,2
20°C	12,5
25°C	10,9

* tijd om 50% geel te worden

Temperatuurverlaging (de komkommers kunnen vanwege LTB niet bewaard worden bij temperaturen lager dan 13°C) doet de houdbaarheid sterk toenemen.

B. Invloed van de bewaar temperatuur op de kwaliteit van bloemkool (figuur 8).



Figuur 8. Houdbaarheid van bloemkool in afhankelijkheid van temperatuur en bewaarduur

Opmerkelijk is de verlenging van de bewaarduur bij temperatuursverlaging, gaande van 25°C naar 5°C. De stap van 5°C naar 0°C blijkt nog veel winst te geven. Voor langdurige opslag is iedere °C die nog verlaagd kan worden dus grote winst.

4.3.2. Moment van koelen

De beste handelwijze als koeling wordt toegepast is dit te doen zo snel mogelijk na de oogst.

Aan enkele voorbeelden willen wij dit punt illustreren.

A. Uitgestelde koeling bij peren (tabel 21)

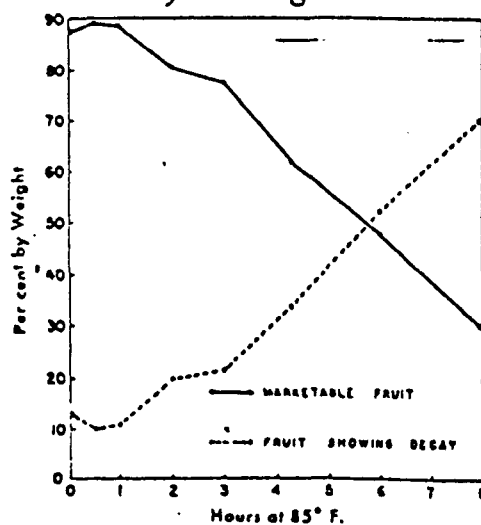
Tabel 21. Invloed van uitgestelde koeling en oogsttijdstip op de bewaarbaarheid van Conference peren

oogst	koeling	hol (%)
21/9	direct	0
	na 5 dagen	1,3
28/9	direct	4,0
	na 5 dagen	9,2

Als 5 dagen wordt gewacht met de Conference peren te koelen neemt de kans op inwendige kwaliteitsgebreken na bewaring sterk toe. Dit gegeven wordt versterkt als de vruchten laat worden geoogst. Dit effect komt overeen met de oogsttijdeffecten bij het appelras Jonagold (tabel 18).

B. Uitgestelde koeling bij aardbei (figuur 9).

Don't delay cooling



Very short delays before cooling to 40° F resulted in sizable losses in marketable berries.

Enkele uren wachten bij 30 °C voordat de aardbeien gekoeld worden leidt zeer snel tot grote verliezen.

C. Uitgestelde koeling bij champignons (tabel 22).

Tabel 22. Invloed van wachttijd voor koeling op de kwaliteit* van champignons

wachttijd (uren)	kleur*	gevliesdheid*
0	6,6	7,1
1½	6,4	7,1
3	6,2	6,6
4½	6,1	6,4

* schaal 1-10

Enkele uren wachten bij 20 °C met koelen leidt tot aantoonbaar verlies van kleur en een meer opengaan van de vruchtlichamen.

D. Sensorische waardering van appels (tabel 23).

Tabel 23. Sensorische waardering enkele appelrassen

ras	overrijp
Cox's O.P.	35
James Grieve	60
Golden Delicious (NL)	32
Golden Delicious (Fr)	75
Lombarts Calville	14

Deze tabel 23 is ontleend aan een onderzoek, dat in 1982 werd uitgevoerd. Eind oktober in deze warme herfst werden 100 monsters genomen uit winkels in Nederland. Op het Sprenger Instituut werd de smaak van deze monsters bepaald. Zeer vele monsters werden als "te rijp" gekwalificeerd.

De oorzaak moet gezocht worden in het volgende. De oogst was goed en de hoeveelheid koelruimte onvoldoende. Het gevolg hiervan is dat het fruit in gekoelde schuren blijft staan en daar gaat rijpen. Dit gaat sneller naarmate de herfsttemperatuur hoger is. Het gevolg is dat de consument met een aanbod van overrijp fruit wordt geconfronteerd. Dit is dus een voorbeeld van een lange wachttijd voor koeling onder erg ongunstige omstandigheden. Uit deze 4 voorbeelden wordt de les getrokken, dat het zinvol is en noodzakelijk produkten zo snel mogelijk na de oogst te koelen.

4.3.3. Voorkoeling

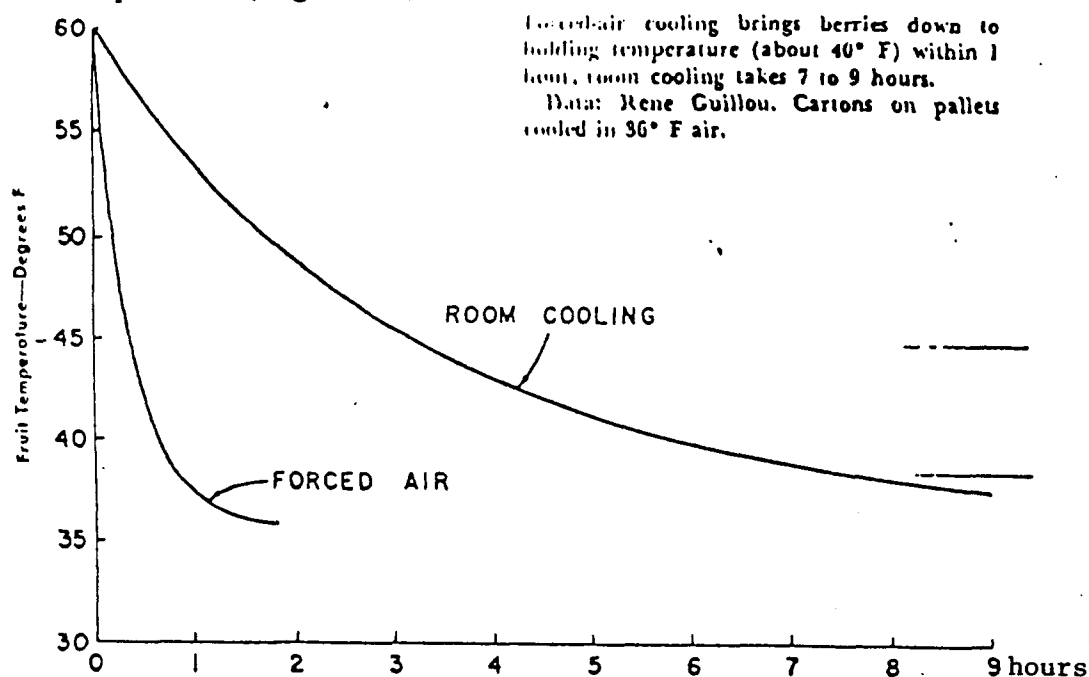
Van verder belang is dus ook het koelproces zo kort mogelijk te laten duren. Wij noemen dit voorkoeling en dit kan op een aantal manieren plaatsvinden:

