

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

*(Publikatie uitsluitend met
toestemming van de directeur)*

RAPPORT NO. 2170

H.A.M. Boerrigter

HET VOORKOELEN VAN SNIJBLOEMEN IN
"AQUA-PACK" DOZEN

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut
Project no. 10.0004

INHOUD

1. Inleiding
2. Proefopzet
3. Resultaten
 - 3.1. Koeltunnelproeven met aqua-pack dozen
 - 3.1.1. Dimensionering van de koeltunnel
 - 3.2. Vacuümkoelproeven met aqua-pack dozen
 - 3.2.1. Dimensionering van de vacuümkoeler
4. Discussie
5. Conclusies
6. Literatuur

BIJLAGEN

1. Inleiding

Snijbloemen die verpakt zijn in zgn. aqua-pack dozen, (kartonnen dozen met daarin een emmer met water waarop bloemen worden geplaatst) zijn vooral bij warm weer geneigd snel uit te bloeien.

Speciaal bij lange transporten kan het gebeuren dat het produkt in een te rijp stadium door de exporteur wordt afgeleverd.

Desondanks blijkt deze verpakkingsvorm aantrekkelijk voor bepaalde afnemers.

Om nu genoemde snelle uitbloei af te remmen is door de fa. v. Staveren aan het Sprenger Instituut gevraagd welke de voorkoelmogelijkheden zijn met deze bijzondere verpakking.

Om een enigszins gefundeerd advies hierover te kunnen geven was het noodzakelijk om enkele afkoelproeven met deze verpakking uit te voeren. In dit rapport worden de resultaten van die afkoelproeven vermeld.

2. Proefopzet

Door de veelheid in afmetingen van de dozen lijkt toepassing van een geforceerd luchtsysteem (pers- of zuigwand) nauwelijks mogelijk.

Voor zo'n systeem moeten openingen in de dozen worden aangebracht, die als luchtkanalen dienen. Omdat deze aqua-pack dozen in verband worden gestapeld op de palleten ook de hoogte per pallet niet gelijk is, is doorstroming van lucht niet mogelijk. Daarom zijn in eerste instantie de mogelijkheden onderzocht die een voorkoeltunnel biedt.

Figuur 1 geeft schematisch het principe van de voorkoeltunnel weer.

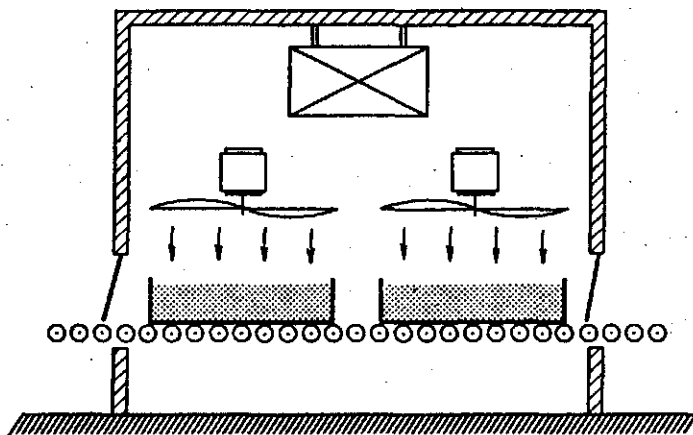


Fig. 1. Koeltunnel met rollenbaan (jetkoeling)

Met ventilatoren wordt gericht een koude luchtstroom in geopende dozen geblazen waardoor de bloemen afkoelen.

In deze proef zijn enkele omstandigheden gevarieerd, te weten:

Proef 1: Afkoeling in koeltunnel met lucht van 2°C ; 1 liter water van 18°C vooraf toegevoegd.

Proef 2: Afkoeleffect van 1 liter koud water (1°C) in de emmer; gesloten doos; omgevingstemperatuur van 16°C .

Proef 3: Afkoelen gedurende bepaalde tijd in koeltunnel; 1 liter water (1°C) toevoegen; doos sluiten; omgevingstemperatuur van 2°C handhaven.

Proef 4: Afkoelen in koeltunnel waarbij vooraf 1 liter water (1°C) wordt toegevoegd.

Proef 5: Afkoelen in koelcel (gesloten doos).

Proef 6: Opwarm snelheid van de gesloten verpakking bij 16°C .

In een tweede proevenserie met een ander produkt zijn de dozen met bloemen vlak onder een plafondventilator geplaatst.

De zeer krachtige luchtstroom werd gericht in de dozen geblazen; in de dozen van de 1^e proevenserie was deze luchtbeweging beduidend zwakker.

Er zijn geen verdere experimenten met reeds genoemde variabele mogelijkheden verricht, maar bekeken is in hoeverre vacuümkoeling een alternatieve voorkeelmethode is ingeval deze verpakking voor bloemen gebruikt wordt.

Tot nog toe is geen onderzoek verricht met bloemen die op water zijn geplaatst en vervolgens d.m.v. vacuümkoeling worden afgekoeld.

Om deze reden zijn in de vacuümketel van het Sprenger Instituut enkele afkoelproeven uitgevoerd.

Figuur 2 geeft schematisch weer hoe een vacuümkoelproces wordt uitgevoerd.

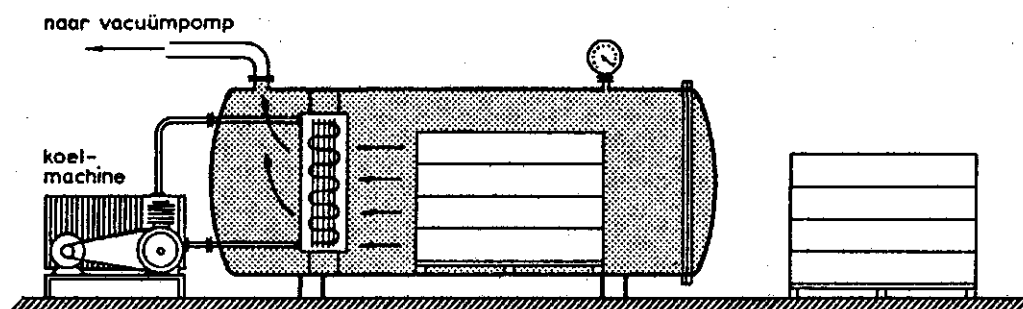


Fig. 2. Vacuümkoeling

Door middel van een vacuümpomp wordt de lucht uit de ketel weggepompt. In de ketel wordt een verdamper geplaatst waarop het verdampte vocht uit het produkt in de vorm van ijs neerslaat. Het plaatsen van een verdamper is o.a. positief voor het rendement van de vacuümpomp en daarom van invloed op de afkoeltijd. De verdamping van vocht is bij lage druk erg hoog (kookpuntsverlaging). Voor verdamping is warmte nodig. Deze warmte wordt aan de bloem zelf onttrokken, die daardoor afkoelt. Om deze reden is de grootte van de lading niet van invloed op de afkoeltijd. Afhankelijk van de vacuümpompcapaciteit kan de afkoeltijd zeer kort blijven (bij normale capaciteit ca. 10 min.). Als vuistregel wordt gehanteerd dat per 6°C temperatuurdaling het vochtverlies 1% bedraagt. Het gedrag van het produkt tijdens het vacuümkoelproces is in deze proef geobserveerd, omdat niet voorspeld kon worden wat het effect zou zijn van een relatief grote hoeveelheid vrij water in de vacuümketel zoals dat bij deze verpakking het geval is.

