

BEWARING VAN VOEDERBIETEN II
INVLOED VAN ENKELE BEWAARFACTOREN EN VAN DE
GROOTTE VAN DE BIETEN OP DE BEWAARBAARHEID
(HOUDBAARHEID) VAN VOEDERBIETEN

WITH A SUMMARY
STORAGE OF FODDER BEETS II
INFLUENCE OF SOME STORAGE FACTORS AND THE SIZE
OF THE BEETS ON THE KEEPING QUALITIES OF FODDER BEETS

W. A. P. BAKERMANS

Instituut voor Biologisch en Scheikundig
Onderzoek van Landbouwgewassen, Wageningen



CENTRUM VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES EN LANDBOUWDOCUMENTATIE

1929357

INHOUD

1	INLEIDING	1
2	TEMPERATUUR	3
2.1	Bewaartemperatuur en respiratie	3
2.2	Temperatuur en verlies aan droge stof, suiker en water	6
2.3	Temperatuur en spruiting en ademhaling	11
2.4	Temperatuur en optreden van rot	13
2.5	Discussie	16
3	VOCHTIGHEID	19
3.1	Vochtigheid en respiratie	20
3.2	Vochtigheid en verliezen aan droge stof, suiker en water	22
3.3	Vochtigheid en spruiting en wortelvorming	24
3.4	Vochtigheid en rotting	26
3.5	Discussie	26
4	DOORLUCHTING OF VENTILATIE EN HOUDBAARHEID	28
5	MENGEN MET GROND	31
6	CO ₂ - EN O ₂ -GEHALTE VAN DE LUCHT	34
6.1	CO ₂ - en O ₂ -gehalte en respiratie	34
6.2	CO ₂ -gehalte en verliezen aan droge stof en rot	38
7	CHEMISCHE MIDDELEN	40
7.1	Gebruik van Maleïnezuur hydrazide	41
7.2	Gebruik van Tetrachloornitrobenzeen-bevattende middelen	43
7.3	Andere chemische middelen	49
8	DUUR VAN DE BEWARING	52
8.1	Bewaarduur en respiratie	52
8.2	Bewaarduur en ademhalingsverliezen aan droge stof en suiker in de gezond gebleven bieten	59
8.3	Bewaarduur en rotting	64
9	ROTTE BIETEN EN EVENTUELE VOLATILES	78

10	GROOTTE VAN DE BIETEN	81
10.1	De ademhalingsintensiteit in verband met de grootte van de biet . .	81
10.2	Respiratie van verschillende delen van de biet	88
10.3	Grootte van de biet en optreden van rot	90
11	SAMENVATTING	102
	SUMMARY	107
	LITERATUUR	111

1 INLEIDING

Zoals elders is aangetoond (Bewaring van voederbieten, deel I) wordt de houdbaarheid van voederbieten in belangrijke mate beïnvloed door de grond waarop het gewas is gegroeid en de manier waarop het is verbouwd. Daarnaast is ook de wijze waarop de bieten worden bewaard van grote betekenis voor het uiteindelijk resultaat. De bewaarmethode wordt in hoofdzaak gekarakteriseerd door de temperatuur en de vochtigheid van het milieu tijdens de bewaring en verder door de duur van de bewaring. De invloed van deze factoren is daarom diepgaand onderzocht, waarbij zowel de ademhalingsactiviteit van de bieten tijdens de bewaring als de verliezen door rot zijn bestudeerd. Verder blijken de ademhalingsprocessen in de bieten en de vatbaarheid voor rot mede bepaald te worden door de grootte van de bieten als zodanig.

De energie voor het op gang houden van de levensprocessen van de biet tijdens de bewaring wordt vrijwel uitsluitend verkregen door verbranding – verademing – van de als reserve in de biet opgeslagen suiker (121, 128).

De ademhalingsintensiteit van bieten wordt meestal uitgedrukt in gewichtseenheden CO_2 per gewichtseenheid verse bieten per tijdseenheid, b.v. in mg CO_2 per kg bieten per uur. Aangezien vrijwel uitsluitend suiker wordt verbrand, wordt de respiratie ook vaak uitgedrukt in gewichtseenheden verbrande suiker per gewichtseenheid bieten per tijdseenheid, b.v. in kg suiker per ton bieten per etmaal. Dit laatste is een meer praktische maat bij het berekenen van suikerverliezen die in grote hopen bieten bij de suikerfabrieken optreden.

Volgens VAJNA (127) zijn deze uitdrukkingswijzen echter weinig geschikt. De ademhalingsintensiteit van bieten is volgens VAJNA recht evenredig met de grootte van het oppervlak van de biet of, wanneer met stukjes biet wordt gewerkt, met de grootte van het oppervlak van het stukje bietenweefsel. VAJNA drukt de respiratie daarom liever uit in mg CO_2 per etmaal per 100 cm^2 bietenoppervlak (zie ook 9).

Wij hebben bij ons onderzoek de ademhalingsintensiteit uitgedrukt in CO_2 -productie per gewichtseenheid bieten. Aangezien wij meestal gewerkt hebben met goed vergelijkbare monsters van 150 bieten, welke monsters een vrijwel gelijk gewicht hadden, mag aangenomen worden, dat het gezamenlijk oppervlak van de bieten van ieder monster vrijwel gelijk is geweest. Omrekenen van de CO_2 -productie op eenheid van bietoppervlak zal in de meeste gevallen geen zin hebben voor de onderlinge vergelijking van de cijfers. Waar nodig werd een correctie toegepast (zie 7.1).

In het volgende wordt met respiratie bedoeld de ademhalingsintensiteit in liters CO_2 per 100 kg bieten per etmaal, bepaald door metingen van de CO_2 -productie en/of de

O₂-opname. In de meeste gevallen is naast de CO₂-produktie ook de O₂-opname gemeten. Deze twee waren vrijwel altijd identiek, d.w.z. het ademhalingsquotiënt was vrijwel altijd 1.

Tenzij uitdrukkelijk anders vermeld, kan voor CO₂-produktie in liters per etmaal eveneens gelezen worden O₂-opname in liters per etmaal. In vele gevallen is uit de verandering van het vers gewicht en het droge-stof- en suikergehalte van de gezond gebleven bieten, het droge-stof- en suikerverlies tijdens de bewaring berekend (6, 16). Aangezien dit verlies een gevolg is van de ademhalingsactiviteit van de bieten is in vroegere publikaties (5, 7, 10) steeds gesproken van het ademhalingsverlies aan droge stof en suiker. Ter vermindering van misverstanden met de door metingen van de respiratie gevonden droge-stofverliezen zal in het vervolg steeds gesproken worden van het droge-stof- en suikerverlies in de gezond gebleven bieten.

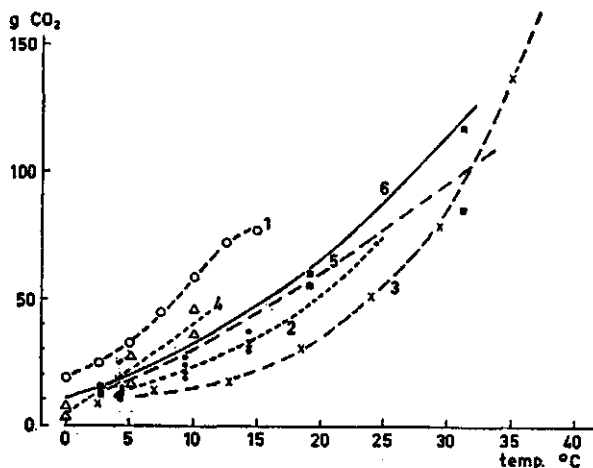
2 TEMPERATUUR

De meeste onderzoekers, (22, 33, 54, 57, 59, 118, 120, 121) zijn het er over eens, dat de temperatuur tijdens de bewaring de belangrijkste factor is in verband met het optreden van bewaarverliezen.

2.1 BEWAARTEMPERATUUR EN RESPIRATIE

De invloed van de bewaar temperatuur op de ademhaling van suikerbieten is door verschillende onderzoekers bestudeerd. Hun resultaten zijn weergegeven in fig. 1.

FIG. 1 CO₂-productie in g per 100 kg bieten per etmaal bij verschillende temperaturen



Gegevens ontleend aan

Data according to

1 ———— ○ VAJNA (127)

2 - - - - - ● PACK (97)

3 - - - - - × BARR AND MERVINE (22)

4 - - - - - △ STROHMER (121)

5 - - - - - ■ STOKLASA (113)

6 ———— samenhang tussen ademhaling en temperatuur, gemiddeld over alle gegevens
average relation between respiration and temperature

FIG. 1 CO₂-production in g per 100 kg beets per 24 hours at various temperatures

De temperatuur heeft een zeer grote invloed op de ademhaling. Door de temperatuur met 10°C te verhogen, wordt de respiratie ruimschoots verdubbeld.

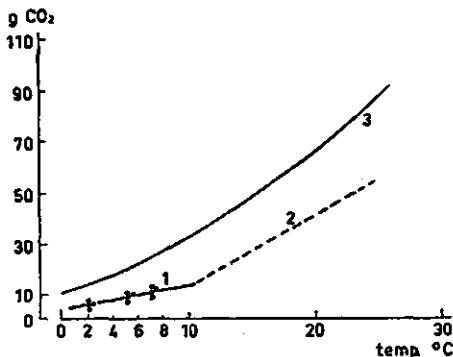
De resultaten van de verschillende onderzoekers lopen nogal uiteen, ongetwijfeld omdat ze met bieten van verschillende herkomst en ras hebben gewerkt. Dat de cijfers van VAJNA hoger liggen dan van alle anderen kan o.a. samenhangen met het kleine bietgewicht – gemiddeld slechts 300 g – van de door VAJNA onderzochte bieten. Alleen al door hun geringe afmetingen zullen deze bieten een grote respiratie per 100 kg hebben (zie ook 9).

Het is bekend, dat bij aardappelen de respiratie vermindert bij verlaging van de temperatuur tot 4°C, daar beneden neemt de respiratie weer toe. Waarschijnlijk is dit een gevolg van de bij lage temperatuur optredende versuikering, waardoor reducerende suikers worden opgehoopt en de verbranding wordt geactiveerd. Iets dergelijks zien we niet bij suikerbieten. De respiratie blijft afnemen naarmate de temperatuur lager wordt. Voor voederbieten geldt dit ook voor de gemeten CO₂-productie (zie fig. 2) doch niet altijd voor de langs chemische weg bepaalde (ademhalings-)verliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten (zie 1.2).

Bij ons onderzoek naar het verloop van de respiratie gedurende de bewaring werd de indruk verkregen, dat de toename van de respiratie bij langere bewaring, sterker is bij 2°C dan bij 5°C, hetgeen een gevolg zou kunnen zijn van grotere ophoping van reducerende verbindingen bij 2°C. Ook het zg. 'temperature-carry-over-effect' van STOUT (120) wijst in deze richting (zie ook 15). Blijkbaar is de ophoping van reducerende verbindingen bij bieten niet zo belangrijk als bij aardappelen, hetgeen niet hoeft te verwonderen, aangezien de reservestof (suiker) bij bieten reeds in zeer gemakkelijk beschikbare vorm aanwezig is.

In fig. 2 zijn de door ons in de maand januari bij voederbieten bepaalde ademhalings-

FIG. 2 Verband tussen temperatuur en CO₂-productie in g per 100 kg bieten per etmaal



- 1 waargenomen samenhang
observed relation
- 2 te verwachten verloop bij hogere temperatuur
trend to be expected at higher temperatures
- 3 gemiddelde samenhang bij suikerbieten volgens fig. 1
average relation in sugar beets according to fig. 1

FIG. 2 Relation between temperature and CO₂-production in g per 100 kg beets per 24 hours

intensiteiten weergegeven, met ter vergelijking de gemiddelde lijn van fig. 1.

De ademhaling is gedurende de maand januari genomen omdat er toen nog geen sterke verhoging van de ademhaling door 'veroudering' van de bieten was opgetreden (zie ook 7.1), zodat het weergegeven cijfer als de gemiddelde waarde voor de wintermaanden december, januari en februari kan worden gezien.

We zien in fig. 2, dat de ademhalingsintensiteit van onze voederbieten aanzienlijk kleiner is dan de in de literatuur gevonden waarden voor suikerbieten. Voor een deel kan dit een gevolg zijn van het feit, dat voederbieten in het algemeen groter zijn dan suikerbieten. Ze hebben dus een relatief kleiner oppervlak en kunnen daardoor een kleinere ademhaling hebben (zie 10.1). Verder kan het lagere droge-stofgehalte van voederbieten een rol spelen. Zo vond STOUT (117) bij uiteenlopende suikerbietenrassen van laag naar hoog suikergehalte een zwakke positieve correlatie tussen het suikergehalte van de bieten en de respiratie (per kg vers bietgewicht). In overeenstemming hiermee mag worden verwacht dat voederbieten een lagere respiratie hebben dan suikerbieten.

Het verband tussen bewaartemperatuur en CO₂-productie bij onze voederbieten is in fig. 2 weergegeven door de rechte lijn 1, die loopt van 0 tot 10°C. Uit de figuur is te zien, dat deze lijn de samenhang behoorlijk weergeeft. Voor de samenhang bij hogere temperatuur dan 10°C is in fig. 2 lijn 2 getekend, die loopt van 10 tot 25°C. Gezien het gemiddelde verloop van de ademhalingsintensiteit bij suikerbieten mag redelijkerwijze worden aangenomen, dat hiermee een bruikbare schatting wordt weergegeven.

We kunnen de CO₂-productie en daardoor ook het suiker- en droge-stofverlies in verband met de temperatuur nu in een formule uitdrukken.

Temperatuur tussen 0–10°C

Temperature from 0–10°C

$$P = t + 3,0 \text{ (1 van fig. 2)} \quad [1]$$

$$V = 0,0065 t + 0,0195 \quad [2]$$

t = bewaartemperatuur in °C/*storage temperature in °C*

P = produktie van CO₂ in g per 100 kg bieten per etmaal/*CO₂ production in g per 100 kg beets per 24 hours*

V = suikerverlies (ruwweg ook droge-stofverlies) in kg per 1000 kg bieten per etmaal/*sugar loss (roughly also dry matter loss) in kg per 1000 kg beets per 24 hours*

Bij een goede praktijkbewaring varieert de temperatuur gedurende de wintermaanden van 2–8°C en zal gemiddeld meestal op ongeveer 5°C gesteld kunnen worden. Het droge-stofverlies per ton bieten per dag gedurende de winter (december–februari) kan dan gesteld worden op $V = 0,0065 \times 5 + 0,0195 = 0,052$ kg.

Zoals we nog zullen zien (8.1) neemt de ademhalingsintensiteit toe gedurende de bewaring. Na februari zijn de verliezen dan ook groter dan de formule aangeeft.

In verband met de door respiratie optredende verliezen aan droge stof is het dus

gewenst de temperatuur tijdens de bewaring laag te houden. Bij bewaring in de praktijk geldt dit nog meer, omdat bij toenemende respiratie ook meer warmte vrij komt, welke warmte in grote hopen niet altijd snel genoeg kan worden afgevoerd, zodat de temperatuur in de hoop gaat stijgen. Volgens VAJNA (129) worden suikerbieten bij een temperatuur van $7,5^{\circ}\text{C}$ per dag $1,2^{\circ}\text{C}$ opgewarmd door de vrijkomende warmte. Bij onze voederbieten is dit bij een geslaagde bewaring echter aanzienlijk minder.

Gaan we uit van de hierboven vermelde formule $P = t + 3,0$, dan bedraagt bij 5°C de CO_2 -productie per 100 kg bieten per etmaal 8 g CO_2 . Bij verbranding van 1 gram-molecuul glucose komt vrij 674 kcal warmte en 264 g CO_2 , hetgeen overeenkomt met 2,55 kcal warmte per g CO_2 . Bij 5°C komt dus per etmaal per 100 kg bieten $8 \times 2,55 = 20,4$ kcal warmte vrij. Volgens VAJNA (129) kan de specifieke warmte van bieten op 0,85 gesteld worden. Wanneer de geproduceerde warmte niet wordt afgevoerd, kan de temperatuur van de 100 kg bieten bij 5°C dus met $20,4/85 = 0,24^{\circ}\text{C}$ per etmaal worden opgevoerd. Bij 10°C wordt de temperatuurstijging $0,39^{\circ}\text{C}$.

In het algemeen kan deze warmte voldoende worden afgevoerd. Bij minder goed houdbare bieten kan de CO_2 -productie echter aanzienlijk hoger zijn, vooral wanneer ook in ernstige mate rot gaat optreden (zie fig. 5, juni/juli 1956/57). De vrijkomende warmte kan dan vele malen groter zijn. Zo kan bij 5°C de CO_2 -productie b.v. 5 maal zo groot zijn en in plaats van 8 g 40 g CO_2 bedragen. De temperatuur loopt dan meestal op. Bij 20°C zal de CO_2 -productie in plaats van 40 g reeds in de grootte-orde van 250 g liggen (zie fig. 2) en de opwarming van de bieten per etmaal zal dus $7,5^{\circ}\text{C}$ kunnen bedragen. Op deze wijze kan de temperatuur van een hoop gevaarlijk snel stijgen, waardoor tenslotte de warmte-ontwikkeling desastreus wordt versneld en z.g. broei optreedt. Het proces is dan vrijwel niet meer te stuiten.

In verband met deze mogelijkheid tot warmte-ophoping is het noodzakelijk de temperatuur van kuilen en bewaarplaatsen geregeld te controleren en zo nodig tijdig maatregelen te nemen.

In het algemeen behoeft de praktijk niet gewaarschuwd te worden voor bevroeringsgevaar. In verband met de kans op bevroeren van de bietenhoop zij er nog op gewezen, dat een koele bietenhoop eerder zal bevroeren dan een warme, niet alleen omdat de temperatuur al dicht bij het vriespunt ligt, doch ook omdat de eigen warmteproductie slechts gering is.

2.2 TEMPERATUUR EN VERLIES AAN DROGE STOF, SUIKER EN WATER

Aangezien het verlies aan droge stof van de gezond gebleven bieten vrijwel uitsluitend veroorzaakt wordt door ademhaling – het meestal geringe verlies door spruiting en wortelvorming buiten beschouwing gelaten – is het begrijpelijk, dat de verliezen aan droge stof en suiker evenals de respiratie in hoge mate bepaald worden

TABLE 1 Verliezen aan droge stof en suiker in kg per oorspronkelijk aanwezige 100 kg droge stof, resp. suiker. De cijfers zijn gemiddelden van 8 objecten

Temperatuur (°C) Temperature	Jaar, bewaard tot / Year, stored until								gemiddeld, bewaard tot juli average, stored until July
	1953/54 12/5		1954/55 10/7		1955/56 5/7		1956/57 15/8		
	droge stof dry matter	suiker sugar	droge stof dry matter	suiker sugar	droge stof dry matter	suiker sugar	droge stof dry matter	suiker sugar	droge stof dry matter
2	4,9	5,7	8,8	7,0	11,4	—	20,4	—	11,4
5	5,5	6,3	9,8	8,9	13,9	—	24,0	—	13,3
7	7,0	8,3	11,6	10,0	14,8	—	26,6	—	15,0

TABLE 1 Dry matter and sugar losses in kg per 100 kg dry matter and sugar originally present. The figures are averages of 8 treatments

door de temperatuur. Alle onderzoekers vinden dan ook bij warmere bewaring een belangrijke toename van het verlies aan suiker bij suikerbieten (33, 97, 120) of een toename van het verlies aan droge stof bij voederbieten (74, 75).

In tabel 1 wordt een samenvatting gegeven van de bewaarproeven in ademhalingsvaten (16).

Het droge-stof- en het suikerverlies zijn belangrijk groter bij de warmer bewaarde bieten. De cijfers lopen nogal uiteen in de verschillende jaren. Voor een deel komt dit door verschillen in de bewaarduur (zie ook 7). Gemiddeld over alle jaren en ook gemiddeld per jaar (de cijfers zijn gemiddelden van 8 objecten) heeft bewaring bij 2°C duidelijk de laagste verliezen aan droge stof en suiker opgeleverd. Afhankelijk van de eigenschappen van de biet kan bewaring bij 2°C echter ook ongunstiger zijn dan bewaring bij 5°C. De bemesting speelt hierbij o.a. een rol. Ter illustratie zij hier de invloed van de Mg-bemesting vermeld.

TABEL 2 Verliezen aan droge stof in kg per 100 kg oorspronkelijk aanwezige droge stof in de gezond gebleven bieten bij verschillende bewaartemperaturen en Mg-bemestingen. De cijfers zijn gemiddelden van 4 objecten

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	1953/54		1954/55	
	<i>Mg-bemesting / Mg-fertilization</i>		<i>Mg-bemesting / Mg-fertilization</i>	
	75 kg MgO/ha	0 kg MgO/ha	75 kg MgO/ha	0 kg MgO/ha
2	4,7	5,1	9,6	7,8
5	4,5	6,6	9,1	10,5
7	8,3	5,8	11,2	12,0

TABEL 2 *Dry matter losses in kg per 100 kg dry matter initially present in healthy beets after storage at various temperatures and Mg-fertilization. The figures are averages of 4 treatments*

TABEL 3 Verliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk aanwezige droge stof bij verschillende bewaartemperaturen en verschillende rassen. De cijfers zijn gemiddelden van 8 objecten

Temperatuur (°C) <i>Storage temperature</i>	<i>Ras / Variety</i>		
	Alpha	Barres	Corona
3,5	5	10	8
5	5	9	4

TABEL 3 *Dry matter losses in healthy beets in kg per 100 kg dry matter initially present at various storage temperatures and with different varieties. The figures are averages of 8 treatments*

We zien dat bij de met Mg bemeste bieten het ademhalingsverlies aan droge stof bij 2°C iets hoger was dan bij 5°C. Bij de bieten die geen Mg-bemesting hadden ontvangen daarentegen is het ademhalingsverlies bij 2°C altijd lager dan bij 5°C.

TABEL 4 Verliezen aan droge stof en water in de gezond gebleven bieten, uitgedrukt in kg per 100 kg oorspronkelijk in de bieten aanwezige droge stof resp. water, bij bewaring bij 6°C en 15°C, gedurende 5 maanden

Temperatuur (°C) Temperature	Serie A, gemiddeld over 12 objecten <i>Series A, average of 12 treatments</i>		Serie CG, gemiddeld over 14 objecten <i>Series CG, average of 14 treatments</i>		Serie B, gemiddeld over 14 objecten <i>Series B, average of 14 treatments</i>		Gemiddeld Average	
	droge-stof- verlies dry matter loss	watervlies water loss	droge-stof- verlies dry matter loss	watervlies water loss	droge-stof- verlies dry matter loss	watervlies water loss	droge-stof- verlies dry matter loss	watervlies water loss
6	15,2	4,7	18,5	3,4	19,8	4,4	17,8	4,2
15	25,0	7,8	27,0	8,4	32,6	8,9	28,2	8,4

TABEL 4 Dry matter and water losses in healthy beets, expressed in kg per 100 kg dry matter and water initially present, after storage at 6°C and 15°C during 5 months

Ook het bietenras kan van invloed zijn, zoals bleek uit ons onderzoek in 1951/52, waarvan tabel 3 een samenvatting geeft.

Bij het ras Alpha had het geringe temperatuurverschil geen invloed op de ademhalingsverliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten, doch bij de Coronabieten was de invloed zeer groot en gaf bewaring bij 5°C duidelijk het laagste droge stofverlies.

Bij onze ademhalingsmetingen is dit verschijnsel niet tot uiting gekomen. Daar is bij ieder bemestingsobject de CO₂-produktie bij 2°C altijd kleiner geweest dan bij 5°C. Misschien is dit mede veroorzaakt door het feit dat de ademhalingsmetingen niet gedurende het gehele bewaarstizoen werden voortgezet. Het is mogelijk dat de invloed van Mg-bemesting pas bij lange bewaring, dus aan het einde van het bewaarstizoen, tot uiting komt.

Enigzins in tegenstelling tot het in de literatuur (97, 116, 129) gegeven advies, de suikerbieten bij zo laag mogelijke temperatuur te bewaren, liefst 2°C of nog lager, komen wij op grond van onze proeven tot de conclusie dat bewaren bij 2°C niet altijd de laagste verliezen geeft. Voor een deel wordt dit waarschijnlijk veroorzaakt door de lange duur van onze bewaring, nl. 6 maanden, terwijl de suikerbieten bij de buitenlandse onderzoeken meestal één tot twee en hooguit drie maanden zijn bewaard. Overigens zijn de meeste onderzoekers het er over eens dat ook bewaren bij iets hogere temperatuur, tot 5°C nog uitstekend voldoet.

In overeenstemming met de buitenlandse resultaten, in hoofdzaak gevonden bij bewaring van suikerbieten vinden wij bij bewaring bij een temperatuur hoger dan 5°C een belangrijke toename van de verliezen aan droge stof in de overgebleven gezonde bieten. Tabel 4 laat enkele resultaten zien van het onderzoek in koelcellen in 1955/56, globaal omgerekend op een voor alle objecten gelijke bewaarduur van 150 dagen.

TABEL 5 Invloed van de temperatuur op het vochtverlies van suikerbieten die in een geventileerde ruimte werden bewaard

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	Vochtverlies per etmaal in kg per 100 kg bieten <i>Moisture loss per 24 hours in kg per 100 kg beets</i>
2	0,10
7	0,14
10	0,16
15	0,16
20	0,34
30	0,57

TABLE 5 Influence of temperature on the moisture loss in sugar beets, stored in a ventilated storage room

Bij 15°C zijn de ademhalingsverliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten belangrijk hoger dan bij 6°C. Ook zijn de bieten bij de hogere temperatuur aanzienlijk meer uitgedroogd, ondanks de bewaring in dichte houten kisten, waarin de uitdroging

in het algemeen gering is. Het is niet onwaarschijnlijk, dat de vrij sterke uitdroging bij 15°C een belangrijke bijdrage heeft geleverd tot het snelle bederf van de bij die temperatuur bewaarde bieten (zie ook 3.4).

De invloed van de temperatuur op het vochtverlies van suikerbieten die in een geventileerde ruimte werden bewaard werd door het IBVL onderzocht. Tabel 5 geeft de resultaten aan. Uit deze tabel zien we, dat het waterverlies sterk toeneemt bij hogere temperatuur (zie ook 3).

2.3 TEMPERATUUR EN SPRUITING EN ADEMHALING

PACK (97) bepaalde de spruitgroei van suikerbieten die rechtopstaand in vochtig zand – dus onder ideale omstandigheden voor optimale spruiting – bij verschillende temperaturen in het donker werden bewaard. Tabel 6 geeft de resultaten.

Om spruiting te voorkomen zouden de bieten warmer dan 34°C of kouder dan 2°C bewaard moeten worden. Bewaring bij hoge temperatuur zou echter veel te hoge bewaarverliezen geven, dus dient om spruiting zoveel mogelijk te voorkomen bij laag mogelijke temperatuur bewaard te worden.

Tabel 6 Groei van bietenspruiten in mm per dag bij verschillende temperaturen, ontleend aan PACK (97)

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	Spruitgroei <i>Shoot growth</i>
1,0	0,0
1,7	0,0-0,1
4,4	0,2
9,4	0,8
14,4	1,8
19,4	2,1-2,3
24,4	2,5-5,3
29,4	1,2-3,0
34,4	0,0

TABLE 6 *Growth of beet shoots in mm per day at various temperatures, taken from PACK (97)*

Bij onze onderzoekingen bleek de spruiting en wortelvorming van voederbieten bij 2°C eveneens zeer gering te zijn en bij hogere temperatuur snel toe te nemen. In tabel 7 worden enkele cijfers weergegeven omtrent de wortelvorming en spruiting bij verschillende bewaartemperaturen, benevens de bij die temperaturen ontstane drogestofverliezen in de gezond gebleven bieten.

Bij 2°C worden vrijwel geen spruiten en worteltjes gevormd, terwijl bij hogere temperatuur de vorming snel toeneemt. In het algemeen gaat met deze vergroting van

TABLE 7 Spruiting en wortelvorming in verhoudingscijfers (10 = zeer sterk gesproten, 0 = geen spruiting of wortelvorming) en verliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg in die bieten oorspronkelijk aanwezige droge stof, bij verschillende bewaartemperaturen. De cijfers zijn gemiddelden van 8 bewaarobjecten

Temperatuur (°C) Temperature	1951/52			1952/53			1954/55		
	Spruiting Shoot growth	Wortel- vorming Root growth	Droge-stof- verlies Dry matter loss	Spruiting Shoot growth	Wortel- vorming Root growth	Droge-stof- verlies Dry matter loss	Spruiting Shoot growth	Wortel- vorming Root growth	Droge-stof- verlies Dry matter loss
2,0				0,2	0,1	4,9	0,1	0,0	8,8
3,5	0,9	0,6	8						
5	1,9	1,4	6	2,1	1,7	5,5	1,4	2,0	9,8
7				4,5	3,8	7,0	1,6	2,8	11,6
									2
									200
									240

¹ Spruiting in g per 100 kg bieten ¹ Shoot growth in g per 100 kg beets

TABLE 7 Shoot and root growth in appraised values (10 = much root and shoot growth, 0 = no root or shoot growth) and dry matter losses in healthy beets, in kg per 100 kg dry matter originally present, after storage at various temperatures. The figures are averages of 8 storage treatments

de spruiting bij hogere temperatuur ook een groter verlies aan droge stof samen, zoals ook wel te verwachten was, immers hogere temperatuur heeft ook een grotere ademhalingsactiviteit tengevolge.

Toch werd in 1951/52 bij de hogere temperatuur (5°C t.o.v. 3,5°C) naast een grotere spruiting een kleiner verlies aan droge stof gevonden. Dit wijst er wel op dat de spruiting als zodanig slechts een gering verlies aan droge stof meebrengt.

De in 1954/55 gewogen, overigens vrij geringe, spruiting van resp. 2, 200 en 240 g per 100 kg bieten kan nauwelijks als merkbaar verlies opgevat worden. Immers het droge-stofgehalte van deze spruiten was $\pm 4\%$. Het droge-stofverlies ten gevolge van de spruiting is dus 10 g geweest op 100 kg bieten of ruwweg op 15 kg droge stof 10 g droge-stofverlies, d.i. nog minder dan 0,1%. Bij bewaring van suikerbieten acht men spruiting bijzonder ongewenst (34, 129). In hoofdzaak omdat spruiting o.a. samengaat met omzetting van suiker in invertsuiker. Verder neemt ook het gehalte aan schadelijke N-verbindingen toe (onoplosbare eiwitten worden gesplitst in oplosbare eiwitachtige stoffen). Bij bewaring van voederbieten is het droge-stofverlies door spruiting eigenlijk altijd te verwaarlozen. Een geringe spruiting is waarschijnlijk zelfs wel gunstig in zoverre, dat ze wijst op normale gezonde levensprocessen in de bieten.

2.4 TEMPERATUUR EN OPTREDEN VAN ROT

Binnen zekere grenzen wordt in het algemeen de activiteit van schimmels en bacteriën vergroot bij hogere temperatuur (59, 126). Het is dus waarschijnlijk, dat bij hogere temperatuur ook grotere verliezen door rotting zullen optreden. Verschillende onderzoekers (116, 118, 129) waarschuwen dan ook voor z.g. 'warmtenesten' in bietenhoppen, enerzijds omdat door de warmte de bieten gemakkelijk worden aangetast door rottingsbacteriën en anderzijds omdat rottende bieten aanzienlijk meer warmte produceren dan gezonde, zodat het rottingsproces dat in een bepaalde hoek eenmaal begonnen is, zich snel voortplant.

In tabel 8 wordt een overzicht gegeven van de door ons gevonden verliezen door rot bij bewaring van bieten bij verschillende temperaturen in ademhalingsvaten (16 17).

In 1955/56 en in 1956/57 trad er bij bewaring bij 2°C duidelijk meer rot op dan bij 5°C en zelfs nog meer dan bij 7°C. Blijkbaar is bewaren bij lage temperatuur toen niet gunstig geweest. In 1953/54 en in 1954/55 echter was het rotverlies duidelijk het kleinste bij de bij 2°C bewaarde bieten. De verklaring van het gunstige rotverlies bij 2°C in 1953/54 is waarschijnlijk dat de bieten toen slechts korte tijd bij die lage temperatuur zijn bewaard. Door verschillende omstandigheden kon de eigenlijke bewaarproef toen nl. pas op 15 februari beginnen. Van 15 november tot 15 februari waren alle bieten op gelijke wijze bij wisselende temperaturen in een schuur bewaard en pas

daarna begon de bewaring in de koelcellen. Het is zeer waarschijnlijk dat, bij een dergelijke korte bewaarduur, bewaring bij 2°C belangrijk beter is dan bij iedere hogere temperatuur, zoals ook uit Amerikaanse onderzoekingen met suikerbieten die 1-2 maanden werden bewaard tot uiting komt (25, 28, 48, 49, 67, 68, 69).

TABEL 8 Gewicht van het rot in kg per 100 kg uitgekuilde massa bij bewaring van de bieten bij verschillende temperaturen. Ieder cijfer is een gemiddelde van 8 objecten

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	Jaar en bewaarduur / <i>Year and storage period</i>			
	1953/54 van 18/2 tot 1/4 <i>from 18/2 to 1/4</i>	1954/55 van 20/11 tot 10/7 <i>from 20/11 to 10/7</i>	1955/56 van 20/11 tot 5/7 <i>from 20/11 to 5/7</i>	1956/57 van 20/11 tot 15/8 <i>from 20/11 to 15/8</i>
2	6	16	22	53
5	11	18	17	48
7	14	20	20	52

TABLE 8 *Rot weight in kg per 100 kg beets after storage at various temperatures. Each figure is an average of 8 treatments*

TABEL 9 Gewicht van het rot in kg per 100 kg uitgekuilde massa in verband met Mg-bemesting van het gewas en bewaartemperatuur van de bieten in 1954/55. De cijfers zijn gemiddelden van vier objecten

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	Mg-bemesting in kg MgO/ha <i>Mg-fertilization in kg MgO/ha</i>	
	0	75
2	16,4	15,1
5	16,1	19,2
7	17,4	22,0

TABLE 9 *Rot weight in kg per 100 kg beets after storage in relation to the Mg-fertilization of crop and the storage temperature of beets in 1954/55. The figures are averages of 4 treatments*

In 1954/55 is ook lang bewaard, evenals in 1955/56 en 1956/57 en toch is toen het rotverlies bij 2°C het kleinste geweest.

Waarschijnlijk is de verklaring hiervan, dat de meting van de CO₂-produktie en daarmee het accuraat handhaven van het CO₂-gehalte van de lucht in de containers op 2% CO₂, in dat jaar slechts tot eind maart werd voortgezet. Daarna werden de bieten nog wel tot 10 juli in de ademhalingsvaten bewaard, doch om het bewerkelijke dagelijkse doormeten van het doorluchtingssysteem te vermijden (16), werd een bescheiden luchtverversing toegepast op basis van convectiestroming.

Het gevolg van deze werkwijze is geweest, dat de bieten vanaf eind maart tot 10 juli in de koelcel bij 2°C bij ongeveer 2% CO₂ zijn bewaard, en in de koelcel bij 5 en 7°C bij ongeveer 3 à 3,5% CO₂. Ongetwijfeld heeft dit tot gevolg gehad dat de bewaring bij 2°C gunstiger naar voren is gekomen dan anders het geval geweest zou zijn (zie ook 5.2). Om o.a. deze moeilijkheden te voorkomen is bij de proeven in 1955/56 en 1956/57 de meting van de CO₂-produktie en de handhaving van het juiste CO₂-gehalte in de lucht steeds tot het eind van de bewaring voortgezet.

Gemiddeld over alle 8 bewaarobjecten is in 1954/55 bewaring bij 2°C dus het beste geweest. Bij sommige objecten echter was ook in dat jaar, ondanks het gunstige CO₂-gehalte van de lucht in de ademhalingsvaten bij 2°C, bewaring bij 5°C beter dan bij 2°C, zoals tabel 9 laat zien, waarin de invloed van de Mg-bemesting op de houdbaarheid is weergegeven.

Blijkbaar hangt de invloed van de bewaartemperatuur samen met de aard van de bieten en is ook de bemesting daarbij van belang.

In tabel 10 wordt een samenvatting gegeven van de verliezen door rot in verband met de bewaartemperatuur bij enkele proeven in kisten in koelcellen.

TABEL 10 Rotverlies in kg per 100 kg uitgekulde massa bij bewaring in kisten in koelcellen. De cijfers zijn gemiddelden van 12-14 objecten

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	1951/52		1952/53		1955/56		
	bewaard tot 20/4 <i>stored until 20/4</i>		bewaard tot 20/4 <i>stored until 20/4</i>		omgerekend op bewaarduur van 5 maanden <i>converted to a storage time of 5 months</i>		
	zonder grond <i>without soil</i>	met grond <i>with soil</i>	zonder grond <i>without soil</i>	met grond <i>with soil</i>	A-serie <i>A series</i>	CG-serie <i>CG series</i>	B-serie <i>B series</i>
3,5	50	31					
5	45	22	18	16			
6					19	29	36
7			24	11			
15					41	54	59

TABEL 10 Rot losses in kg per 100 kg beets after storage in boxes with artificial cooling. The figures are averages of 12-14 treatments

In 1951/52 was bewaren bij 3,5°C aanzienlijk ongunstiger dan bewaren bij 5°C, vooral wanneer de bieten met metselzand waren gemengd, d.w.z. wanneer de omstandigheden voor de bieten overigens gunstig waren. In 1952/53 is bewaren bij 5°C beter geweest dan bij 7°C, wanneer niet met metselzand was gemengd. Was echter wel metselzand toegevoegd dan was 7°C beter dan 5°C. Mengen met grond heeft een gunstige invloed op de houdbaarheid (zie ook 5.5) en deze gunstige werking is het

grootste wanneer bij niet erg lage temperatuur wordt bewaard. Misschien hangt dit samen met de door metselzand gegeven bescherming tegen uitdrogen, welke bescherming een groter effect heeft bij hogere temperatuur waarbij de uitdroging groter is.

Uit de cijfers van 1955/56 blijkt duidelijk dat 15°C beslist veel te warm is voor bewaring van voederbieten.

De cijfers van tabel 8 t/m 10 laten zien, dat bij bieten, die langere tijd bij constante temperatuur worden bewaard, bij een bewaring bij 5°C gemiddeld de laagste verliezen door rot voorkomen. In bepaalde omstandigheden kan bewaring bij 2°C ook nog wel eens gunstig zijn, vooral bij korte bewaring en ook bewaring bij 7°C kan soms nog heel goed zijn.

In het algemeen zal bij lange bewaring de beste bewaartemperatuur van bieten tussen 3 en 7°C liggen met als optimum ongeveer 5°C. Voor korte bewaring, en ook in het begin van de bewaring, vlak na de oogst zal een lagere temperatuur (2°C) waarschijnlijk gunstig zijn, omdat hierdoor de levensprocessen van de biet direct tot een laag niveau worden teruggebracht (118,129). Bij bewaring van suikerbieten bij de suikerfabrieken, welke bieten vrij spoedig (één à twee maanden) na de opslag worden verwerkt, vindt men dan ook de laagste verliezen door bewaren bij zo laag mogelijke temperatuur (25, 33, 48, 54, 67, 68, 69, 116, 118).

2.5 DISCUSSIE

We hebben gezien, dat de spruiting en de respiratie van voederbieten geringer zijn naarmate ze bij lagere temperatuur worden bewaard. In de literatuur over suikerbieten wordt algemeen aanbevolen de temperatuur in grote hopen bij de fabrieken tussen 0 en 5°C te houden. Voor het verkrijgen en handhaven van een dergelijke lage temperatuur zijn, voornamelijk in de jaren na de tweede wereldoorlog, verschillende systemen van koeling met buitenlucht ontworpen, die in principe overeenkomen met de in ons land gebruikelijke systemen voor buitenluchtkoeling van aardappelen. In verschillende streken van Amerika en in de continentale gebieden van Europa is een dergelijke koeling goed uitvoerbaar en ruimschoots rendabel gebleken (28, 69, 233)

In Nederland worden suikerbieten in het algemeen slechts korte tijd bewaard. Bovendien is het weer dan meestal gunstig nl. koel en vochtig. Toch zijn de suiker verliezen in geoogste suikerbieten ook in ons land vaak nog vrij hoog. In vele gevallen zal luchtgekoelde bewaring van suikerbieten dan ook rendabel kunnen zijn.

Bij voederbieten ligt het probleem anders dan bij suikerbieten. Omzetting van suiker in invertsuiker is bij voederbieten geen bezwaar. Voederbieten worden aanzienlijk langer bewaard dan suikerbieten.

