

Lange bewaring van krotten in een geventileerde kuil en een vergelijking met lange bewaring in een mechanisch gekoelde cel

Long term bulk storage of red beets in forced ventilated clamps in comparison with long term storage in mechanical cooling

ing. M.H. Zwart-Roodzant, PAGV, ing. P.S. Hak, ATO, ir. C.F.J. Kramer, PAGV, ing. J.A. Schoneveld, PAGV en ir. R. Wustman, ATO

Inleiding

In de praktijk worden krotten bewaard in kuilen op het veld en in luchtgekoelde en mechanisch gekoelde bewaarplaatsen. De eerste methode is goedkoop, maar arbeidsintensief en vraagt gedurende de bewaring veel aandacht. De andere methode is vrij duur door gebouw- en installatiekosten.

In seizoen 1978/1979 en 1979/1980 bleek een goedkope bewaring van krotten mogelijk in een door het toenmalige IBVL ontwikkelde kuil. Deze vraagt weinig toezicht. Zonder geforceerde beluchting (ventilatie) waren de krotten goed bewaarbaar van oktober tot eind maart. De afzet loopt echter tot half juni. Uit Engels onderzoek bleek dat krotten zich goed lang laten bewaren door middel van luchtcooling, waarbij het aantal ventilatie-uren beperkt kon worden gehouden door gebruik te maken van een hoge ventilatiecapaciteit. Het idee kwam tot stand om deze kuil te voorzien van een aanvullende, geforceerde beluchting met een hoge capaciteit ($120 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{h}$) om daarmee een langere bewaarperiode mogelijk te maken tegen betrekkelijk geringe kosten.

De vergelijking met de bewaring van krotten in de mechanische koeling vindt plaats, omdat deze methode als een geschikt bewaarstelsel voor de lange termijn bekend staat. Tevens zijn in seizoenen 1986-1987 en 1987/1988 twee roommethoden onderzocht door zowel handmatig als machinaal (aardappelrooier) gerooide monsters bij het bewaaronderzoek te betrekken. Seizoen 1988/1989 zijn vijf rassen onderzocht op hun bewaarbaarheid.

Aan de volgende aspecten werd aandacht besteed:

- temperatuurverloop tijdens de bewaarperiode;
- ventilatie-uren en gewichtsverliezen;
- kwaliteitsverloop van de krotten tijdens de bewaring.

Dit hoofdstuk geeft een korte weergave van de resultaten van deze proeven. Meer gedetailleerde informatie is weergegeven in PAGV-verslag nr. 107.

Methode en middelen

De krotten werden geteeld op praktijkpercelen (zavelgrond) in Wieringermeer (1986/1987), Dirkshorn (1987/1988) en op proefboerderij De Eest in Nagele (1988/1989). Het ras was Dwergina (1986/1987, 1988/1989) of Regala (1987/1988). De beoogde standdichtheid was 90 planten per m^2 . De krotten zijn in mei gezaaid en in oktober/november gerooid met een aangepaste aardappelrooier. Na het rooien zijn de krotten over de ontgronder gegaan en vervolgens aan de kuil gestort. De krotten zijn bewaard in een kuil met een additioneel geforceerde beluchting met een capaciteit van $120 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{uur}$ waarbij de lucht van boven naar beneden door de stapel werd gezogen (zuigsysteem). Een tekening van de opbouw van de kuil staat in figuur 29.

