BEWARING VAN VOEDERBIETEN

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0092 6283

Dit proefschrift met stellingen van
WILHELMUS ANTONIUS PETRUS BAKERMANS,
landbouwkundig ingenieur,
geboren te Someren, 9 april 1921,
is goedgekeurd door de promotor,
ir. M. L. 'T HART,
hoogleraar in de leer van de landbouwplantenteelt en het grasland.

De Rector Magnificus
van de Landbouwhogeschool,
W. F. EIJSVOOGEL

Wageningen, 3 September 1962

NN 8201,332 no 332

BEWARING VAN VOEDERBIETEN

ONDERZOEKINGEN OVER DE BETEKENIS VAN DE GROND, DE BEMESTING EN ENKELE ANDERE CULTUURMETHODEN VOOR DE BEWAARBAARHEID VAN VOEDERBIETEN

WITH A SUMMARY

STORAGE OF FODDER BEETS

INVESTIGATIONS INTO THE IMPORTANCE OF SOIL, FERTILIZATION AND SOME OTHER CULTIVATION METHODS ON THE KEEPING QUALITIES OF FODDER BEETS

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS, IR. W. F. EIJSVOOGEL,
HOOGLERAAR IN DE HYDRAULICA, DE BEVLOEIING,
DE WEG- EN WATERBOUWKUNDE EN DE
BOSBOUWARCHITECTUUR,
TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN
VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAT
VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP VRIJDAG 12 OKTOBER 1962 TE 16 UUR

DOOR

WILHELMUS ANTONIUS PETRUS BAKERMANS

CENTRUM VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES EN LANDBOUWDOCUMENTATIE
WAGENINGEN, 1962

15 N = 104521 - 03

Bibliotheek
der
Landbouw Hogeschool
WAGENINGEN

1110820 1,332

STELLINGEN

I

De uitspraak van VAJNA, dat het verschil in respiratie per gewichtseenheid tussen grote en kleine bieten uitsluitend wordt bepaald door hun oppervlak, is onjuist.

M. VAJNA PAPP UND S. VAJNA, Die Atmung der gerodeten Zuckerrübenwurzel während der Lagerung. *Acta Agronomica* 5 (1955) 1–29.

II

Bij zijn onderzoek van de bietgroei onder geconditioneerde omstandigheden gaat ULRICH ten onrechte voorbij aan het door VAN DE SANDE BAKHUYZEN ontdekte rechtlijnige distributieschema.

A. ULRICH, Growth and development of sugarbeetplants at two nitrogen levels in a controlled temperature greenhouse. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* 8 (1954) 325–338.

H. L. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, Groei en productie van suikerbieten I.
Versl. Landbouwk. Onderz. nr. 55.2 (1950).

III

Een beter inzicht in het door de praktijk aanvaarde begrip 'afrijping' bij bieten, kan worden verkregen door bestudering van het verband tussen de grootte van de individuele bieten en hun chemische samenstelling.

IV

De conclusie van KORT en VAN RHEENEN, dat *Verticillium albo-atrum* zich ook in herderstasje en grote weegbree kan ontwikkelen, is onvoldoende gefundeerd.

J. KORT EN H. A. VAN RHEENEN, Enkele waarnemingen over het optreden van verwelkingsziekte bij luzerne in Zeeland in 1957. *Tijdschr. over Plantenz. 65* (1959) 147–157.

V

Het uitsluitend gebruik van indicatiegetallen voor plantesoorten en indicatiegraden voor vegetaties kan aanleiding geven tot onjuiste conclusies.

D. M. DE VRIES, A. A. KRUIJNE EN H. MOOI, Veelvuldigheid van graslandplanten en hun aanwijzing van milieu-eigenschappen. *I.B.S. Jaarboek 1957*, 183–191.

A. A. KRUIJNE, Bruikbaarheid en betekenis van relatieve veelvuldigheidscijfers, indicatiegetallen en indicatiegraden in de graslandoecologie.
I.B.S. Jaarboek 1960, 183–186.

VI

Vooral op intensief geëxploiteerde graslandbedrijven, waar het winterrantsoen voor een zeer groot deel bestaat uit hooi en kuilgras, mag verwacht worden, dat de opname van gemakkelijk verteerbare koolhydraten in het rantsoen een gunstige invloed zal hebben.

VII

De belangstelling voor groenbemesting in onze land- en tuinbouw, zal eerder gericht moeten worden op de door groenbemesting verkregen grondbedekking, dan op de toevoeging van organische stof aan de grond.

VIII

Ten onrechte ontlenen AMIN en JOHAM aan hun proefresultaten een aanwijzing, dat molybdeen een rol speelt bij de nitraatreductie in de plant.

J. V. AMIN AND H. E. JOHAM, Growth of cotton as influenced by low substrate molybdenum. *Soil Sci. 89* (1960) 101–107.

IX

POL suggereert ten onrechte, dat de spreiding van de punten in de figuur die het verband tussen het gehalte aan zetmeel en het gehalte aan ruw eiwit weergeeft, aan 'fouten in de monstertrekking' moet worden toegeschreven.

G. POL, Enige correlaties tussen verschillende bestanddelen van de aardappel bij variatie in samenstelling als gevolg van de bemesting. Dissertatie Wageningen 1960.
Meded. v. d. Landb. Hogeschool 60 (6) (1960) 1–90 (fig. 5 op p. 54).

X

De door STUMPEL uit de in 1952 in Limburg gehouden bieten-enquête getrokken conclusies, zijn in hoofdzaak toe te schrijven aan de voordien reeds aanwezige kennis omtrent de bietenteelt.

J. M. H. STUMPEL, Enige gegevens over de suikerbietenteelt in Limburg in 1952. *Meded. Inst. Rat. Suikerprod. 25* (1955) 105–178.

XI

De bestaande scheiding tussen de vakken natuurkunde en scheikunde bij het middelbaar landbouwonderwijs, dient opgeheven te worden.

Dissertatie W. A. P. BAKERMANS
Wageningen, oktober 1962

Aan mijn vrouw

Deze dissertatie verschijnt tevens als *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen nr.* 68.10.

WOORD VOORAF

Bij het afsluiten van dit proefschrift betuig ik gaarne mijn dank aan diegenen, van wie ik mijn wetenschappelijke vorming mocht ontvangen en aan hen, die op enigerlei wijze aan het tot stand komen van dit werk hebben bijgedragen.

Allereerst geef ik uiting aan mijn gevoelens van oprechte dankbaarheid jegens mijn ouders en mijn vrouw, die mij met zoveel zorg hebben omringd en de juiste sfeer hebben geschapen voor het slagen van mijn wetenschappelijke werk.

Mijn heel bijzondere dank gaat uit naar U zeereerwaarde zeergeleerde ROEBROEK. Ik prijs mij gelukkig dat U, hooggeachte pastoor van Amby, destijds de basis hebt gelegd voor mijn studie aan de Landbouwhogeschool.

Aan de hoogleraren en oud-hoogleraren van de Landbouwhogeschool betuig ik mijn erkentelijkheid voor het genoten onderwijs.

Met grote dankbaarheid herdenk ik de warme belangstelling en enthousiaste aanmoediging die ik mocht ontvangen van wijlen professor ir. W. J. DEWEZ, die helaas niet meer als promotor van dit proefschrift heeft kunnen optreden.

Hooggeleerde 'T HART, hooggeachte promotor. Veel dank ben ik verschuldigd voor de leiding die U, aanvankelijk als hoofd van de afdeling Weide- en Voederbouw van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek, aan het door mij verrichte onderzoek hebt gegeven. Bij het interpreteren van de verzamelde resultaten heb ik van U, die tenslotte mijn promotor werd, zeer veel steun mogen ontvangen.

Weledelgestrenge WIND. Gaarne zeg ik U dank voor de grote vrijheid die U mij liet om eigen ideeën te ontplooien.

Hooggeleerde VERVELDE. Uw belangstelling en steun voor mijn werk dateert al van vóór Uw directoraat van het Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen. Dat U als directeur van dit instituut die steun heeft verstevigd en tevens de lijn van Uw voorganger in alle opzichten heeft voortgezet stemt mij tot grote dankbaarheid.

Met grote erkentelijkheid denk ik terug aan de periode waarin wijlen dr. W. H. DE JONG, oud-directeur van het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten, mij met zijn wetenschappelijk inzicht en veelzijdige kennis terzijde stond. Zijn persoonlijke belangstelling in mijn wetenschappelijke ontwikkeling heb ik hogelijk gewaardeerd.

Aan het tot stand komen van dit proefschrift hebben velen, medewerkers van het Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen, van het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten en van andere instellingen bewust of onbewust bijgedragen. Het prettige contact met deze medewerkers was steeds leerzaam en vormde een krachtige stimulans voor mijn werk.

Het zij mij vergund slechts enkelen nog persoonlijk te noemen.

Waarde SONNEVELD, Uw morele steun en waardevolle kritiek heb ik steeds in hoge mate gewaardeerd.

Waarde HOVEYN, veel dank ben ik U verschuldigd voor de wiskundige bewerking der waarnemingsuitkomsten. Uw gedegen wiskundig inzicht is mij een onmisbare steun geweest bij de landbouwkundige interpretatie van de multipele regressie-analysen.

Waarde VAN DEN BERGH, van Uw taalkundige kennis en landbouwkundig inzicht heb ik op ruime schaal mogen profiteren.

Mej. G. W. E. VAN RENNES en de heren H. V. D. ZWEERDE, P. J. JOCHEMS en de noodlottig om het leven gekomen E. KROESBERGEN ben ik zeer dankbaar voor de enthousiaste medewerking bij de uitvoering van de proeven.

Mej. A. H. VAN ROSSEM ben ik zeer erkentelijk voor het door haar verrichte vertaalwerk.

Voorts richt ik een woord van dank tot allen, typistes en administratiepersoneel van het Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen, die op zo vlotte wijze het vaak moeizame werk volbrachten, dat een publikatie als deze met zich meebrengt.

Ten slotte dank ik het Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, in het bijzonder mr. A. RUTGERS voor de verzorging van de uitgave van deze publikatie.

INHOUD

1 INLEIDING 1
1.1 De biet als cultuurgewas 1
1.2 Groei en ontwikkeling van de biet 2
1.2.1 Afrijping 2
1.2.2 Vernalisatie 4
1.3 Levensprocessen tijdens de bewaring 5
1.3.1 Transpiratie 5
1.3.2 Ademhaling 5
1.3.3 Spruiting 5
1.3.4 Enzymatische activiteiten 6
1.4 Belangrijke omstandigheden tijdens de bewaring 7
1.4.1 Temperatuur 7
1.4.2 Vochtigheid 8
1.4.3 Ziekten en aantastingen 8
1.5 Grootte van de verliezen in de praktijk 8
1.6 Doelstelling van het onderzoek 11
1.7 Samenvatting 11

2 METHODEN VAN ONDERZOEK 13
2.1 Literatuur 13
2.1.1 Micromethoden 13
2.1.2 Macromethoden 14
2.2 Aard van het onderzochte materiaal 14
2.2.1 Heterogeniteit binnen een biet 14
2.2.2 Heterogeniteit tussen bieten onderling 15
2.2.3 Uiteenlopende herkomst 16
2.3 Bemonstering voor chemisch onderzoek 17
2.3.1 Aantal bieten per monster 17
2.3.2 Aantal monsters per partij 17
2.3.3 Wijze van monsterneming 18
2.4 Kuilonderzoek op praktijkschaal 18
2.4.1 Bepaling van het rotverlies 19
2.4.2 Verlies aan droge stof 19
2.5 Onderzoek in smalle proefkuilen 19
2.5.1 Kuilmethode 20
2.5.2 Bewaarmonsters 20
2.5.3 Tijdstip uitkuilen 20
2.6 Onderzoek in koelcellen 21
2.7 Ademhalingsonderzoek 21

2.8 Berekening van de verliezen . . . 23
2.8.1 Verlies door rot . . . 23
2.8.2 Ademhalingsverlies aan droge stof . . . 25
2.9 Statistische analyse . . . 27
2.9.1 Analysemethode . . . 28
2.9.2 Consequenties bij de interpretatie . . . 29
2.10 Discussie . . . 29
2.11 Samenvatting . . . 30

3 TEELT- EN OOGSTMETHODE . . . 32
3.1 Zaaitijd . . . 32
3.2 Oogsttijd . . . 33
3.2.1 Bevriezing . . . 38
3.3 Standruimte . . . 39
3.4 Wijze van koppen . . . 40
3.4.1 Diepte van koppen en verlies aan droge stof . . . 40
3.4.2 Diepte van koppen en optreden van rot . . . 46
3.4.3 Discussie . . . 49
3.5 Oogstmethoden . . . 50
3.5.1 Beschadigen en verwonden . . . 50
3.5.2 Uitdrogen op het land . . . 52
3.6 Conclusies . . . 55

4 GROND EN BEMESTING . . . 57
4.1 Bemesting en ademhaling . . . 59
4.1.1 Stikstof . . . 59
4.1.2 Kalium, natrium en magnesium . . . 63
4.2 Bemesting en resistentie tegen rotting . . . 66
4.2.1 Stikstof . . . 66
4.2.2 Kalium . . . 71
4.2.3 Natrium . . . 75
4.2.4 Magnesium . . . 77
4.2.5 Kalk . . . 81
4.2.6 Borium . . . 82
4.2.7 Fosfaat . . . 88
4.2.8 Chloride, sulfaat en nitraat . . . 90
4.2.9 Stalmest . . . 92
4.2.10 Beregenen . . . 93
4.3 Vruchtbaarheidstoestand van de grond en resistentie tegen rotting . . 95
4.3.1 pH, K-getal en Mg-gehalte van de grond . . . 97
4.3.2 Kali-bemesting en vruchtbaarheid van de grond . . . 102

4.3.3 Magnesium-bemesting en vruchtbaarheid van de grond 107
4.3.4 Optimale kalium- en magnesium-bemesting in samenhang met pH, K-getal en Mg-gehalte van de grond 112
4.4 Discussie 118
4.5 Samenvatting 120

SUMMARY 123

LITERATUUR 128

1 INLEIDING

1.1 De biet als cultuurgewas

Onze gecultiveerde voederbiet, *Beta vulgaris* L., is een jong landbouwgewas. Weliswaar werd in de Middeleeuwen de witte en rode biet in onze streken vrij algemeen als groente in tuinen aangetroffen (235), doch de teelt van voederbieten op grotere schaal, als landbouwgewas, is eerst naar voren gekomen nadat door de bietsuikerproduktie de teelt van suikerbieten tot ontwikkeling was gekomen. In fig. 1 is globaal het verloop van de met voederbieten beteelde oppervlakte sinds 1800 weergegeven.

Fig. 1 Oppervlakte voederbieten sinds 1800

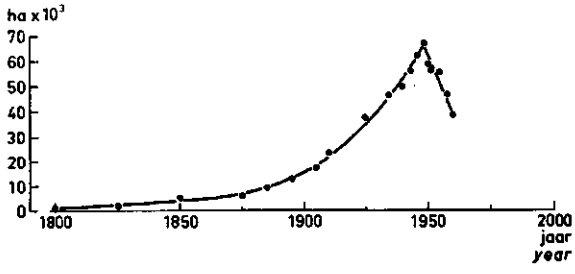


Fig. 1 *Area under fodder beets since 1800*

Vooral na 1875 is de oppervlakte voederbieten sterk toegenomen. Voor een groot deel moet dit toegeschreven worden aan de opkomst van de kunstmest en het in zwang komen van betere landbouwmethoden. In de naoorlogse jaren 1946 t/m 1948 zien we een opmerkelijke top (62 000–67 000 ha) in de verbouw van voederbieten, als gevolg van moeilijkheden met veevoederimport, doch daarna neemt het areaal weer sterk af. In 1960 werden nog maar 39 000 ha met voederbieten beteeld.

Gaan we er van uit, dat gedurende de stalperiode per stuk grootvee met voordeel 4 ton voederbieten kunnen worden vervoederd, dan kan door onze huidige veestapel (2 mill. stuks rundvee) de opbrengst van 50 000 ha voederbieten (4 mill. ton) gemakkelijk worden opgenomen. Ons voederbietenareaal bevindt zich echter grotendeels op de zandgronden met ongeveer de helft van de Nederlandse rundveestapel. Op de zandgronden heeft men dan ook vaak 4 ton voederbieten of meer per stuk rundvee beschikbaar, zodat daar geen uitbreiding van de voederbietenteelt te verwachten is. Verder zal men vaak liever suikerbieten verbouwen, die naast de bieten voor de suikerfabriek nog een belangrijke opbrengst aan koppen en blad voor veevoeder

leveren. De uitbreiding van de teelt van suikerbieten na 1948 is dan ook gepaard gegaan met de sterke afname van de oppervlakte voederbieten.

1.2 Groei en ontwikkeling van de biet

De gecultiveerde biet, *Beta vulgaris* L., is een tweejarige plant, die in het eerste jaar een verdikte wortel vormt, waarin het reservevoedsel wordt opgeslagen. Volgens Bouillenne (50) zijn er vijf morfologische groeistadia tijdens de ontwikkeling in het eerste jaar, n.l.:

1 primaire differentiëring, d.i. kieming, vorming van een wortel met centrale vaatbundel en vorming van enkele blaadjes,
2 secundaire differentiëring, d.i. vorming van secundaire vaatbundelringen, waardoor diktegroei optreedt,
3 decorticatie, door de diktegroei als gevolg van de vorming van secundaire vaatbundelringen scheurt de cortex en wordt afgestoten,
4 bietvorming, door in de breedte uitgroeien van de vaatbundelringen en het zich daartussen bevindende parenchym,
5 rijping, waarbij de groei min of meer tot stilstand komt.

In verband met de bewaring van voederbieten is vooral de 'rijping' in het eerste jaar van belang en verder wat er gebeurt bij de overwintering, waarbij de biet van het vegetatieve stadium overgaat in het generatieve.

1.2.1 Afrijping

Ulrich (230, 231) vond dat het 'afrijpen' van de biet in het eerste jaar niet het gevolg is van een intern mechanisme. Wanneer bieten worden geteeld onder constante omstandigheden, die gunstig zijn voor de vegetatieve ontwikkeling, dan blijven ze steeds bladeren vormen. Deze bladeren worden ouder en sterven af. De grootte en het aantal van de bladeren wordt bepaald door de genetische samenstelling van het ras en het klimaat (temperatuur, lichtintensiteit, daglengte) waarin de plant groeit. Deze cyclus van nieuwvorming en afsterven van bladeren blijft doorgaan tot de omstandigheden veranderen.

Afhankelijk van de milieuomstandigheden wordt een bepaald suikergehalte in de wortel bereikt, dat verder constant blijft. De groei van de biet blijft onder deze constante omstandigheden doorgaan met een snelheid die recht evenredig is met de hoeveelheid suiker die gevormd wordt in overmaat van de behoefte voor loofgroei. 'Suikerstapeling' en 'afrijping' treden niet op.

'Afrijping' en verhoging van het suikergehalte vinden wel plaats wanneer de omstandigheden veranderen. Zo zullen lagere temperaturen, vooral 's nachts (229),

FIG. 2 Droge-stofgehalten van de weefsels van een Kuhn P suikerbiet bepaald volgens de 'schijfjes-methode', ontleend aan VAN DE SANDE BAKHUYZEN

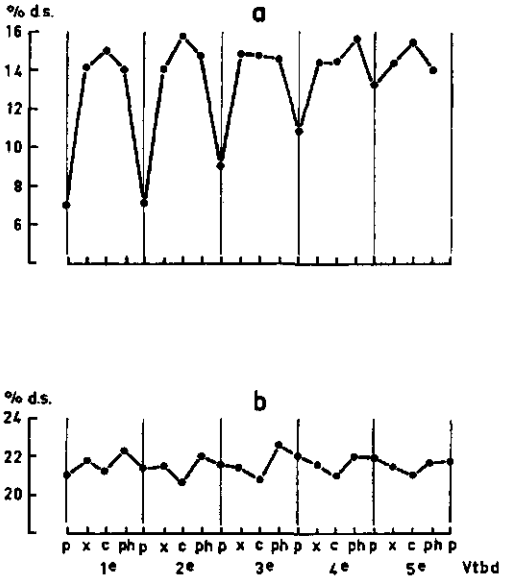


FIG. 2 *Dry matter content of the tissues of a Kuhn P sugar beet determined according to the 'disk-method', from unpublished papers from* VAN DE SANDE BAKHUYZEN

a = 'onrijpe' biet / *'unripe' beet, sampled on 15 July*
b = 'rijpe' biet / *'ripe' beet, sampled on 14 October*
x = xyleem ph = phloeem
c = cambium p = parenchym
vtbd = vaatbundelring / *vascular bundle ring*

kortere dag en N-gebrek, de vegetatieve groei van de wortel en vooral de bladontwikkeling min of meer tot stilstand brengen. De 'afrijping' in het eerste levensjaar van de biet wordt volgens ULRICH hierdoor gekenmerkt.

WIMMER, LÜDECKE en SAMMET (254) spreken van rijpe bieten wanneer – bij overigens ruim voldoende voedingstoestand – de in het eerste jaar ter beschikking staande N nagenoeg verbruikt is, zodat de bladeren tekenen vertonen van zwak N-gebrek, n.l. lichtgroene tot geelgroene verkleuring. In deze toestand sterven de bladeren, na overgang van de kleur naar zuiver geel met een lichtbruine kleur af. Op dit moment heeft de biet in de praktijk zijn grootste ontwikkeling bereikt, hetgeen blijkt uit het feit, dat door later oogsten geen opbrengstvermeerdering meer verkregen wordt.

VAN DE SANDE BAKHUYZEN (ongepubliceerd) vond bij onrijpe bieten aanzienlijk hogere droge-stofgehalten in het vaatbundelweefsel dan in het parenchym (fig. 2a). Bij rijpe bieten waren de gehalten in de beide weefsels nagenoeg gelijk (fig. 2b).

Het parenchym van de bietenwortel is als het ware een voorraadschuur, die gevuld

wordt met suiker. Is de schuur vol, dan is de biet 'rijp'. Een dergelijk volledig 'afrijpen' vond VAN DE SANDE BAKHUYZEN wel bij een vroeg suikerbietenras (Kuhn P) doch niet bij een voederbietenras (Eureka). In het algemeen treedt volgens VAN DE SANDE BAKHUYZEN dit 'afrijpen' bij voederbieten veel minder duidelijk op dan bij suikerbieten. Wel is waar wordt ook bij voederbieten het verschil in droge-stofgehalte tussen vaatbundels en parenchym kleiner naarmate de biet 'rijpt', doch er blijft altijd nog een belangrijk verschil bestaan.

Samenvattend kunnen we het 'afrijpen' van een biet in zijn eerste levensjaar kenschetsen als het vullen van de in de bietenwortel gevormde voorraadschuur met assimilaten (suikers). Bij 'rijpheid' van de biet is deze schuur vol. Dit gaat samen met een stilstand in de vegetatieve groei van de plant. De hoeveelheid groen loof neemt af en het verse wortelgewicht neemt vrijwel niet meer toe.

1.2.2 Vernalisatie

Afhankelijk van de milieuomstandigheden kan de biet één-, twee- of meerjarig zijn (105, 237, 251).

Wanneer bieten tijdens de bewaring aan een lage temperatuur worden blootgesteld, treden veranderingen op, die tot gevolg hebben, dat ze na de bewaring gaan schieten en zaad vormen. Daarnaast speelt ook de daglengte tijdens de groei in het tweede jaar een rol. Vooral de invloed van de temperatuur op het schieten is vrij veel onderzocht.

Voor de overgang naar het generatieve stadium is een temperatuur vereist, die ligt tussen 1 en 10°C (32, 61, 226, 246, 247). De vernalisatie verloopt vlugger naarmate de temperatuur hoger is (dichter bij 10°C), doch op den duur wordt de hoogste graad van koude-inductie bereikt bij lagere temperatuur (172, 205, 208). In verband met de zaadproduktie is 4 à 5°C in het algemeen de gunstigste temperatuur (93, 94, 174, 176, 186).

Gevernaliseerde bieten kunnen weer gedévernaliseerd worden, door ze enige tijd bij een temperatuur hoger dan 14°C te plaatsen (61, 206, 208). Dit proces verloopt sneller naarmate de temperatuur hoger en de daglengte korter is.

De invloed van de koudebehandeling op de schietervorming is in hoofdzaak gelocaliseerd in of nabij het groeipunt (61). Volgens KNOTT (132) geldt dit ook voor de invloed van het licht.

STOUT (209) vond, dat naarmate de vernalisatie verder gevorderd was een duidelijke verandering van de redoxpotentiaal van de weefselsappen in en om het groeipunt in de richting van de meer gereduceerde toestand plaatsvond en de catalase-activiteit toenam.

Bij verder onderzoek (213) bleek, dat bieten die eerst in een koude omgeving zijn bewaard en daarna zijn overgebracht in een warmere omgeving, een grotere adem-

halingsintensiteit hebben dan overeenkomstige bieten die steeds in de warmere omgeving zijn bewaard. Dit lage-temperatuur-'carry-over'-effect gaat verloren wanneer de bieten een paar weken bij de warmere omgeving zijn bewaard. De ademhalingsintensiteit is waarschijnlijk gecorreleerd met de mate van vernalisatie. In overeenstemming hiermee vonden wij bij bewaring van bieten bij een constante temperatuur van 2°, 5° of 7°C, een geleidelijke toename van de ademhalingsintensiteit gedurende de bewaring (26).

1.3 Levensprocessen tijdens de bewaring

1.3.1 Transpiratie

Door transpiratie, dus verdamping van water, treedt verlies aan verse massa op. Voor de boer die zijn eigen bieten bewaart, is dit verlies op zichzelf van geen betekenis, immers, dit verlies betekent nog geen verlies aan voederwaarde. Indirect kan waterverlies (uitdroging) wel verliezen aan voederwaarde veroorzaken, omdat uitgedroogde bieten in het algemeen minder houdbaar zijn (12, 15, 18, 26).

1.3.2 Ademhaling

Door ademhaling gaat droge stof door oxydatie verloren, bij bieten betreft dat in hoofdzaak suiker.

Bij verbranding van 1 grammolecule glucose komt 674 cal warmte vrij, waardoor de bieten warmer worden. Dit feit is van grote betekenis omdat het enerzijds de bieten beschermt tegen bevriezen in de kuil, anderzijds de ademhaling versnelt, hetgeen door de hieruit voortvloeiende toenemende warmteproduktie ten slotte 'broei' ten gevolge kan hebben.

Ademhaling is een normaal levensverschijnsel van een gezonde plant. Willen we de biet gezond bewaren, dan zullen we steeds een zekere ademhaling moeten toelaten. Wordt de ademhaling verhinderd, b.v. door gebrek aan zuurstof, dan treedt anaerobe ademhaling of gisting op, die spoedig bederf en rotting ten gevolge heeft.

1.3.3 Spruiting

Tijdens de bewaring vormen bieten in het algemeen spruiten en fijne zijworteltjes. Dit uitlopen vindt plaats ten koste van de voedingsstoffen die in de biet aanwezig zijn. Spruiting en wortelvorming gaan onvermijdelijk gepaard met enig verlies aan voe-

dingsstoffen en dienen dus beperkt te worden. In het algemeen neemt de spruiting en wortelvorming toe bij bewaring bij hogere temperatuur en grotere vochtigheid (26, 174, 176). Bij aardappelen kan de spruiting belangrijke verliezen veroorzaken, mede door vermindering van de kwaliteit. Bij bieten is dit vrijwel nooit het geval, ondanks het feit dat ze geen 'rustperiode' hebben zoals aardappelen en dus reeds van de aanvang af kunnen spruiten. Het droge-stofgehalte van de spruiten bij bieten is zeer laag (4–8%) en het versgewicht is gering ten opzichte van het grote bietenlichaam (meestal minder dan 1%), zodat het totale gewichtsverlies aan spruiten meestal als zeer bijkomstig beschouwd mag worden (62, 67).

In het algemeen wijst een zekere mate van spruiting op een gezonde levensactiviteit van de biet en als zodanig blijkt ze meestal samen te gaan met een goede bewaring. Een bescheiden mate van spruiting is daarom bij bieten, liever dan als 'onvermijdelijk kwaad', als een uiting van de gewenste gezondheidstoestand op te vatten (26).

1.3.4 Enzymatische activiteiten

Door enzymatische activiteiten treden omzettingen op, die vooral van belang zijn bij suikerbieten in verband met de suikerfabricage, doch die de voederwaarde van voederbieten nauwelijks beïnvloeden.

De verteerbaarheid van het eiwit in de biet zal hierdoor waarschijnlijk niet veranderen of misschien iets toenemen. Immers een deel van het eiwit wordt gesplitst in aminozuren (62, 220) en wordt dus gemakkelijker verteerbaar. Overigens is het gehalte aan ruw eiwit in bieten zo laag, dat kleine veranderingen in de samenstelling hiervan, niet van veel belang zijn.

Tijdens de bewaring gaat, ten gevolge van de ademhaling, goed verteerbare organische stof verloren. Het is daarom te verwachten, dat de verteerbaarheid en de zetmeelwaarde van de overgebleven droge stof zal zijn afgenomen, immers, na de bewaring is er relatief meer ruwvezel en as in de droge stof dan vóór de bewaring.

Wanneer we de formule van MARTIN en GRAMBERGEN (153) – $ZW = 0{,}5448x + 0{,}98$, waarin x het gehalte aan organische stof in de verse massa is – toepassen op bieten met b.v. 12% droge stof, waarvan 90% organische- en 10% anorganische stof is, en we verder aannemen dat tijdens de bewaring 15% van de droge stof in de vorm van suiker verloren is gegaan, dan vinden we, dat de zetmeelwaarde van de droge stof vóór de bewaring 57,2 en na de bewaring 56,3 is. Volgens deze berekening is de zetmeelwaarde van de droge stof tijdens de bewaring dus iets achteruitgegaan. Praktisch zal dit verschil echter nauwelijks meetbaar zijn.

Om dit na te gaan hebben STEENSBERG en WINTHER (204) de verteerbaarheid van voederbieten bepaald door middel van voederproeven met rundvee. Ze deden dit met verse bieten in november en met bewaarde bieten in januari en in april. Het bleek, dat de voederwaarde van de droge stof van de bieten niet meetbaar was achteruitgegaan.

Ook ISAACHSEN en ULVESLI (123) vonden bij koolrapen dat de verteerbaarheid van de droge stof tijdens de bewaring niet meetbaar achteruitging. Ter verklaring hiervan wijzen ISAACHSEN en ULVESLI er op, dat de ruwvezel in koolrapen voor koeien vrijwel even goed verteerbaar is als de N-vrije extractiestoffen. Bovendien is het ruwvezel- en asgehalte vrij laag. Voorts is bekend, dat bij herkauwers een grote hoeveelheid suiker in het voedsel de gistingsprocessen in de pens ongunstig beïnvloedt (127, 146), waardoor de andere voedingsstoffen, zoals cellulose (ruwvezel), minder goed worden benut. Suikerbieten zijn daarom voor koeien minder geschikt dan voederbieten. Het is hierom begrijpelijk, dat een wat lager suikergehalte van de droge stof in de bieten na de bewaring, bij de voederproeven met koeien, geen merkbare vermindering van de voederwaarde ten gevolge heeft gehad.

1.4. BELANGRIJKE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS DE BEWARING

1.4.1 Temperatuur

Bij een temperatuur lager dan —1°C kunnen bieten bevriezen, waarbij onderscheid dient te worden gemaakt tussen het reversibele 'bevriezen' en het irreversibele 'doodvriezen' (218, 234). In het eerste geval zijn de bieten na (langzaam) ontdooien weer gezond. Bij —1°C begint de ijsvorming in de intercellulairen van de buitenste laag van de biet. Wanneer de temperatuur van de biet niet beneden —3°C is geweest, kunnen er wel ijskristallen gevormd zijn in de intercellulairen – bij langdurige inwerking van de koude zelfs tot in het hart van de biet – doch de biet is nog niet dood.

Bij een temperatuur lager dan —3°C is 'doodvriezen' mogelijk. Aangezien de biet een specifieke warmte heeft van ongeveer 0,85, bezit ze een aanzienlijke warmtevoorraad. Er is dus een langdurige intensieve afkoeling nodig om de temperatuur van de buitenste weefselcellen tot —3°C te koelen, tenminste, wanneer de (uitwendige) afkoeling niet zo snel gaat, dat ten gevolge van de te kleine inwendige warmtegeleiding van de biet niet genoeg warmte nageleverd kan worden.

Worden levende plantedelen bewaard bij een lage temperatuur, doch hoger dan 0°C, b.v. bij 0,5°C of 1°C, dan kunnen verstoringen van de metabolische processen optreden, die de kwaliteit van het produkt ongunstig beïnvloeden. Bekend is het z.g. 'lage-temperatuurbederf' bij appels, dat optreedt, wanneer ze te lang bij lage temperatuur worden bewaard. Bij bieten worden bij 0–1°C de vernalisatieprocessen vrijwel tot stilstand gebracht. Door bewaring bij deze temperatuur worden ze op den duur verzwakt, waardoor ten slotte meer rot optreedt (26).

Door bewaring bij te hoge temperatuur treden hoge ademhalingsverliezen op (33, 216, 233) en worden ook de spruiting en wortelvorming sterk bevorderd (174). Doordat bij hoge temperatuur de ademhaling sterk wordt versneld, kunnen de bieten

aanzienlijk warmer worden. Verder wordt door de hoge temperatuur ook de activiteit van micro-organismen gestimuleerd. De bieten worden aangetast en gaan rotten, waardoor nog meer warmte wordt ontwikkeld. Door de steeds hoger oplopende temperatuur, kan het nog niet aangetaste bietenweefsel afsterven, waardoor de enzymen in hun harmonische werking worden gestoord. De hieruit volgende 'biochemische chaos' in de bieten, heeft ten slotte een explosieve warmteontwikkeling ten gevolge, hetgeen in de praktijk 'broei' wordt genoemd.

Afgezien van 'broeiverschijnselen', zijn de verliezen bij bewaring bij hoge temperatuur (12–15°C) toch altijd belangrijk hoger dan bij lage temperatuur (26).

1.4.2 Vochtigheid

De vochtigheid van het milieu is een zeer belangrijke factor bij de bewaring. Uitgedroogde 'verwelkte' bieten zijn veel minder goed houdbaar dan niet uitgedroogde. Door sterk uitdrogen worden de buitenste cellagen veel vatbaarder voor rot (234). Ze kunnen zelfs afsterven en daardoor aanleiding geven tot broei. Uitgedroogde bieten hebben ook een grotere ademhalingsintensiteit dan niet uitgedroogde (174, 232), ondanks het feit dat uitgedroogde bieten minder spruiten.

Aanwezigheid van vrij water op de bieten dient echter voorkomen te worden omdat dit het binnendringen van schimmels zoals *Botrytis cinerea* vergemakkelijkt. Bewaring in een omgeving met nagenoeg verzadigde lucht lijkt het meest geschikt.

1.4.3 Ziekten en aantastingen

Bieten die door pathogene schimmels, zoals *Phoma betae* en violetwortelrot, zijn aangetast, rotten tijdens de bewaring door. Ook in ernstige mate door stengelaaltjes aangetaste bieten rotten verder. Om ziekteverwekkers zo weinig mogelijk kans te geven, is het bij de bewaring steeds noodzakelijk uit te gaan van gezonde en zo min mogelijk beschadigde bieten.

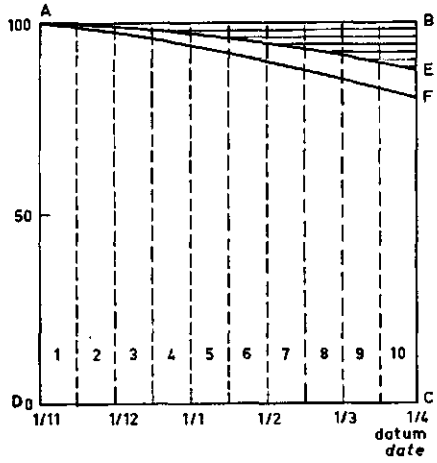
In hoofdzaak treedt tijdens de bewaring echter rot op door min of meer secundaire, dus niet echte ziekteverwekkende schimmels, die globaal genomen niet in staat zijn gezonde, krachtig levende bieten aan te tasten. Ze krijgen pas hun kans, wanneer door minder goede teelt- of bewaarmethoden, de bieten te zeer verzwakt zijn om nog voldoende weerstand te bieden.

1.5 Grootte van de verliezen in de praktijk

In fig. 3 wordt een overzicht gegeven van de bewaarverliezen, zoals die optreden in een goed geslaagde praktijkkuil waarin geen rot is opgetreden.

FIG. 3 Bewaarverlies in een praktijkkuil zonder rot. Oppervlak ABCD is de op 1 november ingekuilde totale hoeveelheid bieten in kg droge stof. Oppervlak van een kolom is de hoeveelheid die in een halve maand wordt opgevoerd. Gearceerde oppervlak ABE is het ademhalingsverlies aan droge stof

FIG. 3 *Storage loss in a clamp without rot. The surface ABCD is the total amount of beets (kg dry matter) stored on the 1st of November. The surface of one column is the amount fed in half a month. The hatched surface ABE is the respiratory loss in dry matter*



Het oppervlak van het vierkant ABCD stelt voor de op 1 november ingekuilde totale hoeveelheid voederbieten, in kg droge stof. Deze hoeveelheid wordt tot 1 april geleidelijk vervoederd. We stellen ons voor, dat reeds bij het inkuilen de totale hoeveelheid bieten is verdeeld in 10 gelijke porties, kolom 1 t/m 10, die tijdens de winter successievelijk zullen worden opgevoerd. De hoeveelheid droge stof in iedere portie stellen we op 100 en wordt voorgesteld door het oppervlak van een kolom.

Portie 1 wordt opgevoerd in de eerste helft van november en vertoont nog vrijwel geen verliezen. Portie 10 wordt opgevoerd in de tweede helft van maart. In een goed geslaagde praktijkkuil kunnen we het droge-stofverlies op 15 januari op 4% stellen en op 1 april op 12%. Door de lijn AE wordt het verloop van het droge-stofverlies tijdens de bewaarperiode weergegeven. In totaal over de gehele bewaarperiode is het droge-stofverlies gelijk aan het oppervlak van de driehoek ABE. In procenten van de totale hoeveelheid ingekuilde droge stof (oppervlak vierhoek ABCD) is dit 5%. Dit verlies lijkt ons alleszins aanvaardbaar. Verdere beperkingvan dit verlies wordt ook moeilijk, aangezien een zekere ademhaling onvermijdelijk is. Onder gunstige omstandigheden kan het verlies nog teruggebracht worden tot 3,5 à 4%, doch het is weinig rendabel aan een winst van 1 à 1,5% veel moeite en/of kosten te besteden.

In fig. 3 is met de lijn AF het verloop van het ademhalingsverlies aan droge stof voorgesteld in een normale praktijkkuil bij geleidelijk opvoeren van de bieten, wanneer er geen rot optreedt en we er van uitgaan dat het droge-stofverlies op 15 januari niet 4 doch 8% bedraagt en op 1 april niet 12 doch 20%. Dit geval is een uitgesproken slechte bewaring, hetgeen in de praktijk slechts zelden voorkomt. Toch bedraagt het droge-stofverlies gemiddeld over de gehele bewaarperiode dan nog slechts 9%.

In tegenstelling met het ademhalingsverlies is het verlies door rot zeer goed merkbaar voor de boer. Soms gaat in een enkele maand de gehele bietenvoorraad volledig verloren. Op overeenkomstige wijze als in fig. 3, is in fig. 4 het verloop van de verliezen weergegeven bij een kuil waarin in aanzienlijke mate rot is opgetreden.