A. Vacuümkoeling berust op principe, dat drukverlaging samengaat met kookpuntverlaging van water. Verlagen we de druk van 760 mm Hg tot 4,6 mm Hg dan kookt water bij 0 °C. Als bladgewassen in een ketel of tank worden gebracht en men verlaagt vervolgens de druk tot 4,6 mm Hg, dan gaat een kleine hoeveelheid water in en op het produkt versneld verdampen. De voor deze verdamping benodigde warmte wordt aan het produkt onttrokken, Gevolg: snelle afkoeling. Bijna alle grote Nederlandse veilingen, waar veel bladgewassen (dit zijn de meest geschikte produkten voor vacuümkoeling) worden verhandeld, zijn deze koelers aanwezig.

B. Doorstroomkoeling

Koude lucht kan met flinke snelheid door produkten worden geblazen of ge-

zogen. Het produkt komt dan in nauw contact met de koellucht en koelt daar-
door veel sneller af dan wanneer koude lucht alleen in een grote ruimte
wordt verplaatst (figuur 10).



Figuur 10. Afkoeling van aardbeien in een ruimte en met doorstromen

Als gebruik wordt gemaakt van een doorstroomsysteem, neemt de koeltijd sterk af.

C. Waterkoeling

Tenslotte kan een snelle afkoeling worden verkregen met water, dat tevoren op 0° C is gebracht. Zeer snelle koeling is het gevolg, als dit water als douche wordt gebruikt op het te koelen produkt. Een aantal produkten is voor dit procédé wel geschikt: asperges, broccoli, prei, rabarber, radijs, waspeen en witlof. In Nederland wordt alleen de zogenaamde "puntzakradijs" met water gekoeld vóór het verpakken.

4.3.4. Luchtsamenstelling

Wij hebben reeds gezien dat lage temperatuur kwaliteitsvermindering tegengaat. Bij lage temperatuur verlopen alle levensprocessen langzamer bv. een peer doet bij 21° C slechts 8 dagen over de climacteriële ademhalingsstijging; bij 0° C kost dit ongeveer 150 dagen.

Het vertragsingsproces kan verder worden bevorderd door de luchtsamenstelling te wijzigen.

Handwritten signature/initials

Verlagen van de O_2 concentratie

21% zuurstof zoals in lucht aanwezig is, hebben planten op de keper beschouwd niet nodig. Lage gehalten tot 2% worden door veel produkten bij lage temperatuur zeer goed verdragen. Het aerobe ademhalingsproces blijft normaal verlopen, wordt door een zekere schaarste wel afgeremd. Ethyleenproduktie wordt tevens geremd bij lage zuurstofniveau's.

Een voorbeeld van de invloed van zeer lage zuurstofconcentraties is reeds gegeven in tabel 14.

De verlaging van 3% naar 2% en verder naar 1% heeft drastische gevolgen voor scald, klokhuis- en vruchtvleesbruin bij Schone van Boskoop appels in langdurende opslag.

Verhogen CO_2 -concentratie

De ademhalingsintensiteit wordt door verhoging van het CO_2 -gehalte (3 tot 10%) verlaagd. Echter niet alle produkten verdragen verhoging van koolzuur.

Naast effect op een aantal biochemische processen in de levende plant is het niet onwaarschijnlijk, dat CO_2 enigszins narcotiserend werkt en tenslotte zijn koolzuur en ethyleen antagonisten.

Een voorbeeld werd reeds gegeven in tabel 15.

Een toenemende hoeveelheid klokhuisbruin was het gevolg van stijgende hoeveelheden koolzuur tijdens langdurige bewaring van Gloster appels.

4.3.5. CA/MA-bewaring

De voordelen van het verlagen van de zuurstofconcentratie en/of het verhogen van de koolzuurconcentratie werden in de praktijk gerealiseerd in de vorm van MA (modified atmosphere) of CA (controlled atmosphere).

Er worden enkele methoden bij opslag gebruikt:

A. Gebruik van eigen CO_2 produktie. De verhoging van de CO_2 spanning wordt gerealiseerd door de geproduceerde CO_2 in de bewaar ruimte te houden (eis: goede lektheid van de cel). De verhoging van de CO_2 concentratie loopt gelijk op met de verlaging van de O_2 -spanning (som blijft 21%). In deze situatie bereikt de O_2 spanning dus nooit zeer lage gehalten.

Een voorbeeld van hoe positief dit kan uitpakken wordt weergegeven in tabel 24.

Tabel 24. Invloed van CA-bewaring op de kleur van spruitkool

% CO ₂ -% O ₂	bewaarduur (maanden)	kleurwaardering*
0-21	3	6,0
	4	2,5
6-15	3	7,9
	4	6,4

* waardering 1-10

De verhoging van de koolzuurconcentratie is in dit voorbeeld van veel grotere betekenis dan de verlaging van het zuurstofgehalte.

De vergeling van de spruiten wordt in dit zeer actieve produkt effectief geremd en daardoor wordt de houdbaarheid (gemeten in de kleur) vrij groot. Het gegeven voorbeeld is van praktische betekenis met name voor verpakkingen. Als men bij verpakken een folie gebruikt die geen gasuitwisseling met de omgeving toestaat ontstaat snel binnen de verpakking een atmosfeer, waarin de CO₂ spanning toe en de O₂ spanning afneemt. Deze modified atmosphere werkt voor een aantal produkten kwaliteitsbehoudend (zie tabel 4).

Folies, die geen enkele gaspassage vertonen, worden in de praktijk niet zo vaak meer gebruikt. Het nadeel is dat in een gesloten verpakking te snel een veel te hoge CO₂ spanning ontstaat, die schade kan veroorzaken. Tevens is volledig opraken van zuurstof mogelijk. Onder deze omstandigheden treedt gisting op. Veel belangrijker zijn "ademende" films geworden. Deze folies hebben verschillende doorlatendheid van CO₂ en O₂ en creëren een atmosfeer van bv. 5-6% CO₂ + 4-8% O₂.