Tijdens het composteren van het loof werd de temperatuur enkele weken op circa 12°C gehouden. Daarna werd de temperatuur op 6°C gebracht en daar zo dicht mogelijk bij gehouden. Hierbij werden de krotten tevens verder gedroogd. Bij het ventileren is gebruik gemaakt van koude dagen en/of nachten. In de eerste twee experimenten is een minimum- en maximumthermostaat gebruikt. Tijdens het laatste seizoen was de ventilatie geheel geautomatiseerd, werkend op het differentieverschil tussen produkt- en buitenluchttemperatuur (differentiegebied $0,2-1,5^\circ\text{C}$). Als de temperatuur in het centrum van de kuil tot circa 5°C was gedaald, werd de ventilatie gestopt. Deze instelling voorkomt het aanzuigen van vrieslucht in de kuil. Tijdens de vorst werd de topontluchting en

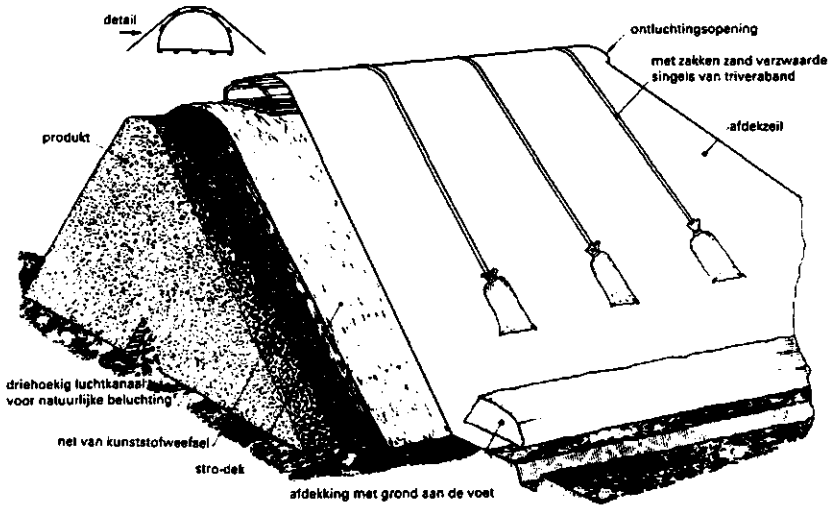


Fig. 29. Opbouw van een kuil voor knol-, bol-, en wortelgewassen.
Fig. 29. Construction of a clamp for tuberous plants and root crops.

het ventilatiekanaal afgesloten.

Bij de mechanische koeling (ruimtekoeling) heeft de bewaring in seizoen 1986/87 plaatsgevonden in vier m³-kisten ingehuld in geperforeerd folie.

Seizoen 1987/1988 en 1988/1989 heeft de bewaring plaatsgevonden in een mechanisch gekoelde cel van 2 m bij 3 m met geforceerde koeling. De krotten zijn 3 m hoog gestort. De temperatuur werd gehouden op circa 5°C. De relatieve luchtvochtigheid was hoog (>90%).

Het bewaarresultaat werd onder andere bepaald door netmonsters met krotten systematisch in de kuil en in de cel te plaatsen. Deze netmonsters waren gevuld met 7 à 8 kg krotten en werden vóór en na de bewaring gewogen en beoordeeld. Tevens werden op verschillende plaatsen in de kuil thermokoppels geplaatst om de temperatuur te registreren.

In seizoen 1986/1987 werd het produkt bewaard van 22 november tot 10 juni, in 1987/1988 van 6 november tot 2 mei en in seizoen 1988/1989 van 20 oktober tot 17 mei.

Resultaten

Technische resultaten

Zeer lage temperaturen kwamen voor in winterseizoen 1986/1987 (laagste gemiddelde etmaaltemperatuur -13°C). Seizoen 1987/1988 en 1988/1989 had

een relatief warme winter (laagste gemiddelde etmaaltemperatuur respectievelijk -2 en -1°C).

Ondanks de wisselende buitentemperatuur is er via natuurlijke beluchting en additioneel geforceerde (zuig)ventilatie een vlak temperatuurverloop in de kuil gerealiseerd. De gemiddelde bewaar temperatuur lag tussen de 5°C en 7°C. De onderlinge temperatuurverschillen binnen de kuil waren gering. Het aantal ventilatie-uren in de kuil was in het begin van de bewaarperiode vrij hoog, omdat dan de temperatuur teruggebracht moest worden van circa 12°C naar 5°C. In de wintermaanden was het aantal draai-uren laag vanwege de lage buitenluchttemperatuur. In het voorjaar nam het aantal ventilatie-uren fors toe. Er werd zoveel mogelijk gebruik gemaakt van natuurlijke trek om het aantal ventilatie-uren te beperken. In seizoen 1988/1989 is duidelijk meer geventileerd dan in de twee voorafgaande seizoenen. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door de relatief warme winter en een laag gekozen differentiepunt.