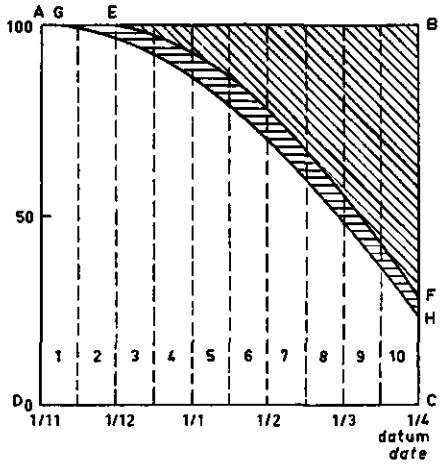


FIG. 4 Bewaarverlies in een praktijkkuil met rot. Als fig. 3, doch het oppervlak EBF is het verlies door rot en het oppervlak GEFH is het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten

FIG. 4 *Storage loss in a clamp with rot. See fig. 3. The surface EBF, however, is the loss by rot, while the surface GEFH is the respiratory loss in dry matter from the healthy beets*

Het oppervlak EBF in fig. 4 is het verlies door rotting, het oppervlak GEFH het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten. Zoals blijkt uit fig. 4, wordt oppervlak GEFH aan het eind van de bewaarperiode smaller. Dit komt doordat het ademhalingsverlies aan droge stof alleen betrokken is op de gezond gebleven bieten; de rotte bieten zijn toch al geheel verloren. Aan het eind bedraagt het droge-stofverlies weliswaar 20%, doch omdat er dan nog slechts 30 kg van de 100 kg oorspronkelijk ingekuilde droge stof aanwezig is, is van die 30 kg ook slechts 6 kg door ademhaling verloren gegaan.

In fig. 4 bedraagt het totale droge-stofverlies als gevolg van rot + ademhaling in de gezonde bieten, gemiddeld over de gehele bewaarperiode 24%. Een belangrijke moeilijkheid is, dat door het optreden van rot in de kuil het voederplan onbruikbaar wordt. Immers, van de voor gebruik in de tweede helft van maart bestemde voederwaarde is slechts 30% overgebleven. Kuilrot kan dan ook belangrijke financiële verliezen veroorzaken, die overigens nog aanzienlijk ongunstiger kunnen uitvallen dan in het hier gestelde voorbeeld.

De omvang van de bewaarverliezen bij voederbieten in de Nederlandse landbouw als geheel is moeilijk te schatten. Statistische gegevens ontbreken volledig.

De ademhalingsverliezen zijn gemiddeld ongetwijfeld groter dan de 5% van het in fig. 3 besproken gunstige geval, doch waarschijnlijk kleiner dan de 9% van de ongunstige bewaring.

De gemiddelde verliezen door rot zijn nog moeilijker aan te geven. Er zijn jaren dat er zeer weinig rot optreedt, terwijl er in andere jaren talloze klachten uit de praktijk komen. Ook in ongunstige jaren zijn er echter veel boeren die helemaal geen moeilijkheden ondervinden. In de meeste jaren gaan vrijwel geen bieten verloren door bevriezen, doch soms komen er nogal wat vragen uit de praktijk over het verwerken van bevroren bieten.

Ieder jaar komt kuilrot verspreid in geheel Nederland voor. In bepaalde streken

treedt het wat sterker op de voorgrond, b.v. in de rivierkleistreken (Bommelerwaard, langs de Maas in Limburg) en in de zandgebieden van Drente en Noord-Brabant.

Wij hebben de indruk dat in het algemeen in Nederland het rotverlies gemiddeld over de gehele bewaarperiode kleiner zal zijn dan 5%. Het grote probleem is dat het rotverlies in min of meer incidentele gevallen desastreuze afmetingen aanneemt.

1.6 Doelstelling van het onderzoek

Uit het voorgaande blijkt, dat de totale verliezen bij het bewaren van voederbieten belangrijk kunnen zijn en dat hierbij het kuilrot het meest wordt gevreesd, wegens het incidenteel optreden van grote verliezen.

De houdbaarheid van bieten, gezien als resistentie tegen kuilrot, heeft daarom bij ons onderzoek in het middelpunt van de belangstelling gestaan. Daarnaast werd aandacht besteed aan de bij de bewaring optredende ademhalingsverliezen aan droge stof. Dit onderzoek moest echter beperkt worden omdat de bepaling van deze verliezen aanzienlijk meer tijd en moeite kost, dan de bepaling van de verliezen door rot.

Onderzoek van de invloed van de cultuurmethoden, de bemesting en de vruchtbaarheid van de grond, werd vooral van belang geacht, omdat de voederbiet een produkt is waarvan de prijs, n.l. *f* 17,— tot *f* 24,— per ton, laag is. Dit heeft tot gevolg, dat een verbetering van de bewaarmethode niet veel geld mag kosten. Wanneer een verbetering b.v. *f* 2,—per ton kost, dan betekent dit reeds 8–12% van de beginwaarde, terwijl de rottingsverliezen zonder dergelijke maatregelen gemiddeld slechts op 5% worden geschat. In de meeste gevallen zal dit dus niet rendabel zijn. In tegenstelling hiermee worden b.v. bij aardappelen bewaringskosten van *f* 20,— per ton algemeen als rendabel beschouwd. Dit komt doordat aardappelen niet alleen een aanzienlijk hogere waarde hebben, n.l. rond *f* 100,— per ton, doch bovendien uiten de bewaarverliezen zich snel in een kwaliteitsvermindering, waardoor de waarde gemakkelijk tot de helft kan teruglopen.

Door verbetering van de cultuurmethoden is het mogelijk verbetering van de houdbaarheid te verkrijgen, zonder dat dit veel geld kost. Bij de bemesting is zelfs gebleken, dat in de praktijk soms te veel wordt gegeven, zodat op kosten kan worden bespaard.

1.7 Samenvatting

De biet is een tweejarig gewas, dat in het eerste jaar een verdikte wortel en/of stengeldeel vormt, waarin het reservevoedsel wordt opgeslagen. Als gevolg van de lage temperatuur (vooral 's nachts) en het opraken van de N-voorraad in de grond, rijpt de biet aan het eind van zijn eerste levensjaar af, hetgeen betekent, dat de voorraadschuur 'biet' wordt gevuld met assimilaten en dat de groei tot stilstand komt.

Wordt een biet tijdens de bewaring aan lage temperatuur (1–10°C) blootgesteld, dan treden inwendige veranderingen op, die tot gevolg hebben dat na de bewaring schieten en zaadvorming optreedt.

Tijdens de bewaring van levende plantedelen vinden verschillende levensprocessen plaats, waarvan de ademhaling de belangrijkste is, omdat daardoor voederwaarde verloren gaat en warmte vrij komt.

De voederwaarde voor herkauwers van de in de bieten overgebleven droge stof gaat echter niet merkbaar achteruit.

Tijdens de bewaring is de temperatuur de voornaamste factor. Bij te lage temperatuur (lager dan —3°C) vriezen bieten dood, bij te hoge temperatuur zijn de ademhalingsverliezen zeer groot en gaan de bieten spoedig rotten. Ook de vochtigheid van het milieu is van groot belang. Bieten drogen gemakkelijk uit en uitgedroogde bieten zijn minder houdbaar dan niet uitgedroogde.

Echte pathogene schimmels en bacteriën spelen bij de bewaring een ondergeschikte rol. Kuilrot bestaat in hoofdzaak uit aantastingen door min of meer secundaire schimmels.

In een goed geslaagde praktijkkuil behoeven de verliezen aan voederwaarde bij geleidelijk vervoederen van de bietenvoorraad, gemiddeld over de gehele bewaarperiode niet groter te zijn dan 4 à 5%. Vooral wanneer de bieten in ernstige mate rotten, kunnen de verliezen echter aanzienlijk hoger zijn.

2 METHODEN VAN ONDERZOEK

2.1 LITERATUUR

2.1.1 Micromethoden

De houdbaarheid van bieten, in de zin van resistentie tegen rotting, kan worden bepaald, door stukjes biet met sporen of mycelium van een bepaalde schimmelcultuur te inoculeren en dan na te gaan hoe snel en hoe diep de schimmel het stukje in een bepaalde tijd bij een bepaalde temperatuur en vochtigheid aantast.

NELSON en OLDEMEYER (163) inoculeerden de stukjes biet met een reincultuur van een stam van *Phoma betae* waarvan de pathogene aard bewezen was. GASKILL (99, 101) gebruikte als inoculum een papje, dat verkregen werd door rot en aangrenzend gezond weefsel van een biet fijn te hakselen en te mengen. MOOI (mondelinge mededeling) werkte evenals de Russische onderzoekers BROYAKOVSKY en SHEVTCHENKO met een cultuur van *Botrytis cinerea.*

Het is bij dergelijke entproeven noodzakelijk zeer zorgvuldig te werken. Vooral de vochtigheid van de stukjes biet is zeer belangrijk. Bij uitdrogen treedt veel sneller rot op.

In principe wordt bij het werken met geinoculeerde stukjes biet een maat gevonden voor de uitbreidingssnelheid van de schimmel in het levende, volledig turgescente bietenweefsel. Het is dus een nabootsing van de uitbreiding van het rot in de aangetaste biet. De infectie zoals die b.v. in een bietenkuil optreedt is iets anders en staat hier in principe ook buiten.

Bij oriënterend onderzoek vond MOOI (mondelinge mededeling) slechts een geringe overeenkomst tussen de volgens zijn entmethode bepaalde en de door ons in een proefkuil gevonden houdbaarheid. Aangezien de entmethode bewerkelijk is, had MOOI echter slechts 5 bieten van iedere herkomst onderzocht. Door de grote heterogeniteit van voederbieten, zullen voor het karakteriseren van de houdbaarheid van verschillende partijen, steeds grote aantallen bieten, b.v. 100 stuks per partij, onderzocht moeten worden.

In principe is een entmethode wel geschikt voor kwekerswerk, wanneer tenminste gewerkt wordt met zodanige bietenstukjes, dat de biet zelf nog geschikt is voor zaadproduktie (53, 101, 103, 162, 163). Verder is deze methode geschikt, wanneer men b.v. de virulentie van verschillende schimmels, of van verschillende physio's van een bepaalde schimmel wil bestuderen, zoals door GASKILL en SALISKAR (102) is gedaan met bietenschijven en door TOMPKINS en PACK (225) met gehele bieten.

Ook de bewaarkwaliteit in de zin van de mate van optreden van ademhalingsverliezen aan droge stof, kan worden bepaald met behulp van micromethoden, waarbij met stukjes bietenweefsel wordt gewerkt. Dergelijke methoden zijn o.a. uitgewerkt door NELSON en OLDEMEYER (163), STOUT (214) en door ROUBAIX en LAZAR (188). Deze methoden zijn geschikt voor onderzoek van individuele bieten, zoals voor kwekerswerk noodzakelijk is. Bij nauwkeurig werken kunnen relatieve verschillen in bewaarkwaliteit van verschillende moederbieten, redelijk nauwkeurig tot uiting komen. Voor onderzoek van verschillende partijen bieten, of voor onderzoek van de invloed van de bewaarmethoden, zijn deze micromethoden, minder geschikt; enerzijds omdat bij werken met stukjes biet de bewaarmethode zeer sterk afwijkt van die in de praktijk, anderzijds omdat voor het karakteriseren van partijen te grote aantallen bieten onderzocht moeten worden.

2.1.2 Macromethoden

Door vele onderzoekers (78, 92, 104, 107, 115, 137, 198) is de houdbaarheid van bieten onderzocht bij bewaring van grote partijen in kuilen en kelders, op overeenkomstige wijze als ook in de praktijk gebeurt. Bij dit onderzoek op praktijkschaal wordt het rotverlies meestal bepaald door wegen van het totale gewicht van de uitgekuilde massa en, na uitzoeken van de rotte bieten en uitsnijden van het rot uit de aangetaste bieten, wegen van de gezond gebleven massa, waaruit het gewicht van het rot wordt berekend. Voor de bepaling van de verliezen aan droge stof wordt aan monsters bieten het droge-stofgehalte bepaald voor en na de bewaring. Daarnaast is door vele onderzoekers (81, 95, 174, 200, 211, 240) gewerkt met kleine partijen bieten, z.g. bewaarmonsters van 20 à 100 bieten, die op een bepaalde wijze worden bewaard. Deze beide methoden zijn door ons toegepast.

2.2 AARD VAN HET ONDERZOCHTE MATERIAAL

Hoewel men er niet altijd de consequenties uit heeft getrokken, zijn alle onderzoekers het er over eens, dat bieten zeer heterogeen zijn (114, 147, 214).

2.2.1 Heterogeniteit binnen een biet

De chemische samenstelling van verschillende delen binnen een biet, vertoont belangrijke verschillen (35, 41, 91). In fig. 2 hebben we het belangrijke verschil in drogestofgehalte tussen parenchym en vaatbundelweefsel in de biet gezien.

Verder heeft de top een lager gehalte dan de wortel. Op dwarse doorsnede heeft de

centrale cylinder een lager gehalte dan het omringende weefsel. Globaal genomen neemt het gehalte toe van binnen naar buiten.

Bij het bereiden van de bietenbrij voor chemisch onderzoek moet er daarom voor gezorgd worden, dat alle delen van de biet op evenredige wijze in de brij vertegenwoordigd zijn. Bij ons onderzoek is dit gedaan door uit iedere biet van het monster een overlangse sector te raspen, waardoor alle delen van de biet op redelijk evenredige wijze in de bietenbrij terecht komen.

2.2.2 Heterogeniteit tussen bieten onderling

Ook de samenstelling van verschillende bieten van eenzelfde partij loopt sterk uiteen. De heterogeniteit in erfelijke aanleg is in een normaal bietenras zeer groot. Daar komt de heterogeniteit tengevolge van milieuomstandigheden nog bij. Bieten voeren een sterke concurrentiestrijd om de ruimte. Wanneer een biet een iets vroegere of latere opkomst heeft dan de omringende bieten, heeft dit enorme gevolgen voor de groei van die biet. Verder zijn er ook in een perceel met een mooi gelijkmatig gewas nog belangrijke verschillen in vruchtbaarheid (195).

Bij vele onderzoekingen is de spreiding in samenstelling tussen bieten nagegaan. Als voorbeeld van de grote variatie van de bieten binnen één ras, op één perceel geteeld, kunnen de resultaten van STOUT (214) gelden. STOUT nam van enkele mooi gelijkmatige veldjes monsters, waarbij de bieten die minder dan 600 g wogen niet in het monster werden opgenomen. Hij verrichtte een aantal bepalingen in de individuele bieten en ging de spreiding hiervan na. Bij 12 rassen vertoonden de cijfers gemiddeld de volgende variatie:

Bepaling *Determination*	Gemiddeld *Average*	Variatie in %[1] *Variation in %*[1]
bietgewicht/*beetweight*	1 050 g	224
% suiker/% *sugar*	14,22 %	61
respiratie (CO_2 produktie) *respiration* (*CO_2-production)*	73,3 mg/kg/uur	83
amino N als glutamine *amino N as glutamine*	0,42 %	553
Na	800 dpm	308
K	4 313 dpm	81

[1] Verschil tussen laagste en hoogste waarde in % van het gemiddelde
[1] *Difference between lowest and highest value in percentages of the average*

Hieruit blijkt voldoende, dat bij individuele bieten een zeer grote variatie wordt gevonden. In verband hiermee werd door ons nagegaan hoe groot de variatie was bij

monsters van 25 bieten uit een partij. Hiertoe werden een partij Groenkraag en een partij Barres bieten verdeeld in 10 monsters van 25 bieten, waarin het gehalte aan droge stof, ruw eiwit en as werd bepaald. In 5 monsters per partij werd ook nog het gehalte aan Na_2O, K_2O, CaO, MgO en P_2O_5 bepaald. In tabel 1 worden de resultaten weergegeven.

TABEL 1 Resultaten van bepalingen in 10 (5) gelijkwaardige bietenmonsters van 25 stuks Groenkraag of Barres bieten

	Aantal bepalingen *Number of determinations*	Gemiddeld gehalte *Average content*		S enkele waarneming *S standard error*		S% variatiecoëfficiënt *S% coefficient of variation*	
		Groenkraag	Barres	Groenkraag	Barres	Groenkraag	Barres
% droge stof *% dry matter*	10	14,35	9,1	0,45	0,23	3,1	2,5
% eiwit *% protein*	10	9,47	14,8	0,77	0,77	8,1	5,2
% as in de ds *% ash in dry matter*	10	8,23	16,7	0,45	0,58	5,5	3,5
% P_2O_5 in de ds *% P_2O_5 in dry matter*	5	0,36	0,77	0,03	0,04	7,2	5.2
% K_2O in de ds *% K_2O in dry matter*	5	2,51	5,75	0,15	0,85	6,0	14,8
% Na_2O in de ds *% Na_2O in dry matter*	5	0,87	1,02	0,042	0,023	4,8	2,3
% CaO in de ds *% CaO in dry matter*	5	0,27	0,57	0,021	0,054	7,8	9,6
% MgO in de ds *% MgO in dry matter*	5	0,26	0,32	0,02	0,03	7,7	8,8

TABLE 1 *Results of determinations in 10 (5) equivalent beet samples of 25 Groenkraag or Barres beets*

Ook uit deze standaardafwijkingen blijkt, dat het bij onderzoek van voederbieten noodzakelijk is met grote aantallen bieten en met veel monsters voor chemisch onderzoek te werken.

2.2.3 Uiteenlopende herkomst

De door ons onderzochte bieten zijn afkomstig van de meest uiteenlopende proefvelden, grondsoorten en rassen. Wij hebben gebruik gemaakt van het van bestaande

proefvelden verkregen materiaal, waardoor belangrijke kosten konden worden bespaard. Bovendien kon vaak een keuze worden gemaakt, zodat in hoofdzaak die proefvelden in ons onderzoek zijn betrokken, waarvan de bieten, reeds in het veld een duidelijke reactie op de bemesting te zien gaven.

Een moeilijkheid hierbij is, dat vele proefvelden, hoewel voor hun doel geschikt, voor ons toch niet voldoende exact zijn opgezet. Wanneer men b.v. de Mg-bemesting heeft gevarieerd, is dit in het ene geval gedaan door bemesten met magnesiumsulfaat en in het andere door bemesten met magnesiumcarbonaat. Men spreekt dan eenvoudig van Mg-bemesting en ziet de toediening van het sulfaat over het hoofd, hoewel die o.i. zeer belangrijk is.

Het bewaaronderzoek is altijd uitgevoerd met bieten van proefvelden die voor andere doeleinden waren opgezet en waarbij verschillende rassen werden gebruikt. Wij hebben daardoor een hoeveelheid zeer uiteenlopende gegevens verzameld. Dit maakt het trekken van conclusies moeilijk.

Het voordeel echter is, dat aan de tendenzen, die uit een dergelijk uiteenlopend materiaal naar voren komen, ook een ruime algemene geldigheid mag worden toegekend.

2.3 Bemonstering voor chemisch onderzoek

2.3.1 Aantal bieten per monster

Uit vergelijking van de standaardafwijking van de suikergehalten uit duplo-monsters van 6, 8 of 10 bieten, die volgens toeval uit een veldje waren genomen, kwam Lill (147) tot de conclusie, dat het in verband met de kosten geen zin heeft om grotere monsters dan van 10 bieten te nemen.

Uit de in tabel 1 weergegeven standaardafwijking van het droge-stofgehalte, kan worden afgeleid, dat de standaardafwijking, die bij een monster van 25 bieten 0,45 bedraagt, bij een monster van 10 bieten 0,70 en bij 50 bieten 0,32 zou bedragen. Door 25 in plaats van 10 bieten per monster te nemen wordt de nauwkeurigheid aanmerkelijk vergroot, terwijl bij grotere monsters de toename van de nauwkeurigheid veel kleiner wordt. Aangezien met monsters van 25 bieten ook de grens van praktische hanteerbaarheid is bereikt, hebben wij steeds volstaan met dit aantal bieten per monster.

2.3.2 Aantal monsters per partij

In fig. 5 is het verloop van de standaardafwijking van de bepaling van het gehalte aan droge stof van een partij van 5 ton bieten weergegeven, bij een toenemend aantal

FIG. 5 Verband tussen standaardafwijking van de droge-stofbepaling en aantal monsters van 25 bieten per kuil van 5 ton

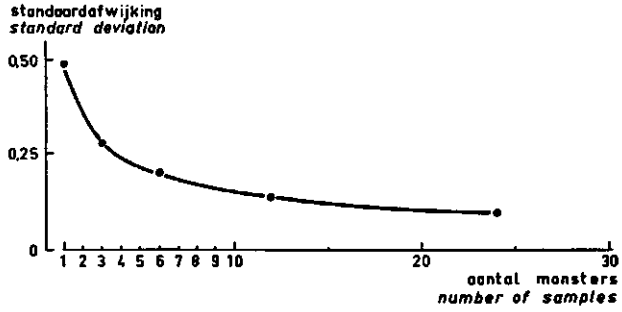


FIG. 5 *Relation between the standard deviation of the dry matter determination and the number of samples of 25 beets per clamp of 5 tons*

monsters van 25 bieten. De monsters zijn daarbij zo genomen, dat ieder monster de gehele partij vertegenwoordigt.

Uit praktische overwegingen hebben wij meestal gewerkt met 6 monsters waarmee, zoals fig. 5 laat zien, ook het grootste deel van de praktisch bereikbare nauwkeurigheid is behaald.

2.3.3 Wijze van monsterneming

De 25 bieten van een monster kunnen volgens toeval genomen worden en volgens grootte. In dit laatste geval worden alle bieten op volgorde van grootte gelegd en iedere n^{de} biet bij het monster gedaan (11). Het bleek, dat de standaardafwijking van de droge-stofbepaling volgens de toevalsmethode slechts weinig verschilde van die bij de uitlegmethode. Bij het nemen van monsters uit proefvelden wordt daarom het bewerkelijke uitleggen van groot naar klein niet meer toegepast. Bij ons bewaaronderzoek hebben wij de 'uitlegmethode' echter wel steeds gebruikt voor het samenstellen van bewaarmonsters, omdat wij ook de verse gewichten van deze monsters zoveel mogelijk gelijk willen houden (26). Bovendien hebben wij bij de bepaling van het verse gewicht van een partij bieten vaak gewerkt met het 'gemiddeld bietgewicht' (11, 25) en voor de bepaling hiervan is de 'uitlegmethode' beter geschikt dan de 'toevalsmethode'.

2.4 KUILONDERZOEK OP PRAKTIJKSCHAAL

Om de praktijkomstandigheden zoveel mogelijk te benaderen werd gewerkt met kuilen van ongeveer 5 ton bieten. De moeilijkheid is, dat de bieten in de te vergelijken

kuilen een goede steekproef van hetzelfde universum moeten zijn. Willen we b.v. de invloed van verschillende oogstmethoden onderzoeken, dan wordt het perceel om die reden volgens een proefveldschema geoogst.

In het algemeen werden de kuilen op de grond aangelegd. Breedte aan de voet 2 m, hoogte vanaf de vloer van de kuil 1,50 m, lengte naar behoefte.

2.4.1 Bepaling van het rotverlies

Bij het opruimen van de kuilen werd het percentage rot bepaald door wegen of door schatten.

Bij de gewichtsbepaling werd het percentage rot bepaald uit het verschil in gewicht van de totale hoeveelheid bieten en het gewicht van de gezonde bieten + de gezonde delen van de aangetaste bieten.

Aangezien het uitsnijden van het rot uit aangetaste bieten zeer bewerkelijk is, werd het percentage rot of het percentage gezond in vele gevallen door schatting bepaald. De gezondheidstoestand van iedere biet werd uitgedrukt in een cijfer van 0 tot 10. 0 is geheel rot, 10 is geheel gezond. De som van deze cijfers gedeeld door het aantal bieten en dit getal vermenigvuldigd met 10 levert het geschatte percentage gezond van de partij. Bij vergelijking van de schattingsmethode met de gewichtsmethode, bleek, dat de schattingsmethode slechts kleine afwijkingen van de gewichtsmethode opleverde. Dit hoeft ook niet te verwonderen aangezien er naast geheel gezonde en geheel rotte bieten meestal slechts een relatief klein aantal halfrotte voorkomt. Bij eenvoudige proeven is de schattingsmethode daarom veel toegepast.

2.4.2 Verlies aan droge stof

De door de ademhaling van de gezond gebleven bieten verloren gegane hoeveelheid droge stof, werd berekend uit het vers gewicht en het droge-stofgehalte van de bieten bij het inkuilen en bij het uitkuilen, waarbij voor het rot een bepaalde correctie werd ingevoerd (zie 2.8.1). Voor nauwkeurige bepalingen was het nodig alle bieten schoon te poetsen en te wegen, waarna aan de hand van enkele monsters van 25 bieten het droge-stofgehalte werd bepaald. Vaak kon worden volstaan met het gemiddeld bietgewicht van de partij, zoals dat werd bepaald door weging van b.v. 1 000 schoon gepoetste bieten (16, 21, 26).

2.5 Onderzoek in smalle proefkuilen

Wanneer we de invloed van de milieu-omstandigheden waarin de bieten zijn gegroeid

willen onderzoeken, ligt het voor de hand, bieten afkomstig van proefvelden te gebruiken. Immers, de te vergelijken bieten mogen alleen verschillen in de te onderzoeken factor, b.v. N-bemesting. Bieten afkomstig van verschillende praktijkpercelen zijn meestal niet geschikt, aangezien we dan talloze onbekende factoren (ras, perceelsinvloeden enz.) binnen halen. Het gevolg is, dat we voor ons onderzoek slechts kleine hoeveelheden bieten ter beschikking hebben, zodat het niet mogelijk is grote proefkuilen op te zetten. Het is noodzakelijk alle te vergelijken monsters op volkomen gelijke wijze te bewaren.

2.5.1 Kuilmethode

Een goede methode om de onderlinge vergelijkbaarheid van de monsters te verzekeren is de aanleg van lange smalle proefkuilen zoals door het I.V.R.O. wordt toegepast bij het vergelijken van de houdbaarheid van verschillende rassen. Hierbij worden de monsters achter elkaar in een smalle kuil (greppel) bewaard. Een nadeel van deze methode is, dat ze afwijkt van de kuilbewaring in de praktijk. De bieten zijn in dergelijke smalle kuilen meestal beter houdbaar dan bij normale bewaring.

Wanneer men de kuil lang genoeg intact laat, treden meestal belangrijke verschillen in rotaantasting op, die een redelijke onderlinge vergelijking van de houdbaarheid mogelijk maken. Ter controle werd door het I.V.R.O. in enkele gevallen naast de kleine 'monsterkuil' een grotere kuil aangelegd, nagenoeg op praktijkschaal. De resultaten van beide typen kuilen waren goed met elkaar in overeenstemming. Bij ons onderzoek was eveneens enkele malen een dergelijke controle mogelijk (zie 3.2). Daarbij werd ook een behoorlijke overeenstemming gevonden.

2.5.2 Bewaarmonsters

In het algemeen hebben wij gewerkt met monsters van 100 bieten, die een goed gemiddelde vertegenwoordigen van het betrokken veldje van het proefveld.

Sommige buitenlandse onderzoekers (211) hebben gewerkt met monsters die uit 'gemiddelde bieten' bestonden. Bij de samenstelling van het bewaarmonster lieten ze de grootste en de kleinste bieten van het veldje buiten beschouwing, met de bedoeling de homogeniteit van het monster te vergroten. Wij hebben een dergelijke keuze nooit durven doen, omdat we er dan nooit zeker van zijn dat het monster ook het veldje goed vertegenwoordigt.

2.5.3 Tijdstip uitkuilen

Meestal is door middel van smalle proefkuilen alleen de houdbaarheid in de zin van

resistentie tegen rotting bestudeerd. In het voorjaar wordt de kuil daarom pas opgeruimd, wanneer in ernstige mate rot is opgetreden. Het meest geschikte tijdstip van uitkuilen is aangebroken wanneer de slechtst houdbare bieten reeds vrijwel geheel gerot en de best houdbare nog vrijwel geheel gezond zijn, omdat dan de verschillen in percentage rot zo groot mogelijk zijn.

Bij het opruimen werd het percentage rot soms bepaald volgens de 'gewichtsmethode' (zie 2.4.1), doch meestal volgens de 'schattingsmethode' (zie 2.4.1).

2.6 Onderzoek in koelcellen

Bij het onderzoek van de verschillende factoren die de bewaarmethode karakteriseren, zoals bewaartemperatuur, vochtigheid van het milieu enz. werd gewerkt in kunstmatig gekoelde cellen, dus onder zoveel mogelijk geconditioneerde omstandigheden. In verband met de beschikbare plaatsruimte en de noodzaak de hoeveelheid werk te beperken, werd gewerkt met bewaarmonsters van 100 bieten, die apart in kisten werden bewaard. Op deze wijze is o.a. nagegaan of er verband was tussen de werking van verschillende bemestingen en b.v. de temperatuur waarbij de bieten werden bewaard.

Bij het onderzoek in koelcellen werden de bieten in het algemeen zorgvuldig schoongepoetst en individueel gewogen en genummerd. Na de bewaring werd het rotverlies van iedere biet bepaald door uitsnijden van het rot en wegen van het overgebleven gezonde deel. Meestal werd ook het door de ademhaling ontstane verlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten bepaald (zie ook 2.4.2) (12, 15, 26).

2.7 Ademhalingsonderzoek

Op grond van de onder 2.1 en 2.2 vermelde overwegingen en feiten werd ook bij het ademhalingsonderzoek gewerkt met grote bewaarmonsters van 100 tot 150 bieten.

De eenvoudigste methode om van dergelijke grote partijen bieten de ademhalingsintensiteit – de CO_2-produktie en O_2-opname – te meten, bestaat in het bewaren van de bieten in een gesloten ruimte, waardoor een luchtstroom wordt geleid van bekende sterkte en samenstelling. Uit de hoeveelheid doorstromende lucht en uit het verschil in samenstelling van de in- en uitstromende lucht kan dan de ademhalingsintensiteit worden berekend.

Zoals uit oriënterend onderzoek bleek (13) en uit de literatuur bekend is (56, 75, 76, 203), is het hierbij van groot belang, dat de samenstelling, met name het CO_2-gehalte, van de lucht in de bewaarruimte constant blijft. De hoeveelheid in het bietenweefsel (celvocht) vastgehouden CO_2 staat n.l. in evenwicht met het CO_2-gehalte van de omringende lucht. Stijgt gedurende de bewaarperiode het CO_2-gehalte van de omringende lucht, dan stijgt ook het gehalte in de biet, m.a.w. niet alle geproduceerde CO_2 wordt

aan de lucht afgegeven, hetgeen o.a. tot uiting komt in een te laag ademhalingsquotient CO_2/O_2. Iets dergelijks treedt niet op bij O_2, dat vrijwel niet in het celvocht wordt vastgehouden.

Het is daarom noodzakelijk, een constant CO_2-gehalte in de lucht van de bij dit onderzoek gebruikte ademhalingsvaten te handhaven. Hierbij stelt zich n.l. een evenwicht in tussen de CO_2-concentratie in de bieten en in de omringende lucht, zodat de geproduceerde CO_2 volledig wordt afgegeven. Uit metingen van het ademhalingsquotient, dat bij bieten normaal 1 is, – immers suiker wordt verbrand tot CO_2 en H_2O waarbij evenveel O_2 wordt opgenomen als CO_2 afgegeven – kon worden nagegaan, dat het evenwicht meestal reeds na 48 uur was ingetreden.

FIG. 8 Ademhalingsvat met ventilatie-apparatuur. De pijlen geven de richting van de luchtstroom aan

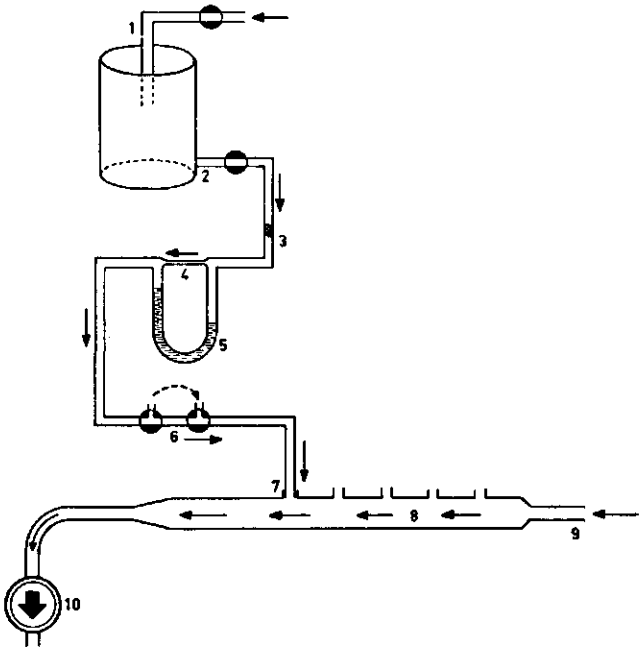


FIG. 8 *Respiration container with ventilation apparatus. The arrows indicate the direction of the air-current*

1. toevoerbuis / *inlet*
2. afvoerbuis / *outlet*
3. reinigingsprop / *plug for purification of air*
4. capillair / *capillary*
5. venturimeter / *venturimeter*
6. drieweg kraantjes / *three-way cocks*
7. regelbaar naaldventiel / *regulation tap*
8. aanzuigbuis met regelbare naaldventielen / *suction tube with regulation taps*
9. inlaatventiel met constante onderdruk / *inlet valve with constant low pressure*
10. vacuumpomp / *vacuum pump*

FIG. 6 Opstelling van de ademhalingsvaten in de koelcel bij 5°C

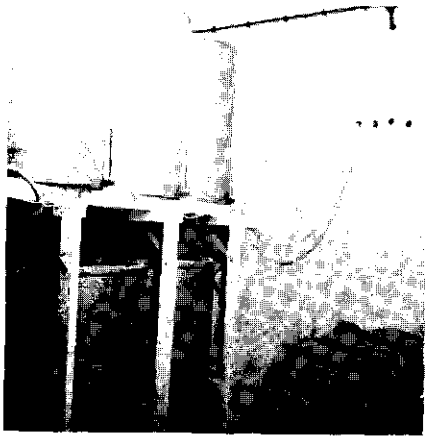


FIG. 6 *Arrangement of the respiration containers artificially cooled at 5°C.*

FIG. 7 Overzicht van de werkruimte

FIG. 7 *Survey of the work-room*

Het CO_2-gehalte van de lucht werd gemeten met een Orsat apparaat (227) ook wel 'haldane-gas analyser' genoemd (149). Het CO_2-gehalte van de lucht in de ademhalingsvaten werd op 2% CO_2 gehandhaafd. Dit werd bereikt door de sterkte van de doorgevoerde luchtstroom dagelijks bij te regelen.

Het CO_2-gehalte van 2% werd enerzijds gekozen omdat dit met ons Orsat apparaat voldoende nauwkeurig gemeten kon worden en anderzijds omdat bleek, dat de houdbaarheid van de bieten door dit CO_2-gehalte nog niet in ernstige mate ongunstig werd beïnvloed.

Voor ons onderzoek hadden wij een stel van 24 gasdichte ijzeren vaten ter beschikking, met een inhoud van 400 liter. 8 van deze vaten waren geplaatst in een koelcel bij 2°C, 8 bij 5°C en 8 bij 7°C. De bewaarmonsters werden gedurende het gehele bewaarseizoen in deze vaten bewaard (zie fig. 6).

In fig. 8 is een schema weergegeven van een ademhalingsvat met ventilatie apparatuur. Er is uitsluitend gewerkt met ventilatie die door aanzuigen van lucht verkregen werd. Het voordeel hiervan is, dat in de vaten de luchtdruk vrijwel gelijk is aan die van de buitenlucht, zodat eventuele kleine lekjes geen storende invloed uitoefenen. Immers bij aanzuigen door de afvoerbuis 2 kan de lucht direct vrij toetreden door de toevoerbuis 1. Zou onverhoopt lucht toetreden – door b.v. een lekje in de dekselsluiting – dan is dit niet ernstig, aangezien de metingen daardoor niet beïnvloed worden. Wanneer we zouden ventileren door lucht door de vaten te persen, dan zou door een dergelijke lek CO_2 kunnen ontsnappen, waardoor fouten in de metingen zouden optreden.

Bij ieder vat werd dagelijks het CO_2- en O_2-gehalte van de in- en uitstromende lucht en de doorstroomsnelheid van deze lucht gemeten. Aan de hand van het gevonden CO_2-gehalte werd de doorstroomsnelheid dagelijks zonodig iets gewijzigd. Op deze wijze kon het CO_2-gehalte van de uitstromende lucht behoorlijk op 2% met een afwijking van $\pm$ 0,1% gehandhaafd worden.

2.8 Berekening van de verliezen

2.8.1 Verlies door rot

Het percentage rot wordt bepaald door wegen (zie 2.4.1) en betrokken op de uitgekuilde hoeveelheid bietenmasssa, bestaande uit gezonde plus rotte plus aangetaste bieten. Het op deze wijze bepaalde rotverlies sluit het beste aan bij het begrip 'rotverlies' in de praktijk, omdat het aangeeft hoeveel procent van de nog aanwezige bietenvoorraad is gerot.

Toch is het op deze wijze berekende rotverlies niet geheel juist, omdat gerotte bieten gemiddeld minder wegen dan ze gewogen zouden hebben wanneer ze niet

gerot waren. Om een inzicht te krijgen in het gewicht en het gedrag van het rotte weefsel in verband met het niet rotte bietenweefsel, werd nagegaan hoe de gewichtsverandering tijdens de bewaring van gedeeltelijk rotte bieten staat tot die van gezonde en totaal rotte bieten. Dit kon geschieden met die bewaarmonsters van het onderzoek in koelcellen, waarvan de bieten bij het inbrengen, bij het opruimen en na het afsnijden van het rot individueel gewogen waren.

De bieten van een monster werden verdeeld in groepjes met hetzelfde schattingscijfer voor rotaantasting. Van deze groepjes van bieten werd het gewicht bij opruimen berekend in procenten van het gewicht bij inbrengen. Deze percentages werden uitgezet tegen het % rot bij uitkuilen zoals hiervoor gedefinieerd. Dit werd voor zeer veel bewaarmonsters gedaan. Op deze wijze ontstonden figuren die alle vrijwel hetzelfde verloop hadden. In fig. 9 is de samenhang weergegeven tussen de rotaantasting en de gewichtsverandering van de bieten voor het object: Ras Corona, droog bewaard in dichte kist zonder grond in cel van 3,5°C.

FIG. 9 Invloed van de rotaantasting op de gewichtsverandering van bieten tijdens de bewaring
y-as: gewicht van de gezonde plus de aangetaste plus de rotte bieten aan het eind in procenten van het gewicht van de verse massa aan het begin
x-as: rot in gewichtsprocenten van het totale gewicht bij opruimen

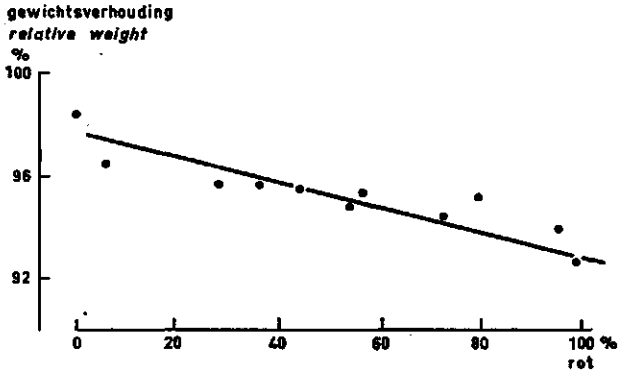


FIG. 9 *Influence of rot infection on the change in weight of beets during storage*
y-axis: weight of the healthy + infected + rotten beets at the end, expressed in percentages of the weight of the fresh beets at the beginning
x-axis: rot in percentages by weight of the total weight at the end

We zien in fig. 9 dat de gewichtsdaling van de bieten groter was naarmate ze voor een groter deel gerot waren. Berekenen we door de punten van fig. 9 een rechte lijn, dan kunnen we hieruit afleiden, dat het gewicht van het rotte weefsel in % van het inbrenggewicht van de gerotte bieten 0,95 (= zgn. 'rotfactor') maal het gewicht van het gezond weefsel is, ook weer uitgedrukt in % van het inbrenggewicht. Deze berekening werd voor zeer veel monsters bij verschillende bewaarmethoden uitgevoerd. Steeds bleek de 'rotfactor' ongeveer 0,95 te bedragen, schommelend tussen 0,92 en

0,98. Rotte of gedeeltelijk rotte bieten wegen dus iets minder dan ze gewogen zouden hebben wanneer ze niet gerot waren.