B. Toepassing van een CO₂ scrubber

Het realiseren van een MA-conditie wordt op dezelfde manier bereikt onder A. Het gebruik van een CO₂ absorber (bv. actieve kool) heeft als gevolg, dat de O₂ spanning naar veel lagere waarden kan dan onder A. In dit systeem moet de gasdichtheid aan veel hogere eisen voldoen dan onder A. Is dit niet het geval dan loopt lucht (met 21% O₂) door lekjes de cel in. Dit leidt steeds tot verstoring van de (vaak 3-4%) gewenste zuurstofconcentratie. Deze methode wordt gescrubde CA-bewaring genoemd en vindt op grote schaal toepassing bij appels.

De waarde van dit systeem voor kwaliteitsbehoud was herkenbaar in de tabellen 14 en 15.

Een volledig overzicht voor groenten en fruit wordt gegeven in de tabellen 25 en 26.

Uit deze tabellen blijkt dat onder vruchten er zijn die met uitstekend geschikt (appel, peer, kiwi, banaan) worden aangeduid. Onder de groenten zijn er een groot aantal aangeduid met "goed geschikt".

Het onderzoek op het Sprenger Instituut heeft aangetoond dat de gewassen spruitkool, sluitkool, broccoli en prei zich uitstekend lenen voor de CA techniek.

Tabel 25. Summary of recommended CA or MA conditions during transport and/or temporary storage of selected fruits

Commodity	Temp. range (°C) ¹	CA ²		Potent. for benefit ³	Remarks ⁴
		% O ₂	% CO ₂		
<u>Deciduous tree fruits:</u>					
Apple	0-5	2-3	1-2	A	About 40% of production is stored under CA.
Apricot	0-5	2-3	2-3	C	No commercial use.
Cherry (sweet)	0-5	3-10	10-12	B	Some commercial use.
Fig	0-5	5	15	B	Limited commercial use.
Grape	0-5	--	--	D	Incompatible with SO ₂ fumigation.
Kiwifruit	0-5	2	5	A	No commercial use.
Nectarine	0-5	1-2	5	B	Limited commercial use.
Peach	0-5	1-2	5	B	Limited commercial use.
Pear	0-5	2-3	0-1	A	Some commercial use.
Persimmon	0-5	3-5	5-8	C	No commercial use.
Plum & prune	0-5	1-2	0-5	B	No commercial use.
Strawberry	0-5	10	15-20	A	Increasing use during transit.
<u>Nuts & dried fruits:</u>					
	0-25	0-1	0-100	A	Effective insect control method.
<u>Subtropical & tropical fruits:</u>					
Avocado	5-13	2-5	3-10	B	Limited commercial use.
Banana	12-15	2-5	2-5	A	Some commercial use.
Grapefruit	10-15	3-10	5-10	C	No commercial use.
Lemon	10-15	5	0-5	B	No commercial use.
Lime	10-15	5	0-10	B	No commercial use.
Olive	8-12	2-5	5-10	C	No commercial use.
Orange	5-10	10	5	C	No commercial use.
Mango	10-15	5	5	C	No commercial use.
Papaya	10-15	5	10	C	No commercial use.
Pineapple	10-15	5	10	C	No commercial use

¹ Usual and/or recommended range. A relative humidity of 85-95% is recommended.

² Best CA combination may vary among varieties and according to storage temperature and duration.

³ A = excellent, B = good, C = fair, D = slight or none.

⁴ Comments about use refer to domestic marketing only; many of these commodities are shipped under MA for export marketing.

Table 26. Summary of recommended CA or MA conditions during transport and/or temporary storage of selected vegetables

Commodity	Temp. range (°C) ¹	CA ²		Potential for benefit ³	Remarks ⁴
		% O ₂	% CO ₂		
Artichokes	0-5	2-3	3-5	B	No commercial use
Asparagus	0-5	air	5-10	B	Limited commercial use
Beans, snap	5-10	2-3	5-10	C	Potential for use by processors
Beets	0-5	None		D	98-100% rh is best
Broccoli	0-5	1-2	5-10	B	Limited commercial use
Brussels sprouts	0-5	1-2	5-7	B	No commercial use
Cabbage	0-5	3-5	5-7	B	Some commercial use for long-term storage of certain cultivars
Cantaloupes	5-10	3-5	10-15	B	Limited commercial use
Carrots	0-5	None		D	98-100% rh is best
Cauliflower	0-5	2-5	2-5	C	No commercial use
Celery	0-5	2-4	0	C	Limited commercial use in mixed loads with lettuce
Corn, sweet	0-5	2-4	10-20	B	Limited commercial use
Cucumbers	8-12	3-5	0	C	No commercial use
Honey dews	10-12	3-5	0	C	No commercial use
Leeks	0-5	1-2	3-5	B	No commercial use
Lettuce	0-5	2-5	0	B	Some commercial use with 2-3% CO ₂ added
Mushrooms	0-5	air	10-15	C	Limited commercial use
Okra	8-12	3-5	0	C	No commercial use; 5-10% CO ₂ is beneficial at 5-8°C
Onions, dry	0-5	1-2	0	B	No commercial use; 75% rh
Onions, green	0-5	1-2	10-20	C	Limited commercial use
Peppers, bell	8-12	3-5	0	C	Limited commercial use
Peppers, chili	8-12	3-5	0	C	No commercial use; 10-15% CO ₂ is beneficial at 5-8°C
Potatoes	4-12	None		D	No commercial use
Radish	0-5	None		D	98-100% rh is best
Spinach	0-5	air	10-20	C	No commercial use
Tomatoes, mature-green	12-20	3-5	0	B	Limited commercial use
partially-ripe	8-12	3-5	0	B	Limited commercial use

1, 2, 3 & 4 See Table 1 for footnotes. A relative humidity (rh) of 90-95% is recommended unless otherwise indicated under 'Remarks'.

C. ULO (ultra low oxygen storage)

Met de term ULO wordt in Engeland bedoeld het bewaren van fruit bij zeer lage zuurstofspanningen. De zuurstofconcentraties variëren dan van 1 tot 2%. Deze concentraties liggen zeer dicht bij de grens, die fruit kan hebben vóór alcoholische gisting optreedt. In tabel 14 is reeds aangetoond hoe belangrijk een daling van het zuurstofgehalte beneden 3-4% nog kan zijn voor kwaliteitsbehoud. Aangegeven werd reeds een nadeel namelijk grotere kansen op het optreden van vruchtvleesbruin.

Een ander nadeel is, dat de smaak van appels minder kan zijn (tabel 27).

Tabel 27. Invloed van de zuurstofconcentratie op smaakkenmerken* van Cox's Orange Pippin appels

kenmerk	zuurstofconcentratie			
	1,0%	1,25%	1,50%	2,0%
sappigheid	3,03	2,53	2,23	2,43
knapperigheid	3,15	2,28	2,05	1,95
zuurheid	2,65	1,90	1,63	1,93
zoetheid	2,35	2,78	3,00	2,90
aromatisch	2,07	2,39	2,52	2,87

De waardering op basis van de eerste vier kenmerken neemt dus toe als de zuurstofconcentratie van 2% naar 1% wordt verlaagd.