Zoals we zagen is bij lange bewaring het droge-stofverlies in de gezond gebleven bieten bij 2°C vaak hoger dan bij 5°C, terwijl toch de respiratie en vooral de spruiting

TABLE 11 Totaal verlies aan droge stof in kg per 100 kg ingekuilde droge stof, tengevolge van rotting + ademhaling, bij bewaring in kisten in koelcellen in 1951/52. De cijfers zijn gemiddelden van 12 objecten

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	Ras / <i>Variety</i>			
	Alpha	Barres	Corona	gemiddeld <i>average</i>
3,5	34	51	50	45
5	30	44	38	37

TABLE 11 *Total dry matter loss in kg per 100 kg clamped dry matter, resulting from 'rot' + respiration at storage in boxes with artificial cooling in 1951/52. The figures are averages of 12 treatments*

TABLE 12 Verlies aan droge stof in kg per 100 kg ingekuilde droge stof, tengevolge van rotting + ademhaling, bij bewaring in koelcellen in 1952/53 en 1955/56. De cijfers zijn gemiddelden van 12-14 objecten

Temperatuur (°C) <i>Storage temperature</i>	1952/53	1952/53	1955/56		
	bewaard zonder grond <i>stored without soil</i>	bewaard met grond <i>stored with soil</i>	A-serie <i>A-series</i>	CG-serie <i>CG-series</i>	B-serie <i>B-series</i>
5	26	20			
6			31	42	49
7	34	19			
15			56	66	72

TABLE 12 *Dry matter loss in kg per 100 kg clamped dry matter, resulting from 'rot' + respiration in artificially cooled storage in 1952/53 and 1955/56. The figures are averages of 12-14 treatments*

TABLE 13 Verlies aan droge stof in kg per 100 kg ingekuilde droge stof, tengevolge van rotting + ademhaling, bij bewaring in adrehalingsvaten. De cijfers zijn gemiddelden van 8 objecten

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	1953/54				1955/56	
	1953/54	1954/55	1955/56	1956/57	gemiddeld <i>average</i>	
2	11	23 ¹	31	63	32	
5	16	26	28	60	32	
7	20	29	32	65	38	

¹ zou eigenlijk hoger moeten zijn (zie 1.4, tabel 8)

¹ *should really have been higher (see 1.4, table 8)*

TABLE 13 *Dry matter loss in kg per 100 kg clamped dry matter, resulting from 'rot' + respiration at storage in respiration containers. The figures are averages of 8 treatments*

bij 2°C aanzienlijk kleiner zijn dan bij 5°C. Verder was bij 2°C ook het rotverlies vaak groter dan bij 5°C. Bij lange bewaring van voederbieten is bewaren bij 2°C lang niet altijd het gunstigst; het verlies aan droge stof (van de gezond gebleven bieten) en ook dat door rotting is niet altijd minimaal. Het totale verlies aan droge stof (door rot en door ademhaling van de gezond gebleven bieten) blijkt in het algemeen het laagste te zijn bij bewaring bij 5°C, zoals tabel 11, 12 en 13 laten zien.

De verklaring kan als volgt gedacht worden. Als bieten bij 2°C worden bewaard wordt de ademhaling sterk geremd. Verschillende enzymatische processen worden ook geremd, doch waarschijnlijk niet allemaal even sterk, zodat bepaalde overgangsverbindingen uit de lange ademhalingscyclus opgehoopt kunnen worden. STOUT (115) vond dan ook bij bewaring bij lage temperatuur een duidelijke verandering van de redox-potentiaal van bepaalde weefselsappen in de richting van de meer gereduceerde toestand. Het is mogelijk, dat ophoping van tussenstoffen op den duur een soort inwendige vergiftiging meebrengt, waardoor de biet verzwakt en op den duur meer vatbaar wordt voor rot.

De groeistofproductie van een plant is in hoofdzaak in het groeipunt gelokaliseerd. De absolute remming van de spruitgroei bij 2°C heeft misschien een verstoring van de groeistofharmonie van de biet tengevolge, waardoor de ademhalingsprocessen niet geheel normaal meer verlopen. Dit en het feit, dat de voedingsstoffen in de biet in meer gereduceerde staat aanwezig zijn, kan aan het einde van de bewaring hogere droge-stofverliezen tengevolge hebben.

Dat dergelijke meer gereduceerde stoffen aanwezig zijn in koud bewaarde bieten wordt ook waarschijnlijk uit het door STOUT (120) gevonden z.g. lage-temperatuur-carry-over effect. Bieten die een tijd koel waren bewaard respireerden sterker dan overeenkomstige bieten die in een warmere omgeving waren bewaard en bij dezelfde temperatuur op ademhaling waren onderzocht. Dit lage-temperatuur-carry-over-effect gaat verloren wanneer de gekoelde bieten enige weken bij 18°C worden bewaard.

Op grond van bovenstaande overwegingen wordt het waarschijnlijk, dat de beste bewaring van voederbieten wordt verkregen door de bieten direct na de oogst zo koel mogelijk te bewaren. De bij de te koele bewaring gedurende één à twee wintermaanden eventueel opgehoopte, doch dan nog niet schadelijke tussenprodukten uit de ademhalingscyclus, kunnen later wanneer de temperatuur weer iets oploopt, gemakkelijk worden verademd. Intussen hebben we dan het voordeel van de lage ademhalingsverliezen door de koude tijdens het begin van de bewaring. De resultaten van de vergelijking van het verloop van de bewaarverliezen in een koelcel en in een smalle proefkuil (zie 8.3) zijn hiermee geheel in overeenstemming. In de praktijk van de voederbietenbewaring in ons land is aan de eis van zo snel mogelijke afkoeling van de bieten na de oogst, moeilijk te voldoen. Door laat te oogsten en de kuil zo lang mogelijk van boven open te houden, zal de temperatuur echter voldoende laag blijven.

3 VOCHTIGHEID

Naast een ongunstige bewaartemperatuur is uitdrogen van de bieten een der meest algemene oorzaken van bederf.

Reeds lang is bekend (27), dat bieten tijdens de bewaring zwaarder kunnen worden als gevolg van opname van water. Of bieten aan gewicht winnen of verliezen tijdens de bewaring hangt af van de mate van uitdroging voor de bewaring en de waterdampspanning tijdens de bewaring (99). Normaal te velde staande bieten, die direct na de oogst in een verzadigde atmosfeer worden gebracht verliezen toch een weinig aan gewicht. Dit gewichtsverlies is groter bij langere bewaarduur en bij bewaring in drogere lucht.

HAMOUS (66) en VAJNA (127) hebben vastgesteld, dat de snelheid van uitdrogen evenredig is met het oppervlak van de bieten. Bij langzame uitdroging – zoals die in bewaarplaatsen en kuilen in het algemeen plaats vindt – kan de uitdroogsnelheid volgens VAJNA worden voorgesteld door de formule:

$$\frac{dw}{dt} = k F P_t (1-Q) \quad [5]$$

Hierin is w = de verdampte hoeveelheid water
 t = de droogtijd in dagen
 F = oppervlakte van de bieten in cm^2
 P_t = de partiële waterdampspanning in mm kwikdruk van met water verzadigde lucht bij t °C
 Q = relatieve luchtvochtigheid in %
 k = een constante, volgens VAJNA ongeveer 0,015

De invloed van de temperatuur komt in deze formule tot uiting in de factor P_t . De formule geldt alleen voor langzame uitdroging, waarbij door de diffusie vanuit het binnenste van de biet steeds voldoende water naar de buitenste lagen wordt gevoerd om het verdampte water te vervangen. Bij snelle uitdroging gaat de formule niet meer op. De verdampingssnelheid per 100 cm^2 oppervlak neemt dan na enkele dagen sterk af, doordat het watergehalte van de buitenste laag te veel afneemt. VAJNA (127) vond dan ook dat bij snel uitgedroogde bieten de buitenste lagen aanzienlijk meer water hadden verloren dan de binnenste delen van de biet.

Reeds een ogenschijnlijk gering waterverlies kan tot ernstige desorganisatie van de weefselcellen van de buitenste laag aanleiding geven en daardoor hogere bewaarverliezen veroorzaken.

Algemeen wordt aangenomen (129) dat de levende weefsels afsterven bij een waterverlies van meer dan 40% van het oorspronkelijke vers gewicht. Dit waterverlies hoeft echter niet in de gehele biet op te treden. Het is reeds voldoende, dat alleen het oppervlakkige weefsel aan de buitenkant van de biet zo ver is ingedroogd.

Wanneer het uitdrogen langzaam gebeurt, kan uit het binnenste van de biet voldoende snel water naar de buitenste cellagen worden aangevoerd. Een waterverlies van b.v. 5% van het bietgewicht hoeft dan nog niet desastreus te zijn. Verloopt de uitdroging echter snel, b.v. bij uitdrogen op het land in een stralende zon en droge wind, dan gaat de wateraanvoer door diffusie van binnen uit te langzaam en sterven de weefselcellen aan het oppervlak van de biet af. Een waterverlies van 2% van het bietgewicht kan onder deze omstandigheden al funest zijn. De afgestorven of sterk verzwakte weefselcellen verliezen hun natuurlijke resistentie tegen infecties door schimmels en bacteriën. Verder worden de normale enzymatische levensprocessen in de cellen min of meer ernstig verstoord, waardoor ook grotere verliezen aan suiker en droge stof optreden. Het handhaven van het watergehalte van de bieten is dan ook van groot belang, zowel in verband met de ademhalingsverliezen aan suiker en droge stof in de gezond gebleven bieten als in verband met de resistentie tegen rot.

Uitgedroogde bieten kunnen weer snel water opnemen wanneer ze weer met water in aanraking komen. Zelfs sterk uitgedroogde bieten met een gewichtsverlies van 20%, hebben na twee dagen in water gelegen te hebben hun oorspronkelijk vers gewicht weer bereikt. Volgens VAJNA (129) is het proces van waterafgifte (uitdrogen) en wateropname volledig reversibel, behalve wanneer de bieten zeer sterk zijn uitgedroogd en meer dan 30% van hun gewicht verloren hebben. Een tijdelijke minder sterke uitdroging kan echter wel blijvende schadelijke gevolgen voor de biet hebben, zoals b.v. een blijvende verstoring van de levensprocessen en een blijvende abnormale ademhaling.

3.1 VOCHTIGHEID EN RESPIRATIE

PACK (97) vond bij droge bewaring van suikerbieten belangrijk grotere ademhalingsverliezen aan suiker dan bij vochtige bewaring. Ook STOUT (118) vond een sterkere respiratie bij min of meer uitgedroogde bieten.

FRIEDL (51) meende, dat vooral afwisselend droog en vochtig bewaren een sterke verhoging van de respiratie veroorzaakte. Volgens OPLATKA (96) echter heeft een geringe uitdroging vrijwel geen invloed op de respiratie van verse bieten. VAJNA (129) vond bij langzaam uitdrogen vrijwel geen, doch bij snelle uitdroging een zeer sterke invloed van de uitdroging op de ademhalingsprocessen. In tabel 14 wordt een overzicht gegeven van de verandering van het ademhalingsquotiënt CO_2/O_2 bij bieten, die in verschillende mate zijn uitgedroogd.

Vooral de sterk uitgedroogde bieten hadden een zeer hoog ademhalingsquotiënt. De O_2 -opname was echter slechts 70% van die van de niet uitgedroogde bieten. De grote CO_2 -produktie, en in samenhang daarmee het grote suikerverlies van de sterk uitgedroogde bieten was volgens VAJNA een gevolg van abnormale, waarschijnlijk grotendeels anaërobe ademhalingsprocessen zoals b.v. vergisting van suiker tot

TABEL 14 Verandering van het ademhalingsquotient CO_2/O_2 bij suikerbieten die snel in verschillende mate werden uitgedroogd (ontleend aan VAJNA (127))

Waternverlies in % van het vers gewicht <i>Water loss in % of fresh weight</i>	Ademhalingsquotient / <i>Respiratory quotient</i> CO_2/O_2		
	oorspronkelijk gemiddelde <i>original average</i>	uitgedroogd <i>dried</i>	nadat weer water opgenomen was <i>After water had been absorbed again</i>
2-3	0,86	1,6	
6-8	0,82	1,7	1,7
10		4,0	4,0

TABLE 14 *Change in the respiratory quotient CO_2/O_2 in sugar beets which were rapidly dried in various degrees (Taken from VAJNA (127))*

C_2H_5OH en CO_2 . De hoge ademhalingsquotienten werden alleen gevonden bij bieten die snel waren uitgedroogd.

Bij onderzoek van de ademhalingsactiviteit van de buitenste en de binnenste weefsel-lagen van deze bieten apart, vond VAJNA, dat alleen de buitenste, sterk uitgedroogde lagen het grote ademhalingsquotient vertonen, terwijl het quotiënt van de binnenste lagen nog normaal 1 was. Volgens VAJNA moet de zeer grote invloed van uitdrogen op de ademhalingsprocessen dan ook in hoofdzaak worden toegeschreven aan des-organisatie van de normale levensactiviteiten van de buitenste weefsel-lagen.

Bij de door ons genomen proeven bleek een gering verschil in vochtigheid van het milieu reeds enige invloed op de respiratie uit te oefenen, zoals tabel 15 laat zien.

Door omstandigheden kon de proef pas op 15 februari worden begonnen. Tot die tijd werden de bieten bewaard in zakken in een gewone schuur, waar ze blijkbaar

TABEL 15 Water- en droge-stofverlies in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg ingekuuld water resp. droge stof en CO_2 -productie in liters per etmaal per 100 kg bieten bij bewaring bij verschillende vochtigheid. De cijfers zijn gemiddelden van 12 objecten

Vochtigheid <i>Humidity</i>	Bewaarmethode <i>Storage method</i>	Waternverlies <i>Water loss</i>	CO_2 -productie in april <i>CO_2-production in April</i>	Droge-stofverlies <i>Dry matter loss</i>
Droog <i>Dry</i>	in vaten zonder zand <i>in containers without sand</i>	+ 1,7	11,0	6,2
Vochtig <i>Moist</i>	in vaten met vochtig metselzand <i>in containers with moist sand</i>	- 4,5	9,6	5,4

TABLE 15 *Water and dry matter loss in healthy beets, in kg per 100 kg clamped water and dry matter, and CO_2 -production in litres per 24 hours per 100 kg beets after storing at various humidities. The figures are averages of 12 treatments*

nogal zijn uitgedroogd, zodat daarna de vochtig bewaarde bieten water hebben opgenomen.

Gedurende de bewaarperiode van 15/2 tot 12/5 hebben de droog bewaarde bieten slechts 1,7% van de oorspronkelijk daarin aanwezige hoeveelheid water verloren, terwijl de vochtig bewaarde 4,5% water opgenomen hebben.

Dit verschil in vochtigheid tijdens de bewaring heeft een vrij duidelijke invloed gehad op de respiratie. Zoals we zien is ook het droge-stofverlies in de gezond gebleven bieten kleiner bij de vochtige bewaring.

In verband met de in de literatuur (97, 116, 120, 127) gevonden resultaten lijkt de conclusie dan ook gerechtvaardigd, dat de respiratie het kleinste is bij vochtige bewaring. Door uitdrogen wordt de respiratie vergroot, terwijl sterke uitdroging een abnormaal verloop van de ademhalingsprocessen en daardoor desorganisatie van de levende cellen tengevolge kan hebben.

3.2 VOCHTIGHEID EN VERLIEZEN AAN DROGE STOF, SUIKER EN WATER

De opvattingen omtrent de invloed van de vochtigheid van het milieu op de verliezen aan droge stof tijdens de bewaring lopen nogal uiteen. Vroeger meende men algemeen (25, 35, 63, 91) dat de bieten droog bewaard moesten worden. Later (45, 54, 55, 56, 57, 97, 99, 133) is men tot het inzicht gekomen, dat uitdrogen beslist voorkomen moet worden en dat zelfs vochtig of nat inkuilen gunstig is. Er moet echter wel voor ge- waakt worden dat de bieten niet voortdurend nat bewaard worden, m.a.w. het ge-

TABEL 16 Invloed van het vochtig houden tijdens de bewaring in koelcellen op de verliezen aan droge stof, suiker en water, uitgedrukt in kg per 100 kg oorspronkelijk in de bieten aanwezige droge stof, suiker en water. De cijfers zijn gemiddelden van 12 objecten

	Droge-stofverlies <i>Dry matter loss</i>		Suikerverlies <i>Sugar loss</i>		Waternverlies <i>Water loss</i>	
	droog bewaard <i>dry stored</i>	vochtig bewaard <i>moist stored</i>	droog <i>dry</i>	vochtig <i>moist</i>	droog <i>dry</i>	vochtig <i>moist</i>
1951/52						
Ras / <i>Variety</i>						
Alfa	8	5	13	11	6	0
Barres	13	10	23	21	1	-4
Corona	7	5	16	15	3	-3
1952/53	10	8	17	17	-2	-8

TABLE 16 Influence of keeping the beets moist during cold storage on losses in dry matter, sugar and water, expressed in kg per 100 kg dry matter, sugar and water initially present. The figures are averages of 12 treatments

durence langere tijd aanwezig zijn van vrij aanhangend water op de bieten dient voorkomen te worden.

De gunstige werking van vochtig bewaren is in ons onderzoek duidelijk tot uiting gekomen, zoals tabel 16 laat zien. De vochtig bewaarde bieten werden eenmaal per week rat gesproeid met ongeveer een liter water per 150 kg bieten.

Bij vochtig bewaren zijn de ademhalingsverliezen aan droge stof en suiker in de gezond gebleven bieten duidelijk kleiner dan bij droog bewaren. De vochtig bewaarde bieten hebben water opgenomen, de droog bewaarde water verloren. In 1952/53 hebben volgens tabel 16 ook de droog bewaarde bieten enig water opgenomen. Dit komt omdat het in tabel 16 weergegeven cijfer het gemiddelde is van verschillende bewaarmethoden nl. wel en niet mengen met grond, waardoor ook de niet bevochtigde bieten water hebben opgenomen.

Uit het feit, dat de vochtig bewaarde bieten tijdens de bewaring zoveel water hebben opgenomen, blijkt dat de bieten bij het begin van de bewaring al enigszins uitgedroogd waren. Dit is een gevolg van de bewerkelijke wijze waarop de monsters moesten worden samengesteld en van het transport over grote afstanden in zakken naar de bewaarplaats. Na de oogst hebben de bieten enige dagen in een schuur gelegen en zijn ze herhaaldelijk door de handen gegaan.

TABEL 17 Verlies aan suiker in procenten van de oorspronkelijk aanwezige hoeveelheid suiker bij bewaring gedurende 98 dagen bij verschillende temperatuur en vochtigheid, ontleend aan PACK (97)

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	Suikerverlies bij / <i>Sugar loss in</i>	
	vochtig bewaren <i>moist storage</i>	droog bewaren <i>dry storage</i>
1,7	11	16
4,4	15	18
9,4	18	30
14,4	17	35

TABLE 17 *Sugar loss in percentages of the amount of sugar originally present, after 98 days of storage at various temperatures and humidities, taken from PACK (97)*

Als geheel is het resultaat van tabel 16 goed in overeenstemming met verschillende buitenlandse onderzoeken (55, 56, 57, 97, 129). Ter illustratie hiervan zijn in tabel 17 enkele resultaten weergegeven van PACK (97), die suikerbieten gedurende 98 dagen bij verschillende temperatuur bewaarde in zinken bakken gemengd met vochtig zand, dat voor 60% verzadigd was (= vochtige bewaring) en in zinken bakken gemengd met droog zand en houtzaagsel (= droge bewaring). De vochtig bewaarde bieten hadden water opgenomen en de droog bewaarde hadden water verloren.

We zien dat de suikerverliezen aanzienlijk lager zijn bij vochtige bewaring dan bij droge. Het verschil is vooral groot wanneer de bieten warm worden bewaard.

Bij proeven op praktijkschaal wordt o.a. door WECK (133) gewezen op de gunstige werking van vochtig bewaren. HELWEGS (74,75) schrijft de gunstige resultaten van bewaren in kuilen t.o.v. bewaren in schuren (het Deense 'roehus') toe aan de vochtige bewaring in de kuil.

3.3 VOCHTIGHEID EN SPRUITING EN WORTELFORMING

Naast de temperatuur is de vochtigheid van het milieu in hoofdzaak bepalend voor de spruiting en wortelvorming van de bieten.

PACK bewaarde monsters suikerbieten gemengd met droog of vochtig zand in zinken bakken gedurende 98 dagen bij verschillende temperatuur. De spruiten van de bieten werden enkele malen verwijderd en gewogen. In tabel 18 wordt een overzicht gegeven van de totale spruitproductie in grammen per biet gedurende de bewaarperiode.

Behalve door de temperatuur (zie 2.3) kan de spruiting en wortelvorming ook worden geremd door uitdrogen.

TABEL 18 Produktie aan spruiten in grammen per biet bij droge en vochtige bewaring gedurende 98 dagen bij verschillende temperatuur. Cijfers ontleend aan PACK (97)

Temperatuur (°C) <i>Storage temperature</i>	Spruitproductie in g per biet <i>Shoot growth in g per beet</i>	
	droog bewaard <i>dry storage</i>	vochtig bewaard <i>moist storage</i>
1,7	0	0
4,4	1,5	2,1
9,4	3,2	17,0
14,4	6,1	34,9

TABLE 18 *Shoot growth in g per beet during dry and moist storage at various temperatures for 98 days. Figures taken from PACK (97)*

In tabel 19, ontleend aan PACK wordt een samenvatting gegeven van de minimale relatieve vochtigheid en de minimale waterdampspanning in mm kwikdruk, noodzakelijk om spruiting en wortelvorming bij verschillende temperaturen mogelijk te maken.

Ook in onze proeven bleek de vochtigheid van het milieu een grote invloed te hebben op de spruiting en wortelvorming, zoals tabel 20 laat zien.

We zien, dat vochtig bewaarde bieten altijd meer spruiting en wortelvorming vertonen dan droog bewaarde.

Op het eerste gezicht zou men geneigd zijn deze sterkere spruiting als verlies op te vatten. Vergelijken we echter de cijfers voor spruiting en wortelvorming van tabel 20

TABEL 9 Minimale relatieve vochtigheid en minimale waterdampspanning in mm kwikdruk om spruiting en wortelvorming van suikerbieten mogelijk te maken bij de aangegeven temperaturen, ontleend aan PACK (97)

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	Geen spruiting en wortelvorming meer bij <i>No further shoot or root growth at</i>	
	rel. vochtigheid <i>relative humidity</i>	waterdampspanning in mm kwikdruk <i>vapour tension in mm mercurial pressure</i>
20	<70-75%	<13,8
10	<86%	< 8,0
3,3	<98%	< 5,8

TABLE 19 *Minimal relative humidity and minimal vapour tension in mm mercurial pressure to obtain shoot and root growth in sugar beets at the temperatures indicated, taken from PACK (97)*

TABEL 20 Spruiting en wortelvorming in verhoudingscijfers (10 = zeer sterke, 0 = geen spruiting resp. wortelvorming) bij droge en vochtige bewaring. De cijfers zijn gemiddelden van 12 verschillende objecten waarbij de bieten al dan niet geregeld werden nat gesproeid

	Spruiting / <i>Shoot growth</i>		Wortelvorming / <i>Root growth</i>	
	droog bewaard <i>dry stored</i>	vochtig <i>moist</i>	droog <i>dry</i>	vochtig <i>moist</i>
1951/52				
Ras / <i>Variety</i>				
Alfa	1,3	3,0	0,7	1,7
Barres	1,0	2,2	0,8	1,5
Corona	0,7	1,3	0,9	1,7
1952/53	0,7	1,4	0,4	1,2

TABLE 20 *Shoot and root growth in appraised values (10 = very many shoots and roots, 0 = no shoot or root growth) in dry and moist storage. The figures are averages of 12 different treatments, in which the beets were or were not regularly sprayed with water*

met die voor de verliezen aan droge stof van tabel 16, welke cijfers van dezelfde objecten afkomstig zijn, dan zien we dat de vochtig bewaarde bieten naast een sterkere spruiting lagere ademhalingsverliezen aan droge stof hebben te zien gegeven. Blijkbaar is een matige spruiting niet alleen niet ongunstig (in verband met de verliezen aan droge stof, zoals we reeds zagen in tabel 7) maar binnen zekere grenzen zijn de drogestofverliezen zelfs kleiner bij bieten, die enigszins gesproten zijn.

Binnen zekere grenzen kunnen spruiting en wortelvorming blijkbaar worden opgevat als uitingen van een gezonde levensactiviteit van de bieten tijdens de bewaring. Als zodanig gaan ze samen met kleinere verliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten.

3.4 VOCHTIGHEID EN ROTTING

De houdbaarheid van bieten in de zin van resistentie tegen rotting wordt sterk beïnvloed door de vochtigheid van het milieu, zoals tabel 21 laat zien.

De vochtig bewaarde bieten zijn in het algemeen aanzienlijk beter houdbaar dan de droog bewaarde. Dit resultaat is geheel in overeenstemming met de resultaten van PACK (97, 98, 99), GASKILL en BREWBAKER (54), STOUT (116), FIFE en PRICE (45), HANSEN (67), WECK (133) en vele anderen, die eveneens minder rot kregen bij vochtige bewaring. Toch zijn deze onderzoekers het er wel over eens, dat de bieten tijdens de bewaring niet voortdurend nat mogen zijn (97). Natte bieten, d.w.z. bieten waarop langere

TABEL 21 Rotverlies in kg per 100 kg uitgekulde massa in verband met de vochtigheid tijdens de bewaring. De cijfers zijn gemiddelden van 12 verschillende objecten

	Droog bewaard <i>Dry stored</i>	Vochtig <i>Moist</i>
1951/52		
Ras / <i>Variety</i> Alfa	37	26
Barres	53	39
Corona	50	39
1952/53		
Zonder grond bewaard <i>Stored without soil</i>	26	16

TABLE 21 *Rot losses in kg per 100 kg after storage in relation to humidity during storage. The figures are averages of 12 different treatments*

tijd aanhangend water aanwezig is, rotten nl. eerder dan bieten met een droog oppervlak. Dit zal ook wel de reden zijn waarom vele oudere schrijvers (25, 35, 63, 87, 91, 125) menen dat bieten droog bewaard moeten worden. De bieten tijdens de bewaring geregeld even nat sproeien, zoals bij ons onderzoek in de koelcellen gebeurde (tabel 21), werkt beslist gunstig. KETELAAR (80) kreeg aanzienlijk minder rot bij inkuilen van voederbieten met nat zand (modder). In de grote en vrij warme bietenhoop zijn de bieten de overtollige hoeveelheid water blijkbaar snel genoeg kwijt geraakt.

3.5 DISCUSSIE

Uit de tabellen 14 t/m 21 blijkt duidelijk, dat de vochtigheid van het milieu tijdens de bewaring bepalend is voor de houdbaarheid van de bieten. De verklaring hiervoor moet waarschijnlijk gezocht worden in de groeistofharmonie van de biet.

Een vrij klein waterverlies kan het evenwicht van de levensprocessen in de weefsels al verstoren en daardoor hogere droge-stof- en suikerverliezen veroorzaken. Zoals we

zagen vond VAJNA (127) bij snel uitgedroogde bieten dan ook een volkomen abnormaal ademhalingsquotiënt.

Actieve groeipunten (spruiten) kunnen worden opgevat als een uiting van een harmonische groeistofactiviteit en tevens als belangrijke producenten van groeistoffen. Kan de biet niet spruiten (b.v. tengevolge van koude of van droogte) dan gaan de ademhalingsprocessen toch door (97). Waarschijnlijk zullen ze dan eerder een min of meer chaotisch verloop krijgen, waardoor het droge-stofverbruik groter wordt dan bij normale ademhaling. Wanneer de bieten bij gelijke temperatuur waren bewaard, zagen we dan ook grotere ademhalingsverliezen aan droge stof in de bieten die (als gevolg van uitdroging) minder gesproten waren (zie de tabellen 20 en 16).

Verstoring van de harmonische levensprocessen in de cellen vermindert vermoedelijk het natuurlijke weerstandsvermogen tegen infecties. Bieten komen uit de grond en zijn dus steeds besmet met velerlei – meest secundaire – schimmels en bacteriën. Alleen het natuurlijke weerstandsvermogen van de levende cellen tegen infecties houdt de bieten gezond. Er zijn slechts weinig micro-organismen, die ook het gezond en krachtig levende bieteweefsel kunnen aantasten. Waarschijnlijk kunnen sporen van *Botrytis cinerea* de levende cellen aantasten, wanneer ze langere tijd in een druppel aanhangend water de gelegenheid hebben een kiembuis te vormen en het weefsel binnen te dringen. *Botrytis cinerea* kan dus in aanhangend water min of meer pathogeen worden en dit is waarschijnlijk de reden, dat nat bewaren van bieten, zó dat er gedurende langere tijd vrij water aan de bieten kleeft, ongunstig is voor de houdbaarheid. Waarschijnlijk is dit ook de verklaring voor de oude opvatting, dat bieten schoon en droog bewaard moeten worden.

Afgezien van deze ongunstige neveninvloed van vrij aanhangend water is een krachtige turgescence toestand van de weefselcellen echter noodzakelijk voor gezonde, harmonische levensprocessen van de bieten. Een uiting van deze gezonde levensprocessen en waarschijnlijk ook een stimulans daarvoor zijn actieve groeipunten, dus spruitvorming.

Behalve wanneer er zeer veel spruiten gevormd worden, gaat spruiting in het algemeen samen met lagere verliezen aan droge stof.

Bij bewaring van suikerbieten voor suikerfabricage wordt spruiting als zeer schadelijk van de hand gewezen. Dit komt, omdat voor de opbouw van de spruiten suiker wordt omgezet in invertsuiker. Eiwit wordt omgezet in aminozuren, dus z.g. schadelijke N-verbindingen. Hierdoor is het suikerrendement bij de suikerfabricage in het algemeen dan ook aanzienlijk lager bij gesproten bieten.

4 DOORLUCHTING OF VENTILATIE EN HOUDBAARHEID

Door middel van doorluchting van een partij bieten kan een grote invloed op de houdbaarheid worden uitgeoefend, in hoofdzaak, omdat hierdoor de uitdroging en de bewaartemperatuur (d.m.v. koeling) van de bieten worden bepaald.

In onze proeven in koelcellen werden bietenmonsters bewaard in open (latten) kisten – kratten – en in dichte kisten. Het achterwege laten van de doorluchting – bewaring in dichte kisten – betekende in dit geval een sterke bescherming tegen uitdrogen, terwijl de bieten toch goed werden gekoeld omdat de kisten in een koelcel stonden. In de open latten kisten daarentegen droogden de bieten vrij sterk uit doordat ze daarbij steeds omspoeld werden door de vrij droge lucht – gemiddeld $\pm 90\%$ relatieve vochtigheid – van de koelcel. De temperatuur in de koelcel werd n.l. geëgaliseerd door een ventilator. Tabel 22 laat dit zien.

TABEL 22 Verlies aan droge stof en water in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof en water, verlies aan rot in kg per 100 kg uitgekuilde massa en spruiting en wortelvorming van bieten in verhoudingscijfers (10 = zeer sterk, 0 = geen spruiting of wortelvorming) bij bewaring in dichte kisten en in open kratten. De cijfers zijn gemiddelden van 12 objecten

Doorluchting <i>Aeration</i>	Droge-stofverlies <i>Dry matter losses</i>		Waternverlies <i>Water losses</i>		Spruiting <i>Shoot growth</i>		Wortelvorming <i>Root growth</i>		Rotverlies <i>Rot losses</i>	
	dicht <i>closed</i>	open <i>open</i>	dicht <i>closed</i>	open <i>open</i>	dicht <i>closed</i>	open <i>open</i>	dicht <i>closed</i>	open <i>open</i>	dicht <i>closed</i>	open <i>open</i>
1951/52										
Ras / <i>Variety</i>										
Alfa	5	8	0	7	2,8	1,5	1,7	0,7	27	36
Barres	9	13	-6	3	1,8	1,5	1,4	0,9	43	49
Corona	4	8	-3	3	1,0	1,0	1,5	1,1	41	47

TABEL 22 *Dry matter and water losses in healthy beets in kg per 100 kg dry matter and water originally present, losses by rot in kg per 100 kg after storage and shoot and root growth of beets in appraised values (10 = very many shoots and roots, 0 = no shoot or root growth) stored in closed and open boxes. The figures are averages of 12 treatments*

Vergelijken we tabel 22 met de tabellen 16, 20 en 21, dan blijkt duidelijk, dat de werking van de doorluchting in deze proeven parallel loopt met die van droog bewaren. Door bewaring in dichte kisten zijn de bieten beschermd tegen uitdrogen. Gemiddeld hebben ze zelfs water opgenomen, doch dit komt doordat de weergegeven cijfers gemiddelden zijn van objecten, die wél en niet werden nat gespoten, en wel en niet met grond waren gemengd. Het is duidelijk, dat de bescherming tegen uitdrogen

evenals vochtig bewaren een versterking van de wortelvorming en de spruiting tengevolge heeft gehad. Ondanks deze sterke spruiting en wortelvorming kunnen een vermindering van de ademhalingsverliezen aan droge stof (in de gezond gebleven bieten) en een duidelijke vermindering van het rotverlies worden opgemerkt.

De bewaring in de dichte kisten heeft niet alleen bescherming tegen uitdrogen gegeven, doch heeft tevens bewaring in een atmosfeer met een hoger CO₂-gehalte tengevolge gehad. Ondanks het feit dat de dichte kisten zeer goed sloten, is de verhoging van het CO₂-gehalte van de lucht in die kisten in het algemeen echter niet groot geweest. Gemiddeld was het CO₂-gehalte niet meer dan 2 à 3%. Blijkbaar is dit CO₂-gehalte nog niet schadelijk geweest (zie ook 6).

Verder zal de bewaring in de dichte kisten ook een verhoging van het eventuele gehalte aan 'volatiles' (zie 9) in de lucht rond de bieten hebben veroorzaakt. Het is ons echter niet gelukt het bestaan van volatiles bij bieten aan te tonen (zie 9). Ook STROHMER (121), die reeds in 1902 dergelijke producten probeerde aan te tonen kon niets vinden. Achteraf is dit ook wel begrijpelijk aangezien hij telkens met één biet werkte en hiervan gedurende b.v. twee dagen de gasafscheiding bepaalde. De in zo korte tijd door een biet afgescheiden geurstoffen zullen chemisch wel niet meetbaar zijn.

De mogelijk extra aanwezigheid van volatiles in de dichte kisten heeft kennelijk niet ongunstig gewerkt. Een belangrijke conclusie uit dit onderzoek is, dat bij bieten niet gauw gevreesd hoeft te worden voor verstikking door CO₂-ophoping in de lucht rond de bieten, of voor beschadiging door ophoping van volatiles zoals bij appels. Dat doorluchting zelden noodzakelijk is in verband met de O₂-voorziening blijkt uit het feit, dat bieten, die b.v. 25 cm worden ondergeploegd, toch uitstekend houdbaar blijken (26).

Om uitdrogen van moederbieten voor zaadteelt te voorkomen, raadt KOHLS (84) aan, de bieten even in paraffine te dopen. In plaats van in dichte kisten te bewaren wordt hier de bescherming tegen uitdrogen bereikt door de bieten van een paraffine-laagje te voorzien.

Bij het ventileren van de reusachtige hopen suikerbieten zoals b.v. bij Amerikaanse suikerfabrieken gebeurt (116) betekent doorluchting in hoofdzaak koeling van de bieten. Bijzonder gevreesd zijn daar dan ook de z.g. 'vuilnesten', dat zijn stortplaatsen in de hoop waar veel vuil en grond tussen de bieten zit. Dergelijke plekken worden dan niet voldoende gekoeld. Er ontstaan broeihaarden, waarin al spoedig grote ademhalingsverliezen aan suiker optreden. Bovendien wordt door de grote warmteontwikkeling veel water verdampt, dat elders op de koelere bieten weer kan condenseren en daar als vrij aanhangend water de rotaantasting kan bevorderen. Tenslotte kunnen op deze wijze grote hoeveelheden bieten door rotting geheel verloren gaan.

In dergelijke gevallen betekent een goede doorluchting of ventilatie op de eerste plaats een voldoende lage bewaartemperatuur, terwijl tevens een eventuele ophoping van condenswater wordt voorkomen. In dergelijke grote hopen gaat de ventilatie

met weinig uitdroging gepaard. Er wordt zo kort mogelijk met zo koel mogelijke lucht geventileerd, die spoedig met waterdamp verzadigd is. Bovendien worden de bieten in vele gevallen nat gespoten. Behalve dat de bieten minder uitdrogen verkrijgt men op deze wijze, door de verdampingswarmte van het toegevoegde water, tevens een groter koeleffect van de toegepaste ventilatie. Op deze wijze wordt in dergelijke grote hopen door ventilatie vaak een aanzienlijke temperatuurverlaging bereikt, waardoor tevens minder uitdroging wordt verkregen (67, 68, 69).

Bij bewaring van voederbieten in kuilen of bewaarruimten onder Nederlandse omstandigheden ligt dit vaak anders. Hier betekent ventilatie wel vaak een duidelijke uitdroging (5). Bovendien kan de temperatuur van de kuil ook zonder buitenluchtkoeling meestal voldoende laag worden gehouden, zodat het voordeel van de ventilatie bij ons niet zo groot is, terwijl het nadeel vaak wel tot uiting komt. Dit komt ook doordat voederbieten veel langer worden bewaard dan suikerbieten. Juist bij lange bewaring komt de nadelige werking van uitdroging sterk tot uiting in het versterkt optreden van rot. Ventileren van voederbieten dient daarom met mate en voorzichtigheid toegepast te worden.

5 MENGEN MET GROND

Vroeger (35) meende men, dat bieten zo schoon mogelijk moesten worden ingekuuld. Later (1, 2) is wel gebleken, dat inkuilen met veel aanhangende grond in het algemeen gunstig werkt.

ALDEICH (2) vond dat bieten het beste bleven wanneer ze in vochtig zand werden bewaard, doch ook bewaring in droog zand ging uitstekend. Bij bewaring in vochtig houtzaagsel bleven de bieten eveneens uitstekend en werden ze iets zwaarder. Bij bewaring in droog houtzaagsel droogden ze echter iets uit en trad ook enig rot op.

De beste methode voor het bewaren van moederbieten is volgens PACK (97, 98) de bieten in kelders te bewaren, gemengd met vochtig metselzand of desnoods tuingrond. Ook houtkrullen zijn uitstekend bruikbaar. Het zand mag niet te nat zijn (geen vrij water bevatten) want dan treedt eerder rot op, doch het is ook niet gewenst dat het erg droog is. De juiste vochtigheidsgraad van het zand kan b.v. gecontroleerd worden door om de twee weken bepaalde bieten te wegen. Worden deze bieten lichter, dan is het zand te droog. De bieten dienen tijdens de bewaring gelijk te blijven in gewicht of iets zwaarder te worden.

PACK (97) meent, dat de gunstige werking van het bewaren in zand, o.a. wordt verkregen doordat de bieten min of meer van elkaar geïsoleerd zitten, waardoor ze niet zo gauw warm worden en overdracht van schimmels enz. minder gemakkelijk zal plaatsvinden. Volgens onze gegevens (zie 9) zal de invloed van het geïsoleerd zijn wel gering zijn. Wordt ingekuuld met grond die met violetwortelrot (*Helicobasidium purpureum*) besmet is, dan geeft de vochtige grond zelfs een ideale uitbreidingsmogelijkheid voor deze schimmel.

FIFE en PRICE (45) kregen de beste resultaten bij bewaren van de moederbieten in vochtige houtkrullen. Vochtig houtzaagsel hield vaak teveel water vast en liet te weinig ruimte open voor luchttoetreding. FIFE en PRICE schrijven de gunstige werking van houtkrullen toe aan de goede waterhoudende capaciteit ervan en verder aan het feit dat ze relatief steriel zijn. De houtkrullen mogen niet te nat zijn. De juiste vochtigheid wordt verkregen door droge krullen te mengen met natte.

Uit het vorenstaande wordt waarschijnlijk, dat de gunstige werking van mengen met grond of van inkuilen met veel aanhangende grond, grotendeels een gevolg is van de hierdoor bereikte bescherming tegen uitdroging. Dit blijkt ook uit de resultaten van onze proeven, zoals tabel 23 laat zien.

We zien, dat de werking van mengen met metselzand of met tuingrond, volkomen overeenkomt met de werking van vochtig bewaren, zoals die blijkt uit tabel 16, 20 en 21. Evenals vochtig bewaren heeft mengen met grond waterwinst tengevolge gehad, gepaard met sterkere spruiting en wortelvorming en lagere ademhalingsverliezen aan

TABEL 23 Ademhalingsverliezen aan droge stof en water in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk aanwezige droge stof resp. water, verlies door rot in kg per 100 kg uitgekuilde massa en spruiting en wortelvorming in verhoudingscijfers (10 = zeer sterke, 0 = geen spruiting en wortelvorming), wanneer de bieten al dan niet gemengd met metselzand of tuingrond worden bewaard. De cijfers zijn gemiddelden van 8 of 12 objecten

Behandeling Treatment	Droge-stofverlies Dry matter losses			Waterverlies Water losses			Spruiting Shoot growth			Wortelvorming Root growth			Rotverlies Rot losses														
	geen grond no soil	metsel- zand sand	tuin- grond garden soil	geen grond no soil	metsel- zand sand	tuin- grond garden soil	geen grond no soil	metsel- zand sand	tuin- grond garden soil	geen grond no soil	metsel- zand sand	tuin- grond garden soil	geen grond no soil	metsel- zand sand	tuin- grond garden soil												
	7	6	7	7	-1	0,8	3,5	0,5	2,0	0,1	2,2	0,3	2,3	0,8	1,9	3,1	40	23	60	32	55	33	21	14	13		
1951/52																											
Ras / Variety:																											
Alfa	16	6	4	4	-7	0,8	2,5	0,1	2,2	0,3	2,3	0,8	1,9	3,1	40	23	60	32	55	33	21	14	13				
Barres	9	3	3	3	-3	0,4	1,7	0,4	1,7	0,4	1,7	0,4	1,7	0,4	1,7	0,4	1,7	0,4	1,7	0,4	1,7	0,4	1,7	0,4	1,7	0,4	1,7
Corona	11	7	8	1	-7	1,0	1,7	1,0	1,7	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
1952/53																											

TABEL 23 Respiratory losses in dry matter and water in healthy beets, in kg dry matter and water initially present, losses by rot in kg per 100 kg after storage and shoot and root growth in appraised values (10 = very many shoots and roots, 0 = no shoot or root growth), if beets are or are not mixed stored with sand or garden soil. The figures are averages of 8 or 12 treatments

droge stof in de gezond gebleven bieten. Verder is er ook aanzienlijk minder rot bij de met zand of grond gemengde bieten. Ook hier zien we, evenals bij bewaren in dichte kisten en als bij vochtig bewaren, samengaan van sterkere spruiting en wortelvorming, dus meer groei, met lagere ademhalingsverliezen aan droge stof in gezondere bieten.