Dit betekent, dat als we b.v. 100 kg gezonde plus aangetaste plus rotte bieten uitkuilen en het gewicht van het gezonde deel is 60 kg en van het rot 40 kg, dan is volgens onze definitie het rotverlies 40%. Wanneer er geen rot was opgetreden zouden we echter niet 100 kg (60 + 40) doch 102,1 (60 + 100/95 × 40) kg bieten uitgekuild hebben. Van deze 102,1 kg is slechts 60 kg gezond gebleven. Het rotverlies is dus eigenlijk 41,1%. Wanneer we uitgaan van de inkuilgewichten van de bieten komen we tot dezelfde conclusie.

Aangezien de 'rotfactor' een vrij constante grootheid is, die bovendien dicht bij de waarde 1 ligt hebben we het rotverlies gemakshalve toch steeds uitgedrukt in % van het totale uitkuilgewicht.

Hiernaast doet zich nog een andere moeilijkheid voor bij de berekening van de hoeveelheid droge stof die is verloren gegaan door rotting. Bij deze berekeningen wordt steeds stilzwijgend aangenomen, dat de bieten die min of meer gerot zijn, oorspronkelijk gemiddeld eenzelfde droge-stofgehalte hebben gehad als de bieten die gezond zijn gebleven. Wanneer dit zo is, mogen we het rotverlies in % van de verse massa gelijk stellen aan het rotverlies in % van de droge massa.

Het is echter niet geheel uitgesloten, dat bij voorkeur b.v. de lagergehaltige bieten uit een partij het eerste rotten. Wanneer dit het geval is, zal het door de rotting veroorzaakte droge-stofverlies procentueel wat kleiner zijn dan het vers verlies.

Het is niet waarschijnlijk, dat een dergelijk bij voorkeur rotten van de lager- of de hogergehaltige bieten van een partij in belangrijke mate zal optreden. Bij uitgebreid onderzoek van de samenhang tussen de minerale samenstelling en het rotten van de bieten, bleek het droge-stofgehalte van de bieten niet van belang te zijn (27). Verder werd bij onderzoek van het verloop van het rotverlies gedurende de bewaring, geen duidelijke samenhang gevonden tussen de grootte van de bieten en het totale verlies door rot, hoewel grote bieten in het algemeen toch een wat lager droge-stofgehalte hebben dan kleine. Tenslotte wordt ook uit het feit, dat er geen verschil in spreiding van het droge-stofgehalte van de bietenmonsters van een kuil voor en na de bewaring kon worden aangetoond – deze spreiding is na de bewaring eerder groter dan kleiner geworden – waarschijnlijk, dat niet in hoofdzaak de bieten met het laagste (of die met het hoogste) droge-stofgehalte zijn gerot.

Al is onze berekening van het door rotting opgetreden droge-stofverlies in principe een benadering, zeker is deze benadering voor onze praktische vergelijking van de droge-stofverliezen voldoende bruikbaar.

2.8.2 Ademhalingsverlies aan droge stof

Met ademhalingsverliezen worden bedoeld de verliezen aan droge stof, suiker en

misschien ook water, die tijdens de bewaarperiode optreden als gevolg van de levensprocessen in de gezonde bieten. Verliezen door rotting worden hierbij dus buiten beschouwing gelaten.

Het ademhalingsverlies aan droge stof van een partij bieten kunnen we eigenlijk alleen nauwkeurig berekenen, wanneer in die partij geen rot is opgetreden. Uit het gewicht en het droge-stofgehalte van de bieten bij het begin en bij het eind van de bewaarperiode is dan het verschil in kg droge stof voor en na de bewaring en dus het droge-stofverlies eenvoudig te berekenen. Het gevonden verlies aan droge stof kan dan niets anders zijn dan het ademhalingsverlies aan droge stof.

Om het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten te berekenen, wanneer er rot in de partij is opgetreden, moeten we weten hoeveel de gezond gebleven bieten bij het begin en bij het eind van de bewaring wogen. In vele gevallen is het echter gemakkelijker te bepalen hoeveel de partij bieten woog bij het begin van de bewaring en hoeveel ze aan het eind gewogen zou hebben wanner er geen rot was geweest.

Bij de proeven in de koelcellen (zie 2.6), waarbij de bieten voor en na de bewaring individueel werden gewogen, was het gewicht van de gezond gebleven bieten voor en na de bewaring bekend en kon dus ook het ademhalingsverlies aan droge stof eenvoudig berekend worden. In veel andere gevallen, o.a. bij de proeven op praktijkschaal, waren de bieten echter niet individueel gewogen en kon dus achteraf niet worden gezegd hoeveel de nog gezonde bietenmassa oorspronkelijk had gewogen. Om toch in deze gevallen een redelijke berekening van de ademhalingsverliezen te kunnen maken, is uitgegaan van het totale verse gewicht van de bieten bij inkuilen en van het gewicht bij uitkuilen, dat gevonden zou worden, wanneer er geen rot was opgetreden. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de uit de proeven in de koelcellen gevonden gemiddelde 'rotfactor' (zie 2.8.1) van 0,95. Ter controle van deze methode werd bij een aantal proeven in de koelcellen het ademhalingsverlies berekend op basis van het verse gewicht van de gezond gebleven bieten voor en na de bewaring, vergeleken met het ademhalingsverlies berekend op basis van de totale gewichten van de monsters bieten voor en na de bewaring met gebruik maken van de 'rotfactor'. Het bleek, dat de volgens deze twee methoden berekende ademhalingsverliezen vrijwel gelijk waren.

Toch kunnen tegen het op deze wijze berekenen van de ademhalingsverliezen enkele bedenkingen worden aangevoerd. Op de eerste plaats is het niet geheel zeker, dat de monsters voor de bepaling van het droge-stofgehalte aan het einde van de bewaarperiode, voldoende representatief zijn voor de gehele partij bieten. Deze monsters zijn n.l. niet getrokken uit de hele collectie van het bewaarmonster, doch slechts uit de overgebleven gezonde bieten. Het is daarom de vraag in hoeverre ze een afspiegeling vormen van het droge-stofgehalte van de partij 'wanneer geen rot opgetreden zou zijn.'

Op grond van de in 2.8.1 vermelde overwegingen is het echter onwaarschijnlijk, dat hieruit belangrijke fouten zullen voorkomen, zeker niet wanneer er niet veel rot is opgetreden.

Ook de door ons berekende 'gemiddelde rotfactor', die wat hoger of wat lager kan uitvallen dan de aangenomen gemiddelde waarde van 0,95, is een bron van onnauwkeurigheid. Aangezien de factor echter slechts weinig afwijkt van 1, zal ook deze onnauwkeurigheid geen belangrijke fouten veroorzaken.

In het algemeen mag het door ons berekende ademhalingsverlies als een zeer redelijke schatting van het werkelijke ademhalingsverlies worden beschouwd. Dit is zeker het geval wanneer er minder dan 25% rot is opgetreden.

2.9 Statistische analyse

In een aantal gevallen is de invloed die een aantal factoren gezamenlijk op de houdbaarheid uitoefenen weergegeven door meervoudige regressie. De berekeningen werden onder leiding van de heer C. A. Hoveyn uitgevoerd door de afdeling proeftechniek en statistiek van het Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen.

Bij een meervoudige regressie analyse denkt men zich een variabele Y, b.v. opbrengst, afhankelijk van enige andere variabelen A_j ($j = 1,2, \ldots . p$) b.v. pH, K-getal e.d. De variabele Y noemt men de te verklaren variabele en de variabelen A_j de verklarende variabelen. Er wordt verondersteld dat de variabelen A_j onafhankelijk zijn van Y en tevens dat Y wel afhankelijk is van A_j. Op grond van zekere verwachtingen omtrent de aard van de afhankelijkheid wordt een gezelschap van verklarende variabelen A_j gekozen. Men komt zo tot een lineair model dat uitdrukt, dat gemiddeld:

$$Y = x_0 + x_1A_1 + x_2A_2 + \ldots x_jA_j + \ldots x_pA_p$$

waarin $x_0 \ldots x_p$ regressiecoëfficiënten zijn.

De variabelen A_j kunnen uit elkaar afgeleid zijn, b.v. $A_6 = (A_2)^2$, of $A_6 = A_2 . A_4$ of ook $A_6 = \log A_2$, teneinde een niet lineaire samenhang van Y met A_j op te kunnen sporen.

Het doel van de statistische analyse is nu:

A Die variabelen A_j uit het bovenstaande model te selecteren die inderdaad samenhangen met Y, behoudens een te voren vastgesteld risico dat een variabele ten onrechte wordt gehandhaafd. Dit wordt het oplossingsgezelschap genoemd.

B Het risico op onjuistheid, P%, te bepalen dat behoort bij de veronderstelling dat de variabele A_j inderdaad in het oplossingsgezelschap thuis hoort. Dit risico wordt dus voor ieder van de variabelen, die in het oplossingsgezelschap voorkomen, afzonderlijk bepaald. Het wordt weergegeven in de klassen $\leq 0,1$; 1 — 0,1; 2,5 — 1; 5 — 2,5; 10 — 5; 25 — 10 en > 25.

C Berekenen van de beste schattingen van de regressiecoëfficiënten, eventueel ook van de regressieconstante en van de multipele correlatiecoëfficiënt R. Hier stelt 100 R^2 het percentage van de totale variatie van Y dat door de A_j 'verklaard' wordt voor.

2.9.1 Analysemethode

De selectiemethode die bij deze meervoudige regressie analyse gebruikt is, is afkomstig van NIELEN (165). Het model wordt beschouwd voor n series van waarnemingen, waarbij het aldus geschreven kan worden:

$$Y_i = x_0 + x_1 A_{i1} + x_2 A_{i2} + \ldots x_j A_{ij} + \ldots x_p A_{ip} + \varepsilon_i.$$

waarin $i = 1, 2 \ldots n$; $n \gg p$ en ε een stochastische variabele is.

Er wordt aangenomen dat ε normaal verdeeld is met gemiddelde 0 en standaardafwijking σ. Op grond hiervan geldt, als $\hat{\varepsilon}_1$ de schatting van ε_1 voorstelt:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2}{n - p - 1} = \text{zuivere schatting voor } \sigma^2 = \text{toetsvariantie}$$

De analyse methode omvat de volgende stappen:

1 Bepalen van de restvariantie van het model met p variabelen A_j d.i. de toetsvariantie.

2 Bepalen van restvarianties van p modellen waarin telkens één van de A_j ontbreekt. Ieder van deze modellen heeft dus $p - 1$ variabelen A_j uit het aanvankelijk gekozen gezelschap.

3 Is een van de onder 2 beschouwde restvarianties kleiner dan de toetsvariantie dan wordt het daarbij behorende model beter geacht dan het oorspronkelijke. Dit komt neer op het criterium dat de toetsingsgrootheid $F > 1$ moet zijn.

4 De stappen 2 en 3 worden herhaald met modellen die telkens één variabele A_j minder hebben totdat in geen enkel model meer een restvariantie voorkomt die kleiner is dan de toetsvariantie. Het gezelschap van variabelen A_j, dat voorkomt in het model met de kleinste van alle gevonden restvarianties, wordt het oplossingsgezelschap genoemd. Wanneer n niet veel groter is dan p, dan is in deze procedure niet het criterium $F > 1$ gebruikt, maar $F >$ rechter 25% punt van de F verdeling.

5 In het model van het oplossingsgezelschap worden de diverse risico's (zie 2.9 punt B) bepaald en de beste schattingen berekend (zie 2.9 punt C) van de regressiecoëfficiënten.

6 Laten er van de p variabelen A_j s bij de selectie in het oplossingsgezelschap overgebleven zijn. Noem nu:

$P = (n - s - 1) \times$ restvariantie van het oplossingsgezelschap.

$Q = (n - 1) \times$ variantie van de oorspronkelijke Y_i.

Dan is $100\, R^2\% = \dfrac{100\,(Q - P)}{Q}$ % verklaard,

waarin R de meervoudige correlatiecoëfficiënt is. Of ook noem $\hat{Y}_i$ de uit het oplossingsgezelschap berekende waarde voor Y_i dan is R de gewone correlatiecoëfficiënt van Y en $\hat{Y}_i$.

2.9.2 Consequenties bij de interpretatie

Uiteraard kunnen er in het oplossingsgezelschap geen variabelen voorkomen die in het oorspronkelijke gezelschap ontbraken. De oplossing die gevonden wordt voor een bepaald geval is dus afhankelijk van de aanvankelijke keuze van variabelen A_j.

Verder behoeft het uitvallen van een variabele A_j bij de selectie nog niet te betekenen dat zo een variabele geen samenhang met Y vertoont, maar alleen dat de samenhang vermoedelijk niet sterk lineair is.

Het is dus zeer goed denkbaar dat er in het te onderzoeken materiaal samenhangen voorkomen die niet ontdekt worden, of waarvan een verwrongen beeld is verkregen. Aan de andere kant is het praktisch bezwaarlijk om zeer veel variabelen A_j in het oorspronkelijke gezelschap op te nemen.

Het is bij de interpretatie van gevonden uitkomsten van belang dat men zich van de bovenstaande punten rekenschap geeft. Voorts gelden de regressiecoëfficiënten alleen binnen het waarnemingengebied. Extrapoleren van uitkomsten is dus ontoelaatbaar. Men vermijdt fouten in dit opzicht door maximum en minimum van de waarnemingsreeksen in het oog te houden.

Men dient ook te letten op de enkelvoudige correlatiecoëfficiënten van de variabelen A_j onderling; te hoge correlaties tussen de A_j leiden tot moeilijkheden bij de analyse, zowel als bij de interpretatie.

2.10 Discussie

Bij de door ons toegepaste methoden van onderzoek in de koelcellen en in de smalle proefkuilen, moeten we de bieten soms zeer lang bewaren om duidelijke verschillen in rotaantasting te vinden. Op deze wijze zijn bepaalde aspecten van de invloed van de bemesting op de houdbaarheid naar vorengekomen. De betekenis van onze cijfers voor de praktijk is echter moeilijk aan te geven.

Ongetwijfeld zijn de gevonden verschillen in rotaantasting niet geschikt om er een rentabiliteitsberekening van b.v. de K-bemesting op te baseren, immers bij normale bewaring in de praktijk zouden misschien geen der onderzochte bieten zijn gaan rotten, of zouden ze veel minder zijn gerot. De kennis van de gevonden samenhangen is in hoofdzaak van belang wanneer men bij bewaring – zoals gebruikelijk – tot 1 april geregeld met veel rotverlies te kampen heeft.

Uit vergelijking met het onderzoek op praktijkschaal staat wel vast, dat de meeste factoren bij de bewaring in de praktijk op dezelfde wijze werken als bij de bewaring in de koelcellen of smalle proefkuilen, zoals b.v. de bewaartemperatuur, de wijze van koppen, de oogsttijd enz.

Een belangrijke factor, die bij ons onderzoek vrijwel volledig buiten beschouwing is gebleven, is de neiging tot broei. Bij onze methode van onderzoek zijn de partijen

bieten n.l. te klein en is de koeling te groot om het mogelijk te maken dat de temperatuur van de bieten hoog oploopt. Voor zover er monsters bieten waren met een grote neiging tot zelfverwarming, is deze neiging door de bewaarmethode volledig onderdrukt. Alleen uit het ademhalingsonderzoek in de ademhalingsvaten hebben we enig idee omtrent de invloed van de bemesting op de zelfverhitting van de bieten, n.l. via de berekende CO_2-produktie.

Voor de bewaring in de praktijk hoeft dit gebrek aan kennis echter niet gevaarlijk te zijn, aangezien de boer toch zijn kuil geregeld dient te controleren – o.a. de temperatuur bepalen – en dan de dikte van het gronddek aan de omstandigheden hoort aan te passen.

Bij ons onderzoek naar de invloed van verschillende milieufactoren tijdens de bewaring zoals temperatuur en vochtigheid en bewaarduur (26) hebben wij geen duidelijke interacties gevonden tussen de werkingen van deze factoren en de bemestingsvariaties. Zo is er bij de in 4.2.2 (tabel 15) nader te bespreken invloed van kali-bemesting geen samenhang tussen de bewaarmethode en de werking van de kali-bemesting. Ook bij de in 3.2 (fig. 12 en 13a en b) weergegeven invloed van de oogsttijd is de samenhang bij de smalle proefkuilen geheel in overeenstemming met die bij de praktijkkuilen. Verder bleek uit het verloop van de rottingsverliezen gedurende de bewaring (26), dat verschillen in houdbaarheid die aanvankelijk zeer gering zijn, duidelijker naar voren komen naarmate langer wordt bewaard. In verband hiermee lijdt het dan ook geen twijfel, dat de bij ons onderzoek gevonden samenhangen ook bij normale praktijkbewaring in het algemeen hun geldigheid behouden. Aangezien de praktijkbewaring meestal veel korter duurt, zullen die samenhangen in de praktijk echter niet zo duidelijk en zo veelvuldig tot uiting komen.

2.11 Samenvatting

De houdbaarheid van bieten werd onderzocht op praktijkschaal door grote partijen bieten in kuilen en in cellen met buitenluchtkoeling te bewaren op overeenkomstige wijze als ook in de praktijk gebeurt en op laboratoriumschaal door te werken met monsters van 100 bieten die op verschillende wijze werden bewaard.

In verband met de grote variatie in samenstelling van bieten werd nagegaan hoe bieten bemonsterd moeten worden. Het is steeds gewenst met grote hoeveelheden bieten en met vele en grote monsters te werken.

Bij kuilproeven op praktijkschaal werd er voor gezorgd dat de bieten in de te vergelijken kuilen gelijkwaardig waren. Het rotverlies werd bepaald door weging of door schatting. De bepaling van het ademhalingsverlies aan droge stof – waarmee wordt bedoeld het verlies aan droge stof tengevolge van de normale levensprocessen van de bieten – gebeurde meestal door bepaling van het gemiddelde netto bietgewicht en het gemiddelde droge-stofgehalte voor en na de bewaring.

In smalle proefkuilen werden grote aantallen bewaarmonsters van verschillende herkomst een bepaalde tijd op dezelfde manier bewaard. De gevonden verschillen in rotverlies werden als maat voor de houdbaarheid beschouwd.

In koelcellen werden gelijkwaardige monsters op verschillende wijzen bewaard.

De ademhalingsintensiteit van bieten tijdens de bewaring werd onderzocht door monsters bieten te bewaren in luchtdichte vaten, waardoor een bepaalde luchtstroom van bekende samenstelling werd geleid.

Het door ons berekende rotverlies is eigenlijk niet helemaal correct. Het is echter een gemakkelijk en bruikbaar begrip voor onze vergelijkingen.

De door ons berekende ademhalingsverliezen aan droge stof zijn in principe benaderingen, waarvan echter mag worden aangenomen, dat ze het werkelijke ademhalingsverlies vrij goed zullen weergeven, zeker wanneer er niet veel rot is opgetreden.

Hoewel bij ons onderzoek vaak afwijkende bewaarmethoden zijn toegepast, staat wel vast, dat de gevonden samenhangen in het algemeen bij de bewaring in de praktijk, hun geldigheid behouden.

3 TEELT- EN OOGSTMETHODE

Bij ons onderzoek naar de invloed van verschillende milieufactoren tijdens de bewaring (12, 15, 16, 17, 21, 26), bleek, dat door een goede bewaarmethode op zich zelf nog geen bewaring zonder verliezen gegarandeerd kan worden. In de praktijk zien we, dat sommige boeren, die hun bieten steeds zeer zorgvuldig behandelen, voorzichtig inkuilen, de temperatuur geregeld controleren en in verband daarmee de dikte van het gronddek regelen enz. toch vaak aanzienlijke verliezen door rot lijden. Het is praktisch meestal echter niet mogelijk zo zorgvuldig te werken en toch hebben de meeste boeren nooit rot van betekenis in hun bietenkuilen. Het is duidelijk, dat behalve de bewaarmethode ook andere factoren van belang zijn in verband met de houdbaarheid. Het is bekend, dat er verschillen in houdbaarheid bestaan tussen de verschillende rassen. Door het Instituut voor Rassenonderzoek van Landbouwgewassen worden deze rasverschillen jaarlijks in verhoudingscijfers vastgelegd en gepubliceerd in de Rassenlijst voor Landbouwgewassen.

In de praktijk leeft het besef, dat de houdbaarheid van de bieten beïnvloed wordt door de omstandigheden waaronder ze zijn gegroeid.

3.1 Zaaitijd

Op grond van praktijkervaring wordt door Terpstra (221) aangeraden de bieten vroeg te zaaien, teneinde de houdbaarheid ervan te verbeteren. Door vroeg zaaien kunnen bij sommige rassen echter aanzienlijke aantallen schieters ontstaan. O.a. bij het regionaal Conserbeta-onderzoek in Zeeland (84, 85) is gebleken, dat schieters in het algemeen aanzienlijk minder houdbaar zijn dan de niet doorgeschoten bieten. Heeft men veel schieters, dan verdient het aanbeveling ze apart te houden en het eerst op te voeren. Bij de huidige schieterresistente rassen treedt echter ook bij vroeg zaaien vrijwel geen schietervorming meer op, zodat wat dit betreft vroeg zaaien geen bezwaar meer behoeft te zijn.

Bij een in 1952/53 genomen proef (14) bleken de vroegst gezaaide bieten het beste houdbaar, zoals tabel 2 laat zien.

In het algemeen wordt door vroeg zaaien een betere 'rijping' (1.2.1) van het gewas in de herfst verkregen.

Volgens vele onderzoekers (1, 62, 150, 185, 212) zijn bieten beter houdbaar wanneer ze goed 'rijp' worden geoogst. Het is in het algemeen dus te verwachten dat door vroeg zaaien de houdbaarheid zal worden verbeterd.

TABEL 2 Verband tussen zaaitijd en houdbaarheid (% gezond) van Groenkragen en Barres voederbieten in 1952/53

Zaaitijd *Sowing-time*	Groenkraag	Barres	Gemiddeld *Average*
8 maart *8 March*	78	69	73
2 april *2 April*	66	60	63
23 april *23 April*	61	57	59
Gemiddeld *Average*	68	62	65

TABLE 2 *Relation between sowing time and keeping qualities (% healthy) of Groenkragen and Barres fodder beets in 1952/53*

Schijnbaar in strijd met deze conclusie, is het feit, dat bij de teelt van stekbieten eveneens een goed houdbaar produkt wordt verkregen, terwijl toch aanzienlijk later – n.l. in de tweede helft van mei – wordt gezaaid, dan bij de gewone bietenteelt. Bij de stekbietenteelt heeft men echter rond 400 000 planten per ha tegen 70 000 bij de gewone bietenteelt. Door deze zeer dichte stand wordt bij de stekbietenteelt een goede afrijping in het najaar verkregen. Bovendien geeft men slechts een derde tot de helft van de voor normale bietenteelt gebruikelijke N-gift om toch vooral geen geil gewas te krijgen. Verder worden stekbieten zo laat mogelijk geoogst (170).

Door vroeg zaaien wordt de groeiperiode verlengd. Behalve dat het gewas langer kan assimileren, wordt ook de voedselvoorraad van de grond – met name de N-voorraad – beter gebruikt. In het algemeen geven vroeg gezaaide bieten daarom een hogere opbrengst en tevens rijpere en beter houdbare bieten.

3.2 OOGSTTIJD

Wanneer 'rijpe' bieten beter houdbaar zijn dan 'onrijpe', ligt het voor de hand, dat in het algemeen door later oogsten de houdbaarheid zal worden verbeterd. Bij onze proeven bleek herhaaldelijk, dat laatgerooide bieten aanzienlijk minder rotten dan vroeg gerooide, zoals fig. 10 t/m 13 laten zien.

De bieten waren in 1951 afkomstig van onze proefvelden op lichte zandgronden op de Veluwe (22). Deze bieten hebben geen stalmest gekregen en werden matig met stikstof bemest, waardoor al vroeg een duidelijke afrijping is opgetreden, die zich uitte in ophouden van de vegetatieve groei en geel worden en afsterven van het loof, gepaard gaande met relatief hoge droge-stofgehalten van de bieten. Als gevolg van deze af-

FIG. 10 Invloed van de oogsttijd op de houdbaarheid (% gezond) van voederbieten in 1951/52, die tot 10 mei in een smalle proefkuil zijn bewaard. De bieten zijn afkomstig van bemestingsproefvelden op de Veluwe; ras Groenkraag C.B.

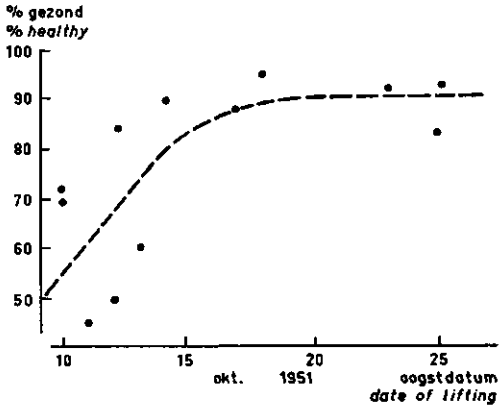


FIG. 10 *Influence of harvest-time on the keeping qualities (% healthy) of fodder beets in 1951/52, which have been stored in a narrow experimental clamp until May 10th. The beets came from fertilization-trial fields on the Veluwe; variety Groenkraag C.B.*

rijping is de samenhang duidelijk kromlijnig. De optimale oogstdatum was bereikt op 20 oktober, later oogsten gaf geen verbetering.

In fig. 11 wordt het resultaat weergegeven van een oogsttijdenproef met Barresbieten in 1957.

Deze bieten waren verbouwd op een laag gelegen perceel zandgrond, dat tot 1955 blijvend grasland is geweest. Doordat het een nat en koud perceel was kwamen de

FIG. 11 Invloed van de oogsttijd op de houdbaarheid van Barres bieten in 1957/58, die tot 19 juni in een smalle proefkuil werden bewaard

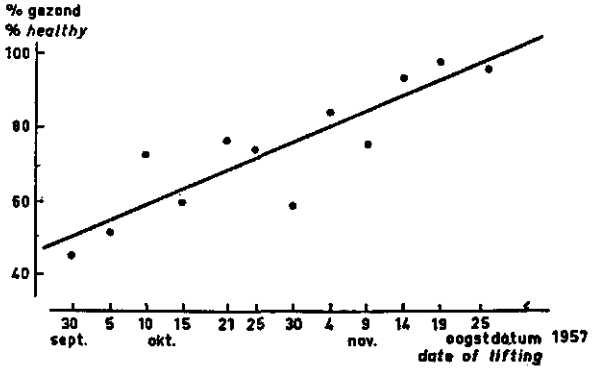


FIG. 11 *Influence of harvest time on the keeping qualities of Barres beets in 1957/58 which have been stored in a narrow experimental clamp until June 19th*

bieten in 1957 pas laat aan de groei. Het werd een typisch laat gewas, met een grote loofontwikkeling gedurende de gehele zomer en herfst. Voor een deel zal dit veroorzaakt zijn door de stikstof die nog lang door de verterende zode van het vroegere grasland is nageleverd. Verder werd de herfst van 1957 gekenmerkt door nat en warm, uitermate groeizaam weer. Bij het onderzoek van de verdeling van suiker in vaatbundel- en parenchymweefsel bij deze bieten, vond BOSMAN (48) gedurende de gehele oogstperiode vrijwel geen afrijpingsverschijnselen. Verder bleven zowel de verse opbrengst als de opbrengst aan droge stof van de bieten gedurende de gehele oogstperiode stijgen (47). Geheel in overeenstemming hiermee is de houdbaarheid van de bieten bij later rooien blijven toenemen tot de laatste rooidata in de tweede helft van november toe.

In fig. 12 en 13 wordt het resultaat weergegeven van bewaarproeven op uiteenlopende rivierkleigronden te Wessem.

FIG. 12a Invloed van de oogsttijd op de houdbaarheid (% gezond) van voederbieten in 1954/55, die tot 2 juli in een smalle proefkuil zijn bewaard. Bieten van diverse rassen afkomstig van verschillende praktijkpercelen te Wessem

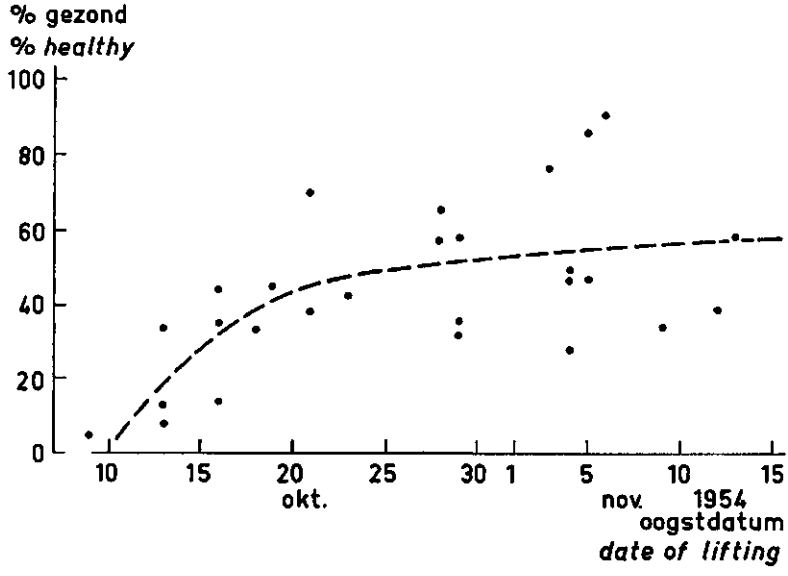


FIG. 12a *Influence of harvest time on the keeping qualities (% healthy) of fodder beets in 1954/55 which have been stored in a narrow experimental clamp until July 2nd. Beets of several varieties coming from different farm fields at Wessem*

Doordat de bieten, die voor deze proeven werden gebruikt van diverse rassen en van uiteenlopende praktijkpercelen afkomstig waren, vertonen de punten een zeer grote spreiding. Bovendien waren de praktijkkuilen onderling niet geheel vergelijkbaar.

FIG. 12b Invloed van de oogsttijd op de houdbaarheid (% gezond) van voederbieten in 1954/55, die tot 17 februari in normale praktijkkuilen zijn bewaard. Bieten afkomstig van dezelfde praktijkpercelen als die van fig. 12a.

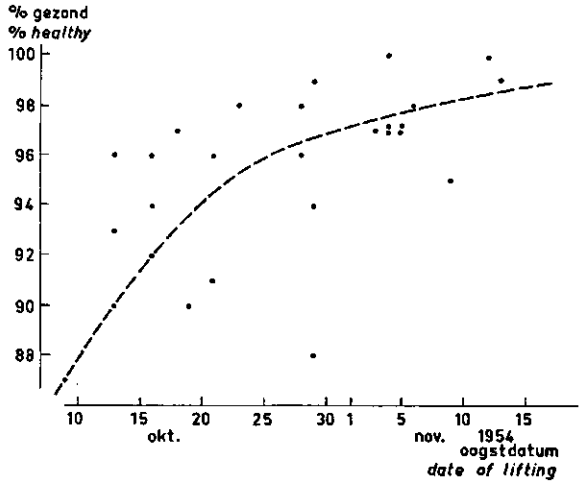


FIG. 12b *Influence of harvest time on the keeping qualities (% healthy) of fodder beets in 1954/55 which have been stored in ordinary practical clamps until February 17th. Beets came from the same farm fields as those in fig. 12a*

Toch komt ook in deze figuren tot uiting, dat vroeg oogsten ongunstig is voor de houdbaarheid. In verband met fig. 10 is de waarschijnlijke samenhang kromlijnig weergegeven. Gemiddeld is in beide jaren door oogsten na eind oktober geen duidelijke verbetering van de houdbaarheid meer verkregen. Bij vroeger oogsten was de houdbaarheid in vele gevallen echter aanzienlijk minder. Dit blijkt zowel uit de bewaring in onze smalle proefkuilen, als uit die in de gewone praktijkkuilen van de boeren. Zoals in 2.10 werd opgemerkt, wijst de goede overeenstemming van de conclusies uit de beide bewaarmethoden er op, dat door langdurige bewaring in een smalle proefkuil waardevolle resultaten voor de praktijk verkregen kunnen worden.

Bij de gevolgde werkwijze zijn de vroeg gerooide bieten langer bewaard dan de laat gerooide. Bovendien valt de tijd dat deze bieten langer zijn bewaard in de relatief warme herfstperiode van begin en midden oktober (29). Ongetwijfeld moet de slechte houdbaarheid van de vroeg gerooide bieten dan ook niet alleen worden toegeschreven aan hun onvoldoende rijp zijn, doch tevens aan het feit, dat ze langer en voor een deel gedurende een warmere periode zijn bewaard dan de laatgerooide. Welke factor de belangrijkste is kan uit ons onderzoek niet worden opgemaakt. Door vele onderzoekers (51, 62, 150, 212) wordt de rijpheid van de bieten belangrijk genoemd. Onrijpe bieten hebben een hoger eiwitgehalte en een grotere levensactiviteit, waardoor grotere ademhalingsverliezen aan suiker optreden en ook de bewaartemperatuur in

FIG. 13a Invloed van de oogsttijd op de houdbaarheid (% gezond) van voederbieten in 1955/56, die tot 19 juni in een smalle proefkuil zijn bewaard. Bieten van diverse rassen, afkomstig van verschillende praktijkpercelen te Wessem

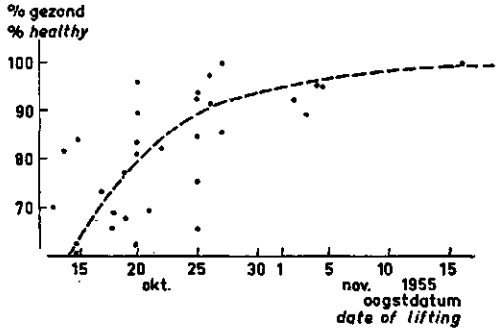


FIG. 13a *Influence of harvest time on the keeping qualities (% healthy) of fodder beets in 1955/56 which have been stored in a narrow experimental clamp until June 19th. Beets of various varieties from different farm fields at Wessem*

FIG. 13b Invloed van de oogsttijd op de houdbaarheid van voederbieten in 1955/56, die tot 10 april in normale praktijkkuilen zijn bewaard. Bieten afkomstig van dezelfde praktijkpercelen als die van fig. 13a

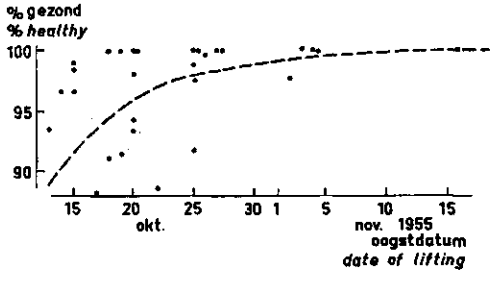


FIG. 13b *Influence of harvest time on the keeping qualities of fodder beets in 1955/56 which have been stored in ordinary practical clamps. Beets coming from the same farm fields as those of fig. 13a*

de hoop oploopt; allemaal factoren die de houdbaarheid van de bieten nadelig beïnvloeden.

Dat de rijpheid als zodanig een factor van betekenis zal zijn wordt uit ons onderzoek o.a. waarschijnlijk uit de gevonden invloed van de zaaitijd en uit het feit, dat een – als gevolg van te grote N-bemesting – te geil gewas minder goed houdbare bieten met een grotere ademhaling oplevert (zie 4.2.1). Waarschijnlijk zal de gunstige invloed van laat oogsten ten dele toegeschreven moeten worden aan de daaraan verbonden kortere bewaarperiode gedurende gunstiger omstandigheden en verder aan de betere afrijping van de laat geoogste bieten.

Aangezien, zoals bekend, de opbrengst aan droge stof van de bieten in het algemeen

toeneemt bij later oogsten, verdient laat oogsten in het algemeen aanbeveling.

Tenslotte zij opgemerkt, dat wij geen systematisch rassenonderzoek hebben verricht. Wij hebben gewerkt met bieten, die uit andere onderzoekingen ter beschikking kwamen, waardoor verschillende laag- en hooggehaltige bieten bij ons onderzoek betrokken zijn geweest. Wij hebben hierbij geen rasverschillen in verband met de afrijping en de houdbaarheid kunnen constateren. Vergeleken met suikerbieten zijn alle voederbieten laatrijp te noemen. Het is daarom waarschijnlijk, dat er wat betreft de afrijping in verband met de houdbaarheid weinig verschillen tussen de verschillende voederbietenrassen zullen optreden.

3.2.1 Bevriezing

Oogsten van de bieten na half oktober behoeft op zandgrond in het algemeen geen bezwaren te ontmoeten. Het gevaar van bevriezen van de nog als gewas te velde staande bieten is in het algemeen gering. Alleen uit het oogstjaar 1956 is ons bekend dat voederbieten als te velde staand gewas zijn bevroren. In dat jaar viel een flinke vorstperiode in op 21 november die voortduurde tot 25 november, waarbij de thermometer 's nachts daalde tot 5 à 8°C onder nul en ook overdag de temperatuur ruimschoots onder nul bleef. Door deze vier dagen aanhoudende flinke vorst, zijn de toen nog te velde staande voederbieten ernstig beschadigd, zoals fig. 14, 15 en 16 laten zien. De bieten van fig. 14, 15 en 16 werden gerooid na de vorstperiode, toen de vorst weer uit de grond en uit de bieten getrokken was. Na het rooien zijn ze ingekuild. Op 20 december werden enkele monsters bieten genomen en op 22 december werden de foto's gemaakt door de Plantenziektenkundige Dienst.

In fig. 14, 15 en 16 is te zien dat het ondergrondse deel van de voederbieten voldoende tegen de vorst beschermd is geweest. Het bovengrondse deel is echter sterk beschadigd. Door de ijsvorming in de biet zijn de buitenste vaatbundelringen los komen te liggen. Verder zal door vochtonttrekking een groot aantal cellen zijn gedood, hetgeen bij de sterk beschadigde biet van fig. 14 ernstiger geweest zal zijn dan bij de minder beschadigde van fig. 16.

Hoewel de vorstbeschadiging nog niet zodanig was dat de bieten direct na het ontdooien wegrotten – aan de buitenkant was een maand na de vorstperiode meestal zelfs helemaal geen beschadiging te zien – was de houdbaarheid toch ernstig verminderd en moesten de na de vorst gerooide bieten spoedig worden opgevoederd. Een dergelijke aanhoudende koudeperiode tijdens de oogst van voederbieten komt slechts hoogst zelden voor.

Het risico van doodvriezen van de bieten als gewas in het veld is dan ook zeer gering, wanneer tenminste de oogst voor 15 november wordt afgesloten. Een matige bevriezing van de bieten, b.v. tijdens een strenge nachtvorst, waarbij slechts weinig ijs in de biet wordt gevormd, zal echter in vele jaren kunnen voorkomen. Uit praktijk-

FIG. 14 Voederbiet waarvan het bovengrondse deel bevroren is. *Droog* donkerbruin rot. Enkele losse vaatbundelringen. De biet zag er van buiten nog gezond uit

FIG. 14 *Fodder beet the overground part of which has been frozen. Dry dark-brown rot. A few loose vascular-bundle rings. The beet looked quite healthy from the outside*

FIG. 15 Bovenste deel van de voederbiet vertoont een typisch *droog* bruin rot. Van buiten zag de biet er nog volkomen gezond uit

FIG. 15 *The overground part of the fodder beet shows a characteristic dry brown rot. The beet looked quite healthy from the outside*

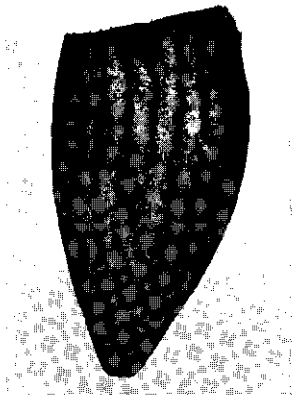


FIG. 16 Voederbiet die slechts licht beschadigd is door de vorst. In het bovenste deel van de biet zijn alleen de vaatbundelringen iets bruin verkleurd. Aan de kop van de biet laat de buitenste vaatbundelring los. De biet zag er van buiten nog volkomen gezond uit

FIG. 16 *Fodder beet lightly damaged by frost. In the overground part of the beet only the vascular-bundle rings have a slight brown discolouration. At the top of the beet the outer vascular bundle ring bark comes off. The beet looked quite healthy from the outside*

FIG. 17 Ter vergelijking met fig. 16–18, een volkomen bevroren (suiker)biet die tijdens de vorstperiode van 21 tot 24 november 1956 gerooid op het land heeft gelegen. Van binnen is de biet glibberig, het slijm druipt er af, (gevolg van aantasting door *Leuconostoc mesenteroïdes*)

FIG. 17 *For comparison with fig. 16–18, a completely frosted (sugar) beet which lay harvested in the field during the frost period of 21st until 24th November 1956. The beet is slimy inside, slime oozes out (the result of infection by* Leuconostoc mesenteroïdes)

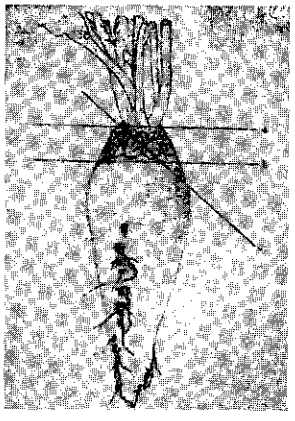


FIG. 18 Snijvlakken bij verschillende wijzen van koppen (zie tekst)
a) licht koppen
b) diep koppen
c) schuin koppen

FIG. 18 *Wound-surface with different way of topping (vide text)*
a) *light topping*
b) *deep topping*
c) *aslant topping*

ervaring is wel gebleken, dat een dergelijk binnendringen van de vorst in de kop van de biet volkomen onschadelijk is, wanneer men tenminste wacht met rooien tot de vorst weer uit de bieten en eventueel uit de grond is getrokken. De bieten worden blijkbaar eerder beschadigd wanneer er nog ijs in de biet aanwezig is.