Het kenmerk "aromatisch" loopt echter terug. Vanwege o.a. dit effect ook vastgesteld bij Cox O.P. en Schone van Boskoop appels, in Nederland, wordt deze superlage concentratie niet aanbevolen.

Naast appels blijken ook peren zuurstofconcentraties tot 1% goed te verdragen. Verder zijn er ook publikaties over pruimen, Chinese kool en broccoli. Steeds blijkt dat 1% zuurstof goed wordt verdragen. Bij broccoli is zelfs verlaging tot $\frac{1}{2}$ % mogelijk.

D. Rapid CA

Met technische hulpmiddelen kan zeer snel de gewenste CA-combinatie worden gerealiseerd. Gebruik wordt gemaakt van branders, die zuurstofrijke lucht veranderen in zuurstofarme lucht.

De lucht uit de bewaar ruimte wordt door de brander geleid en weer teruggebracht in de cel.

Het resultaat is dat in bv. 1 dag de 3-4% zuurstof kan worden gerealiseerd. Dit is met gebruikmaking van eigen ademhaling mogelijk in 7-10 dagen op

zijn minst. Het produkt in Rapid CA is dus veel sneller onder CA-condities en de voordelen daarvan t.o.v. "langzame CA" zijn aantoonbaar (tabel 28).

Tabel 28. Invloed van de snelheid van zuurstofverlaging op kwaliteitskenmerken bij Golden Delicious appels

CA-bewaring	hardheid (KG)	zuur (mg)	kleur (0-10)
snel*	6,90	327	3,28
langzaam**	6,04	276	3,29
lucht	5,19	163	4,53

* N₂ spoeling

** ademhaling

Met een snelle realisering van de CA-omstandigheden wordt een beter behoud van stevigheid, zuurgehalte en kleur teweeggebracht.

Het tot standbrengen van "rapid-CA" kan ook gebeuren door de ruimte met stikstof te spoelen. De zuurstof wordt op deze manier verdrongen.

E. Coating

Na de oogst kunnen produkten in een bad worden gedompeld, waarin middelen zijn opgelost, die a.h.w. een extra huid om het produkt leggen. Bij appels en bananen is dit wel gerealiseerd. Dit extra huidje belemmert de gasuitwisseling van intercellulaire holten naar de omgeving. Dit leidt tot een verhoging van CO₂-spanning in de vrucht en kan positief uitwerken op kwaliteitsbehoud.

Het voordeel van een dergelijke coating is voorts, dat het produkt minder vocht verliest. In de praktijk werd gezocht naar combinaties van middelen die een coating realiseerden en rotontwikkeling tegengingen. Mengsels van de "coatingstof" + schimmelbestrijders zijn getest. De weerstand tegen behandelingen na de oogst is echter toegenomen. Mogelijk is dit een belangrijke reden van tot dusverre vastlopen van deze in principe elegante techniek.

Een voorbeeld was de combinatie van lecithine (een aminozuur) + pimaricine (een antibioticum).

F. Onderdruk

In begin jaren 70 is er in de V.S. een bewaarmethode ontwikkeld, die in grote lijnen op dezelfde principes berust als de geschrubde CA-bewaring. De

lage zuurstofpercentages worden gerealiseerd met onderdruk tot $1/3-1/10$ atmosfeer. Op $1/5$ atmosfeer is sprake van 4% zuurstof.

De aanvankelijk zeer optimistische geluiden over dit systeem zijn wat zwaker geworden. Mogelijk is, dat de techniek hier wat beperkingen oplegde en dat bovendien effecten op de produkten wat overschat zijn. In ieder geval is toepassing van lage druk bewaring een technisch gecompliceerd gebeuren, dat verder nogal kostbaar is.

4.3.6. Relatieve vochtigheid

Naast het beheersen van de temperatuur en de luchtsamenstelling als middelen tegen kwaliteitsachteruitgang kennen we ook de beheersing van de relatieve vochtigheid in een ruimte.

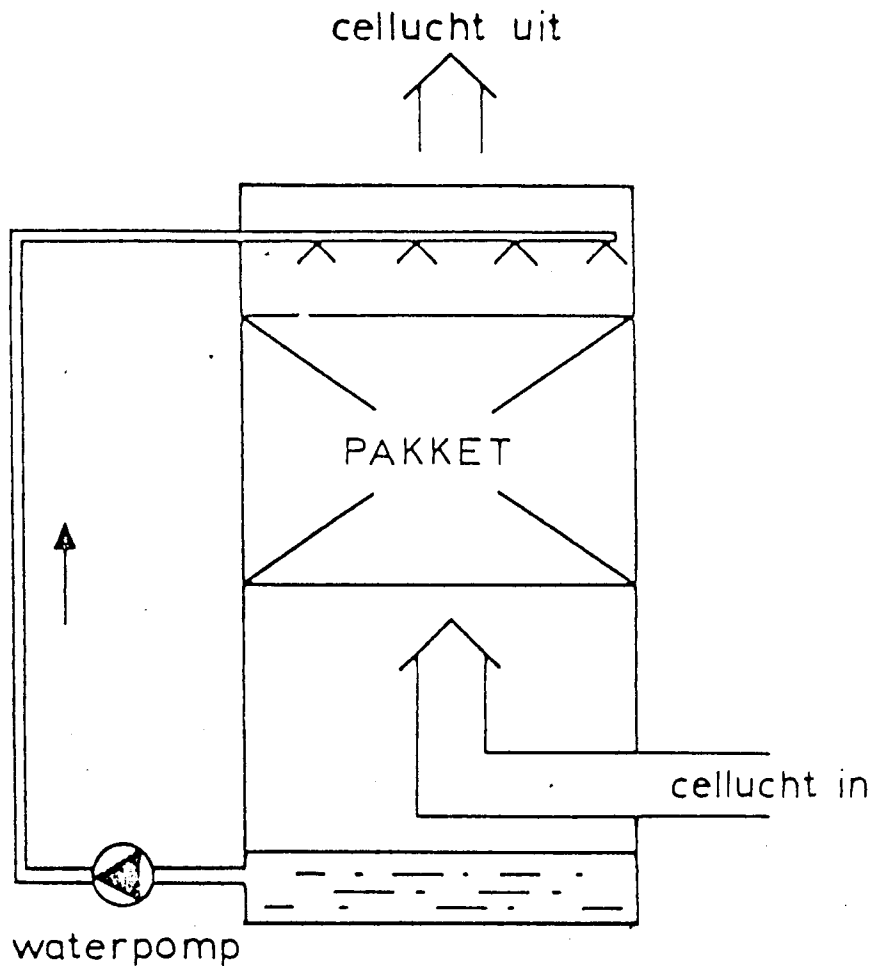
In de meeste gekoelde ruimten wordt de daar heersende r.v. volledig bepaald door het produkt, dat er in wordt bewaard. De r.v. is in de regel hoog namelijk hoger dan 90% en dat is noodzakelijk om te grote vochtverliezen uit het produkt te voorkomen. Waar blijft dit vocht?