3. Resultaten

3.1. Koeltunnelproeven met aqua-pack dozen

De proeven 1 t/m 6 leveren een groot aantal afkoelkrommes op, nl. per proef per thermokoppel 1 kromme.

Als gevolg van het feit, dat de luchttemperatuur en de produkttemperatuur steeds anders zijn, is het noodzakelijk om de verschillende afkoelproeven met elkaar te kunnen vergelijken. Daarbij wordt het begrip halfkoeltijd gehanteerd.

De halfkoeltijd is de tijd die in de afkoelgrafiek kan worden afgelezen als de helft van het temperatuursverschil tussen produkt en koellucht doorlopen is.

Zie onderstaande figuur.

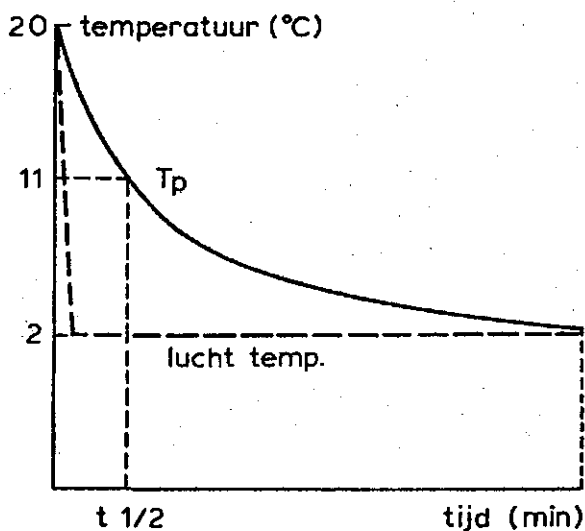


Fig. 3. Exponentieel koelproces

De totale afkoeltijd is ongeveer 4 à 5 maal de halfkoeltijd ($t_{1/2}$), bij exponentie-
 tiele koeling en bij geforceerd exponentieele koeling 1,5 à 2 maal de halfkoeltijd.
 In tabel 1 staan de halfkoeltijden weergegeven die m.b.v. het computerprogramma
 U.P.P. voor de diverse afkoelproeven berekend zijn. (lit. 1)

Tabel 1. Halfkoeltijd (min.) van Van Staveren exportdozen.

Doos 1 - 3 : Aqua-pack dozen

Doos 4 en 5: Platte dozen (droog)

		<u>Proef 1</u>	<u>Proef 3</u>	<u>Proef 4</u>	<u>Proef 5</u>	<u>Proef 6</u>
DOOS 1 (M50):						
	boven	11,8	93,8	31,4	131,4	157,2
15 bos gemengd	midden	58,8	148,8	102,2	295,2	292,2
	water	99,6	40,8	166,0	171,6	294,0
DOOS 2 (M60):						
	boven	11,8	21,2	12,8	92,4	73,2
15 bos gemengd	midden	50,6	108,6	19,4	193,2	201,0
	water	51,2	27,4	177,4	181,2	336,6
DOOS 3 (M70):						
	boven	19,4	29,2	59,4	270,0	141,6
20 bos trosanjers	midden	18,4	39,0	58,0	357,6	277,8
	water	28,6	19,6	146,2	177,6	403,8

		<u>koeltunnel</u>	<u>koelcel</u>
DOOS 4: afm. ca. 100 x 40 x 10 cm			
10 cm produkt gehoed	voor	19,2	160,2
bolbloemen	achter	16,2	156,0
DOOS 5: afm. ca. 100 x 40 x 15 cm			
	voor	38,2	242,4
15 cm gehoesde tulpen	achter	55,2	786,6

Proef 2 is in deze tabel niet opgenomen omdat het produkt niet afkoelde. De
 produkttemperatuur bleef constant ca. 14°C bij een omgevingstemperatuur van
 16°C, terwijl de watertemperatuur in de tijd opliep van 1°C aan het begin van de

proef totdat de produkttemperatuur na ca. 3 uur bereikt werd.

Gegeven de eis, dat de produkttemperatuur ook bij zeer warm weer lager dan 10°C moet zijn is het mogelijk om in 1,5 à 2 maal de halfkoeltijd deze temperatuur te bereiken door geforceerd exponentieel te koelen.

Dit betekent dat de temperatuur in de koeltunnel op ca. 2°C gehandhaafd moet worden en dat er voldoende koelcapaciteit beschikbaar moet zijn om aan deze eis te kunnen voldoen.

Uit tabel 1 volgt dat de temperatuurspreiding in de dozen erg groot is en o.m. afhankelijk is van de inhoud en de afmetingen van de doos.

De grote spreiding van de halfkoeltijden van het water in de emmers wordt veroorzaakt door het feit, dat de watertemperatuur in proef 3 en 4 lager is dan die van de koellucht. Het water wordt opgewarmd.

Uit de 1^e proevenserie blijkt, dat de werkwijze waarbij vooraf koud water wordt toegevoegd en daarna afkoelen in de koeltunnel volgt, de meest praktische handwijze is. Hierbij ontstaat een geringere temperatuurspreiding in de verpakking dan bij proef 1 het geval is. Dat de afkoeling minder snel verloopt t.o.v. proef 1 wordt veroorzaakt door het feit dat de knopontwikkeling na 3 keer afkoelen en opwarmen al in een ver stadium is.

Proef 1 is herhaald met verse bloemen en een grotere gerichte luchtstroom; ook zijn er 20 bossen bloemen in de emmer geplaatst tegenover 15 bossen in de eerste proef.

In tabel 2 staan de resultaten van deze afkoelproef uitgedrukt in halfkoeltijden. Ook de opwarmsnelheid is vermeld.

Tabel 2. Halfkoeltijden van Van Staveren exportdozen.

Afkoelen in koeltunnel
onder plafondventilator

Proef A

DOOS 1: 20 bos rozen à 5 stuks

afm. 66 x 25 x 28

T1 = rozeknop op 55 cm hoogte

$t_{\frac{1}{2}}$ = 6,6 min.

T2 = tussen stengels op 20 cm hoogte

$t_{\frac{1}{2}}$ = 35,2 min.

T3 = in het water

$t_{\frac{1}{2}}$ = 114,3 min.

DOOS 2: 20 bos st. anjers à 5 stuks

afm. 62 x 32 x 32

T4 = in anjerknop op 50 cm hoogte

$t_{\frac{1}{2}}$ = 9,2 min.

T5 = tussen stengels op 25 cm hoogte

$t_{\frac{1}{2}}$ = 35,3 min.

T6 = in het water

$t_{\frac{1}{2}}$ = 71,0 min.

DOOS 3: 10 bos freesia's

10 bos gemengd (1 iris, 2 gerbera, 1 chrysaant)

T7 = in gerberaknop op 50 cm hoogte

$t_{\frac{1}{2}}$ = 13,7 min.

T8 = tussen blad en stengels op 25 cm

$t_{\frac{1}{2}}$ = 35,5 min.

T9 = in het water

$t_{\frac{1}{2}}$ = 68,3 min.

Proef B

Opwarmsnelheid: T1 = 18,2°C

T1 = 80,7 min. T4 = 92,4 min. T7 = 56,7 min.

T2 = 114,6 min. T5 = 114 min. T8 = 123,3 min.