Wanneer de bieten gerooid op het land liggen zijn ze zeer gevoelig voor vorst. Vooral de dunne wortelpunten zijn zeer gevoelig. Deze kunnen bij gerooid op het land liggende bieten tijdens een matige nachtvorst reeds doodvriezen en daardoor een begin van rotting vormen, waardoor de houdbaarheid ernstig wordt verminderd.

In november 1955 werden te Wessem een dag na een nachtvorst met een minimumtemperatuur van ongeveer —5°C van een aantal onbeschermd op het land liggende voederbieten een honderdtal bieten uitgezocht, die, voornamelijk op het staartstuk, blauwe plekken vertoonden als gevolg van bevriezen. In een smal proefkuiltje werd de houdbaarheid van die min of meer bevroren bieten vergeleken met die van bieten die meer beschermd hadden gelegen en waaraan geen enkel symptoom van vorstschade te zien was. Na een maand waren de duidelijk beschadigde bieten reeds volledig gerot terwijl de niet (zichtbaar) beschadigde bieten de gehele winter goed houdbaar bleven.

Moeten gerooide bieten op het land blijven liggen en bestaat er gevaar voor nachtvorst, dan is het noodzakelijk de bieten op hoopjes te gooien en deze hoopjes af te dekken. In het algemeen is het gevaar hiermee voldoende afgewend.

3.3 Standruimte

Uit vele proeven, in ons land o.a. van Dillewijn en Smeenk (77) en van Bosman (44, 45, 46), is bekend dat door een nauwere standruimte, dus door een groter aantal planten per ha, het droge-stofgehalte van de bieten toeneemt. Bij zijn onderzoek van de verdeling van suiker in de vaatbundelringen van de biet (1.2.1) vond Van de Sande Bakhuyzen, dat bieten uit randrijen of bieten die op open plekken in het gewas gegroeid waren, minder duidelijk afrijpen dan bieten die minder ruimte hadden. Ook bij het onderzoek van Bosman (48) kwam deze tendens naar voren.

Bieten die over een grote standruimte beschikken hebben daardoor een grotere voedselvoorraad (N) ter beschikking, groeien geiler en rijpen minder snel af dan bieten met een nauwere standruimte. De afrijping van de bieten zal in het algemeen worden bevorderd door een groter aantal planten per ha. Het is daarom te verwachten dat door een hoger plantaantal tevens de houdbaarheid van de bieten wordt bevorderd.

In overeenstemming met onze praktijkervaring, dat bieten van percelen met een groot aantal planten per ha in het algemeen goed houdbaar zijn, vond Hurwitz (mondelinge mededeling) bij zijn proeven in Israël dan ook, dat de bieten bij een groter aantal planten per ha beter houdbaar waren, dan bij een kleiner aantal. Zoals vermeld, moet de goede houdbaarheid van stekbieten eveneens grotendeels worden toege-

schreven aan de mede door een zeer groot aantal planten per ha verkregen goede afrijping van het gewas.

Toeneming van het aantal planten per ha heeft niet alleen verhoging van het drogestofgehalte en van de opbrengst aan droge stof van de bieten tengevolge, ook de houdbaarheid van de bieten wordt erdoor verbeterd.

3.4 Wijze van koppen

Bij het oogsten van bieten is het gebruikelijk het blad van de biet te scheiden, door het met een hakmes of schop af te snijden. Suikerbieten moeten diep gekopt worden, omdat een grote (groene) kop het rendement van de suikerfabricage ongunstig beinvloedt. Dit behoeft bij voederbieten niet. Teneinde de geproduceerde voederwaarde zoveel mogelijk te benutten, zou het het beste zijn de kop aan de biet te laten en het loof er af te draaien en apart op te voederen. Bij de oogst van de bieten en het loof is het echter handig de biet zodanig te koppen, dat het groene loof nog juist bij elkaar blijft. De winning van zindelijk loof wordt hiermee aanzienlijk vergemakkelijkt.

Wordt het loof niet vervoederd, dan is het het beste het loof juist boven de biet af te snijden, zodat de stukjes bladsteel nog op de biet blijven zitten en de biet zelf niet beschadigd wordt. Het blad kan dan op het land achterblijven als groenbemesting en is gemakkelijk onder te ploegen. Het loof met de hand afdraaien zou ook uitstekend zijn, doch dit is te bewerkelijk. Tenslotte is het, met in acht nemen van de nodige voorzorgen, ook goed mogelijk de bieten te bewaren met het loof er nog aan, zoals onder 3.4.2 nader wordt besproken. Wanneer het loof niet wordt vervoederd, zal deze wijze van werken in vele gevallen de meest aantrekkelijke zijn.

3.4.1 Diepte van koppen en verlies aan droge stof

Bielitzer (38) vond dat bij bewaring van licht, matig en diep gekopte suikerbieten in kuilen gedurende 39 dagen bij een buitentemperatuur van 0°C het totaal suikerverlies zich verhield als 1 : 3 : 7, terwijl de betrokken wond- (snee-) oppervlakken zich verhielden als 1 : 3 : 4,3. Het suikerverlies was dus aanzienlijk groter bij dieper koppen. Bij bewaring van suikerbieten mag dit er volgens Bielitzer echter niet toe leiden, de omgekeerde fout te maken, n.l. de bieten nog boven het begin de bladaanzetting van de nog frisse bladeren te koppen. Het gevolg zou zijn, dat reeds bij geringe temperatuurverhoging, nieuwe sterke spruiting zou optreden, hetgeen gepaard gaat met versnelde omzetting van saccharose in invertsuiker en dus met aanzienlijke vermindering van de sapkwaliteit. Volgens Bielitzer (38) ligt daarom voor de suikerfabrieken de gunstigste kopsnede ongeveer 1 cm onder de aanzet van de nog frisse bladeren, zó dat de kop 10% van het totale lichaam van de biet bedraagt. Bieten

die langere tijd bij ongunstige temperatuur bewaard moeten worden, moeten liever wat lichter gekopt worden n.l. net onder de aanzet van de nog frisse bladeren.

Volgens STROHMER (216) vertonen gewonde en gekwetste bieten – althans gedurende de eerste dagen – een grotere ademhalingsintensiteit. Dit zal ook het geval zijn bij diep gekopte bieten. STROHMER meent, dat gekopte suikerbieten minder houdbaar zijn dan ongekopte wanneer bij lage temperatuur (8 tot 12°C) wordt bewaard, omdat de laatste dan nog niet al te sterk gaan spruiten. Bij hogere temperatuur (18°C) kan door het sterke uitlopen van de ongekopte bieten de zaak echter omgekeerd worden en kunnen de gekopte de laagste verliezen te zien geven. STOUT (210) meent dat diep koppen het ademhalingsverlies vermindert doch het gevaar voor rotting vergroot.

In tegenstelling tot suikerbieten worden voederbieten lange tijd bewaard. Bij lange bewaring blijkt diep koppen eveneens nadelig te zijn, ook met het oog op het ademhalingsverlies aan droge stof. Weliswaar spruiten licht gekopte bieten sterker dan diep gekopte, doch op den duur verlopen de ademhalingsprocessen in de licht gekopte bieten toch gunstiger dan in de diep gekopte. Dit geldt als de bieten zo bewaard zijn dat ze kunnen spruiten, hetgeen o.a. betekent dat ze behoed moeten zijn voor sterke uitdroging (26).

Bij bewaring op praktijkschaal van gewoon gekopte bieten en bieten waarvan het loof was afgedraaid kregen wij de in tabel 3 weergegeven resultaten.

TABEL 3 Ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg oorspronkelijk in die bieten ingekuilde droge stof, bij bewaring in praktijkkuilen

Bewaard tot *Stored until*	Normaal gekopte bieten *Ordinarily topped beets*	Bieten met afgedraaid loof *Beets with the foliage twisted off*
21–2	6	7
1–3	13	11
2–3	15	9
10–5	24	19
22–5	20	15
Gemiddeld *Average*	16	12

TABLE 3 *Respiratory losses in dry matter of the healthy beets, in kg per 100 kg initially present dry matter in those beets, at storage in practical clamps*

Bij de lange bewaring is het droge-stofverlies van de niet gekopte bieten duidelijk geringer geweest dan van de normaal gekopte. In overeenstemming hiermee vonden WENNER en SCHULZ (mondelinge mededeling) zeer lage droge-stofverliezen in voederbieten die met het loof er nog aan werden ingekuild en tot half maart werden bewaard. Het droge-stofverlies bij de met loof ingekuilde bieten was slechts 2% van de oorspronkelijk in die bieten ingekuilde droge stof, terwijl het verlies bij de normaal

gekopte 15% bedroeg. WERNER en SCHULZ zoeken de verklaring hiervan in een afvoer van droge stof uit het verdrogende blad naar de biet. In verband met de resultaten van het onderzoek van NOVAK (168) en PRICE (179) moet een dergelijke suikerverplaatsing in zo grote hoeveelheden echter onwaarschijnlijk worden geacht. Een zelfde gunstig resultaat van inkuilen van voederbieten met het loof er nog aan is echter volgens WENNER en SCHULZ ook door andere Duitse onderzoekers verkregen, zij het ook met een minder groot verschil in droge-stofverlies tussen de beide bewaarmethoden.

In het algemeen zal bij langdurige bewaring het droge-stofverlies bij ongekopte bieten of bij bieten waarvan het loof is afgedraaid geringer zijn dan bij diep gekopte bieten.

Bij diep gekopte bieten is de kop onder het laatste bladlitteken afgesneden, waarmee de mogelijkheid tot spruiten grotendeels is weggenomen. Het is denkbaar dat dit een verstoring van de groeistofharmonie in de biet tengevolge heeft. Zoals we zagen in 1.2.2 is de werking van de koude en van de daglengte in de (actieve) groeipunten gelocaliseerd. Het is verder denkbaar dat dezelfde groeistoffen, die de spruiting te voorschijn roepen, de ademhalingsprocessen in de biet en daardoor de houdbaarheid beïnvloeden.

Om een inzicht te krijgen in de betekenis van de spruiting als zodanig, hebben wij de ademhalingsverliezen vergeleken van bieten die op verschillende wijze gekopt waren (fig. 18) n.l.:

a licht koppen, d.w.z. afsnijden vlak onder de nog op de kop van de biet zittende groene bladeren, waardoor een klein vaatbundelrijk wondvlak ontstaat en de biet nog een ruime gelegenheid tot spruiting heeft uit de okselogen van de oudere reeds afgestorven bladeren,
b diep koppen, d.w.z. afsnijden onder de oudste bladlittekens op de kop van de biet, waardoor een groot relatief vaatbundelarm wondvlak ontstaat met vrijwel geen mogelijkheid tot spruiting,
c schuin koppen, waardoor evenals bij diep koppen een groot vaatbundelarm wondvlak ontstaat terwijl aan een kant van de biet nog rijkelijk okselknoppen aanwezig blijven, zodat de mogelijkheid tot spruiting in ruime mate aanwezig blijft (fig. 18).

Verder werd het wondvlak wel of niet dichtgemaakt met entwas om binnendringen van schimmels en uitdrogen van het wondvlak zoveel mogelijk te voorkomen. De invloed van uitdroging van de bieten werd nagegaan door de bieten te bewaren in open lattenkisten en in dichte kisten (12, 15, 26). In de laatste waren ze in belangrijke mate beschermd tegen uitdrogen. De bewaring geschiedde in een koelcel bij 5°C.

Gemiddeld is het ademhalingsverlies aan droge stof het kleinste geweest bij de diep gekopte en het grootste bij de schuin gekopte bieten. De schuin gekopte en de diep gekopte bieten hebben beide een groot wondvlak, doch de laatste zijn niet gesproten. De afwezigheid van spruiten bij de diep gekopte bieten lijkt dus gunstig te zijn. In vergelijking hiermee zijn de schuin gekopte en de ondiep gekopte bieten beide in

TABEL 4 Verlies aan droge stof en water van de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg in die bieten oorspronkelijk aanwezige droge stof resp. water en spruiting in verhoudingscijfers, bij verschillende wijze van koppen en bewaren

	Wijze van koppen *Way of topping*	Gemiddeld *Average*	Bewaard in / *Stored in*		Entwasbehandeling[2] *Grafting-wax treatment*[2]	
			Lattenkist tot 11–6 *Slatted case until 11–6*	Dichte kist tot 24–7 *Closed case until 24–7*	Zonder *Without*	Met *With*
droge stof *dry matter*	ondiep/*light*	9,2	10,2	8,3	11,6	7,0
	diep/*deep*	7,6	6,5	8,6	7,1	8,0
	schuin/*aslant*	11,9	14,7	9,2	12,1	11,8
water *moisture*	ondiep/*light*	10,3	15,3	5,3	11,8	8,8
	diep/*deep*	9,6	14,0	5,2	10,3	9,0
	schuin/*aslant*	9,3	12,8	5,8	9,7	9,0
spruiting[1] *sprouting*[1]	ondiep/*light*	6	2	9	5	6
	diep/*deep*	0	0	0	0	0
	schuin/*aslant*	3	1	5	2	3

[1] 10 = zeer sterk gesproten, 0 = geen spruiting/*10 = much sprouting, 0 = no sprouting*

[2] zonder = geen entwasbehandeling
met = na het koppen werd het wondvlak in warme entwas (60°C) gedoopt, waardoor de wond met een laagje entwas is afgedekt

[2] *without = no treatment with grafting-wax*
with = after topping the wound is dipped in heated grafting-wax (60°C), thus closing it with a layer of grafting-wax

TABLE 4 *Losses in dry matter and moisture of the healthy beets in kg per 100 kg dry matter respectively moisture initially present in these beets and sprouting in appraised values at different ways of topping and storing*

beduidende mate gesproten, doch het wondvlak van de schuin gekopte is veel groter dan dat van de ondiep gekopte bieten en dit gaat samen met een groter ademhalingsverlies bij de schuin gekopte bieten.

Het lijkt er op, dat zowel een sterkere spruiting als een groter wondvlak hogere ademhalingsverliezen tengevolge hebben. Verder lijkt de ongunstige werking van de spruiting groter te zijn dan die van een groot wondvlak, immers, de ademhalingsverliezen van de ondiep gekopte bieten zijn gemiddeld groter dan die van de diep gekopte. Bij andere onderzoekingen (26) vonden wij echter steeds een samengaan van sterke spruiting met kleine ademhalingsverliezen aan droge stof. Zo gaf b.v. vochtige bewaring meer spruiting en een lager verlies aan droge stof dan droge bewaring. De gemiddeld geringe verliezen van de diep gekopte bieten zijn dus zeer opmerkelijk. Voor een deel kunnen ze een gevolg zijn van de wijze waarop de bietenbrij voor chemisch onderzoek werd gemaakt. Dit gebeurde n.l. door uitraspen van een overlangse sector. Vóór de bewaring werd de gehele partij bieten volledig bemonsterd,

TABEL 5 Verband tussen behandelen met entwas en bewaren in dichte of open kisten. Verder als tabel 4

	Wijze van bewaren *Way of storage*	Entwasbehandeling *Grafting-wax treatment*	
		Zonder *Without*	Met *With*
droge stof *dry matter*	open lattenkist *open slatted case*	11,8	9,2
	dichte kist *closed case*	8,8	8,7
water *moisture*	open lattenkist *open slatted case*	15,7	12,4
	dichte kist *closed case*	5,5	5,5
spruiting *sprouting*	open lattenkist *open slatted case*	0	2
	dichte kist *closed case*	5	5

TABLE 5 *Relation between a treatment with grafting-wax and storage in closed or open cases. See table 4*

waarna de verschillende bewaarobjecten werden gemaakt. Na de bewaring werd uit de gezond gebleven bieten van ieder object weer een sector geraspt. Bij de ondiep en bij de schuin gekopte bieten kwam in die sector ook een evenredig deel van de kop, doch bij de diep gekopte was dit deel eraf, zodat de kop na de bewaring niet meer in het monster voor chemisch onderzoek vertegenwoordigd was. Aangezien de kop van de biet een wat lager droge-stofgehalte heeft dan de rest, zullen we een relatief te hoog droge-stofgehalte gevonden hebben van de diep gekopte bieten na de bewaring en dit resulteert in een te laag berekend ademhalingsverlies aan droge stof.

Verder is uit onderzoekingen van PACK (174), STOUT (211) en VAJNA (232) bekend, dat de tophelften van bieten een grotere ademhalingsintensiteit hebben en grotere suikerverliezen vertonen tijdens de bewaring dan de onderhelften (26). De aanwezigheid van de kop zal dus het ademhalingsverlies van de biet als geheel verhoogd hebben bij de ondiep gekopte bieten, vergeleken met de diep gekopte.

Het is nu interessant, dat de diep gekopte bieten niet in alle gevallen lagere ademhalingsverliezen gaven dan de ondiep gekopte. Blijkens tabel 4 gaven de zeer sterk gesproten ondiep gekopte bieten in de dichte kisten een iets lager droge-stofverlies dan de op dezelfde wijze bewaarde niet gesproten diep gekopte bieten. Hetzelfde geldt bij de met entwas behandelde bieten. Vergeleken met diep koppen heeft ondiep koppen dus het kleinste ademhalingsverlies aan droge stof gegeven in die gevallen, waarin de mogelijkheid tot spruiting, die in de licht gekopte bieten ruim aanwezig was,

door de aard van de bewaring ook geëffectueerd kon worden. In die gevallen is sterkere spruiting dus weer samengegaan met lagere ademhalingsverliezen.

Tenslotte zij er nog de aandacht op gevestigd, dat in tabel 4 weliswaar de diep gekopte in lattenkisten bewaarde bieten van alle bewaarobjecten het laagste ademhalingsverlies vertonen, doch dat de 'lattenkist-bieten' ook anderhalve maand eerder werden opgeruimd dan die in de dichte kisten, omdat ze in aanzienlijke mate begonnen te rotten. Bij ons onderzoek van het verloop van de verliezen tijdens de bewaring, bleek, dat vooral aan het einde van de bewaring de verliezen snel toenemen (26). Bij gelijke bewaarduur zouden de diep gekopte 'lattenkist-bieten' ongetwijfeld hogere verliezen te zien hebben gegeven dan de licht gekopte 'dichte kist-bieten'. Dit blijkt ook uit het effect bij de met entwas behandelde bieten, dat gemiddeld over de bewaring in dichte en in open kisten is weergegeven en waarbij de bieten gemiddeld dus even lang zijn bewaard. Hier hebben inderdaad de ondiep gekopte met entwas behandelde bieten een iets lager verlies te zien gegeven dan de diep gekopte bieten zonder entwas. Het verschil is klein, doch het effect van de entwasbehandeling op de spruiting en uitdroging van de bieten is eveneens klein.

Om een belangrijke vermindering van de uitdroging en verbetering van de houdbaarheid te krijgen, zouden we de bieten evenals KOHLS (133) geheel moeten onderdompelen in de entwas. De bedoeling was echter alleen het beschermen van de wond tegen binnendringen van schimmels, hetgeen overigens niet is gelukt, zoals we nog zullen zien.

Dat het ademhalingsverlies aan droge stof van de diep gekopte bieten, afhankelijk van de bewaarmethode, soms lager en soms hoger is dan van de ondiep gekopte bieten is interessant in verband met het feit, dat sommige onderzoekers (38, 42) menen dat door diep koppen de ademhalingsverliezen worden vergroot, terwijl andere menen (59, 169, 210) dat diep koppen juist lagere ademhalingsverliezen geeft. Blijkbaar hangt het af van de bewaarmethode en waarschijnlijk ook van de bewaarduur. Waarschijnlijk is het zo, dat ondiep koppen lagere ademhalingsverliezen geeft aan droge stof wanneer langere tijd wordt bewaard onder zodanige omstandigheden, dat een zekere mate van 'gezonde spruiting' kan optreden. Ook BIELITZER (38) meent dat suikerbieten die langere tijd bij een ongunstige temperatuur bewaard moeten worden – d.w.z. relatief warm waardoor veel spruiting optreedt – liever wat lichter gekopt moeten worden n.l. juist onder de aanzet van de nog frisse bladeren.

Is de bewaring zodanig, dat spruiting uitgesloten is, b.v. te droog of te koud, dan kunnen de diep gekopte bieten vooral bij korte bewaring de laagste ademhalingsverliezen aan droge stof vertonen.

CLAASSEN (65) meent, dat bij de in het algemeen niet meer dan zes weken durende bewaring van suikerbieten in grote hopen bij suikerfabrieken, de kleinste suikerverliezen zullen optreden, wanneer het snijvlak ongeveer 1 cm onder de aanzet van de nog frisse bladeren wordt aangebracht. Het zeer licht koppen is dan niet gunstig door te sterk uitlopen van de bieten, terwijl ook bij dieper koppen grotere suikerverliezen

optreden, ten dele door omzetting van saccharose in invertsuiker zoals BACHLER (8) heeft aangetoond.

Schuin koppen heeft in onze proeven onder alle omstandigheden het hoogste ademhalingsverlies aan droge stof gegeven. Wat betreft de ademhalingsactiviteit worden bij schuin koppen blijkbaar de ongunstige invloeden van diep en van ondiep koppen gecombineerd, zoals die respectievelijk bij bewaring onder spruitbevorderende en onder spruitremmende omstandigheden tot uiting komen.

3.4.2 Diepte van koppen en optreden van rot

Alle onderzoekers (42, 136, 210, 212, 224) zijn het er over eens dat diep koppen ongunstig is, al meent b.v. OHL (169) dat bij goede bewaring de ongunstige invloed op de rotting toch wel meevalt.

Bij de in tabel 3 vermelde proeven op praktijkschaal werd o.a. vergeleken bewaring van bieten die normaal gekopt waren en bieten waarvan het loof was afgedraaid. Het resultaat was, dat bij de normaal gekopte bieten gemiddeld 4 kg rot werd gevonden per 100 kg uitgekuilde bieten en bij de bieten met afgedraaid loof helemaal geen rot. Deze bieten waren geheel onbeschadigd gebleven, sterk gesproten en volkomen gezond.

In tabel 6 en 7 wordt een overzicht gegeven van de verliezen door rot die zijn opgetreden bij op verschillende wijze gekopte bieten. Vergelijk tabel 4 en 5.

TABEL 6 Verlies door rot in kg per 100 kg uitgekuilde bieten bij verschillende wijze van koppen en bewaren, vergelijk tabel 4

Wijze van koppen zie fig. 18 *Way of topping see fig. 18*	Bewaard in / *Stored in*		Entwasbehandeling *Grafting-wax treatment*	
	Lattenkist tot 11–6 *Slatted case until 11–6*	Dichte kist tot 24–7 *Closed case until 24–7*	Zonder *Without*	Met *With*
ondiep/*light*	20	25	26	20
diep/*deep*	44	56	48	52
schuin/*aslant*	45	45	47	43

TABLE 6 *Losses from rot in kg per 100 kg beets after storage at different ways of topping and storing, compare table 4*

Ondiep koppen heeft aanzienlijk minder rot tengevolge gehad dan diep of schuin koppen. Diep koppen heeft alleen duidelijk meer rot tengevolge gehad dan schuin koppen bij de bewaring in dichte kisten of wanneer de bieten met entwas waren behandeld. Schuin koppen heeft dus minder rot veroorzaakt dan diep koppen bij die

TABEL 7 Verlies door rot in kg per 100 kg uitgekuilde bieten, bij verschillende wijze van bewaren, vergelijk tabel 6

Wijze van bewaren *Way of storage*	Entwasbehandeling / *Grafting-wax treatment*	
	Zonder/*Without*	Met/*With*
open lattenkist/*open slatted case*	39	34
dichte kist/*closed case*	42	43

TABLE 7 *Losses from rot in kg per 100 kg beets after storage at different ways of storage, compare table 6*

bewaarmethoden waarbij een duidelijke spruiting van de daarvoor in aanmerking komende schuin en licht gekopte bieten is opgetreden (verg. tabel 4 en 5). Aangezien het verschil tussen schuin en diep koppen ook in de gevallen waar spruiting is opgetreden, dus in de dichte kisten en bij de behandeling met entwas, slechts gering is, is de grootte van het wondvlak – die bij de diep- en de schuin gekopte bieten gelijk was, zie fig. 18 – waarschijnlijk in hoofdzaak bepalend voor de rotaantasting. Dit is in overeenstemming met het o.a. door TOMPKINS en NUCKOLS (223) en MOOI (mondelinge mededeling) vastgestelde effect dat verwondingen in het algemeen een belangrijke vermeerdering van het rotverlies meebrengen. Waarschijnlijk echter is daarnaast de mogelijkheid tot spruiting ook van belang. Wanneer deze mogelijkheid door de bewaarmethode wordt uitgesloten – bewaring onder droge omstandigheden in open lattenkisten of zonder dat de wond is afgedekt met entwas – dan is het rotverlies bij de schuin en de diep gekopte bieten gelijk, doch wanneer de bewaarmethode wel spruiting mogelijk maakt, dan komt het voordeel van de in feite alleen bij de schuin gekopte bieten optredende spruiting tot uiting.

Uit tabel 7 blijkt, dat de met entwas behandelde bieten haast evenveel rot hebben gehad als de niet behandelde. Alleen in de open lattenkisten is er enig verschil ten gunste van de entwasbehandeling. Waarschijnlijk komt dit doordat de entwasbehandeling enige bescherming tegen uitdrogen heeft gegeven, welke bescherming in het droge milieu van de open lattenkisten van belang is geweest, doch in het vochtige milieu in de dichte kisten geen rol heeft gespeeld. In overeenstemming hiermee zien we dan ook in tabel 5, dat het waterverlies in de open lattenkisten is verminderd door de entwasbehandeling, terwijl deze behandeling geen invloed heeft gehad op het waterverlies in de dichte kisten. Waarschijnlijk is de sterkere spruiting van de met entwas behandelde licht- en schuin gekopte bieten bij de bewaring in de open lattenkisten eveneens een gevolg geweest van deze bescherming tegen uitdrogen. In de dichte kisten was het verschil tussen de wel en de niet met entwas behandelde bieten vrijwel nihil.

Het binnendringen van schimmels – in hoofdzaak *Phoma betae* – door het wondvlak werd vrijwel niet beperkt door het afdekken met entwas. Aangezien het koppen van

alle bieten met eenzelfde mes geschiedde dat niet werd ontsmet na iedere snede, is het wondvlak waarschijnlijk al voor de onderdompeling in de entwas besmet geweest.

In tabel 6 en 7 valt op, dat het rotverlies in de open lattenkisten gemiddeld kleiner is geweest dan in de dichte kisten. Dit komt doordat de bieten in de dichte kisten aanzienlijk langer zijn bewaard dan in de open kisten. Toen op 11 juni de bieten in de open lattenkisten moesten worden opgeruimd omdat het rotverlies anders te groot zou worden om nog duidelijke verschillen te kunnen vaststellen, was de rotting in de dichte kisten nog zo gering dat besloten werd die bieten nog enige tijd te bewaren. In overeenstemming met vroeger onderzoek (12, 15) is de houdbaarheid van de in de dichte kisten bewaarde bieten – door de bescherming tegen uitdrogen – aanzienlijk beter geweest dan die van de bieten in de open lattenkisten.

Behalve door licht koppen, kunnen ook goede bewaarresultaten verkregen worden door de bieten in te kuilen met het loof er nog aan.

Met een zeer bladrijk gewas Groenkraag C.B. voederbieten hebben wij op praktijkschaal drie methoden vergeleken, n.l. inkuilen van normaal gekopte bieten en inkuilen met het loof er nog aan, waarbij wel of niet Conserbeta (16, 18, 21) als spruitremmend middel werd toegepast. Op 5 november werd ingekuild en begin april werden de bieten beoordeeld op rotaantasting. Aanvankelijk, d.w.z. tot begin december liep de temperatuur zeer hoog op, door verrotting en vergisting van de grote hoeveelheid mede ingekuild loof, in de kuil met ongekopte bieten. De temperatuur steeg tot 15°C in de met Conserbeta behandelde kuil en tot 18°C in de kuil zonder Conserbeta, terwijl in de kuil met normaal gekopte bieten de temperatuur niet hoger werd dan 12°C. Eind december was de temperatuur in de met loof ingekuilde bieten echter weer gedaald tot 7 à 10°C. Bij de beoordeling van de kuilen in begin april bleek, dat er in de normaal gekopte bieten vrijwel geen rot was opgetreden terwijl de met het loof ingekuilde bieten zonder enige uitzondering volkomen gezond, mooi hard en gaaf waren. De met het loof ingekuilde bieten die geen Conserbetabehandeling hadden gehad waren enorm zwaar gesproten en zelfs de wel met Conserbeta behandelde bieten vertoonden nog een abnormaal zware spruiting. Hoewel Conserbeta de spruiting vrijwel volledig kan remmen (16, 18, 21), was de spruitneiging van de met het loof ingekuilde bieten blijkbaar zo uitbundig dat het daartegen tekort schoot. Alle met het loof ingekuilde bieten waren zeer vuil. De smurrie van de rotte bladeren zat samen met wat grond zeer vast aan de bieten, zodat ze door het voorreinigingsapparaat van de electrische hakselmachine niet voldoende schoon gemaakt werden. Het was noodzakelijk de bieten afzonderlijk schoon te krabben. In verband hiermee, en ook omdat men op de meeste gemengde bedrijven in Nederland het loof in het algemeen zal willen vervoederen, hebben we het onderzoek omtrent inkuilen van voederbieten met het aanhangende loof er nog aan niet voortgezet. Bovendien werd het uitbundige spruiten van de bieten een nadeel geacht omdat daardoor wellicht meer kans op verspreiding van vergelingsziekte zou ontstaan (110, 120, 184). In verband met buitenlandse ervaringen, (WENNER mondelinge mededeling, WECK, brief,

250), staat echter wel vast, dat met het aanhangende loof ingekuilde bieten uitstekend houdbaar kunnen zijn. De methode zal vrijwel gelijkwaardig zijn aan inkuilen van de bieten met afgedraaid loof. Aangezien dit afdraaien van het loof echter zeer bewerkelijk is, is het aantrekkelijk de bieten met het loof er nog aan in te kuilen, omdat hierdoor bij het oogsten een enorme arbeidsbesparing kan worden verkregen, zoals b.v. WENNER en SCHULZ (250) hebben aangetoond. Bij het inkuilen van ongekopte bieten was het nodig, niet te zware kuilen aan te leggen, laat te oogsten en pas laat het gronddek aan te brengen, zodat de temperatuur van de hoop in het begin van de bewaring voldoende laag bleef. Bij inkuilen van ongekopte bieten in grotere boxen op de grond, waarbij 2 m hoog gestort werd, traden moeilijkheden op doordat de temperatuur te hoog werd. Bij het inkuilen van bieten met het loof er nog aan is het nog meer dan anders noodzakelijk er voor te zorgen, dat de temperatuur in het begin van de bewaring zo laag mogelijk blijft en dat de bieten zo rijp mogelijk worden ingekuild, m.a.w. dat de loofgroei volledig tot stilstand is gekomen. WECK raadt daarom aan voor dit doel een bietenras te kiezen, dat in de herfst zijn blad grotendeels verloren heeft, zoals o.a. de Eckendorfer stompvoeten. Een extra voordeel van dergelijke geheel boven de grond groeiende bieten is nog, dat ze zeer schoon en vrijwel zonder aanhangende grond gerooid kunnen worden. Vooral bij inkuilen zonder te koppen is dit van belang. Worden zeer bladrijke bieten ongekopt met veel aanhangende grond ingekuild, dan kan de temperatuur in de hoop zeer snel oplopen doordat de loofmassa snel verrot en er te weinig doorluchting is door de grond tussen de bieten. Door die te hoge temperatuur kan de gehele bietenvoorraad door broei verloren gaan. Bij bladarme schone bieten is dit gevaar veel kleiner.

In tegenstelling tot onze ervaring was bij de proeven van WENNER en SCHULZ (250) de bladmassa in het voorjaar niet overgegaan in een al te vieze smurrie op de bieten. Het blad was in het voorjaar ten dele in een droog brokkelige, ten dele in een smeuige massa overgegaan, die grotendeels fris rook zoals geënsileerd blad en die ook geen enkele ongunstige werking had bij het vervoederen van de bieten. De koeien bleken het typische smaakje van de met het loof ingekuilde bieten in het algemeen zelfs bijzonder te waarderen. Dezelfde resultaten worden ook vermeld door WECK (brief).

3.4.3 Discussie

Uit de onder 3.4.2 vermelde gegevens blijkt, dat ondiep koppen, of beter nog het loof afdraaien, aanzienlijk minder rot tengevolge heeft dan diep koppen. Grotendeels zal dit het gevolg zijn van het grotere wondvlak bij diep koppen. Volgens ARTSCHWAGER (7) zal verder ook het verschil in anatomische struktuur tussen kroon en wortel een rol spelen. In de kroon bestaat het snijvlak vrijwel geheel uit vaatbundels en is zeer weinig parenchym aanwezig. Vooral in de phloëemvaten treedt een wat snellere en betere kurkafzetting, dus afdichting van het wondvlak op, dan in het parenchym.

Daarnaast wordt echter wel de indruk verkregen, dat ook aan de mogelijkheid tot spruiting enige betekenis moet worden toegekend. In overeenstemming met vroeger onderzoek (12, 26) lijkt het er op dat bieten die (kunnen) spruiten gezonder blijven. In samenhang met dit gezonder blijven, kan ook het ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten van de partij met spruiting lager zijn dan van die zonder spruiting. De groeistoffen in de actieve groeipunten reguleren misschien een zuinige volledige verademing van suiker, terwijl bij uitvallen van deze regulatie de ademhalingsprocessen eerder min of meer chaotisch gaan verlopen. Hiermee in overeenstemming is de praktijkervaring, dat diep gekopte bieten eerder verbroeien dan licht gekopte.

3.5 Oogstmethoden

Gezonde bieten oefenen een sterke weerstand uit tegen binnendringen van schimmels. In de praktijk valt het herhaaldelijk op, hoezeer sommige partijen bieten bestand zijn tegen ruwe behandeling en beschadiging tijdens oogst en transport. In het algemeen zal echter iedere behandeling die in sterke mate de normale functies van de weefsels beïnvloedt, zoals het maken van kneuzingen en verwondingen, ongunstig werken op de bewaarkwaliteit. Het is dus belangrijk de bieten zo te oogsten dat ze zo min mogelijk beschadigd worden. Vooral uitdrogen, dat de normale functies van de weefselcellen volledig tot stilstand kan brengen (26, 232, 234), dient voorkomen te worden.

3.5.1 Beschadigen en verwonden

Door Gaskill (100) werd de invloed van kneuzen van bieten op de rotting nagegaan. Hij liet al dan niet schoongewassen bieten over een 3 m lange plank die een helling van 45° had, in een kist rollen. Midden op de plank was nog een dwarslat aangebracht, waar de bieten in hun val tegen aan botsten. Tabel 8 geeft enkele resultaten.

Tabel 8 Rotverlies in kg per 100 kg bieten die wel of niet gekneusd zijn, bij bewaring gedurende 82 dagen bij 18°C of 125 dagen bij 7°C, ontleend aan Gaskill (100)

Behandeling / *Treatment*	Bewaard bij / *Stored at*	
	7°C gedurende 125 dagen *7°C during 125 days*	18°C gedurende 82 dagen *18°C during 82 days*
niet beschadigd / *not bruised*	3,9	12,6
gekneusd / *bruised*	5,8	29,5

Table 8 *Losses from rot in kg per 100 kg beets which have been bruised or not, stored during 82 days at 18°C or 125 days at 7°C, borrowed from* Gaskill *(100)*

De beschadigde bieten waren meer gerot dan de niet beschadigde. Duidelijk was te zien, dat het rot bij de gekneusde bieten in de meeste gevallen begonnen was op de ernstig beschadigde plekken. Licht beschadigde plekken waren slechts zelden uitgangspunt van het rot.

Eenzelfde resultaat werd gevonden door MOOI (mondelinge mededeling) die naging op welke plekken het rot ontstond bij bieten die in een koelcel bij 6°C werden bewaard. In de meeste gevallen begon het rot op plekken waar de bieten beschadigd waren tijdens de oogst en het transport.

Vroeger werden in sommige streken van Amerika suikerbieten geoogst met behulp van een mes, dat voorzien was van een haak, waarmee de bieten uit de grond gelicht werden. De bieten werden hierdoor ernstig verwond en vaak zelfs gedeeltelijk opengespleten. Aangezien bieten slechts een zeer dun laagje wondperiderm en een of twee dunne cellagen kurkachtig weefsel vormen, zijn dergelijke wonden ideale invalspoorten voor schimmels. Door TOMPKINS en NUCKOLS (223) is aangetoond, dat dergelijke verwondingen aan de bieten rotverliezen van 10–25% tengevolge kunnen hebben gedurende de gemiddeld 40 dagen dat de bieten bij de fabriek worden bewaard.

Door BORGHI (43) werd een onderzoek ingesteld naar het als gevolg van verwonding van de bieten optredende suikerverlies. Het bleek, dat verwonde bieten een extra suikerverlies vertoonden tijdens de bewaring door omzetting van saccharose in invertsuiker. BORGHI ging tevens na hoeveel bieten bij een suikerfabriek min of meer beschadigd aankomen. Gemiddeld vond hij per 100 bieten 14 beschadigde exemplaren, doch soms was dit aantal wel 25. In verband hiermee kwam BORGHI tot de conclusie dat beschadiging van de bieten aanzienlijke verliezen voor de suikerindustrie meebrengt.

In 1950 hebben wij in 30 bietenkuilen monsters van 500 van te voren schoongeborstelde en gewogen bieten ingebracht, met het doel na te gaan hoe groot de verliezen zijn bij de bewaring in de praktijk. Het bleek echter dat deze methode niet bruikbaar was aangezien de schoongeborstelde bieten aanzienlijk meer gerot waren dan de overige niet schoongeborstelde bieten uit de kuilen. Tabel 9 laat dit zien.

TABEL 9 Rotverlies van al dan niet schoongeborstelde bieten bij bewaring in normale praktijkkuilen tot begin maart

Gemiddeld van 30 kuilen in de praktijk *Averaged from 30 clamps in practice*	kg rot per 100 kg bieten *kg rot per 100 kg beets*
onbehandeld / *not treated*	4,5
schoongeborsteld / *brushed clean*	19,0

TABLE 9 *Losses from rot in beets cleaned (brushed) or not during storage in ordinary practical clamps until the beginning of March*

In overeenstemming met de in tabel 8 weergegeven invloed van kneuzen blijkt dus

ook schoonkrabben van de bieten met een houten mes en schoonborstelen met een harde borstel, de rotting aanzienlijk bevorderd te hebben, ongetwijfeld omdat de bieten daardoor op vele plaatsen werden gekneusd.

3.5.2 Uitdrogen op het land

Uit ons onderzoek naar de invloed van verschillende bewaarfactoren (12, 26) is gebleken, dat naarmate bieten meer uitdrogen tijdens de bewaring de weerstand tegen micro-organismen belangrijk afneemt. Het is te verwachten, dat ook uitdrogen op het land tijdens de oogst schadelijk zal zijn. GASKILL (97, 98) ging na welke invloed het enige tijd uitdrogen van de bieten op het land had op de houdbaarheid. Tabel 10 geeft enkele resultaten.