In de praktijk is mengen met grond niet altijd onverdeeld gunstig (12). Enerzijds kan veel grond in grote hopen aanleiding geven tot te weinig doorluchting waardoor de temperatuur te hoog oploopt. Anderzijds kan veel grond bij een aanhoudende natte herfst wel eens teveel water vasthouden waardoor de bieten te lang nat blijven. Nat spuiten van met grond gemengde bietenhopen is daarom niet zonder gevaar.

In het algemeen werkt inkuilen van de bieten met veel aanhangende grond uitstekend. Voor een deel kan dit een gevolg zijn van het feit, dat bieten waaraan veel grond is blijven hangen in het algemeen niet zwaar beschadigd zullen zijn. Ze zijn kennelijk niet tegen elkaar geklopt om het zand af te kloppen, ze zijn niet uitgedroogd en hebben weinig geleden bij het laden en lossen. Verder zal bij inkuilen met de aanhangende grond nooit zó veel grond tussen de bieten terecht komen, dat de houdbaarheid gevaar loopt. Veel aanhangende grond kan echter wel extra werk geven bij het voeren.

6 CO₂- EN O₂- GEHALTE VAN DE LUCHT

Bij normale bewaring zijn het CO₂- en O₂-gehalte van de lucht in de bewaarruimte o.a. een functie van de luchtverversing of doorluchting van de partij bieten. Bij voldoende doorluchting, zoals bijna steeds het geval is, zal het CO₂-gehalte van de lucht vrijwel nihil en het O₂-gehalte vrijwel 21 % zijn. Bij normale bewaring gaat stijging van het CO₂-gehalte van de lucht steeds gepaard met een even grote daling van het O₂-gehalte.

6.1 CO₂- EN O₂-GEHALTE EN RESPIRATIE

Bij gebrek aan O₂ treedt anaërobe ademhaling op. STOKLASA (113) heeft aangetoond, dat deze ademhaling identiek is met de normale alcoholgisting. Als hoofdprodukten ontstaan CO₂ en alcohol, terwijl slechts in geringe mate nevenprodukten ontstaan.

STOKLASA vond, dat de CO₂-produktie bij deze anaërobe ademhaling ongeveer de helft was van die bij normale aërobe ademhaling, zoals tabel 24 laat zien.

TABEL 24 CO₂-produktie in mg/kg verse suikerbiet per uur bij verschillende temperaturen en bij aërobe en anaërobe ademhaling. Bij de drie verschillende temperaturen werd telkens de ademhaling van dezelfde biet gemeten. Ontleend aan STOKLASA c.s. (113)

Temperatuur (°C) <i>Temperature</i>	CO ₂ -produktie in mg/kg verse biet per uur <i>CO₂-production in mg/kg fresh beets per hour</i>	
	normale ademhaling <i>normal respiration</i>	anaërobe ademhaling <i>anaerobic respiration</i>
18-20	25,3	11,9
2-3	5,34	3,42
30-32	49,11	17,6
18-20	23,33	11,70
30-32	35,4	17,20
2-3	6,06	3,77

TABLE 24 CO₂-production in mg/kg fresh sugar beets per hour at various temperatures and with aerobic and anaerobic respiration. The respiration of the same beet was measured each time at three different temperatures. Taken from STOKLASA et al. (113)

Dat STOKLASA zo'n geringe CO₂-produktie vond bij anaërobe ademhaling kan voor een deel een gevolg zijn van het feit, dat de metingen telkens slechts 10 uur werden voortgezet. Dat de CO₂-produktie onder anaërobe omstandigheden aanvankelijk af-

neem: is niet onwaarschijnlijk. Op den duur treden echter zeer grote verliezen op.

Zo vonden STROHMER en STIFT (217) bij bewaring van suikerbieten gedurende 89 dagen bij 4–8°C in een zuivere CO₂-atmosfeer, zeer hoge verliezen aan droge stof en suiker. Het verlies aan droge stof bestond volledig uit verlies aan suiker. Daarnaast was nog suiker verloren gegaan door omzettingen. Het gehalte aan niet-suikers was dan ook gestegen. Volgens STROHMER moeten ook vluchtige stoffen, o.a. ethylalcohol, verdwenen zijn. Over het geheel genomen was het resultaat, dat de ademhalingsverliezen (zonder dat rot optreedt) veel hoger zijn onder anaërobe dan bij aërobe omstandigheden.

In het algemeen treedt bij bewaring onder anaërobe omstandigheden spoedig volledig bederf op (101). Volgens STOUT (120) heeft een hoger CO₂-gehalte van de omringende lucht in de bewaarplaats, een vermindering van de CO₂-productie tengevolge, zoals fig. 3, ontleend aan STOUT, laat zien.

FIG. 3 Verband tussen het CO₂-gehalte van de lucht van de bewaarruimte en de CO₂-productie in mg per kg suikerbieten per uur, volgens STOUT (120)

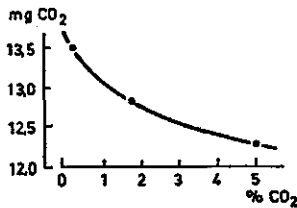


FIG. 3 Relation between the CO₂-content of the air in the storage house and the CO₂-production in mg/kg sugar beets per hour, according to STOUT (120)

Verhoging van het CO₂-gehalte van de lucht heeft een vrij belangrijke vermindering van de respiratie tengevolge gehad. STOUT heeft zijn metingen meestal niet langer dan een tiental dagen, hoogstens twee à drie weken, voortgezet. Het is dus zeer wel mogelijk, dat bij langere bewaring de verhoudingen anders komen te liggen, zoals we nog zullen zien. Verder zij opgemerkt, dat de hogere CO₂-gehalten in de lucht rond de bieten bij deze proeven zijn verkregen door minder lucht door de respiratievaten te leiden. Dit betekent, dat in deze proeven – op dezelfde wijze als bij ons onderzoek (16, 17) – een hoger CO₂-gehalte in de lucht samengaat met een lager O₂-gehalte.

STOUT heeft ook de invloed van het O₂-gehalte van de lucht op de respiratie van de bieten onderzocht. In deze proeven werd de lucht CO₂-vrij gehouden en werd alleen het O₂-gehalte gevarieerd tussen 16,5 en 35,3% O₂.

Fig. 4, ontleend aan STOUT (120), geeft de resultaten.

Het verband tussen de ademhalingsintensiteit van de bieten en het O₂-gehalte van de lucht is blijkbaar lineair tot ongeveer 5% O₂. Bij een O₂-gehalte lager dan 5% begon anaërobe ademhaling op te treden. Bieten, die bij een O₂-gehalte lager dan 10% wer-

FIG. 4 Verband tussen de partiële O₂-spanning in mm kwikdruk en de O₂-opname in mg per kg bieten per uur, volgens STOUT (120)

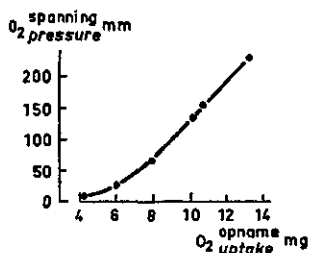


FIG. 4 Relation between the partial O₂-pressure in mm mercurial pressure and the O₂-uptake in mg/kg beets per hour, according to STOUT (120)

den bewaard, gingen eerder rotten dan bieten die bij hogere O₂-gehalten bewaard waren.

Bij ons ademhalingsonderzoek hebben wij de bieten bewaard in een atmosfeer met 2% CO₂ en 19% O₂ (16, 17). Om na te gaan welke invloed bewaren bij een hoger CO₂-gehalte – hetgeen tevens betekende een lager O₂-gehalte (16) – heeft op de ademhalingsintensiteit, werden voederbieten gedurende het gehele bewaarstizoen bewaard in lucht met resp. 0,5, 3,0, 5,5, en 8,0% CO₂. Tabel 25 geeft de resultaten. De cijfers zijn gemiddelden van dagelijkse metingen gedurende de aangegeven perioden, van drie objecten.

Aanvankelijk werd de ademhalingsintensiteit geremd door een hoger CO₂-gehalte van de lucht. Later, zelfs reeds in de maand februari, toen er nog geen rot te zien was, was de CO₂-productie echter hoger bij de objecten met hoger CO₂-gehalte van de lucht.

TABEL 25 CO₂-productie en/of O₂-opname in liters per etmaal per 100 kg bieten, gemiddeld gedurende de aangegeven perioden van het bewaarstizoen, bij verschillende CO₂-gehalten van de lucht

CO ₂ -gehalte van de lucht in % CO ₂ -content of air in %	CO ₂ -productie resp. O ₂ -opname in de bewaarperioden CO ₂ -production and O ₂ -uptake respectively in the storage periods			
	I van 10/12 tot 27/1	II van 30/1 tot 13/3	III van 15/3 tot 15/5	IV van 18/5 tot 21/7
	I from 10/12 to 27/1	II from 30/1 to 13/3	III from 15/3 to 15/5	IV from 18/5 to 21/7
0,5	5,8	7,9	11,7	13,0
3,0	3,4	8,8	13,9	18,5
5,5	3,3	9,4	15,2	23,9
8,0	2,4	9,7	17,7	30,1

TABLE 25 Average CO₂-production and/or O₂-uptake in litres per 24 hour per 100 kg of beets with different CO₂-contents of the air during the periods of the storage season indicated

Het feit, dat aanvankelijk de respiratie afneemt bij toenemend CO₂-gehalte van de lucht, is geheel in overeenstemming met de resultaten van STOUT (120, fig. 3), die zijn metingen van de verschillende objecten slechts vrij korte tijd heeft voortgezet. Dat op den duur de bij hoger CO₂-gehalte bewaarde bieten meer gaan verademen, komt waarschijnlijk, doordat het hoger CO₂-gehalte tenslotte een verstoring van de normale ademhalingsprocessen tengevolge heeft. Daardoor treedt op den duur ook meer rot op bij de objecten met hoog CO₂-gehalte. De hogere CO₂-productie tijdens de derde en zeker tijdens de vierde periode is dan ook mede een gevolg van de grotere rotting in die periode (zie ook 8). Dat bij de bieten, bewaard in lucht met een hoog CO₂-gehalte, de CO₂-productie aanvankelijk lager en later hoger is dan bij de bieten die in lucht met een laag CO₂-gehalte bewaard zijn, is echter bepaald niet te wijten aan CO₂-ophoping in de bieten gedurende de eerste periode, welke CO₂ dan pas in de latere perioden zou vrijkomen. Uit de tevens verrichte metingen van het O₂-gehalte van de lucht en van de O₂-opname van de bieten, weten we dat dit proces reeds na één à twee dagen op zijn evenwichtstoestand is ingesteld. Gedurende de gehele bewaarperiode, ook in het begin, – de eerste paar dagen als ‘aanlooperperiode’ buiten beschouwing gelaten – is de O₂-opneming even groot geweest als de CO₂-productie. Het O₂-verbruik hebben wij daarom niet apart vermeld.

Blijkbaar is het ongewenst de bieten bij een CO₂-gehalte hoger dan 0,5% te bewaren. Proeftechnisch (8, 16, 17) was het echter niet goed uitvoerbaar te bewaren bij minder dan 2% CO₂. We hebben door onze bewaring in de ademhalingsvaten bij 2% CO₂

FIG. 5 Verloop van de CO₂-productie in liters per 100 kg voederbieten per etmaal gedurende de bewaring in lucht met verschillend CO₂-gehalte

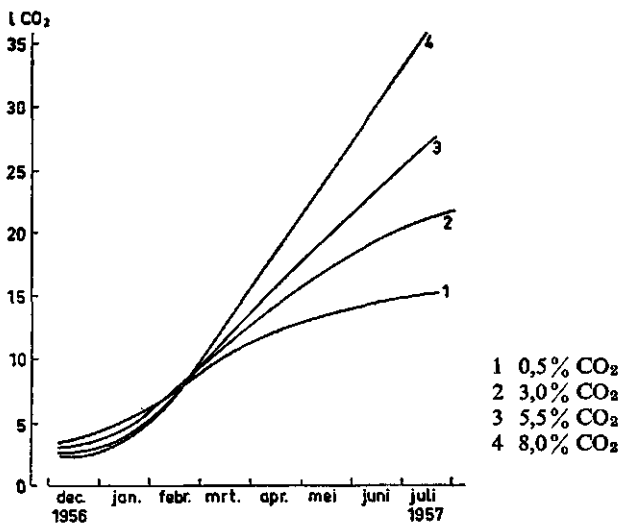


FIG. 5 Trend of the CO₂-production in litres per 100 kg fodder beets per 24 hours during storage in air with different CO₂-contents

de houdbaarheid dus min of meer nadelig beïnvloed en de CO₂-productie, vooral die gedurende de latere perioden van het bewaarseizoen, hoger gemaakt dan bij bewaring bij 0,5% CO₂ het geval geweest zou zijn, zoals fig. 5 laat zien. In het algemeen zullen onze conclusies omtrent de invloed van de temperatuur op de respiratie enz. echter weinig beïnvloed zijn.

In hoeverre de door ons gevonden invloed van het CO₂-gehalte van de lucht mede een gevolg is van het met hogere CO₂-gehalte samenhangende lagere O₂-gehalte blijft een open vraag. Gezien de zeer grote door STOUT (120) gevonden invloed van het O₂-gehalte op zichzelf beschouwd (zie fig. 4), moet wel aangenomen worden, dat de in onze proeven gevonden werking van het hogere CO₂-gehalte voor een groot deel het gevolg is van het daarmee samengaande lagere O₂-gehalte van de lucht.

In de praktijk van de bietenbewaring zal door te weinig doorluchting eenzelfde toestand optreden als wij in de ademhalingsvaten hebben opgewekt. Het CO₂-gehalte van de lucht is dan een bruikbare maat voor de omvang van het tekort aan luchtverversing in verband met de invloed daarvan op de houdbaarheid.

6.2 CO₂-GEHALTE EN VERLIEZEN AAN DROGE STOF EN ROT

Volgens STOUT (120) gaan suikerbieten, die bewaard worden in een atmosfeer, die b.v. 5% CO₂ bevat, eerder rotten dan normaal bewaarde bieten. Bij ons onderzoek in 1953 (8) bleek, dat bij bewaring van voederbieten in lucht met 8% CO₂ en 13% O₂ duidelijk meer rot en minder spruiting en wortelvorming optrad dan bij bewaring in lucht met 2% CO₂.

Ook bij de bewaring in ademhalingsvaten had het CO₂-gehalte van de lucht een duidelijke invloed op de verliezen door rot en op de ademhalingsverliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten, zoals tabel 26 laat zien.

TABEL 26 Ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof en verlies door rot in kg per 100 kg uitgekuilde massa, bij bewaren tot half augustus in lucht met verschillende CO₂-gehalten. De cijfers zijn gemiddelden van 3 bewaarobjecten

% CO ₂ van de lucht % CO ₂ of the air	Droge-stofverlies Dry matter losses	Rotverlies Rot losses
0,5	20	46
3,0	21	52
5,5	21	65
8,0	26	78

TABLE 26 Respiratory losses in dry matter in healthy beets, in kg per 100 kg dry matter originally present, and losses by rot in kg per 100 kg after storage, when stored in air with different CO₂-contents until mid-August. The figures are averages of 3 storage treatments

In overeenstemming met de in tabel 25 en in fig. 5 tot uiting komende gemiddeld grotere CO₂-produktie bij bewaring in lucht met 8% CO₂, zien we in tabel 26 een groter verlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten bij de bewaring in lucht met 8% CO₂. Dit wijst er weer op, dat de toename van de CO₂-produktie bij de bewaring in lucht met hogere CO₂-gehalten, zoals die vooral aan het eind van de bewaring zo duidelijk tot uiting komt in fig. 5, niet alleen het gevolg is van het grotere rotverlies bij de bewaring in lucht met hoger CO₂-gehalte.

Bij bewaring in lucht met 8% CO₂ tenslotte treedt aanzienlijk meer rot op dan bij bewaring in lucht met een lager CO₂-gehalte. Waarschijnlijk worden bij een hoger CO₂-gehalte, de normale ademhalingsprocessen aanvankelijk geremd en tenslotte min of meer verstoord, waardoor de biet ook meer vatbaar wordt voor een aantasting door rottingsorganismen.

7 CHEMISCHE MIDDELEN

Door verschillende onderzoekers (2, 47, 67, 119, 137) is getracht de houdbaarheid van bieten te verbeteren door middel van chemische stoffen, meestal stoffen met een min of meer erkende groeistofwerking.

ALDRICH (2) trachtte de houdbaarheid te verbeteren door de bieten 10 minuten onder te dompelen in Bordeauxse pap (kopersulfaat opgelost in kalkmelk). Het resultaat was dat de bieten bij bewaring in een koelcel bij 4°C zacht en sponzig werden, waarschijnlijk doordat ze tijdens de bewaring in de koelcel waren uitgedroogd. Ze waren echter nog weinig gerot. Door onderdompeling gedurende drie minuten in Mercurichloride en bewaring in papieren zakken in de koelcel bij 4°C, gingen alle bieten snel rotten. De bieten waren blijkbaar volkomen vergiftigd. Werden de bieten bij 42°C ondergedompeld in paraffine en daarna bewaard in een koelcel bij 4°C, dan waren ze uitstekend houdbaar. Ze bleven mooi hard en gaaf en zonder een spoor van rot. Waarschijnlijk berust deze gunstige werking van paraffine grotendeels op de aldus verkregen goede bescherming tegen uitdrogen (3).

KOHL (84) verkreeg door onderdompelen van moederbieten in paraffine – eigenlijk dus door het aanbrengen van een paraffinejasje – een vermindering van het suiker-verlies en een zeer grote vermindering van de uitdroging. De beperking van de uitdroging tijdens de bewaring was beter wanneer de bieten driemaal waren ondergedompeld – dus van een dikker paraffinejasje waren voorzien – dan wanneer ze slechts eenmaal behandeld waren. Het ontstaan van een dikker jasje zal ook de reden geweest zijn waarom onderdompelen in paraffine bij zo laag mogelijke temperatuur gunstiger werkte dan onderdompelen bij hogere temperatuur.

De behandelde bieten bleven steeds goed gezond en gaven later bij uitpoten ook de hoogste zaadopbrengsten, tenminste wanneer bij het poten de paraffinelaag uit de wortelzone werd verwijderd. Dit is geheel in overeenstemming met de o.a. door GAASTRA (52, 53) in ons land verkregen resultaten bij bewaring van stekbieten. Bescherming tegen uitdrogen tijdens de bewaring bleek niet alleen minder rot tengevolge te hebben, doch tevens een gunstige invloed uit te oefenen op de zaadopbrengst van het later uitgepote gewas.

KOHL (84) acht onderdompelen in paraffine een zeer geschikte methode voor de bewaring van moederbieten bij kwekerswerk. De bieten blijven goed gezond en zijn tot hoge zaadopbrengsten in staat.

HANSEN (67) probeerde de houdbaarheid van suikerbieten te verbeteren door ze te bestrooien met een poeder, dat bij bewaring van granen wel enig succes had opgeleverd. Het poeder bestond uit een mengsel van 22% CaCO_3 , 5% MgCO_3 , 9% Na_2CO_3 , 61% NaHCO_3 en enig SiO_2 en werd toegepast in hoeveelheden van 1, 2 of 5 lbs per

ton bieten. Het resultaat van de behandeling was ongunstig. Een kleine hoeveelheid poeder had weinig invloed, terwijl een grote hoeveelheid duidelijk schadelijk was voor de houdbaarheid.

Volgens SAMUEL (107) werden rond 1904 door GAUT in Engeland proeven genomen over de invloed van bepoederen van aardappelen met gebluste en ongebluste kalk. Het doel was de verliezen in aardappelkuilen te verminderen in jaren dat er veel *Phytophthora*-aantasting voorkwam. Het bleek, dat de door *Phytophthora* aangetaste knollen toch verder rotten bij behandeling met gebluste of ongebluste kalk, doch dat de aantasting van de omringende knollen door 'nat rot', dat anders in door *Phytophthora* besmette kuilen veel voorkomt, vrijwel geheel werd voorkomen. Behandeling met ongebluste kalk verdiende de voorkeur. De aardappelen die met gebluste kalk behandeld waren, werden kleverig en waren niet meer schoon te krijgen, terwijl de met ongebluste kalk behandelde een droge vlekkerige bedekking kregen, die er gemakkelijk afviel, waarna schone, glanzende aardappelen overbleven. De behandeling van aardappelen met kalk heeft echter nooit toepassing gevonden in de praktijk.

Door JOCHEMS en KROESBERGEN (mondelijke mededeling) werd in 1952/53 een proef genomen omtrent de behandeling van bieten met keukenzout, gebluste kalk en gips. De bieten werden al dan niet gemengd met metselzand bewaard in een smalle proefkuil. Bij het inkuilen werd per 1000 kg bieten resp. 12,5 kg keukenzout of 9 kg gebluste kalk of 15 kg gips tussen de bieten gestrooid. Het bleek, dat het bestrooien met keukenzout funest was voor de houdbaarheid, terwijl door behandelen met gebluste kalk of gips de houdbaarheid slechts weinig werd verminderd.

7.1 GEBRUIK VAN MALEÏNEZUUR HYDRAZIDE

Voorals in Amerika is vrij veel onderzoek verricht naar de werking van Maleïnezuurhydrazide (M.H.), een groeiremmend middel, waardoor ook de ademhaling wordt geremd (40, 47, 61, 90, 102, 119, 134, 135, 139). Het werd o.a. beproefd voor de verbetering van de houdbaarheid van volumineuze veldgewassen zoals aardappelen, voeder- en suikerbieten, uien, wortelen, koolrapen enz., met als resultaat minder spruiting en wortelvorming tijdens de bewaring en soms een verminderde ademhaling en daardoor lagere droge-stofverliezen en een lagere bewaartemperatuur in de hoop.

M.H. wordt twee tot zes weken voor de oogst op het te velde staande gewas gespoten in een concentratie van 0,1 tot 0,5% in een hoeveelheid van 700-1000 liter water per ha. Het middel moet op groen blad gespoten worden. M.H. wordt snel - binnen twee dagen - door de plant opgenomen. De opname en de werking van M.H. wordt sterk verminderd door regen of zware dauw tijdens deze periode (83).

M.H. wordt in twee vormen in de handel gebracht n.l. als M.H.-30, een vloeibare oplossing van M.H. als diëthanolaminezout, die 30 gewichtsprocenten M.H. bevat en als M.H.-40, een poeder met als actieve stof het in water oplosbare Na-zout van

maleïnezuur hydrazide, waaraan een uitvloeier en hechtstof zijn toegevoegd. Het poeder bevat 40% werkzame M.H. Maleïnezuur hydrazide als diëthanolaminezout is enigszins giftig en heeft kankerverwekkende eigenschappen, reden waarom het Na-zout is gemaakt, dat aanzienlijk minder giftig en waarschijnlijk ook minder kankerverwekkend is.

Bij toepassing van M.H. op suikerbieten zijn uiteenlopende resultaten verkregen. De weersomstandigheden tijdens en na het spuiten zijn daarbij waarschijnlijk van grote invloed geweest.

MIKKELSEN en RIRIE (90) en WITWER en HANSEN (137, 139) vermelden een verhoging van het suikergehalte en van de suikeropbrengst bij suikerbieten. Na bewaring van deze bieten gedurende \pm 40 dagen waren de suikerverliezen bij de behandelde bieten vrijwel nihil.

STOUT (119) en PETO (102) daarentegen vonden geen betrouwbare toename van de suikeropbrengst en geen vermindering van de suikerverliezen tijdens de bewaring. Ook FISCHNICH (47) kreeg zeer uiteenlopende resultaten, waarschijnlijk mede als gevolg van de weersomstandigheden tijdens de groei.

TABEL 27 Verlies door rot in kg per 100 kg uitgekulde massa, ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof en spruiting en wortelvorming in verhoudingscijfers (10 = zeer sterke, 0 = geen spruiting en wortelvorming) bij bieten die 4 weken voor de oogst, op een zonnige dag waren bespoten met 1000 l M.H.-oplossing van de aangegeven concentraties en die daarna tot half april in dichte kisten in een koelcel bij 7°C al dan niet gemengd met grond zijn bewaard

Behandeling <i>Treatment</i>		Rotverlies <i>Rot losses</i> in kg/100 kg	Droge-stofverlies <i>Dry matter losses</i> in kg/100 kg	Spruiting <i>Shoot</i> <i>growth</i>	Wortel- vorming <i>Root</i> <i>growth</i>
onbehandeld <i>no treatment</i>	zonder grond <i>without soil</i>	42		1	1
	zwarte grond <i>black soil</i>	40	15	5	4
besproeid met 0,2% M.H. <i>sprayed with 0.2%</i> <i>M.H.</i>	zonder grond <i>without soil</i>	60		0,5	0,5
	zwarte grond <i>black soil</i>	8	11	5	3
besproeid met 0,4% M.H. <i>sprayed with 0.4%</i> <i>M.H.</i>	zonder grond <i>without soil</i>	47		0,5	0,5
	zwarte grond <i>black soil</i>	4	2	5	3

TABLE 27 *Rot losses in kg per 100 kg beets after storage, respiratory losses in dry matter of healthy beets in kg per 100 kg dry matter initially present, and shoot and root growth in appraised values (10 = very many shoots and roots, 0 = no shoot or root growth) in beets sprayed with 1000 l M.H.-solution of the indicated concentrations, on a sunny day 4 weeks before harvest and which were afterwards stored, mixed or not with soil in closed boxes in cold storage at 7°C until mid-April*

Met het doel de houdbaarheid van voederbieten te verbeteren werd door ons in 1952/53 een proef genomen met bespuiting van voederbieten met M.H. (10). Tabel 27 geeft hiervan de resultaten.

Door toevallige oorzaken was er bij de met grond bewaarde onbehandelde bieten zeer veel rot opgetreden. Blijkens het overige onderzoek in koelcellen in dat jaar (10) had hier in plaats van 40% rot b.v. 5% rot moeten staan. We zien dat bij de bewaring zonder grond, de met M.H. bespoten bieten iets meer rot vertoonden dan de niet bespoten bieten. Ongetwijfeld zou ook bij de met grond gemengde bieten een bespuiting met M.H. niet gunstig naar voren gekomen zijn wanneer niet toevallig het O-object hierbij zo sterk was gerot. De conclusie mag dan ook wel zijn, dat de bespuiting met M.H. geen vermindering van het rotverlies heeft gegeven. De spruiting en wortelvorming van de bieten werden slechts weinig geremd. Het lijkt erop dat bij de bespuiting met 0,4% M.H. een belangrijke vermindering van het ademhalingsverlies aan droge stof werd verkregen. De proef is echter te klein voor een betrouwbare conclusie.

Aangezien de rotaantasting van de bieten door bespuiten met M.H. niet werd verminderd en de toepassing van het middel onder Nederlandse omstandigheden – wisselvallig nat weer in het najaar – altijd wel bezwaarlijk zal zijn, werd nader onderzoek van M.H. voor vermindering van het rotverlies bij bewaring van voederbieten niet interessant geacht. Misschien is verder onderzoek van M.H. wel van belang in verband met het beperken van de suikerverliezen die in suikerbieten optreden tijdens het transport en de bewaring in opslagplaatsen bij de fabriek e.d. Het is echter de vraag of bespuiting, onder Nederlandse omstandigheden, ooit rendabel kan zijn.

Buitenlandse onderzoekers (47, 90, 102, 119) zijn het er over eens dat de tot nu toe verkregen resultaten zeer wisselvallig zijn en geen duidelijke conclusie toelaten.

7.2 GEBRUIK VAN TETRACHLOORNITROBENZEEN-BEVATTENDE MIDDELEN

Tetrachloornitrobenzeen (T.C.N.B.) is een stof, die langzaam verdampt en in kuilen dan ook min of meer in gasvorm verdwijnt. T.C.N.B. heeft in het algemeen een sterke kiem- en spruitremmende werking, o.a. bij aardappelen, bieten, wortelen enz. en misschien wordt ook de ademhalingsintensiteit enigszins geremd.

De temperatuur in met T.C.N.B. behandelde kuilen is in het algemeen dan ook lager en de ademhalingsverliezen aan droge stof zijn kleiner dan bij onbehandelde kuilen.

Bij proeven met *Botrytis*-cultures op agar vond MOOI (13), dat de groei van de schimmel sterk werd geremd en de ontwikkeling van sporen geheel werd onderdrukt bij inwerking van de damp van T.C.N.B., dat tegen het deksel van de petrischaal was aangebracht. De conserverende werking van T.C.N.B. berust waarschijnlijk enerzijds op een verzwakking van de groei- en infectiekracht van schimmels, met name van *Botrytis*

cinerea, *Helicobasidium purpureum* en *Fusarium sp.* en anderzijds op vertraging van de levensprocessen van de biet. Dit laatste kan echter gevaarlijk worden. De afweerkracht van een plant tegen infectie hangt nauw samen met zijn levensactiviteit. Actief groeiende planten zijn vrijwel onvatbaar voor min of meer secundaire schimmels. Wanneer de levensactiviteiten echter sterk worden geremd hetgeen b.v. tot uiting kan komen in verminderde spruiting zoals b.v. bij sterke uitdroging tijdens de bewaring of bij verstoring van de groeistofharmonie door toepassing van T.C.N.B. het geval kan zijn, dan worden de bieten veel meer vatbaar. T.C.N.B. werkt daarom alleen gunstig, wanneer de schimmelgroei wel sterk wordt geremd, terwijl de normale levensprocessen van de biet een weinig worden vertraagd, doch niet volledig worden gestoord. Gebruik van Conserbeta, een T.C.N.B.-bevattend middel, in te grote concentraties is daarom schadelijk, zoals o.a. uit oriënterende proeven van de fabrikant is gebleken. In kuilen kan door verstoring van de levensprocessen broei en daardoor aanzienlijk meer rot optreden. Ook de ademhalingsverliezen aan droge stof zijn dan groter.

Dit bleek b.v. bij toepassing van Conserbeta in een hoeveelheid van 4 kg per 1000 kg bieten bij bewaring van de bieten in dichte kisten. In deze dichte kisten is de concentratie van de T.C.N.B.-damp ongetwijfeld aanzienlijk hoger geweest dan normaal in een kuil het geval is, zoals in de dichte kisten ook het CO₂-gehalte van de lucht aanzienlijk hoger was (n.l. ongeveer 2% CO₂) dan in een gewone kuil.

Het gevolg hiervan is geweest, dat de behandelde bieten meer gingen rotten en ook hogere droge-stofverliezen te zien gaven dan de onbehandelde (10). Deze ongunstige werking van Conserbeta was vooral duidelijk bij de met grond gemengde bieten.

Tabel 28 laat dit zien.

De voor deze omstandigheden te grote hoeveelheid Conserbeta heeft hier dus

TABEL 28 Invloed van behandelen met Conserbeta (4 kg poeder per 1000 kg bieten) bij bieten die gemengd met metselzand in dichte kisten in koelcellen bij 5 en 7°C werden bewaard. Aangegeven is het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof, het rotverlies in kg per 100 kg uitgekulde massa en de spruiting en wortelvorming in verhoudingscijfers (10 = zeer sterke, 0 = geen spruiting resp. wortelvorming)

Behandeling <i>Treatment</i>	Ademhalingsverlies aan droge stof <i>Respiratory losses in dry matter</i>	Rotverlies <i>Rot losses</i>	Spruiting <i>Shoot growth</i>	Wortelvorming <i>Root growth</i>
onbehandeld <i>no treatment</i>	6,3	9	3,3	3,9
met Conserbeta <i>with Conserbeta</i>	7,3	18	0,1	0,0

TABLE 28 Influence of treatment with Conserbeta (4 kg powder per 1000 kg beets) on beets stored, mixed with sand in closed boxes in cold storage at 5 and 7°C. Respiratory losses in dry matter of healthy beets in kg per 100 kg dry matter initially present, rot losses in kg per 100 kg beets after storage have been indicated as well as shoot and root growth in appraised values (10 = very many shoots and roots, 0 = no shoot or root growth)

duidelijk ongunstig gewerkt, zowel in verband met het verlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten als in verband met het verlies door rot.

Voor een deel is T.C.N.B. in dampvorm werkzaam. In normale praktijkkuilen moet deze werking echter niet al te hoog worden aangeslagen. Bij het streeksgewijze onderzoek in Zeeland (41, 42) was een aantal kuilen waarbij het poeder niet mooi gelijkmatig was verdeeld. In dergelijke kuilen was de spruiting van de bieten die niet met het poeder in aanraking waren geweest, slechts zeer onvolledig onderdrukt.

De vermindering van de rotaantasting door T. C.N.B. bleek slechts zeer oppervlakkig te werken. Bieten die reeds enigermate aangetast waren, waar de schimmel dus al enigszins in was doorgedrongen, rotten ondanks de behandeling verder. Daarom had het behandelen met Conserbeta bij onderzoek in 1952 weinig succes. De bieten werden toen in maart behandeld en in juni op rotaantasting beoordeeld. Bij de behandeling werden weliswaar alleen de op het oog nog geheel gezonde bieten opnieuw ingekuild, doch ongetwijfeld is een aantal van deze bieten al min of meer geïnfecteerd geweest en daarop heeft Conserbeta weinig invloed meer gehad. Om dezelfde reden heeft behandelen met Conserbeta geen vermindering tengevolge van de uitbreiding van het rot in door stengelaaltjes aangetaste bieten (14, 94).

Uit vele proeven (11, 12, 13, 14, 41) is duidelijk gebleken, dat Conserbeta (T.C.N.B.) in staat is het oppervlakkige binnendringen van schimmels af te remmen en daardoor rotwerend te werken. Zeer duidelijk bleek dit ook uit het sterke afremmen van de zeer oppervlakkige aantasting door violetwortelrot zoals dat o.a. bij proeven in het Consulentenschap Eindhoven werd gevonden (14). Conserbeta is echter niet in staat de uitbreiding van rotting tegen te gaan die al dieper in de biet aanwezig is. Voor een goede werking dienen de bieten direct na het rooien ingekuild en zorgvuldig met de vereiste hoeveelheid poeder bestrooid te worden. Om de damp zo goed mogelijk in de kuil te houden moet de kuil zoveel mogelijk dichtgehouden worden. Aangezien echter ook de temperatuur zo laag mogelijk gehouden moet worden, moet de kop van de kuil aanvankelijk toch wel open blijven.

Worden T.C.N.B.-bevattende middelen op de juiste wijze gebruikt, dan kunnen ze een duidelijke vermindering van de verliezen door rot tengevolge hebben. Ook de ademhalingsverliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten kunnen enigszins worden beperkt, doch waarschijnlijk is dit mede een gevolg van het feit, dat ook de temperatuur wordt verlaagd in de behandelde kuilen (tabel 30).

Bij ons onderzoek van de werking van T.C.N.B., werd oorspronkelijk gewerkt met een poeder dat 3% T.C.N.B. bevatte. Hierbij bleek, dat de beste werking werd verkregen bij gebruik van 4,5 kg poeder per 1000 kg bieten. Later werd het gehalte aan T.C.N.B. in het poeder verhoogd tot 4,5% en werden goede resultaten verkregen bij gebruik van 3 kg poeder (Conserbeta) per 1000 kg bieten.

Een proef in 1953/54 met het drieprocentige poeder gaf de in tabel 29 weergegeven rotverliezen (13).

De toepassing van Conserbeta in een voldoende grote hoeveelheid heeft dus een

TABEL 29 Rotverlies in kg per 100 kg uitgekulde massa bij bewaring van bieten tot eind maart, in kuilen van ± 5 ton, behandeld met verschillende hoeveelheden Conserbeta. De voorgeschreven praktijkdosering ten tijde van deze proef was nog 4,5 kg en het poeder bevatte toen 3% T.C.N.B. (13)

Behandeling / Treatment	Rotverlies / Rot losses
Onbehandelde praktijkkuil / <i>untreated practical clamp</i>	41
bieten behandeld met / <i>beets treated with 1,25 kg Conserbeta/1000 kg</i>	34
bieten behandeld met / <i>beets treated with 2,5 kg Conserbeta/1000 kg</i>	22
bieten behandeld met / <i>beets treated with 3,5 kg Conserbeta/1000 kg</i>	24
bieten behandeld met / <i>beets treated with 4,5 kg Conserbeta/1000 kg</i>	21

TABLE 29 *Rot losses in kg per 100 kg beets after storage when stored in clamps of ± 5 tons until the end of March, treated with various amounts of Conserbeta. The prescribed practical dosage at the time of these experiments still was 4.5 kg and the powder contained 3 per cent of T.C.N.B. (13)*

belangrijke vermindering van het rotverlies veroorzaakt. Een hoeveelheid van 1,25 kg was te weinig om het maximum-effect te bereiken, doch gaf reeds een duidelijke vermindering van het rot. De werking van 2,5, 3,5, en 4,5 kg Conserbeta was vrijwel gelijk. Grotere doseringen werden niet toegepast, o.a. omdat uit de proeven van de fabrikant bekend was, dat dan de kans op een ongunstige werking te groot wordt. Opgemerkt zij nog dat hoewel Conserbeta een belangrijke vermindering van het rotverlies heeft veroorzaakt, de werking toch ook niet afdoende is geweest. Ook in de behandelde kuil is nog in aanzienlijke mate rot opgetreden.

In tabel 30 wordt een samenvatting gegeven van een aantal kuilproeven uit de praktijk (11, 12, 14).

We zien in tabel 30, dat in de jaren 1954/55, 1955/56 en bij de goed geslaagde proeven van serie 430 de toepassing van 3 kg Conserbeta per 1000 kg bieten, gemiddeld een duidelijke vermindering van het rotverlies tengevolge heeft gehad. De vermindering van het rotverlies was gemiddeld echter niet groot n.l. resp. 4,7, 2,5 en 3,1 kg per 100 kg uitgekulde bieten. Uit de proeven in 1954/55 en in 1955/56 zien we, dat ook het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten enigszins werd verminderd door de behandeling met Conserbeta. De vermindering was gemiddeld resp. 2,5 en 2,3 kg droge stof per 100 kg ingekulde droge stof.

Stellen we het ademhalingsverlies in de gezond gebleven bieten van de onbehandelde kuilen op 12,5 en van de behandelde op 10,0 kg droge stof per 100 kg ingekulde droge stof en gaan we uit van 100 kg droge stof die bij het inkuilen in de gezond gebleven bieten aanwezig was, dan houden we na de bewaring bij de onbehandelde kuilen 87,5 kg en bij de behandelde 90 kg droge stof over van de oorspronkelijke 100 kg droge stof.

In de met Conserbeta behandelde kuilen houden we dus $90 - 87,5 = 2,5$ kg droge stof meer over, of in procenten van wat in de normale kuil over is $(2,5/87,5) \times 100 = 2,8\%$ of globaal 3%. In de met Conserbeta behandelde kuilen is dus globaal genomen 3% (3 kg per 100 kg droge stof) meer droge stof in de gezond gebleven bieten

TABEL 30 Cijfers voor rotverlies in kg per 100 kg uitgekuilde massa, ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof, totaal droge-stofverlies – ontstaan door rot + ademhaling tesamen – in kg per 100 kg oorspronkelijk aanwezige droge stof, spruiting en wortelvorming van de bieten in verhoudingscijfers (10 = zeer sterke, 0 = geen spruiting en/of wortelvorming), temperatuur van de kuilen en aantal bevroren bieten per 100, gemiddeld voor de aangegeven proefseries. Iedere proefserie bestond uit een aantal proeven op praktijk-schaal, waarbij wel en niet met Conserbeta behandelde kuilen van ± 5 ton bieten werden vergeleken (11, 12, 14)

Aantal proeven <i>Number of experiments</i>	Serie 430, 14							
	gemiddeld over alle proeven <i>average of all experiments</i>		gemiddeld over de goed geslaagde proeven <i>average of successful experiments</i>		8 1954/55		15 1955/56	
	Norm. ¹	Cons. ²	Norm.	Cons.	Norm.	Cons.	Norm.	Cons.
Rotverlies / <i>Rot losses</i>	9,2	9,3	6,5	3,4	8,0	3,3	7,8	5,3
Totaal droge-stofverlies <i>Total dry matter losses</i>					20,3	12,9	19,2	14,6
Ademhalingsverlies droge stof <i>Respiratory losses in dry matter</i>					12,6	10,1	12,3	10,0
Spruiting / <i>Shoot growth</i>	3,9	0,6			5,8	1,0		
Wortelvorming / <i>Root growth</i>	3,0	0,4			5,8	0,4		
Temperatuur / <i>Temperature</i>	10,0	9,1	8,6	8,4	6,2	5,7	6,2	5,9
Aantal bevroren bieten per 100 <i>Number of frozen beets per 100</i>							7,7	9,0

¹ Een normale praktijkkuil is een gestandaardiseerde kuil van 3 à 5 ton bieten, op de grond of slechts weinig in de grond (20 cm) aangelegd, aan de voet 2,5 m breed en $\pm 1,2$ m hoog. De hoop werd afgedekt met een laag stro en daar overheen een laag grond.