In een gekoelde ruimte bevindt zich een warmtewisselaar (verdamer) waarop de in de cel circulerende lucht wordt afgekoeld. Tijdens het afkoelen treedt condens op die in de vorm van rijp zich vastzet op de verdamperlamellen. Door de verdamper periodiek te ontdooien voorkomt men dat de lucht niet meer de verdamper kan passeren. Door dit vocht op te vangen kan men een goede indruk verkrijgen van de vochtverliezen tijdens bewaring.

De r.v. in een koelcel kan op enkele manieren worden beïnvloed:

- a. Door verdamper te installeren met een klein of groot vermogen. In het laatste geval kan de verdamper met kort op zijn hoge capaciteit te draaien de temperatuur in de ruimte snel verlagen. Het aantal draaiuren wordt dan beperkt met als gevolg minder vochtonttrekking aan de ruimte.
- b. Door het temperatuursverschil over de verdamper klein te houden. De kans op condensatie wordt hierdoor verminderd en de vochtonttrekking zal geringer zijn. Dit principe is gerealiseerd in indirecte koelsystemen. Hierbij wordt de verdamper in een koelvloeistof gehangen. De gekoelde vloeistof stroomt door een "verdamer" die in de bewaarruimte is geïnstalleerd. Het temperatuurverschil over het koelblok is hierdoor kleiner geworden.
- c. Door een manier van koelen te kiezen, die produktonafhankelijk is (fig. 11). Lucht uit de bewaarruimte wordt over een pakket gevoerd. Dat pakket (sterke oppervlaktevergroting) wordt bevochtigd met gekoeld water. De luchtpassage over het pakket heeft dus concentraties voor:

- de temperatuur. De van het produkt meegenomen warmte wordt op het water overgedragen.
- de r.v. De lucht neemt vocht op uit het water.



Principe van natte koeling

De lucht die na passage van het pakket teruggaat naar de bewaarruimte is op ongeveer 99% r.v.

Dit koelsysteem is geïnstalleerd op een aantal groente- en fruitveilingen in Nederland. Hier koelt men de gehele aanvoer met dit systeem.

De gunstige invloed van een verhoging van de r.v. kennen wij uit enkele voorbeelden.

- De gewassen selderij, Chinese kool, spruitkool, wortelen en sluitkool vertonen een grotere houdbaarheid bij hogere r.v. (tabel 29).

Tabel 29. Invloed van de relatieve vochtigheid op de geschatte opslagduur* van enkele groenten

groente	opslagtemp. (°C)	relatieve vochtigheid (%)	opslagduur (weken)
selderij	0-1	90- 95	8-10
	0-1	98-100	10-12
Chinese kool	0-1	90- 95	8-12
	0-1	98-100	10-14
spruitkool	0-1	90- 95	6- 8
	0-1	98-100	10-12
wortelen	0-1	90- 95	15-30
	0-1	98-100	30-40
sluitkool	0-1	90- 95	14-22
	0-1	98-100	18-26

* bij opslagverlies van 20-30%

- Komkommers vertonen LTB in mindere mate en op een later tijdstip (tabel 30).

Tabel 30. Invloed van de relatieve vochtigheid op LTB* bij komkommers

R.V.	opslagduur (dagen)			
	1	2	3	4
90%	0	0	6	29
60-70%	0	7	35	63

* in % vruchten met LTB

4.3.7. Scrubben ethyleen

In principe kan het verwijderen van ethyleen uit bewaarruimten en transportmiddelen gunstig zijn. Ethyleen kan nl. ongewenste schade aan eigen of andere produkten veroorzaken. Het is echter de vraag of het zin heeft ethyleenscrubben in een ruimte, die gevuld is met één bepaalde groente of fruit.

Van groenten weten we dit niet en is het punt van onderzoek. Bij fruit weten we iets meer.

Appelen, die op tijd zijn geplukt kunnen in ethyleen gescrubde ruimten harder blijven en minder inwendige bruinverkleuringen vertonen (tabel 31). Tevens kan scald (= schilbruin) op sommige rassen worden voorkomen.

Tabel 31. Effect of low ethylene CA on condition of apples

Year	Harvest date	Ethylene concentration in CA		
		Low ethylene (<u><1 ppm</u>)	Normal (<u>500 ppm</u>)	Difference
McIntosh flesh firmness - lbs <u>1/</u>				
1977	9/22	15.2	10.8	4.4
1978	9/28	9.1	8.2	0.9
1979	9/18	10.5	8.8	1.7
1981	9/16	15.9	13.9	2.0
1982	9/18	13.5	10.5	3.0
Average		12.8	10.4	2.4
Empire flesh firmness - lbs.				
1980	10/2	15.3	11.5	3.8
1981 ^{2/}	9/29	14.7	12.5	2.2
Average		15.0	12.0	3.0
Empire flesh breakdown - %				
1981 ^{2/}	9/29	0.5	12.6	12.1

^{1/} McIntosh data in this table provided by F. W. Liu.

^{2/} Averages for 5 farms.

Problemen, die zich bij ethyleenscrubben voor doen zijn de volgende:

- de appels moeten zeer vroeg geplukt worden. Als namelijk de autokatalytische ethyleenproduktie op gang is gekomen, heeft voor deze appels het scrubben geen enkele zin meer.
- de variabiliteit van de individuele appels m.b.t. hun climacterium. Als een gering percentage van de appels bij inslag climacterieel is. Kan de door deze vruchten geproduceerde ethyleen gemakkelijk de andere niet-climacteriële vruchten op gang helpen. Als dit gebeurt heeft scrubben geen effect meer.
- Als de vruchten eenmaal zijn geoogst dienen ze zo snel mogelijk te worden afgekoeld en op de gewenste CA-condities te worden gebracht. Voor één of enkele percelen is dit haalbaar. Als de percelen wat uit elkaar liggen of men wil enkele rassen gemengd opslaan wordt het moeilijk.
- Ethyleen scrubben kan plaatsvinden met KMnO_4 -filters. Deze filters werken niet goed meer bij hoge r.v. Hoge r.v. is regel in bewaarruimten. Wordt ethyleen gescrubd d.m.v. de lucht te verhitten in aanwezigheid van een katalysator, dan dient warmteterugwinning te worden toegepast om het energie-

verlies te beperken.