TABEL 10 Houdbaarheid van gewassen suikerbieten, die verschillende tijden in een droog landklimaat in direct zonlicht aan uitdroging worden blootgesteld en daarna 13 weken werden bewaard bij 18°C of 19 weken bij 7°C, ontleend aan GASKILL (98)

Droogteperiode in de zon *Drying period in the sun*	Gewichtsverlies tijdens de droogteperiode[2] *Weight loss during drying period*[2]	kg rot per 100 kg bieten na de bewaring bij *kg rot per 100 kg beets after storage*	
		13 weken bij 18°C *13 weeks at 18°C*	19 weken bij 7°C *19 weeks at 7°C*
½ uur (controle) / *½h (check)*	0%	12	4
1 dag / *1 day*[1]	6%	32	11
2 dagen / *2 days*[1]	10%	66	27
4 dagen / *4 days*[1]	15%	88	34

[1] 's nachts werden de bieten met loof bedekt tegen bevriezen
[1] *at night the beets were covered with foliage against frost*
[2] vrijwel uitsluitend waterverlies door verdamping
[2] *almost solely water-loss from evaporation*

TABLE 10 *Keeping qualities of washed sugar beets which had been exposed to desiccation during various times in a dry continental climate in direct sunshine and which were then stored 13 weeks at 18°C or 19 weeks at 7°C, borrowed from* GASKILL *(98)*

In overeenstemming met door VAJNA (234) vermelde resultaten zien we dat uitdrogen funest is voor de houdbaarheid. Vooral het snelle uitdrogen in de felle zon op het land, waardoor aan de buitenste cellagen veel vocht wordt onttrokken, dat niet voldoende snel van binnen uit nageleverd kan worden is funest. VAJNA meent dan ook, dat de meest algemene oorzaak van bederf van de bieten het uitdrogen is. Behalve dat de biet veel vatbaarder wordt voor rot, kan ook het ademhalingsverlies aan droge stof in de uitgedroogde bieten aanzienlijk hoger zijn dan in de niet uitgedroogde (12, 26, 212).

In ons natte zeeklimaat is het weer tijdens de oogstperiode in de tweede helft van oktober en de eerste helft van november meestal lang niet zo droog als in de streken met echt landklimaat waarin de bietenteelt van Amerika en van centraal Europa plaats vindt. In het algemeen zal de schade door uitdrogen op de akker tijdens het rooien in ons land dan ook veel kleiner zijn. Op 10 oktober 1955 hebben wij tijdens droog mooi herfstweer 20 monsters van 100 bieten afkomstig van 10 praktijkpercelen geoogst. Van ieder perceel werd één monster direct ingekuild in een smalle proefkuil terwijl het andere 5 dagen lang op het land bleef liggen en pas daarna werd ingekuild. 's Nachts werden deze bieten met loof afgedekt tegen eventuele nachtvorst, overdag werd dit loof weer verwijderd. De eerste vier dagen na de oogst was het mooi herfstweer, de laatste dag was het bewolkt. Tabel 11 geeft de resultaten.

TABEL 11 Verband tussen het waterverlies tijdens uitdroging op het land en het rotverlies en de spruiting bij bewaring tot begin mei

Behandeling *Treatment*	Waterverlies tijdens de uitdroogperiode in kg per 100 kg bieten *Moisture loss during the desiccation period in kg per 100 kg beets*	Na de bewaring / *After storage*	
		Rotverlies in kg/100 kg *Rot losses in kg/100 kg*	Schattingscijfer voor spruiting[1] *Appraised values for sprouting*[1]
direct ingekuild *immediately clamped*	0	23	2
5 dagen op land blijven liggen *remained 5 days in the field*	6,5	37	1

[1] schaal 0–10 / *scale 0–10*

TABLE 11 *Relation between the loss of moisture during desiccation in the field and sprouting and the loss from rot during storage until the beginning of May*

De uitgedroogde bieten zijn belangrijk minder houdbaar geweest dan de direct ingekuilde. Ook door sterkere spruiting maakten de laatste een betere indruk. Hoewel het verschil aanzienlijk is, zou het waarschijnlijk nog groter zijn geweest, wanneer de bieten in praktijkkuilen bewaard zouden zijn. De bewaring in een smalle proefkuil is immers een mooie vochtige bewaring, waarbij de bieten meestal weer vrij veel water opnemen (26). Overigens is, ondanks het mooie herfstweer tijdens de proefperiode, het verschil tussen wel en niet uitgedroogd veel kleiner dan bij het Amerikaanse onderzoek van GASKILL, ongetwijfeld grotendeels omdat daar het klimaat veel droger is dan bij ons. Verder werden de bieten van GASKILL ook onder drogere omstandigheden bewaard dan de onze.

In 1954 werden vanaf 9 oktober tot 13 november geregeld twee monsters van 100

bieten gerooid. Het ene monster werd direct ingekuild in een smalle proefkuil, terwijl het andere een week op het land bleef liggen en daarna in een proefkuil werd gebracht. De bieten werden bewaard tot 2 juli.

In fig. 19 wordt het verloop van het verschil in rotting tussen de wel en de niet uitgedroogde bieten weergegeven in verband met de oogstdatum.

FIG. 19 Verschil in % gezond van de wel en de niet uitgedroogde bieten in verband met de oogstdatum. Een positief verschil wijst op een betere houdbaarheid van de direct ingekuilde bieten

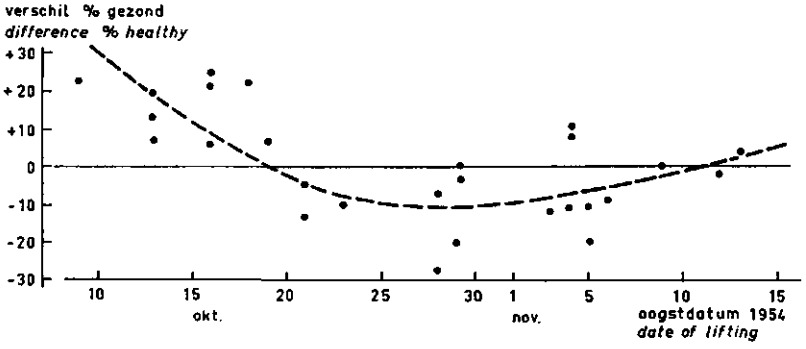


FIG. 19 *Difference in % healthy of desiccated and non-desiccated beets in relation to the harvest time. A positive difference indicates better keeping qualities of the beets clamped immediately*

Bij rooien vóór 20 oktober waren de direct ingekuilde bieten beter houdbaar dan de uitgedroogde. In deze periode was het mooi droog herfstweer. De bieten die op het land zijn blijven liggen zijn toen duidelijk uitgedroogd. De bieten die van 20 oktober tot 8 november zijn geoogst, zijn ten dele nog tijdens droog weer gerooid, doch hebben tijdens de 'uitdroogperiode' nat weer met vrij veel regen gehad. Deze bieten zijn dus niet uitgedroogd in de tijd dat ze op het land lagen. Het gevolg is geweest, dat ze gemiddeld zelfs nog iets beter houdbaar zijn geweest dan de direct ingekuilde. De verklaring hiervan kan misschien gevonden worden in de koelere bewaring direct na de oogst, waarvan de nat geregende bieten op het land hebben geprofiteerd in tegenstelling tot de warmere bewaring van de direct ingekuilde bieten.

In overeenstemming met verschillende praktijkervaringen blijkt dus, dat het weer tijdens de oogst een belangrijke factor is. Door oogsten tijdens regenachtig weer wordt de houdbaarheid in het algemeen duidelijk verbeterd doordat er geen uitdroging van de bieten op het land kan optreden. Bij proeven van het suikerbieteninstituut te Göttingen werden grote hopen tijdens droog weer geoogste suikerbieten nat gespoten. Het resultaat was een aanzienlijke vermindering van het suikerverlies gedurende de 34 dagen dat de bieten bewaard werden (220). Bij bewaring van voederbieten is verder van belang, dat tijdens nat weer geoogste bieten in het algemeen met meer aanhangende grond worden ingekuild dan tijdens droog zonnig weer geoogste hetgeen eveneens een gunstige factor is (10, 12, 17, 26).

In 1959 is in de praktijk de invloed van het weer tijdens de oogstperiode zeer duidelijk tot uiting gekomen op de lichte verdrogende zandgronden (257). Tijdens de aanhoudende droogte in oktober 1959 voelden de zeer sterk verdroogde bieten op deze gronden in het algemeen week aan. Werden deze slappe weke bieten tijdens de droogteperiode gerooid, dan waren ze in het algemeen slecht houdbaar. In de tweede helft van oktober viel er enige regen, waardoor de bieten, die toen nog in de grond stonden, zich snel begonnen te herstellen. In begin november waren de oorspronkelijk weke bieten weer volkomen hard en gezond geworden. De bieten die in november zijn geoogst, zijn in het algemeen dan ook goed houdbaar geweest, in tegenstelling tot de vroeg gerooide waarvan de houdbaarheid vaak ernstig te wensen overliet.

In het algemeen is in ons land de grond in het najaar voldoende vochtig om de biet met water te verzadigen. In ons land nemen vers gerooide bieten die een dag in water worden gelegd dan ook vrijwel geen water op. De sterk verdroogde bieten van 1959 konden echter wel 10–15 kg water opnemen per 100 kg bieten, wanneer ze 24 uur in water werden gelegd. Werden de verdroogde bieten niet tijdens de droogte in begin oktober, doch enige tijd na het begin van de regenperiode geoogst, dan hadden ze als gewas te velde soms wel 50 kg water opgenomen per 100 kg oorspronkelijk versgewicht.

De invloed van de droge zomer en herfst van 1959 is vrijwel niet tot uiting gekomen in de houdbaarheid van de bieten van kleigrond, ongetwijfeld omdat die bieten vrijwel niets van de droogte hadden geleden. Toch is bij vroege oogst de invloed van de uitdroging tijdens het transport naar de oostelijke zandgronden van de voor veevoeder bestemde suikerbieten van de westelijke kleigronden in de praktijk in een aantal gevallen duidelijk in een slechte houdbaarheid van die bieten tot uiting gekomen. In tegenstelling hiermee zijn de later gerooide en afgeleverde suikerbieten vrijwel zonder uitzondering uitstekend houdbaar gebleken.

3.6 Conclusies

Door vroeg zaaien wordt de houdbaarheid gunstig beïnvloed, waarschijnlijk grotendeels doordat het de afrijping bevordert. Schieters zijn echter slecht houdbaar.

Door later oogsten wordt de houdbaarheid verbeterd. Enerzijds zal dit een gevolg zijn van de betere afrijping van de laat geoogste bieten, anderzijds van het feit, dat de bieten door laat oogsten tijdens koeler en vaak ook vochtiger weer geoogst en ingekuild worden. Verder wordt ook de bewaarduur verkort door later oogsten. Voor bevriezen van het te velde staande gewas, hoeft niet gauw gevreesd te worden. Door rooien vóór 20 à 25 oktober kan de houdbaarheid ernstig verminderd worden.

Een groot aantal planten per ha bevordert de afrijping van de bieten en is gunstig voor de houdbaarheid.

Door diep koppen wordt het rotverlies in het algemeen aanzienlijk vergroot. Bij

normale praktijkbewaring, waarbij de bieten zodanig worden bewaard dat ze kunnen spruiten, zal ook het ademhalingsverlies aan droge stof in diep gekopte bieten in het algemeen groter zijn dan in licht gekopte. Het beste is het loof af te draaien of het boven de kop van de biet af te snijden, zodat de biet niet verwond wordt. Ook inkuilen van de bieten met het loof er nog aan is heel goed mogelijk. Het beste gaat dit met een ras, dat in het najaar zijn loof grotendeels verliest en dat schoon uit de grond komt. Het ademhalingsverlies aan droge stof was opmerkelijk gering bij bieten waarvan het loof was afgedraaid of die met het loof waren ingekuild.

De rotting van de biet begint meestal op plaatsen waar hij verwond is. Beschadigde bieten rotten eerder en vertonen in het algemeen hogere ademhalingsverliezen aan droge stof.

Evenals droog bewaren is ook uitdrogen van de bieten op het land tijdens de oogst bijzonder nadelig voor de houdbaarheid. Het beste is oogsten tijdens nat regenachtig weer en de gerooide bieten zo spoedig mogelijk aan de hoop brengen om ze tegen directe zonbestraling en uitdroging te beschermen.

Bij bieten, die enige tijd op het land blijven liggen, kunnen de verliezen beperkt worden door ze op hoopjes te gooien en af te dekken. Behalve tegen uitdrogen worden ze zodoende beschermd tegen nachtvorst, waarvoor gerooide bieten zeer gevoelig zijn.

4 GROND EN BEMESTING

Daar de vruchtbaarheid van de grond en de bemesting in hoge mate bepalend zijn voor de groei en de opbrengst van het gewas, ligt het voor de hand, dat deze factoren eveneens van belang zijn voor de houdbaarheid van de bieten. Op gronden met een slechte structuur groeien soms sterk vertakte bieten. Aangezien bij het rooien van dergelijke bieten meer breuk ontstaat dan bij onvertakte, zou men verwachten, dat vertakte bieten minder houdbaar zullen zijn. In de praktijk blijken ze vaak echter goed houdbaar te zijn. Misschien komt dit doordat er meer grond aan blijft kleven. Het is n.l. uit eigen onderzoek gebleken, dat aanhangende grond een zeer gunstige invloed heeft op de houdbaarheid (12, 17, 26). Overigens behoeft vertakking niet altijd op een slechte cultuur- of vruchtbaarheidstoestand van de grond te wijzen. Op kleigronden is ze vaak een gevolg van een droogteperiode in het voorjaar.

Door excessieve zomerregens kan de grond soms zo totaal dichtslaan, dat de wortelharen in de grond verstikken en de bieten reeds als gewas te velde gaan rotten. Het is duidelijk, dat dergelijke, reeds te velde door rot aangetaste bieten niet bewaard kunnen worden (117).

ADDENS (1) meent, dat de bemesting een belangrijke factor is geweest bij de in het algemeen slechte houdbaarheid in het bewaarseizoen 1937/38. Volgens CLEVERINGA (68) ontstaan door te rijke kalium- en stikstofvoeding en naar verhouding te zwakke fosfaatvoeding, zachte waterrijkere weefsels, waardoor de bieten gevoeliger zijn voor rot.

In het zuiden van de Verenigde Staten, komt in het gewas te velde een rotaantasting van de bieten voor, veroorzaakt door de schimmel *Sclerotium rolfsii*, die alleen in de sub-tropen pathogeen is. LEACH and DAVEY (142) vonden, dat de aantasting door deze schimmel in belangrijke mate kon worden teruggedrongen door meer stikstof te geven. De vermindering van de aantasting door stikstof-bemesting werd ook gevonden op gronden waarbij de hogere stikstof-bemesting geen hogere opbrengst meer tengevolge had. Volgens LEACH and DAVEY heeft de stikstof-bemesting hier waarschijnlijk de pathogeniteit van de schimmel belangrijk verminderd.

Bij een bemestingsproef op een vrij onvruchtbaar perceel, dat een sterke stikstofreactie vertoonde, vond GASKILL (100) vrijwel geen invloed van de kali- en fosfaatbemesting op de houdbaarheid, doch een zeer gunstige werking van de stikstof-bemesting wanneer de bieten bij 4°C werden bewaard. Met 150 kg stikstof per ha was het optimum nog niet overschreden. Bij bewaring van de bieten bij 18°C kwam de gunstige werking van de stikstof-bemesting echter niet tot uiting. Verder vond GASKILL dat de bieten, afkomstig van zeer droge grond, minder goed houdbaar waren.

LARMER (141) kreeg, op percelen die duidelijke fosfaatgebreksverschijnselen ver-

toonden, een belangrijke verbetering van de houdbaarheid van suikerbieten door met fosfaat te bemesten. Bij inoculatie van bietenschijfjes met *Phoma betae*, bleek na 8 dagen de penetratie van de schimmel in de schijfjes van met fosfaat bemeste bieten, aanmerkelijk geringer te zijn, dan in die zonder fosfaat. Waarschijnlijk werden door de fosfaat-bemesting ook de ademhalingsverliezen aan droge stof en suiker verminderd. Ook andere factoren, die de groei in belangrijke mate bevorderden werkten gunstig, zoals stikstof-bemesting op percelen met ernstig stikstof tekort en irrigatie bij ernstige droogte. Stalmest-bemesting werkte eveneens gunstig.

Bij de teelt van stekbieten voor zaadteelt is men in het algemeen zeer beducht voor een te zware stikstof-bemesting (112, 170) omdat dan vaak een te geil gewas ontstaat en de afrijping wordt vertraagd, waardoor de houdbaarheid wordt verminderd (zie 1.2.1, 3.1 en 3.2).

HARRIS (109) bestudeerde de invloed van de micro-elementen borium, koper, mangaan en zink op de groei en de houdbaarheid van wortelen en koolrapen. Hoewel er geen zichtbare deficiënties waren, werd de opbrengst en ook de houdbaarheid van de wortelen, vooral op zandgrond, duidelijk door de toegediende sporenelementen verbeterd. Alleen de borium-bemesting op zandgrond had een minder goede houdbaarheid van de wortelen tengevolge (zie ook 4.2.6). Bij koolrapen werd de houdbaarheid door alle vier sporenelementen duidelijk verbeterd, het meest op kleigronden.

MUKULA (159) vond bij een van zijn bemestingsproeven met wortelen, dat de houdbaarheid sterk verminderde door een zware kali-bemesting te geven.

SCHIPPERS (192) meent, dat de vaak minder goede houdbaarheid van zandaardappelen, mede veroorzaakt wordt door een hoog humusgehalte, een lage pH en een laag K-getal van de grond. Kali-bemesting werkte zeer gunstig op de houdbaarheid.

STUIVENBERG en POUWER (219) vonden, dat een slechte houdbaarheid van appels, behalve door te weinig kalium, ook veroorzaakt kan worden door bemesting met te veel kalium en dat een goede K/Mg-verhouding van groot belang was.

Hoewel deze onderzoekingen op suikerbieten en andere gewassen betrekking hebben, kan verwacht worden, dat ook bij voederbieten de grond en de bemesting een belangrijke invloed op de houdbaarheid zullen uitoefenen. Wel dient bedacht te worden, dat bij de meeste buitenlandse onderzoekingen (100, 141, 211) sprake is van ernstige gebreksverschijnselen in het gewas te velde, die in een slechte houdbaarheid tot uiting kwamen. In ons land komen dergelijke grote tekorten waarschijnlijk slechts zelden voor. In het algemeen zullen in de gevallen waarbij de bemesting geen of slechts een geringe invloed op de opbrengst heeft gehad, ook vrijwel geen effecten op de houdbaarheid verwacht mogen worden (211). In de meeste gevallen hebben wij daarom voor ons bewaaronderzoek bieten genomen van proefvelden, die ook in het gewas te velde en in de opbrengst, een duidelijke reactie op de bemesting te zien hebben gegeven.

Bij ons onderzoek is nooit een duidelijke samenhang tussen de bemesting van de bieten en de spruiting en wortelvorming tijdens de bewaring tot uiting gekomen.

Alleen wanneer de bemesting een slechte houdbaarheid tengevolge had, werd tevens minder spruiting en wortelvorming aangetroffen.

4.1 Bemesting en ademhaling

Herrmann en Donath (116) vermelden, dat door bemesting van aardappelen met stalmest, het ademhalingsproces tijdens de bewaarperiode werd versneld.

Mulder (160) onderzocht eveneens de invloed van de bemesting op de ademhalingsintensiteit van aardappelen gedurende de bewaring. Hij vond geen invloed van de magnesiumvoorziening op de ademhalingsintensiteit. Knollen van stikstof-deficiënte planten en knollen van planten met fosfaatgebreksverschijnselen, hadden in sommige gevallen een wat lagere ademhalingsintensiteit dan die van de volledig bemeste planten. Knollen van planten met kali-gebrek vertoonden echter een aanzienlijk grotere respiratie dan die van planten met optimale kali-voorziening. Dit was echter een gevolg van de grotere gevoeligheid voor kneuzen van kalium-deficiënte knollen t.o.v. normale knollen.

Het is bekend (3, 4),dat kalium-gebrek een verhoogde hydrolytische enzym-activiteit tengevolge heeft en dat deze activiteit door kali-bemesting wordt verminderd. Amberger (4) toonde aan, dat kalium-gebrek, evenals overmatige stikstof-bemesting, ophoping van reducerende suikers in bieten tengevolge heeft. Aangezien door kali-gebrek resp. stikstof-overmaat tevens de activiteit van de hydrolasen en ademhalingsfermenten bevorderd wordt, resulteert kali-gebrek, resp. stikstof-overmaat uiteindelijk in een duidelijke toeneming van de ademhalingsactiviteit en in de vergroting van de ademhalingsverliezen aan droge stof, bij bewaring van waterrijke produkten als aardappelen, wortelen en bieten. Amberger kreeg de kleinste bewaarverliezen bij een voldoende bemesting van het gewas met stikstof, fosfaat en kali.

4.1.1 Stikstof

Reeds Claassen (62) en verschillende andere onderzoekers vermelden, dat door overmatige stikstof-bemesting, de ademhalingsverliezen van gerooide suikerbieten worden vergroot. Door veel stikstof wordt de 'afrijping' van de bieten vertraagd, zodat de physiologische activiteit bij de oogst nog niet voldoende tot rust is gekomen.

Bij ons ademhalingsonderzoek in 1956/57 werd het verloop van de CO_2-produktie gedurende het bewaarseizoen nagegaan bij bieten, die met 0, 120, 160 of 200 kg stikstof waren bemest. In fig. 20 wordt het resultaat weergegeven, gemiddeld over de bewaringen bij 2, 5 en 7°C.

De met 120, 160 of 200 kg N bemeste bieten waren alle van dezelfde grootte-orde, doch de niet met N bemeste bieten waren aanzienlijk kleiner. Omdat kleine bieten

FIG. 20 Verloop van de CO_2-produktie (= O_2-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 met de N bemeste bieten *corrected on the same surface as those treated with N*

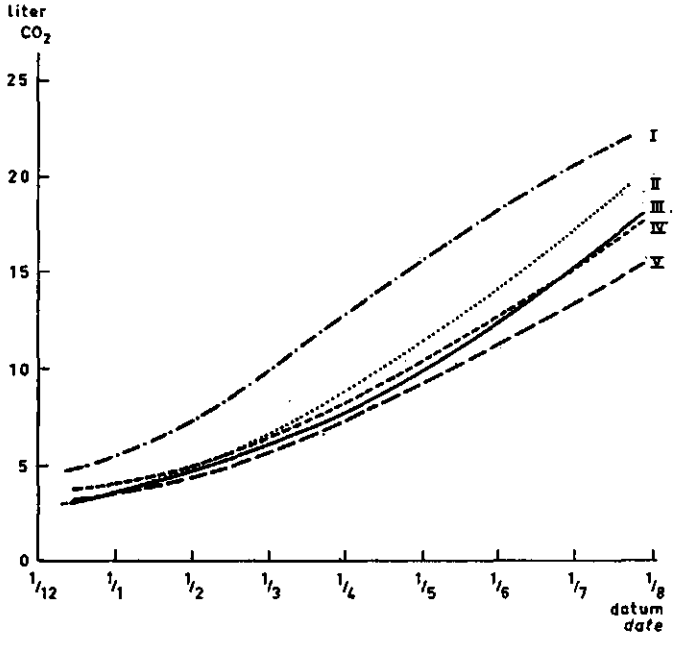


FIG. 20 *Trend of the CO_2-production (= O_2-uptake) in liters per 24 hours per 100 kg beets, during the storage of beets which have been fertilized with 0, 120, 160 or 200 kg N per ha applied as kas = nitrolime. To obviate the influence of the large relative surface of the beets not fertilized with N a correction has been applied for this treatment*

een groot specifiek oppervlak hebben, hebben ze per kg bietgewicht een relatief grote respiratie (26). Voor het 0 N-object is daarom de CO_2-produktie geschat, die gevonden zou zijn, wanneer de bieten eenzelfde specifiek oppervlak hadden gehad als die van de bemeste objecten (26). In fig. 20 zijn hierdoor de lijnen I, II, III en V onderling goed vergelijkbaar. We zien, dat de CO_2-produktie groter is naarmate meer N is gegeven. Verder blijkt de CO_2-produktie toe te nemen naarmate langer wordt bewaard. Voor een deel is dit wellicht een gevolg van de toenemende vernalisatiegraad (1.2.2) en verder van de rotting van de bieten, welke factor vooral na half maart belangrijk gaat worden (26).

Omdat de gevormde CO_2 voor een deel geproduceerd is door de rottende bieten, is de invloed van de N-bemesting op de CO_2-produktie van de gezonde bieten moeilijk aan te geven. Uit tabel 17 blijkt, dat de bieten die geen stikstof hebben ontvangen, sterker zijn gerot dan de met 120 of 160 kg N bemeste. Toch hebben de eerste een duidelijk lagere CO_2-produktie gehad dan de laatste.

Ongetwijfeld zijn de in fig. 20 weergegeven verschillen in CO_2-produktie tussen de verschillende bemestingsobjecten, grotendeels te wijten aan de verschillen in ademhalingsintensiteit van de gezond gebleven bieten.

Teneinde de rechtstreekse invloed van de stikstof-bemesting op de CO_2-produktie zo goed mogelijk te schatten zijn een aantal multipele regressieberekeningen uitgevoerd, waarbij getracht werd de CO_2-produktie te verklaren uit de factoren temperatuur, stikstof-bemesting en percentage rot aan het eind van de bewaring (zie 2.9).

Aangezien de cijfers op slechts 12 bewaarobjecten berusten konden alleen de hoofdeffecten van deze factoren in de berekening worden opgenomen (zie ook 2.9). Omdat de CO_2-produktie toeneemt gedurende de bewaring, werd het bewaarseizoen in vier perioden verdeeld en werd de regressie van de gemiddelde CO_2-produktie in iedere periode berekend. De vier vergelijkingen zijn samengevat in tabel 12. Tabel 13 geeft een overzicht van de percentages verklaard en de betrouwbaarheid.

TABEL 12 Regressievergelijkingen van de gemiddelde CO_2-produktie gedurende de aangegeven perioden

Nr *No*	Periode *Period*	P = CO_2-produktie in liters/etmaal/100 kg bieten *P = CO_2-production in 1/24-hours/100 kg beets*	Gemiddelde produktie *Average production*
[1]	10/12–27/1	$P_1 = -9{,}29 + 0{,}82\,T + 1{,}2\,N + 0{,}18\,R$	3,7
[2]	31/1–12/3	$P_2 = -16{,}04 + 1{,}62\,T + 2{,}1\,N + 0{,}33\,R$	7,6
[3]	14/3–15/5	$P_3 = -28{,}45 + 2{,}24\,T + 4{,}1\,N + 0{,}58\,R$	11,1
[4]	17/5–20/7	$P_4 = -24{,}10 + 2{,}34\,T + 4{,}9\,N + 0{,}58\,R$	16,6

Hierin is T = bewaartemperatuur in °C, n.l. 2, 5 of 7°C
Where T = storage temperature in °C, viz. 2, 5 or 7°C
N = N-bemesting in 100 kg N per ha n.l. 0, 1,2, 1,6 of 2 quintaal N per ha
N = N-fertilization in 100 kg N per ha viz. 0, 1.2, 1.6 or 2 × 100 kg N per ha
R = rotverlies in juli, variërend van 30 tot 50%
R = losses from rot in July, varying from 30 to 50%

TABLE 12 *Regression equations of the average CO_2-production during the periods indicated*

We zien, dat van de genoemde factoren vooral de temperatuur en het percentage rot bepalend zijn voor de CO_2-produktie.

In overeenstemming met fig. 20, blijkt de gemiddelde CO_2-produktie per periode aanzienlijk groter te zijn naarmate de bieten langer zijn bewaard. Als gevolg hiervan neemt ook de invloed van de temperatuur, de stikstof-bemesting en de rotting toe bij

TABEL 13 Overzicht van het % verklaard van het oplossingsgezelschap en de betrouwbaarheid van de verschillende factoren

	Vergelijking nr / *Equation No*			
	[1]	[2]	[3]	[4]
% verklaard van het oplossingsgezelschap *% of the total sum of squares attributable to regression*	76	82	80	78
P% v.h. oplossingsgezelschap *P% of the solution group*	5–2,5	2,5–1	2,5–1	5–2,5
P% van de factor T *P% of the factor T*	1–0,1	1–0,1	1–0,1	2,5–1
P% van de factor N *P% of the factor N*	>25	>25	>25	>25
P% van de factor R *P% of the factor R*	10–5	5–2,5	5–2,5	10–5

TABLE 13 *Survey of the % of the total sum of squares attributable to regression and the reliability of the various factors*

langere bewaring. Betrokken op de gemiddelde CO_2-produktie per periode blijft de invloed van de verschillende factoren echter vrijwel gelijk.

Vergroting van de stikstof-bemesting met 100 kg N per ha, heeft gemiddeld een verhoging van de CO_2-produktie tengevolge gehad met ongeveer 1/3 van de totale produktie in iedere periode. De invloed van de stikstof-bemesting is echter niet betrouwbaar tot uiting gekomen.

Dat het oplossingsgezelschap de CO_2-produktie in zo hoge mate verklaart, komt, doordat de waargenomen verschillen in CO_2-produktie in hoofdzaak een gevolg zijn van de bewaring bij de verschillende temperaturen. De rotting is hier, in tegenstelling tot de andere ademhalingsproeven (zie o.a. 3.1.2) reeds zeer vroeg in de CO_2-produktie tot uiting gekomen, n.l. reeds in de eerste periode d.w.z. reeds voor er bij globale beoordeling rot te zien was. Waarschijnlijk hebben de bieten, die later sterk zijn gaan rotten al voor het rot worden een hogere ademhalingsactiviteit gehad. Dit is in overeenstemming met het uit het droge stofgehalte van de bieten berekende ademhalingsverlies. In tegenstelling met onze uitkomsten uit andere onderzoekingen (26) ging hier een hoger ademhalingsverlies samen met meer rot, zoals vergelijking [5] laat zien.

$$dv = +\ 12{,}67 + 0{,}58T + 3N + 0{,}22R \qquad [5]$$

% verklaard van het oplossingsgezelschap = 37
% of the total sum of squares attributable to regression = 37

P% van het oplossingsgezelschap = >25
P% of the solution group = >25
P% factor T = 25 — 10
P% factor N = >25
P% factor R = 25 — 10

Hierbij is dv = ademhalingsverlies aan droge stof in de gezond gebleven bieten in kg per 100 kg in die bieten oorspronkelijk aanwezige droge stof. T, N en R als in tabel 12
Where dv = respiratory loss in dry matter in the healthy beets in kg per 100 kg dry matter initially present in the beets. T, N and R as in table 12

Bij de berekening van het verlies aan droge stof met behulp van droge-stofbepalingen van de bieten is vooral de monstername een aanzienlijke bron van fouten (zie 2.2 en 2.3). De cijfers vertonen daardoor een zo grote toevallige spreiding, dat de door de temperatuur enz. teweeg gebrachte variatie klein is ten opzichte van de totale variatie. Het percentage verklaard en de betrouwbaarheid van vergelijking [5] zijn dan ook gering. Het gemiddelde resultaat is echter geheel in overeenstemming met dat van de ademhalingsmetingen. Ook uit vergelijking [5] blijkt, dat behalve door een hogere temperatuur en meer rot, het ademhalingsverlies wordt verhoogd door met meer stikstof te bemesten. De invloed van de stikstof-bemesting is echter kleiner dan uit de ademhalingsmetingen naar voren is gekomen. Gemiddeld heeft bemesting met 100 kg N een verhoging van het ademhalingsverlies aan droge stof tengevolge gehad van 3 kg per 100 kg ingekuilde droge stof, dit is ongeveer 15% van het gemiddeld totale verlies.

4.1.2 Kalium, natrium en magnesium

Bij ons ademhalingsonderzoek in de winters 1954/55 en 1955/56 werd de ademhalingsintensiteit gemeten van bieten die afkomstig waren van onze natrium-kalium-magnesium-bemestingsproefvelden op de Veluwe (23).

De bieten van deze proefvelden vertoonden wel duidelijke maar vrij kleine verschillen in groei en opbrengst in verband met de aangebrachte bemestingsvarianten (23) (zie ook tabel 23, 24 en 25). Het is daarom niet verwonderlijk, dat de invloed van de bemesting ook slechts weinig in de houdbaarheid en de ademhalingsintensiteit van de bieten tot uiting is gekomen (pag. 58). Om de invloed van de bemesting in de beide jaren beter tot uiting te doen komen werden, op dezelfde wijze als voor de invloed van de stikstof-bemesting, (4.1.1) een aantal multipele regressieberekeningen uitgevoerd. Het bewaarseizoen werd in perioden verdeeld en voor iedere periode werd de gemiddelde CO_2-produktie in liters/etmaal/100 kg bieten berekend als functie van de bemesting met natrium, kalium en magnesium en verder van de bewaartemperatuur en het percentage rot aan het einde van de bewaring. Daar het materiaal omvangrijker

was dan bij de stikstof-trappenproef, – in beide jaren n.l. 24 bewaarobjecten – konden de berekeningen worden uitgebreid met de interacties van de bemestingen (zie 2.9).

Het bleek, dat het rotverlies aan het einde van de bewaring geen samenhang vertoonde met de CO_2-produktie in de eerste perioden gedurende de maanden december, januari en februari. Er was toen nog geen rot in de partij opgetreden. Na februari was het rot wel een belangrijke factor voor de verklaring van de CO_2-produktie. De proefseries van 1954/55 en 1955/56 bleken geheel overeenkomstige resultaten op te leveren. Het resultaat van beide jaren is daarom in twee vergelijkingen samengevat n.l. [6] voor de bewaring gedurende de eigenlijke wintermaanden wanneer nog geen rot is opgetreden en de invloed van het later optredende rot ook nog geen samenhang vertoont met de CO_2-produktie van de bieten en [7] voor de bewaring na februari, wanneer de CO_2-produktie mede bepaald wordt door het rotten van de bieten.

$$P_v = +2{,}36 + 0{,}20\,Na - 0{,}05\,Mg - 0{,}03\,K + 0{,}06\,Na \times Mg - 0{,}05\,Na \times K + 0{,}07\,Mg \times K + 0{,}47\,T \qquad [6]$$

$$P_l = +0{,}14 + 0{,}30\,Na - 0{,}27\,Mg - 0{,}25\,K - 0{,}15\,Na \times Mg + 0{,}08\,Na \times K + 0{,}19\,Mg \times K + 0{,}76\,T + 0{,}27 \times R \qquad [7]$$

Hierin is P_v = CO_2-produktie in liters/etmaal/100 kg bieten gemiddeld gedurende de maanden dec., jan. en febr., waarbij de rotting nog geen merkbare invloed heeft op de CO_2-produktie

Where P_v = *CO_2-production in liters/24 hours/100 kg beets on an average during the months Dec., Jan. and Febr., rotting not yet having had a marked influence on the CO_2-production*

P_l = CO_2-produktie in liters/etmaal/100 kg bieten, gemiddeld gedurende maart, april en mei, waarbij de CO_2-produktie mede bepaald wordt door de rotting van de bieten

P_l = *CO_2-production in liters/24 hours/100 kg beets on an average during March, April and May in which CO_2-production is also determined by the rotting beets*

Na = bemesting met 0 of 315 kg Na_2O per ha in de vorm van chs. Wanneer geen Na is gegeven in te vullen —1, bij wel Na +1

Na = fertilization with 0 or 315 kg Na_2O per ha in the form of chilean nitrate. When no Na has been applied, fill in —1, when it has been given +1

K = bemesting met 100 of 300 kg K_2O per ha als KCl bij 100 kg K_2O in te vullen —1 en bij 300 kg +1

K = fertilization with 100 or 300 kg K_2O per ha as KCl. When 100 kg K_2O has been applied, fill in —1 and when 300 kg K_2O has been given +1

Mg = bemesting met 0 of 75 kg MgO per ha als $MgSO_4$, bij geen Mg invullen —1, bij wel Mg +1

Mg = fertilization with 0 or 75 kg MgO per ha as $MgSO_4$, when no Mg has been applied, fill in —1, when it has been given +1

Na × Mg interactie-effecten tussen de bemestingen. Wanneer beide meststoffen tegelijk
Na × K zijn toegediend of tegelijk zijn weggelaten invullen +1, is alleen een van
Mg × K beide meststoffen gegeven dan —1

Na × Mg interactions between the fertilizers. When both fertilizers have been applied or
Na × K omitted at the same time, fill in +1. When only one of the fertilizers has been
Mg × K given —1

T = bewaartemperatuur, 2, 5 of 7°C / *storage temperature, 2, 5 or 7°C*

R = rotverlies aan het einde van de bewaring, gemiddeld 19% met als uitersten 12% en 25%
R = losses from rot at the end of storage, 19% on an average with 12% and 25% as limits

TABEL 14 CO_2-produktie in liters/etmaal/100 kg bieten, % verklaard van het oplossingsgezelschap en betrouwbaarheid van de verschillende factoren van vergelijking [6] en [7]

		Verg. [6] (P_v) *Equation* [6] *(P_v)*	Verg. [7] (P_t) *Equation* [7] *(P_t)*
CO_2-produktie *CO_2-production*	minimaal/*minimal*	2,9	6,5
	gemiddeld/*averaged*	4,5	8,8
	maximaal/*maximal*	6,2	13,0
Percentage verklaard v.h. oplossingsgezelschap *Percentage of the total sum of squares attributable to regression*		92	90
P% van *P% of*	het oplossingsgezelschap *the solution group*	0,1	0,1
	factor Na	2,5–1	10–5
	factor K	>25	25–10
	factor Mg	>25	10–5
	factor Na × Mg	>25	>25
	factor Na × K	>25	>25
	factor Mg × K	>25	25–10
	factor T	0,1	0,1
	factor R	—	0,1

TABLE 14 *CO_2-production in liters/24 hours/100 kg beets, % of the total sum of squares attributable to regression and the reliability of the solution group and the various factors of equations* [6] *and* [7]

Uit tabel 14 en vergelijking [6] en [7] blijkt, dat de invloed van een temperatuurverschil van 5°C groter is dan die van de bemestingsvariaties als geheel. Zoals elders (26) is uiteengezet, is de temperatuur dan ook de belangrijkste van alle bewaarfactoren. Interessant is, dat in overeenstemming met de daar geschatte gemiddelde invloed van de temperatuur op de ademhalingsintensiteit van de bieten gedurende de wintermaanden, uit vergelijking [6] blijkt, dat per graad temperatuurverhoging de CO_2-produktie per etmaal per 100 kg bieten toeneemt met ongeveer 0,5 liter of $\pm$ 1 g CO_2. Bij langer bewaren wordt de invloed van de temperatuur op de CO_2-produktie van de bieten groter, zoals vergelijking [7] laat zien. Uit vergelijking [6] en [7] en uit tabel 14 blijkt verder, dat ook de invloed van de bemesting duidelijker tot uiting komt bij langer bewaren, hetgeen in overeenstemming is met de elders (26) verkregen conclusie, dat door langer bewaren de verschillende invloeden in het algemeen beter zichtbaar worden. Gedurende de eerste maanden van de bewaring is alleen de invloed van de natrium-bemesting duidelijk naar voren gekomen, later komen ook de magnesium- en kali-bemesting min of meer betrouwbaar tot uiting. In overeenstemming met de resultaten van

AMBERGER (4) blijkt de ademhalingsintensiteit verminderd te worden door een hogere kali-bemesting. Ook door magnesium-bemesting werd de ademhalingsintensiteit verminderd, terwijl door natrium-bemesting de CO_2-produktie juist werd vergroot. Dit kan een gevolg zijn van het feit dat de natrium werd toegediend in de vorm van chilisalpeter, zodat denkbaar is dat we met een neveneffect van chilisalpeter te doen hebben.

