

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

RAPPORT NO. 2088

A.C.R. van Schaik, O. Wiersma en  
B.J.L. Veltman

BEWARING VAN UIEN BIJ LAGE EN HOGE RELATIEVE  
LUCHTVOCHTIGHEID 1976/77 EN 1977/78

Witgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut  
Project no. 78

### Inleiding

De bewaring van uien geschiedt voornamelijk in luchtgekoelde bewaarplaatsen; een bescheiden deel wordt in koelhuizen opgeslagen. Voor langdurige opslag tot mei - juni verdient bewaring in koelhuizen de voorkeur, omdat de bewaartemperatuur in de hand kan worden gehouden. De aanbevolen bewaartemperatuur is ca.  $-1^{\circ}\text{C}$  bij een relatieve luchtvochtigheid van 80-85%. Het niveau van deze laatste factor is discutabel.

Een hogere r.v. beperkt het gewichtsverlies maar kan de oorzaak zijn van grotere verliezen aan rot. Een lagere r.v. kan tot de tegenovergestelde situatie leiden. Een ander aspect is, een mogelijk verbod in de toekomst van maleïnehydrazide als antispruitmiddel.

Indien het gebruik van deze stof achterwege blijft, wat is dan de invloed van de r.v. op de spruitvorming en de wortelvorming tijdens de bewaring? Deze vraag heeft ertoe geleid een tweetal bewaarproeven te nemen om tot een sluitend be-  
waaradvies te komen. Door het beschikbaar komen van een aantal koelcellen met een regelbare relatieve luchtvochtigheid kon dit onderzoek gerealiseerd worden. In dit rapport zal de invloed van de r.v. op bewaarkwaliteit van uien worden nagegaan. Tevens zal een analyse worden gegeven van het gewichtsverlies tijdens de bewaring.

### Proefopzet

De twee bewaarproeven werden uitgevoerd in het seizoen 1976-1977 en in 1977-1978. De ingestelde condities waren:

proefjaar	temperatuur	r.v.
1976 - 1977	$-\frac{1}{2} - 0^{\circ}\text{C}$	70 en 92%
1977 - 1978	$-\frac{1}{2} - 0^{\circ}\text{C}$	78 en 92%

De uien die voor deze proeven werden gebruikt waren ongesorteerd en niet bespoten met maleïnehydrazide. Het produkt was verpakt in groentekisten en bewaard in koelcellen met geforceerde luchtbeweging.

### Werkwijze en toelichting

De opslag van de uien vond plaats in houten kisten van  $\pm$  18 kg netto. In het seizoen 1976-1977 werd gebruik gemaakt van twee verschillende typen koelcellen. In de koelcel met de hoge r.v. werden 210 kisten opgeslagen tot een stapelhoogte van 7 kisten. De continue luchtcirculatie werd van onderaf door het produkt geleid. In de koelcel met de lage r.v. werden 192 kisten opgeslagen. De luchtcirculatie vond plaats door van bovenaf lucht uit de conditioneringseenheid tussen rijen kisten te blazen zodanig dat de lucht gedwongen was zijdelings door het produkt te stromen. De proeftechnische nadelen van de verschillende wijze van koeling en luchtcirculatie werden in het seizoen 1977-1978 ondervangen door de proef in dezelfde celtypen te realiseren, gelijk aan de laatstgenoemde. Om het gewichtsverlies vast te stellen, werden 24 nauwkeurig afgewogen proefkisten volgens een bepaald schema over de stapeling verdeeld.

De temperatuur in de stapeling werd nauwkeurig geregistreerd door middel van thermokoppels en een temperatuurschrijver. De lagerelatieve luchtvochtigheid in de cel werd gerealiseerd door de lucht af te koelen, en daarna de lucht weer te verwarmen tot de gewenste temperatuur. De luchtvochtigheid werd gemeten met een nauwkeurig geijkte hygrograaf in de ingaande circulatielucht.

### Inzet en uitslag

In 1976 werd de proef ingezet op 27 september en uitgeslagen op 11 mei 1977. Bewaartijd ruim 7 maanden. In het jaar 1977 vond de inzet plaat op 28 oktober en werd uitgeslagen op 31 mei, dus met een bewaarduur van bijna 7 maanden.

Stapelschema in koelcellen

Koelcel hoge r.v. 1976 - 1977

	A	B	C	D	E
I			X		
II					
III			X		X
IV	X				
V		X			
VI	X				
				koeler	

grondvlak

7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					

doorsnede

Koelcel 1977 - 1978 en lage r.v. 1976 - 1977

	A	B	C	D
I		X		X
II				
III	X		X	
IV				
V		X		X
VI				

grondvlak

	koeler			
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

doorsnede

X = stapel met proefkisten

### Controle bij uitslag

De beoordelingsdata van het produkt waren op respectievelijk 11 mei 1977 en 31 mei 1978, na een bewaring van ongeveer acht maanden. Er werd volstaan met het wegen en beoordelen van alleen de proefkisten.