Het onderzoek zal moeten aantonen voor welke doeleinden en bij welke produkten ethyleenscrubben gunstig is.

5. GEMENGDE OPSLAG

Uit praktische overwegingen zal het soms aantrekkelijk zijn verschillende produkten, waarvoor ongeveer dezelfde temperatuur en relatieve vochtigheid wordt aanbevolen, tezamen in een ruimte op te slaan. Bij de handel is hieraan vaak moeilijk te ontkomen en voor kortstondige opslag zijn de bezwaren minder groot dan voor langdurige opslag.

Voor een groot aantal produkten heeft gemengde opslag bij langdurige bewaring bezwaren. De oorzaken hiervan zijn:

- verschil in optimale opslagtemperatuur T
- verschil in optimale relatieve vochtigheid V
- ongewenste smaak- of geuropdracht S
- ontwikkeling van vluchtige rijpingsstoffen R

Met de letters T, V, S en R is in de tabel aangegeven waarom sommige combinaties ongewenst zijn. Daar de smaakbeïnvloeding of de rijpingsstimulerende werking vaak niet wederkerig zijn, werd in de tabel 32 achter het produkt (dus in horizontale richting naar rechts) met 'S' of 'R' vermeld of schade te verwachten is.

Voorbeeld: Groenten, genoemd onder '3' kunnen niet worden opgeslagen bij appels (11). Niet alleen de bewaartemperatuur (T) verschilt, maar ook de smaak- en geuroverdracht (S) op de groenten is een bezwaar, evenals de door appels ontwikkelde rijpingsstoffen (R). Deze versnellen o.a. de geelverkleuring van bladgroenten en bij sluitkool laat het blad los van de stronk.

Vrijwel alle rijpende vruchten geven vluchtige stoffen af, waarvan met name ethyleen een nadelige invloed heeft op andere produkten, t.w.:

- bij kweekmateriaal als enthout, bloembollen en pootaardappelen kunnen de groeipunten worden beschadigd;
- bij groenten veroorzaakt het verkleuringen en loslaten van het blad;
- bij andere vruchten stimuleert het de rijping, waardoor de houdbaarheid vermindert.

Ook zijn er produkten die penetrante geuren ontwikkelen die kunnen overgaan op andere produkten. Citrusvruchten mogen daarom niet bij alle andere produkten in één ruim worden opgeslagen.

Aardappelen kunnen aan fruit een gronderige smaak geven en omgekeerd verliezen aardappels hun bloemigheid door de vluchtige stoffen van het fruit.

Tenslotte kan het ook nodig zijn om bepaalde produkten afzonderlijk op te slaan teneinde tijdens de bewaring specifieke maatregelen te kunnen nemen. Zo worden druiven tijdens de opslag period ontsmet met zwaveldioxyde (SO_2) tegen schimmelvorming. Dit gas veroorzaakt schade aan andere groente- en fruitsoorten.

De handel en speciaal de detailhandel heeft meestal een groot sortiment en kleinere hoeveelheden van elk produkt. Het gaat hier om het aanhouden van een voorraad voor enkele dagen. De meeste produkten worden daarbij voor korte tijd wel tezamen in een ruimte gezet. Men kan dan het beste een temperatuur van 3 tot 6 °C kiezen en een relatieve vochtigheid van ongeveer 90% voor zover dit te handhaven is bij veelvuldig openen van de celdeur. Bij deze temperatuur is de kwaliteitsachteruitgang minder groot.

Bijzonder gevoelig voor ethyleen zijn komkommers en aubergines. Een kort verblijf in een ruimte met rijpe tomaten veroorzaakt soms al een gele verkleuring bij komkommers en loslaten van de kelkjes bij aubergines. Verpakking van de komkommers in zgn. krimpfilm geeft hiertegen een redelijke bescherming. De nadelige gevolgen van gemengde opslag zijn in de regel groter naarmate de omgevingstemperatuur hoger en de bewaarduur langer is, in het bijzonder wat betreft de invloed van ethyleen.

De eerste kolom van de tabel is verdeeld in 17 produkten of groepen van produkten die aan elkaar verwant zijn of onder dezelfde klimaatcondities kunnen worden opgeslagen. Sommige hiervan vragen nadere toelichting, o.a. welke produkten tot bepaalde groepen gerekend worden. De ontbrekende produkten moeten onder andere omstandigheden worden bewaard. De volgende produkten vragen toelichting.

3. Bladgroenten: andijvie, bleekselderij, bladselderij, peterselie, postelein, sla, spinazie en witlof.

Stengelgroenten: asperges en rabarber.

Koolgewassen: bloemkool, broccoli, alle sluitkoolsoorten en spruitkool.

Wortel- en knolgewassen: knolselderij, knolvenkel, koolraap, kroot en peen.

Peulvruchten: kapucijner, erwt, peul en tuinboon.

Deze groenten kunnen zonder bezwaar bij elkaar worden opgeslagen.

4. Bonen: pronkboon, snijboon, spekboon en sperzieboon. Deze boonsoorten kunnen zonder bezwaar bij elkaar worden opgeslagen.

11. Appel: hieronder worden alle appelrassen gerekend, die echter niet onder dezelfde omstandigheden kunnen worden opgeslagen.
12. Zacht fruit en steenvuchten: aardbei, alle bessorten, framboos, kers, perzik en pruim. Deze fruitsoorten kunnen zonder bezwaar bij elkaar worden opgeslagen.
15. Citrusfruit: citroen, grapefruit, mandarijn en sinaasappel.
Deze citrusvruchten worden echter bij uiteenlopende temperaturen opgeslagen.
16. Bloembollen: hyacint, narcis en tulp. Deze bollen worden bij uiteenlopende temperaturen bewaard.
17. Plantmateriaal: van vaste planten, bloem- en siergewassen, enthout en overige stek- en plantmateriaal.

In een beperkt aantal gevallen kan gemengde opslag worden toegepast. In de tabel is aangegeven welke combinaties zijn toegestaan en welke niet.