De interacties tussen natrium- en magnesium-bemesting en tussen natrium- en kali-bemesting zijn niet betrouwbaar en hebben bij korte en lange bewaring een tegengesteld teken. Bij lange bewaring is de kali-magnesium-interactie echter wel min of meer betrouwbaar. Door verhoging van de kali-bemesting van 100 tot 300 kg K_2O per ha, wordt, evenals door bemesten met 75 kg MgO per ha, de ademhalingsintensiteit verminderd. De vermindering tengevolge van hogere kali-bemesting is echter kleiner wanneer tevens met magnesium is bemest en de vermindering tengevolge van magnesiumbemesting kleiner wanneer 300 in plaats van 100 kg K_2O per ha is gegeven. Bij voederbieten die verbouwd worden op lichte zandgrond, blijken de kali- en de magnesium-bemesting en de onderlinge verhouding van deze meststoffen dus niet alleen belangrijke factoren te zijn in verband met de opbrengst, doch ook in verband met de ademhalingsactiviteit van de bieten tijdens de bewaring.

4.2 BEMESTING EN RESISTENTIE TEGEN ROTTING

De invloed van de bemesting op de groei en de opbrengst van het gewas hangt samen met en is afhankelijk van de vruchtbaarheidstoestand van de grond. Het ligt daarom voor de hand, dat de invloed van de bemesting op de houdbaarheid in de zin van de resistentie tegen rotting, eveneens afhankelijk zal zijn van de grond waarop de bieten zijn verbouwd.

De invloed van de bemesting is dan ook zoveel mogelijk onderzocht in samenhang met de aard van de grond, zoals in 4.3 wordt beschreven. Daarnaast hebben wij in de loop van ons onderzoek de beschikking gekregen over bieten van proefvelden van verschillende proefnemers waaronder de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst (R.L.V.D, de Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter (L.D.C.) en de Nederlandse Kali Import Maatschappij N.V. (N.K.I.M.). Die proeven zijn onderling zeer verschillend van opzet en dragen een incidenteel karakter. Voor een eerste algemene orientatie zijn de resultaten echter bruikbaar.

4.2.1 Stikstof

In 1955 werden door de Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter stikstoftrappen proeven genomen met voederbieten, waarbij de stikstof gegeven werd in hoeveelheden

van 0, 90, 120 en 150 kg N per ha in de vorm van kalksalpeter of chilisalpeter. Van twee van deze proefvelden hebben wij monsters van 100 bieten op verschillende wijzen bewaard. Tabel 15 geeft de resultaten gemiddeld van de beide proefvelden en vier verschillende bewaarmethoden.

TABEL 15 Opbrengst en houdbaarheid, gemiddeld van vier bewaarmethoden in verband met de N-bemesting. De cijfers van de proefvelden A 335 en A 338 van de Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter zijn gemiddeld

N-bemesting / *N-fertilization* kg per ha	Verse bietopbrengst *Fresh beet production* ton(s) per ha		Percentage gezond na bewaren *Percentage healthy after storage*		
	ks/*n.l.*	chs/*ch.n.*	ks/*n.l.*	chs/*ch.n.*	gem. / *average*
0	86		54		54
90	86	100	71	70	71
120	91	110	74	73	74
150	86	111	70	75	72

TABLE 15 *Production and keeping qualities on an average of four methods of storage in relation to N-fertilization. The figures are averages of the experimental fields A 335 and A 338 of the Chilean Nitrate Agricultural Service*

Achterwege laten van de stikstof-bemesting is betrouwbaar ongunstig geweest voor de houdbaarheid. Het verschil in houdbaarheid tussen de met 90, 120 of 150 kg N per ha bemeste bieten is echter gering. Hetzelfde geldt voor de verse bietopbrengst. Waarschijnlijk ligt zowel voor de houdbaarheid als voor de opbrengst het maximum tussen 100 en 150 kg N.

Dat de houdbaarheid van voederbieten ernstig wordt verminderd door weglaten van de stikstof-bemesting blijkt ook uit het sinds 1931 onveranderd voortgezette stikstof-vormen-pH-trappenproefveld OGe 72 te Ruurlo. Het percentage gezond van de bieten gemiddeld van de veldjes met stikstof en die zonder stikstof was resp. 69 en 46. De invloed van de bemesting hing ook duidelijk samen met de pH van de grond zoals tabel 16 laat zien.

Gemiddeld heeft de stikstof-bemesting de opbrengst en de houdbaarheid van de bieten belangrijk verbeterd. Dit geldt echter alleen wanneer de pH van de grond voldoende hoog is. Op de veldjes met pH 3,8 waar de bieten nauwelijks tot ontwikkeling zijn gekomen is de houdbaarheid van de bieten verrassend goed, ook wanneer geen stikstof is gegeven. Dit is in overeenstemming met onze praktijkervaring dat zeer armelijk gegroeide kleine harde bieten die typische 'zuregronds verschijnselen' vertoonden, vaak zeer goed houdbaar zijn. Misschien zijn deze bieten 'noodrijp' geworden, en daardoor volledig tot rust gekomen bij de oogst en goed houdbaar. Een op deze wijze tot stand gekomen goede houdbaarheid is echter niet aantrekkelijk omdat de opbrengst zo laag is.

TABEL 16 Verse opbrengst in ton/ha en houdbaarheid van Barresvoederbieten na bewaring tot 17 juni in een smalle proefkuil, gemiddeld van de wel en niet met N bemeste veldjes bij verschillende pH van de grond

N-bemesting *N-fertilization*	pH-KCl 3,8		4,0		4,5		Gemiddeld/*Average*	
	Opbr. *Prod.*	% gezond *% healthy*	Opbr. *Prod.*	% gezond *% healthy*	Opbr. *Prod.*	% gezond *% healthy*	Opbr. *Prod.*	% gezond *% healthy*
0 kg N	12	80	29	32	41	27	27	46
174 kg N/ha	38	79	64	59	73	69	58	69

TABLE 16 *Fresh production in tons/ha and keeping qualities of Barres fodder beets after storage until June 17th in a narrow experimental clamp on an average of plots fertilized with N or not at different pH's of the soil*

De veldjes met hogere pH, die overigens eenzelfde bemesting ontvingen als die met lage pH, hebben steeds aanzienlijk hogere opbrengsten geleverd. De onttrekking van voedingsstoffen is daar dan ook veel groter geweest, zodat het pH effect mede ontstaan is door verschillen in onttrekking van voedingsstoffen op de verschillende veldjes. Vast staat echter wel dat bij een voor een redelijke opbrengst voldoende hoge pH, stikstof-bemesting noodzakelijk is voor een goede houdbaarheid.

In 1956 werden door de Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter stikstof-proeven genomen waarbij de stikstoftrappen wijder uiteen genomen werden n.l. 0, 120, 160 en 200 kg N per ha. Hierbij werd de stikstof in de vorm van kalkammonsalpeter en chilisalpeter toegediend, doch in verband met de beschikbare ruimte in onze cellen werden de met kalkammonsalpeter bemeste bieten alleen in de ademhalingsvaten bij 2, 5 en 7°C bewaard en de met chilisalpeter bemeste alleen in een smalle proefkuil.

TABEL 17 Opbrengst en houdbaarheid van met verschillende hoeveelheden N-bemeste bieten bij bewaring tot 16 augustus in ademhalingsvaten bij 2, 5 en 7°C. Bieten afkomstig van de N-trappenproefvelden A 364 en A 365 van de Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter (verg. fig. 22)

kg N/ha als kas *kg N/ha as nitrolime*	Percentage gezond na bewaring bij *Percentage healthy after storage at*				Verse bietopbr. ton/ha van A 364 *Fresh production tons/ha of A 364*
	2°C	5°C	7°C	Gem./*Average*	
0	54	49	54	52	39
120	56	68	62	62	62
160	52	66	70	62	64
200	52	61	50	54	69

TABLE 17 *Production and keeping qualities of beets fertilized with different amounts of N, stored until August 16th in respiration containers at 2, 5 and 7°C. Beets coming from the N-level experimental fields A 364 and A 365 of the Chilean Nitrate Agricultural Service (compare fig. 22)*

In overeenstemming met tabel 15 en 16 blijkt weglaten van de stikstof-bemesting zowel de houdbaarheid als de opbrengst van de bieten gemiddeld duidelijk te verminderen. Verder blijkt overmatige stikstof-bemesting n.l. 200 kg N per ha, gemiddeld ongunstig geweest te zijn voor de houdbaarheid, hoewel de verse opbrengst van de bieten van proefveld A 364 toch het hoogste was bij 200 kg N per ha. Helaas werd de opbrengst van proefveld A 365 niet bepaald.

Het is verder jammer dat er geen droge-stofopbrengsten van de bieten zijn bepaald. Uit de vele proeven (44, 45, 46 en 77) is bekend dat bij hogere stikstofgiften het drogestofgehalte van de bieten aanmerkelijk daalt. Op grond van interprovinciale proeven komt BOSMAN (45, 46) tot de conclusie dat een hoge stikstofgift in vele gevallen nadelig is voor de droge-stofopbrengst van de bieten. Zelfs 120 kg N per ha was soms te veel. Ook DILLEWIJN en SMEENK (77) komen tot de conclusie dat in het algemeen de opbrengst aan droge stof van de bieten niet meer zal toenemen wanneer men meer dan 150 kg N per ha geeft. Waarschijnlijk zal ook bij de proefvelden van tabel 17 de opbrengst aan droge stof van de bieten bij 200 kg N per ha lager zijn geweest dan bij 160 kg N per ha. Het is daarom waarschijnlijk dat zowel de opbrengst aan droge stof als de houdbaarheid van de bieten in het algemeen ongunstig werden beïnvloed door stikstofgiften hoger dan 160 kg N per ha.

Op overeenkomstige wijze als in vergelijking [1] t/m [5] werden de gegevens van deze proef samengevat in een meervoudige regressie-analyse, waarbij de houdbaarheid (percentage gezond na bewaren) werd berekend als functie van de bewaartemperatuur, de stikstof-bemesting en het droge-stofverlies tijdens de bewaring. Om het kromlijnig verband met de stikstof-bemesting in de formule tot uiting te kunnen brengen werd behalve de factor stikstof-bemesting in kg N per ha, ook het kwadraat van deze grootheid als factor opgenomen. Vergelijking [8] geeft het resultaat.

$$H = +\,78{,}67 + 1{,}66\,T + 0{,}184\,N - 0{,}0009\,N^2 - 1{,}32\,dv \qquad [8]$$

Hierin is H = percentage gezond na bewaren tot 16 augustus / = % *healthy after storage until August 16th*
Where
T = 2, 5 of 7°C / *T = 2, 5 or 7°C*
N = 0, 90, 120 of 200 kg N/ha / *N = 0, 90, 120 or 200 kg N/ha*
dv = ademhalingsverlies aan droge stof / *respiratory loss in dry matter*

percentage verklaard van het oplossingsgezelschap = 65% / *percentage of the total sum of squares attributable to regression = 65%*

P% van het oplossingsgezelschap = 10–5 / *P% of the solution group = 10–5*

P% voor de factor T = 10–5 / *P% for the factor T = 10–5*

P% voor de factor N = 5–2,5 / *P% for the factor N = 5–2.5*

P% voor de factor N^2 = 10–5 / *P% for the factor N^2 = 10–5*

P% voor de factor dv = 25–10 / *P% for the factor dv = 25–10*

Uit vergelijking [8] blijkt, dat de stikstof-bemesting de houdbaarheid betrouwbaar heeft beïnvloed. Het verband blijkt redelijk betrouwbaar kromlijnig te zijn, met een maximum bij N is ruim 100. Het maximum voor $H = c + 0{,}184\,N - 0{,}0009\,N^2$

ligt bij d(% gezond)/d(N) = 0,184 — 2 × 0,0009 N = 0 d.w.z. wanneer N is ruim 100 kg.

In tabel 17 valt op, dat de invloed van de stikstofbemesting vrijwel niet tot uiting komt bij bewaring bij 2°C en dat de ongunstige werking van te weinig of te veel stikstof het duidelijkste naar voren komt bij bewaring bij 7°C. Bij bewaring van voederbieten in de praktijk is de temperatuur meestentijds rond 5°C of hoger (29). Het is daarom te verwachten, dat de gemiddelde cijfers van tabel 17 ook voor de bewaring in de praktijk representatief zullen zijn. Dit wordt bevestigd door het resultaat van de met chilisalpeter bemeste en in een smalle proefkuil bewaarde bieten van deze zelfde proefvelden.

TABEL 18 Percentage gezond van de met de aangegeven hoeveelheden N bemeste bieten bij bewaring in een smalle proefkuil tot 11-4-1957 en tot 15-6-1957. Bieten afkomstig van de proefvelden A 364 en A 365 van de Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter

kg N per ha als chs *kg N/ha as chilean nitrate*	Proefveld A 365 *Experimental field A 365*		Proefveld A 364 *Experimental field A 364*		Gemiddeld *Average*
	Bewaard tot 11–4 *Stored till 11–4*	Bewaard tot 15–6 *Stored till 15–6*	Bewaard tot 11–4 *Stored till 11–4*	Bewaard tot 15–6 *Stored till 15–6*	
0	82	17	87	71	64
120	92	20	91	75	69
160	93	22	94	77	71
200	93	18	97	54	65

TABLE 18 *Percentage healthy of beets fertilized with the indicated amount of N stored in a narrow experimental clamp until 11-4-1957 and 15-6-1957. Beets coming from the experimental fields A 364 and A 365 of the Chilean Nitrate Agricultural Service*

In overeenstemming met de in tabel 15 en 17 vermelde resultaten, zien we, dat de houdbaarheid gemiddeld het beste was bij de met 120 tot 160 kg N bemeste bieten. Het duidelijkste komt dit tot uiting bij de laat opgeruimde bieten, d.w.z. bij die bieten die ook enige tijd aan wat hogere temperaturen van 5 tot 10°C zijn blootgesteld geweest, zoals bij praktijkbewaring in grote hopen eveneens het geval is.

De conclusie lijkt wel gerechtvaardigd, dat achterwege laten van de stikstof-bemesting beslist ongunstig is voor de houdbaarheid (resistentie tegen rot), en dat ook overmatige stikstof-bemesting vermeden dient te worden. De invloed van de stikstofbemesting op de houdbaarheid loopt waarschijnlijk parallel met de invloed op de opbrengst aan droge stof van de bieten. Een flinke stikstof-bemesting tot 160 kg N per ha zal in verband met de houdbaarheid in het algemeen veilig geadviseerd kunnen worden. Meer stikstof zoals in de praktijk wel op gescheurde graslanden voorkomt wordt echter gevaarlijk en zal ook in verband met de opbrengst aan droge stof van de bieten in het algemeen niet rendabel zijn (44, 45, 46, 47).

TABEL 19 Opbrengst en houdbaarheid in verband met de kali-bemesting van op verschillen

					Rijkslandbouwvoorlic *State Agricultural Ad*	
Reg. nr. proefveld *Reg. No. experimental field*	U 655		OGe 73		OGe 991	
Aantal bewaarobjecten per K-trap *Number of storage treatments per K-level*	2		3		8	
	Bieten[1] *Beets*[1] ton/ha	% gezond % *healthy*	Bieten[1] *Beets*[1] ton/ha	% gezond % *healthy*	Bieten[1] *Beets*[1] ton/ha	% gezond % *healthy*
kg K_2O per ha						
0	12	70			64	57
30	15	74				
80	26	75	19	47		
100					78	54
110						
140	36	77				
150						
160			39	45		
200						
220	36	82				
240			54	59		
250					84	61
300						
320						
400					89	43
450						
800						

[1] opbrengst verse bieten / *fresh beet-production*
[2] ds-opbrengst bieten / *dry matter production of beets*

TABLE 19 *Production and keeping qualities in relation to the K-fertilization of fodder beet*

4.2.2 Kalium

Door verschillende proefnemers zijn de bieten ter beschikking gesteld van een aantal zeer uiteenlopende kali-bemestingsproefvelden. Het hoofdeffect van de kali-bemesting van iedere proef is in een samenvattende tabel weergegeven. Om een indruk te geven van de waarde van de cijfers is voor iedere proef vermeld van hoeveel bewaarobjecten het weergegeven cijfer een gemiddelde is. Soms zijn de cijfers gemiddelden voor iedere kalitrap van proefvelden waarbij b.v. ook de stikstofsoort of de kalisoort werd gevarieerd, soms zijn monsters van eenzelfde kalitrap op verschillende wijze bewaard, terwijl verder de cijfers soms gemiddelden zijn van een serie gelijkwaardige proefvelden, b.v. de interprovinciale serie 26.

Bij alle proeven hebben de objecten die geen of weinig kali hebben ontvangen gemiddeld een kleinere opbrengst en minder goed houdbare bieten opgeleverd dan de objecten die een matige tot flinke hoeveelheid kali hebben gekregen.

In 6 van de 11 proefseries waarin kaligiften van 300 kg K_2O per ha of hoger waren opgenomen is door bemesten met meer dan 280 kg K_2O per ha gemiddeld nog een verbetering van de houdbaarheid bereikt terwijl in de overige 5 series, de beste houdbaarheid werd verkregen bij bemesting met 105 à 275 kg K_2O per ha.

De hoogste opbrengst werd in 8 van deze 11 proefseries verkregen door bemesten met meer dan 280 kg K_2O. In het algemeen is een zekere kali-bemesting dus gunstig voor de opbrengst en de houdbaarheid. Door zware kali-bemesting kan de houdbaarheid echter weer afnemen. Tabel 19 laat zien, dat in 3 van de 6 gevallen waarbij als hoogste gift 400 kg K_2O of meer per ha is gegeven, de houdbaarheid weer afnam bij de hoogste kali-bemesting. Bekend is, dat in de praktijk in combinatie met stalmest soms meer dan 400 kg K_2O per ha wordt gegeven. In de praktijk is de kans op ver-

TABEL 20 Verschil in opbrengst en houdbaarheid tussen de wel en niet met K-bemeste bieten die overigens een volledige N-, P- en Mg-bemesting hebben ontvangen, na bewaren in een smalle proefkuil. Een positief cijfer wijst op een gunstige werking van de bemesting met 300 kg K_2O, een negatief cijfer op een ongunstige werking

K-getal v.d. grond *K-value of the soil*	Aantal proefvelden *Number of trial fields*	Verschil in opbr. ds bieten kg/are *Difference in prod. d.m. beets kg/ha*	Verschil % gezond *Difference % healthy*
<15	10	20	+12
15–19	8	15	+14
20–25	9	7	—14
>25	8	1	—4

TABLE 20 *Difference in production and keeping qualities between the beets fertilized with K and the non-fertilized beets, which had a complete N-, P- and Mg-fertilization, after storage in a narrow experimental clamp. A positive figure indicates a favourable effect of fertilization with 300 kg K_2O, a negative figure an unfavourable effect*

TABEL 21 Opbrengst en houdbaarheid van met 100 of 300 kg K_2O bemeste en op verschillende wijzen bewaar

				1954/1955
		Gemiddeld van / *Average of* CI 1700, 1702, 1703, 170		
	Opbr. ds bieten in kg/are *Dry matter prod. beets kg/are*	% gezond na bewaren / % *healthy after storage*		
		In adem-halingsvaten *In respiration containers*	In koelcellen *Artificially cooled*	In een proefkuil *Experimental clamp*
Aantal bewaarobj. per K-trap *Number of storage treatments per K-level*		12	30	30
100 kg K_2O/ha	119	84	95	81
300 kg K_2O/ha	117	80	93	80

TABLE 21 *Production and keeping qualities of beets fertilized with 100 or 300 kg K_2O and stored in differe*

mindering van de houdbaarheid door overmatige kali-bemesting dan ook zeker niet denkbeeldig.

Gemiddeld over alle proefseries is het effect van de kali-bemesting niet erg groot. Dit komt, doordat de werking van de kali-bemesting afhankelijk is van vele andere factoren, zoals het kali-getal en het magnesium-gehalte van de grond en het al dan niet gelijktijdig toedienen van b.v. magnesium-bemesting. Tabel 20 laat zien, hoe het effect van de kali-bemesting beïnvloed kan worden door het kali-getal van de grond.

Op de proefvelden met kali-getal groter dan 20 heeft de bemesting met 300 kg K_2O gemiddeld ongunstig gewerkt op de houdbaarheid. Interessant is, dat de bemesting op deze proefvelden wel nog een verhoging van de opbrengst aan droge stof van de bieten tengevolge heeft gehad al is deze verhoging ook aanzienlijk kleiner dan op de proefvelden met laag kali-getal. Misschien is voor de opbrengst meer kali rendabel dan voor de houdbaarheid. Tabel 19 waar de bemesting met meer dan 280 kg K_2O per ha vaker gunstig was voor de opbrengst dan voor de houdbaarheid wijst eveneens in deze richting.

Bij ons natrium-kali-magnesium-bemestingsonderzoek met voederbieten op lichte zandgronden op de Veluwe (23) werd 100 en 300 kg K_2O per ha gegeven. De gemiddelde invloed van de kali-bemesting op de bewaarresultaten van deze proeven wordt weergegeven in tabel 21.

In 1955/1956 heeft bemesten met 100 en 300 kg K_2O gemiddeld geen invloed gehad op de droge-stofopbrengst en op de houdbaarheid van de bieten. In 1954/1955 was

eten, gemiddeld voor de aangegeven aantallen bewaarobjecten

		1955/1956		
Gemiddeld van / *Average of* CI 1699 en 1701		Gemiddeld van / *Average of* CI 1845 en 1850		
Opbr. ds bieten in kg/are *Dry matter prod. beets kg/are*	% gezond na bewaren in een proefkuil *% healthy after storage in experimental clamps*	Opbr. ds bieten in kg/are *Dry matter prod. beets kg/are*	% gezond na bewaren / *% healthy after storage*	
			In ademhalingsvaten *In respiration containers*	Diverse bewaarmethoden *Different storage methods*
	12		12	24
127	81	101	80	81
125	78	101	81	80

ays on an average for the storage treatments indicated

bemesten met 300 kg K_2O bij alle proeven gemiddeld iets slechter dan bemesten met 100 kg K_2O zowel voor de opbrengst als voor de houdbaarheid.

Hierbij zij opgemerkt, dat de bieten van de vermelde bewaarproeven in ieder jaar van dezelfde proefvelden afkomstig waren. Blijkbaar heeft de bewaarmethode als zodanig het kali-effect dus niet beïnvloed, hetgeen een ondersteuning is van de in 2.10 getrokken conclusie, dat de door ons gevonden samenhangen ook bij normale praktijkbewaring in het algemeen hun geldigheid behouden. Dat 300 kg K_2O bij deze proeven gemiddeld minder goed is geweest dan 100 kg K_2O is misschien een gevolg van het op de betrokken proefvelden vrij duidelijk tot uiting gekomen kalium-borium-antagonisme (23), waardoor ook de opbrengst van de met 300 kg K_2O bemeste bieten gemiddeld lager is geweest dan die van de met 100 kg K_2O bemeste (23). Overigens is het geringe kali-effect van de proeven uit tabel 21 goed in overeenstemming met de resultaten van de in tabel 19 vermelde proeven. Door met 100 kg K_2O te bemesten is het gevaar voor ernstig kali-gebrek geheel voorkomen, terwijl bemesten met 300 kg K_2O in vele gevallen reeds aan de hoge kant zal zijn.

Tabel 21 wijst er op, dat wanneer de hogere kali-bemesting ongunstig begint te worden voor de opbrengst, ook de houdbaarheid van de bieten wordt geschaad. Uit tabel 19 wordt waarschijnlijk, dat in het algemeen de optimale bemesting voor de houdbaarheid van de bieten met 200–300 kg K_2O per ha bereikt is, terwijl vaak met minder zal kunnen worden volstaan. Uit ons onderzoek op lichte zandgronden van de Veluwe bleek, dat dit ook geldt voor de optimale opbrengst aan droge stof van de bieten (20).

TABEL 22 Verschil in opbrengst en houdbaarheid tussen de met 300 en de met 100 kg K_2O per ha bemeste bieten, wanneer niet en wanneer wel met Mg is bemest, gemiddeld over de in tabel 21 vermelde proeven van 1955/1956. Een positief cijfer wijst op een gunstige werking van de K-bemesting

Mg-bemesting *Mg-fertilization*	Verschil in ds opbrengst bieten in kg/are *Difference in d.m. production beets in kg/are*	Verschil in % gezond na bewaren *Difference in % healthy after storage*
zonder Mg-bemesting *without Mg-fertilization*	—2	—1
met 75 kg MgO/*with 75 kg MgO*	0	+3

TABLE 22 *Difference in production and keeping qualities between beets fertilized with 300 kg and 100 kg K_2O/ha, with and without Mg-fertilization, average of the experiments in 1955/1956, mentioned in table 21. A positive figure indicates a favourable effect of the K-fertilization*

Op andere zandgronden in Nederland vonden SLUISMANS en BOSKMA (199) vaak wel nog een verhoging van de bietenopbrengst door meer kali te geven, doch meestal was die hogere kali-gift niet meer rendabel. Zoals bekend is de optimale kali-bemesting mede afhankelijk van andere vruchtbaarheidsfactoren. Bij het onderzoek van 1955/1956 bleek dan ook een betrouwbare, zij het vrij kleine interactie met de magnesium-bemesting op te treden, zoals tabel 22 laat zien.

In tabel 21 is de invloed van de kali-bemesting blijkbaar schuil gegaan achter de interactie met de magnesium-bemesting. Meer kali was gunstig voor de houdbaarheid wanneer tevens met magnesium was bemest, doch ongunstig wanneer geen magnesium was gegeven. Voor een optimale houdbaarheid zal de kali-bemesting op lichte zand-

TABEL 23 Verschil in opbrengst en houdbaarheid (% gezond) tussen de met 300 en de met 100 kg K_2O per ha bemeste bieten, wanneer niet en wanneer wel met Na is bemest. Een positief cijfer wijst op een gunstige werking van de hogere K-bemesting

Na-bemesting *Na-fertilization*	Verschil in ds-opbrengst bieten *Difference in d.m. production beets in kg/are*	Verschil in % gezond *Difference in % healthy*
geen Na / *without Na*	0	+3
315 kg Na_2O/ha als chs *315 kg Na_2O/ha as chilean nitrate*	—1	—2
315 kg Na_2O/ha als NaCl *315 kg Na_2O/ha as NaCl*	+1	—4

TABLE 23 *Difference in production and keeping qualities (% healthy) of beets fertilized with 300 and 100 kg K_2O/ha with and without Na-fertilization. A positive figure indicates a favourable effect of a higher K-fertilization*

TABEL 24 Opbrengst en houdbaarheid van met ks, chs of ks + NaCl-bemeste en op verschil

Herkomst proefveld *Origin experimental field*	Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst *State Agricultural Advisory Service*				C.I.L.
Reg. nr. proefveld *Reg. No. experimental field*	WB 2356		serie 26		CI 18 18:
Aantal bewaarobjecten per bemestingsobject *Number of storage treatments per fertilization treatment*	12		144		32
	ds *d.m.*[2] kg/are	% gezond % *healthy*	Bieten[3] *Beets*[3] ton/ha	% gezond % *healthy*	ds *d.m.*[2] kg/are
Bemest met ks of kas *Fertilized with calcium nitrate or nitrolime*	93	58	72	79	95
Bemest met chs[1] *Fertilized with chilean nitrate*[1]	104	73			103
Bemest met ks + NaCl[1] *Fertilized with calcium nitrate + NaCl*[1]			78	82	103
Na-gehalte van de grond *Na content in the soil*			2,3		2

[1] bevat ± 300 kg Na_2O, d.i. chemisch equivalent aan 450 kg K_2O / *contains ± 300 kg Na_2(chemically equivalent to 450 kg K_2O*
[2] ds-opbrengst bieten / *dry matter production beets*
[3] opbrengst verse bieten / *fresh beet production*
% gezond = % gezond na bewaren / % *healthy* = % *healthy after storage*
[4] meerjarig proefveld / *long term experimental field*
Na-gehalte 'ks-veldjes' = 3 / *Na-content 'calciumnitrate-plots' = 3*
Na-gehalte 'chs-veldjes' = 10 / *Na-content 'chilean nitrate-plots' = 10*

TABLE 24 *Production and keeping qualities of beets fertilized with nitrolime, chilean nitrate or*

gronden in vele gevallen aangevuld moeten worden met magnesium-bemesting. Het interactie verschijnsel komt wat duidelijker tot uiting bij de houdbaarheid dan bij de opbrengst. In paragraaf 4.3 wordt hier nog uitvoerig op terug gekomen.

Behalve van de magnesium-bemesting is het kali-effect ook afhankelijk van de natrium-bemesting zoals tabel 23 laat zien, voor de in 1955/1956 genomen bewaarproeven met bieten van onze natrium- kali- magnesium-proefvelden op de Veluwe. De overeenkomstige proeven van 1954/1955 zijn buiten beschouwing gelaten omdat het kalium- en natrium-effect toen vertroebeld werd door het borium-gebrek (23).

De hogere kali-bemesting is gunstig geweest voor de houdbaarheid wanneer geen natrium was gegeven. Wanneer met natrium was bemest was 300 kg K_2O per ha waarschijnlijk reeds te veel. In de opbrengst van de betrokken proefvelden is dit verschijnsel niet tot uiting gekomen. Het is echter bekend, (181, 253) dat in het algemeen met minder kali optimale bietenopbrengsten worden bereikt wanneer met natrium is bemest dan wanneer geen natrium is gegeven. Hier komt dus evenals in tabel 19 weer naar voren, dat de houdbaarheid iets gevoeliger is voor een te hoge bemesting dan de opbrengst.

4.2.3 Natrium

Bij de teelt van voederbieten kan natrium niet alleen kalium min of meer vervangen, maar zelfs worden in vele gevallen pas maximale opbrengsten bereikt wanneer behalve met kalium tevens met natrium wordt bemest (253). De Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter heeft zich veel moeite getroost om de gunstige werking van natrium-bemesting te demonstreren.

Uit tabel 39 blijkt, dat gemiddeld over 4 kalium-natrium-bemestingsproefvelden, waarbij natrium en kalium in wisselende verhouding werden gegeven en waarvan de bieten op verschillende wijzen werden bewaard, de bemesting met kalium + natrium samen de beste opbrengst en houdbaarheid heeft gegeven. Dat bemesten met kalium alleen in deze proeven eveneens goed naar voren komt, wordt veroorzaakt door het feit, dat de voorraad natrium in de grond vaak voldoende groot is om het effect van de natrium-bemesting klein te maken. In tabel 24 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde resultaten van onze bewaarproeven met natrium-objecten.

Uit tabel 24 blijkt, dat de reactie van de houdbaarheid zeer uiteenlopend is geweest. In die gevallen waarin het natrium-gehalte van de grond niet hoger is geweest dan 2 à 3 mg per 100 g grond is bemesten met chilisalpeter of met kalksalpeter + Natriumchloride steeds beter geweest voor de houdbaarheid dan achterwege laten van het natrium. Bij een hoger natrium-gehalte, b.v. op de jarenlang met chilisalpeter bemeste veldjes van proefveld B 6 was bemesten met chilisalpeter echter duidelijk ongunstig voor de houdbaarheid. Interessant is proefveld B 134. Ondanks het hoge natriumgehalte van dit proefveld was op de veldjes die geen kalium ontvangen hadden, be-

TABEL 25 Opbrengst en houdbaarheid van wel en niet met Mg bemeste bieten, gemiddeld van de aangegev

Proefserie / *Experimental series*	1951/52		1953/54		1954/55	
Aantal bewaarobjecten per Mg-trap *Number of storage treatments per Mg-level*	24		10		72	
	ds/*d.m.*[1] kg/are	% gezond % *healthy*	ds/*d.m.*[1] kg/are	% gezond % *healthy*	ds/*d.m.*[1] kg/are	% gezon % *health*
Geen Mg / *Without Mg*	91	64	86	82	121	88
75 kg MgO/ha	96	71	96	84	123	87

[1] ds = ds-opbrengst bieten in kg/are / *d.m.* = *dry matter production beets in kg/are*
[2] bieten = verse opbrengst bieten in ton/ha / *beets* = *fresh beet production in tons/ha*

TABLE 25 *Production and keeping qualities of beets fertilized or not with Mg, average of the indicated numl*

mesten met chilisalpeter of kalksalpeter + Natriumchloride toch beter dan alleen kalksalpeter. Natrium heeft hier waarschijnlijk ten dele de rol van het kalium vervuld. Wanneer wel met kalium was bemest, was bemesten met natrium niet gunstig meer. De behoefte aan kalium was blijkbaar groter dan die aan natrium, die door het hoge natrium-gehalte van de grond toch reeds ruimschoots gedekt was. De natrium-bemesting in de vorm van chilisalpeter of Natriumchloride is hier dus als concurrent van de kalium-bemesting opgetreden en is daardoor ongunstig geweest. De bijzonder slechte bewaarbaarheid van de natriumobjecten bij 160 kg K_2O kan hiermee echter niet worden verklaard.

Afhankelijk van het kalium- en natrium-gehalte van de grond dienen kalium- en natrium-bemesting dus in de juiste verhouding toegediend te worden. De natrium-bemesting blijkt bij alle proefnemingen gemiddeld een verhoging van de opbrengst veroorzaakt te hebben terwijl bij 5 van deze 14 waarbij het natrium-gehalte hoger was dan 3, de houdbaarheid gemiddeld werd verminderd. Natrium-bemesting kan dus opbrengstverhogend werken en tegelijk de houdbaarheid verminderen. Zoals we zagen in tabel 19 geldt dit waarschijnlijk ook voor kalium-bemesting. De houdbaarheid blijkt gevoeliger te zijn voor een te zware bemesting dan de opbrengst. Dat natrium-bemesting de opbrengst nergens heeft verlaagd komt waarschijnlijk doordat onze gronden in het algemeen aanzienlijk minder natrium bevatten dan kalium, zodat ook op de met natrium bemeste veldjes de bieten toch aanzienlijk meer kalium opnemen dan natrium (23). Volgens LEHR (mondelinge mededeling) is het natrium-gehalte van de grond aan grote schommelingen onderhevig. Dicht bij zee vindt men duidelijk minder effect van natrium-bemesting dan in het Oosten van het land.

ntallen bewaarobjecten

1955/56		1956/57		1957/58		1958/59	
24		21		21		144	
s/d.m.[1] kg/are	% gezond % *healthy*	ds/d.m.[1] kg/are	% gezond % *healthy*	ds/d.m.[1] kg/are	% gezond % *healthy*	Bieten[2] *beets*[2] ton/ha	% gezond % *healthy*
100	81	115	30	147	86	74	78
103	81	114	25	147	88	76	84

storage treatments

Bij ons onderzoek van de bietenteelt op lichte zandgronden hebben wij de indruk gekregen, dat het natriumgehalte van deze zandgronden meestal zo laag is dat natrium-bemesting in de vorm van chilisalpeter of natriumchloride in het algemeen gunstig is, zowel voor de opbrengst als voor de houdbaarheid van de bieten (20).

Evenals voor het verkrijgen van een maximale opbrengst zal het dan ook voor de houdbaarheid van de bieten op zandgronden in het algemeen aanbeveling verdienen met laaggehaltige kali-zouten te bemesten.

4.2.4 Magnesium

In tabel 25 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde invloed van Mg-bemesting bij onze proefseries.

Behalve bij de proefseries in 1956 en 1957, heeft magnesium-bemesting gemiddeld steeds een verhoging van de opbrengst tengevolge gehad. Dit is opmerkelijk omdat juist bij deze twee series de magnesium niet in de vorm van $MgSO_4$ of als kieseriet werd toegediend doch als $MgCO_3$. Het lijkt waarschijnlijk dat het gunstige effect van de magnesium-bemesting op de opbrengst voor een deel mede veroorzaakt zal zijn door het SO_4 ion, zoals in 4.2.8 nader wordt uiteengezet. Aangezien de invloed van de magnesium-bemesting op de opbrengst duidelijk bleek samen te hangen met het Mg-gehalte van de grond zoals tabel 26 laat zien en o.a. ook door SLUISMANS werd vastgesteld (199) moet de gemiddeld gunstige werking van de magnesium-bemesting in de overige gevallen echter zeker ook aan de magnesium als zodanig toegeschreven worden.

TABEL 26 Opbrengst en houdbaarheid na bewaren in een smalle proefkuil van wel en niet met Mg-bemeste voederbieten, gemiddeld van de proefvelden met lage pH's en Mg-gehalten van de grond en gemiddeld van die met hoge pH's en Mg-gehalten

Proefveldenserie CI 1083, 1951 *Series CI 1083, 1951*	Geen Mg-bemesting *Without Mg*		Bemest met 100 kg MgO als $MgSO_4$ *Fertilized with 100 kg MgO as $MgSO_4$*		Gemiddeld *Average*	
	ds/*d.m.* prod. kg/are	% gezond % *healthy*	ds/*d.m.* prod. kg/are	% gezond % *healthy*	ds/*d.m.* prod. kg/are	% gezond % *healthy*
4 pr.v. met pH > 5,6 en Mg-geh. > 0.0030% *4 exp.f. with pH > 5.6 and Mg-content > 0.0030%*	113	78	113	82	113	80
4 pr. v. met pH < 5,6 en Mg-geh. < 0.0030% *4 exp.f. with pH < 5.6 and Mg-content < 0.0030%*	72	52	82	63	77	57
Gemiddeld / *Average*	91	64	97	71		

pr.v. = proefvelden / *exp.f. = experimental field*
ds = droge-stofopbrengst bieten in kg/are / *d.m. prod. = dry matter production beets in kg/are*
% gez. = % gezond / % *healthy* = % *healthy after storage*

TABLE 26 *Production and keeping qualities after storage in a narrow experimental clamp of beets fertilized or not with Mg, average of the experimental fields with low pH's and Mg-contents in the soil and average of those with high pH's and Mg-contents*

In 4 van de 7 proefseries blijkt de magnesium-bemesting behalve gunstig voor de opbrengst gemiddeld ook gunstig geweest te zijn voor de houdbaarheid van de bieten. Voor een deel moet deze in het algemeen gunstige werking worden verklaard uit de keuze van onze proefvelden. In het algemeen hebben wij in hoofdzaak de bieten van die proefvelden in ons onderzoek opgenomen, die ook in het veld een duidelijke reactie op de aangebrachte bemestingsvariaties te zien gaven. Tabel 26 laat zien dat het effect van bemesten met Mg duidelijk samenhangt met de pH en het Mg-gehalte van de grond.

De magnesium-bemesting heeft gemiddeld een betrouwbare verbetering van de houdbaarheid en verhoging van de opbrengst gegeven, doch alleen op de percelen met een laag Mg-gehalte en lage pH was het effect belangrijk. Gemiddeld hebben de bieten afkomstig van de percelen met hoge pH en hoog Mg-gehalte aanzienlijk meer opgebracht en zijn ze betrouwbaar beter houdbaar geweest dan die van de percelen met lage pH en laag Mg-gehalte. De pH en het Mg-gehalte van de grond hebben als zodanig een belangrijke invloed niet alleen – zoals bekend – op de opbrengst, doch ook op de houdbaarheid, zoals fig. 21 en 22 laten zien.

FIG. 21 Verband tussen de houdbaarheid van de bieten, gecorrigeerd op oogstdatum 15 oktober en de pH (water) van de grond

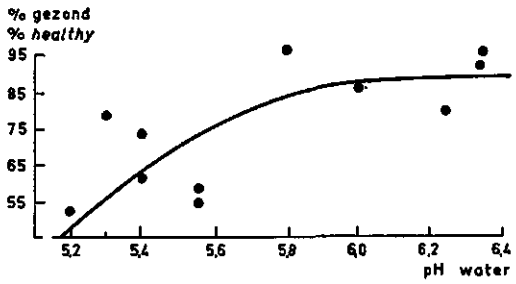


FIG. 21 *Relation between the keeping qualities of beets, corrected on harvest date 15th October and the pH (water) of the soil*

Door de sterke correlatie tussen de pH en het magnesium-gehalte van de grond was het bij dit onderzoek niet mogelijk de beide factoren te scheiden, noch aan te geven welke factor het belangrijkste is. Wij komen hierop nog terug. Uit figuur 22 wordt echter reeds waarschijnlijk dat op gronden met een magnesium-gehalte van 0,0040% of meer, het effect van een magnesium-bemesting op de houdbaarheid in het algemeen vrijwel nihil zal zijn.

Volgens SLUISMANS (199) is magnesium-bemesting nog rendabel wanneer het magnesium-gehalte van de grond niet hoger is dan 0,0060%. In tabel 25 hebben we gezien, dat de opbrengst soms toeneemt door magnesium-bemesting terwijl de houdbaarheid afneemt. Het lijkt erop, dat de houdbaarheid van de biet gevoeliger is voor een te hoge magnesium-bemesting dan de opbrengst. Dit is in overeenstemming met hetgeen bij kalium- en natrium-bemesting geconstateerd werd.