T3 = 263,4 min. T6 = 249 min. T9 = 210,9 min.

De aangegeven tijd is de "halfopwarmtijd".

D.w.z. dat de produkttemperatuur na 4 à 5 keer deze tijd de omgevingstemperatuur heeft aangenomen.

Uit tabel 2 blijkt dat de temperatuurspreiding ondanks veel hogere luchtsnelheid nog zeer groot is: bloemknoppen ca. 10 min., stelen ca. 35 min.

Na deze proef is een typisch schadebeeld op de bloemblaadjes van de rozen te constateren, nl. zeer fijne blauwpaarse lijntjes, die kris kras door het rose van de sonia bloem lopen.

De zeer krachtige luchtwerkingen hebben kennelijk een mechanische beschadiging van de bloemblaadjes veroorzaakt.

Dat de rozen al in een vrij rijp stadium waren (openstaande bloemen) is waarschijnlijk mede van invloed geweest op dit verschijnsel.

3.1.1. Dimensionering van de koeltunnel

De lengte van de koeltunnel is afhankelijk van de halfkoeltijd, de beschikbare koeltijd, de af te koelen hoeveelheid, de afmetingen van de dozen, de gewenste eindtemperatuur en de bandsnelheid.

In de situatie bij Van Staveren gaan we uit van de volgende veronderstellingen:

Gemiddelde halfkoeltijd: 30 min.

Produkthoeveelheid : 270 st. aqua-pack dozen (15 pallets)
750 st. platte dozen (15 pallets)

Beschikbare koeltijd : 5 uur (10.00 uur tot 15.00 uur)

Temperatuurtraject : 20-8°C

Breedte rollenbaan : 1 m, zodat platte dozen overdwars door de koeltunnel getransporteerd kunnen worden

Aantal dozen per maat : geschat de volgende aantallen per maat

d.w.z. 5 pallets afm. 40 x 40 = 90 stuks

10 pallets afm. 30 x 30 = 180 stuks

7 pallets afm. 100 x 40 = 350 stuks

8 pallets afm. 100 x 20 = 400 stuks

Berekening koeltunnelafmetingen

Uitgaande van de genoemde gegevens is de berekening als volgt:

platte dozen : 4 stuks nemen een koeltunnellengte van 1,2 m in beslag

aqua-pack dozen: 2 dozen 40 x 40 }
4 dozen 30 x 30 } 0,7 m koeltunnellengte voor aqua-pack dozen

Per uur: $90/5 = 18$ dozen 40×40
 $180/5 = 36$ dozen 30×30
 $350/5 = 70$ dozen 100×40
 $400/5 = 80$ dozen 100×20

Dit vergt een lengte van: aantal dozen/uur $\times \frac{\text{lengte}}{\text{doos}} = \text{lengte/uur}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{a. } (18 + 36) \times \frac{0,7}{6} = 6,3 \text{ m/uur} \\ \text{b. } (70 + 80) \times \frac{1,2}{4} = 45 \text{ m/uur} \end{array} \right\} 51,3 \text{ m/uur}$$

De totale koeltijd is 45 min. ($1,5 \times t_{\frac{1}{2}}$)

$51,3 \times 45/60 = 38,5$ m koeltunnellengte met een verblijftijd van 45 min. in de koeltunnel (1 m bandbreedte).

De bandsnelheid is dan $51,3 \text{ m/h} = 85 \text{ cm/min.}$

Het moge duidelijk zijn dat:

1. Een koeltunnel met een breedte van 1 m en een lengte van ca. 40 m te veel ruimte in beslag neemt bij Van Staveren.
2. Het koelresultaat dan juist aan de gestelde eis (temperatuur lager dan 10°C) voldoet.
3. Dit de minimale lengte is, omdat er van uitgegaan wordt dat alle dozen strak tegen elkaar geschoven worden.
(In de praktijk zullen spleten van enkele cm's onvermijdelijk zijn, hetgeen betekent dat een langere koeltunnel noodzakelijk is).
4. De berekening een gemiddelde koeltunnellengte oplevert omdat er van wordt uitgegaan dat elk uur van dit type doos 1/5 deel wordt aangeleverd. Is dit uitgangspunt onhaalbaar dan zal de koeltunnel een andere dimensionering moeten krijgen.
5. De platte dozen vooral de lengte van de koeltunnel bepalen. Met een pers en/of zuigsysteem (zie bijlage 1) zijn deze dozen veel rationeler voor te koelen dan met een koeltunnel.

Voor de aqua-pack dozen zou dan met een koeltunnel van ca. 70 cm breedte en 15 m lengte kunnen worden volstaan. (Een bocht bij een rollenbaan breedte

van 70 cm is minder problematisch dan bij 1 m baanbreedte).

6. De luchtstroomsterkte niet ongelimiteerd hoog kan worden opgevoerd gezien de geconstateerde beschadiging van de rozen in de 2^e proef.

3.2. Vacuümafkoelproeven met aqua-pack dozen

Met de 3 aqua-pack dozen uit proef 2 zijn vervolgens afkoelproeven uitgevoerd in de vacuümkoeler van het Sprenger Instituut.

De resultaten van deze proeven zijn in tabel 3 weergegeven. De afkoelgrafieken staan in bijlage 1 weergegeven.

Tabel 3. Vacuümkoelen aqua-pack verpakking Van Staveren.

Proef 1

Met water

DOOS 1: 20 bos anjers

massa incl. 1000 cc water:

Voor het koelen: 3650 g

Na het koelen: 3580 g

1000 g

880 g

-

-

2650 g bloemen-
gewicht

2700 g bloemen-
gewicht

Gewichtstoename: $\frac{50}{2650} \times 100\% = 1,9\%$

Koeltijd (geen t $\frac{1}{2}$) = ca. 25 min.

DOOS 2: 20 bos rozen

massa incl. 1000 cc water:

Voor het koelen: 3279 g

Na het koelen: 3210 g

1000 g

890 g

-

-

2650 g bloemen-
gewicht

2700 g bloemen-
gewicht

Gewichtstoename: $\frac{50}{2270} \times 100\% = 2,2\%$

Koeltijd (geen t $\frac{1}{2}$) = ca. 15 min.

DOOS 3: 10 bos freesia

massa incl. 1000 cc water:

10 bos: emengd

Voor het koelen: 3670 g

Na het koelen: 3600 g

1000 g

890 g

-

-

2670 g bloemen-
gewicht

2710 g bloemen-
gewicht

Gewichtstoename: $\frac{40}{2670} \times 100\% = 1,5\%$

Koeltijd ca. 15 min.

Proef 2

Emmer zonder water

DOOS 1 (anjers): Gewichtsverlies: 2605 - 2578 = 27 gr

$$\frac{27}{2605} \times 100\% = 1,0\%$$

DOOS 2 (rozen) : Gewichtsverlies: 2250 - 2200 = 50 gr

$$\frac{50}{2250} \times 100\% = 2,2\%$$

Koeltijd ca. 15 min.

Uit deze proeven blijkt dat vacuümkoeling zeer geschikt is om deze verpakking snel af te koelen zonder enig kwaliteitsverlies (lit. 2).

De gewichtstoename van de bloemen is bepaald positief en ook de afkoeltijd kan zeer kort gehouden worden.