² als ¹ doch tussen de bieten is Conserbeta gestrooid, 3 kg per ton bieten, van het nieuwe middel dat 4,5% T.C.N.B. bevat

¹ *A normal practical clamp is a standardized clamp of 3 to 5 tons of beets, set up on top of the soil or slightly under (20 cm), 2.5 m wide and ± 1.2 m high. The clamp was covered with a layer of straw with a layer of soil on top*

² *as ¹ but Conserbeta was scattered between the beets 3 kg per ton of beets, Conserbeta of the new kind was used, containing 4.5 per cent of T.C.N.B.*

TABEL 30 *Rot losses in kg per 100 kg beets after storage, respiratory losses in dry matter of healthy beets in kg per 100 kg dry matter originally present, total dry matter losses from rot and respiration in kg per 100 kg dry matter originally clamped, shoot and root growth in appraised values (10 = very many shoots and roots, 0 = no shoot or root growth), temperature of the clamps and number of frozen beets per 100, average for the experimental series indicated. Each experimental series consisted of a number of experiments on practical scale, in which clamps of ± 5 tons of beets treated or not with Conserbeta were compared (11, 12, 14)*

overgebleven dan in de normale kuilen. Aangezien we het procentuele verlies aan droge stof praktisch gelijk mogen stellen aan het procentuele verlies aan voederwaarde (15, 17) mogen we ook zeggen, dat de voederwaarde van de gezond gebleven bieten

in de met Conserbeta behandelde kuilen gemiddeld bijna 3% hoger is dan van de gezonde bieten in de onbehandelde kuilen.

Het voordeel van Conserbeta is dus niet alleen, dat er minder rotverlies is opgetreden, doch ook dat de overgebleven gezonde bieten een wat kleiner verlies aan voederwaarde hebben geleden. Het gevolg van deze twee werkingen is dan ook dat het totale verlies aan droge stof (tengevolge van rotting en ademhaling samen) bij de met Conserbeta behandelde kuilen kleiner is dan bij de normale. Het gemiddelde verschil in totale droge-stofverliezen tussen de beide kuilmethoden in 1954/55 en 1955/56 is resp. 7,4 en 4,6 kg droge stof per 100 kg oorspronkelijk ingekuilde droge stof. Hoewel dit verschil niet gering is, is toch in beide jaren de behandeling met Conserbeta gemiddeld niet rendabel geweest, hetgeen in hoofdzaak een gevolg is van het feit, dat de bewaring van een 'bulkprodukt' als voederbieten met een lage prijs per ton, niet veel mag kosten.

Stellen we de kosten van de behandeling met Conserbeta op f 3,— per ton bieten (3 kg conserveringsmiddel à f 1,— per kg) en de prijs van de bieten op f 25,— per ton dan zal de behandeling globaal genomen rendabel zijn geweest, wanneer de totale verliezen met minstens $\frac{3}{25} = 12\% = 12$ kg per 100 kg uitgangsprодукt verminderd worden. Wanneer de voederwaarde van de gezond gebleven bieten in de onbehandelde kuil gelijk is aan die van de gezond gebleven bieten in de behandelde kuil, dan mogen we ook zeggen dat Conserbeta rendabel is geweest wanneer de verliezen door rot met 12 kg per 100 kg uitgekuielde massa zijn verminderd. Zoals we zagen is het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in de met Conserbeta behandelde kuilen gemiddeld 2,5 kg kleiner per 100 kg oorspronkelijk aanwezige droge stof, dan in de onbehandelde. Globaal genomen kunnen we daarom ook zeggen, dat Conserbeta bij de gegeven prijsverhoudingen rendabel is geweest wanneer het een vermindering van het rotverlies heeft gegeven van 10 kg per 100 kg uitgekuielde bieten. In de jaren 1954/55 en 1955/56 is dit slechts in een enkele proef het geval geweest (11, 14).

KETELAAR (79) vond bij zijn proeven in 1953/54 in Drenthe bij bewaring tot begin juni bij de onbehandelde kuilen gemiddeld 48,3% en bij de behandelde 22,7% rot. In deze gevallen is dus de behandeling gemiddeld ruimschoots rendabel geweest. In één geval was de onbehandelde kuil op 11 juni zelfs volledig gerot, terwijl van de behandelde slechts 33% was aangetast.

In gevallen dat er lang bewaard moet worden en de boer uit ervaring weet dat hij geregeld grote hoeveelheden rot heeft, zal behandelen met een T.C.N.B.-bevattend middel vaak wel rendabel zijn, mede ook doordat de bedrijfszekerheid wel wat wordt vergroot. Overigens bieden deze middelen natuurlijk geen absolute zekerheid voor een goede bewaring. De bieten kunnen niet alleen bevriezen bij onvoldoend afdekken, doch uit vele proeven is wel gebleken dat, voornamelijk door onoordeelkundige kuil-aanleg, behandelde bieten ook kunnen verbroeien en dus toch nog aanzienlijke verliezen geven.

In tabel 30 zien we verder, dat de temperatuur in de met Conserbeta behandelde kuilen gemiddeld ongeveer $0,5^{\circ}\text{C}$ lager is geweest dan in de onbehandelde. In overeenstemming hiermee is in het seizoen 1955/56 in de behandelde kuilen iets meer vorstschade opgetreden dan in de onbehandelde, doch ondanks de zeer strenge vorstperiode in deze winter is de vorstschade in het algemeen meegevallen. Men dient bij toepassing van een T.C.N.B.-bevattend middel rekening te houden met deze kleinere warmteontwikkeling en de behandelde kuilen in de winter iets zwaarder af te dekken dan onbehandelde. Bij de proeven van serie 430 is het gemiddeld over alle proeven hoge rotverlies in de met Conserbeta behandelde kuilen vrijwel uitsluitend het gevolg van ernstige vorstschade bij twee proeven (12), waarbij de behandelde kuilen kennelijk te licht afgedekt zijn geweest.

Overigens dient wel bedacht te worden, dat door zwaarder afdekken de temperatuur van de kuil hoger wordt waardoor de ademhalingsverliezen toenemen, zodat het in de behandelde kuilen gemiddeld gevonden lagere ademhalingsverlies gemakkelijk verloren kan gaan. Het is dan ook verstandig om niet al teveel waarde te hechten aan het iets lagere ademhalingsverlies in de met Conserbeta behandelde kuilen. Bij waakzaam toezien en tijdig ingrijpen zou de temperatuur van de onbehandelde kuilen wel wat lager gehouden kunnen worden, waardoor ook in de onbehandelde kuilen het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten kleiner geweest zou zijn.

Zoals blijkt uit tabel 30 is door behandeling met Conserbeta de spruiting en wortelvorming van de bieten vrijwel volledig tot stilstand gebracht. Dit is vooral van groot belang in verband met het overbrengen van het vergelingsziekte-virus uit de bietenkuilen naar het jonge gewas in het voorjaar (19, 72, 104). Een niet onbelangrijk nevenvoordeel van de afwezigheid van wortelvorming in de behandelde kuilen is, dat de bieten in het voorjaar vrijwel zonder aanhangende grond uit de kuil komen. In gevallen dat men de onbehandelde bieten zou moeten reinigen kan dit een belangrijke arbeidsbesparing bij het voederen van de bieten opleveren.

Tenslotte zij vermeld, dat het rundvee de met Conserbeta behandelde bieten in het algemeen met graagte eet en dat het er geen aantoonbare nadelige gevolgen van ondervindt. Paarden zijn kieskeuriger en laten de behandelde bieten soms liggen. T.C.N.B.-bevattende middelen oefenen geen aantoonbare nadelige invloed uit op de melk en de melkprodukten.

7.3 ANDERE CHEMISCHE MIDDELEN

Behalve met T.C.N.B.-bevattende middelen is ook enig oriënterend onderzoek gedaan met andere stoffen, die bij bewaring van aardappelen als kiemremmingsmiddel worden gebruikt, zoals AAservo, dat als werkzaam bestanddeel Isopropylphenylcarbonaat bevat en Belvitan K met naftylalkylether als werkzaam bestanddeel en verder met pentachloornitrobenzeen in plaats van tetrachloornitrobenzeen. Geen van deze stoffen

TABEL 31 Invloed van behandelen met AAservo en Belvitan K op het rotverlies in kg per 100 kg uitgekuisde massa, het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof en de spruiting en wortelvorming in verhoudingscijfers (10 = zeer sterke, 0 = geen spruiting resp. wortelvorming) bij bewaring tot half april van bieten al dan niet gemengd met grond in dichte kisten in een koelcel van 7°C

Behandeling <i>Treatment</i>	Bieten gemengd met <i>Beets mixed with</i>	Rotverlies <i>Rot losses</i>	Droge-stofverlies <i>Dry matter losses</i>	Spruiting <i>Shoot growth</i>	Wortelvorming <i>Root growth</i>
onbehandeld <i>no treatment</i>	zonder grond <i>without soil</i>	41	10	2	1
	zwarte grond <i>black soil</i>	1	14	5	5
	metselzand <i>sand soil</i>	3	12	4	5
met AAservo, 2 kg poeder per 1000 kg bieten <i>with AA-servo, 2 kg of powder per 1000 kg of beets</i>	zonder grond <i>without soil</i>	44	15	0,5	0,5
	zwarte grond <i>black soil</i>	6	12	3	3
	metselzand <i>sand soil</i>	7	14	3	3
met Belvitan K, 1 kg poeder per 1000 kg bieten <i>with Belvitan K, 1 kg of powder per 1000 kg of beets</i>	zonder grond <i>without soil</i>	45	15	1,5	0,5
	zwarte grond <i>black soil</i>	4	12	5	5
	metselzand <i>sand soil</i>	14	14	4	4

TABEL 31 *Influence of treatment with AA-servo and Belvitan K on rot losses in kg per 100 kg beets after storage, respiratory losses in dry matter of healthy beets in kg per 100 kg dry matter originally present and shoot and root growth in appraised values (10 = very many shoots and roots, 0 = no shoot or root growth), when storing beets, mixed or not with soil, in closed boxes in cold storage at 7°C until mid-April*

heeft bij dit voorlopig onderzoek bijzonder gunstig gewerkt, zodat van verder onderzoek is afgezien.

In tabel 31 zijn de resultaten verkregen bij gebruik van AAservo en Belvitan K bij bewaring in kisten in koelcellen weergegeven en in tabel 32 het resultaat van gebruik van pentachloornitrobenzeen bij kuilbewaring op praktijkschaal.

We zien, dat de behandeling met AAservo en Belvitan K vrij weinig invloed heeft gehad. De spruiting en wortelvorming werden weinig geremd, vooral bij de met grond gemengde objecten. De verliezen door rot werden iets verhoogd terwijl de ademhalingsverliezen gemiddeld weinig beïnvloed werden. Over het geheel lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat behandeling met AAservo of Belvitan K min of meer ongunstig werkt en ook weinig perspectieven biedt voor verder onderzoek.

De behandeling met pentachloornitrobenzeen heeft gunstig gewerkt, hetgeen vooral bij de laatste opruimdatum duidelijk tot uiting is gekomen. De werking is echter

TABEL 32 Rotverlies in kg per 100 kg uitgekuilde massa, en spruiting in verhoudingscijfers (10 = zeer sterke, 0 = geen spruiting) bij bieten die al dan niet met pentachloornitrobenzeen (P.C.N.B.) zijn behandeld (3 kg poeder met 4% werkzame bestanddelen) bij bewaring tot 8 april en 10 mei

Behandeling <i>Treatment</i>	Uitgekuild op / <i>Stored till 8/4</i>		Uitgekuild op / <i>Stored till 10/5</i>	
	Rotverlies <i>Rot losses</i>	Spruiting <i>Shoot growth</i>	Rotverlies <i>Rot losses</i>	Spruiting <i>Shoot growth</i>
onbehandeld <i>no treatment</i>	22	6	30	5
P.C.N.B.	20	6	22	5

TABLE 32 *Rot losses in kg per 100 kg beets after storage and shoot growth in appraised values (10 = very many shoots, 0 = no shoot growth) in beets treated or not with pentachlorine nitro benzene (P.C.N.B.; 3 kg powder with 4 per cent of active constituents) stored until 8 April and 10 May*

niet gunstiger dan die we van T.C.N.B. gewend zijn, zodat er geen reden aanwezig leek het middel verder grondig te beproeven, te meer daar de spruiting van de bieten vrijwel niet werd geremd.

Vooraf in verband met de overbrenging van de vergelingsziekte is dit laatste zeer belangrijk en zal T.C.N.B. zeker de voorkeur verdienen boven P.C.N.B.

8 DUUR VAN DE BEWARING

Hoewel bieten onder gunstige omstandigheden lang gezond bewaard kunnen blijven (26), nemen de bewaarverliezen in de praktijk in het algemeen meer dan evenredig toe bij langere bewaring (33, 62, 74, 75).

Bij ons onderzoek werd de indruk verkregen, dat een bepaalde bewaarmethode gunstig kan werken bij korte bewaring, terwijl die methode op den duur toch ongunstig is. Zo bleek bij ons onderzoek (zie 2.4) bewaring bij 2°C op den duur (na 7 maanden) vaak ongunstig te zijn voor de houdbaarheid, terwijl bij Amerikaanse onderzoeken met suikerbieten (116, 118), die slechts korte tijd – tot 60 dagen – werden bewaard, bewaring bij 2°C juist gunstig was. Overeenkomstige verschijnselen komen voor bij het optreden van z.g. ‘lage-temperatuur-bederf’ bij bewaring van appels (81). Wordt korte tijd bewaard bij b.v. 2°C dan levert dit minder ‘lage-temperatuur-bederf’ op dan bewaring bij 5°C, doch op den duur is de ‘koudeschade’ bij 2°C veel groter.

Bij ons onderzoek naar de invloed van de bemesting van het gewas op de houdbaarheid van de bieten, werd het optreden van rot vergeleken bij monsters bieten van verschillende herkomst (16, 17). Het is nu denkbaar, dat b.v. een bepaalde bemesting weinig rot tengevolge heeft wanneer korte tijd wordt bewaard, terwijl op den duur zeer veel rot kan optreden. In dit geval zou het resultaat van de vergelijking van de houdbaarheid van monsters bieten van verschillende herkomst afhankelijk zijn van het tijdstip van opruimen van de monsters. Door middel van een bewaartijdenproef met monsters bieten van verschillende herkomst werd getracht hierin een nader inzicht te krijgen.

8.1 BEWAARDUUR EN RESPIRATIE

Voor zover ons bekend is door buitenlandse onderzoekers (22, 97, 113, 121, 127) uitsluitend de ademhalingsintensiteit van suikerbieten bepaald. Suikerbieten worden in het algemeen vrij kort bewaard en de invloed van de bewaarduur is hierbij dan ook buiten beschouwing gebleven.

In verband met de bewaring van voederbieten leek het echter interessant na te gaan hoe het verloop is van de ademhalingsintensiteit gedurende het bewaarseason.

In fig. 6 t/m 9 wordt het verband weergegeven tussen de CO₂-productie in liters CO₂ per 100 kg bieten per etmaal en de duur van de bewaring bij 2, 5 en 7°C in lucht met 2% CO₂ en 19% O₂ (16, 17).

Uit fig. 6 t/m 9 zien we, dat in alle gevallen de CO₂-productie of de O₂-opname groter

FIG. 6 Verloop van de CO₂-produktie en/of de O₂-opname in liters per 100 kg voederbieten per etmaal gedurende de bewaring bij 2°, 5° en 7°C in lucht met 2% CO₂ en 19% O₂ in 1953/54.

Om reeks 1 april (bij de stippelijijn) werden de rotte + aangetaste bieten verwijderd. Daarna werd de meting van de CO₂-producties niet lang genoeg voortgezet om de richting van de lijnen betrouwbaar te bepalen. Ze zijn daarom gestippeld

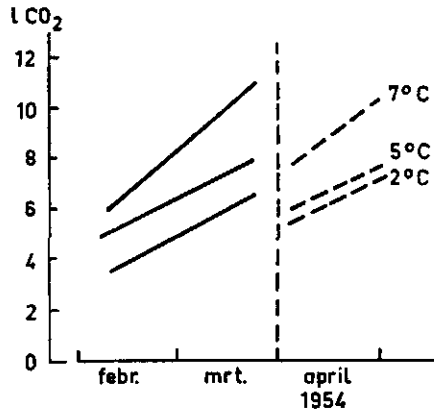


FIG. 6 Trend of the CO₂-production and/or O₂-uptake in litres per 100 kg fodder beets per 24 hours during storage at 2°, 5° and 7°C in air with 2% CO₂ and 19% O₂ in 1953/54.

About 1 April (dotted line) the rotten and affected beets were removed. Afterwards the measurement of CO₂-production was not continued long enough to determine the trend of the lines accurately. Therefore they have been dotted

FIG. 7 Verloop van de CO₂-produktie en/of de O₂-opname in liters per etmaal per 100 kg voederbieten, gedurende de bewaring bij 2°, 5° en 7°C in lucht met 2% CO₂ en 19% O₂ in 1954/55. Op 1 april (bij de pijlen) waren de bieten op het oog nog geheel gezond

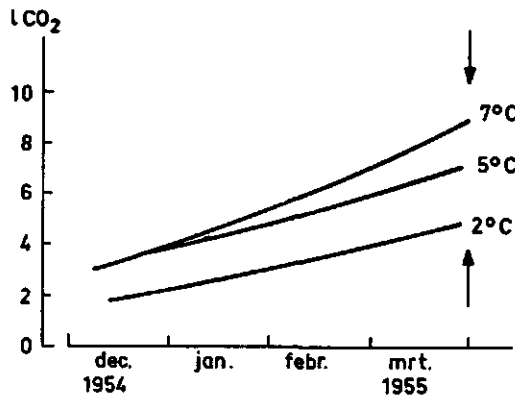


FIG. 7 Trend of the CO₂-production and/or O₂-uptake in litres per 24 hours per 100 kg fodder beets, during storage at 2°, 5° and 7°C in air with 2% CO₂ and 19% O₂ in 1954/55.

On 1 April (arrows) the beets outwardly were still completely healthy

FIG. 8 Verloop van de CO₂-productie en/of O₂-opname in liters per etmaal per 100 kg voederbieten, gedurende de bewaring bij 2°, 5° en 7°C in lucht met 2% CO₂ en 19% O₂ in 1955/56.

Bij de pijl op 1 maart waren alle bieten op het oog nog volkomen gezond. Bij de stippellijn op 2 juli zijn de aangetaste en rotte bieten verwijderd. Daarna kon alleen het niveau van de CO₂-productie van de gezond gebleven bieten behoorlijk bepaald worden. De richting staat niet vast. De lijnen zijn daarom gestippeld

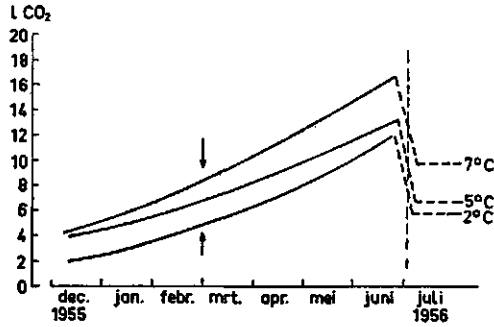


FIG. 8 Trend of the CO₂-production and/or O₂-uptake in litres per 24 hours per 100 kg fodder beets during storage at 2°, 5° and 7°C in air with 2% CO₂ and 19% O₂ in 1955/56.

On 1 March (arrow) all beets outwardly were completely still healthy. On 2 July (dotted line) all affected and rotten beets were removed. Afterwards only the trend of the CO₂-production of the healthy beets could properly be determined. The trend is not fixed, therefore the lines have been dotted

FIG. 9 Verloop van de CO₂-productie en/of de O₂-opname in liters per etmaal per 100 kg voederbieten gedurende de bewaring bij 2°, 5° en 7°C in lucht met 2% CO₂ en 19% O₂ in 1956/57. Bij de pijl op 1 februari waren alle bieten op het oog nog volkomen gezond

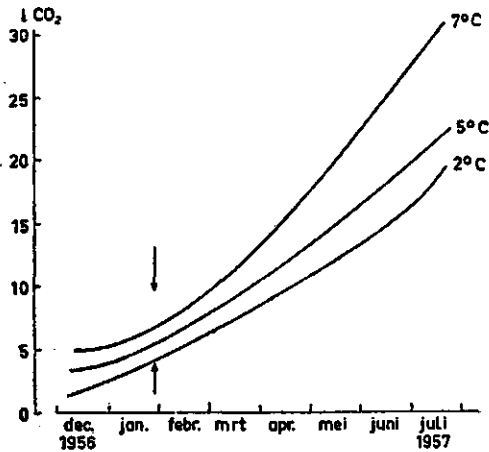


FIG. 9 Trend of the CO₂-production and/or O₂-uptake in litres per 24 hours per 100 kg fodder beets during storage at 2°, 5° and 7°C in air with 2% CO₂ and 19% O₂ in 1956/57. On 1 February (arrow) all beets outwardly were still completely healthy

wordt naarmate langer wordt bewaard. De hoge CO₂-produktie aan het eind van de bewaring, b.v. tijdens de maanden mei en juni in 1956 en mei, juni, juli in 1957, wordt voor een deel veroorzaakt doordat de bieten beginnen te rotten. Door de activiteit van de aantastende schimmels vertonen rottende bieten een aanzienlijk grotere CO₂-produktie dan niet aangetaste bieten. De zeer hoge CO₂-produktie aan het eind van de bewaring moet dus steeds mede worden toegeschreven aan door micro-organismen geproduceerd CO₂. Uit geregelde waarneming tijdens de bewaring staat echter vast, dat de CO₂-produktie reeds begon te stijgen lang voordat enige rot-aantasting zichtbaar was.

In het bewaarseizoen 1954/55 (fig. 7) waren de bieten uitstekend houdbaar. Bij het beëindigen van de ademhalingsmetingen bleken de bieten rond 1 april nog volkomen gezond te zijn. In 1955/56 waren de bieten eveneens goed houdbaar. Rond 1 maart (zie pijl in fig. 8) was toen nog geen rot zichtbaar. Daarna begonnen hier en daar enkele kleinere rotaantastingen voor te komen. Ook in 1956/57 (fig. 9) was er voor 1 februari nog praktisch geen rotaantasting te vinden. Daarna begonnen de bieten toen echter vrij snel te rotten, hetgeen zeker mede de verklaring is van de zeer sterke stijging van de lijnen in fig. 9.

In het bewaarseizoen 1953/54 kon pas laat, nl. in begin februari, begonnen worden met de ademhalingsmetingen, zodat de bietenmonsters reeds rotten alvorens de proef werd ingezet. De lijnen in fig. 6 vertonen dan ook al direct een zeer sterke stijging. Om enig inzicht te krijgen omtrent de invloed van het rotten op de CO₂-produktie van de bieten, werden rond 1 april de aangetaste bieten verwijderd en alleen de gezond gebleven bieten op CO₂-produktie onderzocht. De bewaring is toen te kort voortgezet om de richting van de lijnen betrouwbaar te kunnen aangeven. Na 1 april zijn de lijnen daarom gestippeld weergegeven.

Het is echter duidelijk dat de CO₂-produktie per 100 kg bieten aanzienlijk lager was wanneer de aangetaste bieten verwijderd waren. Hetzelfde werd ook gevonden in 1955/56 (fig. 8). Toen werden de aangetaste bieten verwijderd rond 1 juli. Zoals blijkt uit fig. 8 was de CO₂-produktie van de geheel gezond gebleven bieten per 100 kg aanzienlijk lager dan die van de gezonde en aangetaste bieten samen. Evenals in fig. 6 is in fig. 8 het verloop van de respiratie, nadat de aangetaste bieten verwijderd waren, gestippeld weergegeven, omdat de waarnemingen te kort zijn voortgezet om de richting van de lijn betrouwbaar aan te geven. Het niveauverschil tussen de respiratie bij 2°, 5° en 7°C is echter wel betrouwbaar tot uiting gekomen.

Vergelijken we in fig. 8 het niveau van de CO₂-produktie van de overgebleven gezonde bieten in juli met dat van alle bieten toen er nog geen rot was opgetreden, hetgeen op 1 maart nog het geval was, dan zien we, dat per 100 kg gezonde bieten de CO₂-produktie na 1 maart slechts weinig is gestegen. De in alle figuren naar voren komende sterke stijging van de CO₂-produktie na 1 maart moet ongetwijfeld voor een groot deel aan het rotten van de bieten worden toegeschreven. Daarnaast kan de betrekkelijk kleine CO₂-produktie van de gezond gebleven bieten aan het eind van

de bewaarperiode misschien mede verklaard worden uit het feit dat we daarbij met geselecteerde – n.l. niet door rot aangetaste – bieten te doen hadden.

Het is niet onmogelijk, dat deze sterke bieten altijd al een lagere CO₂-productie hebben gehad dan de zwakkere die later door schimmels zijn aangetast. Een dergelijke selectie is heel goed denkbaar, vooral wanneer een groot aantal bieten is aangetast, zoals in dit geval, waarbij van de 120 bieten per ademhalingsvat er slechts 25 tot 40 geheel gezond zijn gebleven. Uit ons onderzoek is echter niet te achterhalen in hoeverre deze mogelijkheid een rol heeft gespeeld.

Uit het feit dat de ademhalingsintensiteit toeneemt bij langere bewaring, ook voordat er nog van enige rot sprake is, volgt, dat de stijging niet alleen door rotting wordt veroorzaakt. Dit blijkt ook uit de elders (17) beschreven multiële regressieanalyse van deze gegevens.

In 1953/54 was het object 'mengen met metselzand' in het onderzoek opgenomen. Door dit mengen met metselzand, dat op zichzelf vrij wel steriel was, werd de CO₂-productie gemiddeld iets hoger, doch het rotverlies verminderd, zoals tabel 33 laat zien.

TABEL 33 De CO₂-productie in liters per etmaal per 100 kg bieten, gemiddeld gedurende de aangegeven periode; het rotverlies in kg per 100 kg uitgekilde bieten op 1 april en het rotverlies op 12 mei nadat op 1 april de rotte + aangetaste bieten waren verwijderd, bij bewaring van bieten, al dan niet gemengd met metselzand, in de ademhalingsvaten in 1953/54

Behandeling <i>Treatment</i>	CO ₂ -productie / <i>production</i>		Rotverlies / <i>Rot losses</i>		Gemiddeld / <i>Average</i>	
	van / <i>from</i> 24/2 tot / <i>to</i> 28/3	van / <i>from</i> 7/4 tot / <i>to</i> 23/4	1 april	12 mei	CO ₂	Rot
zonder grond <i>without soil</i>	10,7	9,6	11	7	10,2	9
met metselzand <i>with sand</i>	10,6	11,0	9	7	10,8	8

TABLE 33 CO₂-production in litres per 24 hours per 100 kg beets, averaged for the period indicated; rot losses in kg per 100 g beets after storage on 1 April and rot losses on 12 May after rotten and affected beets had been removed 1 April, during storage of beets, mixed or not with sand in respiration containers in 1953/54

Gedurende de periode maart was de CO₂-productie bij de bieten met metselzand gelijk aan die zonder metselzand doch er was minder rot en gedurende de periode april was de CO₂-productie bij de bieten met metselzand groter en was er evenveel rot als bij de bieten zonder metselzand. Ook hieruit blijkt wel, dat het optreden van rot niet alleen bepalend is voor de CO₂-productie van de bieten.

De verklaring voor het toenemen van de ademhalingsactiviteit bij langere bewaring moet wellicht gezocht worden in de door STOUT (115) gevonden toename van de redox-potentiaal bij koude bewaring en de toenemende vernalisatiegraad (15). Evenals

het door STOUT (120) gevonden 'lage-temperatuur-carry-over-effect' kan de grotere respiratie bij langere bewaring het gevolg zijn van een grotere voorraad gemakkelijk oxydeerbare stoffen (o.a. monosen). Dit is waarschijnlijk ook de reden waarom de ademalingsactiviteit van aardappelen weer toeneemt bij bewaring bij een temperatuur lager dan 4°C.

FIG. 10 Verloop van de CO₂-produktie (O₂-opneming) in liters per etmaal per 100 kg bieten tijdens de bewaring van bieten, die bemest zijn met 0, 120, 160 of 200 kg N per ha als kas. Om de invloed van het grote relatieve oppervlak van de niet met N bemeste bieten op te heffen is voor dit object een correctie aangebracht

I	200 kg N per ha
II	160 kg N per ha
III	120 kg N per ha
IV	0 kg N per ha
V	0 kg N per ha, gecorrigeerd op eenzelfde oppervlak als de met N bemeste bieten <i>corrected on the same surface as those treated with N</i>

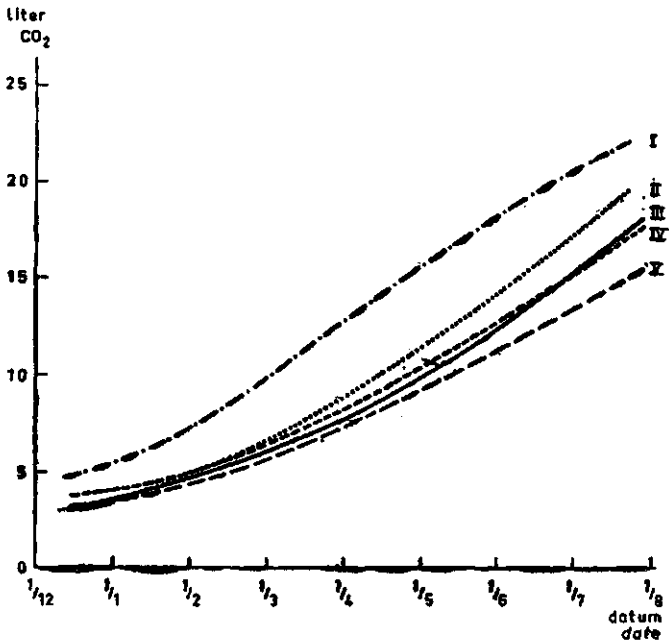


FIG. 10 Trend of the CO₂-production (O₂-uptake) in litres per 24 hours per 100 kg beets, during the storage of beets which have been fertilized with 0, 120, 160 or 200 kg N per ha applied as kas (nitrolime). To obviate the influence of the large relative surface of the beets not fertilized with N a correction has been applied for this treatment

Tijdens de bewaring ontwikkelen de bieten steeds grotere spruiten. Het ligt voor de hand aan te nemen, dat deze spruitvorming met meer ademhaling gepaard zal gaan, doch waarschijnlijk mag hieraan toch niet veel waarde toegekend worden. Herhaal-

delijk hebben we gezien, dat binnen zekere grenzen sterkere spruiting samenging met lagere ademhalingsverliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten. Het is dus zeer onwaarschijnlijk, dat de spruiting een sterke verhoging van de respiratie zou veroorzaken.

Fig. 8 laat zien, dat de respiratie gedurende het bewaarperiode sterker toenam bij 2°C dan bij 5°C, terwijl bij 7°C de toename het sterkst was. Dit verschijnsel is betrouwbaar tot uiting gekomen. Bij 2°C waren de bieten echter vrij wel niet gesproten, terwijl bij 5°C duidelijke spruiten aanwezig waren. De sterkere stijging van de respiratie bij 2°C kan dus zeker niet samenhangen met sterkere spruiting, doch wel met een sterkere vernalisatiegraad bij langere bewaring.

Al is de invloed van de temperatuur op het verloop van de respiratie gedurende de bewaring niet groot geweest, uit het onderzoek in 1955/56 en 1956/57, waarbij de metingen gedurende lange tijd werden voortgezet, is toch gebleken dat de temperatuur het verloop beïnvloedt, zoals vooral fig. 8 duidelijk laat zien. Wanneer we een zo vlak mogelijk verloop van de lijnen, dus een zo gering mogelijke toename van de respiratie gedurende de bewaring, als gewenst beschouwen, dan is bij bewaring bij constante temperatuur, het verloop het gunstigste bij 5°C. Zowel bij bewaring bij lagere als bij hogere temperatuur is de toename van de respiratie op den duur groter.

De invloed van de bewaarduur op de respiratie hangt verder samen met het CO₂-gehalte van de lucht, zoals we zagen in fig. 5 (6). Bij korte bewaring gaf bewaren bij een hoog CO₂-gehalte de kleinste CO₂-productie, doch op den duur blijkt bewaren bij 0,5% CO₂ de laagste CO₂-productie te geven en ook het minste rot.

FIG. 11 Verloop van de CO₂-productie en/of O₂-opname per 100 kg voederbieten gedurende de bewaring (in liters per etmaal)

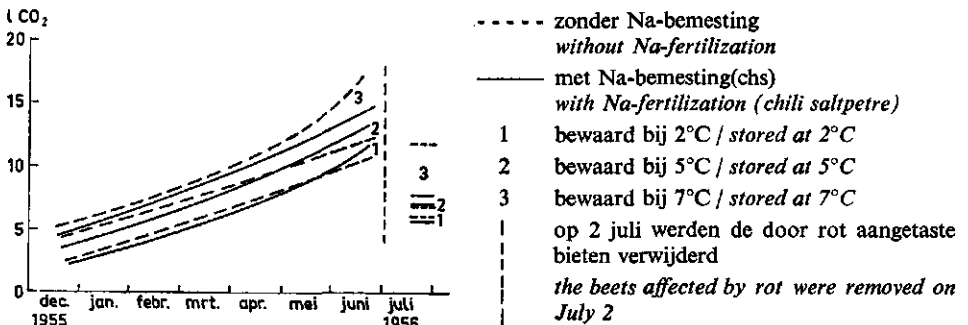


FIG. 11 Trend of the CO₂-production and/or O₂-uptake per 100 kg fodder beets during storage (in litres per 24 hours)

Ook de bemesting van het gewas blijkt invloed te hebben op het verloop van de ademhalingsintensiteit gedurende de bewaring, zoals fig. 10 laat zien.

De N-bemesting heeft niet alleen een duidelijke invloed gehad op het niveau van de CO₂-productie doch ook op het verloop van deze productie gedurende de bewaring. Bij niet met N-bemeste bieten (voor een goede vergelijking met de andere objecten dient de stippellijn beschouwd te worden) was de stijging van de CO₂-productie gedurende de bewaring kleiner dan bij de wel-bemeste. Interessant is, dat de niet-bemeste bieten meer gerot waren dan de wel-bemeste, hetgeen er weer op wijst, dat de stijging van de CO₂-productie gedurende de bewaring zeker niet alleen veroorzaakt wordt door rotting van de bieten. De sterkste stijging vertoonden de met 160 N-bemeste bieten en deze waren het minste gerot (17).

Ook de Na-bemesting bleek enige invloed te hebben op het verloop van de CO₂-productie gedurende de bewaring, zoals fig. 11 laat zien.

De invloed van de Na-bemesting hangt ook nog samen met de bewaartemperatuur zoals blijkt uit fig. 11. Bij bewaren bij 2°C en 5°C geven de met chs bemeste bieten de lijn met de zwakste helling, terwijl bij 7°C de met chs bemeste bieten de sterkste stijging te zien geven. De verschillen zijn overigens niet erg groot en nauwelijks betrouwbaar. Het is echter wel duidelijk, dat de werking van een bepaalde bewaarfactor beoordeeld dient te worden mede in verband met de duur van de bewaring.

Zoals blijkt uit fig. 10 heeft bemesten met 0, 120 of 160 kg N vrijwel geen invloed op de CO₂-productie in het begin van de bewaring. Aan het eind van de bewaring zijn de verschillen echter groot.

8.2 BEWAARDUUR EN ADEMHALINGSVERLIEZEN AAN DROGESTOFEN SUIKER IN DE GEZOND GEBLEVEN BIETEN

In de bewaarperiodes 1953/54 en 1954/55 werden bieten van verschillende bemestingsherkomst bewaard in een koelcel bij 5°C. Periodiek werd een deel van ieder monster opgeruimd.

In fig. 12 wordt een overzicht gegeven van het verloop van het ademhalingsverlies aan droge stof en suiker van de gezond gebleven bieten, gemiddeld over de verschillende bemestingsherkomsten in de beide jaren.

In overeenstemming met de in fig. 5 t/m 10 naar voren gekomen toeneming van de respiratie bij langere bewaring, zien we in fig. 12 een meer dan evenredige toeneming van de ademhalingsverliezen aan droge stof en suiker in de gezond gebleven bieten bij langere bewaring. Weliswaar kleeft aan de toegepaste bepaling van de drogestof- en suikerverliezen een vrij grote fout (17) doch de tendens is duidelijk. Bovendien is ieder punt in de figuur het gemiddelde van minstens vier verschillende objecten.

Het valt op, dat de gemiddelde lijn van het suikerverlies per 100 kg ingekuilde droge stof duidelijk lager ligt dan de gemiddelde lijn voor het drogestofverlies. Dit zou er op kunnen wijzen, dat behalve suiker ook andere droge stof is verademd, of dat

FIG. 12 Verband tussen de tijd van bewaren en het ademhalingsverlies aan droge stof en suiker in de gezond gebleven bieten, uitgedrukt in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof, bij bewaring in dichte kisten in een koelcel bij 5°C

- droge-stofverlies / *dry matter loss*
 - - - - - suikerverlies / *sugar loss*
 - - - - - helling 0,036, gedurende de wintermaanden
slope 0.036, during winter months
- 1953/54
 - 1954/55
 - × 1953/54
 - ⊗ 1954/55

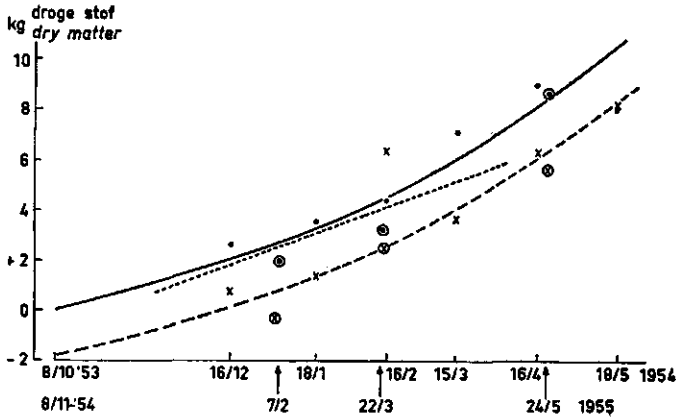


FIG. 12 Relation between storage time and respiratory losses in dry matter and sugar of healthy beets, expressed in kg per 100 kg dry matter originally present, during cold storage at 5°C in closed boxes

droge-stof-niet-suiker, gedurende de bewaring is omgezet in suiker, zodat het totale verlies aan verademde suiker kleiner lijkt dan het totale verlies aan droge stof.

In overeenstemming hiermee vond SMITH (111) bij bewaring van wortels dat het gehalte aan totaalsuikers eerst toe- en daarna afnam gedurende de bewaring. Toch is voor ons onderzoek de conclusie dat niet-suikers tijdens de bewaring worden omgezet in suikers niet voldoende gefundeerd omdat het zwakke punt hierbij de door ons laboratorium toegepaste titrimetrische suikerbepaling is.

In een 'biochemische chaos' als bietenmoes komen talloze koolhydraten voor, die goed oplosbaar zijn en alle mogelijke tussenvormen voorstellen tussen dextrine, hemicellulose en polisacchariden, die eveneens als suikers kunnen reageren zoals door WEBER (132) en WILLIGEN (136) is aangetoond. Het was dus eigenlijk noodzakelijk de chemische suikerbepaling te verifiëren aan een biologische zoals door WEBER is uitgewerkt (132). Ons onderzoek werd echter opgezet in verband met de voederwaarde voor het vee en voor dit doel is de chemische suikerbepaling, waarbij het totaal suikergehalte na inversie volgens VAN DER PLANK (103) werd bepaald, wel geschikt. Een polarimetrische methode kon niet gebruikt worden omdat tijdens de bewaring een deel van de saccharose wordt omgezet in invertsuiker. De verrichte bepalingen

zijn echter niet geschikt voor nauwkeurige conclusies omtrent eventuele geringe omzettingen van niet-suikers in suikers of omgekeerd.

In fig. 12 is de (getrokken) lijn voor het droge-stofverlies door het nulpunt getrokken, immer; bij de oogst is het droge-stofverlies gelijk aan nul. De (gestreepte) lijn voor het suikerverlies is echter onder het nulpunt getrokken. Op de eerste plaats is de lijn hierdoor zo goed mogelijk aan de waarnemingspunten aangepast en loopt hij evenwijdig met de lijn voor het droge-stofverlies, hetgeen in overeenstemming is met het inzicht, dat het ademhalingsverlies aan droge stof vrijwel uitsluitend bestaat uit suiker (121, 127). Verder wordt hierdoor benadrukt, dat het gevonden relatief kleine suikerverlies waarschijnlijk is ontstaan, doordat de bepaling van het suikergehalte van de bieten bij het begin te laag is uitgevallen t.o.v. de bepalingen nadat de bieten enige tijd zijn bewaard. Dit kan reeds uit vrij kleine laboratoriumfouten ontstaan. Bij vele onderzoeken hebben we dan ook na de bewaring wel een te laag suikergehalte gevonden, zodat het suikerverlies daarbij groter leek dan het droge-stofverlies.