Tabel 32. Produkten die wel en niet tezamen met andere in één tel kunnen worden opgeslagen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 ¹⁾	14	15	16	17
1. Aardappel, consumptie	X		T	T	T	T	T	T	T	T	VS	TV	T	T	TS	TV	TV
2. Aardappel, poot-		X	T	T	T	T	T	TR	T	T	TR	TV	T	TR	TR	TV	TV
3. Blad-, stengelgroenten, kool-, wortel-, knolgewassen, peulvruchten	T	T	X	T	T	T	T	TR	TV	T	TRS	R (SO ₂)	R	TRS	TV	TV	
4. Bonen, sperzie-, snij-, spek-, pronk-	T	T	T	X	T	T	T	T	TV	T	T	T	T	T	TS	TV	T
5. Komkommer, augurk	T	T	T	T	X	T	T	T	T	T	TR	TR	T	TR	TRS	TV	T
6. Meloen	T	T	T	T	T	X	T	T	TS	TS	T	T	T	T	TS	TV	T
7. Paprika	T	T	T	T	T	T	X	T	TS	TS	T	T	T	T	TS	TV	T
8. Tomaat	T	T	T	T	T	T	T	X	T	T	T	T	T	T	T	TV	TV
9. Ui, sjalot	T	T	V	TV	T	T	T	T	X	V	TV	V	V	V	TV	T	V
10. Prei, bladselderij, peterselie	TV	TV	T	T	T	T	T	T	V	X	T		(SO ₂) ³⁾	T	TV		
11. Appel	VS	VS	T	T	T	TS	T	T	TSV	TS	X	T	T	T	TVS	TV	TV
12. Zachtfruit en steenvruchten	TV	TV	⁴⁾	T	T	T	T	T	SV	S	T	X	V (SO ₂)		T	TV	
13. Druif ¹⁾	TV	TV	V	T	T	T	T	T	V	S	T	V	X	V	TS	TV	V
14. Peer	TS	TS	⁵⁾	T	T	T	T	T	VS	S	T	R	V	X	TS	TV	⁶⁾
15. Citrusfruit	T	T	T	T	T	T	T	T	TVS	TS	TV	T	T	T	X	TV	T
16. Bloembollen	TV	TV	TV	TV	TV	TV	TV	TV	T	TV	TVR	TV	TV	TVR	TVR	X	TV
17. Plantmateriaal	TV	TV	TV	T	T	T	T	TR	V		TR	R	V	R	TR	TV	X

T = verschil in temperatuur, V = verschil in r.v., R = ontwikkeling rijpingsstoffen, S = ongewenste smaak en geuroverdracht

Toelichting bij de tabel

1. Het is in de praktijk gebruikelijk druiven met SO_2 te behandelen, wat door geen ander produkt verdragen wordt.
2. De combinatie tomaat/komkommer heeft geen bezwaren voor de tomaat maar wel voor de komkommer (geelverkleuring door rijpingsstoffen).
3. De combinatie prei/peer heeft geen bezwaren voor de prei, maar wel voor de peer (smaakbederf).
4. De combinatie zachtfruit/bladgroenten heeft geen bezwaren voor het zachtfruit maar voor de groenten (rijpingsstoffen).
5. De combinatie peer/bladgroenten heeft geen bezwaren voor de peer maar wel voor de groenten (rijpingsstoffen).
6. De combinatie peer/plantmateriaal heeft geen bezwaren voor de peer maar wel voor het plantmateriaal (rijpingsstoffen).

6. VOORBEWERKEN EN KLEINVERPAKKEN

6.1. Voorbewerken

Het voorbewerkte produkt speelt een belangrijke rol in het assortiment van de detailhandelaar. Voorbewerking geschiedt met het doel het verse produkt in een zodanige positie te brengen, dat de huisvrouw er niets of zo weinig mogelijk aan behoeft te doen. De groenten (voorbewerkt fruit bestaat eigenlijk niet) moeten zogenaamd "panklaar" worden verkocht.

Om die panklare situatie te bereiken, moeten een aantal bewerkingen worden gedaan:

- A. Schonen. Dit kan worden d.m.v. schrappen (bv. aardappelen en wortelen) of door schillen. Schrappen gebeurt in een draaiende trommel, waarvan de wanden en bodem met carborundum zijn bekleed. Voor schillen worden trommels gebruikt, waarin messenschijven zijn gemonteerd.
- B. Versnijden. Dit kan op verschillende manieren namelijk:
 - in plakjes of reepjes: andijvie, prei, ui en kool;
 - in blokjes of stiften; winterwortel en koolraap;
 - in zeer kleine reepjes: bv. salades;
 - in zeer kleine stukjes d.m.v. hakselen (cutteren): boerenkool en soepgroenten.
- C. Wassen. Vooral bij gesneden panklare groenten is wassen noodzakelijk om zand- en grondresten te verwijderen. Het mag echter steeds kort duren i.v.m. verlies aan voedingsstoffen, die uitlogen. Dit laatste geldt in mindere mate voor produkten, die ook in consumenten-eenheden worden aangeboden echter in onversneden toestand bv. radijs, waspeen.
- D. Centrifugeren. Dit is noodzakelijk om het aanhangende water uit het voorbewerkte produkt te verwijderen. Bij een te nat produkt is kwaliteitsverlies een gevaar. Centrifugeren is vooral noodzakelijk bij die produkten, die veel water kunnen vasthouden na het wassen bv. gesneden bladgroenten. De hoeveelheid vastgehouden water kan tot 50% van het gewicht van het produkt bedragen!!
- E. Verpakken. Na het centrifugeren wordt (eventueel na uitstalling in bv. een koeltoonbank) het produkt verpakt. Dit gebeurt erg vaak in plastic zakken bv. andijvie.