De vacumeertijd is afhankelijk van de gekozen pompcapaciteit, de ketelinhoud, produkttemperatuur en de temperatuur van de waterdampcondensor. Behalve een bepaalde koeltijd is er nog enige tijd nodig om te beluchten en voor het openen en sluiten van de deuren.

Tijdens het beluchten stroomt warme lucht met hoge snelheid en daardoor met veel lawaai weer in de ketel. Door het toepassen van een geluiddemper kan dit worden voorkomen. Om de instromende lucht voor te koelen kan doorstroming door een bak met scherfijs worden toegepast. Een andere methode is via de verdamer in de ketel. Via een verlengde leiding, die langs het oppervlak van deze verdamer gemonteerd wordt, kan de instromende lucht worden voorgekoeld. Het voordeel van vacuümkoelen is dat iedere bloem afzonderlijk wordt afgekoeld ongeacht welke verpakking wordt toegepast; ook het water in de emmers koelt snel af tot ca. 3 à 4°C.

Bij vacuümkoeling treedt wel een bepaalde temperatuurspreiding op. Blad koelt nl. sneller af dan bloemknoppen, terwijl vrij water het snelst afkoelt.

Naar aanleiding van deze afkoelproeven zijn nogmaals met vers gesneden rozen c.v. Sonia enkele vacuümkoelproeven uitgevoerd met bloemen die op water zijn geplaatst om meer inzicht in de techniek te verkrijgen.

Hierbij is het volgende gebleken:

- a. het niveau van het water waarin de bloemen zijn geplaatst is van weinig invloed op de wateropname door de bloem;

b. de wateropname kan tot 10% oplopen.

Welke factor hierbij de belangrijkste is, bijv. vacuümniveau, vacuümtijd of mate van indroging van de bloemen vooraf, is vooralsnog onduidelijk. In afzonderlijke proeven zal dit nog nader worden bekeken.

3.2.1. Dimensionering van de vacuümkoeler

De afkoeling dient te geschieden over een temperatuurtraject van 20°C tot 4°C.

Er wordt een dubbele ketel toegepast d.w.z. één installatie die per charge één ketel vacumeert en afkoelt, en een andere ketel die in de tussentijd gebruiksklaar wordt gemaakt d.w.z. ontlucht, deuren geopend, ontladen, beladen en deuren dichtgedaan. Daarna wordt de installatie gekoppeld aan de andere ketel.

Per charge wordt dus 1 pallet bloemen afgekoeld.

De hoeveelheid produkt per charge is ongeveer:

a. pallet met aqua-pack dozen: 18 dozen van gem. 4 kg = 72 kg incl. water;

b. pallet met platte dozen : 50 dozen van gem. 5 kg = 250 kg.

De geïnstalleerde koelcapaciteit moet in het ongunstigste geval 350 kg bloemen kunnen afkoelen (50 platte dozen op een pallet gevuld met bolbloemen).

In de berekening gaan we dus uit van 350 kg produkt per charge.

$$Q_{pr} = m \times s.w. \times \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

Q_{pr} = koelcapaciteit in kW

m = massa produkt in kg

$s.w.$ = soortelijke warmte van water kJ/kg · K

ΔT = temperatuurtraject in °C

Δt = koeltijd vanaf flash point d.w.z. vanaf het moment dat de produkttemperatuur begint te dalen (10 min. is normaal)

$$Q_{pr} = 350 \times 4,02 \times \frac{16}{10 \times 60} = 37,52 \text{ kW koelcapaciteit}$$

De hoeveelheid produkt per charge is 350 kg.

Vuistregel: 1% vochtverlies per 6°C temperatuurdaling.

Stel 18°C temperatuurdaling ; 3% vochtverlies

3% van 350 kg = 10,5 kg waterdamp

Bij 2°C heeft 1 kg waterdamp een volume van 185 m³

10,5 x 185 = 1943 m³ is het af te zuigen volume waterdamp

Door het plaatsen van waterdampcondensors slaat de waterdamp in de vorm van condens of ijs zeer en hoeft niet te worden weggépómppt door extreem grote vacuüm-pompen.

De waterdampcondensors en de vacuümpompen moeten zodanig gekozen worden dat het produkt in de gestelde tijd kan afkoelen.

4. Discussie

Een koeltunnel van 40 m zal bij Van Staveren op onoverkomenlijke ruimteproblemen stuiten. Het lijkt niet mogelijk om bijv. m.b.v. bochten en hoogteverschillen in de rollenbaan veel ruimte te winnen. Een bijkomend probleem is het feit dat na de koeltunnel, de dozen gesloten moeten worden, vervolgens gepalletiseerd en daarna koud weggezet om opwarming te voorkomen. De koude wegzetruimte betekent nog eens extra vloeroppervlak; reden te meer om een koeltunnel van dergelijke afmetingen af te raden.

Ook de voorkoeleigenschappen van een koeltunnel zijn t.o.v. vacuümkoeling bepaald minder. In de beschikbare tijd wordt een veel lagere temperatuur bereikt met een geringere spreiding in de verpakking.

Bovendien wordt een reeds geheel afgewerkt pallet in zijn totaal afgekoeld zodat de opwarming na het voorcoelen minder snel zal plaatsvinden.

Ook is het wenselijk, ingeval gekozen zou worden voor vacuümkoeling een koude wegzetruimte te plannen. Dit kan een koelcel of -tent zijn of een geïsoleerde container al dan niet voorzien van een koelinstallatie.

In de situatie bij Van Staveren heeft vacuümkoeling nog meer voordelen t.o.v. een koeltunnel te weten:

1. Weinig handling; er kan met volgestapelde pallets gewerkt worden.
2. De huidige verpakkingen kunnen gehandhaafd blijven, behoudens enkele gaten die in de platte dozen gemaakt moeten worden (3%).
3. Een vacuümkoelinstallatie voor 2 pallets met bloemen is van veel geringere afmeting dan een koeltunnel en eenvoudig te plaatsen in de ruimte die nu nog vrij is.
4. Bloemen op water nemen in gewicht toe na vacuümkoeling. Middelen als voorraadvoeding e.d. kunnen op deze wijze extra opgenomen worden.

Er is nog een derde mogelijkheid te bedenken nl. een situatie waarin met 2 verschillende voorkoelsystemen gewerkt wordt.

Als alleen de aqua-pack dozen met een koeltunnel worden afgekoeld kan deze relatief kort blijven (15 m lang, 70 cm breed). Voor de platte dozen kan dan een afzonderlijk doorstroomkoelsysteem gebouwd worden.

Het in verband stapelen van de dozen op de pallet zoals nu gebeurt, is dan niet meer mogelijk.

De dozen moeten aan zo'n systeem worden aangepast nl. voldoende openingen aan de kopse kanten en allemaal dezelfde afmetingen.

Zo'n systeem is voor aqua-pack dozen niet mogelijk, omdat ten eerste gaten in deze dozen de doos te zwak zouden maken en bovendien de veelheid van afmetingen tot 1 maat teruggebracht moet worden, waardoor de verpakking aan aantrekkelijkheid verliest.