Laten we het beginpunt buiten beschouwing, dan zien we dat vanaf de eerste bepaling in december tot de laatste in mei, de suikerverliezen parallel lopen met de droge-stofverliezen. Gedurende deze periode is dus het dagelijkse suikerverlies in kg gelijk geweest aan het dagelijkse verlies aan droge stof in kg per 100 kg oorspronkelijk aanwezige droge stof. We nemen daarom aan, dat het suikerverlies globaal genomen gelijk is aan het droge-stofverlies.

In fig. 12 is een raaklijn (gestippelde lijn) getekend aan de kromme van het droge-stofverlies, die de gemiddelde helling van deze kromme weergeeft gedurende de wintermaanden december t/m februari. Deze lijn heeft een helling van 0,036. Dit betekent dat gedurende de wintermaanden per 100 kg oorspronkelijk ingekuilde droge stof gemiddeld 36 g droge stof per etmaal verloren gaat. Per ton bieten met 15% droge stof, d.i. per 150 kg droge stof gaat dus $1,5 \times 36 = 54$ g droge stof verloren per etmaal bij bewaring in koelcellen bij 5°C. Dit cijfer is mooi in overeenstemming met het uit de ademhalingsintensiteit berekende ademhalingsverlies van 52 g suiker (droge stof) per ton bieten per etmaal bij bewaring bij 5°C, zoals we zagen in 2.1.

In fig. 13 wordt het verloop van het ademhalingsverlies aan droge stof en suiker in de gezond gebleven bieten weergegeven bij bewaring in een proefkuil met veranderlijke temperatuur. Ter vergelijking is ook de lijn voor het verloop in de koelcellen uit fig. 12 in fig. 13 opgenomen.

Bij het bewaaronderzoek in de smalle proefkuil in 1954/55 was het suikerverlies soms groter en soms ook kleiner dan het verlies aan droge stof. Voor het weergeven van het gemiddelde verloop van het suiker- en van het droge-stofverlies is daarom één lijn getrokken, die het verloop van het verlies aan beide stoffen globaal weergeeft. Hoewel de spreiding van de punten vrij groot is, komt toch duidelijk de tendens naar voren, dat het ademhalingsverlies aan droge stof en suiker in de gezond gebleven bieten bij de bewaring in de proefkuil aanvankelijk lager en later aanzienlijk hoger is dan bij de bewaring in de koelcellen. De verklaring hiervan is te vinden in het

FIG. 13 Verloop van het ademhalingsverlies aan droge stof en suiker in de gezond gebleven bieten, uitgedrukt in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof, tijdens de bewaring in een smalle proefkuil bij veranderlijke temperatuur. Aangegeven is het gemiddelde verloop (gemiddeld van 12 objecten) van het droge-stof- en suikerverlies in de proefkuil (1), met ter vergelijking het verloop in de koelcellen (2) en het globale verloop van de temperatuur in de proefkuil (3) en in de koelcel (4)

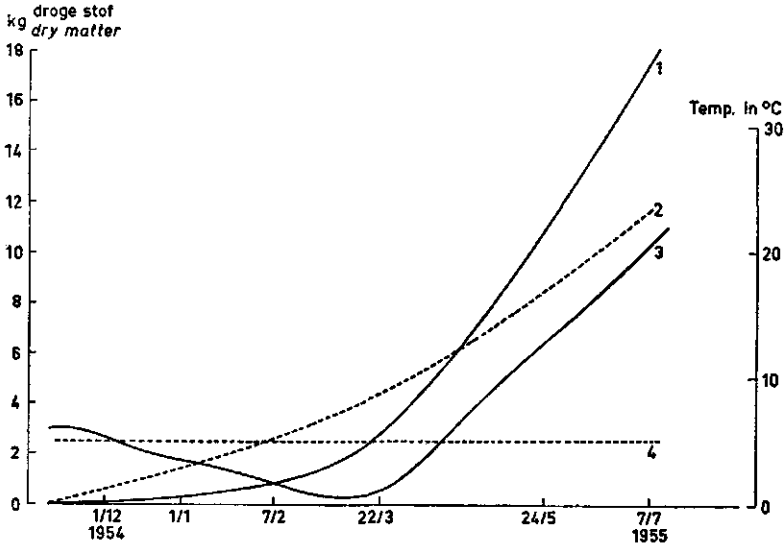


FIG. 13 Trend of the respiratory losses in dry matter and sugar of healthy beets, expressed in kg per 100 kg dry matter originally present, during storage in a narrow experimental clamp at changing temperatures. Indicated is the average trend (average of 12 treatments) of the dry matter and sugar loss in the experimental clamp (1) and for comparison the trend of losses in cold storage (2) and roughly the trend of temperature in the clamp (3) and in cold storage (4)

verloop van de temperatuur in de proefkuil. In de koelcellen was de temperatuur constant 5°C. Het ademhalingsverlies aan droge stof nam dan ook regelmatig – zij het meer dan evenredig – toe bij langere bewaring. In de proefkuil was de temperatuur gedurende de wintermaanden aanzienlijk lager dan in de koelcellen, zoals fig. 24 laat zien. Bij de eerste opruiming op 22 maart was het verlies aan droge stof en suiker in de proefkuil gemiddeld dan ook duidelijk lager. Daarna liep de temperatuur in de proefkuil echter snel op en nam het verlies aan droge stof en suiker in de proefkuil veel sneller toe dan in de koelcellen.

Bij bewaring van bieten in kuilen in de praktijk, zal in het algemeen de temperatuur gedurende de wintermaanden december tot en met maart, vrij laag zijn n.l. tussen 4-6°C, en daarna oplopen tot b.v. 12-15°C. Hoewel de temperatuur in praktijkkuilen gedurende de wintermaanden gemiddeld wat hoger is dan in het zeer smalle proefkuiltje (29) komt het temperatuurverloop in de praktijk globaal genomen toch overeen met dat in de proefkuil. Globaal genomen zal het verloop van de ademhalingsverliezen aan droge stof en suiker bij bewaring van bieten in praktijkkuilen dan ook een

overeenkomstig beeld vertonen als het door ons gevonden verloop in de proefkuil. Fig. 14 laat dit zien. Aangezien het hier kuilen betreft in verschillende jaren met bieten van verschillend ras, grondsoort, bemesting enz. vertonen de punten een grote spreiding. De tendens van de gemiddelde lijn is echter onmiskenbaar.

In de praktijkkuilen is het ademhalingsverlies aan droge stof gemiddeld sneller toegenomen dan in de proefkuil. Tot begin maart is het verschil slechts klein en

FIG. 14 Ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof, gemiddeld bij een aantal proefkuilen op praktijkschaal, die op verschillende datum werden uitgekuild (1, cijfers uit 5, 11, 14). Ter vergelijking is tevens het verloop van het ademhalingsverlies bij bewaring in een smalle proefkuil in 1954/55 (2) weergegeven, ontleend aan fig. 13

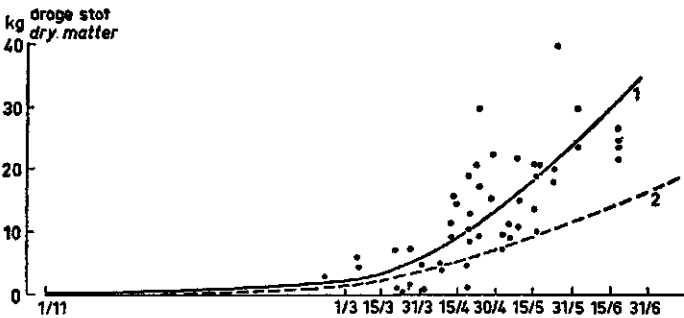


FIG. 14 Average respiratory losses in dry matter of healthy beets, in kg per 100 kg dry matter originally present, in a number of experimental clamps on practical scale, taken from the clamp on different dates (1, figures taken from 5, 11, 14). For comparison the trend of respiratory losses during storage in a narrow experimental clamp in 1954/55 (2) has also been indicated taken, from fig. 13.

ongetwijfeld grotendeels het gevolg van de gemiddeld iets hogere temperatuur (4–6°C) van de bieten in de kuilen op praktijkschaal. Zoals we zagen in fig. 13 was de temperatuur van de proefkuil zeer laag geweest gedurende de wintermaanden.

Na half maart is de toename van het droge-stofverlies in de praktijkkuilen gemiddeld aanzienlijk groter dan in de smalle proefkuil. Voor een deel zal de verklaring hiervan zijn dat de temperatuur in grote kuilen sneller oploopt dan in de smalle proefkuil. Daarnaast dient bedacht te worden, dat de cijfers van de kuilen op praktijkschaal afkomstig zijn van proefnemingen, die genomen zijn op bedrijven waar geregeld grote verliezen bij de bewaring van voederbieten voorkwamen. Deze groep geeft dus geen goed gemiddeld beeld van de verliezen bij bewaring in normale praktijkkuilen.

In het algemeen zullen de verliezen in de praktijk wel kleiner zijn en zal ook de toename van de verliezen bij langere bewaring wel niet zo groot zijn als uit de getrokken lijn in fig. 14 blijkt. Het is echter niet erg waarschijnlijk dat de verliezen in de praktijk kleiner zullen zijn dan die in de smalle proefkuil (gestippelde lijn in fig. 14). Zoals we zagen (fig. 13) is de temperatuur van de smalle proefkuil gunstig geweest gedurende

de wintermaanden en verder zijn de bieten in een smalle proefkuil goed beschermd tegen uitdrogen – in het algemeen nemen ze er vrij veel vocht op –, zodat de bewaring in een smalle proefkuil een zeer gunstige bewaarmethode is. Gemiddeld zullen de verliezen in de goed geslaagde kuilen in de praktijk ongeveer tussen de beide lijnen van fig. 14 in liggen en dan wat dichterbij de getrokken lijn dan bij de gestippelde. In het algemeen zullen bij normale praktijkbewaring de ademhalingsverliezen aan droge stof in de gezond gebleven bieten voor half maart vrij gering zijn. Pas bij langere bewaring beginnen grote droge-stofverliezen op te treden.

8.3 BEWAARDUUR EN ROTTING

In de winters 1953/54 en 1954/55 werd het verloop van de verliezen nagegaan bij bewaring in een koelcel van 5°C van bietenmonsters afkomstig van verschillend bemeste veldjes van onze K-Mg en Na-K-Mg-proefvelden op de Veluwe (21). In fig. 15 is gemiddeld voor de 4 monsters van de verschillend bemeste veldjes in 1953/54 en in fig. 16 gemiddeld voor de 12 monsters van de verschillend bemeste veldjes in 1954/55, het verband weergegeven tussen de opruimdatum en het gewicht van het rotte bieteweefsel (% rot), het gewicht van de geheel gezond gebleven bieten en het gewicht van het gezond gebleven deel van de aangetaste bieten (% 'aangetast'), alles in kg per 100 kg uitgekulde bietenmassa.

In beide figuren zien we een regelmatige afname van de hoeveelheid geheel gezond gebleven bieten en een toename van de hoeveelheid rot. De lijn, die het verloop van de hoeveelheid geheel gezond gebleven bieten weergeeft, doet denken aan een exponentieel verloop, zoals die ook min of meer bij de z.g. sterilisatiekrommen optreedt. Een dergelijk exponentieel verloop betekent, dat de relatieve snelheid van de aantasting constant is.

In formule
$$\frac{da}{dt} = -\alpha a \quad [6]$$

of
$$a = a_0 \times e^{-\alpha t} \quad [7]$$

Hierin is

a_0 = uitgangstoestand op tijdstip t_0 . De bieten waarvan we uitgaan zijn dan nog geheel gezond.

a = gewicht van de geheel gezond gebleven bieten in kg per 100 kg uitgekulde bieten op tijdstip t .

t = aantal dagen na het tijdstip t_0 .

α = constante relatieve snelheid van de aantasting per dag.

Aangezien $\ln a = -\alpha t + \ln a_0$, moeten de waargenomen punten, uitgezet op een

FIG. 15 Verband tussen de opruimdatum en het gewicht van
 I de geheel gezond gebleven bieten
 II het gezonde bieteweefsel van de aangetaste bieten
 III het rotte bieteweefsel in kg per 100 kg uitgekuilde bietenmassa, gemiddeld voor de 4 monsters van de verschillend bemeste veldjes in 1953/54

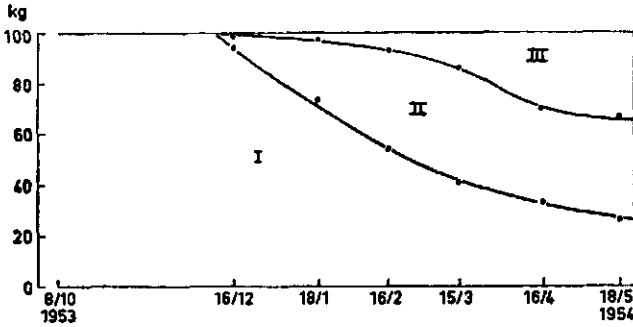


FIG. 15 Relation between the date of removal and the weight of
 I the beets which remained perfectly healthy
 II the healthy tissues of affected beets
 III the rotten beet tissues in kg per 100 kg beets after storage, averaged for 4 samples of differently fertilized plots in 1953/54

FIG. 16 Als fig. 15, doch gemiddeld voor de 12 monsters van de verschillend bemeste veldjes in 1954/55

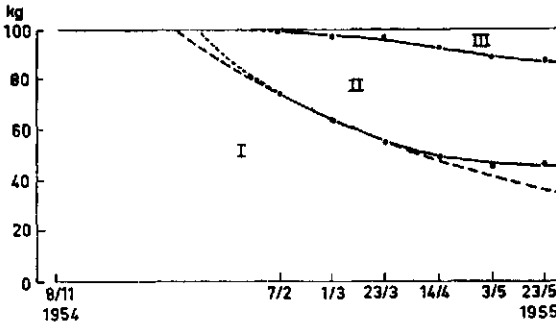


FIG. 16 Similar as fig. 15, only averaged for 12 samples of differently fertilized plots in 1954/55

logarithmische schaal, op een rechte lijn liggen.

Het gemiddelde verloop van de gewichtshoeveelheid geheel gezond gebleven bieten blijkt op het logarithmisch papier een mooie rechte te geven voor het bewaarseason 1953/54. Voor dit seizoen wordt het verloop dus goed weergegeven door de formule $a = a_0 \times e^{-at}$. Op het tijdstip waarop $at = 1$ is $a = 100 \times e^{-1} = 100/e = 36,78$. Uit fig. 17 zien we dat $a = 36,78$ op 12/4, d.i. 118 dagen na 7 december, de datum waarop volgens de extrapolatie de rotaantasting van de bieten begonnen is. Op 12/4 is t 118 dagen na t_0 en $a = 1/118 = 0,00847 \text{ dag}^{-1}$.

FIG. 17 Verband tussen de logaritme van het gewicht van de geheel gezond gebleven bieten in kg per 100 kg uitgekuilde bieten en de opruimdatum

1 het gemiddelde verloop in 1953/54

average trend in 1953/54

2 het gemiddelde verloop in 1954/55

average trend in 1954/55

3 de rechte lijnige benadering van de gevonden samenhang in 1954/55

straight line approximation of the relation found in 1954/55

t_0 de datum, waarop volgens de extrapolatie de rotaantasting van de bieten is begonnen
the date on which, according to extrapolation, rot infection of beets started

a = 23-12-1954

b = 7-12-1953

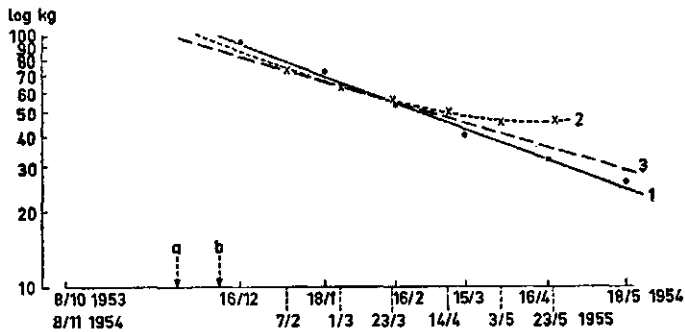


FIG. 17 Relation between the log weight of the beets which remained healthy in kg per 100 kg beets after storage and the date of removal

De getrokken lijn tussen I en II in fig. 15, die op het oog door de waarnemingspunten is getrokken blijkt nu geheel samen te vallen met de lijn die ontstaat bij berekening van de formule $a = 100 \times e^{-0,00847t}$ waarbij t het aantal dagen is na 7 december.

Wanneer we in fig. 17 de gestreepte rechte lijn als de beste vereffening van de in 1954/55 gevonden cijfers beschouwen, dan zien we, dat op 23 december de rotaantasting begon, terwijl op 23/5, d.i. 150 dagen na 23 december $a = 36,78$. a is dus $1/150 = 0,00667 \text{ dag}^{-1}$. In fig. 16 wordt de formule $a = 100 \times e^{-0,00667t}$ weergegeven door de gestreepte lijn tussen I en II.

Zowel uit fig. 16 als uit fig. 17 zien we dat de resultaten van 1954/55 niet zo mooi voldoen aan de formule $a = a_0 \times e^{-at}$. In dit seizoen werd de relatieve snelheid waarmee de gezonde bieten werden aangetast kleiner bij langere bewaring, terwijl deze snelheid in 1953/54 steeds constant bleef, tenminste gerekend vanaf het tijdstip dat de aantasting begon.

Het is moeilijk geheel betrouwbare conclusies te trekken, doch het lijkt wel zeker, dat de snelheid waarmee de gezonde bieten worden aangetast gedurende de bewaring eerder afneemt dan toeneemt bij langere bewaring bij 5°C . Dit is vooral ook opmerkelijk wanneer in aanmerking wordt genomen dat het verloop van de ademhalingsverliezen aan droge stof en suiker juist sterker toeneemt bij langere bewaring. Waar-

schijnlijk is het zo, dat tijdens de bewaring gemiddeld eerst de zwakste en later de sterkste bieten aangetast worden.

Uit ons onderzoek is gebleken, dat er belangrijke verschillen kunnen optreden in rotresistentie tussen monsters bieten van verschillende herkomst en dat de rotresistentie van deze monsters mede wordt bepaald door de bemesting en door de grond waarop de bieten gegroeid zijn (9, 17). Op grond van de bekende zeer grote heterogeniteit van voederbieten moet dus ook verwacht worden dat er in iedere partij bieten zullen zijn met een vrij grote en bieten met een vrij kleine resistentie tegen rotaantasting. Die met de geringe rotresistentie zullen gemiddeld het eerste worden aangetast en die met de grote rotresistentie het laatste.

Dat een dergelijke selectie naar rotresistentie optreedt tijdens de bewaring wordt ook waarschijnlijk uit het feit dat de overgebleven gezonde bieten gemiddeld een andere chemische samenstelling hebben dan de reeds aangetaste bieten (18). De conclusie lijkt daarom gerechtvaardigd, dat de bieten, die aan het eind van de bewaring nog niet zijn aangetast, de krachtigste bieten zullen zijn met de grootste resistentie tegen rotaantasting.

In 1953/54 lijkt een dergelijke selectie niet opgetreden te zijn; immers, toen was aan het einde van de bewaring de relatieve snelheid van aantasting van de gezonde bieten nog steeds gelijk aan die van het begin. De houdbaarheid van de nog niet aangetaste bieten aan het eind was dus nog dezelfde als die van alle bieten bij het begin. Ongetwijfeld is dit echter alleen mogelijk geweest door selectie van de minst houdbare bieten bij het begin van de bewaring.

Door de bewaring gaat de houdbaarheid van iedere individuele biet achteruit, neemt dus de resistentie tegen rot af, zoals door GASKILL (60) is aangetoond. Intussen worden tijdens de bewaring de minst resistente bieten steeds aangetast, vallen dus af, en blijven de meest resistente over. In 1953/54 is de achteruitgang van de houdbaarheid bij langere bewaring gemiddeld blijktbaar juist gecompenseerd door de verschuiving van de gemiddelde houdbaarheid van het monster als gevolg van het feit dat de minst houdbare bieten het eerst zijn aangetast. In 1954/55 daarentegen is de achteruitgang van de gemiddelde houdbaarheid tijdens de bewaring kleiner geweest dan de vooruitgang van het gemiddelde niveau door het wegvallen van de slechtste exemplaren.

In 1953/54 traden aanzienlijke verschillen op in houdbaarheid tussen de vier proefseries. Vooral de met K bemeste bieten waren belangrijk slechter houdbaar dan die geen K hadden gehad. Fig. 18 laat dit zien.

Aangezien in fig. 18 en 19 het verloop van de aantasting van ieder object afzonderlijk wordt weergegeven, in plaats van gemiddeld over de vier objecten zoals in fig. 15 en 17, is de spreiding van de punten belangrijk groter. We zien echter wel, dat alleen de waarnemingen van de bieten, die geen K en Mg hebben gehad, duidelijk op een rechte lijn liggen (fig. 19d). Bij dit object is het verloop van de aantasting van de geheel gezond gebleven bieten dus zuiver logaritmisch geweest en is α steeds constant geweest, tenminste vanaf de tweede opruimdatum. Bij de met K bemeste objecten

FIG. 18 Verband tussen de opruimdatum en het gewicht van
 I de geheel gezond gebleven bieten
 II het gezonde weefsel van de aangetaste bieten
 III het rotte bieteweefsel
 (in kg per 100 kg uitgekuilde bietenmassa)
 Apart voor de bieten afkomstig van de veldjes, bemest met
Separately for the beets of the plots fertilized with
 a N,P,K, Mg c N,P,K
 b N,P, Mg d N,P

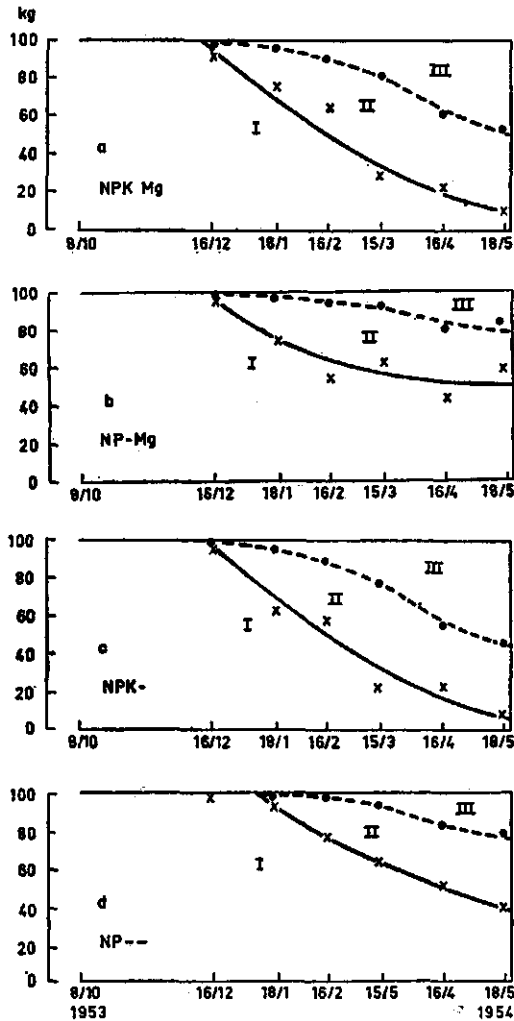


FIG. 18 Relation between the date of removal and the weight of
 I the beets which remained completely healthy
 II the healthy tissue of affected beets
 III the rotten tissue
 (in kg per 100 kg beets after storage)

FIG. 19 Verband tussen de opruimdatum en de logaritme van het gewicht van de geheel gezond gebleven bieten per 100 kg uitgekuilde bietenmassa, bij verschillende bemestingen (vergelijk fig. 18)

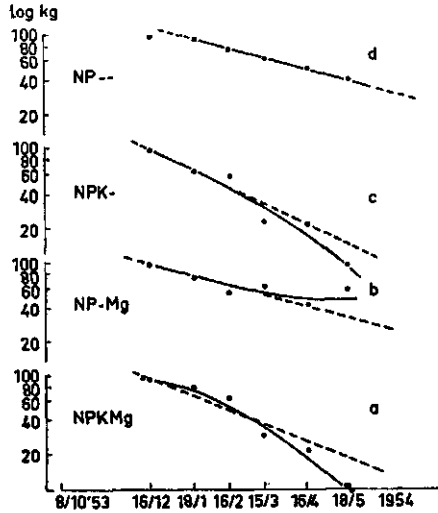


FIG. 19 Relation between the date of removal and log weight of beets, differently fertilized, which remained completely healthy per 100 kg beets after storage (compare fig. 18)

FIG. 20 Verband tussen de opruimdatum en de logaritme van het gewicht van de geheel gezond gebleven bieten per 100 kg uitgekuilde bietenmassa bij twee verschillend bemeste partijen bieten in 1954/55

- a geen Mg en 100 kg K_2O als KCl
no Mg and 100 kg K_2O as KCl
- b 75 kg MgO als $MgSO_4$ en 100 kg K_2O als KCl
75 kg MgO as $MgSO_4$ and 100 kg K_2O as KCl

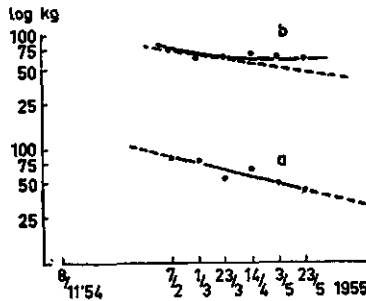


FIG. 20 Relation between the date of removal and log weight of beets which remained completely healthy per 100 kg beets after storage in two lots of differently fertilized beets in 1954/55

(fig. 19a en c) wijken de punten duidelijk in benedenwaartse richting af van de gemiddelde rechte lijn, zoals het verloop van de getrokken kromme lijn t.o.v. de gestreepte rechte laat zien. Dit betekent dat de α groter werd bij langere bewaring. De met K bemeste bieten waren, zoals fig. 18 laat zien, zeer slecht houdbaar. Blijkbaar is de achteruitgang van de houdbaarheid tijdens de bewaring bij deze objecten groter geweest dan de verbetering die het gemiddelde niveau van de overgebleven gezonde bieten onderging door het preferent uitvallen van de minst resistente bieten. In tegenstelling hiermee wijkt de gemiddelde kromme lijn bij het object dat alleen met Mg is bemest in bovenwaartse richting af van de gemiddelde rechte lijn, zoals fig. 19c laat zien. Bij deze relatief goed houdbare bieten is de achteruitgang van de houdbaarheid tijdens de bewaring kleiner geweest dan de verbetering, die door uitvallen van de slechtst houdbare exemplaren is verkregen. Dit verloop komt dus overeen met het gemiddeld verloop in 1954/55, toen de bieten gemiddeld goed houdbaar waren. Door de goede houdbaarheid van de bieten zijn de verschillen tussen de verschillend bemeste objecten in 1954/55 vrij gering geweest. Ter illustratie is in fig. 20 het verband tussen de opruimdatum en de logaritmie van het gewicht van de geheel gezond gebleven bieten in kg per 100 kg uitgekulde bieten weergegeven van twee in houdbaarheid duidelijk verschillende objecten.

We zien, dat de getrokken kromme in fig. 20b, die het verband bij de relatief goed houdbare bieten weergeeft, duidelijk naar boven afwijkt van de gestreepte rechte. Bij dit object wordt α dus kleiner, of de gemiddelde houdbaarheid van de overgebleven partij bieten groter bij langer bewaren.

In fig. 20a geeft de getrokken rechte lijn het verband tussen de punten het beste weer. Bij deze minder goed houdbare partij is de houdbaarheid van de overgebleven partij gemiddeld niet veranderd bij langer bewaren. Bewaarobjecten waarbij de punten duidelijk naar beneden van de gemiddelde rechte lijn afwijken kwamen in 1954/55 niet voor.

In fig. 15 en 16 wordt behalve het verloop van de aantasting van de geheel gezonde bieten ook het verloop van het gewicht van het rotte bieteweefsel weergegeven. Gedurende de bewaring worden steeds meer bieten aangetast. Deze bieten bestaan uit nog gezond bieteweefsel (in fig. 15 en 16 het gewicht van het gezonde bieteweefsel van de aangetaste bieten genoemd) en uit rot bieteweefsel (het gewicht van het rotte bieteweefsel in fig. 15 en 16).

Uit fig. 15 en 16 wordt de indruk verkregen, dat bij bewaring van de bieten in een koelcel bij 5°C de gewichtstoename van het rotte bieteweefsel min of meer volgens een S-vormige curve verloopt. De vorming van het rotte bieteweefsel vindt alleen plaats in de aangetaste bieten. De voedingsbodem voor het rot is het nog gezonde vlees van de aangetaste bieten. De vormingssnelheid van rot bieteweefsel moet dus samenhangen met de vormingssnelheid van aangetaste bieten. Aangezien de aantasting door rot van de geheel gezonde bieten bij benadering volgens een exponentiële functie verloopt, is, zoals we zagen in [6], de relatieve vormingssnelheid van de aan-

getaste bieten uit de geheel gezonde min of meer constant. Op grond van de onderstelling dat ook de relatieve vormingssnelheid van rot bieteweefsel uit aangetast weefsel constant is, zijn door C. T. DE WIT (IBS, Wageningen) de volgende formules opgesteld:

$$b = a_0 - a_0 e^{-at} - c \quad [8]$$

$$c = \frac{\beta (1 - e^{-at}) - a (1 - e^{-\beta t})}{\beta - a} \times a_0 \quad [9]$$

wanneer $\beta = a$ is

$$c = a_0 \times (1 - (at + 1) e^{-at}) \quad [10]$$

Hierin is

a_0 = uitgangsgewicht van de geheel gezonde bieten

a = relatieve vormingssnelheid van aangetaste bieten uit geheel gezonde bieten per dag

β = relatieve vormingssnelheid rot bieteweefsel uit gezond bieteweefsel van de aangetaste bieten per dag

b = de hoeveelheid gezond bieteweefsel in de aangetaste bieten

c = de hoeveelheid rot bieteweefsel.

Beide formules voor c geven een zwak S-vormig verloop. In fig. 21a is gemiddeld over de vier bewaarobjecten van 1953/54, het verloop van het gewicht van het rot

FIG. 21 Verband tussen de opruimdatum en de hoeveelheid rot bieteweefsel in kg per 100 kg uitgekilde bieten, gemiddeld over de bewaarobjecten in 1953/54 (a) en in 1954/55 (b). De punten en de getrokken lijn tonen de gevonden samenhang, de gestreepte lijn en de kruisjes zijn in 21a berekend volgens formule [10], in 21b volgens formule [9]

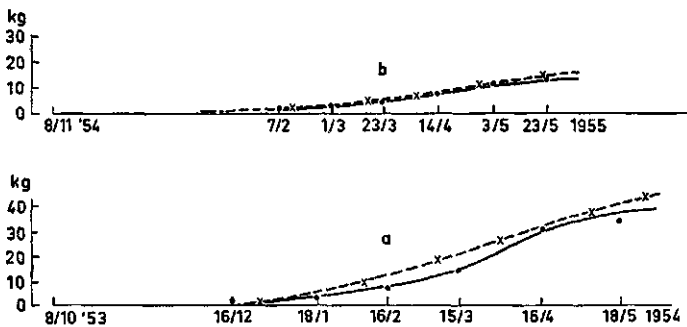


FIG. 21 Relation between the date of removal and the amount of rotten beet tissue in kg per 100 kg beets after storage, average of the storage treatments in 1953/54 (a) and in 1954/55 (b). The dots and the drawn line show the relation found. The interrupted line and the crosses have been calculated in 21a according to formula [10], in 21b according to formula [9]

bieteweefsel weergegeven, zoals het gevonden is (getrokken lijn) en zoals het berekend kan worden met behulp van [10], wanneer voor α genomen wordt de constante van de in fig. 15 getekende exponentiële functie $a = 100 \times e^{-0,00847t}$ (getrokken lijn door de waarnemingspunten) waarin α is $0,00847 \text{ dag}^{-1}$.

Aangezien in fig. 21a de berekende lijn op geen enkele van de in die figuur weergegeven waargenomen punten steunt (ze is alleen berekend uit het verloop van de aantasting van de geheel gezond gebleven bieten), is de overeenkomst tussen de berekende lijn en de gevonden lijn verassend groot. De onvoldoende nauwkeurigheid van de waarnemingspunten laat niet toe betrouwbare conclusies te trekken. De indruk wordt echter verkregen, dat aanvankelijk de gevonden vormingssnelheid van rot bieteweefsel iets kleiner was dan de berekende en dat ze er later ongeveer gelijk aan werd.

In fig. 21b is gemiddeld over de 12 bewaarobjecten van 1954/55 het verloop van het gewicht van het rot bieteweefsel weergegeven zoals het gevonden is (getrokken lijn) en zoals het berekend kan worden uit [9], wanneer voor α genomen wordt de waarde $1/150 = 0,00667$ van de in fig. 16 getekende exponentiële functie $a = 100 \times e^{-0,00667t}$ (gestreepte lijn) en voor $\beta = \frac{1}{2}\alpha = 1/300 = 0,00333$.

We zien dat de berekende lijn in fig. 21b vrijwel gelijk verloopt met die door de waarnemingspunten. Aan het einde van de bewaarperiode lijkt de waargenomen snelheid van rotvorming echter iets achter te blijven bij de berekende.

Evenals het geval is voor de snelheid van aantasting van de geheel gezond gebleven bieten is de snelheid van rotvorming uit de aangetaste bieten waarschijnlijk het gemiddelde resultaat van enerzijds de achteruitgang van de houdbaarheid bij langere bewaring, waardoor de vormingssnelheid van rot zou moeten toenemen en anderzijds de toename van het niveau van rotresistentie van de partij door uitvallen van de zwakste exemplaren, die een vermindering van de snelheid van rotvorming tengevolge heeft naarmate langer wordt bewaard. Over het geheel genomen wijzen de resultaten er wel op, dat bij bewaring van bieten in een koelcel van 5°C de rotting met een min of meer constante snelheid verloopt. Bij slecht houdbare monsters kan na langere bewaring een toenemende versnelling van de rotting optreden, bij goed houdbare echter kan de rotting ook langzamer gaan verlopen bij langer bewaren.

Belangrijk in verband met de door ons toegepaste techniek van onderzoek naar de houdbaarheid van bieten is de hieruit voortvloeiende conclusie, dat de verschillen in houdbaarheid tussen verschillende bietenmonsters, in het algemeen duidelijker tot uiting zullen komen bij langer bewaren van de monsters (17).

Vermeld zij nog, dat bij onze proeven met bewaring bij 15°C uit periodieke waarnemingen tijdens de bewaring is gebleken, dat de rotting bij deze hoge temperatuur hoe langer hoe sneller verloopt. Duidelijk was bij bewaren bij die hoge temperatuur de achteruitgang in houdbaarheid van de partij aanzienlijk groter dan de (onzichtbare) vooruitgang door uitvallen van de zwakste exemplaren. Ook bij de bewaring in de praktijk nemen de rotverliezen bij langere bewaring meer dan evenredig toe, omdat

bij de langere bewaring de bewaaromstandigheden slechter worden. In hoofdzaak bestaat d. t. slechter worden van de bewaaromstandigheden uit oplopen van de temperatuur van de hoop in het voorjaar. Verder is in vele gevallen ook de toenemende uitdroging van de bieten van belang, vooral bij bewaring van de bieten in kelders en schuren.

In 1934/55 werd het verloop van de bewaarverliezen niet alleen nagegaan bij bewaring in een koelcel bij 5°C, doch ook bij bewaring in een smal proefkuiltje. Anders dan bij de bewaring in de koelcel werden de bieten van de bewaarproef in de smalle proefkuil echter niet individueel gewogen. Alleen het gewicht van het rotte bieteweefsel werd bepaald bij iedere opruimdatum.

In fig. 22 is het verloop van het rotverlies weergegeven voor de bewaring in de smalle proefkuil (getrokken lijn 3) en voor de bewaring in de koelcel bij 5°C (ge-stip-streepde lijn 2) beide in 1954/55 en gemiddeld over dezelfde 12 bemestingsobjecten en verder het verloop bij de bewaring in de koelcel bij 5°C in 1953/54 (gestreepte lijn 1).

Evenals in fig. 15 en 16 tot uiting kwam, zien we in fig. 22 dat de bieten in de koelcel in 1953/54 aanzienlijk meer zijn gerot dan die in 1954/55. In 1954/55 zijn de bieten blijkbaar aanzienlijk beter houdbaar geweest dan in 1953/54. Het verloop van het rotverlies in de koelcel bij 5°C vertoont in beide jaren echter wel hetzelfde min of

FIG. 22 Verband tussen de opruimdatum en het gewicht van het rotte bieteweefsel in kg per 100 kg uitgekulde bieten bij bewaring in

- 1 een koelcel bij 5°C in 1953/54, gemiddeld over 4 bemestingsobjecten
- 2 een koelcel bij 5°C in 1954/55, gemiddeld over 12 bemestingsobjecten
- 3 een proefkuil in 1954/55, gemiddeld over dezelfde 12 bemestingsobjecten als de bewaring in de koelcel in 1954/55 (2)

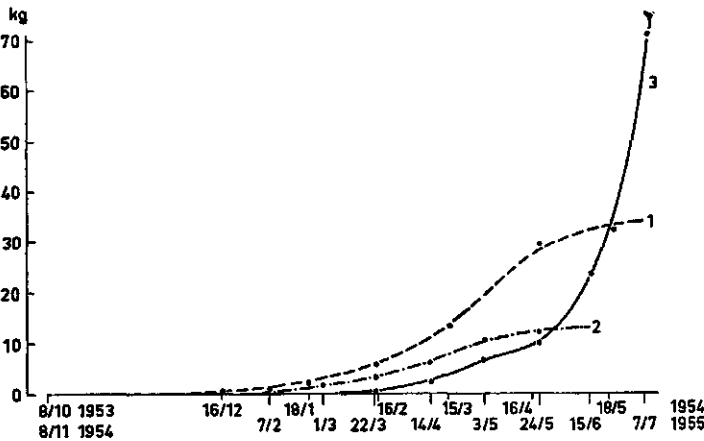


FIG. 22 Relation between date of removal and weight of the rotten beet tissues in kg per 100 kg beets after storage, stored in

- 1 cold storage at 5°C in 1953/54, average of 4 fertilization treatments
- 2 cold storage at 5°C in 1954/55, average of 12 fertilization treatments
- 3 an experimental clamp in 1954/55, average of the same 12 fertilization treatments as when stored in cold storage in 1954/55 (2)

meer S-vormige beeld. In de proefkuil is het verloop van het rotverlies echter opvallend anders. Aanvankelijk, tot ongeveer begin mei, is er nog een duidelijke overeenkomst; alleen ligt het niveau van het rotverlies in de proefkuil belangrijk lager dan bij de er mee vergelijkbare bewaring in de koelcel van 5°C in 1954/55. Na mei begint het rotverlies in de proefkuil echter sprongsgewijze toe te nemen.

Evenals bij het ademhalingsverlies aan droge stof het geval is, is dit ongetwijfeld grotendeels het gevolg van de na mei snel toenemende temperatuur in de smalle proefkuil. In fig. 23 wordt het verloop van de temperatuur vergeleken met dat in de koelcel.

FIG. 23 Verloop van de temperatuur tijdens de bewaring in de koelcel (1) en in de smalle proefkuil (2) in 1955

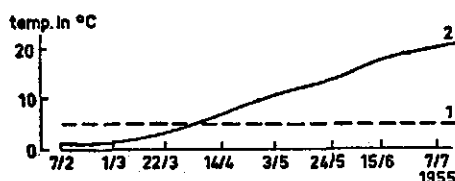


FIG. 23 Trend of temperature during storage in cold storage (1) and in the narrow experimental clamp (2) in 1955

Gedurende de wintermaanden tot april is de temperatuur in de proefkuil belangrijk lager geweest dan in de koelcel. Ongetwijfeld grotendeels als gevolg van deze lage temperatuur is het rotverlies in de proefkuil aanvankelijk aanzienlijk lager geweest dan in de koelcel. Overigens zal hierbij ook van belang zijn geweest, dat de bewaring in de smalle proefkuil een gunstige vochtige bewaring is, die overeenkomst vertoont met de gunstige vochtige bewaring van met grond gemengde bieten. Na april begint de temperatuur in de proefkuil duidelijk op te lopen tot 10 à 15°C in mei en 18 à 20°C in juni en juli. Het gevolg hiervan is, dat na mei de bieten in de proefkuil zeer snel zijn gaan rotten. De reeds eind april begin mei heersende temperatuur van 9–10°C heeft nog niet direct schadelijke gevolgen, doch met het oplopen van de temperatuur boven 15°C in begin juni begint ook het rotverlies zeer snel toe te nemen.

Bij de bewaring van bieten in kuilen in de praktijk, zal de temperatuur gedurende de wintermaanden december t/m maart meestal vrij laag zijn (b.v. 4–6°C (20)) en daarna oplopen tot b.v. 10–15°C. Globaal genomen vertoont het temperatuurverloop bij bewaring van bieten in de praktijk dus eenzelfde beeld als dat in fig. 23 is weergegeven voor de bewaring in onze smalle proefkuil. Globaal genomen mag daarom verwacht worden, dat het verloop van het rotverlies bij bewaring in kuilen in de praktijk overeenkomst zal vertonen met het verloop in de proefkuil. Fig. 24 laat dit zien.