Per kist werd vastgesteld:

- a. gewichtsverlies
- b. hoeveelheid gaaf
- c. hoeveelheid rot
- d. hoeveelheid zacht
- e. hoeveelheid uitlopers.

Na deze sortering werd van de gave uien nog een gedeelte doorgesneden om de hoeveelheid inwendig afwijkende uien vast te stellen. Ook werden de uien globaal beoordeeld op de wortelvorming. Van de gave uien is nog een gedeelte nabewaard bij 15°C en 80% r.v. om de spruitvorming na te gaan.

### Resultaten

De resultaten van de beoordelingen zijn samengevat in de tabellen 1 tot en met 4.

Tabel 1. Sorteerauskomsten uien 1976-1977 in procenten van het inzetgewicht.  
De waarnemingen zijn weergegeven per laag en per stapel in de cel.

Cel 70% r.v.

locatie proefkist	gewichts- verlies	gaaf	rot	zacht	uitlopers	inwendig bruin
Stapel:						
A III	8,9	71,8	7,2	12,1	0	33,8
B I	9,0	73,2	4,7	13,1	0	48,8
D I	8,6	69,0	5,3	17,1	0	35,0
C III	8,8	76,3	3,6	11,3	0	31,3
B V	8,9	74,6	4,3	12,2	0	46,6
D V	9,0	66,4	7,5	17,1	0	40,0
Laag:						
1	9,3	71,0	4,5	15,2	0	35,8
3	8,5	71,4	6,5	13,6	0	33,3
6	9,2	72,2	5,6	13,0	0	49,5
8	8,5	72,8	5,3	13,4	0	37,5

Cel 92% r.v.

Stapel:						
A IV	5,0	88,4	6,6	- <sup>1</sup>	0	2,5
B V	4,3	88,8	6,9	-	0	15,0
C I	4,7	87,8	7,5	-	0	7,5
A VI	4,3	88,9	6,8	-	0	15,0
E III	4,7	88,1	7,2	-	0	15,0
C III	5,1	86,1	8,8	-	0	10,0
Laag:						
1	4,9	88,4	5,7	-	0	10,0
3	4,9	89,7	5,4	-	0	5,0
5	4,6	84,6	10,8	-	0	16,7
7	4,5	88,3	7,2	-	0	11,7

<sup>1</sup> niet bepaald.

Tabel 2. Sorteerauskomsten uien 1977-1978 in procenten van het inzetgewicht.

De waarnemingen zijn weergegeven per laag er per stapel in de cel.

Cel 78% r.v.

locatie proefkist	gewichts- verlies	gaaf	rot	zacht	uitlopers	inwendig bruin
Stapel:						
A III	8,0	86,6	1,3	3,4	0,2	-
B I	8,2	86,4	0,7	4,7	0,1	
B V	7,0	90,4	0,8	1,5	0,1	
C III	7,5	87,6	1,0	3,3	0,2	
D I	7,9	87,3	1,5	2,9	0,4	
D V	7,5	89,3	0,7	2,3	0,2	
Laag:						
1	8,0	86,8	1,3	3,5	0,2	
3	7,3	88,6	0,7	2,9	0,1	
6	7,6	87,3	0,8	3,7	0,1	
8	7,6	87,4	1,0	3,6	0,3	

Cel 92% r.v.

Stapel:						
A III	3,4	88,9	3,8	2,1	1,4	
B I	3,1	93,0	1,5	2,0	0,5	
B V	3,4	93,0	1,4	1,9	0,7	
C III	3,0	94,0	0,4	1,7	0,4	
D I	3,9	90,4	2,6	1,8	1,1	
Laag:						
1	4,5	91,4	2,0	1,8	1,0	
3	3,0	92,7	1,1	1,8	0,8	
6	2,9	92,0	2,2	1,9	0,8	
8	3,3	91,5	2,1	2,2	0,8	

Tabel 3. Samenvatting sorteeruitkomsten in procenten

Kenmerken	1976 - 1977		1977 - 1978	
	hoge r.v.	lage r.v.	hoge r.v.	lage r.v.
gewichtsverlies	4,7	8,9	3,4	7,7
gaaf	87,8	71,9	91,8	87,6
rot	7,3	5,5	1,9	1,0
zacht <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>	13,8	2,8	3,3
uitlopers	0	0	0,8	0,2
inw. bruin	10,9 <sup>2)</sup>	39,0 <sup>2)</sup>	0	0
wortelvorming	weinig	geen	veel	geen

<sup>1)</sup> niet bepaald.