5. Conclusies

- Het voorkoelen van bloemen, verpakt in platte en aqua-pack dozen, vergt ingeval van jetkoeling een koeltunnel van grote afmetingen (40 m lengte bij 1 m breedte).
De voorkoeltijd van geopende dozen, waarin met ventilatoren koude lucht geblazen wordt, moet ca. 45 minuten zijn om voldoende afkoeling (tot ca. 8°C) teweeg te brengen.
- Vacuümkoeling is een alternatief voor jetkoeling met een groot aantal voordelen, waarbij vooral de gewichtstoename van bloemen die op water zijn geplaatst als positief gegeven opvalt.
- Met een dubbele vacuümketel (1 sectie vacuümkoelen, terwijl de andere beladen wordt) kunnen 30 pallets in 5 uur gekoeld worden, zelfs tot een produkttemperatuur van 1°C. De vacuümpomp en de waterdampcondensator moeten voldoende capaciteit hebben om 1 charge in 10 min. af te koelen. Iedere verdubbeling van het ketelvolume schept de mogelijkheid een dubbele hoeveelheid af te koelen.
- Zowel bij vacuümkoeling als bij jetkoeling (met koeltunnel) treedt een bepaalde temperatuurspreiding op in de verpakking. Deze spreiding is bij jetkoeling veel groter en kan worden verkleind door vooraf koud water (1°C) in de emmer te doen.

Bij vacuümkoeling wordt het water door het vacuümkoelproces zelf afgekoeld.

- Bij jetkoeling kunnen te felle luchtwervelingen tot beschadiging van roze-bloemblaadjes leiden. Er zijn te weinig proeven uitgevoerd om hierover betrouwbare uitspraken te doen.

Bij vacuümkoeling moet de druk nooit lager dan 6,05 mbar gebracht worden omdat dan bevroezingsgevaar ontstaat.

Water kookt bij 6,05 mbar bij een temperatuur van 0°C.

Voor zeer snelle afkoeling kan een verdere drukverlaging wel toegepast worden, maar dan moet een permanente temperatuurmeting op meerdere plaatsen in het produkt plaatsvinden, waardoor voorkomen wordt dat de temperatuur beneden 0°C komt.

Proef 2 laat de kortst mogelijke afkoeltijd zien, waarbij kans op vorstschade aanwezig is als de druk niet tijdig naar 6 mbar gebracht wordt. Bij 6 mbar kookt water bij 0°C.

- De opwarmsnelheid van losse beproefde dozen is ca. 10 à 12 uur.

De opwarmsnelheid zal trager zijn als de dozen op een pallet gestapeld zijn. Een koude wegzetruimte is dus ingeval van vacuümkoeling minder noodzakelijk dan bij jetkoeling omdat bij jetkoeling de geopende doos eerst gesloten en daarna gepalletiseerd moet worden.

In die situatie kan een veel snellere opwarming verwacht worden, temeer daar de produkttemperatuur minder laag is dan bij vacuümkoeling.

6. Literatuur

Lit. 1: Hilhorst. R.G.

UPP version upp 3, System Wang 2200-T, Sprenger Instituut, Wageningen, 1979.

Lit. 2: Wiersma, O. en W.C. Boer.

Vacuümkoelen van snijbloemen te Aalsmeer, Rapport no. 1728, Sprenger Instituut, Wageningen, 1970.

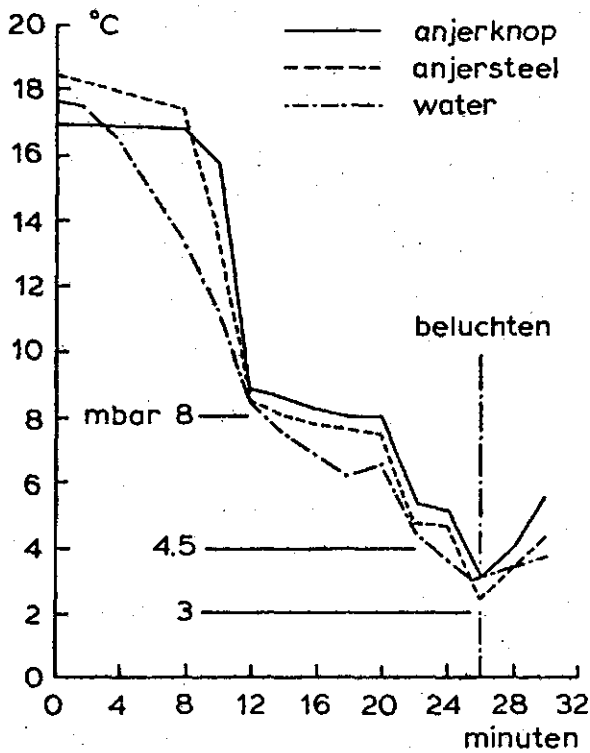
Lit. 3: Wiersma, O. en W.C. Boer.

Vacuümkoelen en transport van snijbloemen; Rapport no. 1808, Sprenger Instituut, Wageningen, 1971.

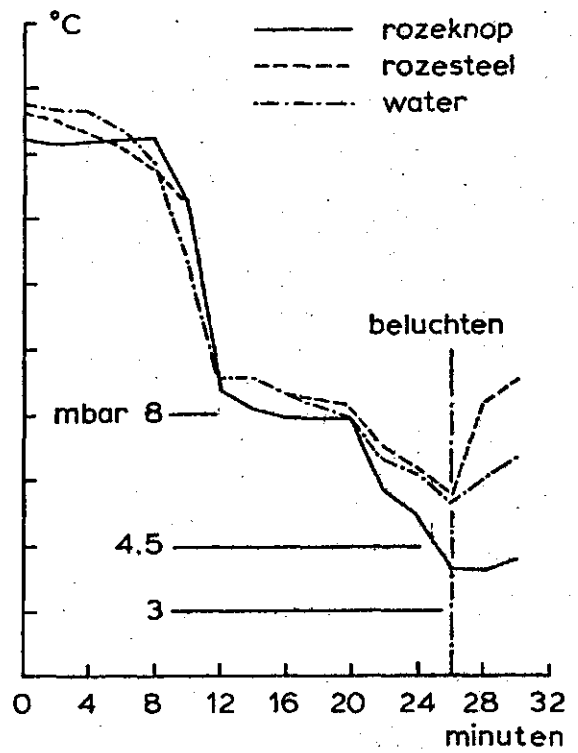
Lit. 4: Weber, L.

Oriënterende proeven betreffende het vacuümkoelen van groente en fruit; Rapport no. 2032, Sprenger Instituut, Wageningen, 1978.