Evenals in fig. 14 is de spreiding van de punten in fig. 24 vrij groot omdat het hier bietenkuilen betreft met bieten van zeer uiteenlopende herkomst. Het is echter wel duidelijk, dat tot half mei het rotverlies in de betrokken praktijkkuilen gemiddeld aanzienlijk hoger is geweest dan in de proefkuil, hetgeen mede veroorzaakt zal zijn

FIG. 24 Verband tussen de opruimdatum en het rotverlies in kg rot bieteweefsel per 100 kg uitgekilde bieten, gemiddeld voor
 1 een aantal kuilen op praktijkschaal
 2 de bewaring in de smalle proefkuil in 1954/55

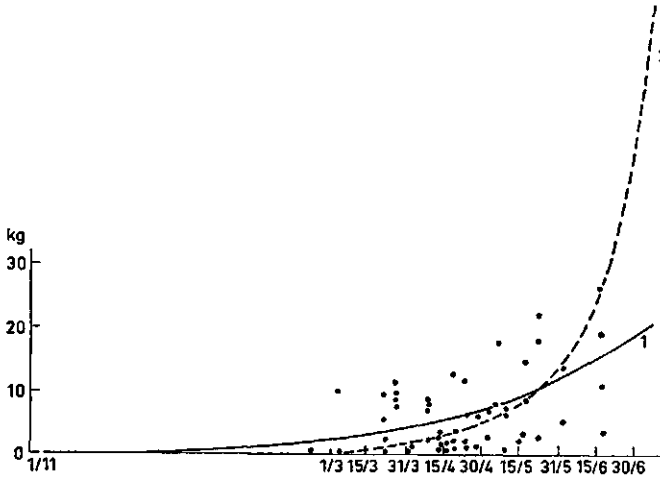


FIG. 24 Relation between the date of removal and rot losses in kg rotten beet tissue per 100 kg of beets after storage, averaged for
 1 a number of clamps on practical scale
 2 storage in a narrow experimental clamp in 1954/55

door de gemiddeld hogere temperatuur van de praktijkkuilen gedurende de wintermaanden. Na mei wordt het rotverlies in de proefkuil echter snel groter dan in de praktijkkuilen, als gevolg van de zeer hoog oplopende temperatuur in de proefkuil in juni, die tenslotte een volledige instorting van de bieten tengevolge heeft gehad. In de praktijkkuilen is dit gemiddeld niet zo erg geweest. Voor een deel kan de verklaring hiervan gezocht worden in het feit, dat deze kuilen op de grond waren aangelegd, zodat door doorwaaien van koele lucht gedurende de nacht de temperatuur binnen redelijke grenzen gehouden werd (10–15°C). Daarnaast zit er echter ook enige 'statistische miswijzing' in de gemiddelde lijn die veroorzaakt wordt, doordat de kuilen waarin veel rot begon op te treden in een aantal gevallen wat eerder werden opgeruimd dan die waarin het rotverlies nog gering was. Hierdoor zal het niveau van de gemiddelde lijn (1 in fig. 24) rond eind maart wel wat te hoog en na half mei wat te laag zijn uitgevallen. Overigens zal wat dit betreft de getrokken lijn van fig. 24 wel een behoorlijke overeenkomst vertonen met het werkelijke verloop van de verliezen in de praktijk, in zoverre dat men ook in de praktijk de bieten in het algemeen wat sneller zal gaan opvoeren wanneer er veel rot begint te komen.

Verder dient bedacht te worden, dat de proeven op praktijkschaal waaraan de gegevens van fig. 24 zijn ontleend (5, 11, 12, 14), in het algemeen juist genomen zijn op bedrijven die geregeld met ernstige rotverliezen hebben te kampen. De getrokken

lijn zal daardoor een overdreven beeld geven van de gemiddelde verliezen in de Nederlandse landbouw. Waarschijnlijk zal een kromme, die ongeveer tussen de getrokken en gestippelde lijn in fig. 24 ligt, tot begin mei het verloop van het gemiddelde rotverlies in de Nederlandse praktijk vrij goed benaderen.

Uit fig. 24 blijkt, dat de verliezen, die een gevolg zijn van de rotting van de bieten bij bewaring in de praktijk, tot eind maart gemiddeld nog vrij gering zijn. Voor 1 april zijn de rotverliezen slechts zelden groter dan 10 à 12%. Na april worden de verliezen door rot echter snel groter.

FIG. 25 Verband tussen de opruimdatum en
 1 het totale verlies aan droge stof d.i. het verlies tengevolge van rot + ademhaling samen) in kg per 100 kg ingekuilde droge stof met ter vergelijking
 2 het verlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten aanwezige droge stof uit fig. 14 en
 3 het verlies door rot in kg per 100 kg uitgekuilde bieten (uit fig. 24) alles gemiddeld over een aantal kuilen op praktijkschaal

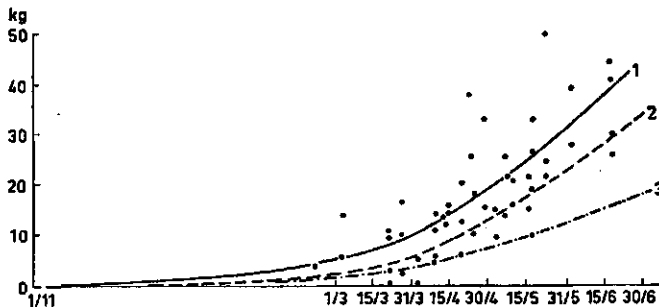


FIG. 25 Relation between date of removal and
 1 total dry matter loss (i.e. the losses resulting from rot and respiration) in kg per 100 kg dry matter clamped and for comparison:
 2 dry matter loss in healthy beets, in kg per 100 kg dry matter originally present, taken from fig. 14 and
 3 rot losses, in kg per 100 kg beets after storage (fig. 24), everything averaged for a number of clamps on practical scale

Aangezien ook het verlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten na 1 maart belangrijk gaat toenemen, zoals we in fig. 14 zagen, neemt het totale verlies aan droge stof, dus het verlies aan droge stof tengevolge van rot en ademhaling samen, zeer snel toe na 1 maart. Fig. 25, waarin ter vergelijking tevens de lijn voor het ademhalingsverlies aan droge stof van fig. 14 en de lijn voor het rotverlies van fig. 24 zijn opgenomen, laat dit zien.

Opgemerkt zij, dat in fig. 25 de som van de lijn 2 + 3 hoger uit komt dan lijn 1. Dit komt, omdat lijn 2 op deze wijze uit fig. 14 in fig. 25 overgebracht ook het ademhalingsverlies in de gerotte bieten weergeeft. Van de gerotte bieten wordt daardoor, wanneer lijn 2 + 3 worden opgeteld, een deel van het droge-stofverlies dubbel geteld,

n.l. als ademhalingsverlies en als rotverlies. Lijn 2 + 3 horen eigenlijk niet thuis in fig. 25 doch globaal genomen zijn ze toch wel illustratief voor de orde van grootte van de componenten van het totale verlies.

Uit fig. 25 blijkt sterker nog dan uit fig. 14 en 24, dat bij bewaring in de praktijk het totale bewaarverlies na 1 april zeer snel toeneemt. Gedurende de wintermaanden, tot 1 maart is het echter meestal vrij gering.

9 ROTTE BIETEN EN EVENTUELE VOLATILES

Bij de bewaring van appels wordt de rijping – en daardoor ook de rotting – van onrijpe appels tijdens de bewaring beïnvloed door de aanwezigheid van enkele rijpe appels. Gebleken is, dat dit komt doordat rijpe appels geurstoffen z.g. 'volatiles' zoals aethyleen afscheiden, waardoor de rijping van andere appels wordt beïnvloed.

Om na te gaan of afscheiding van 'volatiles', die door BURTON is aangetoond bij aardappels (31), ook optreedt bij bewaring van bieten, werd getracht in de uitstromende lucht van de ademhalingsvaten eventueel organische stoffen aan te tonen. De uitstromende lucht werd daartoe gedurende 24 uur door een 'liquid air trap' geleid, waarin alle vluchtige bestanddelen en ook H₂O en CO₂ volledig worden bevroren. Bij het later langzaam ontdooien werd getracht eventuele vluchtige bestanddelen die geen CO₂ of H₂O zijn, aan te tonen, doch ondanks toepassing van zeer gevoelige chemische reacties werd niets gevonden. De conclusie mag dan ook wel zijn, dat wanneer er al geurstoffen worden afgescheiden door bieten tijdens de bewaring, de hoeveelheid van deze geurstoffen zo gering is, dat het zeer moeilijk is ze chemisch aan te tonen.

Behalve aan afscheiding van geurstoffen door de gezonde bieten, kan gedacht worden aan beïnvloeding van de ademhalingsintensiteit en de houdbaarheid van gezonde bieten door de aanwezigheid van rotte of aangetaste bieten. Het is b.v. niet onwaarschijnlijk dat gezonde bieten sneller door micro-organismen zullen worden aangetast, wanneer ze in aanraking komen met rotte bieten. Bij onze metingen van de respiratie hebben we o.a. de CO₂-productie gemeten, die geleverd werd door de (gedeeltelijk) rotte bieten. Zoals we zagen moet de toeneming van de CO₂-productie gedurende de bewaring waarschijnlijk niet uitsluitend, doch zeker voor het grootste deel worden toegeschreven aan ontwikkeling van rottingsorganismen. Het is denkbaar, dat ook de respiratie van de gezond gebleven bieten beïnvloed wordt door de aanwezigheid van rottende bieten.

Om na te gaan of de aanwezigheid van aangetaste en rotte bieten invloed uitoefent op de ademhalingsverliezen aan droge stof van de gezond gebleven bieten en op de verliezen door rot van de gehele partij, werd een bewaartijdenproef genomen met monsters van 100 bieten die in een koelcel bij 5°C in dichte houten kisten werden bewaard. Hierbij werd 'normale bewaring zonder uitzoeken', d.w.z. bewaring waarbij de aangetaste en rotte bieten tijdens de bewaring in de partij bleven vergeleken met bewaring 'met uitzoeken', waarbij gedurende de bewaring de aangetaste bieten steeds werden verwijderd.

Het bleek, dat het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten bij de normale bewaring gemiddeld over de gehele bewaarperiode vrijwel gelijk was

aan dat van de bieten waarbij de aangetaste exemplaren steeds verwijderd waren n.l. resp. 5,6 en 6,0 kg per 100 kg oorspronkelijk in de gezond gebleven bieten aanwezige droge stof. Ook het verloop van het ademhalingsverlies aan droge stof vertoonde geen significant verschil tussen de beide bewaarmethoden. De aanwezigheid van aangetaste en rotte bieten in de partij heeft dus geen aantoonbare invloed op de ademhalingsintensiteit van de gezond gebleven bieten in de partij.

Tijdens de bewaring werden steeds meer bieten aangetast door rot. Bij de objecten 'met uitzoeken', werden de aangetaste bieten iedere week uit de kisten verwijderd. Bij iedere opruimdatum waren daar dus uitsluitend geheel gezonde bieten aanwezig. Bij de normaal bewaarde objecten waren naast de geheel gezonde bieten ook nog aangetaste en geheel rotte exemplaren aanwezig. Om nu de invloed van de aanwezigheid van aangetaste en geheel rotte bieten in het bewaarmonster op het optreden van rot na te gaan, werd van iedere serie het gewicht van de geheel gezond gebleven bieten (in %) vergeleken met het totale gewicht van het monster in het begin.

In fig. 26 zijn de resultaten apart voor de wel en voor de niet uitgezochte objecten weergegeven.

FIG. 26 Verband tussen de opruimdatum en het gewicht van de geheel gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk ingekuilde bieten bij bewaring in dichte kisten in een koelcel bij 5°C

- 1 normaal bewaard, 'zonder uitzoeken'
stored as usual, 'without selection'
- 2 gedurende de bewaring werden de (nieuw) aangetaste bieten steeds verwijderd d.i. 'met uitzoeken' van de rotte en aangetaste bieten
during storage the (freshly) infected beets were always removed i.e. 'with selection' of rotten and affected beets

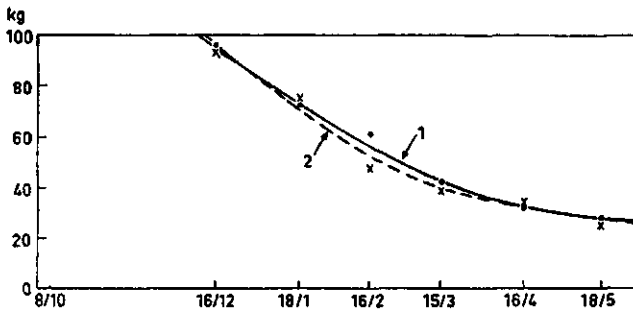


FIG. 26 Relation between the date of removal and weight of beets which remained completely healthy in kg per 100 kg beets originally clamped during cold storage at 5°C in closed boxes

Het is duidelijk dat de beide lijnen in fig. 26 geen significant verschil vertonen, noch in niveau, noch in verloop van de lijn. Blijkbaar heeft het uitzoeken van de aangetaste bieten geen aantoonbare invloed gehad op de aantasting van de gezonde bieten.

Anders dan bij appels hebben rottende bieten via de afscheiding van 'volatiles' dus geen invloed op de niet-rotte bieten. Ook aansteken van gezonde bieten door rotte speelt geen rol van betekenis. Zelfs contact van rotte met gezonde bieten had geen invloed op de besmetting.

Dit is in overeenstemming met de ervaring dat in praktijkkuilen vaak geheel gezonde bieten te vinden zijn temidden van totaal gerotte. De verklaring hiervan is waarschijnlijk, dat de besmettingsmogelijkheid met *Botrytis* of andere micro-organismen in het algemeen zo alomtegenwoordig is, dat het er weinig toe doet of er meer of minder rotte bieten aanwezig zijn.

In praktijkkuilen treedt het rot vaak in plekken op, waardoor de indruk wordt gewekt, dat rotte bieten gezonde aansteken. In vele gevallen zal de verklaring van dit pleksgewijs optreden echter gevonden kunnen worden in pleksgewijs optreden van broei, zodat door plaatselijk te hoge temperatuur een hele groep bieten bij elkaar gaat rotten. Ook vorstschade zal vaak pleksgewijs optreden. Verder zullen in normale praktijkkuilen bieten afkomstig van eenzelfde plek van het perceel vaak bij elkaar in de kuil terecht komen. Zijn deze bieten van een slecht deel van het perceel afkomstig, dan zal ook daardoor het rot pleksgewijs in de kuil optreden. Ook enkele rijen bieten die tijdens nachtvorst een nacht gerooid op het land zijn blijven liggen en de volgende dag zijn ingekuuld, kunnen een plek met veel rotte bieten tengevolge hebben.

In de praktijk worden sterk rottende kuilen gedurende de bewaring vaak een keer 'omgezet', waarbij de gezonde bieten worden uitgezocht en opnieuw ingekuuld. Uit het voorgaande moet geconcludeerd worden dat dit weinig zin heeft. Meestal is dat ook zo, wanneer het rot overal door de kuil verspreid zit en kennelijk niet het gevolg van broei is. Bij optreden van broei ligt de zaak echter anders. De rottende bieten ontwikkelen dan zeer veel warmte, waardoor ook de gezond gebleven bieten snel verloren kunnen gaan. Het blijkt dan niet gemakkelijk te zijn, de temperatuur van de kuil afdoende te doen dalen. In dit geval kan omzetten en opnieuw inkuilen van de gezond gebleven bieten onder een zeer dun dek de enige manier zijn om te redden wat er te redden valt.

In het algemeen echter worden bieten het beste bewaard wanneer men ze onberoerd laat liggen. Voor zover rottende bieten geen broeinesten zijn doen ze de gezonde bieten geen schade, terwijl 'omzetten' van de bieten in het algemeen met beschadiging van de nog gezond gebleven bieten gepaard gaat, zodat men zelfs kans loopt door omzetten van de bietenkuil het paard achter de wagen te spannen.

10 GROOTTE VAN DE BIETEN

10.1 DE ADEMHALINGSINTENSITEIT IN VERBAND MET DE GROOTTE VAN DE BIET

Zoals vermeld in 1 wordt de ademhalingsintensiteit van bieten door de meeste onderzoekers uitgedrukt in de hoeveelheid geproduceerde CO_2 of opgenomen O_2 per *gewichtseenheid* bieten. Volgens VAJNA (127) is dit niet juist en dient de CO_2 -productie uitgedrukt te worden in hoeveelheid CO_2 per *oppervlakte-eenheid* van de bieten. Voor een nadere beschouwing zijn enkele gegevens van STOUT uitgewerkt.

STOUT (120) bepaalde de ademhalingsintensiteit van monsters bieten van eenzelfde ras, doch verschillend in gemiddeld bietgewicht van 0,7 tot 5 pounds. Ieder monster bestond uit 40 kg bieten en de metingen werden enkele weken voortgezet. Fig. 27 laat zien, dat grote bieten een kleinere CO_2 -productie hebben dan eenzelfde gewicht aan kleine bieten.

Het lijkt er volgens STOUT op, dat de ademhalingsintensiteit gecorreleerd is met het

FIG. 27 Verband tussen de respiratie (O_2 -opname in mg O_2 per kg bieten per uur) en de grootte van de bieten, ontleend aan STOUT (120)

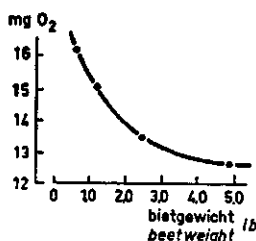


FIG. 27 Relation between respiration (O_2 -uptake in mg O_2 per 100 kg beets per hour) and the size of beets, taken from STOUT (120)

TABEL 34 Respiratie en bietgewicht volgens de globaal uit figuur 27 afgelezen gegevens van STOUT

Respiratie in mg O_2 per kg bieten per uur <i>Respiration in mg O_2 per kg beets per hour</i>	Gewicht per biet in g <i>Weight per beet in g</i>
16,1	318
14,9	544
13,4	1134
12,6	2222

TABLE 34 Respiration and beet weight according to data from STOUT roughly read from figure 27

oppervlak van de bieten per gewichtseenheid. Helaas geeft STOUT in zijn publikatie geen volledig overzicht van zijn waarnemingen. Om de aard van de samenhang nader te bestuderen hebben wij uit fig. 27 globaal de in tabel 34 weergegeven cijfers afgelezen.

Wanneer de ademhaling evenredig is met het oppervlak van de biet, dan geldt bij bieten van gelijke vorm (24)

$$A = bg^{2/3} \quad [11], \text{ of}$$

$$\log A = \log b + 2/3 \log g \quad [12], \text{ waarin}$$

A = de respiratie per biet
 b = een constante, o.a. afhankelijk van het soortelijk gewicht van de bieten
 g = het gewicht van de biet, dit is dus een maat voor de inhoud.

Bij het uitzetten van de log-waarden van formule [12] moeten we een rechte krijgen met een helling 2/3. In tabel 35 zijn de cijfers van tabel 34 omgerekend.

Zetten we de log-waarden van tabel 35 tegen elkaar uit, dan ontstaat fig. 28.

We zien, dat de punten op een rechte lijn liggen, die wordt voorgesteld door de formule

$$\log A = 0,857 \log g - 1,443 \text{ of}$$

$$A = 0,0361 \times g^{0,857}$$

TABEL 35 Respiratie en bietgewicht volgens cijfers ontleend aan tabel 34

Respiratie per biet in mg O ₂ per uur <i>Respiration per beet in mg O₂ per hour</i>	Bietgewicht in g <i>Beet weight in g</i>	Log-respiratie per biet <i>Log-respiration per beet</i>	Log-bietgewicht <i>Log-beet weight</i>
5,1	318	0,708	2,502
8,1	544	0,908	2,736
15,2	1134	1,182	3,055
28,0	2222	1,447	3,347

TABLE 35 *Respiration and beet weight according to figures taken from table 34*

De helling van de lijn is dus aanzienlijk groter dan 2/3 (= 0,66). Wanneer de ademhaling van een biet evenredig zou zijn met de inhoud (of het gewicht), dan zou de helling van de lijn in fig. 28 1 moeten zijn, immers, dan zou

$$A = b \times g \text{ en}$$

$$\log A = \log b + 1 \times \log g \text{ zijn.}$$

De werkelijkheid ligt hier echter tussen in. Blijkbaar wordt de ademhalingsintensiteit van een biet niet alleen bepaald door zijn oppervlak doch ook door zijn gewicht.

FIG. 28 Verband tussen de log van de respiratie van de biet en de log van het bietgewicht (3), berekend uit gegevens van STOUT (120)

- 1 helling 1 / slope 1
- 2 helling 2/3 / slope 2/3

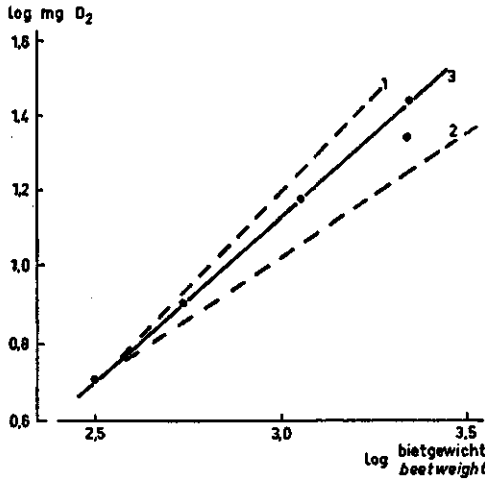


FIG. 28 Relation between log respiration of beets and log beet weight (3), calculated with data from STOUT (120)

Het oppervlak van een biet van g gram kunnen we bij benadering berekenen door als vorm aan te nemen een kegel waarvan de hoogte viermaal de straal van het grondvlak is, dus $h = 4r$. Dan is het oppervlak $= 5,13 \pi r^2$ en de inhoud $= 4/3 \pi r^3$.

Stellen we het s.g. van een biet $= 1$, dan is de inhoud van één biet van g gram $= g \text{ cm}^3$.

Nu is de inhoud van één biet $4/3 \pi r^3 = g$

$$r^3 = \frac{3}{4\pi} \cdot g$$

$$r^2 = \left(\frac{3}{4\pi} \cdot g \right)^{2/3} = 0,23^{2/3} \times g^{2/3} = 0,385 g^{2/3}$$

Het oppervlak van één biet is $5,13 \pi r^2$

$$5,13 \pi \times 0,385 \times g^{2/3}$$

$$6,20 \times g^{2/3} \text{ cm}^2$$

Opgemerkt zij, dat de factor 6,2 slechts weinig verandert wanneer we een enigszins andere vorm van de biet aannemen. De berekening is daarom voldoende nauwkeurig voor een globale benadering.

Wanneer de respiratie $C \text{ mg O}_2$ per kg biet per uur bedraagt, dan is ze per g gram $g/1000 \times C$. Per cm^2 oppervlak van een biet van g gram is de respiratie dan

$g/1000 \times C \times 1/(6,2 \times g^{2/3}) = 1,613 \times 10^{-4} \times g^{1/3} \times C = 1,613 \times g^{1/3} \times C$ per m^2 bietenoppervlak.

Wanneer we op deze wijze de gegevens van tabel 34 omrekenen en de ademhaling in $mg O_2$ per $100 cm^2$ bietenoppervlak per uur uitzetten tegen het bietgewicht in grammen, dan ontstaat fig. 29.

FIG. 29 Verband tussen de respiratie in $mg O_2$ per m^2 bietenoppervlak per uur en het gewicht van de bieten, berekend uit gegevens van STOUT (213)

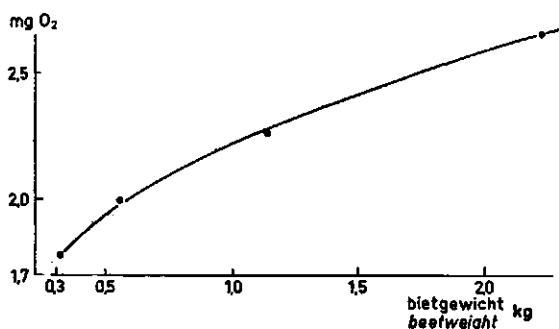


FIG. 29 Relation between respiration in $mg O_2$ per m^2 beet surface per hour and beet weight, calculated with data from STOUT (213)

Uit fig. 29 blijkt, dat de respiratie per $100 cm^2$ bietenoppervlak bij grote bieten aanzienlijk groter is dan bij kleine, hetgeen in overeenstemming is met het resultaat van fig. 28, doch duidelijk in strijd met de vermelde conclusie van VAJNA (127). Bij een voldoende grote diffusiesnelheid van CO_2 en O_2 in de bieten is het resultaat van fig. 29 ook wel te verwachten, immers bij grote bieten is meer levend bieteweefsel aanwezig per eenheid van oppervlak. Wanneer de diffusiesnelheid zeer groot zou zijn zou het oppervlak zelfs geen rol spelen.

Uit een onderzoek van STOUT (120) bleek, dat de hoeveelheid CO_2 die in het bieteweefsel werd vastgehouden bij bewaring van de bieten in lucht met een hoog CO_2 -gehalte, weer snel werd afgegeven (binnen twee uur) wanneer de bieten werden overgeplaatst in lucht met 0% CO_2 . Hoewel deze snelle CO_2 -afgifte mede veroorzaakt zal zijn door het hoog opgelopen CO_2 -gehalte in de bieten, wijst ze er wel op, dat de CO_2 -afvoer in het algemeen voldoende snel verloopt om de geproduceerde CO_2 te verwijderen zonder dat een grote ophoping optreedt. Enige accumulatie zal echter wel voorkomen en deze zal groter zijn bij grote bieten. Bij deze bieten zal een deel van de biet – het binnenste bieteweefsel – respireren in een atmosfeer met een hoger CO_2 -gehalte dan bij kleine bieten. Aangezien de respiratie – althans gedurende het tijdsbestek waarin de hier vermelde metingen zijn verricht – afneemt bij hoger CO_2 - en lager O_2 -gehalte van de lucht, zal de respiratie van grote bieten per gewichtseenheid dus wat kleiner zijn dan van kleine bieten, zoals fig. 27 laat zien. Per opper-

vlakke-eenheid is de respiratie van grote bieten echter groter zoals fig. 29 laat zien.

Anders dan STOUT (120), die werkte met gezonde, niet beschadigde, bieten van verschillend gewicht en globaal genomen van gelijke vorm, heeft VAJNA (127) de respiratie gemeten van stukjes biet met verschillend gewicht en gelijk oppervlak of omgekeerd, dus stukjes van verschillende vorm, waardoor formule [6] niet bruikbaar is voor de proeven van VAJNA. Bij andere proeven vergrootte VAJNA het oppervlak van gezonde bieten door er overlans een sector met een hoek van 7° uit te raspen. Volgens VAJNA werd hierdoor de ademhalingsintensiteit per 100 cm^2 oppervlak niet beïnvloed. Nadere beschouwing van door VAJNA gepubliceerde cijfers leverde ons echter een andere conclusie. In tabel 36 zijn enkele gegevens samengevat ontleend aan STOUT (120) en VAJNA (127) met enkele door ons daaruit berekende grootheden.

In tabel 36 is de respiratie per 100 cm^2 bietoppervlak berekend in verhoudingscijfers, omdat de respiratie bij de proeven van VAJNA op een aanzienlijk lager niveau lag dan bij die van STOUT. In fig. 30 is nu tegen elkaar uitgezet de respiratie per eenheid van oppervlak tegen het oppervlak van de biet, apart voor de cijfers van VAJNA en die van STOUT.

FIG. 30 Verband tussen de respiratie per eenheid van oppervlak in verhoudingscijfers en het oppervlak van de biet

- 1 ontleend aan VAJNA (127) / taken from VAJNA (127)
- 2 ontleend aan STOUT (120) / taken from STOUT (120)

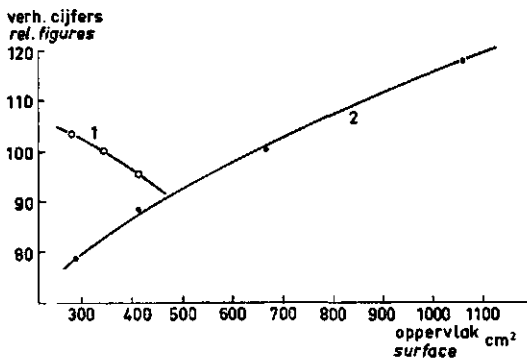


FIG. 30 Relation between respiration per surface unit in relative figures and the beet surface

In overeenstemming met fig. 28 en fig. 29 zien we in fig. 30, dat bij de proeven van STOUT de respiratie per eenheid van oppervlak groter is bij bieten met een groter oppervlak, d.w.z. bij grotere bieten. Bij de proeven van VAJNA echter neemt de respiratie per eenheid van oppervlak af naarmate het oppervlak van de biet groter wordt. Ongetwijfeld is dit een gevolg van het feit, dat de vergroting van het oppervlak van de biet hier verkregen is door er een sector uit te raspen. Bij de proeven van VAJNA is er dus bij het grotere bietoppervlak minder levend bieteweefsel aanwezig per cm^2

TABEL 36 Overzicht van enkele gegevens, ontleend aan proeven van STOUT (120) en VAJNA (127) met de daaruit door ons berekende grootheden

Ontleend aan STOUT / Taken from STOUT		Berekend hieruit / Calculated			
Vorm van de biet <i>Shape of the beet</i>	Opname O ₂ mg/kg/uur O ₂ uptake mg/kg/hour	Opp. per biet in cm ² Surf./beet in cm ²	Gewicht biet per cm ² opp. in g Beet weight per cm ² surf.	Opname O ₂ per 100 cm ² O ₂ -uptake per 100 cm ²	Respiratie per 100 cm ² in verhoudingscijfers Respiration/100 cm ² in ratios
	16,1	290	1,1	1,77	79
	14,9	413	1,3	2,00	89
	13,4	674	1,7	2,25	100
	12,6	1056	2,1	2,65	118
Ontleend aan VAJNA / Taken from VAJNA					
biet gezond <i>healthy beet</i>	13,0 ¹	278	1,1		103,2
geraspt / cut ²	12,6 ¹	348	0,85		100
geraspt / cut	12,05 ¹	415	0,70		95,6

¹ De O₂-opname uitgedrukt in ml/100 cm²/etmaal

O₂-uptake in ml/100 cm²/24 hours

² Aangenomen is, dat VAJNA heeft gewerkt met een biet van 300 g, hetgeen het gemiddeld bietgewicht is volgens VAJNA (129)

It has been assumed that VAJNA worked with a beet of 300 g, which is the average beet weight according to VAJNA (129)

³ Evenwijdig met de lengterichting werd een sector uit de biet geraspt met een hoek van 7°

Parallel in lengthwise direction a section was cut from the beet with an angle of 7°

TABLE 36 Outline of some data from experiments of STOUT (120) and VAJNA (127) and the magnitudes calculated with these

oppervlak, terwijl er bij de proeven van STOUT bij de bieten met grotere oppervlakken – dat zijn de grotere bieten – juist meer levend bieteweefsel aanwezig is per eenheid van oppervlak. De beide lijnen zijn dus volkomen met elkaar in overeenstemming.

Behalve door het oppervlak, wordt de respiratie blijkbaar ook bepaald door de hoeveelheid levend bieteweefsel, die per eenheid van oppervlak aanwezig is, zoals fig. 31 ten overvloede laat zien.

FIG. 31 Verband tussen de respiratie per eenheid van oppervlak en de hoeveelheid bieteweefsel per cm^2 oppervlak

1 ontleend aan VAJNA (127) / taken from VAJNA (127)

2 ontleend aan STOUT (120) / taken from STOUT (120)

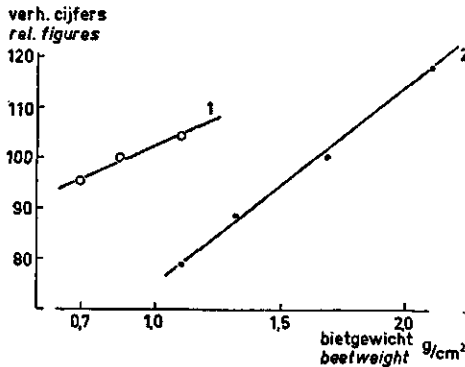


FIG. 31 Relation between respiration per surface unit and the amount of beet tissue per cm^2 surface

Bij de proeven van VAJNA is de afname van de respiratie bij vermindering van de hoeveelheid bieteweefsel per cm^2 oppervlak minder groot dan bij de proeven van STOUT. Misschien wordt dit mede veroorzaakt door het feit, dat de vermindering van het bietgewicht per cm^2 oppervlak bij VAJNA verkregen is door uitraspen van één of twee sectoren uit de biet. Behalve dat de biet hierdoor een andere vorm heeft gekregen, waardoor de gasuitwisseling een ander patroon krijgt, zal hierdoor ook een enigszins verhoogde respiratie zijn opgetreden door de werking van het wondoppervlak. STROHMER (121) vond reeds in 1902, dat verwonde bieten, althans in het begin van de bewaring, een grotere respiratie vertoonden dan niet gewonde. Bij aardappelen werd een dergelijke vergroting van de respiratie door verwonding of door vergroting van het wondoppervlak gevonden o.a. door LUTMANN (152) en HESSEN (mondelijke mededeling).

STOUT (120) meent echter dat bij bieten het aanbrengen van verwondingen als zodanig geen sterke vergroting van de respiratie tengevolge zal hebben.

Volledigheidshalve zij nog opgemerkt, dat STOUT de respiratie heeft bepaald bij gezonde bieten van eenzelfde partij doch met verschillend bietgewicht. Dat hij bij de grotere bieten een andere respiratie vond per eenheid van bietgewicht hoeft dus niet

uitsluitend veroorzaakt te zijn door de grootte van de biet als zodanig. Het is denkbaar, dat door de grote bieten uit te kiezen, meteen ook een keuze is gemaakt naar ademhalingsintensiteit van de bieten. Bij onderzoek van de chemische samenstelling in verband met de bietgrootte is gebleken, dat de grote bieten uit een partij een lager eiwitgehalte hebben, zowel in de droge stof als in de verse massa dan de kleinere. Naast het grotere specifieke oppervlak van kleine bieten kan daarom ook het hoger eiwitgehalte een verklaring geven van hun grotere respiratie. Aangezien de resultaten van VAJNA in dezelfde richting wijzen als die van STOUT is deze mogelijke samenhang echter niet alleen bepalend geweest voor het verkregen resultaat.

De uitspraak van VAJNA, dat de ademhalingsintensiteit van bieten uitsluitend wordt bepaald door hun oppervlak is dus onjuist. Ook het gewicht, dus de grootte van de bieten, speelt een rol. Zoals blijkt uit fig. 28 wordt de ademhaling niet uitsluitend bepaald door het oppervlak en ook niet uitsluitend door het gewicht, doch ligt de werkelijkheid hier tussenin. Het bezwaar van VAJNA tegen het uitdrukken van de ademhalingsintensiteit per gewichtseenheid bieten geldt dus evenzeer tegen het uitdrukken van de respiratie per eenheid van oppervlak van de bieten.

Beide grootheden zijn o.a. afhankelijk van de grootte van de bieten. Bij vergelijken van de ademhalingsintensiteit van verschillende monsters bieten, kan het dus gewenst zijn een correctie in te voeren voor het verschil in grootte van de bieten (zie fig. 10 en (26)).

In het algemeen is de respiratie per gewichtseenheid bieten groter bij kleine dan bij grote bieten, doch de respiratie per eenheid van oppervlak is groter bij grote dan bij kleine bieten. Door de bieten in stukken te snijden of te breken wordt het bietoppervlak per gewichtseenheid bieten aanzienlijk vergroot. In overeenstemming hiermee, doch in minder sterke mate, wordt daardoor ook de respiratie per gewichtseenheid bieten vergroot.

10.2 RESPIRATIE VAN VERSCHILLENDE DELEN VAN DE BIET

De ademhalingsintensiteit van de verschillende delen van een biet bleek belangrijk uiteen te lopen.

STOUT (117) vond dat de tophelften van bieten een grotere ademhalingsintensiteit hebben en grotere suikerverliezen vertonen dan de onderhelften. Ook wanneer de bieten voor de bewaring niet in een top- en onderhelft waren gesplitst, vond STOUT grotere suikerverliezen in de tophelften van de bieten, hetgeen er op wijst, dat transport van suiker uit de onderste helft naar de tophelft, het grotere verbruik van suiker in de tophelft niet (geheel) compenseert.

PACK (97) verdeelde de bieten in drie stukken, n.l. kroon, worteleind en wortelmidden en bepaalde de CO₂-productie van deze stukken bij verschillende temperaturen. Tabel 37 geeft de resultaten.

TABEL 37 Respiratie van kroon, worteleinde en wortelmidden van de bieten, ontleend aan PACK (97)

Deel van de biet / <i>Beet part</i>	Temperatuur (°C) <i>Storage temperature (°C)</i>	CO ₂ -produktie mg/kg biet/uur <i>CO₂-production mg/kg beet/hour</i>
kroon / <i>crown</i>	25	73,0
worteleind / <i>root apex</i>	25	51,5
wortelmidden / <i>root centre</i>	25	27,0
kroon / <i>crown</i>	15	25,0
worteleind / <i>root apex</i>	15	17,9
wortelmidden / <i>root centre</i>	15	13,3
kroon / <i>crown</i>	3	11,4
worteleind / <i>root apex</i>	3	8,5
wortelmidden / <i>root centre</i>	3	5,7

TABLE 37 *Respiration of crown, root apex and root centre of beets, taken from PACK (97)*

De verschillen in ademhalingsintensiteit van de verschillende delen van een biet kunnen blijkbaar zeer groot zijn. De kroon (kop) van de biet ademt duidelijk het sterkste, hetgeen ook wel te verwachten is, aangezien daar de groeipunten gelokaliseerd zijn.

VAJNA verdeelde een biet van kop naar staart in enkele lagen loodrecht op de lengte-as van de biet en bepaalde de ademhalingsintensiteit van iedere laag. In tabel 38 zijn enkele resultaten van VAJNA (127) weergegeven.

TABEL 38 Zuurstofopname van verschillende bietedelen bij 6°C, ontleend aan VAJNA (127). De biet was verdeeld in een aantal lagen loodrecht op de lengte-as

Bietedeel / <i>Beet part</i>	O ₂ -verbruik per dag in ml per 100 cm ² bietoppervlak <i>O₂-uptake per day in ml/100 cm² beet surface</i>	
	ingekuilde bieten <i>clamped beets</i>	juist gerooide bieten <i>beets just harvested</i>
kop / <i>top</i>	12,4	15,5
laag / <i>layer 1</i>	15,1	16,45
laag / <i>layer 2</i>	17,2	13,75
laag / <i>layer 3</i>	11,8	11,8
laag / <i>layer 4</i>	9,1	7,8
staart / <i>bottom</i>	3,3	7,1

TABLE 38 *Oxygen uptake of various beet parts at 6°C, taken from VAJNA (127). The beet had been divided in a number of layers perpendicular to the longitudinal axis*

Evenals PACK vond VAJNA dus een belangrijk grotere ademhaling van de kop van de biet dan van de staart. Opvallend is echter dat hij in tegenstelling tot PACK de kleinste ademhalingsintensiteit vond in de staart en niet in het midden van de biet. De verklaring hiervan is waarschijnlijk, dat VAJNA de ademhalingsintensiteit heeft uitgedrukt per eenheid van oppervlak en PACK per gewichtseenheid bieteweefsel.

Waarschijnlijk hebben bij PACK de staartstukken relatief een aanzienlijk groter oppervlak gehad dan de middenstukken van de biet, zodat de grotere ademhalingsintensiteit van de staart t.o.v. de middenstukken bij de proeven van PACK waarschijnlijk grotendeels veroorzaakt wordt door het relatief grote oppervlak van de staartstukken. Overigens is wel duidelijk en in overeenstemming met de resultaten van STOUT, dat de bovenste helften van de biet een aanzienlijk sterkere ademhaling hebben dan de onderste helften.

10.3 GROOTTE VAN DE BIET EN OPTREDEN VAN ROT

Volgens sommige onderzoekers (74) zijn de kleine bieten uit een partij minder goed houdbaar dan de grote. Anderen (33, 85) menen dat juist de kleine bieten het beste houdbaar zijn.

Bij ons onderzoek in het bewaar seizoen 1951/52 werd de rotaantasting o.a. bepaald door telkens monsters van 100 bieten uit te leggen op een rij van groot naar klein en per biet een schattingscijfer voor rotaantasting te geven. In het algemeen was er weinig verband tussen de grootte van de biet en de rotaantasting. Bij één proefserie waren de kleinste bieten echter duidelijk het slechtst houdbaar. Voor deze proefserie waren een partij vroeg en een partij laat gezaaide Corona-voederbieten gemengd om de verschillende objecten een gelijke inhoud te geven. Bij het opruimen bestonden de monsters van 100 bieten dus uit een mengsel van vroeg en laat gezaaide bieten, waarvan de laatste in het algemeen het kleinste zijn geweest en ook het slechtst houdbaar. Het is in overeenstemming met andere ervaringen (9) dat laat gezaaide bieten minder houdbaar zijn dan vroeg gezaaide.

Bij ons bewaaronderzoek in 1953/54 en 1954/55, zijn grote aantallen bieten genummerd en voor en na de bewaring individueel gewogen. Per biet werd hierbij het percentage gezond bepaald, d.i. het gewicht van het gezonde weefsel in procenten van het totale gewicht van de biet bij uitkuilen.

In fig. 32 wordt het verband weergegeven tussen het percentage gezond en de grootte van de biet gemiddeld over de twee laatste bewaartijden van het bewaaronderzoek in 1953/54. (Vergelijk fig. 18 in 8.3).