Het effect van de magnesium-bemesting is verder afhankelijk van de grootte van de kalium-bemesting. Tabel 27 laat dit zien, gemiddeld van de diverse bewaringen in 1953/1954 en in 1955/1956.

Het gemiddeld geringe effect van de magnesium-bemesting blijkt o.a. een gevolg te zijn van de Mg-K-interactie. Wanneer met 300 kg K_2O was bemest is magnesium-bemesting gemiddeld steeds gunstig geweest, zowel voor de houdbaarheid als voor de opbrengst. Wanneer geen of weinig kalium was gegeven was magnesium-bemesting echter ongunstig voor de houdbaarheid, hoewel de opbrengst soms toch nog werd verhoogd.

Voorts hangt het effect van de magnesium-bemesting samen met de natrium-bemes-

FIG. 22 Verband tussen de houdbaarheid van de bieten, gecorrigeerd op oogstdatum 15 oktober en het Mg-gehalte van de grond

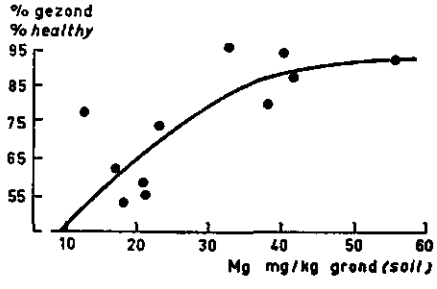


FIG. 22 *Relation between the keeping qualities of beets, corrected on harvest date 15th October and the Mg-content in the soil*

TABEL 27 Verschil in opbrengst (kg droge stof per are) en in houdbaarheid tussen wel en niet met Mg bemeste bieten in verband met de K-bemesting. Een positief cijfer wijst op een gunstige werking van de Mg-bemesting

K-bemesting *K-fertilization*	1953/1954		1955/1956	
	Verschil in opbrengst *Difference in production*	Verschil in houdbaarheid *Difference in keeping qualities*	Verschil in opbrengst *Difference in production*	Verschil in houdbaarheid *Difference in keeping qualities*
geen Kali / *without K*	+3	—1	×	×
100 kg K_2O per ha	×	×	0	—3
300 kg K_2O per ha	+9	+4	+2	+3
Gemiddeld / *Average*	+6	+2	+1	0

× geen gegevens / *no data*

TABLE 27 *Difference in production (kg dry matter per are) and in keeping qualities of beets, fertilized or not with Mg in relation with the K-fertilization. A positive figure indicates a favourable effect of the Mg-fertilization*

ting. Tabel 28 geeft hiervan een voorbeeld, gemiddeld van de bewaarproeven in 1955/1956.

Wanneer geen natrium was gegeven heeft magnesium-bemesting gemiddeld geen invloed gehad op de houdbaarheid, doch de opbrengst werd verminderd. Wanneer daarentegen wel met natrium was bemest, werd de opbrengst duidelijk verhoogd terwijl de houdbaarheid verminderd werd door magnesium-bemesting. Voor de houdbaarheid is blijkbaar niet geheel dezelfde ionen-verhouding optimaal als voor de opbrengst. Wij komen hierop nog terug.

TABEL 28 Verschil in opbrengst (kg droge stof per are) en in houdbaarheid tussen wel en niet met Mg bemeste bieten in verband met de Na-bemesting. Een positief cijfer wijst op een gunstige werking van de Mg-bemesting

Na-bemesting *Na-fertilization*	1955/1956	
	Verschil in opbrengst *Difference in production*	Verschil in houdbaarheid *Difference in keeping qualities*
geen Na / *without Na*	—4	0
315 kg Na_2O als chs *315 kg Na_2O as chilean nitrate*	+5	—2
315 kg Na_2O als NaCl *315 kg Na_2O as NaCl*	+5	—1

TABLE 28 *Difference in production (kg dry matter per are) and keeping qualities of beets, fertilized or not with Mg in relation to the Na-fertilization. A positive figure denotes a favourable effect of the Mg-fertilization*

4.2.5 Kalk

Het is bekend, dat bieten sterk reageren op de pH van de grond. Voor een goede opbrengst dient de pH-KCl op zandgrond bij voorkeur meer dan 5,0 te bedragen en op kleigrond minstens 6,6. In fig. 21 op p. 79 hebben we gezien, dat de pH ook een belangrijke invloed op de houdbaarheid van de bieten heeft.

In tabel 29 wordt het resultaat van bekalken weergegeven gemiddeld van onze Ca-Mg-proefvelden op de Veluwe in 1956 en 1957.

TABEL 29 Opbrengst en houdbaarheid na bewaren in een smalle proefkuil van wel en niet bekalkte bieten gemiddeld voor de aangegeven aantallen objecten. Tevens is de door de bekalking verkregen gemiddelde pH van de grond vermeld

	1956/1957			1957/1958		
Aantal objecten *Number of treatments*	28			28		
	ds/*d.m.* kg/are	% gezond % *healthy*	pH v.d. grond *pH soil*	ds/*d.m.* kg/are	% gezond % *healthy*	pH v.d. grond *pH soil*
Geen kalk / *Without lime*	112	24	4,7	147	86	4,7
1000 kg CaO als emkal *1000 kg CaO as $CaCO_3$*	114	31	5,2	146	88	5,0
2000 kg CaO als emkal *2000 kg CaO as $CaCO_3$*	119	28	5,7	147	87	5,3

TABLE 29 *Production and keeping qualities after storage in a narrow experimental clamp of beets, fertilized or not with lime, averaged for the indicated number of treatments. The average pH obtained by liming has also been mentioned*

In 1956 heeft de bekalking met 1 000 kg CaO niet alleen een belangrijke verhoging van de pH doch tevens een duidelijke verbetering van de houdbaarheid tengevolge gehad. Bekalken met 2 000 kg CaO was echter reeds te veel voor de houdbaarheid, hoewel de daar gemeten pH's nog gunstig genoemd kunnen worden voor de bietenteelt. Het is wel te verwachten, dat de invloed van de ten dele in de voorafgaande herfst en ten dele enige weken voor het zaaien van de bieten toegediende bekalking meer zal omvatten dan alleen een verhoging van de pH van de grond. De andere in de grond aanwezige voedingsstoffen worden tevens geactiveerd. Waarschijnlijk hierdoor is de bekalking met 2 000 kg CaO per ha in beide jaren gemiddeld minder goed geweest voor de houdbaarheid van de bieten dan de gift van 1 000 kg per ha. In 1957 heeft de bekalking een kleinere verhoging van de pH gegeven dan in 1956 en de invloed op de houdbaarheid was toen vrijwel nihil. De invloed van de bekalking op de groei en ontwikkeling van het gewas te velde en de opbrengst aan droge stof van de

bieten is toen eveneens vrijwel nihil geweest. Wij hebben hiervoor geen verklaring gevonden. Het is echter in overeenstemming met sommige ervaringen van het Nederlands Landbouw Kalkbureau dat het effect van een bekalking in het eerste jaar niet tot uiting komt in de groei van het gewas, doch wel in verhoging van de pH van de grond.

In tabel 30 wordt een overzicht gegeven van de invloed van een in 1949 aan rivierklei gegeven bekalking op de houdbaarheid van de in 1957 op die grond verbouwde voederbieten.

TABEL 30 Opbrengst en houdbaarheid van voederbieten afkomstig van rivierkleigrond met 75% afslibbaar die in 1949 met de aangegeven hoeveelheden poederkalk is bemest. Verder is de pH van de grond in 1953 aangegeven. Alle cijfers zijn gemiddelden van 8 objecten van het proefveld OGe 991

Kg poederkalk/ha in 1949 *Kg powdered lime/ha in 1949*	pH van de grond *pH soil* in 1953	Oogstjaar / *Harvest year* 1957	
		Bieten ton /ha *Beets tons/ha*	% gezond *% healthy*
0	5,0	70	58
7 000	5,6	76	53
21 000	6,6	83	63
44 000	7,3	85	58

TABLE 30 *Production and keeping qualities of fodder beets coming from river-clay soil with 75% clay fraction, which has been fertilized with the indicated amount of powdered lime in 1949. The pH of the soil in 1953 has been mentioned as well. All data are averages of 8 treatments of the experimental field OGe 991*

In het gewas te velde was de slechtere ontwikkeling van de bieten op de 0-veldjes duidelijk zichtbaar geweest terwijl de verschillen tussen de overige Ca-trappen vrij gering waren. Toch blijkt de houdbaarheid van de bieten van de 0-veldjes nog vrij goed geweest te zijn. Het bovenstaande geeft aanwijzingen, dat op zandgrond bij pH-KCl lager dan 5,2 de houdbaarheid kleiner kan zijn dan bij hogere pH en dat het voor de houdbaarheid van de bieten aanbeveling zal verdienen, door bekalken de pH van te zure gronden te verhogen.

Voor kleigrond zijn geen duidelijke aanwijzingen verkregen dat de pH een betekenende invloed heeft op de houdbaarheid. In paragraaf 4.3 wordt nog uitvoerig teruggekomen op de invloed van de pH op zandgronden.

4.2.6 Borium

Bij borium-gebrek kan hartrot ontstaan in de bieten. De eerste symptomen van borium-gebrek zijn de dood van jonge bladeren. Verder ontstaan dwarsscheurtjes op

de bladsteel in de bovenzijde van de groef. Later kunnen de planten bij ernstig boriumgebrek bijna geheel ontbladerd worden. Worden de groeivoorwaarden weer gunstiger, b.v. door vochtiger weer, waarbij het borium beter ter beschikking van de plant kan komen, dan kunnen nieuwe groeipunten worden gevormd. Als gevolg van boriumgebrek ontstaat rot aan de kop van de bieten. Dit is eerst oppervlakkig en grijsbruin van kleur, later gaat het dieper. Vaak gaat het weefsel ernstiger rotten door secundaire aantasting door schimmels als *Phoma betae* en *Fusarium culmarum*. Het rot kan de gehele kop omvatten. Bij minder ernstig aangetaste planten, waarbij de groei zich herstelt, blijft het rot meestal oppervlakkig.

Het ligt voor de hand, dat door hartrot aangetaste bieten eerder zullen rotten dan gezonde. In de praktijk wordt hartrot dan ook algemeen als een der oorzaken van rot in bietenkuilen gezien.

Door SPRENKELS (187) werd in 1935 te Oploo op kleine schaal een bewaarproef genomen met bieten die afkomstig waren van een stikstof-bemestingsproefveld en die duidelijke verschillen in hartrot aantasting vertoonden. Tabel 31 geeft de resultaten.

TABEL 31 Houdbaarheid van met verschillende N-soorten bemeste bieten. Cijfers ontleend aan (187)

Bemesting *Fertilization*	% door hartrot aangetaste bieten in nov. *% of beets affected by heart rot in Nov.*	% door bewaarrot aangetaste bieten in mrt. *% of beets affected by storage rot in March*
800 kg chs/ha *800 kg chilean nitrate/ha*	0	±25
800 kg ks/ha *800 kg calcium nitrate/ha*	33	±70
800 kg nas/ha *800 kg sodium nitrate/ha*	14	±70
800 kg ks + 30 kg borax/ha *800 kg calcium nitrate + 30 kg borax/ha*	0	±25

TABLE 31 *Keeping qualities of beets fertilized with different kinds of N-fertilizer. Data from (187)*

In 1936 werd door de Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter te Soest een kleine bewaarproef genomen, waarbij 100 op het oog geheel gezonde bieten en 100 bieten die in het loof zeer zwakke verschijnselen van hartrot vertoonden in een kelder in stro tot maart werden bewaard. Tabel 32 geeft de resultaten.

Hoewel de proeven klein van opzet zijn komt duidelijk de tendens naar voren, dat door hartrot aangetaste bieten eerder rotten dan gezonde.

In 1936 werden door SPRENKELS (187) bij een proef te St. Anthonis monsters van 100 op het oog gezonde bieten afkomstig van veldjes die bemest waren met 1 000 kg chs of 1 000 kg ks of 1 000 kg natronsalpeter + 20 kg borax in poterkistjes gelegd

TABEL 32 Houdbaarheid van bieten in verband met B-gebreksverschijnselen in het loof. Cijfers ontleend aan (187)

Gezondheidstoestand bij inkuilen in nov. *Health of beets at storage in Nov.*	Aantal bieten per 100 bij uitkuilen in maart *Number of beets per 100 after storage in March*		
	Zeer rot *Much decayed*	Matig rot *Moderately decayed*	Gezond *Healthy*
geheel gezond / *quite healthy*	12	36	52
lichte B-gebreksverschijnselen in het loof *light B-deficiency phenomena in foliage*	20	52	28

TABLE 32 *Keeping qualities of beets in relation to B-deficiency phenomena in the foliage. Data from (187)*

en in een koele ruimte bewaard. Het doel was na te gaan of de vaker gevonden gunstige werking van chilisalpeter op de houdbaarheid van de bieten een gevolg is van het in chilisalpeter aanwezige borium. Na verloop van enkele maanden begonnen de 'chs-bieten' duidelijk af te steken tegen de rest. Ze bleven hard en gezond, terwijl de andere, ook de bieten die met borax bemest waren slap werden.

Eind maart waren alle bieten die niet met chilisalpeter waren bemest van binnen gerot en zacht. Vooral opvallend was de slechte houdbaarheid van de met borax bemeste bieten. Het is denkbaar, dat dit een gevolg is van een overdosering met borium. Door met 20 kg borax te bemesten wordt 2 kg borium per ha gegeven, terwijl door een bietengewas 300 à 400 g borium per ha aan de grond wordt onttrokken. Deze 300 à 400 g borium is juist de hoeveelheid die met 1 000 kg chilisalpeter aan de grond werd toegediend immers chilisalpeter bevatte in 1936 0,03 à 0,04 % borium.

De niet met borax bemeste bieten verschilden uiterlijk niet van de wel bemeste. Het is daarom waarschijnlijk dat de gunstige werking van chilisalpeter aan de daarin aanwezige natrium moet worden toegeschreven, hetgeen in overeenstemming is met de in tabel 24 vermelde resultaten.

HARRIS (109) onderzocht de invloed van de sporenelementen borium, koper, mangaan en zink op de groei en de bewaarkwaliteit van wortelen en koolrapen. Hoewel geen duidelijke deficiënties in de gewassen tot uiting waren gekomen, werd de opbrengst van de wortelen toch verhoogd door bemesting met een van de sporenelementen borium, koper, mangaan en zink. Bij wortelen had bemesten met borax op zandgrond een minder goede houdbaarheid tengevolge, terwijl op klei- en veengrond de houdbaarheid van de wortelen juist werd verbeterd door de borium-bemesting. Bij koolrapen had de borium-bemesting een verbetering van de houdbaarheid tengevolge op kleigrond, terwijl op zandgrond de verbetering vrijwel nihil was. Misschien heeft bemesten met borax min of meer giftige neven-effecten tengevolge en worden die effecten op zandgrond in tegenstelling tot klei- en veengrond onvoldoende weggebufferd.

TABEL 33 Opbrengst en houdbaarheid van wel en niet met 75 kg boriumkwartsmeel per ha bemeste bieten bij bewaring onder verschillende omstandigheden. Tevens is aangegeven het percentage door hartrot aangetaste bieten bij inkuilen

Bemesting *Fertilization*	% door hartrot aangetaste bieten in okt. *% beets affected by heart rot in Oct.*	Bieten ton/ha *Beets* tons/ha	% gezond na bewaring in / *% healthy after storage in*			
			Koelcel *Artificially cooled* 6°C	Proefkuil tot *Exp. clamp until* 29–3	Proefkuil tot *Exp. clamp until* 7–5	Gemiddeld *Average*
geen B *without B*	30	57	67	83	72	74
75 kg boriumkwartsmeel/ha (met 2% B) *75 kg Boriumquartzpowder/ha (with 2% B)*	0	72	58	81	45	61

TABLE 33 *Production and keeping qualities of beets fertilized or not with 75 kg Boriumquartz powder per ha during storage under different circumstances. The percentage of beets affected by heart rot at storage has also been mentioned*

In 1955 kregen wij de bieten van een borium-proefveld van het Landbouwkundig bureau voor Sporenelement meststoffen. Door gebrek aan ruimte konden wij slechts de houdbaarheid van twee bemestingsobjecten vergelijken, n.l. bieten, die geen borium hadden ontvangen en die dan ook in ernstige mate door hartrot waren aangetast en bieten die bemest waren met 75 kg Boriumkwartsmeel per ha en die daardoor geen enkel symptoom van hartrot vertoonden.

De bemesting met Boriumkwartsmeel heeft de hartrotverschijnselen in het gewas volledig opgeheven en een belangrijke opbrengst vermeerdering tengevolge gehad. De houdbaarheid van de bieten is echter duidelijk verminderd. Hoewel het niet is uitgesloten dat dit aan overdosering van borium moet worden toegeschreven is hiervoor geen enkele aanwijzing gevonden.

De niet bemeste bieten waren evenals de wel bemeste in hoofdzaak gerot aan de kop en in beide gevallen bestond dit rot voor een groot deel uit het typisch droge zwarte rot, dat door *Phoma*-aantasting wordt veroorzaakt.

In 1958 kregen wij de beschikking over bieten die op een van onze vroegere Na-K-Mg-proefvelden waren verbouwd en die nog sterk reageerden op een in 1955 gegeven borax-bemesting.

De vrij kleine borax-bemesting, die drie jaar voor het zaaien van de bieten werd gegeven, heeft een frappante invloed gehad op het optreden van hartrot. De sterke hartrotaantasting van de bieten die geen borax hebben gekregen is ook duidelijk in een flinke vermindering van de opbrengst aan droge stof van de bieten tot uiting gekomen,

TABEL 34 Verband tussen bemesting, hartrotaantasting, opbrengst en houdbaarheid (% gezond) van bieten, die in 1958 werden verbouwd op een oud proefveld dat in de voorafgaande jaren op de aangegeven wijze werd bemest. De cijfers van de B-werking zijn gemiddeld van 24 objecten, die van Na-werking van 16 objecten

Bemesting *Fertilization*	Hartrotaantasting in okt. '58 *Heart rot infection in Oct. '58*		Opbrengst ds biet *D.m. prod. beets* kg/are	% gez. na bewaren in proefkuil tot 28 mei *% healthy after storage in exp. clamp until 28 May*
	% aangetaste bieten *% infected beets*	mate van aantasting[3] *rate of infection*[3]		
geen borax/*without borax*	65	26	99	82
10 kg borax/ha[1]	13	3	118	84
geen Na / *without Na*	44	17	107	82
100 kg Na_2O als chs[2] *100 kg Na_2O as chilean nitrate*[2]	35	13	110	86
100 kg Na_2O als NaCl[2] *100 kg Na_2O as NaCl*[2]	40	16	108	80

[1] eenmaal toegediend in het voorjaar van 1955 / *applied once in the spring of 1955*
[2] jaarlijks gedurende '55, '56 en '57 gegeven aan een gras-klavermengsel / *annually applied to a grass/clover mixture during 1955, '56 and '57*
[3] 100 = alle bieten ernstig ziek, blad geheel afgestorven. Alle bieten van een veldje kregen individueel een cijfer voor hartrotaantasting. De som van deze cijfers gedeeld door het aantal bieten geeft de mate van hartrotaantasting weer / *100 = all beets seriously diseased, foliage completely dead. All beets of a plot were given appraised values for heart rot infection. The sum-total of these values divided by the number of beets indicates the degree of heart rot infection*

TABLE 34 *Relation between fertilization, heart rot infection, production and keeping qualities (% healthy) of beets, which were grown in 1958 on an old experimental field which had been fertilized in the indicated way in previous years. The data on B-effect are averages of 24 treatments, those on the Na-effect of 16 treatments*

doch vrijwel niet in de houdbaarheid van de bieten. Dit komt ook duidelijk tot uiting in fig. 23.

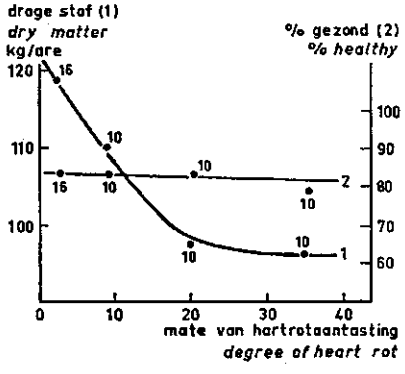


FIG. 23 Verband tussen de mate van hartrotaantasting (zie noot 3 bij tabel 36) en (1) de opbrengst aan droge stof van de bieten en (2) het % gezond na bewaren. De cijfers bij de punten geven het aantal veldjes weer waarvan het betrokken punt een gemiddelde is

FIG. 23 *Relation between the degree of heart rot infection (vide note 3, table 36) and (1) the production of dry matter of the beets and (2) the % healthy after storage. The figures near the points denote the number of plots of which the point concerned is an average*

In tegenstelling tot de duidelijke invloed van de mate van ziek zijn op de opbrengst, blijkt de hevigheid van de aantasting vrijwel geen invloed op de houdbaarheid te hebben. Dat ook de zwaar aangetaste bieten, die bij het inkuilen reeds min of meer ernstig aangetaste koppen vertoonden, vrijwel evengoed houdbaar waren als de bieten met geringe of geen hartrot-symptomen is wel zeer frappant.

In verband met de in tabel 33 vermelde proef is van belang dat de rotting van de met borium bemeste bieten hier zeker geen gevolg geweest kan zijn van overdosering. Het is veeleer frappant dat de 3 jaar geleden gegeven boraxbemesting nog zo duidelijk in het gewas tot uiting is gekomen dan dat er van overdosering sprake kan zijn. Blijkbaar breidt het door borium-gebrek veroorzaakte droge rot in de kop van de biet zich niet sterk uit bij de bewaring en wordt ook overigens de houdbaarheid van de aangetaste bieten niet verminderd. Bij inkuilen van een partij bieten waarin hartrot voorkomt heeft het waarschijnlijk nauwelijks zin de zwaarst aangetaste bieten uit te zoeken en het eerst op te voeren.

In tegenstelling tot de algemene aanvaarde praktijkervaring dat door hartrot aangetaste partijen bieten eerder rotten dan gezonde partijen, blijkt uit ons onderzoek het hartrot op zichzelf genomen vrijwel geen invloed te hebben op de houdbaarheid en wordt door borax-bemesting – die wel een duidelijke invloed heeft op de hartrotaantasting en op de opbrengst van de bieten – de houdbaarheid van de bieten vrijwel niet verbeterd.

In de praktijk komt hartrot meestal voor op arme zandgronden – b.v. jonge ontginningsgronden die zelden stalmest krijgen (19) – in het algemeen op gronden waar ook verder wel het een en ander aan een harmonische voeding van de bieten ontbreekt. Waarschijnlijk is de slechte houdbaarheid van door hartrot aangetaste partijen bieten in de praktijk in hoofdzaak een gevolg van de o.a. met hartrot samengaande slechte vruchtbaarheidstoestand van het perceel waarop de bieten gegroeid zijn. In dit verband is interessant, dat in de proef van SPRENKELS te St. Anthonis de houdbaarheid van de met chilisalpeter bemeste bieten aanzienlijk beter was dan die van de met natronsalpeter + borax bemeste. Iets dergelijks komt tot uiting in tabel 34. De houdbaarheid van de bieten van de veldjes die drie jaar lang een kleine chs-bemesting hebben ontvangen, was gemiddeld duidelijk het beste. Ondanks het feit, dat op deze veldjes gemiddeld 35% van de bieten door hartrot waren aangetast en dat het gemiddeld aantastingscijfer 13 was, was de houdbaarheid van de bieten gemiddeld toch beter dan die van de veldjes die in 1955 borax hadden gehad, waardoor slechts 13% van de bieten door hartrot waren aangetast en het gemiddeld aantastingscijfer slechts 3 was. Borium-gebrek en hartrot op zichzelf genomen zijn blijkbaar geen belangrijke factoren voor de houdbaarheid.

Misschien zijn ook ander sporenelementen van belang. Het is denkbaar, dat de gunstige werking van chilisalpeter niet alleen aan de erin aanwezige natrium en borium moet worden toegeschreven, doch dat b.v. het jodium op lichte zandgronden een belangrijke rol speelt. Uit proeven van LEHR (mondelinge mededeling) is gebleken

dat jodium de biet in het algemeen meer weerstand geeft. O.a. het optreden van wortelbrand wordt er duidelijk door verminderd.

4.2.7 Fosfaat

Door verschillende schrijvers (68, 221) is de veronderstelling geuit, dat een goede fosfaatvoorziening van belang is voor de houdbaarheid van de bieten. Bij ons onderzoek kon dit in het algemeen niet worden bevestigd. Bij het proefveld U 653, waarvan

TABEL 35 Opbrengst en houdbaarheid van bieten, die met de aangegeven hoeveelheden fosfaat zijn bemest. Bieten afkomstig van proefveld U 653 en bewaard in een smalle proefkuil

kg P_2O_5/ha	Verse bietenopbrengst ton/ha *Fresh beet production tons/ha*	% gezond *% healthy*
0	41	87
30	47	87
70	44	88
120	48	90
220	46	90

TABLE 35 *Production and keeping qualities of beets which have been fertilized with the indicated amounts of phosphate. Beets coming from experimental field U 653 and stored in a narrow experimental clamp*

TABEL 36 Opbrengst en houdbaarheid na bewaring in een smalle proefkuil van bieten die wel en niet met fosfaat zijn bemest. De cijfers zijn gemiddeld van 37 proefvelden in de Gelderse vallei in 1953

Bemesting / *Fertilization*	Droge-stofopbrengst *Dry matter production kg/are*	% gezond *% healthy*
N, K en Mg + 100 kg P_2O_5/ha *N, K and Mg + 100 kg P_2O_5/ha*	110	36
N, K en Mg, geen fosfaat *N, K and Mg, without phosphate*	109	35

TABLE 36 *Production and keeping qualities after storage in a narrow experimental clamp of beets which have been fertilized with phosphate or not. The data are averages of 31 experimental fields in the Gelderse Vallei in 1953*

de resultaten in tabel 35 worden vermeld, kan nog gesproken worden van een kleine verbetering van de houdbaarheid door P-bemesting. Bij ons onderzoek in de Gelderse Vallei echter, waar de opbrengst weinig reageerde op de P-bemesting, werd ook de houdbaarheid er nauwelijks door beïnvloed, zoals tabel 36 laat zien. De resultaten

TABEL 37 Opbrengst en houdbaarheid van voederbieten afkomstig van veldjes zonder fosfaat-voorraadbemesting en lage P-toestand en van veldjes met grote fosfaat-voorraad-bemesting en hogere P-toestand, elk bij bemesting met verschillende hoeveelheden fosfaat bij het zaaien, van het in 1948 aangelegde fosfaatproefveld OGe 866. De cijfers zijn gemiddeld van de bewaring in koelcellen en proefkuilen in 1956/1957

P-citr. cijfer *P-citric acid* in 1956	P-voorraad-bemesting *P-stock-dressing* in 1948 kg P_2O_5/ha	P-bemesting bij het zaaien *P-fertilization at sowing* kg P_2O_5/ha	Bieten ton/ha *Beets tons/ha*	Gemiddeld *Average*	% gezond *% healthy* in 1956/'57	Gemiddeld *Average*
	0	0	90		44	
35	0	50	99	96	53	49
	0	90	100		49	
	1000	0	98		47	
49	1000	50	99	100	40	43
	1000	90	103		41	

TABLE 37 *Production and keeping qualities of fodder beets, coming from plots without a phosphate stock-dressing and a low P-status and from plots with a large stock-dressing of phosphate and a higher P-status, each fertilized with different amounts of phosphate at sowing of the phosphate-experimental field OGe 866 started in 1948. The data are averages of storage with artificial cooling and storage in clamps in 1956/1957*

TABEL 38 Opbrengst en houdbaarheid na bewaren in een smalle proefkuil tot 17 juni van voederbieten die in 1957 zijn verbouwd op het sinds 1932 onveranderd voortgezette P-trappen proefveld OGe 84 te Ruurlo

Sinds 1932 voortgezette jaarlijkse P-bemesting *Annual P-fertilization continued from 1932 onwards*	Gemiddeld P citr-cijfer *Average P citric acid number* in 1956	Droge-stofopbrengst bieten *Dry matter production beets* kg/are	% gezond *% healthy*
geen fosfaat *without phosphate*	39	62	76
200 kg super/ha	45	87	77
400 kg super/ha	72	102	57
800 kg super/ha	110	99	48

TABLE 38 *Production and keeping qualities after storage in a narrow experimental clamp until June 17th of fodder beets which have been grown in 1957 in the P-level experimental field OGe 84 which has been continued in the same way since 1932 at Ruurlo*

van het proefveld OGe 866, die in tabel 37 zijn samengevat, geven aan, dat door een jaarlijkse lichte fosfaat-bemesting de houdbaarheid verbeterd kan worden, maar dat door een grote voorraadbemesting, gecombineerd met een flinke jaarlijkse bemesting,

de houdbaarheid weer duidelijk kan afnemen. Ook de in tabel 38 samengevatte resultaten van het vele jaren voortgezette proefveld OGe 84, waar door voortgezette zware fosfaat-bemesting, hoge P-waarden zijn bereikt, geven aan, dat bij zeer ruime fosfaatvoorziening een minder goede houdbaarheid kan optreden in vergelijking met een normale bemesting.

Vermeld zij nog, dat evenals bij het onderzoek in de Gelderse Vallei ook bij de interprovinciale proefserie 26 in 1958 – waarbij een normale fosfaat-bemesting werd gegeven – geen fosfaat-gebreksverschijnselen in het gewas en geen duidelijke samenhang tussen P-al cijfer van de grond en de houdbaarheid van de onderzochte bieten werd gevonden.

Overzien we alle verzamelde gegevens, dan is het wel waarschijnlijk, dat in Nederland de fosfaatvoorziening vrijwel nooit het knelpunt zal zijn in verband met de houdbaarheid van de bieten. Uit tabel 37 wordt de indruk verkregen dat een matige fosfaatbemesting bij het zaaien het beste is. Uit tabel 37 en 38 wordt waarschijnlijk dat ook bij de fosfaatbemesting overdaad schaadt. In het algemeen is het wel duidelijk, dat het geen zin heeft ter verbetering van de houdbaarheid van de bieten een stevige fosfaat-bemesting toe te dienen of te trachten door middel van een zware voorraad-bemesting met fosfaat het P-cijfer van de grond te verhogen. Een kleine fosfaat-bemesting zal wel nooit kwaad kunnen doch meestal gunstig werken. In tegenstelling hiermee wordt de opbrengst meestal iets verhoogd door fosfaat-bemesting, doch vaak zal slechts een matige fosfaat-bemesting rendabel zijn.

4.2.8 Chloride, sulfaat en nitraat

Bij zijn onderzoek naar het optreden van symptomen van natrium-gebrek vond LEHR (144, 145) dat bij voederbieten het loof in het algemeen lichter van kleur wordt door een bemesting met natrium en dat dit sterker was wanneer het natrium als chloride in plaats van als nitraat was gegeven. Toedienen van veel chloride had de vorming van veel weliger en lichter gekleurd loof tengevolge, terwijl bij bemesten met nitraat het loof meer steil en iets donkerder van kleur bleef. De symptomen van natriumgebrek werden in het algemeen eerder opgeheven wanneer het natrium in de vorm van nitraat in plaats van als chloride werd toegediend. Waarschijnlijk omdat het natrium uit nitraat sneller wordt opgenomen dan uit chloride. Om na te gaan welke invloed de K-Na-verhouding van de toegediende meststoffen uitoefent op de groei en de opbrengst van de bieten en op het optreden van Na-K-gebreksverschijnselen in het gewas, zijn door LEHR o.a. proeven genomen waarbij bemest werd met 10 kg aequivalenten per ha K en/of Na in wisselende verhouding en in de vorm van chloriden en nitraten. In tabel 39 worden de opbrengst- en bewaarresultaten van de bieten van vier van dergelijke proefvelden gemiddeld weergegeven.

De hoogste opbrengst en de beste houdbaarheid werden verkregen bij bemesting

TABEL 39 Opbrengst en houdbaarheid van bieten die bemest zijn met 10 kg equivalenten per ha Na en/of K, als chloride of als nitraat. De cijfers zijn gemiddelden van vier proefvelden van de Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter en tevens gemiddeld van verschillende bewaarmethoden in koelcellen en in proefkuilen

Anionen *Anions*	Kationen / *Cations*									
	3/3 Na		2/3 Na 1/3 K		1/3 Na 2/3 K		3/3 K		Gemiddeld *Average*	
	ds/*d.m.* kg/are	% gezond % *healthy*	ds/*d.m.* kg/are	% gezond % *healthy*	ds/*d.m.* kg/are	% gezond % *healthy*	ds/*d.m.* kg/are	% gezond % *healthy*	ds/*d.m.* kg/are	% gezond % *healthy*
NO_3^-	100	53	100	60	102	61	101	59	101	58
Cl^-	97	56	98	61	99	60	97	58	98	59
Gemiddeld *Average*	98	55	99	60	101	61	99	59	99	58

TABLE 39 *Production and keeping qualities of beets fertilized with 10 kg equivalents per ha Na and/or K as chloride or nitrate. The data are averages of four experimental fields of the Agricultural Service for Chilean Nitrate and also averages of different storage methods with artificial cooling and in clamps*

met Na + K samen. De anionen NO_3^- en Cl^- hebben geen invloed gehad op de houdbaarheid.

De N.V. Nederlandse Kali Import Mij. vergeleek de werking van sulfaat- en chloorhoudende kalimeststoffen op twee proefvelden die drie jaar op dezelfde wijze werden bemest. In het derde jaar werden voederbieten verbouwd, waarvan de houdbaarheid door ons werd onderzocht. De invloed van de bemesting met Cl of SO_4 blijkt uit tabel 40.

De met K_2SO_4 bemeste bieten waren aanmerkelijk beter houdbaar dan de met KCl bemeste. Verder heeft de bemesting met K_2SO_4 zowel het droge-stofgehalte als de opbrengst aan droge stof van de bieten duidelijk verhoogd.

TABEL 40 Opbrengst, droge-stofgehalte en houdbaarheid van voederbieten bemest met KCl of K_2SO_4 en bewaard in een koelcel en een smalle proefkuil. De cijfers zijn gemiddeld van 4 kalitrappen van twee proefvelden van de N.V. Nederlandse Kali Import Mij

Bemesting *Fertilization*	Ds-opbrengst bieten *Dry matter production kg/are*	Ds-gehalte bieten *D.m. content beets*	% gezond / % *healthy*		
			Koelcel *Artifically cooled*	Proefkuil *Exp. clamp*	Gemiddeld *Average*
K-60 / *KCl*	123	17,3	33	29	31
z.k. / K_2SO_4	131	17,8	45	32	38

TABLE 40 *Production, dry matter content and keeping qualities of fodder beets dressed with KCl or K_2SO_4 and stored with artificial cooling and in a narrow experimental clamp. The data are averages of 4 K-levels of two experimental fields of the N.V. Kali-Import Mij*

In het veld was het verschil in groeitype tussen de met Cl^- en met SO_4^- bemeste bieten duidelijk te zien. De met chloor bemeste bieten hadden meer en weliger loof, terwijl de met sulfaat bemeste bieten minder loof hadden, dat donkerder van kleur en steiler was. Met het mindere loof hadden de met sulfaat bemeste bieten gemiddeld echter toch een hogere opbrengst aan droge stof van de bieten opgebracht. Blijkbaar kan sulfaat-bemesting van belang zijn, zowel ter verhoging van het droge-stofgehalte en de opbrengst van de bieten, als ook ter verbetering van de houdbaarheid.

Het is in dit verband interessant, dat bij de in tabel 25 vermelde resultaten de magnesium-bemesting gemiddeld steeds een verhoging van de droge-stofopbrengst van de bieten heeft gegeven wanneer met $MgSO_4$ was bemest, terwijl de bemesting met $MgCO_3$ gemiddeld geen resultaat heeft opgeleverd. Ongetwijfeld werkt magnesium vlugger wanneer het als $MgSO_4$ wordt gegeven, doch het is niet onwaarschijnlijk, dat daarnaast het SO_4 ook als zodanig van belang is geweest.

4.2.9 Stalmest

In de praktijk worden voederbieten op lichte zandgronden vrijwel altijd met stalmest bemest, omdat men uit ervaring weet, dat de voor een storing in het voedingsevenwicht en voor dichtslaan van de grond en slechte structuur hoogst gevoelige bieten, anders vrijwel niet tot goede opbrengsten te brengen zijn. Stalmest en organische meststoffen in het algemeen zijn vooral op lichte zandgronden van belang door hun bufferend vermogen, hun gunstige invloed op de structuur en de grond-water-lucht-verhouding van de grond en tenslotte door hun gehalte aan verschillende sporenelementen. Door een stalmest bemesting wordt in het algemeen dan ook duidelijk de

TABEL 41 Opbrengst en houdbaarheid van al dan niet met stalmest bemeste bieten gemiddeld over 36 proefvelden in 1953/1954

Bemesting / *Fertilization*	Opbrengst ds van de bieten in *Production dry matter beets in kg per are*	% gezond na bewaren in een proefkuil tot 25 juli *% healthy after storage in an experimental clamp until 25 July*
1. 150 kg N, 100 kg P_2O_5, 300 kg K_2O en 75 kg MgO per ha	110	36
2. Alleen N, P en K als 1 *Solely N, P and K as 1*	107	34
3. N, P en K als 1 + 30 ton stalmest *N, P and K as 1 + 30 ton farmyard-manure*	118	41

TABLE 41 *Production and keeping qualities of beets fertilized or not with farmyard-manure, averages of 36 experimental fields in 1953/1954*

opkomst, de groei en de ontwikkeling van de bieten op lichte zandgronden bevorderd, terwijl ook de gezondheid van het gewas gunstig wordt beïnvloed, zoals op onze proefvelden herhaaldelijk tot uiting is gekomen. Het ligt voor de hand dat een stalmest-bemesting vooral op lichte zandgronden dan ook gunstig moet zijn voor de houdbaarheid. Bij het onderzoek in de Gelderse Vallei in 1953/1954 had stalmestbemesting gemiddeld duidelijk een verhoging van de opbrengst en verbetering van de houdbaarheid tengevolge zoals tabel 41 laat zien.

Er kwam een lichte tendens naar voren, dat de stalmest-bemesting vooral gunstig werkte op gronden met lage pH, laag Mg-gehalte en laag K-getal, in het algemeen dus op gronden met een geringe bodemvruchtbaarheid.

In 1957 kregen wij de beschikking over bieten afkomstig van het proefveld OGe 991, gelegen op zware rivierklei met 75% afslibbaar. Zonder stalmest was het percentage gezond van de bieten na bewaren in een smalle proefkuil tot 17 juni gemiddeld 56 tegen 61 van de met stalmest bemeste bieten. Ook op deze zware grond heeft de stalmest dus gunstig op de houdbaarheid gewerkt.

4.2.10 Beregenen

De vochtigheid van het milieu tijdens de oogst en de bewaring van de bieten is van groot belang voor een goede houdbaarheid (zie 3.5.2 en 12 en 26). Het lijkt daarom waarschijnlijk, dat de vochtigheid van de grond tijdens de groei van de bieten eveneens van belang zal zijn. In Amerika vond GASKILL (98) een duidelijke positieve invloed van bevloeiing op de houdbaarheid van de bieten. Ook in Denemarken vond KOLPIN RAVN (135) dat bieten die op vochtige grond waren gegroeid beter houdbaar waren dan bieten van droge gronden die in ernstige mate van de droogte te lijden hadden gehad. Het is echter niet waarschijnlijk, dat deze factor in ons land in het algemeen een grote invloed zal uitoefenen. Al is de vochtvoorziening op vele bietenpercelen zeker niet optimaal, ernstige verdrogingsverschijnselen komen in ons land toch slechts bij uitzondering voor. In 1959 bleek de houdbaarheid van bieten die tijdens hun groei zeer ernstig van de droogte hadden geleden, doch die laat waren geoogst, zodat ze ten volle hadden kunnen profiteren van de late regenval in de tweede helft van oktober en in november, heel goed te zijn. Alleen van de verdroogde bieten, die nog voor de regenval waren geoogst en die zich dus niet door een flinke wateropname hadden hersteld, bleek de houdbaarheid in het algemeen slecht. In verband hiermee kan worden verwacht, dat beregening van percelen bieten gedurende de zomermaanden, geen grote invloed op de houdbaarheid zal hebben. Het gaat er waarschijnlijk meer om hoe de vochtigheid van de grond en de lucht is tijdens de oogst en de bewaring van de bieten. De gevolgen van eventueel gedurende de groei geleden droogte, kunnen door voldoende vocht aan het einde van het groeiseizoen waarschijnlijk weer grotendeels te niet worden gedaan.