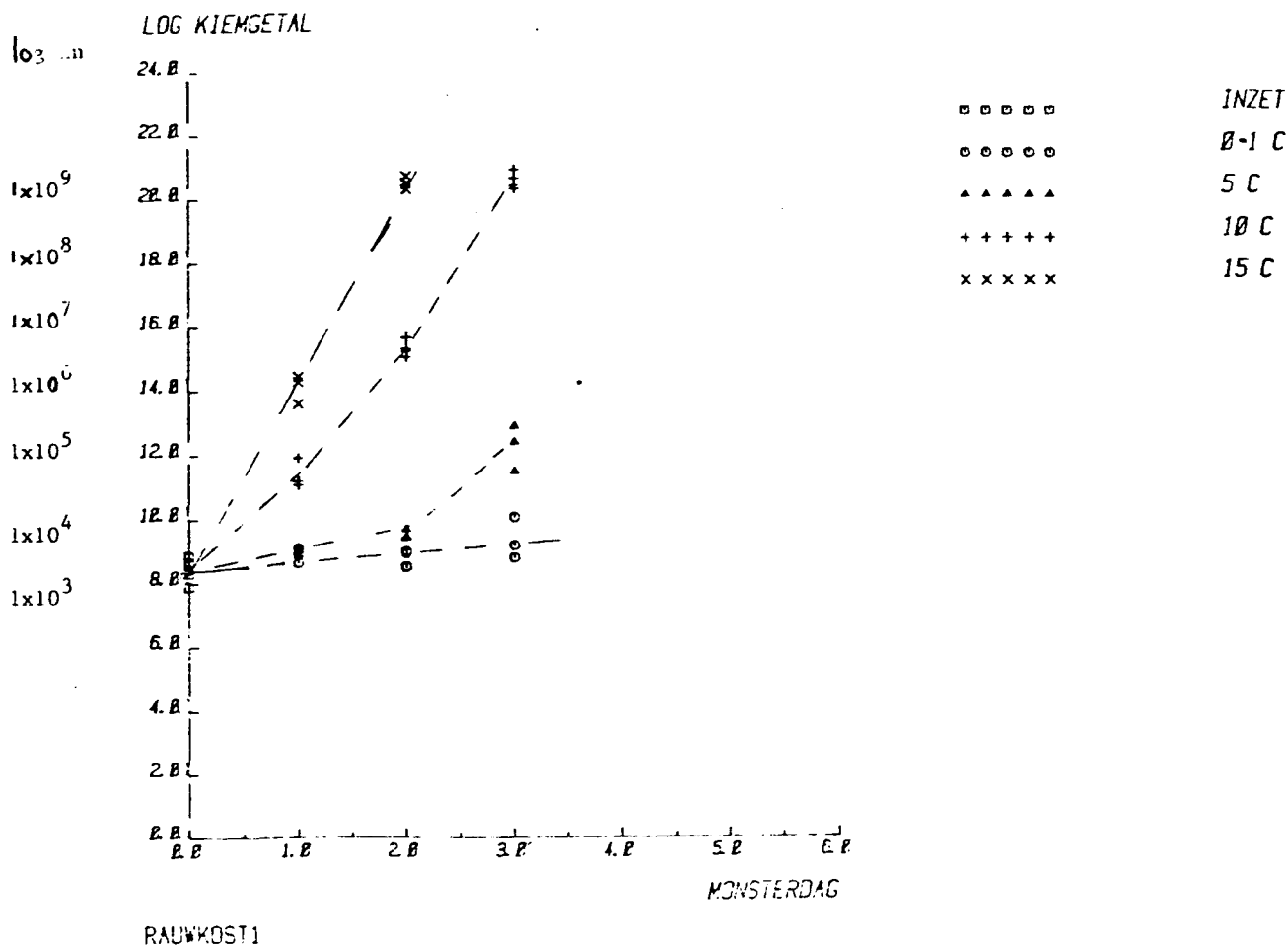
6.2. Kwaliteitsbehoud voorbewerkt produkt

Op een zeer ingrijpende manier is tijdens het voorbewerken het produkt bescha-

digd. De kansen op bederf door de vele open wonden is sterk toegenomen.

Speciaal voor de zogenaamde rauwkost is dit van belang. Uit een door het Sprenger Instituut uitgevoerd onderzoek kwam als conclusie naar voren, dat de houdbaarheid van een rauwkostmengsel uiterst beperkt is op basis van geur, kleur, smet/rot en algemene kwaliteit.

Het kiemgetal bleek sterk toe te nemen bij 10°C of 15°C (figuur 12).



Figuur 12. Verloop van het totaal kiemgetal van rauwkostsalade "komkommer Hawaii" bij verschillende bewaartemperaturen in de tijd

Verder is door de beschadigingen de ademhalingsintensiteit sterk gestegen.

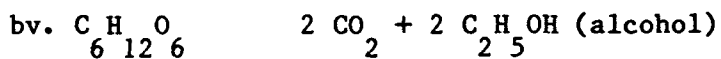
Deze produkten zijn dan ook zeer kort houdbaar. Het is noodzakelijk ze zo snel mogelijk te koelen en gekoeld uit te stallen ten behoeven van het kwaliteitsbehoud. Ongekoeld is voorbereikt produkt slechts één dag geschikt voor ver-

koop.

Verder kan door de keuze van goede machines, scherpe messen en regelmatig grondig schonen van de machines en door doelmatige verpakkingen bijgedragen worden aan het kwaliteitsbehoud.

Tenslotte dient de opslagduur van voorbereikt produkt altijd zeer beperkt te zijn.

N.B. Er wordt naar analogie van vlees wel gedacht aan de mogelijkheden van vacuumverpakking. Het moet uit eerder betoog duidelijk zijn, dat gesneden groenten in vacuumverpakking snel tot gisting overgaan:



De zuurstof is vrijwel direct beperkend na dit verpakken. Het gevolg is dat de zakjes worden opgeblazen door het bij gisting vrijkomende koolzuurgas.

6.3. Kleinverpakken

Als produkten in consumenteneenheden worden aangeboden, spreken we van "kleinverpakking". Dit heeft plaats met groenten en fruit en geschiedt in allerlei materialen:

- A. Kunststoffolies: zakken, draagtassen, wikkels rek- en krimpfolieverpakkingen.
- B. Papieren zakken.
- C. Kunststof netten.
- D. Doosjes, bakjes en schaaltes van karton, papierpulp of kunststof en hengselmandjes van kunststof en karton.

De keuze van het type verpakking hangt uiteraard samen met de vorm van het produkt en zijn specifieke eigenschappen als bv. vochtafgifte e.d.

Zo is bv. gewenst verpakte champignons met een wikkel te beschermen. De champignons drogen anders te snel uit. Appelen kunnen in een papieren zak of plastic draagtas worden aangeboden. Prei stelt weer geheel andere eisen door zijn vorm (bijlage 13).

N.B. Geïnteresseerden in kleinverpakking moge ik verwijzen naar een uitstekend boekje over dit onderwerp getiteld: "Gids voor de Kleinverpakking van Groenten en Fruit". In dat boekje zijn alle onderwerpen uitgebreid behandeld; per produkt zijn tevens problemen en mogelijkheden aangevuld. Tevens wil ik ook het boekje "Bewaring van Groente" in Uw aandacht aanbevelen. Alle in deze syllabus behandelde stof is in dat werkje aanwezig.

Verantwoording

Bij de samenstelling van deze syllabus is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- "Koelen en Bewaren van Fruit".

Uitgave van de Nederlandse Fruittelers Organisatie.

- "Bewaring van Groente".

Uitgave van het Sprenger Instituut; mededeling no. 37. Verkrijgbaar bij het Sprenger Instituut voor f 12,50 door storting op giro 875467 onder vermelding "mededeling 37".

- "Gids voor de Kleinverpakking van Groente en Fruit".

Uitgave van het Sprenger Instituut; mededeling no. 26. Verkrijgbaar bij het Sprenger Instituut voor f 11,50 door storting op giro 875467 onder vermelding "mededeling 26".

- "Post Harvest Technology Short Course".

University of California, Davis.

- Publikaties in de Vakbladen "Groenten en Fruit", "de Fruitteelt".

- "Produktgegevens Groente en Fruit".

Uitgave van het Sprenger Instituut; mededeling no. 30.