Duidelijk komt uit fig. 32e naar voren, dat de grote bieten gemiddeld minder gezond zijn gebleven dan de kleine. Fig. 32e geeft een gemiddeld beeld van de vier bemestingsherkomsten. In fig. 32 a t/m d is het verband voor deze bemestingsherkomsten apart weergegeven. Hoewel het aantal bieten, waarop deze figuren berusten, wel wat klein is, is toch wel duidelijk, dat er bij de bieten, die geen K-bemesting hebben ontvangen geen verband is, terwijl bij de wel met K bemeste objecten de grote bieten duidelijk minder houdbaar zijn dan de kleine. Het omlaag lopen van de gemiddelde lijn in fig. 32e wordt blijkbaar alleen veroorzaakt door de twee met K bemeste objecten. Hetzelfde, doch aanzienlijk minder sterk, komt ook naar voren in fig. 33. De gegevens

FIG. 32 Verband tussen het gewicht van de biet in hg en het gewichtspercentage gezond bij opruimen, gemiddeld over de twee laatste opruimdata van het bewaaronderzoek in 1953/54 (vergelijk fig. 18 in 8.3). De getallen bij iedere punt geven het aantal bieten aan waaruit het werd berekend

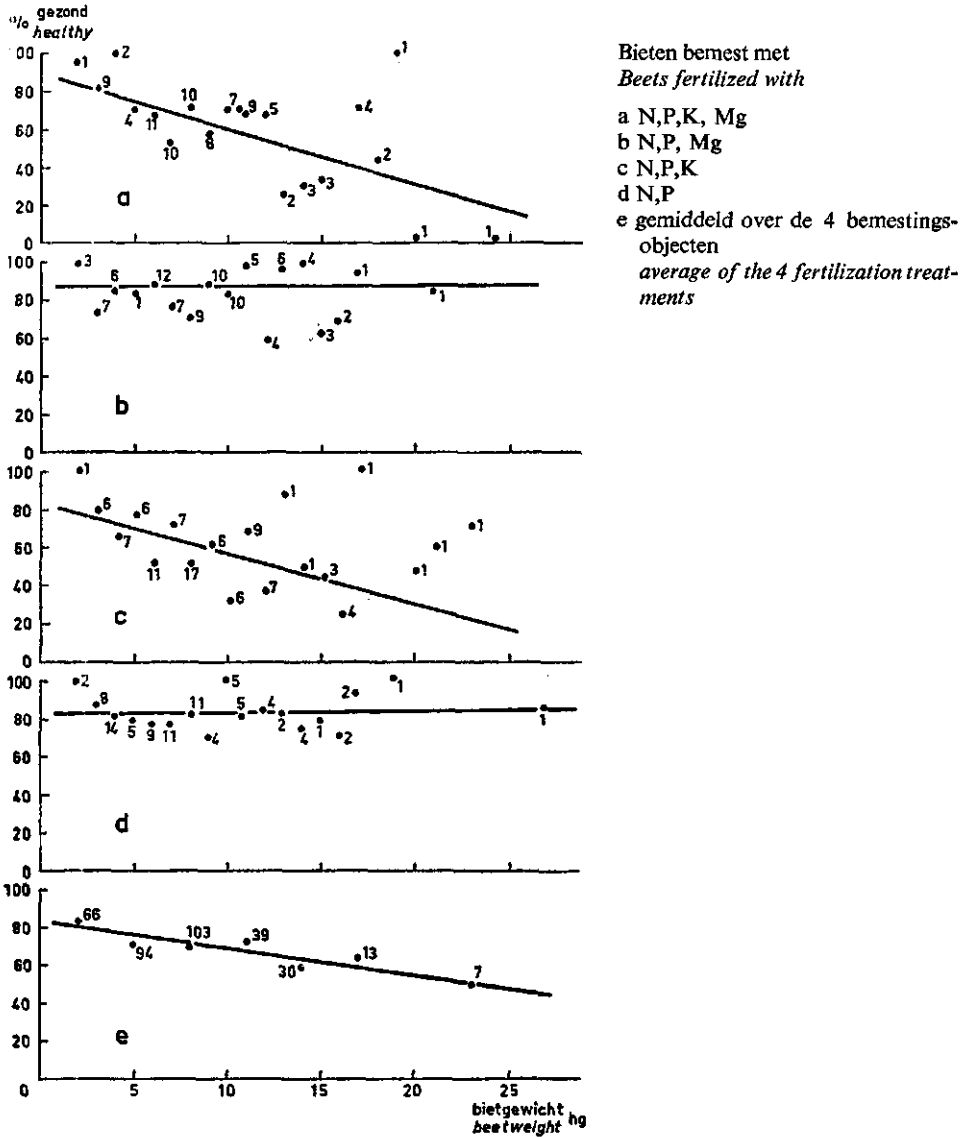


FIG. 32 Relation between beet weight in hg and weight percentage healthy at removal, average of the last two removal dates of the storage investigation in 1953/54 (compare fig. 18 in 8.3). The figures at each point indicate the number of beets from which it was calculated

van deze figuur komen van het onderzoek in de ademhalingsvaten van 1953/54. De bieten zijn van dezelfde bemestingsobjecten afkomstig als die van fig. 32, doch ze zijn in ademhalingsvaten bewaard en eerder opgeruimd.

Hierdoor is er minder rot opgetreden, waardoor de lijnen voor het gewichtspercentage gezond, ook bij de met K bemeste objecten slechts een geringe samenhang vertonen tussen het percentage gezond en de grootte van de biet.

In de ademhalingsvaten werden grote aantallen bieten bewaard. Bij het materiaal van fig. 33 kon daardoor ook het percentage geheel gezond gebleven bieten voor iedere grootteklasse – het aantal geheel gezond gebleven bieten per grootteklasse uitgedrukt in procenten van het totale aantal bieten in die klasse – worden berekend. De bieten werden op twee tijdstippen op rot beoordeeld n.l. op 1 april, op welke datum ook het gewichtspercentage rot werd bepaald en op 12 mei. De op 1 april nog geheel gezond gebleven bieten werden n.l. nog tot 12 mei bewaard en toen werd weer geteld hoeveel bieten nog geheel gezond waren gebleven. Fig. 33 geeft de resultaten.

In overeenstemming met fig. 32, zien we in fig. 33 bij de niet met K bemeste objecten geen verband tussen het percentage gezond en de grootte van de biet (lijn 1) terwijl er bij de wel met K bemeste objecten een duidelijke samenhang is, zij het ook zwakker dan in fig. 32.

Opvallend in fig. 33, die toch slechts een zeer geringe samenhang tussen het percentage gezond en de grootte van de biet laat zien, is de zeer duidelijke samenhang tussen het percentage geheel gezond gebleven bieten en de grootte van de bieten. Zowel bij de objecten die geen K hebben ontvangen als bij de wel met K bemeste bieten is bij de kleinere bieten een belangrijk groter percentage bieten geheel gezond gebleven dan bij de grotere. Het gewichtspercentage gezond gebleven bieteweefsel (van geheel gezonde en van aangetaste bieten tezamen) is blijkbaar een andere maat voor de houdbaarheid dan het percentage geheel gezond gebleven bieten.

Hetzelfde zien we ook in fig. 34, waarin het gewichtspercentage gezond (100—% rot) en het percentage geheel gezond gebleven bieten zijn uitgezet tegen het gewicht van de bieten, gemiddeld over de zes opruimdata en de 12 bemestingsherkomsten van het bewaartijdenonderzoek in 1954/55 (zie ook fig. 16 in 8.3).

Evenals uit fig. 33 blijkt uit fig. 34, dat grotere bieten aanzienlijk minder houdbaar zijn dan kleinere, wanneer als maat voor de houdbaarheid het percentage geheel gezond gebleven bieten bij het eind van de bewaring wordt gebruikt. Wordt als maat voor de houdbaarheid echter genomen het totale gewicht van het nog gezonde bieteweefsel afkomstig van gezonde + aangetaste bieten samen, uitgedrukt in kg per 100 kg bietenmassa bij het uitkuilen, dan is er vrijwel geen verband te vinden tussen de houdbaarheid en de grootte van de bieten. Er is slechts een zwakke tendens, dat grotere bieten (behalve misschien de heel grote) beter houdbaar zijn – minder gewichtsverlies aan rot bieteweefsel vertonen – dan kleinere.

In fig. 33 zien we verder, dat de lijnen die het verband met het percentage geheel gezond gebleven bieten weergeven bij de met K bemeste objecten duidelijk op een

FIG. 33 Verband tussen het gewicht van de biet in hg en

1 het gewichtspercentage gezond bij opruimen op 1 april,

2 het percentage geheel gezond gebleven bieten bij beoordeling op 1 april in procenten van het totale aantal bieten per klasse,

3 als 2, doch bij beoordeling op 12 mei, bij bewaring in containers in 1953/54. Voor a — e zie fig. 32

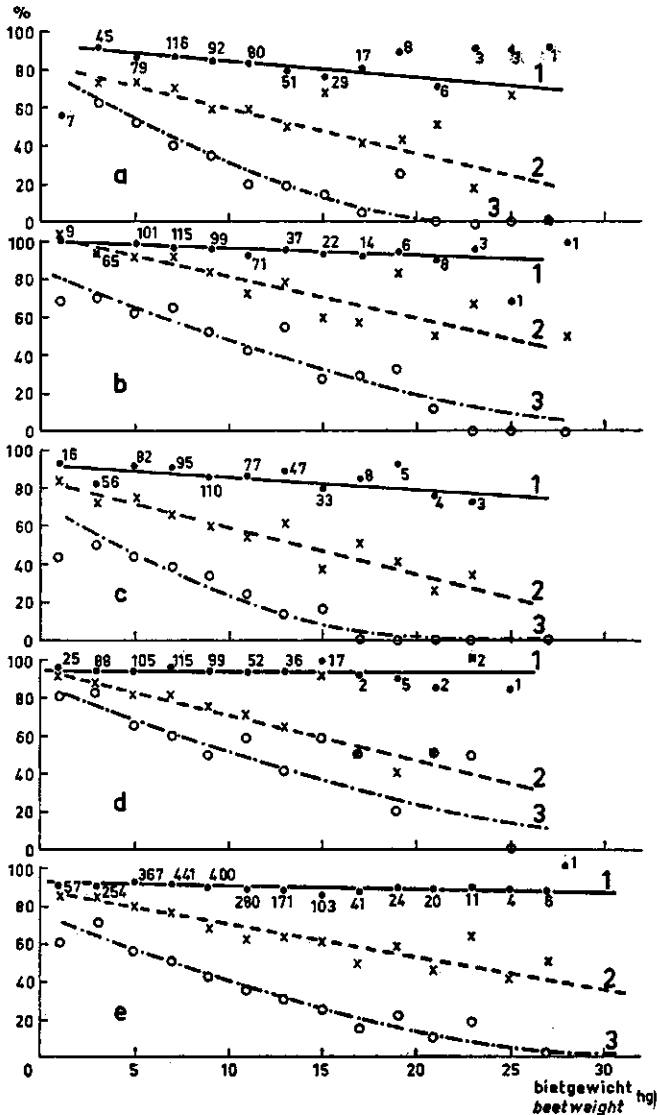


FIG. 33 *Relation between beet weight in hg and*

1 *weight percentage healthy at removal on 1 April*

2 *percentage of beets which remained completely healthy at assessment on 1 April in percentages of the total amount of beets per class*

3 *as 2, but assessed on 12 May, when stored in containers in 1953/54. For a-e see fig. 32*

FIG. 34 Verband tussen het gewicht van de bieten in hg en

1 het gewichtspercentage gezond weefsel en

2 het aantal geheel gezond gebleven bieten in procenten van het totale aantal per grootteklasse, alles gemiddeld over de zes opruimdata en de 12 bemestingsherkomsten van het bewaaronderzoek in 1954/55.

De getallen bij de punten geven de aantallen bieten per grootteklasse aan waaruit het gemiddelde werd berekend. Ze zouden ook kunnen staan bij de kruisjes verticaal onder de punten van 1

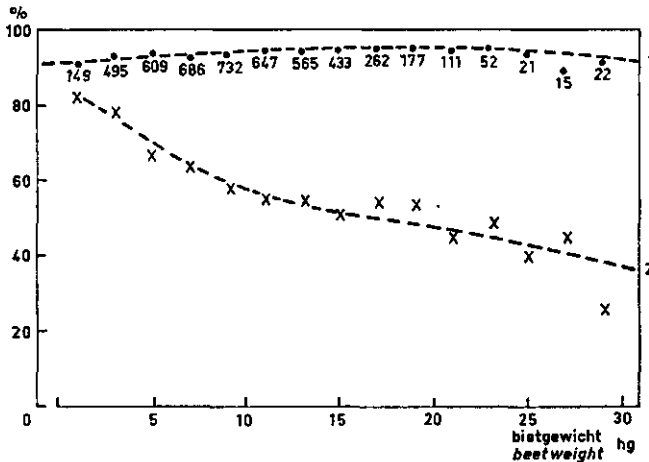


FIG. 34 Relation between the beet weight in hg and

1 the weight percentage healthy tissue and

2 the number of beets which remained completely healthy in percentages of the total number per size class, everything as an average of 6 removal dates and 12 fertilization treatments of the storage investigation in 1954/55

The figures at the points indicate the number of beets per size class from which the average was calculated. They could also be placed near the crosses vertically below the points of 1

lager niveau liggen dan bij de objecten die geen K hebben ontvangen.

Dit betekent, dat ook wanneer we het aantal geheel gezond gebleven bieten als maat voor de houdbaarheid gebruiken, de met K bemeste objecten als de minst houdbare naar voren komen. Dit is in overeenstemming met het niveau van de lijnen voor het gewichtspercentage gezond (100—% rot) in fig. 33 en 34 en ook met fig. 18 in 8.3. Het essentiële verschil tussen de twee maten voor de houdbaarheid

1 gewichtspercentage gezond of gewichtspercentage rot en

2 aantal of gewichtspercentage geheel gezond gebleven bieten

zit blijkbaar alleen in de samenhang met de grootte van de bieten. Zoals we zagen (8.3) verloopt de rotting van de bieten via aantasting van de gezonde bieten (fig. 14 en 16). De aantasting van de gezonde bieten is de eerste stap en deze aantasting hangt o.a. samen met de houdbaarheid – resistentie tegen rotting – van de bieten in deze zin, dat slecht houdbare bieten eerder en sneller worden aangetast dan goed houdbare bieten (zie ook fig. 18 en 19 in 8.3).

Het ligt voor de hand, dat ook de grootte van de bieten als zodanig een factor van belang zal zijn, immers grote bieten hebben een groter oppervlak en zullen dus eerder kans lopen aangetast te worden dan kleine bieten met een kleiner oppervlak. Vooral

FIG. 35 Verband tussen de opruimdatum en

a het gewicht van de geheel gezond gebleven bieten in kg per 100 kg uitgekuilde bietenmassa bij bewaring in een koelcel bij 5°C, gemiddeld over dezelfde 12 bemestingsobjecten als in fig. 16 in 8.3 en in fig. 34, doch apart berekend voor

- 1 de bieten lichter dan 1 kg
- 2 de bieten zwaarder dan 1 kg doch lichter dan 2 kg
- 3 de bieten zwaarder dan 2 kg

b het gewicht van het gezonde bieteweefsel van de gezonde + aangetaste bieten samen, in kg per 100 kg uitgekuilde bieten (percentage gezond) apart voor dezelfde drie grootteklassen als in fig. a. Fig. b hoort eigenlijk opgenomen te zijn in fig. a, doch omdat de verschillen in rotverlies klein zijn, is b apart op een grotere schaal weergegeven

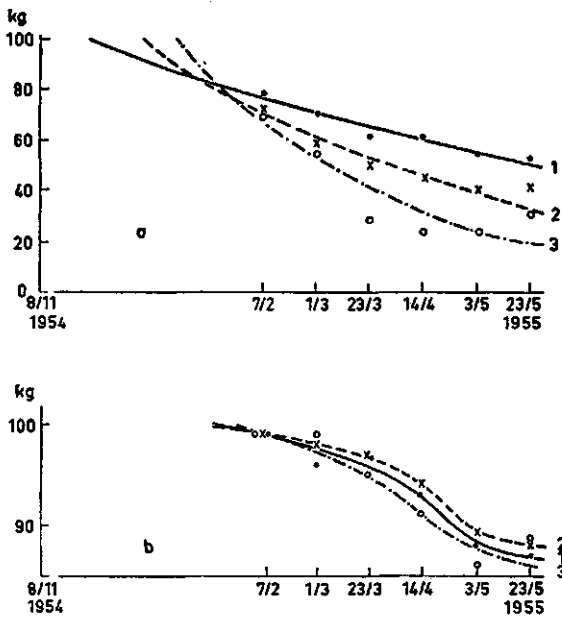


FIG. 35 Relation between the date of removal and

a the weight of beets which remained completely healthy in kg per 100 kg beets from the clamp stored in cold storage at 5°C, average of the same 12 fertilization treatments as in figure 16 (par. 8.3.) and figure 34, but separately calculated for

- 1 beets lighter than 1 kg
- 2 beets heavier than 1 kg, but lighter than 2 kg
- 3 beets heavier than 2 kg

b the weight of the healthy beet tissue of healthy and affected beets in kg per 100 kg beets after storage (percentage healthy), separately for the same 3 size classes as in fig. a. Fig. b should really have been included in figure a, but as the differences in rot losses are small, b has been reflected separately on a larger scale

bij ons onderzoek zullen grote bieten in het algemeen meer huidbeschadiging hebben opgelopen dan kleine.

Deze bieten zijn n.l. vaak door de handen gegaan. Ze werden in zakken getransporteerd waarbij het altijd de grote bieten zijn die bultig uitsteken en dus de eerste klappen opvangen, ze werden alle individueel gewogen enz.

Wanneer de resistentie tegen rot gelijk is moeten we daarom verwachten, dat grote bieten sneller worden aangetast dan kleine. Fig. 35 laat dit zien.

De punten van de grootteklasse >2 kg vertonen zeer sterke schommelingen. Dat komt doordat in deze klasse slechts weinig bieten voorhanden waren n.l. in totaal slechts 221 stuks. In de klassen 1 en 2 waren resp. 2671 en 2084 bieten betrokken, zodat ieder punt hierbij een gemiddelde is van resp. ± 445 en ± 345 bieten. Ondanks de spreiding van de punten blijkt uit fig. 35a duidelijk dat grote bieten aanzienlijk sneller worden aangetast dan kleine. Bij een bepaalde opruimdatum en dus ook gemiddeld over alle opruimdata zullen dus meer grote bieten zijn aangetast dan kleine zoals fig. 34 laat zien.

Van de grote bieten blijkt gemiddeld een aanzienlijk groter percentage aangetast te zijn dan van de kleine. De samenhang in fig. 34 heeft een kromlijngig verloop. Voor een deel kan dit komen doordat het percentage geheel gezond gebleven bieten in iedere grootteklasse is uitgezet tegen het gemiddeld gewicht van de bieten. Waarschijnlijk is het niet het gewicht van de bieten dat maatgevend is, doch het oppervlak. Wanneer we het percentage geheel gezond gebleven bieten dan ook uitzetten tegen het gemiddeld oppervlak van de bieten van iedere grootteklasse, dan ontstaat bij benadering een rechte lijn, zoals fig. 36 laat zien. Als maat voor het oppervlak van de bieten is hierbij genomen $g^{2/3}$, waarin g is het gemiddeld bietgewicht in grammen van iedere grootteklasse.

We zien dat het percentage geheel gezond gebleven bieten vrijwel recht evenredig afneemt met de toename van het bietoppervlak.

Dat het oppervlak van de bieten maatgevend is voor de snelheid waarmee ze worden aangetast, blijkt ook uit de relatieve vormingssnelheid van aangetaste bieten uit gezonde bij bieten van verschillende grootte.

We kunnen de lijnen 1, 2 en 3 van fig. 35a opvatten als exponentiële functies van de vorm $a = a_0 \times e^{-at}$ zoals in 8.3 werd besproken. Voor iedere lijn kan de relatieve vormingssnelheid α van de aangetaste bieten uit geheel gezonde bepaald worden door rechtlijnige vereffening op logaritmische schaal zoals in fig. 17, 19 en 20 in 8.3 is toegepast. Verder kan aan de hand van het gemiddeld bietgewicht in iedere groep een schatting gemaakt worden van het gemiddeld oppervlak van de bieten van iedere groep. Als maat voor dit gemiddeld oppervlak kan gebruikt worden $g^{2/3}$, wanneer g is het gemiddeld bietgewicht in iedere groep. Tabel 39 geeft de resultaten.

De verhouding tussen het oppervlak van de bieten en de relatieve aantastingsnelheid is vrijwel constant, m.a.w. de aantastingsnelheid is recht evenredig met het oppervlak.

Is de biet eenmaal aangetast, dan gaat het rot zich uitbreiden in de biet. Zoals in

FIG. 36 Verband tussen het percentage geheel gezond gebleven bieten in iedere grootteklasse en het gemiddeld oppervlak van de bieten in die klasse. Als maat voor dit oppervlak is genomen $g^{2/3}$, waarin g is het gemiddeld bietgewicht in grammen in die grootteklasse. Zelfde materiaal als fig. 34, lijn 2

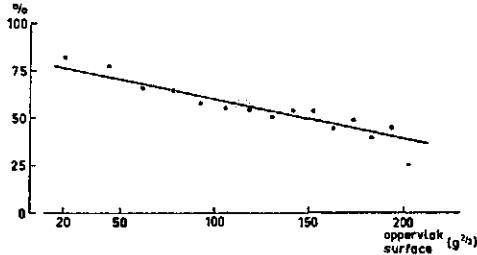


FIG. 36 Relation between the percentage of beets which remained completely healthy in each size class and the average surface of the beets in that class. $g^{2/3}$ has been taken as a measure for this surface, where g is the average beet weight in grammes in that size class. The same material as in figure 34, line 2

formule [9] en [10] in 8.3 tot uitdrukking is gebracht, zal de snelheid waarmee het gewicht van het rotte weefsel toeneemt o.a. samenhangen met de hoeveelheid nog gezond bieteweefsel die in de aangetaste bieten aanwezig is. Dit zal echter niet alleen bepalend zijn. Ook het aantal infecties per kg nog gezond bieteweefsel is van belang. Wanneer b.v. 30 kg bieten zijn aangetast, dan zal het aantal infecties groter zijn bij kleine bieten dan bij grote. Bij gelijke groeisnelheid van de schimmels in een aangetaste kleine of grote biet, zullen de kleine bieten eerder geheel rot zijn dan de grote. Het percentage geheel rotte bieten zal dus groter zijn bij kleine bieten (zie fig. 37), terwijl het nog lang duurt voor de grote bieten geheel gerot zijn. Bij gelijke houdbaarheid (resistentie tegen schimmelaantasting) heeft dus een gewichtseenheid bieteweefsel in een grote biet minder kans op aantasting dan eenzelfde eenheid in een

TABEL 39 Gemiddeld bietoppervlak $g^{2/3}$, gemiddelde relatieve vormingssnelheid α van aangetaste uit geheel gezonde bieten en de verhouding tussen deze twee grootheden, apart voor de 3 grootteklassen van het in fig. 35a weergegeven onderzoek

Grootteklasse / Size class	$g^{2/3}$	α	$g^{2/3}/\alpha$
1 < 1 kg	71	0,0038	18,4
2 > 1 < 2 kg	125	0,0069	18,1
3 > 2 kg	175	0,096	18,1

TABEL 39 Average beets surface $g^{2/3}$, average relative rate of infection α of affected beets from completely healthy ones and the relation between these two magnitudes, separately for the 3 size classes of the investigation reflected in figure 35a

kleinere biet, tenminste wanneer de uitbreiding van de schimmel in een aangetaste biet relatief langzaam gaat. In dit geval moeten we dus bij de grote bieten een geringer gewichtspercentage rot en een grotere hoeveelheid nog gezond bieteweefsel in de

aangetaste bieten vinden dan bij de kleine. Inderdaad komt dit in fig. 35a en b enigszins tot uiting. Wanneer we de lijnen 3 voor de gewichtsklasse >2 kg, die eigenlijk op te weinig gegevens berusten, even buiten beschouwing laten en alleen kijken naar het verloop van de gewichtshoeveelheid geheel gezond gebleven bieten (fig. 35a) en de gewichtshoeveelheid rot per 100 kg uitgekulde bietenmassa (fig. 35b), dan zien we, dat inderdaad de hoeveelheid nog gezond bieteweefsel in de aangetaste bieten in de kleine bieten kleiner is dan in de grote, immers lijn 1a en 1b liggen dicht bij elkaar dan 2a en 2b.

Verder heeft de gewichtsklasse 1–2 kg iets minder rot dan de kleinere bieten. Al zijn door de vrij kleine rotverliezen in 1954/55 de verschillen tussen lijn 1 en 2 in fig. 35b niet groot, de tendens is toch wel duidelijk. De punten van lijn 3 in fig. 35a en b schommelen erg onregelmatig, ongetwijfeld grotendeels doordat deze punten op een te gering aantal bieten berusten. Waarschijnlijk ligt lijn 3 echter wel lager dan 2 en 1 in fig. 35b. Dit kan dan verklaard worden uit de zeer grote hoeveelheid aangetast maar nog niet gerot bieteweefsel die bij de groep bieten zwaarder dan 2 kg, aanwezig is. De snelheid van rotvorming is immers min of meer met deze hoeveelheid weefsel evenredig.

De aan snelle rotvorming in de weg staande handicap van het betrekkelijk geringe aantal infecties per 100 kg bieteweefsel – er gaan slechts weinig bieten in 100 kg zware bieten zodat er ook slechts weinig aantastingen zijn – legt het bij grote bieten blijkbaar weer af tegen de weelde van naar alle zijden vol uit kunnen groeien, die de schimmels in de aangetaste grote bieten genieten. Hierdoor kan het gewichtspercentage rot bij de grote bieten weer groter zijn dan bij de kleine.

Deze mogelijkheid zal zich pas duidelijk voordoen wanneer de bieten lang genoeg worden bewaard om aanzienlijke rotverliezen te doen ontstaan. De rottingsorganismen moeten immers de gelegenheid hebben gehad om ten volle van de grote hoeveelheid 'aangetast maar nog gezond bieteweefsel' te kunnen profiteren. In het bewaartijdenonderzoek van fig. 34 en 35 is slechts weinig rot opgetreden. De bieten zijn a.h.w. niet lang genoeg bewaard. De grote bieten (behalve misschien de heel grote) zijn dan ook wat minder gerot dan de kleine zoals fig. 34 en 38 laten zien. In tegenstelling hiermee is bij een kopproef in 1953/54 veel rot opgetreden waarbij tevens een flink aantal geheel rotte bieten is voorgekomen. In fig. 37 zijn de resultaten van deze proef samengevat.

Anders dan in fig. 34, waar slechts weinig rot was opgetreden en helemaal geen totaal rotte bieten voorkwamen, is in fig. 37 het percentage gezond (van aangetaste + geheel gezonde bieten samen, de gestreepte lijn in fig. 37) kleiner bij de grote bieten dan bij de kleine. Het percentage geheel rotte bieten is echter kleiner bij de grote bieten dan bij de kleine, omdat het bij grote bieten langer duurt voor ze geheel zijn gerot dan bij kleine bieten. Verder is in fig. 37, in overeenstemming met fig. 32, 33, 34, 35 en 36 het percentage geheel gezond gebleven bieten per grootteklasse aanzienlijk kleiner bij de grote dan bij de kleine bieten.

FIG. 37 Verband tussen het gewicht van de bieten en de hoeveelheid

- I geheel gezond gebleven bieten
 - II gezonde delen van de aangetaste bieten
 - III rotte delen van de aangetaste bieten
 - IV geheel rotte bieten
- (in kg per 100 kg bietenmassa in iedere grootteklasse)

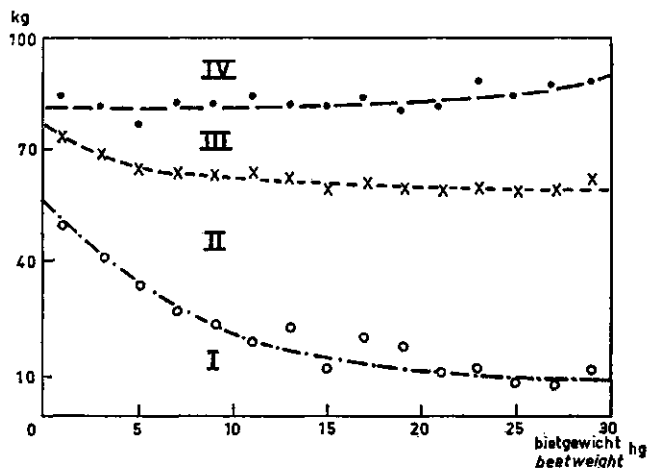


FIG. 37 Relation between beet weight and the amount of

- I beets which remained completely healthy
 - II healthy parts of affected beets
 - III rotten parts of affected beets
 - IV completely rotten beets
- (in kg per 100 kg beets in each size class)

Uit fig. 34, 35, 36 en 37 blijkt wel dat grote bieten eerder een infectie oplopen dan kleine, alleen al omdat ze een groter oppervlak hebben. De vorming van rot biete-weefsel in kg per 100 kg bieten echter, gaat om deze zelfde reden aanvankelijk langzamer bij de grote bieten omdat ze per 100 kg een kleiner oppervlak en dus minder aangetaste plekken hebben.

Zoals we zagen (10.1) is het oppervlak van een biet $6,2 \times g^{2/3}$ cm², waarin g is het gewicht van de biet in grammen. Per kg bieten met gewicht g gram is het oppervlak dus $1000/g \times 6,2 \times g^{2/3} = 6200 \times g^{-1/3}$.

In het geval dat er nog weinig rot is opgetreden, de bewaarduur in fysiologische betekenis kort is geweest, zoals het geval was bij het bewaartijdenonderzoek dat o.a. in fig. 34 is verwerkt, zal er ook gemiddeld minder rot weefsel bij de grote dan bij de kleine bieten zijn gevormd. Het percentage gezond is dan min of meer omgekeerd evenredig met het oppervlak van de bieten per 100 kg, dus met het specifiek oppervlak. Hoe groter de bieten, dus hoe kleiner het specifiek oppervlak, hoe meer gezond weefsel per 100 kg bieten. Lijn 1 in fig. 38, waarin als maat voor het specifiek oppervlak $g^{-1/3}$ is genomen, laat dit zien.

Wanneer er echter veel rot is opgetreden – de bieten dus fysiologisch gezien lang zijn bewaard, zoals het geval was bij de proef waarvan de gegevens in fig. 37 zijn verwerkt – kan de samenhang tussen de hoeveelheid rot bieteweefsel en de grootte van de bieten juist andersom zijn, zoals lijn 2 in fig. 38 laat zien. Bij de bieten met het kleine specifieke oppervlak, d.w.z. bij de grote bieten, hebben de rottingsorganismen lange tijd een zeer grote hoeveelheid gezond weefsel van de aangetaste bieten (zie fig. 37) ter beschikking gehad, zodat er veel rot weefsel is gevormd, dus een lager gewichtspercentage gezond is overgebleven.

FIG. 38 Verband tussen het aantal kg gezond bieteweefsel per 100 kg uitgekuilde bieten in iedere grootteklasse en het specifiek oppervlak van de gemiddelde biet in iedere grootteklasse. Als maat voor dit specifiek oppervlak is genomen $g^{-1/3}$, waarin g is het gewicht van de gemiddelde biet in grammen

- 1 gemiddeld over alle objecten van het bewaartijdenonderzoek 1954/55, dezelfde cijfers als van lijn 1 in fig. 34
average of all treatments of the storage time investigation 1954/55, the same figures as of line 1 in fig. 34
- 2 gemiddeld over alle objecten van de kopproef 1953/54, dezelfde cijfers als van de gestreepte lijn in fig. 37
average of all treatments of the topping experiment 1953/54, the same figures as of the interrupted line in fig. 37

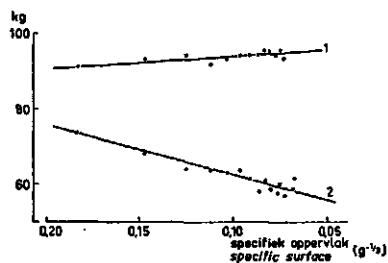


FIG. 38 Relation between kg healthy beet tissue per 100 kg beets after storage in each size class and the specific surface of the average beet in each size class. $g^{-1/3}$ has been taken as a measure for the specific surface where g is the beet weight of the average beet in grammes

Het verband tussen de grootte van de biet en de houdbaarheid wordt blijkbaar grotendeels bepaald door de grootte als zodanig en door de bewaarduur, zonder dat er sprake hoeft te zijn van wezenlijke verschillen in resistentie tegen rotting.

De grootte van de biet brengt mee, dat per individu berekend, grote bieten een groter oppervlak hebben dan kleine en daardoor eerder kans lopen aangetast te worden. Verder heeft de grootte tot gevolg, dat grote bieten per 100 kg bieten een kleiner oppervlak hebben dan kleine bieten. Hierdoor lopen ze bij relatief korte bewaring per kg bieteweefsel gerekend, minder infecties op dan kleine, zodat er bij korte bewaring ook minder rot weefsel wordt gevormd.

Bij lange bewaring hebben de micro-organismen bij de grote bieten echter lange tijd zeer veel 'aangetast maar nog gezond bieteweefsel' ter beschikking, waardoor er op den duur bij de grote bieten toch meer rot weefsel wordt gevormd dan bij de kleine. Dit zal vooral sterk optreden, wanneer de uitbreiding van de schimmels in een eenmaal aangetaste biet relatief zeer snel gaat, dus bij slecht-houdbare partijen. In overeenstemming hiermee zien we dan ook in fig. 33 ondanks de relatief korte bewaarduur, waardoor nog niet veel rot is opgetreden, bij de slecht-houdbare, d.i. bij de met K bemeste partijen bieten, wel minder gezond bieteweefsel bij de grote dan bij de kleine bieten (lijn 1 in fig. 33a en c), terwijl dit bij de goed houdbare partijen bieten (fig. 33 b en d), (nog) niet tot uiting is gekomen.

Slechte houdbaarheid (geringe resistentie tegen rot) werkt in dit verband eigenlijk gelijk als lange bewaarduur.

Bij gelijke houdbaarheid en gelijke groeisnelheid van de schimmels in de aangetaste bieten, hangt het af van de groeisnelheid van de schimmels in de aangetaste bieten, van de bewaarduur en van de kans op meer beschadiging van de grotere bieten in verband met de wijze van behandelen (oogsten en beschadigen), in hoeverre we bij de kleine of bij de grote bieten een hoger gewichtspercentage rot moeten verwachten. Een betrouwbaar verschil in positieve of negatieve richting, in gewichtspercentage gezond bieteweefsel bij kleine en bij grote bieten, hoeft nog geenszins op een essentieel verschil in houdbaarheid te wijzen. Het percentage geheel gezond gebleven bieten zal bij gelijke houdbaarheid echter altijd kleiner zijn bij de grote bieten.

In dit verband zullen de oogst- en transportmethoden, in het algemeen de 'handling methods' factoren van belang zijn. Ruwe methoden zullen in het algemeen vooral ten nadele van de grote bieten werken, aangezien deze, door hun gewicht, bij gooien en vallen de grootste beschadigingen zullen oplopen.

11 SAMENVATTING

De ademhalingsintensiteit van voederbieten neemt toe wanneer ze bij hogere temperatuur worden bewaard. Gedurende de wintermaanden, tot maart, kan de samenhang tussen respiratie en temperatuur bij een temperatuur tussen 0 en 10°C goed worden weergegeven door de formule

$$P = t + 3,0 \text{ of} \quad [1]$$

$$V = 0,0065t + 0,0195 \quad [2]$$

Bij een temperatuur tussen 0 en 25°C wordt de samenhang waarschijnlijk vrij goed weergegeven door de formule

$$P = 2,8t - 15 \text{ of} \quad [3]$$

$$V = 0,018t - 0,0975 \quad [4]$$

waarbij

t = bewaartemperatuur in °C,

P = produktie aan CO₂ in g per 100 kg bieten per etmaal,

V = suikerverlies (globaal genomen ook droge-stofverlies) in kg per 1000 kg bieten per etmaal

Bij de temperatuur van 5°C in de kuil in de winter bedraagt het suikerverlies dus $V = 0,0065 \times 5 + 0,0195 = 0,052$ kg per 1000 kg bieten per etmaal.

Per ton bieten komt dan 200 kgal. warmte vrij, zodat wanneer de warmte niet zou worden afgevoerd, de temperatuur van de bieten met 0,24°C per etmaal zou stijgen.

Bij slecht-houdbare bieten, die in belangrijke mate beginnen te rotten, kan de temperatuur in de kuil oplopen. Hierdoor wordt de CO₂-produktie en dus de warmte-ontwikkeling weer versneld enz., zodat tenslotte de warmte-ontwikkeling desastreus wordt. Zo zal bij rottende bieten bij 20°C de opwarming van de bieten per etmaal naar schatting 7,5°C bedragen.

Om het ademhalingsverlies aan droge stof en suiker te beperken is het van belang de bieten bij lage temperatuur te bewaren. Anders dan in de literatuur voor de relatief kort durende bewaring van suikerbieten wordt aangegeven, dient voor de lange bewaring van voederbieten de bewaartemperatuur niet zo dicht mogelijk bij 0°C te liggen. Op den duur geeft bewaring rond 5°C het laagste ademhalingsverlies aan droge stof. Dit is niet in strijd met de in de formule $V = 0,0065t + 0,0195$ weergegeven samenhang, want deze geldt alleen voor de eigenlijke wintermaanden januari en februari.

Bij een bewaartemperatuur hoger dan 5°C neemt het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten snel toe bij toenemende temperatuur. Ook het waterverlies door verdamping wordt dan snel groter.

Beneden 2°C vindt vrijwel geen spruiting plaats en volgens PACK ook niet boven 34°C. Maximaal is de spruiting bij ongeveer 25°C. Een geringe mate van spruiting en wortelvorming gaan in feite samen met een goede houdbaarheid en een gering ademhalingsverlies aan droge stof. Het volledig achterwege blijven van iedere spruiting zal meestal een teken zijn van een slechte gezondheidstoestand van de bieten of van een te koude of te droge bewaarmethode en als zodanig samengaan met een slechte houdbaarheid en grotere verliezen aan droge stof.

Bij kort durende bewaring zal het rotverlies in het algemeen het kleinste zijn bij een bewaartemperatuur die zo dicht mogelijk bij 0°C ligt. Bij lange bewaring is de gunstigste bewaartemperatuur in verband met het verlies door rot echter ongeveer 5°C.

Uitdroging van de bieten is een der meest algemene oorzaken van bederf. Vooral snelle uitdroging, waarbij veel water aan de buitenste cellagen wordt onttrokken, dat niet snel genoeg van binnen uit wordt aangevuld, is gevaarlijk. In het algemeen kan de waterverdamping van een bietoppervlak nagenoeg gelijk gesteld worden met die van een vrij wateroppervlak. Uitgedroogde bieten kunnen weer snel water opnemen, wanneer ze met water in aanraking komen.

Bij bewaring in een vochtig milieu wordt in het algemeen een kleinere ademhalingsintensiteit en een kleiner ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten gevonden dan bij bewaring in een droog milieu. In plaats van waterverlies treedt vaak waterwinst op bij vochtige bewaring. Spruiting en wortelvorming worden aanzienlijk bevorderd door vochtige bewaring. Door droge bewaring kunnen ze volledig worden geremd. Bewaring in een vochtig milieu heeft ook duidelijk minder rot tengevolge dan bewaring in een droge omgeving. De bieten mogen tijdens de bewaring echter niet voortdurend nat zijn, want hierdoor wordt de aantasting door micro-organismen in de hand gewerkt.

Bij bewaring in koelcellen werden de bieten in hoge mate tegen uitdroging beschermd door zo weinig mogelijk luchtverversing toe te passen in de bewaarruimte. Het gevolg was dan ook, dat spruiting en wortelvorming duidelijk werden bevorderd en dat het ademhalingsverlies aan droge stof en het rotverlies beide aanzienlijk werden verminderd. In het algemeen zal een zekere luchtverversing echter noodzakelijk zijn, in hoofdzaak voor koeling van de bieten. Het verdient aanbeveling zo weinig ventilatie toe te passen als met het oog op de temperatuur mogelijk is. Voor schadelijke ophoping van CO₂ of van geurstoffen in de bewaarruimte hoeft in praktijkomstandigheden niet gauw gevreesd te worden.

Door de bieten gemengd met grond of met veel aanhangende grond te bewaren, worden ze vrijwel afdoende beschermd tegen uitdrogen. Evenals vochtig bewaren werkt mengen met grond dan ook gunstig op de houdbaarheid. Spruiting en wortelvorming worden bevorderd en het ademhalingsverlies aan droge stof en vooral het verlies door rot worden aanzienlijk verminderd. In de praktijk is mengen met grond niet altijd gunstig omdat het de ventilatie soms teveel vermindert, waardoor de

temperatuur kan oplopen en soms zelfs broei kan optreden. Kuilen waarin de bieten met veel grond zijn gemengd, dienen daarom lichter te worden afgedekt.