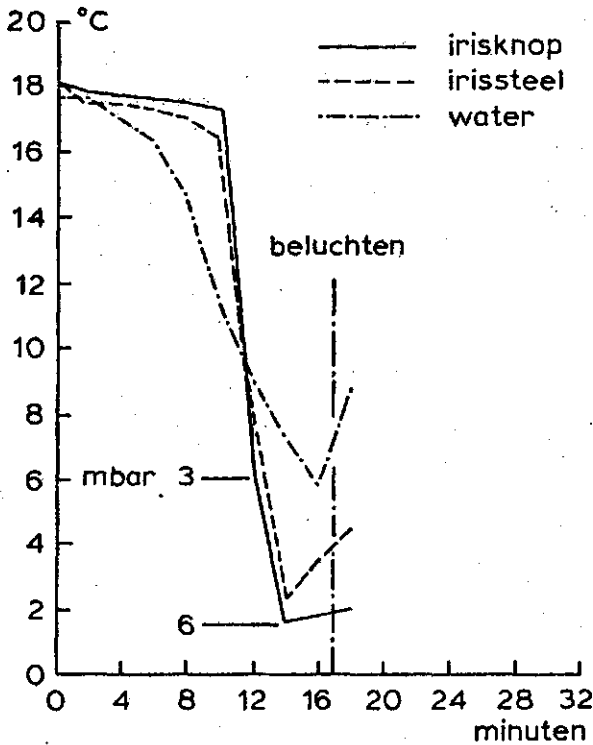
PROEF 1
doos met 20 bos anjers op water



PROEF 1
doos met 20 bos rozen op water



PROEF 2
doos met 20 bos gemengd op water



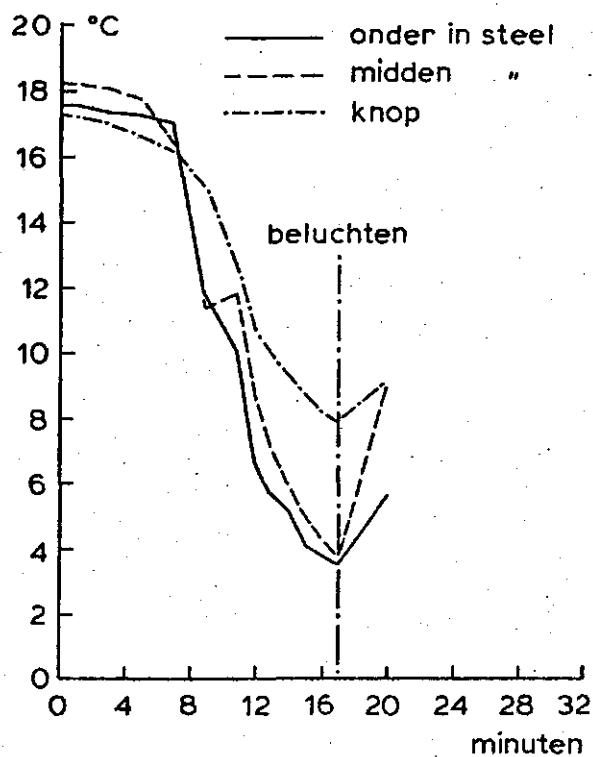
Opmerking:

Proef 1 laat zien dat bij vacuümkoelen elk gewenst temperaturniveau ingesteld kan worden m.b.v. drukregeling.

Proef 2 laat de kortst mogelijke afkoeltijd zien, waarbij kans op vorstschade aanwezig is als de druk niet tijdig naar 6 mbar gebracht wordt. Bij 6 mbar kookt water bij 0°C.

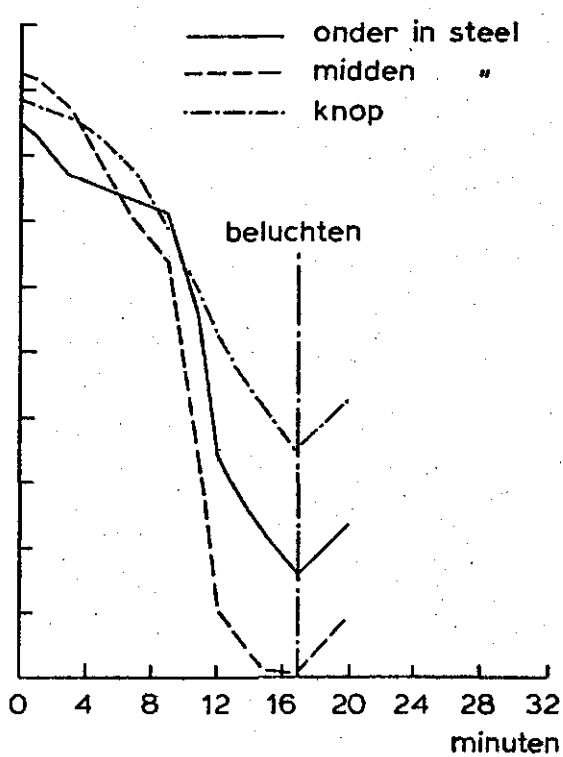
PROEF 3

doos met 20 bos anjers droog



PROEF 3

doos met 20 bos rozen droog



Opmerking:

De opwarming van het produkt door het beluchten is in sommige gevallen hoog.

Door de instromende lucht via een ijsbed of via de waterdampcondensator voor te koelen wordt dit bezwaar opgeheven.

In deze ketel wordt het flash point na ca. 10 min. bereikt.

Voorkoelsystemen voor snijbloemen

H. A. M. Boerrigter
en ing. W. H. Molenaar

Sprenger Instituut Wageningen

In dit artikel wordt een overzicht gegeven van enkele voorkoelsystemen die toegepast kunnen worden bij de exporteur. De wenselijkheid van voorkoelen is in vorige artikelen uitvoerig belicht.

Voorkoelen is nodig om de volgende redenen:

- Het produkt eist een temperatuur van maximaal 10-15 °C om de knopontwikkeling, de warmteproductie en het vochtverlies te beperken.
- De kans op ethyleenschade tijdens transport neemt af bij een lagere temperatuur.
- Afkoeling tijdens het transport is niet mogelijk. In het meest gunstige geval kan hiermede temperatuurstijging voorkomen worden.
- Alleen met behulp van voorkoeling bij de exporteur kan men aan de produkt-eisen voldoen.

Indeling voorkoelsystemen

De voorkoelsystemen kunnen als volgt worden onderscheiden:

1. jetkoeling (koeltunnel)
2. doorstroomkoeling
 - met perswand
 - met zuigwand
 - met combinatie pers/zuigwand
 - door middel van lanskoeling
3. vacuümkoeling
4. ijskoeling

Jetkoeling

Dit is een geforceerde afkoeling door sterke luchtverwelingen die met behulp

van ventilatoren worden verkregen. Dit gebeurt in een afgesloten ruimte, de koeltunnel. De koude lucht wordt in de geopende doos op de verpakte bloemen geblazen.

Het systeem vraagt veel ruimte omdat de dozen laagsgewijs afgekoeld worden. Ook de hoeveelheid produkt moet niet al te groot zijn om een snelle en gelijkmatige afkoeling te verkrijgen. Door het gebruik van lopende banden is het systeem eenvoudig te automatiseren. Het sluiten en omsnoeren van de dozen moet na de afkoeling plaatsvinden, ook dit proces kan geautomatiseerd worden.

De afkoeltijd is lang, ongeveer 1 1/2 uur. Voor kleine hoeveelheden kan dit systeem zonder al te grote bezwaren worden toegepast.

Doorstroomkoeling met perswand

Hierbij wordt door middel van een drukverhoging aan de ene kant van de verpakking koude lucht gedwongen via openingen in de dozen over het produkt te stromen. Terugvoer van de opgewarmde koellucht naar de koeler geschiedt door het systeem in een koelcel of koeltent te plaatsen. Deze koelcel of koeltent kan dan tevens dienst doen als tijdelijke opslagruimte van het voorgedroogde produkt.

Het percentage openingen in de verpakking moet op de aangeblazen wand en de er tegenover liggende wand ca. 5% zijn. Het drukverschil over de verpakking bepaalt de hoeveelheid lucht die door de verpakking stroomt en daarmee tevens de afkoeltijd. Ook het soort bloemen, de inbrengtemperatuur en de verpakkingswijze in de doos hebben een grote invloed op de afkoeltijd. Toepassing van dit systeem vereist een aantal maatregelen zoals: aanpassing van de verpakking, zowel van de omdoos als de kleinverpakking. Na afkoeling moet de luchtstroom afgesloten worden of moeten de dozen weggehaald worden. De aansluiting dozenperswand moet goed zijn om luchtlekkage te voorkomen. De afkoeltijd is ongeveer 1 uur.