<sup>2)</sup> uitwendig gave uien.

Tabel 4. Uitloper toets uien 1978 in procenten

controle na ... dagen	<u>lage r.v.</u> uitlopers		<u>hoge r.v.</u> uitlopers	
	per datum	cumulatief	per datum	cumulatief
7 dagen	5,8	5,8	6,7	6,7
14 dagen	16,6	22,4	18,2	24,9
21 dagen	17,0	39,4	19,8	44,7
28 dagen	21,2	60,6	18,2	62,9
35 dagen	17,0	77,6	10,3	73,2
42 dagen	7,1	84,7	9,1	82,3



## Bespreking resultaten

### Invloed stapelmethode op het bewaarklimaat

Om een indicatie te krijgen omtrent klimaatverschillen binnen de koelcel kunnen we het gewichtsverlies als parameter gebruiken. Immers, eventuele verschillen in luchtcirculatie binnen de cel, zijn af te leiden uit de hoeveelheid gewichtsverlies per proefkist, per stapel of per laag. In acht moet worden genomen dat de proef in 1976-1977 uitgevoerd is in twee cellen die verschillend waren, wat koelsysteem en interne luchtcirculatie betreft. Hieruit volgt, dat de beïnvloeding op de diverse proefkisten in de stapeling ook verschillend is geweest. In 1977-1978 is de proef in dezelfde celtypen uitgevoerd, zodat een goede vergelijking tussen de ingestelde r.v. niveaus wel mogelijk was. Indien we tabel 1 en tabel 2 nader analyseren, kunnen we nagaan, dat de verschillen in gewichtsverlies per proefkist, per stapel en per laag niet groot zijn. De grootste spreiding ligt binnen de 1,5%. Daarom mag geconcludeerd worden, dat de luchtcirculatie als gevolg van de stapelmethode redelijk goed is geweest. In het kader van de aangebrachte niveauverschillen in de relatieve luchtvochtigheid is dit een belangrijk gegeven.

### Sorteeruitkomsten

De samengevatte sorteeruitkomsten staan vermeld in tabel 3. In het seizoen 1976-1977 was de bewaarkwaliteit van de uien niet best. Dit blijkt o.a. uit de hoeveelheden inwendig bruin of glazige uien. Ook de hoeveelheid zachte en rotte uien geven een indicatie in die richting. Bij het doorsnijden van de zachte uien waren deze altijd glazig. Een hiaat in de waarnemingen is, dat de hoeveelheid zacht bij de hoge r.v. niet is bepaald.

### Invloed r.v. op de bewaring

- proef 1976-1977.

Zoals reeds vermeld, werd de proef uitgevoerd in twee verschillende celtypen. Een vergelijking tussen de twee verschillende celtypen kan daarom gevaarlijk zijn. Daar de spreiding van de gewichtsverliezen binnen de perken bleef is een vergelijking toch wel verantwoord.

Ten eerste dient opgemerkt te worden dat de kwaliteit van de uien niet best was. Dit blijkt o.a. uit de hoeveelheden zachte en rotte uien, terwijl ook de hoeveelheid inwendig bruine en/of glazige uien onaanvaardbaar hoog was.

Ook liet de hardheid van de uien in beide cellen te wensen over. De hoeveelheid zachte uien bij de hoge r.v., welk object het eerst werd gesorteerd, was erg laag en is zodoende niet gekwantificeerd. Bij de lage r.v. is dit wel gebeurd. Een duidelijk hoofdeffect was het hogere gewichtsverlies bij een lagere r.v. Er was sprake van een verdubbeling ten opzichte van de hoge r.v.

Andere effecten van de lage r.v. zijn: toename van de hoeveelheid zacht, inwendig bruin en een vermindering van de hoeveelheid rot.

Een belangrijk effect van de hoge r.v. is de wortelvorming van de uien tijdens de bewaring, wat bij de lage r.v. niet voorkwam. Bij beide objecten was de spruitvorming nihil.

- Proef 1977-1978.

Doordat de proefomstandigheden in beide cellen hetzelfde waren is een goede vergelijking mogelijk tussen uien bewaard bij 78% r.v. enerzijds en 92% r.v. anderzijds.

Uit tabel 3 kan men concluderen dat de bewaarkwaliteit van de uien beter was dan in 1976-1977 zodat de reproduceerbaarheid van de effecten voor de praktijksituatie ook beter geacht mag worden.