Gewichtsverlies en kwaliteit

De gewichtsverliezen waren laag: gemiddeld in de kuil 3,6%. In de kuil was gemiddeld minder zwart en iets meer kurk dan in de mechanische koeling. Dit resulteerde in een hoger percentage gaaf in de kuil. De verschillen waren echter niet significant.

De kwaliteit van de rode bieten na de bewaring was nagenoeg gelijk aan die bij inbreng: een harde, stevi-

Tabel 166. Het aantal ventilatie-uren per maand tijdens de lange bewaring van krotten in een kuil met geforceerde beluchtingsventilatie.

Table 166. The number of ventilation hours per month during the long term storage of red beets in a forced ventilated clamp.

maand	jaar			gemiddeld
	1986/1987	1987/1988	1988/1989	
oktober	-	-	63,5*	21,2*
november	0,0*	38,4*	64,2	34,2*
december	24,0	21,2	83,6	42,9
januari	3,8	38,9	63,0	31,9
februari	6,1	18,7	59,5	28,1
maart	13,5	20,1	70,3	34,6
april	40,8	53,7	70,0	54,8
mei	49,5	-	49,9*	49,7*
juni	27,1*	-	-	9,0*
totaal	164,7	181,0	524,0	289,9

*niet gedurende gehele maand

Tabel 167. Samenvattende resultaten van drie proeven betreffende de lange bewaring van krotten in een kuil met geforceerde beluchting en een mechanisch gekoelde cel (1986/1987, 1987-1988, 188/1989).

Table 167. Results of three trials concerning the long term storage of red beets in a forced ventilated clamp and in mechanical cooling (1986/1987, 1987/1988, 1988/1989).

methode	jaar	% gewichts- verlies	percentage op basis van aantallen		
			gaaf	zwart	verkurkt
kuil	1986/87	4,4	66,1	17,5	16,5
	1987/88	2,9	71,5	15,7	12,7
	1988/89	3,6	75,7	12,1	12,3
	gemiddeld	3,6	71,2	15,1	13,9
cel	1986/87	2,6	60,0	20,7	18,8
	1987/88	-0,2	70,6	24,2	5,2
	1988/89	4,6	66,2	21,01	2,8
	gemiddeld	2,3	65,6	22,0	12,3
totaal gemiddeld		3,0	68,4	18,5	13,1
LSD ($\alpha = 0,05$)		5,2 n.s.	11,9 n.s.	7,9 n.s.	12,9 n.s.

ge rode biet met een goede, inwendige kleur, goed gecomponeerd loof, iets uitgelopen blad, een bijna niet uitgedroogde knol, nauwelijks rot, geen vorstschade (alleen seizoen 1986/1987 iets) en goed kookbaar. Het zwart was tijdens de bewaring niet toegenomen.

De rooimethode (handmatig of machinaal met aardappelrooier) had in de proef van seizoen 1986/1987 en 1987/1988 geen invloed op de kwaliteit van de krotten na de bewaring. In seizoen 1988/1989 gaven de rassen Boltardy en Bokores de beste bewaarresultaten.

Economische aspecten van bewaring van krotten

In tabel 168 zijn de bewaarkosten van krotten bij de verschillende bewaarmethoden vermeld.

Uit deze tabel blijkt dat de begrote kosten voor de zogenaamde smalle kuil (zonder ventilatie) het laagst zijn.