Door verhoging van het CO₂-gehalte, gepaard met eenzelfde gelijktijdige verlaging van het O₂-gehalte van de lucht in de bewaarruimte, wordt gedurende de eerste twee maanden de ademhalingsintensiteit van de bieten verminderd, doch daarna vermeerderd. Verhoging van het CO₂-gehalte van de lucht tot 2% CO₂, gepaard met een overeenkomstige verlaging van het O₂-gehalte heeft gemiddeld over de gehele bewaarperiode nog een vrij kleine invloed. Bij hogere CO₂-gehalten wordt de respiratie op den duur echter aanzienlijk vergroot en wordt ook het rotverlies belangrijk groter.

Teneinde de bewaarverliezen te verminderen, zijn verschillende chemische middelen beproefd. Alleen met tetrachloornitrobenzeen-bevattende middelen zijn gunstige resultaten verkregen. Door deze middelen wordt niet alleen de schimmelgroei, doch ook de spruiting en de wortelvorming van de bieten sterk gremd. Behandeling van de bieten met T.C.N.B.-bevattende middelen kan naast een kleine vermindering van het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten een duidelijke vermindering van het rotverlies tengevolge hebben. In de meeste gevallen zal toepassing van deze middelen echter niet rendabel zijn.

In het algemeen nemen de bewaarverliezen meer dan evenredig toe bij langere bewaring. Wordt bij constante temperatuur bewaard, dan neemt de ademhalingsintensiteit van de gezonde bieten slechts weinig toe bij langer bewaren. Deze toename hangt o.a. samen met het CO₂- en O₂-gehalte van de lucht in de bewaarruimte. In lucht met een normaal CO₂- en O₂-gehalte is de toename kleiner dan in lucht met hoger CO₂- en overeenkomstig lager O₂-gehalte.

Ook de bemesting heeft invloed op het verloop van de ademhalingsintensiteit gedurende de bewaring bij constante temperatuur. Waarschijnlijk zal de toename van de respiratie gedurende de bewaring samengaan met achteruitgang van de houdbaarheid en het grootste zijn bij slecht-houdbare bieten en bij ongunstige bewaaromstandigheden. Hetzelfde geldt voor het ademhalingsverlies aan droge stof en het verlies door rot.

In de praktijk worden voederbieten niet bij constante temperatuur bewaard, doch neemt de temperatuur vooral aan het einde van de bewaarperiode (na maart) snel toe. Vooral hierdoor worden de bewaarverliezen snel groter bij langer bewaren. De figuren 14, 24 en 25 laten het verloop globaal zien.

De rotting van bieten verloopt in twee stadia. Een gezonde biet wordt aangetast en daarna gaat de schimmel zich uitbreiden in de aangetaste biet. Dit zijn twee verschillende processen, die ieder hun eigen reactiesnelheid hebben. Deze reactiesnelheden hangen o.a. af van de milieufactoren zoals vochtigheid en temperatuur, van de bewaring en van de houdbaarheid van de bieten. De slechtst houdbare bieten, zullen in het algemeen het eerste worden aangetast, zodat de best houdbare het langste overblijven. Het is hierdoor mogelijk dat de houdbaarheid (resistentie tegen rotting) van de gezond gebleven bieten van een partij die reeds enkele maanden bewaard is, groter

is dan de houdbaarheid van de partij, zoals die gemiddeld bij de aanvang van de bewaring was.

Aanwezigheid van aangetaste en rotte voederbieten in een partij gezonde, heeft geen aantoonbare invloed op de rotting en het ademhalingsverlies van de nog gezond gebleven bieten. Het direct door contact 'aansteken' van gezonde bieten door rotte komt vrijwel niet voor. Ook eventueel door de rottende bieten afgescheiden 'volatiles' hebben geen aantoonbare invloed op de bewaarverliezen van voederbieten. In het algemeen zal 'omzetten' – waarbij de gezonde bieten worden uitgezocht en opnieuw ingekuuld – van een bietenkuil, waarin enig rot begint te komen, geen aanbeveling verdienen.

Uiteraard geldt dit niet voor kuilen die beginnen te broeien. In dit geval kan omzetten de beste methode zijn om de warmte-ophoping tot staan te brengen.

De ademhalingsintensiteit van bieten wordt meestal uitgedrukt in de hoeveelheid geproduceerde CO₂ of opgenomen O₂ per gewichtseenheid bieten. VAJNA meent echter dat het beter is de ademhalingsintensiteit uit te drukken in hoeveelheid CO₂ per oppervlakte-eenheid bieten, omdat de ademhalingsintensiteit recht evenredig zou zijn met het oppervlak en niet met het gewicht van de bieten. Uit door STOUT en door VAJNA gepubliceerde gegevens kan echter worden aangetoond, dat in het algemeen de respiratie per gewichtseenheid bieten groter is bij kleine dan bij grote bieten, terwijl de respiratie per eenheid van oppervlak groter is bij grote dan bij kleine bieten. Beide grootheden zijn dus afhankelijk van de grootte van de bieten. Bij vergelijken van de ademhalingsintensiteit van verschillende monsters bieten, kan het gewenst zijn een correctie in te voeren voor het verschil in grootte van de bieten van de verschillende monsters.

Door de bieten in stukken te snijden of te breken, wordt het bietoppervlak per gewichtseenheid bieten aanzienlijk vergroot. In overeenstemming hiermee, doch in minder sterke mate, wordt daardoor ook de respiratie per gewichtseenheid bieten vergroot.

In het algemeen hebben de bovenste delen van de biet een grotere ademhalingsintensiteit dan de onderste.

Bij grote bieten is het aantal bieten per 100 stuks ('aantal percentage') dat geheel gezond is gebleven kleiner dan bij kleine bieten. De grootte van de biet brengt mee, dat per individu gerekend, grote bieten een groter oppervlak hebben dan kleine en daardoor eerder kans lopen aangetast te worden. Verder heeft de grootte tot gevolg, dat grote bieten per 100 kg bieten een kleiner oppervlak hebben dan kleine. Hierdoor lopen ze bij relatief korte bewaring per kg bieteweefsel gerekend, minder infecties op dan kleine, zodat er bij korte bewaring minder rot weefsel wordt gevormd bij de grote bieten. Het gewichtspercentage gezond, d.i. het gezonde bieteweefsel in kg per 100 kg uitgekuilde bieten, is dan groter bij grote bieten dan bij kleine en de grote zijn dus het beste houdbaar geweest. Bij lange bewaring hebben de micro-organismen bij de grote bieten echter lange tijd zeer veel 'aangetast maar nog gezond' bieteweefsel ter

beschikking, waardoor er op den duur bij de grote bieten toch meer rot weefsel kan worden gevormd dan bij de kleine bieten.

Dit zal vooral sterk optreden, wanneer de uitbreiding van de schimmels in een eenmaal aangetaste biet relatief zeer snel gaat, dus bij slecht-houdbare partijen.

Bij gelijke houdbaarheid en gelijke groeisnelheid van de schimmels in de aangetaste kleine en grote bieten, hangt het af van de groeisnelheid van de schimmels in de aangetaste bieten t.o.v. de snelheid waarmee de nog geheel gezond gebleven bieten worden aangetast, samen met de bewaarduur en de kans op meer beschadiging van de grote bieten in verband met de wijze van behandelen, in hoeverre we bij de kleine of bij de grote bieten een hoger gewichtspercentage gezond bieteweefsel moeten verwachten. Een betrouwbaar verschil in gewichtspercentage gezond bieteweefsel bij kleine en bij grote bieten hoeft nog geenszins op een essentieel verschil in houdbaarheid te wijzen. Het percentage geheel gezond gebleven bieten zal bij gelijke houdbaarheid echter altijd kleiner zijn bij de grote bieten.

SUMMARY

The respiration rate of fodder beets increases if they are stored at higher temperatures. During the winter months – until March – the relation between respiration and temperature at a temperature of 0° to 10°C can be accurately reflected in the formula

$$\begin{aligned} P &= t + 3.0 \text{ or} & [1] \\ V &= 0.0065t + 0.0195 & [2] \end{aligned}$$

At a temperature of 0° to 25°C the relation is probably rather accurately reflected in the formula

$$\begin{aligned} P &= 2.8t - 15 \text{ or} & [3] \\ V &= 0.018t - 0.0975 & [4] \end{aligned}$$

where

$$\begin{aligned} t &= \text{storage temperature in } ^\circ\text{C}, \\ P &= \text{CO}_2\text{-production in g per 100 kg beets per 24 hours,} \\ V &= \text{sugar loss (roughly also dry matter loss) in kg per} \\ &\quad \text{1000 kg beets per 24 hours.} \end{aligned}$$

At a temperature of 5°C in the clamp in winter, the sugar loss will consequently be:

$$V = 0.0065 \times 5 + 0.0195 = 0.052 \text{ kg per 1000 kg of beets per 24 hours.}$$

Per 1000 kg of beets 200 kgc. of heat are liberated. Accordingly the temperature of the beets would rise 0.24°C per 24 hours should the heat not be removed.

With beets which have poor keeping qualities, showing much rot, the temperature in the clamp is liable to rise. This accelerates CO₂-production and consequently also heat development, so that finally heat development will be disastrous. Thus at 20°C the rise in temperature of rotting beets is estimated to be about 7.5°C per 24 hours.

To limit respiratory losses in dry matter and sugar it is important to store beets at low temperature. Different from indications in literature for the relatively short storage period of sugar beets, the storage temperature for the long storage period of fodder beets should not be as near as possible to 0°C. In the long run, storage at 5°C gives the lowest respiratory losses in dry matter. This is not contrary to the relation indicated in formula [2] $V = 0.0065t + 0.0195$, for this only holds for the true winter months January and February.

With a storage temperature higher than 5°C the respiratory losses in dry matter of healthy beets quickly accelerate at increasing temperature. Water loss from evaporation soon increases as well.

Below 2°C hardly any sprouting takes place and according to PACK neither above

34°C. Maximal sprouting takes place at approximately 25°C. Slight shoot and root growth, in fact, are associated with good keeping qualities and a small respiratory loss in dry matter. Complete failure of any sprout growth generally indicates a poor health condition of the beets or a storage method which is too cold or too wet and as such it will be associated with poor keeping qualities and larger dry matter losses.

In short storage rot losses will generally be smallest at temperatures round 0°C. In long storage, however, the most favourable temperature is about 5°C with regard to rot losses.

Desiccation is one of the most common causes of the deterioration of beets. Especially rapid desiccation is dangerous, in this much water is drawn from the exterior cell layers, which cannot be replenished from within. In general the evaporation of a beet surface may be put almost on a level with that of a free water surface. Desiccated beets can quickly take up water again as soon as they come into contact with water.

In storage under moist conditions the respiration rate is generally smaller and slighter respiratory losses in dry matter are found in the healthy beets than in storage under dry conditions. Instead of water loss often water gain occurs in moist storage. Shoot and root growth are much stimulated by moist storage. They can be completely inhibited by dry storage. Storage under moist conditions results in clearly less rot than storage under dry conditions. However, beets may not be continually wet during storage, as this stimulates the infection of micro-organisms.

In cold storage the beets were well-protected from desiccation by limiting ventilation in the storehouse. Accordingly the result was that shoot and root growth were much stimulated and respiratory losses in dry matter and rot losses both decreased considerably. In general, however, some ventilation will be necessary, mainly for the cooling of beets. It is recommended to apply as little ventilation as possible in view of the temperature. Harmful accumulation of CO₂ or smelling substances need not be feared so much under practical conditions.

By storing, mixed with soil or with much adhering soil, beets will be almost sufficiently protected from desiccation. Similar as in moist storage, mixing with soil also has a favourable effect on the keeping qualities. Shoot and root growth are stimulated and respiratory losses in dry matter and especially rot losses decrease considerably. In practice mixing with soil is not always profitable as it sometimes inhibits ventilation too much, temperature is liable to rise and even heating sometimes occurs. Therefore, clamps in which beets have been mixed with much soil should be covered only lightly.

Increase in CO₂-content related to the same and simultaneous decrease in O₂-content of the air in the storage, lowers the rate of respiration in the first two months, but afterwards it rises. Raising the CO₂-content of air to 2 per cent associated with a corresponding decrease in the O₂-content has a relatively small effect, the whole storage period averaged. Higher CO₂-contents, however, greatly increase the rate of respiration and also rot losses.

In order to limit storage losses various chemical expedients have been tried. Favour-

able results have only been obtained by using substances containing tetrachlorine nitro benzene. These chemicals do not only considerably inhibit fungous growth, but also shoot and root growth. Treating beets with expedients containing T.C.N.B., may result in a small decrease in respiratory losses in dry matter in healthy beets as well as in a distinct decrease in rot losses. In most cases, however, the application of these chemicals is not economically justified.

In general storage losses increase more than proportional in longer storage periods. If beets are stored at constant temperature the rate of respiration in healthy beets will only slightly increase in long storage. This increase among others is related to the CO₂- and O₂-content of the air in the storage. In air with a normal CO₂- and O₂-content the increase will be smaller than in air with a higher CO₂-content. Fertilization as well has influence on the trend of the rate of respiration during storage at constant temperature. Probably increase in respiration during storage is associated to a decrease in keeping qualities. It will be larger in beets with poor keeping qualities and under unfavourable storage conditions. The same holds for respiratory losses in dry matter and rot losses.

In practice fodder beets are not stored at constant temperature, but temperature quickly increases, especially at the end of the storage period (after March). This, in particular, rapidly increases storage losses during longer storage periods. Figures 14, 24 and 25 roughly show the trend.

The infection of beet rot has two stages. A healthy beet is affected by rot and afterwards the fungus spreads in the affected beet. These are two different processes, each having their own rate of reaction. These among others are related to environmental factors, such as humidity and storage temperature and keeping qualities of the beet. Beets with poor keeping qualities usually are infected first, so that beets with the better keeping qualities will remain healthy the longest. This makes it possible for keeping qualities (resistance against rot) of healthy beets from a lot that has been in storage for some months to be better than they were at the beginning of storage.

The presence of affected and rotten beets in a lot of healthy has no demonstrable influence on rot or respiratory losses of the healthy beets. 'Infection' by direct contact between healthy beets and rotten seldom occurs. 'Volatiles' excreted by rotting beets neither have any demonstrable influence on storage losses of fodder beets. In general 'turning over' a clamp with some rot occurring, in which healthy beets are selected and put into a fresh clamp, is not recommended. Naturally, this does not hold for clamps which start heating. In this case turning over the beets will be the best way to stop the accumulation of heat.

The respiration rate of beets is generally expressed in the amount of CO₂ produced or the O₂-uptake per *weight unit* of beets. VAJNA, however, considers it more accurate to express the rate of respiration in the amount of CO₂ per *surface unit* of beets, as the rate of respiration is supposed to be inversely proportional to the surface and not to the weight of beets. From data published by STOUT and VAJNA, however, it can be

proved that in general respiration per weight unit of beets is larger with smaller beets than with large ones, while respiration per surface unit is larger with large beets than with the small ones. Accordingly, both magnitudes are dependent on the size of beets. In comparing the rate of respiration of various beet samples it may be desirable to apply a correction for the variation in size of the beets of different samples.

By breaking or cutting the beets into pieces the beet surface per weight unit is considerably enlarged. Correspondingly, but to a less extent, respiration per weight unit of beets is enlarged as well.

Usually the uppermost parts of the beet have a larger rate of respiration than the lower parts.

With larger beets the number per 100 of beets which remained completely healthy is much smaller than with the smaller ones. The size of the beets involves that, calculated per beet, larger beets have a larger surface than the small ones, consequently, they are sooner affected by rot. The size, furthermore, results in larger beets having a smaller surface per 100 than small beets. Accordingly, in a relatively short storage period they contract less rot infection, calculated per kg beet tissue, than the smaller ones. Thus in short storage less rotten beet tissue is formed in large beets. The weight percentage of healthy, i.e. the healthy beet tissue in kg per 100 kg after storage, is larger with large beets than with small beets. Consequently, the large beets had the better keeping qualities. In long storage, however, micro-organisms in large beets have the disposal of a lot of 'affected, but still healthy' beet tissue for a long time. In the long run, therefore, more rotten tissues will yet be formed in large beets than in small ones. This will be especially so, if the fungus in the affected beet spreads relatively rapidly, for instance in lots with poor keeping qualities.

As to the expectation of a higher weight percentage of healthy beet tissue in small or large beets with the same keeping qualities and the same growth rate of fungi in the affected small or large beets, this depends on the rate of growth of the fungi in the affected beets with regard to the infection rate of the healthy beets, together with the duration of storage and the chances of more damage to larger beets in view of the treatment. A reliable difference in weight percentage of healthy beet tissue in small and large beets need not indicate at all an essential difference in keeping qualities. The percentage of completely healthy beets with similar keeping qualities, however, will always be smaller with larger beets.

LITERATUUR

1. ADDENS, H. H. H., Inkuilen der voederbieten. *De Nieuwe Veldbode* 6, nr. 2 (14 oktober 1938) 7-8.
2. ALDRICH, P. H., The winter storage of roots. *Vermont Agric. Exp. Stat. Bull.* 203 (1917) 3-9.
3. AMES, A., The temperature relations of some fungi causing storage rots. *Phytopathology* 5 (1915) 11-19.
4. ARTSCHWAGER, E. AND R. C. STARRETT, Suberization and wound cork formation in the sugar-beet as effected by temperature and relative humidity. *J. Agric. Res.* 47 (1953) 669-674.
5. BAKERMANS, W. A. P. EN P. J. JOCHEMS, Proeven over het inkuilen van voederbieten (with summary: Experiments on storage losses in fodderbeet in clamps). *Versl. Centr. Inst. Landb. Onderz. over 1951* (1952) 82-90.
6. BAKERMANS, W. A. P. EN P. J. JOCHEMS, De techniek van bewaarproeven met voederbieten. *Gestencilde Meded. Centr. Inst. Landb. Onderz.*, jg 1953, nr. 4, 1-8.
7. BAKERMANS, W. A. P., Proeven over de bewaring van voederbieten in koelcellen (with summary: Experiments on cold storage of fodderbeet). *Versl. Centr. Inst. Landb. Onderz. over 1952* (1953) 116-126.
8. BAKERMANS, W. A. P., Verslag omtrent een oriënterend onderzoek naar de werkwijze voor de bepaling van de ademhaling van voederbieten tijdens de bewaring. *Stencil 1610* (1953) van het Centr. Inst. Landb. Onderz. 1-11.
9. BAKERMANS, W. A. P., P. J. JOCHEMS EN E. KROESBERGEN, Proeven over de invloed van bemesting, zaai- en oogsttijd op de houdbaarheid van voederbieten. *Landbouwvoorlichting* 11 (1954) 227-279.
10. BAKERMANS, W. A. P., Proeven over de bewaring van voederbieten in koelcellen II (with summary: Experiments on cold storage of fodderbeet II). *Versl. Centr. Inst. Landb. Onderz. over 1953* (1954) 78-87.
11. BAKERMANS, W. A. P., Bewaarproeven met voederbieten met en zonder Conserbeta in 1954/1955. *Gestencilde Meded. Centr. Inst. Landb. Onderz.*, jg 1955, nr. 14.
12. BAKERMANS, W. A. P., Bewaarproeven met voederbieten (serie 430), 1952/1953 t/m 1954/1955. *Gestencilde Versl. Interpr. Pr. nr. 52* (1955).
13. BAKERMANS, W. A. P. EN J. C. MOOL, Toevoeging van Conserbeta of van grond tegen kuilrot bij voederbieten. *Landbouwvoorlichting* 12 (1955) 493-499.
14. BAKERMANS, W. A. P. EN J. C. MOOL, Bewaarproeven met voederbieten met en zonder Conserbeta 1955/1956. *Versl. Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen nr. 3* (1957) 1-12.
15. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten Ia. Enkele algemene beschouwingen. *Versl. Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen nr. 24* (1962).
16. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten Ib. Methoden van onderzoek. *Versl. Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen nr. 25* (1962).
17. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten I. Onderzoekingen over de betekenis van de grond, de bemesting en enkele andere cultuurmethoden voor de bewaarbaarheid van voederbieten. (with summary: Storage of fodderbeets I. Investigations into the importance of soil, fertilization and some other cultivation methods on the keeping qualities of fodderbeets). *Versl. Landbouwk. Onderz.* 68.10 (1962) 137 p.
18. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten III. Verband tussen de minerale samenstelling en de houdbaarheid van de bieten (with summary), i.v.
19. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten IV. Invloed van ziekten en beschadigingen (with summary) i.v.
20. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten V. Bewaarmethoden in de praktijk (with summary) i.v.
21. BAKERMANS, W. A. P. EN TH. FERRARI, Resultaten van een serie bemestingsproefvelden met voederbieten. *Landbouwvoorlichting* (i.v.).

22. BARR, C. G., E. M. MERVINE AND R. A. BICE, A preliminary report on the effect of temperature and beet conditions on respiration and loss of sugar from sugarbeets in storage. *Proc. 3rd Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.*, Vol. 1 (1940) 52-63.
23. BECKER, J., Die Verteilung des Zuckers in den verschiedenen Formen der Runkelrübe. *Fortschr. Landw.* 2 (1927) 143-147.
24. BERTALANFFY, VON L., Theoretische Biologie. Zweiter Band. Stoffwechsel, Wachstum (1951). A. Francke Verlag, Bern.
25. BREDOW, VON, Behandlung und Kontrolle von Kartoffeln und Rüben in Miete und Keller. *Mitt. Dtsch. LandwGes.* 47 (1932) 937-938.
26. BRIEM, H., Ein Beitrag zur Aufbewahrung der Rübe. *Oesterr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. und Landw.* 33 (1904) 611-613.
27. BRIEM, H., Kann die Rübe in den Mieten an Gewicht zunehmen? *Fühlings Landw. Zeitschr.* 55 (1906) 63-66.
28. BRONNER, G., Die Belüftung der Lagerrübe. *Zucker* 8 (1955) 160-164.
29. BURTON, W. G., Studies on the dormancy and sprouting of potatoes I (The oxygen content of the potato tuber). *The New Phytologist* 49 (1950) 121-134.
30. BURTON, W. G., Studies on the dormancy and sprouting of potatoes II (The carbon dioxide content of the potato tuber). *The New Phytologist* 50 (1952) 287.
31. BURTON, W. G., Studies on the dormancy and sprouting of potatoes III (The effect upon sprouting of volatile metabolic products other than carbon dioxide). *The New Phytologist* 51 (1952) 154.
32. CANNON, R. M., Observations on the dehydration of beets after receiving and during storage in Northern Montana. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 6 (1950) 642-646.
33. CARBONI, G., Die Verluste in den Mieten. *Z. Wirtschaftsgr. Zuckerind.* 90 (1940) 134-135.
34. CLAASSEN, H., Die Zuckerfabrikation. Schallehn und Wollbrück, Magdeburg, 1930.
35. COMMERELL, ABT DE, Bericht wegens de aankweking en het gebruik van de Schaarsheid- of Mangel-wortel. Maatschappij ter Bevordering van de Landbouw te Amsterdam, 1789.
36. CORNFORD, C. E., Maleic hydrazide as a shoot depressant for clamped mangolds and fodder beets. *Pl. Path.* 4, nr. 3 (1955) 89-90.
37. DECoux, L., La protection des racines de betterave contre le gel. *Publ. Inst. Belge Amélior. Better.* 18 (1950) 229-254.
38. DOWNIE, A. R., Sugarbeet storage experiment, 1947. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 5 (1948) 660-664.
39. DOWNIE, A. R., c.s., 1949 results of ventilated storage of sugar beets. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 6 (1950) 640-641.
40. ERICKSON, L. C. AND C. PRICE, Some affects of maleic hydrazide on sugar beet plants. *Am. J. Bot.* 37 (1950) 657-659.
41. EVERTS, P. H. J., De proef met Conserbeta in Zeeuws-Vlaanderen I. *Zeeuws Landbouwblad* 43 (1955) 389.
42. EVERTS, P. H. J., De proef met Conserbeta in Zeeuws-Vlaanderen II. *Zeeuws Landbouwblad* 43 (1955) 403.
43. FIDLER, J. C., Studies on the physiologically-active volatile organic compounds produced by fruits. I. The concentrations of volatile organic compounds occurring in gas-stores containing apples. *J. Hort. Sci.* 24 (1948) 178.
44. FIDLER, J. C., Studies of physiologically-active volatile organic compounds, produced by fruits. II. The rate of production of CO₂ and of volatile organic compounds by King Edward VII apples in gas storage, and the effect of removal of the volatiles from the atmosphere of the store on the incidence of superficial Scald. *J. Hort. Sci.* 25 (1950) 81.
45. FIFE, J. M. AND C. PRICE, An improved method for packing sugar beet roots to be stored for breeding purposes. *Proc. 7th Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1952) 477-481.
46. FISCHNICH, O. UND C. PÄTZOLD, Wachstums- und Entwicklungsbeeinflussung der Kartoffel durch den Hemmstoff Maleinsäurehydrazid. Sonderabdruck aus 'Angewandte Botanik', XXVIII, 1/2 (1954) 41-52.
47. FISCHNICH, O., CHR. PÄTZOLD UND M. THIELEBEIN, Anwendung von Maleinsäurehydrazid bei

- einigen Kulturpflanzen. (Zugleich gegenwärtiger Stand der Forschung auf diesem Gebiet). Sonderabdruck aus 'Angewandte Botanik', XXVIII, 3/4 (1954) 88-113.
48. FCRT, C. A. AND M. STOUT, Suggested procedure for obtaining lower temperatures during sugar beet storage. *Proc. 4th Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1946) 515-523.
 49. FRAKES, M. G., Controlling temperature of commercially stored sugar beets. *Proc. 5th Reg. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1949) 71-73.
 50. FRAKES, M. G., Ventilation of piled sugar beets in the Eastern Area. *Proc. 6th Reg. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1951) 149-151.
 51. FRIEDL, G., Ein Beitrag zur Frage der Veränderung der Zuckerrübe während der Aufbewahrung. *Oesterr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. und Landw.* 41 (1912) 689-712.
 52. GAASTRA, P., Bewaarproeven met pootbieten. *Versl. Centr. Inst. Landb. Onderz. over 1951* (1952) 116-118.
 53. GAASTRA, P., De bewaring van pootbieten in luchtgekoelde kuilen en in een koelcel. *Zaadbewelingen* 6 (1952) 116-117.
 54. GASKILL, J. O. AND H. E. BREWBAKER, Storage of sugar beets under conditions of high humidity and low temperature. *J. Amer. Soc. Agron.* 31 (1939) 109-115.
 55. GASKILL, J. O., Storage loss by wilted beets. *Sugar* 45 (1950) 50.
 56. GASKILL, J. O., Drying after harvest increases storage decay of sugar beet roots. *Phytopathology* 40 (1950) 483-486.
 57. GASKILL, J. O., Effects of wilting, drought and temperature upon rotting of sugar beets during storage. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 6 (1950) 653-659.
 58. GASKILL, J. O., Progress report on the effects of nutrition, bruising and washing upon rotting of stored sugar beets. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 6 (1950) 680-685.
 59. GASKILL, J. O. AND C. E. SELISKAR, Effect of temperature on rate of rotting of sugar beet tissue by two storage pathogens. *Proc. 7th Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1952) 571-573.
 60. GASKILL, J. O., A comparison of several methods of testing sugar beet strains and individual roots for resistance to storage pathogens. *Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Tech.*, Vol. VIII part I (1954) 264-270.
 61. GAUTHERET, R. I. ET R. LONGCHAMP, I. DUBOURG ET R. SAUNIER, Nouvelle contribution à l'étude de la conservation de la betterave à sucre traitées par l'hydrazide maléique. *Sucrierie Française* 95 (1954) 59-63.
 62. GROENEWOLT, J. K., Een bewaarproef met voederbieten. *Voederbouw en Ensilage* nr. 53 (1934).
 63. GROSS, E., Ventilationseinrichtung für Kartoffel; Rüben- und sonstige Mieten. *Oesterr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. und Landw.* 32 (1903) 37-43.
 64. HAAN, H. DE, Hoog- en laaggehaltige voederbietenrassen. Proeven omtrent voederwaarde en duurzaamheid. *De Nieuwe Veldbode* 8, nr. 19 (1941) 9.
 65. HAMMER, W., Futterrübenlagerung im Bauernbetrieb. *Landtechnik* 9 (1954) 472-475.
 66. HAMOUS, J., Über die Beziehung zwischen Rübe und Wasser. *Zeitschr. f. d. Zuckerind. der Chechosl. Rep.*, jg. XLVIII (V) (1924) 229-230.
 67. HANSEN, C. M., Sugar beet storage experiment. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 5 (1948) 641-650.
 68. HANSEN, C. M., Sugar beet storage experiment. *Proc. 5th Reg. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1949) 91-93.
 69. HANSEN, C. M., The storage of sugar beets. *Agric. Eng.* 30 (1949) 377-378. Uittreksel in *Sugar* 45, nr. 8 (1950) 48.
 70. HANSEN, C. M., The distribution of air in sugar beet stock pile ventilation systems. *Proc. 6th Gen. Meet. Am. Soc. Sug. B. Tech.* (1930) 629-636.
 71. HANSEN, C. M., The distribution of air in sugar beet stock pile ventilation systems. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 6 (1950) 629-636.
 72. HARTSUYKER, K., De vergelingsziekte der bieten I. Samenvattend verslag over het onderzoek in de jaren 1940-1948. *Meded. Inst. Rat. Suikerprod.* 21 (1952) 15-275.
 73. HASSELBRING, H., Carbohydrate transformation in carrots during storage. *Plant Physiol.* 2 (1927) 225-243.
 74. HELWEGS, L., Overvitringsforsøg med Runkelroer. 17. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. *Tidsskr. Landbr. Planteavl* 13 (1906) 339-370.

75. HELWEGS, L., Overvintringsforsøg med Runkelroer. Supplement til 17. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. *Tidsskr. Landbr. Planteavl* 14 (1907) 517-574.
76. HIJNER, J. A., De invloed van het opruimen der voederbietenkuilen op het vergelingsziektepercentage in de suikerbieten op het eiland Tiengemeten. *De Suikerbiet* 4 (1951) 95-105.
77. ISAACHSEN, H. VON UND O. ULVESLI, Opbevaringsforsøk med rotvekster (Experiments in the storing of root crops). *Meld. Norg. Landbr.-høisk.* 10 (1930) 101-128.
78. JORRITSMA, J., Het optreden van verliezen bij het oogsten en bewaren van suikerbieten. *Meded. Inst. Rat. Suikerprod.* 22 (1952) 1-44.
79. KETELAAR, L., Bewaarproeven met voederbieten. *Versl. en Meded. van het Rijkslandbouw-consulentschap Westelijk Drenthe over 1954.* p. 43.
80. KETELAAR, L., Hoe moeten voederbieten bewaard worden? *Drents Landbouwblad*, editie van de *Landbode* 35, nr. 41 (okt. 1954) 3.
81. KIDD, F. AND C. WEST, The cause of low temperature breakdown in apples. Report of the Food Investigation Board (London) for the year 1933 (1934) 57-60.
82. KIRSCH, W. UND H. JANTZON, Quantitative Untersuchungen über die Nährstoffverluste bei der Lagerung von Kartoffeln und Rüben in Miete und Keller. *Die Tierernährung* 4 (1932) 240-248.
83. KOERT, J. L. (Stichting Ned. Uienfederatie, Middelharnis), De toepassing van dihydrazide van Maleïnezuur, ter voorkoming van het uitlopen van bewaaruien. *Zeeuws landbouwblad* 42 (7 aug. 1954) 504.
84. KOHLS, H. L., Use of paraffin for overwinter storage of sugar beets. *J. Amer. Soc. Agron.* 26 (1934) 846-851.
85. KÖLPIN RAVN, F., Roeforraadnelsen i Vinteren 1908-1909 (Het bietenrot in de winter 1908-1909). *Tidsskr. Landbr. Planteavl* 17 (1910) 143-162.
86. KÖNIG, J., A. BÖMER UND A. SCHOLL, Veränderungen und Verluste der Futterrüben in der Miete. *Fühlings Landw. Zeitschr.* 55 (1906) 185-194.
87. KROHN, H., Saat, Pflege und Aufbewahrung der Futterrübe. Weidewirtschaft und Futterbau. Beilage zur *Deutschen Landw. Tierzucht*, jg. 8, nr. 6 (1933) S 22-24.
88. KUDELKA, S. UND E. SCHOLTZ, Rübeneinmietungsversuche. *Zeitschr. f. d. Zuckerind. der Chechosl. Rep.* 8 (1926-27) 347-351 en 365-368.
89. LUTMAN, B. F., Respiration of potato tubers after injury. *Bull. Torrey Bot. Club*, Vol. 53, No. 7 (1926) 429-455.
90. MIKKELSEN, D. S. a.o., Sugar beet response to maleic hydrazide treatment. *Agron. J.* 44, nr. 10 (1952) 533-536.
91. MILES, W., On the cultivation of mangold-wurzel. *J. R. Agric. Soc. England* 2 (1841) 298-300.
92. MILLER, N. H. J., Experiments at Rothamsted on the changes in the composition of mangels during storage I. *J. R. Agric. Soc. England* 61 (1900) 57-64.
93. MILLER, N. H. J., Experiments at Rothamsted on the changes in the composition of mangels during storage II. *J. R. Agric. Soc. England* 63 (1902) 135-141.
94. MOOI, J. C. EN W. A. P. BAKERMANS, De houdbaarheid van door stengelaaltjes aangetaste voederbieten tijdens de bewaring. *Versl. Inst. Biol. Scheik. Onderz. Landbouwgewassen nr 3* (1957) 13-29.
95. MORROW, K. S., R. B. DUSTMAN AND H. O. HENDERSON, Changes in the chemical composition of mangels and rutabagas during storage. *J. Agric. Res.* 43 (1931) 919-930.
96. OPLATKA, G., Der Wirtschaftliche Einfluss der Kampagnedauer. *Zeitschr. f. d. Zuckerind.* 6, nr. 3 (1956) 125-131.
97. PACK, D. A., The storage of sugar beets. *Facts about Sugar* 19 (1924) 178-180, 208-209, 232-233, 235, 251-253.
98. PACK, D. A., The storage of mother beets. *Facts about Sugar* 20 (1925) 874-875.
99. PACK, D. A., The effect of moisture on the loss of sugar from sugar beets in storage. *J. Agric. Res.* 32 (1926) 1143-1152.
100. PACK, D. A., The seed production of sugar beets. *Facts about Sugar* 25 (1930) 37-39, 48.
101. PAGNOUL, A., Über die Zersetzung von Aufbewahrten Rüben. *Zent. bl. Agr. Chem.* 20 (1891) 771-773.

102. PETO, F. H., W. G. SMITH AND E. R. LOW, Effects of preharvest sprays of maleic hydrazide on sugar beets. *Proc. Am. Soc. Sug. B. Tech.* (1952) 101-107.
103. PLANK, J. E. V. D., The estimation of sugars in the leaf of mangold (*Beta vulgaris*). *Biochemical Journ.*, Vol 30, part 1 (1936) 457-483.
104. RIETBERG, H., De vergelingsziekte der bieten II. Aanvullende opmerkingen bij het verslag over 1940-48. *Meded. Inst. Rat. Suikerprod.* 21 (1951).
105. RINGEL, M., Ueber die Verluste bei der Lagerung von Rüben. *Dtsch. Zuckerind.* 55 (1930) 621-624.
106. RCUBAIX, J. ET O. LAZAR, Métabolisme respiratoire de la betterave sucrière de la gaine à la graine. *Publ. Tech. Inst. Belge Amélior. Better.* 22 (1954) 3-14.
107. SAMUEL, G. G. AND A. R. WILSON, A summary of investigations on clamp storage of potatoes in England. *Tijdschr. over Plantenz.* 55 (1949) 179-186.
108. SIMON, M., L'étude de la conservation de la betterave depuis l'arrachage jusqu'à la fabrication. *Publ. Tech. Inst. Belge Amélior. Better.* 19 (1951) 21-55.
109. SJELLEMA, B. EN C. K. VAN DAALLEN, Variëteits- en conserveringsproeven met mangelwortels. *Versl. Landb. Onderz.* 2 (1907) 31-51.
110. SMITH, R. J., Sugar losses in beets in storage. *Proc. 3rd. Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 2 (1940) 286-289.
111. SMITH, W. H., Storage of carrots. *Agriculture* 55 (1948) 119-124.
112. STEENBERG, V. AND J. E. WINTHER, Om Aendringer i den kemiske Sammensætning af Roer under Opbevaringen (Changes in the chemical composition of roots during storage), 105 p. Beretning 231 (1948) fra Forsøgslaboratoriet.
113. STOKLASA, J., J. JELINEK UND E. BITEK, Die intramolekulare Atmung der Zuckerrübe. *Blatt. f. Zuckerrübenbau* 10 (1903) 268, 284, 302 en 316.
114. STOUT, M., Relation of temperature to reproduction in sugar beets. *J. Agric. Res.* 72 (1946) 49-68.
115. STOUT, M., Relation of oxidation-reduction potential respiration, and catalase activity to induction of reproductive development in sugar beets. *Bot. Gaz.* 110 (1949) 438-449.
116. STOUT, M., Some harvesting and piling practices that effect storage losses in sugar beets. *Proc. 5th Reg. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1949) 60-61.
117. STOUT, M. AND C. H. SMITH, Studies on the respiration of sugar beets as effected by bruising by mechanical harvesting severing into top and bottom halves, chemical treatment, nutrition and variety. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 6 (1950) 670-679.
118. STOUT, M., S. W. MCBIRNEY AND C. A. FORT, Developments in handling sugar beets. *Crops in Peace and War. Yearb. of Agric.* (1950-1951) 300-307.
119. STOUT, M., Two years' Results Evaluating Effect of preharvest sprays of Maleic hydrazide on Respiration and Spoilage of sugar beets. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1952) 95-99.
120. STOUT, M., Some factors that affect the respiration rate of sugar beets. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 8, part 2 (1954) 404-409.
121. STROHMER, F., Ueber die Atmung der Zuckerrübenwurzel (Ein Beitrag zur Kenntnis der Ursachen des Zuckerverlustes der Zuckerrüben während ihrer Aufbewahrung). *Oesterr.-Ungar. Zeitschr. f. d. Zuckerind. und Landw.* 31 (1902) 933-1009.
122. STROHMER, F. UND A. STIFT, Ueber die Veränderungen der Zuckerrübenwurzel bei Aufbewahrung unter Luftabschluss. *Oesterr.-Ungar. Zeitschr. f. d. Zuckerind. und Landw.* 32 (1903) 913-928.
123. STROHMER, F. UND A. STIFT, Ueber den Einfluss des Gefrierens auf die Zusammensetzung der Zuckerrübenwurzel. *Oesterr.-Ungar. Zeitschr. f. d. Zuckerind. und Landw.* 33 (1904) 831-849.
124. Technologie des Zuckers. 802 p. Verlag Schaper, Hannover.
125. TERPSTRA, A., Het oogsten en bewaren van voederbieten. *De Nieuwe Veldbode* 7, nr. 3 (1939) 10-11.
126. TOMPKINS, C. M. AND D. A. PACK, Effect of temperature on rate of decay of sugar beets by strains of *Phoma betae*. *J. Agric. Res.* 44 (1932) 29-37.
127. VAJNA-PAPP, M. UND S. VAJNA, Die Atmung der gerodeten Zuckerrübenwurzel während der Lagerung. *Acta Agron. Hung.* 5, nr. 1/2 (1955) 1-29.
128. VAJNA-PAPP, M. UND S. VAJNA, Atmung der gerodeten Zuckerrübenwurzel während der Lage-

- rung. *Zeitschr. f. d. Zuckerind.* 7 (1957) 377-380.
129. VAJNA, S., Einiges über die Lagerung von Zuckerrüben. *Zeitschr. f. d. Zuckerind.* 7 (1957) 377-382.
 130. WAGNER, P. UND A. MÜNZINGER, Verluste an Trockensubstanz und Zucker bei der Aufbewahrung von Futterrüben *Mitt. Dtsch. Landw. Ges.* 21 (1906) 480-481.
 131. WAGNER, P., Verluste von Trockensubstanz und Zucker bei der Aufbewahrung von Futterrüben. *Bl. Zuckerrüb.* 14 (1907) 28-30.
 132. WEBER, A. PH., Over de werking der zetmeelsplitsende enzymen van gerst en mout. L.E.B.-fonds, nr. 25, 1941.
 133. WECK, R., Gehaltsmasstäbe und Gehaltsänderungen von Beta-Sorten bei zunehmender Lagerdauer, sowie Bemerkungen über Einmietung und Futterwert. *Zuckerrübenbau* 15 (1933) 135-143.
 134. WENZL, H., Versuche über die Verminderung der Lagerungs Verluste bei Zuckerrübe durch Maleinhydrazid. *Zucker* 7 (1954) 71-73.
 135. WHITE, D. G., Agricultural uses for maleic hydrazide. *Agricultural Chemicals* 7 (1952) 40.
 136. WILLIGEN, A. H. A. DE, De chemische samenstelling van de aardappel. *Landb. kundig tijdschr.* 54 (1942) 693-725.
 137. WITTEWER, S. H. AND C. M. HANSEN, The reduction of storage losses in sugarbeets by preharvest foliage sprays of maleic hydrazide. *Agron. Journ.* 43 (July 1951) 340-341.
 138. WITTEWER, S. H. AND D. H. PATERSON, Inhibition of sprouting and reduction of storage losses in onions, potatoes, sugarbeets and variable root crops by spraying plants in the field with M. H. *Mich. Agr. Exp. Sta. Quarterly Bull.* 34 (1951) 3-8.
 139. WITTEWER, S. H. AND C. M. HANSEN, Some effects of preharvest foliage sprays of maleic hydrazide on the sugar content and the storage losses of sugarbeets. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1952) 90-94.