- De invloed van de r.v. op het gewichtsverlies was wederom duidelijk, bij 78% r.v. tweemaal zo hoog als bij 92% r.v. Grote hoeveelheden zacht en rot zijn in deze proef niet opgetreden. Enige invloed van de r.v. op deze kenmerken is nauwelijks waar te nemen. Wel dient opgemerkt te worden dat de uien bij de lage r.v. bewaard, iets minder hard waren dan die bij de hoge r.v.

- Inwendig bruin werd sporadisch waargenomen bij de lage r.v.

- Evenals in de vorige proef is er een aanzienlijke wortelvorming bij 92% r.v. (wortels tot 4 cm lengte). Kwalitatief gezien is dit ontoelaatbaar.

- Het aantal uitlopers tijdens de bewaring was erg gering (< 1%). De invloed van de r.v. was hier te verwaarlozen. De uitloperproef, na de bewaring (tabel 4) laat zien dat ook hier de verschillen tussen de beide bewaarmethoden gering zijn. Wel is het opmerkelijk dat reeds na 14 dagen 20-25% van de uien was uitgelopen. In het afzetkanaal is een periode van 14 dagen goed denkbaar en 20-25% uitlopers zijn dan onaanvaardbaar. Het is jammer dat hier een object met maleïnehydrazide ter vergelijking ontbrak.

### Analyse van het gewichtsverlies van uien tijdens gekoelde bewaring

Het over de cel waargenomen gemiddelde gewichtsverlies van de uien in de bewaarproeven 1976-1977 en 1977-1978 bedroeg resp. 4,7% (hoge r.v.); 8,9% (lage r.v.) en 3,4% (hoge r.v.); 7,7% (lage r.v.). Zie tabel 3.

Bij een belading van de cellen met ca. 3780 kg voor de hoge r.v. bewaring in 1976-1977 en ca. 3456 kg voor de overige proefobjecten betekent dit voor de totale produktlading:

- 1) 1976 - 1977 (ca. 0°C; 92%): 177,7 kg in 232 dagen of 0,203 g/kg produkt·dag
- 1976 - 1977 (ca. 0°C; 70%): 307,6 kg in 232 dagen of 0,384 g/kg produkt·dag
- 1977 - 1978 (ca. 0°C; 92%): 117,5 kg in 212 dagen of 0,160 g/kg produkt·dag
- 1977 - 1978 (ca. 0°C; 78%): 266,1 kg in 212 dagen of 0,363 g/kg produkt·dag

Het gewichtsverlies bestaat voor een deel uit koolstofverlies door de ademhaling en voor een deel uit vochtverlies, door verdamping van water als gevolg van een dampdrukverschil tussen produktoppervlak en koellucht.

Het dampdrukverschil is uiteraard relatief groot in de cellen met een lage r.v. Het vrijkomende water wordt als condens afgevoerd bij de dauwpuntskoeler en hierop is een controle uitgeoefend bij de cellen met een lage r.v. door het condenswater op te vangen.

### Het waargenomen vochtverlies bij de lage r.v.-bewaring

In 1976-1977 is totaal 292,3 kg water afgetapt of 0,365 g/kg produkt·dag

In 1977-1978 is totaal 234,9 kg water afgetapt of 0,321 g/kg produkt·dag

### Berekend koolstofverlies

Voor uien is de zuurstofconsumptie bij de gegeven temperatuur 50 tot 80 l/ton·dag (Produktgegevens; Sprenger Instituut Mededeling no. 30). Via het molvolume, de ademhalingsvergelijking en het moleculgewicht van koolstof volgt hieruit een koolstofverlies van 0,027 tot 0,093 g/kg produkt·dag.

- 1) Afwijkend celtype, stapelpatroon en circulatie. De overige drie cellen zijn in principe identiek qua luchtcirculatie (ca. 1900 m<sup>3</sup>/h) en stapelpatroon.

Berekend en gemeten waterverlies

Berekend waterverlies = totaal gewichtsverlies - koolstofverlies.

	Berekend			gemeten g/kg produkt·dag
	min.	max.	gem.	
1) 1976 - 1977 (92%)	0,160	0,176	0,168	-
1976 - 1977 (70%)	0,341	0,357	0,349	0,365
1977 - 1978 (92%)	0,117	0,133	0,125	-
1977 - 1978 (78%)	0,320	0,336	0,328	0,321

Verwacht mag worden, dat het gemeten waterverlies iets groter is dan het berekende waterverlies. De cel is nl. tijdens de opslagperiode in lichte mate geventileerd, waarbij vocht uit de ventilatielucht gecondenseerd moet zijn op de dauwpuntskoeler. Deze tendens is in 1976-1977 aanwezig. In 1977-1978 niet. Echter in het laatste jaar is een meetfout in de waterhoeveelheid mogelijk als gevolg van het dichtvriezen van een verzakte afvoerpijp van de condensopvangbak van de dauwpuntskoeler.