Door grote verschillen in afkoeltijd per bloemsoort, bv. anjers snel en irissen langzaam, is een gelijkmatige eindtemperatuur niet te verwachten. Bij het instellen van een gemiddelde afkoeltijd worden sommige soorten onnodig lang

gekoeld, waardoor veel vocht aan de bloem wordt onttrokken. Dit kan worden voorkomen door „natte koelers“ te installeren.

Doorstroomkoeling met zuigwand

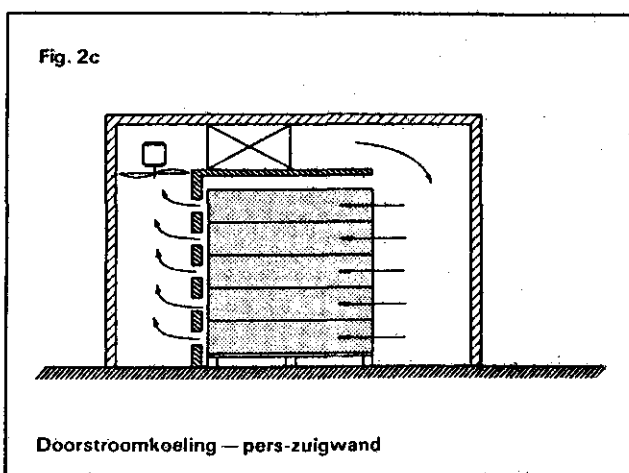
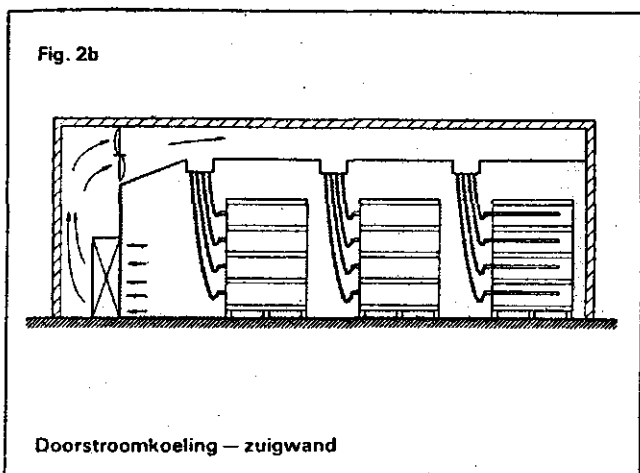
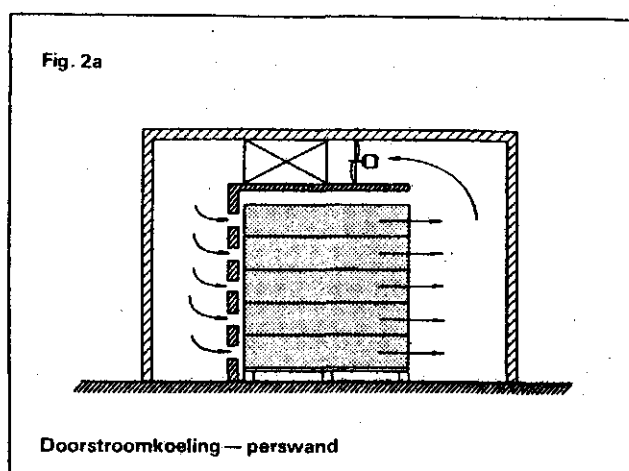
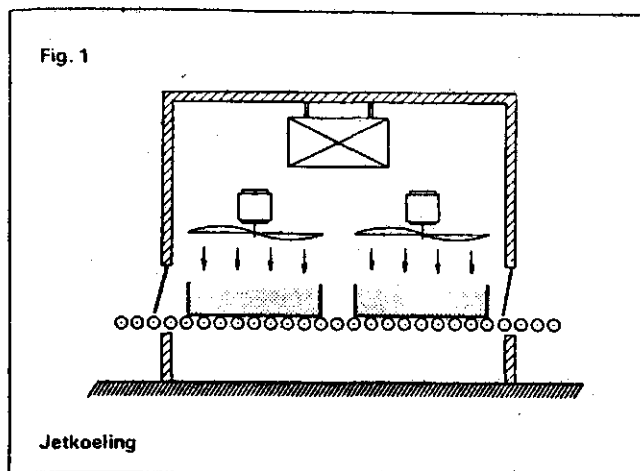
Dit systeem verschilt weinig van het vorige. Het drukverschil wordt hier echter veroorzaakt door een onderdruk. Koude omgevingslucht wordt op deze manier door de dozen over het produkt gezogen naar de koeler, waarna deze weer geconditioneerd (op gewenste temperatuur en vochtigheid) wordt en teruggeblazen in de cel of koeltent.

Een andere uitvoeringsvorm van dit principe is het Amerikaanse Pressure-Cool-systeem. Dit systeem is door Verbeek, Sprenger Instituut, in een vorig artikel uitvoerig beschreven (no. 24 (1979) blz. 62 t/m 65).

Met het systeem met zuigwand kan men elke gewenste hoeveelheid produkt voorkoelen. Door middel van flappen en rol-gordijnen wordt een goede afdichting tussen zuigwand en verpakking verkregen waardoor luchtlekages worden beperkt. Als de voorkoelruimte tevens dienst doet als tijdelijke bewaar ruimte dan wordt het celklimaat niet door het „warm“ ingebrachte produkt beïnvloed. De opgewarmde lucht wordt namelijk eerst via de koeler geleid en daar geconditioneerd voordat ze weer in de ruimte teruggeblazen wordt. Dit is een voordeel ten opzichte van de perswand. De afkoeltijd is ongeveer 1 uur. Ook bij dit systeem moeten de omverpakking en kleinverpakking aangepast worden en dient de luchtstroom afgesloten te worden na afkoeling, evenals bij de perswand. Indien het systeem buiten een cel geplaatst wordt moet men de luchtstroom handhaven om het produkt op temperatuur te houden. De luchthoeveelheid kan dan aanzienlijk verminderd worden. Dit geldt eveneens voor de perswand. Ook vochtonttrekking speelt hier een belangrijke rol.

Doorstroomkoeling met pers- en zuigwand

Deze methode van voorkoelen is een combinatie van beide voorgaande systemen. De dozen worden tussen twee wan-



GLBAAAL OVERZICHT VAN VOORKOELSYSTEMEN EN HUN EIGENSCHAPPEN

Systeem	Gemeten afkoeltijd in de doos van 25 °C tot 8 °C + 2 °C	Handelingen 1)		verpakkings-eisen 2)	Vochtverlies		ruimtebehoefte	automatiseringsproblemen
		rond koeler	totaal		droge koeler	natte koeler		
1e. Jetkoeling (koeltunnel)	90 min.	++	+	+	+/-	+	--	+
2e. Perswand	60 min.	+/-	-	--	-	+	+/-	+
3e. Zuigwand	60 min.	+/-	-	--	-	+/-	+/-	+
4e. Pers-, zuigwand	60 min.	+/-	-	--	-	+	-	+
5e. Lanskoeling	60 min.	--	--	-	-	+	+	-
6e. Vacuumkoeling	20 min.	+/-	--	++	+	n.v.t.	--	-
7e. IJskoeling	3)	n.v.t.	-	+	++	n.v.t.	++	-
- = veel + = weinig								

1) Hiermee wordt bedoeld

- stapelen (op pallets en in verband)
- verplaatsen van de pallets naar tussenopslagruimten
- werken in charges

2) Een bepaald percentage openingen in de verpakking Uniforme doosafmetingen met name lengte en breedte

3) Afkoeling van 25 °C tot 8 °C werd niet bereikt. Na 16 uur was de gemiddelde temperatuur op plm. 12 °C, daarna vond er opwarming plaats.