De geforceerd geventileerde kuil kost ruim 1 cent per kg meer. Bewaring in de schuur is het duurst. Luchtgekoelde bewaring in de schuur komt ongeveer 4 cent per kg hoger uit dan de bewaring in de smalle kuil; de mechanische koeling komt 8 cent hoger uit. Dit geldt bij een volledige toerekening van de vaste kosten van de benodigde bewaarvoorziening en een bewaarduur van 200 dagen. Bij de arbeid zijn alleen de verschillen in arbeid tussen de methoden toegerekend. De eventuele verschillen in bewaarverliezen zijn buiten beschouwing gelaten.

Discussie

In Engeland (Davies et al., 1976; Tucker et al., 1977) had men goede ervaringen met de bewaring van de krotten in een geventileerde kuil tot juni. In Nederland bleken zowel seizoenen 1986/1987 met een ongekend strenge winter als seizoenen 1987/1988 en 1988/1989 met een vrij warme winter de krotten zeer goed bewaarbaar te zijn in de kuil met geforceerde beluchting.

Tabel 168. Bewaarkosten krotten (exclusief bewaarverliezen en met toerekening van alleen de verschillen in arbeidsbehoefte) bij verschillende bewaarmethoden van krotten in centen per kg ingebracht produkt, uitgaande van een bewaarduur van 200 dagen.

Table 168. Estimated costs (excluding storage losses) of several storage methods for red beets stored from October/November till May/June in guilders per 100 kg product.

bewaarmethode	smalle kuil	geforceerde geventileerde	schuur	
			lucht- koeling	mechanische koeling
kostenposten				
stro	0,4	0,2	-	-
overige afdekmat.	0,2	0,2	-	-
vaste kosten:				
- gebouw	-	-	3,0	3,0
- ventilatie intr.	-	1,6	2,0	2,0
- koelinstallatie	-	0,1	0,3	2,7
extra arbeid	0,6	0,2	0,0	0,0
totaal	1,2	2,3	5,3	9,1

De kwaliteit van de krotten na bewaring in deze kuil was goed: een harde, stevige kroot met een goede inwendige kleur, goed gecomposteerd loof, iets uitgelopen blad, een weinig uitgedroogde knol, nauwelijks rot, geen vorstschade (behalve seizoenen 1986/1987 iets vorstschade) en goed kookbaar.

Tijdens het bewaren in de kuil bleek dat de temperatuur alle seizoenen redelijk constant op 5 à 7°C te houden was en dat daarvoor een acceptabel aantal ventilatie-uren nodig was. Ook bleek de kuil goed bestand tegen zowel warme als koude winters. Vanaf half april werd het instandhouden van de nagestreefde bewaartemperatuur moeilijker, omdat de buitenluchttemperatuur overdag flink opliep en ook de nachttemperatuur hoger werd.

Conclusie

- De krotten waren alle seizoenen in de kuil met additioneel geforceerde zuigbeluchting goed te bewaren gedurende zes à zeven maanden.
- De temperatuurbewaking met natuurlijke trek was voldoende. In het begin en het eind van de bewaring werd veel geforceerd geventileerd.
- Het gemiddelde massaverlies was slechts 3,6%.
- Zwart nam tijdens de bewaring niet toe.
- In totaliteit was het bewaarresultaat van de kuil vergelijkbaar met dat van de mechanische koeling. In de kuil waren de krotten echter iets meer

verkurkt, maar hadden minder zwart dan die in de koelcel. De verschillen waren niet significant.

• Machinaal rooien met de aangepaste aardappel-rooier en handrooien maakte geen verschil (1986-1987, 1987/1988).

• De rassen Boltardy en Bikores waren het beste te bewaren.

Samenvatting

Kroten zijn goed bewaarbaar in een kuil met geforceerde beluchting (ventilatie) gedurende zes à zeven maanden. De temperatuur is goed in de hand te houden met betrekkelijk weinig ventilatie-uren (gemiddeld circa 1,5 uur per dag). De ventilatie kan automatisch geregeld worden. De kwaliteit van de kroten na de bewaring was goed. Het bewaarresultaat van de kuil is vergelijkbaar met die van de mechanische koeling. De kuil is echter veel goedkoper. De rooi-methode (handmatig of machinaal) had in deze proef (1986/1987, 1987/1988) geen effect op de kwaliteit van de kroten na de bewaring. Tevens zijn in seizoen 1988/1989 vijf rassen vergeleken op hun bewaarbaarheid. Boltardy en Bikores scoorden relatief het best.