Deze is tijdens het ontdooien een enkele maal overgelopen, zodat enig condenswater verloren is gegaan.

Het berekende en gemeten waterverlies stemt redelijk overeen. Dit geeft de mogelijkheid een specifieke vochtafgifte voor uien vast te stellen bij een luchtsnelheid  $v \approx 0,03 \text{ à } 0,04 \text{ m/s}$ .

0°C; 70% → vochtdeficit  $\Delta p = 0,3 \times 610,7 \text{ Pa} = 183 \text{ Pa}$ .

$$\dot{m} = \frac{0,349 \times 10^{-3}}{24 \times 3600 \times 183} = \underline{\underline{0,22 \times 10^{-10} \text{ kg/kg} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s}}}$$

0°C; 78% → vochtdeficit  $\Delta p = 0,22 \times 610,7 \text{ Pa} = 134 \text{ Pa}$ .

$$\dot{m} = \frac{0,328 \times 10^{-3}}{24 \times 3600 \times 134} = \underline{\underline{0,28 \times 10^{-10} \text{ kg/kg} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s}}}$$

1) Zie voetnoot blz. 10

0°C; 92% → vochtdeficit  $\Delta p = 0,08 \times 610,7 \text{ Pa} = 49 \text{ Pa}$ .

$$\dot{m} = \frac{0,125 \times 10^{-3}}{24 \times 3600 \times 49} = 0,295 \times 10^{-10} \text{ kg/kg} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s}.$$

De tendens, dat de specifieke vochtafgifte toeneemt met afnemend dampdrukdeficit is bekend.

### Samenvatting en conclusies

In de seizoenen 1976-1977 en 1977-1978 werden bewaarproeven bij hoge en lage r.v. uitgevoerd met uien die niet waren behandeld met maleïnehydrazide. De ingestelde relatieve luchtvochtigheden bedroegen resp. 70 en 78% en 92% bij een bewaartemperatuur van  $-1^{\circ}\text{C}$  en continue luchtcirculatie. Gezien de resultaten van deze proef moet worden geconcludeerd dat geen van beide luchtvochtigheden is aan te bevelen. Bij een lage r.v., te hoge gewichtsverliezen en te veel zachte uien. Een hoge r.v. resulteerde in sterke wortelvorming. De voorkeur zal daarom moeten uitgaan naar een r.v. die daar tussenin ligt omstreeks 80-85%, zoals die voor Nederlandse omstandigheden reeds werd aanbevolen.

Er was geen invloed van de r.v. op spruitvorming tijdens de bewaring en in de nabootsing van de handelskanalen. Bij de nabewaring trad een onaanvaardbare spruitvorming op (20-25% in 14 dagen).

Een vergelijking met antispruitbehandelde uien ontbrak in dit onderzoek.

Het bij de lage r.v. gemeten waterverlies en het waterverlies berekend uit het gewichtsverlies van de uien, kwamen goed met elkaar overeen.

De hieruit berekende specifieke vochtafgifte van uien bij 0°C was

bij 70% r.v.  $0,22 \times 10^{-10} \text{ kg water / (kg produkt} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s)}$

en bij 92% r.v.  $0,295 \times 10^{-10} \text{ kg water / (kg produkt} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s)}$

### Slotopmerkingen

Uien moeten bij een r.v. van 80-85% worden bewaard. Dat is lager dan voor vrijwel alle andere tuinbouwprodukten. Een r.v. van 80-85% kan worden verkregen door bij

het samenstellen van de koelinstallatie een verdamper te nemen die zijn koelvermogen levert bij een  $\Delta T$  van ca. 8 K.  $\Delta T$  is het verschil tussen de verdampertemperatuur bij de koelinstallatie - in - bedrijf en de celtemperatuur.

In vele koelhuizen zijn verdamper geïnstalleerd met een  $\Delta T$  van ca. 7 K. Daarin zal een r.v. van ca. 90% tot stand komen.

Uit praktijkervaringen blijkt echter dat daarin uien met redelijk resultaat kunnen worden bewaard.

#### Erkentelijkheid

Wij spreken onze dank uit aan de firma Gebr. Mol te 's-Gravenpolder, voor het beide jaren beschikbaar stellen van de benodigde uien.

Wageningen, 22 november 1979

AvS/JR/MJ