Voorkoelsystemen voor snijbloemen

den geklemd, een pers- en een zuigwand. Het drukverschil tussen beide wanden veroorzaakt een luchtstroom door de verpakking over het produkt.

Dit systeem is op kleine schaal gebouwd en getest op het Sprenger Instituut. Gebleken is dat tenminste 2 rolcontainers bloemen achter elkaar geplaatst op deze manier afgekoeld kunnen worden.

Door ruimtegebrek in expeditie- of distribueruimten kan het bouwen van permanente voorzieningen zoals vacuümketels en koelcellen een probleem zijn. De verplaatsbare zuig- en perswanden van dit systeem nemen weinig ruimte in beslag, totaal ongeveer de oppervlakte van één rolcontainer.

Vooraf wanneer dit systeem aangesloten is op een centrale koudeluchunit kan het ruimtebeslag tot een minimum beperkt worden. Dit geldt eveneens voor de andere doorstroomsystemen. Centraal kou maken vormt een aanzienlijke besparing op de te installeren koelcapaciteit en op de koelkosten, omdat piekbelastingen kunnen worden voorkomen.

Verbeek (Sprenger Instituut) zal op dit punt nader ingaan in een afzonderlijk artikel.

Verpakkingseisen, vochttekking, wegzetruimte of vermindering van de luchtstroom na afkoeling en ongelijkmatige eindtemperatuur door verschillende produktsoorten zijn bij dit systeem gelijk aan de andere.

Doorstroomkoeling met 'lans'

Dit systeem wordt in Israël toegepast en werkt als volgt.

Tijdens het verpakken wordt op de bloe-

men een dunne buis met gaatjes gelegd („koude lans“). De doos wordt daarna gesloten, waarbij de lans blijft uitsteken. De dozen worden op een pallet geplaatst, bij een centraal koudeluchtkanaal. Dit persluchtkanaal is voorzien van fflenzen waaraan flexibele slangen bevestigd zijn. Deze slangen kunnen met behulp van snelkoppelingen aan de „koude lans“ bevestigd worden. Op deze manier wordt in iedere doos afzonderlijk koude lucht geblazen.

Wanneer de koeler aan het plafond bevestigd is of men is aangesloten op een centraal koude net, dan vraagt dit systeem erg weinig ruimte. De afkoeltijd is ongeveer 1 uur. Door het individueel aansluiten van alle dozen op het „koude net“ vraagt deze methode wat extra handelingen. Een voordeel is dat elke doos kou krijgt ongeacht de stapeling en eventuele verschillen in verpakkingafmetingen.

Ook bij de lanskoeling treedt vochtverlies op en moet men na afkoeling de luchtstroom verminderen of de bloemen in een tijdelijke bewaarruimte plaatsen. In Israël wordt het systeem in koelcellen geplaatst, waar het afgekoelde produkt kan blijven staan. De dozen moeten voorzien zijn van openingen in de kopse kant, voor de „koude lans“, en openingen in de zijwand om de ingeblazen koellucht af te voeren.

Vacuümkoeling

Met dit systeem heeft het Sprenger Instituut veel ervaring opgedaan op de groenteveilingen, waar men bladgroenten, o.a. sla, andijvie en spinazie, voorkoelt. Met snijbloemen zijn ook uitgebreide proeven verricht (Wiersma en Boer, Vakblad v.d. Bloemisterij, 46/1970, blz. 1846, 1847). Zowel technisch als technologisch zijn er geen bezwaren om op deze wijze snijbloemen voor te koelen.

Het systeem bestaat uit een vacuümketel met vacuümpompen en een condensor waarop het verdampende vocht uit het pro-

dukt in de vorm van ijs wordt neergeslagen.

Deze verdamping is bij lage druk erg hoog. Voor verdamping is warmte nodig. Deze warmte wordt aan de snijbloem zelf onttrokken, die daardoor afkoelt. Daarom is de grootte van de lading niet van invloed op de afkoeltijd. De afkoeltijd is erg snel, ongeveer 20 minuten. De produkttemperaturen variëren dan van ongeveer 1-6 °C. Aan de verpakking hoeven geen speciale eisen gesteld te worden. Het vochtverlies bedraagt ongeveer 1 % per 6 graden temperatuurdaling. Het ruimtebeslag kan een beperking voor de toepassing in expeditieruimten vormen. Na afkoeling moet het produkt in een koelcel geplaatst worden of direct in een geïsoleerde vrachtauto om opwarming te voorkomen.

Ijskoeling

Hieronder verstaan wij het afkoelen van snijbloemen door het plaatsen van koel-elementen (eutectische materialen, ijs) in de verpakking tussen de bloemen.

Uit proeven is gebleken dat de afkoeltijd erg lang is, 8-12 uur. Men kan dan nauwelijks meer spreken van een voorkoelsysteem. Wil men op deze manier bloemen afkoelen van 20 tot 5 °C bij een omgevingstemperatuur van 20 °C dan zou aan ijs 25 % van het gewicht aan bloemen meevertakt moeten worden.

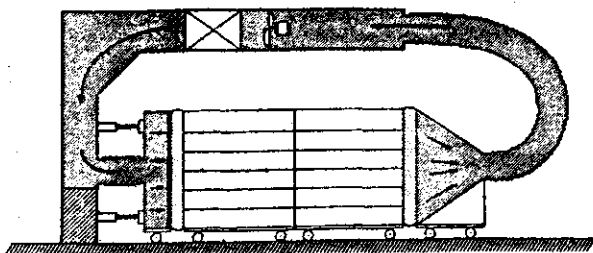
Conclusie

Voor het voorkoelen van bloemen is een aantal meer of minder flexibele systemen voorhanden. Daar het bij sommige systemen gaat om prototypen, valt nog geen kostenvergelijking te maken. Toepassing en keuze zal veelal afhangen van de mate van organisatie bij de exporteur. Tevens vormt het aantal handelingen een beperking bij enkele systemen.

Toepassing zou uit een oogpunt van kwaliteitsbehoud en verkooppolitiek een goede zaak zijn.

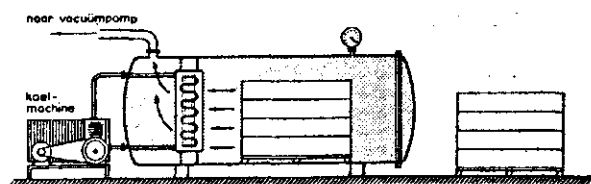
VAKBLAD VOOR DE BLOEMISTERIJ

Fig. 2d



Doorstroomkoeling — lanskoeling

Fig. 3



Vacuümkoeling