Literatuur

Davies, A.C.W., P. Oswin, P.P. Rutherford, W.G. Tucker en K. Phelps, 1976. Investigations on the long term storage of red beet. *Expl. Hort.* 28: p. 15-30.

Hak, P.S., 1983a. Principe van kuilbewaring. *Bedrijfsontwikkeling* 14 (10): p. 795-798.

Hak, P.S., 1983b. Kuilbewaring van fabriksaardappelen, suikerbieten, rode bieten, schorseneren en winterpeen. *Bedrijfsontwikkeling* 14 (10): p. 799-801.

Roodzant, M.H., P.S. Hak, J.A. Schoneveld en R. Wustman, 1987. Onderzoek naar de lange bewaring van rode bieten in een geventileerde kuil en een vergelijking met lange bewaring in kisten in een mechanisch gekoelde cel; 1986-1987. PAGV Interne mededeling nr. 511/IBVL rapport nr. 663.

Tucker, W.G., C.M. Ward en A.C.W. Davies, 1977. An assessment of the long term storage methods for beetroot. *Vegetable Storage, Acta Horticulturae* 62: p. 169-179.

Tucker, W.G., R.L.K. Drew, C.M. Ward en P.P. Rutherford, 1980. The effects of lifting date and storage temperature on the keeping quality of beetroots. *Journal of Horticultural Science* 55 (4): p. 409-414.

Zwart-Roodzant, M.H., P.S. Hak, J.A. Schoneveld en R. Wustman, 1988. Onderzoek naar de lange bewaring van rode bieten in een geventileerde kuil en een vergelijking met lange bewaring in een mechanisch gekoelde cel; 1987-1988. PAGV Interne mededeling nr. 570/IBVL nr. 710.

Zwart-Roodzant, M.H., P.S. Hak, C.F.G. Kramer, J.A. Schoneveld, R. Wustman, 1989. Long term bulk storage of red beets in forced ventilated clamps in comparison with long term storage in mechanical cooling. *Acta Horticulturae* nr. 267: p. 163-168.

Zwart-Roodzant, M.H., P.S. Hak, J.A. Schoneveld en R. Wustman, 1989. Langdurige bewaring van rode bieten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1988-1989. PAGV-Interne mededeling nr. 647/ATO Rapport nr. 12.

Zwart-Roodzant, M.H., P.S. Hak, C.F.G. Kramer, J.A. Schoneveld en R. Wustman, 1990. Langdurige bewaring van kroten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. PAGV-verslag nr. 107.

Summary

In the Netherlands red beets are bulk stored in small-sized, non ventilated field clamps and in mechanically cooled, forced ventilated storehouses. The first method is cheap, but requires a substantial amount of attention at loading, unloading and during the storage periode. The second method is more expensive because of the higher capital investment cost.

During the late seventies an unexpensive, larger sized and convective air ventilated clamp storage system for red beets was developed by IBVL (now ATO).

A major advantage of this system is the increased storability resulting in less attention required during the storage period from October till the end of March. The next development was to further increase the storability by utilizing the available ambient air for forced ventilation for storage until June. Our 1986-1988 experimental results indicated that the storage periode in this cheap storage system could be extended till June, by combining convective air and additional forced suction ventilation, with ventilation rates of about 120 m³ of air. m⁻³ product . hour⁻¹. During each season product temperatures averaged 5-7 degrees Celsius with weight losses 4.4% (205 storage days), 4.5% (150 days) and 3.6% (209 days). The quality of the stored product compared very well with the mechanically cooled, forced ventilated red beets.