In 1955 kregen wij monsters bieten van een beregeningsproefveld waarbij wel en niet beregende veldjes werden vergeleken.

TABEL 42 Opbrengst, gehalte aan asbestanddelen in de droge stof en houdbaarheid na bewaren in een koelcel bij 6°C van voederbieten afkomstig van optimaal beregende veldjes en van veldjes zonder beregening, van het proefveld CI 2003 in 1955

	Ds/*D.m.* kg/are	Asbestanddelen in % van ds *Ash-content in % of dry matter*				% gezond na bewaren *% healthy after storage*
		K_2O	Na_2O	MgO	CaO	
Optimaal beregend *Optimal overhead irrigation*	149	1,9	0,6	0,07	0,33	67
Geen kunstberegening *Without overhead irrigation*	89	2,3	0,8	0,19	0,43	84

TABLE 42 *Production, ash-content in dry matter and keeping qualities after storage with artificial cooling at 6°C of fodder beets coming from plots with optimal overhead irrigation and plots without overhead-irrigation of the experimental field CI 2003 in 1955*

1955 was een vrij droog jaar, de beregening heeft dan ook een enorme verhoging van de opbrengst aan droge stof van de bieten tengevolge gehad. De houdbaarheid is echter duidelijk verminderd door de beregening. De verklaring hiervan is waarschijnlijk te vinden in de onvoldoende vruchtbaarheids- en bemestingstoestand van de zeer lichte zandgrond te Bakel waarop het proefveld was aangelegd. De beregende bieten zijn zo hard gegroeid, dat daar eigenlijk ook een zwaardere bemesting of betere vruchtbaarheid van de grond bij behoord zou hebben. Het gehalte aan K. Na, Mg en Ca van de beregende bieten was dan ook aanzienlijk lager dan van de niet beregende. Uit onderzoek naar de samenhang tussen de minerale samenstelling van de bieten en de houdbaarheid (27) hebben wij de indruk gekregen dat een hoog gehalte aan asbestanddelen in het algemeen gunstig is voor de houdbaarheid. Het is daarom waarschijnlijk, dat de ongunstige werking van de beregening eigenlijk terug te voeren is op een disharmonie in de voeding van de beregende bieten waarbij de grond en de bemesting niet op het leveren van een zo hoge opbrengst waren ingesteld.

In 1955 hebben we verder nog monsters bieten bewaard afkomstig van een beregeningsproefveld te Beesel, waarbij vier vochttrappen werden toegepast. Tabel 43 geeft enkele resultaten.

De beregening heeft een grote invloed gehad op de opbrengst aan droge stof van de bieten. De invloed op de houdbaarheid is echter onduidelijk door uiteenlopen van de objecten.

Hoewel de invloed van de beregening op de houdbaarheid van de bieten niet geheel duidelijk is, lijkt het toch, mede op grond van de ervaringen in de praktijk in het zeer droge jaar 1959 (zie 3.5.2), zeer waarschijnlijk, dat beregening in de zomermaanden

TABEL 43 Opbrengst en houdbaarheid na bewaren in een koelcel en smalle proefkuil van voederbieten afkomstig van veldjes met verschillende beregeningsintensiteit

Beregening / *Irrigation*	mm neerslag met kunstberegening *mm precipitation at overhead irrigation*	Opbr. ds biet *D.m. prod. beets* kg/are	% gezond *% healthy*
1. onberegend *without overhead irrigation*	0	78	57
2. beregend bij uitdrogen tot een vochtspanning van 60 dm waterkolom *overhead irrigation at desiccation until a moisture tension of 60 dm watercolumn*	120	135	52
3. beregend bij uitdrogen tot een vochtspanning van 40 dm waterkolom *overhead irrigation at desiccation until a moisture tension of 40 dm watercolumn*	180	125	53
4. variërend tussen 2 en 3, aanvankelijk als 2 later als 3 *varying between 2 and 3, initially as 2 later as 3*	120	126	60

TABLE 43 *Production and keeping qualities after storage with artificial cooling and in a narrow experimental clamp of fodder beets coming from plots with different rates of overhead irrigation*

tijdens de groei van de bieten, in het algemeen weinig invloed zal hebben op de houdbaarheid. Alleen wanneer bij onevenredige bemesting of slechte vruchtbaarheidstoestand van de grond, de overige nutriënten op de beregende percelen relatief in het minimum gaan komen, kan beregening waarschijnlijk een belangrijke vermindering van de houdbaarheid tengevolge hebben. Hieruit zou volgen, dat evenals voor het verkrijgen van optimale opbrengsten op beregende percelen, de bemesting aan die hogere opbrengsten moet worden aangepast, ook voor de houdbaarheid aanpassing van de bemesting aan de beregening noodzakelijk is.

4.3 VRUCHTBAARHEIDSTOESTAND VAN DE GROND EN RESISTENTIE TEGEN ROTTING

In het voorgaande hoofdstuk werd de reactie van de houdbaarheid op de verschillende bemestingsfactoren afzonderlijk nagegaan. Hierbij kwam naar voren, dat er onderlinge interacties tussen deze factoren optreden. Het bleek echter niet mogelijk uit deze afzonderlijke proeven een goed beeld van de samenhang tussen de invloeden van deze

factoren te verkrijgen. Door het Bodemkundig Instituut te Groningen wordt de samenhang en onderlinge wisselwerking van de factoren die de bodemvruchtbaarheid bepalen o.a. bestudeerd met behulp van grote series proefvelden. In 1953 werd door het Bodemkundig Instituut in samenwerking met het voormalig Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek een dergelijke proefserie met voederbieten aangelegd, waarbij de invloed van de bemesting in samenhang met de vruchtbaarheid van de grond op een veertigtal proefvelden in de Gelderse Vallei werd onderzocht (30). Door ons werd hierbij tevens de houdbaarheid van de geoogste bieten bestudeerd. Zoals uit het onderstaande blijkt, bieden de resultaten van een dergelijke proefserie meer kans om de samenhang tussen de verschillende bodemvruchtbaarheidsfactoren te onderkennen.

De invloed van de bemesting werd bestudeerd door op veertig proefvelden een volledige bemesting met 150 kg N als kas, 100 kg P_2O_5 als super, 300 kg K_2O als K-60, 75 kg MgO als kieseriet en 100 kg borax (schematisch = N P K Mg) te vergelijken met o.a. objecten waarbij of geen K (N P - Mg), of geen Mg werd gegeven (N P K-), of beide meststoffen tegelijk achterwege werden gelaten (N P - -).

Monsters van 100 bieten van deze proefvelden werden tot half juli bewaard in een smalle proefkuil. Bij het opruimen werd de houdbaarheid van de bieten uitgedrukt in kg gezond bietenweefsel per 100 kg uitgekuilde bieten. Aangezien alle objecten van de gehele serie van 36 geslaagde proefvelden in het houdbaarheidsonderzoek werden opgenomen kon de samenhang met grond diepgaand worden bestudeerd.

Voor het weergeven van de verschillende relaties werd een aantal meervoudige regressie-analysen gemaakt (zie 2.9). Om de vergelijkingen beter leesbaar te maken, zijn de getalswaarden van de verschillende factoren gedeeld door hun gemiddelde waarde. Iedere factor is daardoor van dezelfde grootte-orde geworden – n.l. gemiddeld 1 – en heeft ongeveer dezelfde spreiding van 0,3 tot 1,8.

De volgende symbolen zijn ingevoerd:

H = houdbaarheid = % gezond na bewaren

O = opbrengst bieten in kg droge stof per are

$$k = \frac{\text{K-getal van de grond}}{19{,}35}\ ;\ 0{,}3 < k < 1{,}8$$

$$m = \frac{\text{Mg-gehalte van de grond}}{39{,}06}\ ;\ 0{,}3 < m < 1{,}8$$

$$p = \frac{\text{pH van de grond}}{4{,}52}\ ;\ 0{,}75 < p < 1{,}25$$

$$o = \frac{\text{opbr. bieten kg droge stof per are}}{101{,}5}\ ;\ 0{,}3 < o < 1{,}8$$

HM = verbetering van de houdbaarheid door Mg-bemesting

OM = verbetering van de opbrengst door Mg-bemesting

HK = verbetering van de houdbaarheid door K-bemesting
OK = verbetering van de opbrengst door K-bemesting
α = K-bemesting = 0 of 1 (d.i. 0 of 300 kg K_2O per ha)
β = Mg-bemesting = 0 of 1 (d.i. 0 of 75 kg MgO per ha)

4.3.1 pH, K-getal en Mg-gehalte van de grond

In vergelijking [9] is de houdbaarheid en in [10] is de opbrengst berekend als functie van de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond. In beide gevallen zijn de produkten en de kwadraten van de drie factoren eveneens in de berekening opgenomen, om eventuele interacties of kromlijnige samenhangen op te sporen.

$$H = -11{,}7 + 40{,}4(k \times m) - 31{,}7\,k^2 - 35{,}8\,(m \times p) + 34{,}8\,k + 37{,}2\,p^2 \qquad [9]$$

$$O = -245 - 38(k \times m) + 229\,k - 182(p \times k) + 48\,m + 300\,p \qquad [10]$$

TABEL 44 Overzicht van de percentages verklaard en de kansen op toevallige samenhangen bij de vergelijkingen [9] en [10], voor betekenis symbolen zie pag. 96

		H verg. [9] *H equation* [9]	O verg. [10] *O equation* [10]
Percentage verklaard v.h. oplossingsgezelschap *Percentage of the total sum of squares attributable to regression*		35	59
P% van *P% of*	het oplossingsgezelschap *the solution group*	5–2,5	≤ 0,1
	factor: (k × m)	5–2,5	> 25
	(m × p)	5–2,5	—
	p^2	5–2,5	—
	k	>25	10–5
	k^2	10–5	—
	p	—	5–2,5
	(p × k)	—	25–10
	m	—	25–10

TABLE 44 *Survey of the percentages of the total sum of squares attributable to regression and the reliability of the various factors. For list of symbols see page 125*

Blijkens tabel 44 kunnen de bij de proefvelden in de Gelderse Vallei gevonden verschillen in opbrengst van de bieten voor 59% worden verklaard uit de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond, terwijl de verschillen in houdbaarheid slechts voor 35% worden verklaard. Misschien is het kleinere percentage verklaard van de houdbaarheid een gevolg van de bij de bewaring in een smalle proefkuil opgetreden spreiding in houdbaarheid door toevallige oorzaken, muizenvraat e.d. Er is echter een

betrouwbare samenhang tussen het oplossingsgezelschap en zowel de houdbaarheid als de opbrengst van de bieten.

De werking van iedere factor in vergelijking [9] en [10] is beter af te lezen, wanneer we de vergelijkingen in stukken verdelen.

$$H = \ldots + m \times (+ 40{,}4\,k - 35{,}8\,p) \qquad [9a]$$

$$H = \ldots + p \times (+ 37{,}2\,p - 35{,}8\,m) \qquad [9b]$$

$$\text{minimaal bij } p = \frac{35{,}8}{74{,}4} \times m = 0{,}48\,m$$

$$H = \ldots + k \times (+ 34{,}8 + 40{,}4\,m - 31{,}7\,k) \qquad [9c]$$

$$\text{maximaal bij } k = \frac{+ 34{,}8 + 40{,}4\,m}{63{,}4} = + 0{,}55 + 0{,}64\,m$$

$$O = \ldots + m \times (- 38\,k + 48) \qquad [10a]$$

$$O = \ldots + p \times (- 182\,k + 300) \qquad [10b]$$

$$O = \ldots + k \times (- 182\,p - 38\,m + 229) \qquad [10c]$$

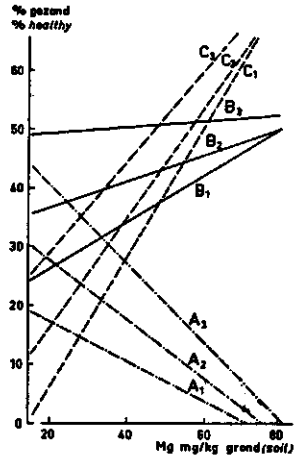


FIG. 24 Verband tussen het Mg-gehalte van de grond en de houdbaarheid van voederbieten in samenhang met het K-getal en de pH van de grond

A = K-getal / *K-value* 8	1 = pH 3,85
B = K-getal / *K-value* 22	2 = pH 4,75
C = K-getal / *K-value* 36	3 = pH 5,65

FIG. 24 *Relation between the Mg-content of the soil and the keeping qualities of fodder beets, with regard to the K-value and the pH of the soil*

In fig. 24 t/m 29 zijn deze samenhangen grafisch voorgesteld.

Bij beschouwing van de opbrengstreactie laten fig. 27 en vergelijking [10a] zien, dat een hoger Mg-gehalte van de grond gemiddeld (bij k = 1, K-getal = 20) een hogere opbrengst geeft en dat dit sterker is, wanneer het K-getal van de grond laag is. Bij hoog K-getal werkt een toenemend Mg-gehalte van de grond daarentegen ongunstig. Uit vergelijking [10b] en uit fig. 28 blijkt, dat bij toenemende pH de opbrengst vrijwel altijd toeneemt. Alleen bij extreem hoge K-getallen (k groter dan 300/182 = 1,65 dus K-getal groter dan 36) geeft hogere pH geen toeneming van de opbrengst meer. Vergelijking [10c] en fig. 29 laten zien, dat door een toenemend K-getal de opbrengst

FIG. 25 Verband tussen de pH van de grond en de houdbaarheid van voederbieten, in samenhang met het K-getal en het Mg-gehalte van de grond
A = K-getal / *K-value* 18
B = K-getal / *K-value* 36
1 = Mg-gehalte / *content* 15 mg/kg grond *(soil)*
2 = Mg-gehalte / *content* 60 mg/kg grond *(soil)*

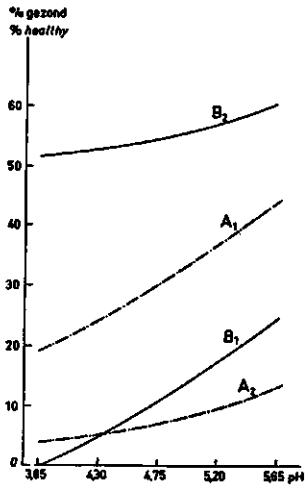


FIG. 25 *Relation between the pH of the soil and the keeping qualities of fodder beets, with regard to the K-value and the Mg-content of the soil*

weinig wordt verhoogd op gronden met een gemiddelde pH en Mg-gehalte (p en m beide = 1) terwijl toenemend K-getal op gronden met lage pH en laag Mg-gehalte zeer gunstig en op gronden met hoge pH en hoog Mg-gehalte ongunstig werkt op de opbrengst.

Interessant is, dat de opbrengstverhoging door toenemend K-getal wordt verminderd door hogere pH en hoger Mg-gehalte en dat de werking van de pH en het Mg-gehalte wordt verminderd door toenemend K-getal. Stellen we hoge pH, hoog Mg-gehalte en hoog K-getal eenvoudigheidshalve gelijk met veel Ca, veel Mg en veel

FIG. 26 Verband tussen het K-getal van de grond en de houdbaarheid van voederbieten, in samenhang met de pH en het Mg-gehalte van de grond
A = Mg-gehalte / *content* 15 mg/kg grond *(soil)*
B = Mg-gehalte / *content* 46 mg/kg grond *(soil)*
C = Mg-gehalte / *content* 78 mg/kg grond *(soil)*
1 = pH 2,85
2 = pH 5,65

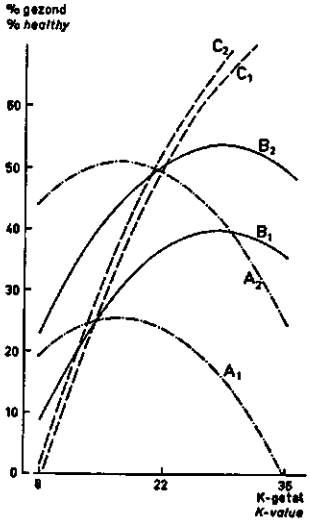


FIG. 26 *Relation between the K-value of the soil and the keeping qualities of fodder beets, with regard to the pH and the Mg-content of the soil*

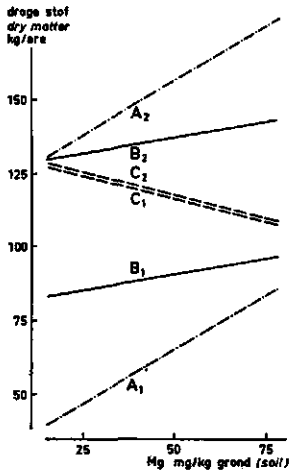


FIG. 27 Verband tussen het Mg-gehalte van de grond en de opbrengst van voederbieten in samenhang met het K-getal en de pH van de grond

A = K-getal / *K-value* 8 1 = pH 3,85
B = K-getal / *K-value* 22 2 = pH 5,70
C = K-getal / *K-value* 36

FIG. 27 *Relation between the Mg-content of the soil and the yield of fodder beets, with regard to the K-value and the pH of the soil*

K ionen in de grond en nemen we aan, dat deze ionen elkaar in de plant kunnen vervangen (uiteraard binnen zekere grenzen), zodat het er uiteindelijk omgaat voldoende (Ca + Mg + K) in de plant te krijgen, dan is het begrpijelijk, dat meer K [10c] niet erg belangrijk meer is (geen opbrengstverhoging meer geeft) wanneer reeds veel Ca + Mg aanwezig is. Evenzo zal meer Ca [10b] en meer Mg [10a] niet belangrijk meer zijn wanneer reeds veel K aanwezig is. Vergelijking [10] wijst erop, dat voor het bereiken van een optimale opbrengst, de ionen K, Ca en Mg binnen zekere grenzen onderling vervangbaar zijn in de biet. Wanneer een element in voldoende mate voor het vervullen van zijn specifieke functies aanwezig is, kunnen de andere, niet specifieke functies, zoals b.v. het handhaven van een gunstige anion/kation verhouding, evengoed door andere ionen verzorgd worden.

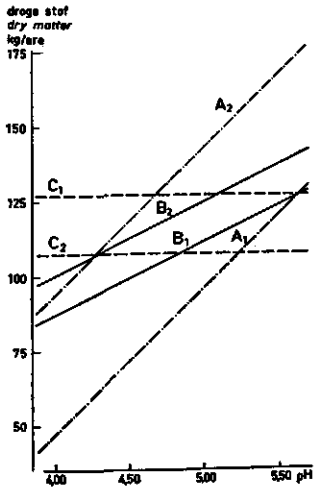


FIG. 28 Verband tussen de pH van de grond en de opbrengst van voederbieten, in samenhang met het K-getal en het Mg-gehalte van de grond

A = K-getal / *K-value* 8
B = K-getal / *K-value* 22
C = K-getal / *K-value* 36
1 = Mg-gehalte / *content* 15 mg/kg grond (*soil*)
2 = Mg-gehalte / *content* 78 mg/kg grond (*soil*)

FIG. 28 *Relation between the pH of the soil and the yield of fodder beets, with regard to the K-value and the Mg-content of the soil*

FIG. 29 Verband tussen het K-getal van de grond en de opbrengst van voederbieten, in samenhang met de pH en het Mg-gehalte van de grond
A = Mg-gehalte / *content* 15 mg/kg grond (*soil*)
B = Mg-gehalte / *content* 45 mg/kg grond (*soil*)
C = Mg-gehalte / *content* 78 mg/kg grond (*soil*)
1 = pH 3,85
2 = pH 4,75
3 = pH 5,70

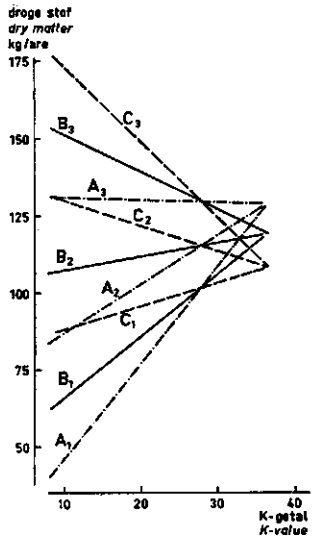


FIG. 29 *Relation between the K-value of the soil and the yield of fodder beets, with regard to the pH and the Mg-content of the soil*

Ten aanzien van de houdbaarheid tonen vergelijking [9a] en fig. 24, dat deze bij toenemend Mg-gehalte gemiddeld toeneemt. In tegenstelling tot de opbrengstreactie blijkt die gunstige werking echter toe te nemen, naarmate het K-getal van de grond hoger is en verder kleiner te worden naarmate de pH van de grond hoger is. Vergelijking [9b] laat zien, dat een toenemende pH in het gebied van de te lage pH-waarden bij een hoog Mg-gehalte van de grond, de houdbaarheid ongunstig kan beïnvloeden. Dergelijke lage pH-waarden komen praktisch echter vrijwel niet voor zoals fig. 25 laat zien. Een toenemende pH werkt dan ook vrijwel altijd gunstig op de houdbaarheid, vooral wanneer het Mg-gehalte van de grond laag is. De samenhang tussen de houdbaarheid en het K-getal van de grond is kromlijnig zoals vergelijking [9c] en fig. 26 laten zien. De maximale houdbaarheid wordt bereikt bij hoger K-getal naarmate het Mg-gehalte van de grond hoger is. Bij een hoog Mg-gehalte wordt dan ook de beste houdbaarheid verkregen bij een hoog K-getal, bij een lager Mg-gehalte echter bij een lager K-getal. De beste combinatie is hoog K-getal samen met hoog Mg-gehalte van de grond, de pH heeft dan weinig invloed meer.

Uit het bovenstaande komt naar voren, dat bij de opbrengst kalium en magnesium elkaar ten dele kunnen vervangen – binnen zekere grenzen doet het er niet toe welke van de twee kationen ter beschikking staat – terwijl ten aanzien van de houdbaarheid naast de totale hoeveelheid ook de K/Mg-verhouding zeer belangrijk is. Dit is in overeenstemming met de door STUIVENBERG en POUWER (219) gevonden invloed van de K/Mg-verhouding voor de bewaarbaarheid van appels.

Interessant is verder, dat ten aanzien van de houdbaarheid de werking van een toenemend Mg-gehalte wordt verminderd door toenemende pH [9a] en dat ten aanzien van de opbrengst het effect van een toenemend K-getal wordt verminderd, zowel door

een toenemende pH als door een toenemend Mg-gehalte van de grond. Zowel ten aanzien van de houdbaarheid als van de opbrengst vertonen de pH en het Mg-gehalte van de grond een zekere compenserende werking. Dit kan erop wijzen, dat Ca en Mg elkaar enigszins kunnen vervangen. De resultaten van ons mineralenonderzoek (27) waarbij de samenhangen tussen de in de biet aanwezige minerale bestanddelen werden bestudeerd, wijzen eveneens in die richting. Overigens mag een hogere pH slechts ten dele gelijkgesteld worden met meer Ca in de grond. Zo is met name het Mg-gehalte van de grond duidelijk positief gecorreleerd met de pH. Verder is bekend, dat ook de beschikbaarheid van het aanwezige magnesium toeneemt bij hogere pH.

4.3.2 Kali-bemesting en vruchtbaarheid van de grond

In de vorige paragraaf werd de invloed van de bodemvruchtbaarheid op de opbrengst en de houdbaarheid van de bieten besproken, zoals deze onafhankelijk van de bemesting tot uiting is gekomen. Met het oog op bemestingsadviezen is het verder van belang na te gaan, hoe de door de bemesting te bereiken verbetering samenhangt met de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond.

TABEL 45 Overzicht van de percentages verklaard en de kansen op toevallige samenhangen bij de vergelijkingen [11] en [12]. Voor betekenis symbolen zie pag. 96

		HK verg. [11] *HK equation* [11]	OK verg. [12] *OK equation* [12]
Percentage verklaard v.h. oplossingsgezelschap *Percentage of the total sum of squares attributable to regression*		61	23
P% van *P% of*	het oplossingsgezelschap *the solution group*	⩽ 0,1	1–0,1
	factor k	5–2,5	—
	k^2	2,5–1	25–10
	(k × m)	25–10	5–2,5
	(k × β)	5–2,5	—
	(p × k)	—	25–10
	(p × m)	—	2,5–1
	(p × β)	⩽ 0,1	10–5
	(m × β)	5–2,5	—
	p	⩽ 0,1	—
	m	25–10	—
	m^2	25–10	—
	β	⩽ 0,1	—

TABLE 45 *Survey of the percentages of the total sum of squares attributable to regression and the reliability of the various factors. For list of symbols see page 125*

In vergelijking [11] is de verbetering van de houdbaarheid, die wordt verkregen door bemesten met 300 kg K_2O per ha vergeleken met achterwege laten van de K-bemesting, berekend als functie van de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond en van de Mg-bemesting, waarbij de produkten en de kwadraten van deze factoren eveneens in de berekening werden opgenomen. In vergelijking [12] is op dezelfde wijze de verhoging van de opbrengst die door K-bemesting wordt verkregen berekend. Tabel 45 geeft een overzicht van de betrouwbaarheid.

$$HK = -64{,}6 + 235\beta - 227{,}8(\beta \times p) + 27{,}8\,k^2 + 12(\beta \times m) - 15{,}8(\beta \times k) - 45{,}3\,k - 13{,}7(k \times m) - 4{,}6\,m^2 + 85{,}2\,p + 16{,}4\,m \quad [11]$$

$$OK = +26 - 36(p \times k) + 24\,k^2 - 36(k \times m) + 33(p \times m) - 6{,}5(p \times \beta) \quad [12]$$

Vergelijking [11] en [12] kunnen als volgt worden verdeeld:

$$HK = \ldots + k(+27{,}9\,k - 15{,}8\beta - 13{,}6\,m - 45{,}3) \quad [11a]$$

$$\text{d.i. minimaal bij } k = \frac{15{,}8\beta + 13{,}6\,m + 45{,}3}{55{,}8}$$

wanneer met Mg is bemest, dus $\beta = 1$

$$\text{bij } k = \frac{61{,}1 + 13{,}6\,m}{55{,}8}$$

wanneer geen Mg is gegeven, dus $\beta = 0$

$$\text{bij } k = \frac{45{,}3 + 13{,}6\,m}{55{,}8}$$

$$HK = \ldots + p(85{,}2 - 228\beta) \quad [11c]$$

$= +p(+85{,}2)$ geen Mg-bemesting, $\beta = 0$

$= +p(-142{,}8)$ wel met Mg bemest, $\beta = 1$

$$HK = \ldots + m(+16{,}4 + 12\beta - 13{,}6\,k - 4{,}6\,m) \quad [11b]$$

$$\text{d.i. maximaal bij } m = \frac{+16{,}4 + 12\beta - 13{,}6\,k}{9{,}2}$$

$$HK = \ldots + \beta(+235 - 228\,p + 12\,m - 15{,}8\,k) \quad [11d]$$

$$OK = \ldots + k(+24\,k - 36\,p - 36\,m) \quad [12a]$$

$$\text{d.i. minimaal bij } k = \frac{+36\,p + 36\,m}{48}$$

$$OK = \ldots + p(+33\,m - 36\,k - 6{,}5\,\beta) \quad [12c]$$

$$OK = \ldots + m(+33\,p - 36\,k) \quad [12b]$$

$$OK = \ldots + \beta(-6{,}5\,p) \quad [12d]$$

De relaties zijn grafisch weergegeven in de figuren 30 t/m 33.

Blijkens tabel 45 kan de werking van de K-bemesting op de houdbaarheid voor 60% uit de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond worden verklaard, terwijl het

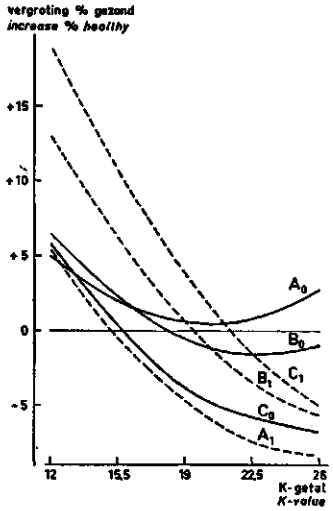


FIG. 30 Verband tussen de vergroting van de houdbaarheid door K-bemesting en het K-getal van de grond bij pH 4,52 en verschillende Mg-gehalten van de grond en wanneer al dan niet met Mg is bemest
A = Mg-gehalte / *content* 18 mg/kg grond (*soil*)
B = Mg-gehalte / *content* 39 mg/kg grond (*soil*)
C = Mg-gehalte / *content* 60 mg/kg grond (*soil*)
0 = zonder Mg-bemesting / *without Mg-fertilization*
1 = bemest met 75 kg MgO/ha / *fertilized with 75 kg MgO/ha*

FIG. 30 *Relation between the increase in keeping qualities by K-fertilization and the K-value of the soil at pH 4.52 and at different Mg-contents of the soil, fertilized or not with Mg*

effect op de opbrengst slechts voor 23% met deze factoren bleek samen te hangen. Hier uit zich de grotere gevoeligheid van de houdbaarheidsreactie voor de verhouding waarin de kationen worden aangeboden.

Al dan niet bemesten met 300 kg K_2O per ha is een belangrijke ingreep in de vruchtbaarheidstoestand van de grond. Vooral voor de houdbaarheid is deze hoeveelheid in vele gevallen te veel van het goede.

Bij beschouwing van vergelijking [11a] en [12a] en van fig. 30 en 32 zien we, dat zowel de opbrengstverhoging als de verbetering van de houdbaarheid die door K-bemesting wordt verkregen, kleiner wordt bij toenemend K-getal van de grond. Wanneer niet met Mg is bemest wordt de verbetering van de houdbaarheid reeds spoedig

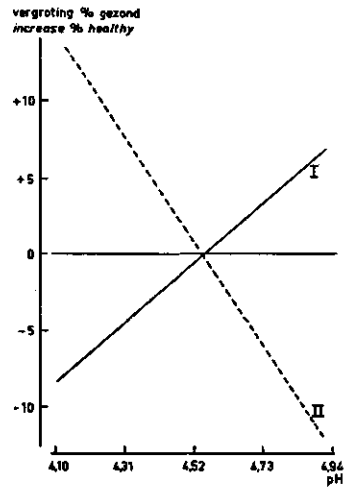


FIG. 31 Verband tussen de vergroting van de houdbaarheid door K-bemesting en de pH van de grond, wanneer niet en wanneer wel met Mg is bemest
I = zonder Mg-bemesting / *without Mg-fertilization*
II = bemest met / *fertilized with* 75 kg MgO/ha

FIG. 31 *Relation between the increase in keeping qualities by K-fertilization and the pH of the soil, fertilized or not with Mg*

Fig. 32 Verband tussen de opbrengstverhoging door K-bemesting en het K-getal van de grond, bij pH 4,52 en verschillende Mg-gehalten van de grond
A = Mg-gehalte / *content* 18 mg/kg grond (*soil*)
B = Mg-gehalte / *content* 39 mg/kg grond (*soil*)
C = Mg-gehalte / *content* 60 mg/kg grond (*soil*)

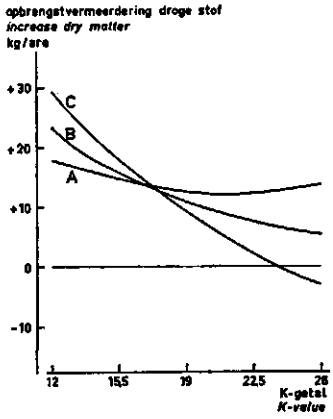


FIG. 32 *Relation between the yield increase by K-fertilization and the K-value of the soil, at pH 4,52 and different Mg-contents of the soil*

negatief, hetgeen wil zeggen dat de bemesting dan te hoog is geweest in verband met de houdbaarheid, terwijl de opbrengstreactie veel langer positief blijft. Dit is in overeenstemming met de in 4.2.2 naar voren gekomen tendens, dat de opbrengst nog kan blijven toenemen bij hogere K-bemesting, terwijl de houdbaarheid al afneemt. Verder blijkt, dat de samenhang tussen het effect van de K-bemesting en het K-getal van de grond, zowel bij de opbrengst als bij de houdbaarheid mede bepaald wordt door het Mg-gehalte van de grond, terwijl voorts bij de houdbaarheid ook de Mg-bemesting een belangrijke invloed op het K-bemestingseffect heeft. Globaal genomen gaf de bemesting met 300 kg K_2O per ha alleen bij laag K-getal een verbetering van de houdbaarheid, doch deze verbetering was aanzienlijk groter en bleef tot hoger K-getal doorgaan, wanneer tevens met Mg was bemest. Enerzijds wijst dit erop dat de bemesting met 300 kg K_2O aan de hoge kant is geweest voor de houdbaarheid en anderzijds dat voor een optimale houdbaarheid veel K samen hoort te gaan met veel Mg. In overeenstemming met fig. 26 blijkt de K/Mg-verhouding van groot belang te zijn voor de houdbaarheid. Ten slotte zij opgemerkt, dat aan de kromlijnigheid van de

FIG. 33 Verband tussen de opbrengstverhoging door K-bemesting en de pH van de grond bij verschillende K-getallen en Mg-gehalten van de grond
A = Mg-gehalte / *content* 18 mg/kg grond (*soil*)
B = Mg-gehalte / *content* 39 mg/kg grond (*soil*)
C = Mg-gehalte / *content* 60 mg/kg grond (*soil*)
1 = K-getal / *K-value* 12
2 = K-getal / *K-value* 19
3 = K-getal / *K-value* 26

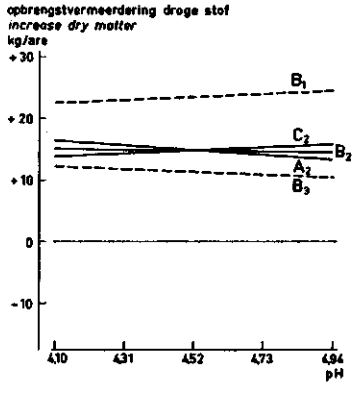


FIG. 33 *Relation between the yield increase by K-fertilization and the pH of the soil at different K-values and Mg-contents of the soil*

samenhangen in fig. 30 en 32 niet te veel waarde gehecht mag worden. Gezien de aard van het materiaal en de eenvoudige kwadratische vorm waarin deze kromlijnigheid is weergegeven kan b.v. de toename van het K-bemestingseffect bij laag Mg-gehalte van de grond en hoog K-getal grotendeels een gevolg zijn van de vorm van de kwadratische functie die doorwerkt buiten het gebied waarin de kromming in hoofdzaak is ontstaan.

In vergelijking [11b] en [12b] wordt de afhankelijkheid van het K-bemestingseffect van het Mg-gehalte van de grond weergegeven. Door de interactie tussen K-getal en Mg-gehalte van de grond is deze afhankelijkheid ook reeds in vergelijking [11a] en [12a] en in fig. 30 en 32 naar voren gekomen. De conclusies zijn dan ook dezelfde en behoeven geen nadere bespreking.

In vergelijking [11c] en [12c] en fig. 31 en 33 wordt de afhankelijkheid van het K-bemestingseffect van de pH van de grond weergegeven. Bij de opbrengst is de invloed van een toenemende pH op het effect van de K-bemesting vrij klein. De samenhang wijst op een enigszins gunstige invloed van een hoge pH op de bij laag K-getal en hoog Mg-gehalte gevonden grote opbrengstverhoging door K-bemesting. Dit is in overeenstemming met onze verwachting dat een aanzienlijke opbrengstverhoging door verbetering van een bepaalde groeifactor slechts mogelijk zal zijn wanneer de overige groeifactoren in voldoende mate aanwezig zijn. Bij de houdbaarheid zien we een sterke invloed van de pH op het effect van de K-bemesting en die invloed wordt volledig beheerst door de Mg-bemesting. In fig. 26 en 30 zagen we reeds dat de Mg-voorziening belangrijk is voor het K-bemestingseffect op de houdbaarheid en dat vooral de K/Mg-verhouding van belang is.

In verband hiermee is het niet verwonderlijk dat bij lage pH, waarbij zoals bekend, het Mg-aanbod van de grond gering is, Mg-bemesting zeer gunstig werkt op het K-bemestingseffect, terwijl bij hoge pH de Mg-opname uit de grond voldoende hoog zal zijn zonder dat extra met Mg is bemest.

Uit vergelijking [11d] en [12d] ten slotte blijkt, dat het K-bemestingseffect op de opbrengst wordt verkleind door Mg-bemesting, en dat deze vermindering groter wordt bij hogere pH. Dit wijst in de richting van onderlinge vervangbaarheid van K, Mg en Ca in verband met de opbrengst van de bieten. Bij de houdbaarheid is de invloed van Mg-bemesting op het effect van K-bemesting volledig afhankelijk van de pH van de grond, zoals fig. 31 laat zien. Zoals gezegd is dit waarschijnlijk een gevolg van de grote betekenis voor de houdbaarheid van de verhouding waarin K en Mg worden aangeboden.

Overzien we alle in vergelijking [11] en [12] statistisch tot uiting gekomen samenhangen, dan komen de volgende voor een bemestingsadvies op lichte zandgronden belangrijke conclusies naar voren:

1 Zowel de verbetering van de houdbaarheid als de opbrengstvermeerdering die door K-bemesting wordt verkregen, wordt kleiner bij hoger K-getal van de grond.
2 De houdbaarheid is gevoeliger voor overmatige K-bemesting dan de opbrengst.

Met het oog op de houdbaarheid dient het K-bemestingsadvies aan de zuinige kant gehouden te worden.

3 De samenhang tussen het effect van de K-bemesting en het K-getal van de grond wordt zowel bij de opbrengst als bij de houdbaarheid mede bepaald door het Mg-gehalte van de grond. Het K-bemestingsadvies dient dus behalve aan het K-getal ook aan het Mg-gehalte van degrond te worden aangepast. Bij zeer laag K-getal zal in het algemeen meer K rendabel zijn wanneer het Mg-gehalte van de grond hoog is dan wanneer dit laag is.

4 Voor de houdbaarheid dient het K-bemestingsadvies vooral gericht te zijn op het verkrijgen van een optimale K/Mg-verhouding. Vooral bij lage pH dient de noodzakelijke K-bemesting daarom gepaard te gaan met bemesting met magnesium.

4.3.3 Magnesium-bemesting en vruchtbaarheid van de grond

Op dezelfde wijze als in de vorige paragraaf voor de K-bemesting is gedaan, is ook de samenhang tussen het effect van de Mg-bemesting en de bodemvruchtbaarheidsfactoren K-getal, Mg-gehalte en pH, bestudeerd.

In vergelijking [13] is de verbetering van de houdbaarheid, in vergelijking [14] de verhoging van de opbrengst, die door Mg-bemesting wordt verkregen, berekend als

TABEL 46 Overzicht van de percentages verklaard en de kansen op toevallige samenhangen bij de vergelijkingen [13] en [14]. Voor betekenis symbolen zie pag. 96

		HM verg. [13] *HM equation* [13]	OM verg. [14] *OM equation* [14]
Percentage verklaard v.h. oplossingsgezelschap *Percentage of the total sum of squares attributable to regression*		8,5	16
P% van *P% of*	het oplossingsgezelschap *the solution group*	25–10	25–10
	factor α	5–2,5	—
	$(p \times \alpha)$	10–5	5–2,5
	$(k \times \alpha)$	25–10	—
	k^2	>25	25–10
	$(k \times p)$	—	25–10
	p	—	25–10
	p^2	—	25–10
	m^2	—	>25
	$(p \times m)$	—	25–10

TABLE 46 *Survey of the percentages of the total sum of squares attributable to regression and the reliability of the various factors. For list of symbols see page 125*

functie van de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond en van de K-bemesting. In beide berekeningen zijn ook de produkten en kwadraten van de verklarende factoren opgenomen om kromlijnige samenhangen en interacties te kunnen opsporen. In tabel 46 wordt een overzicht gegeven van de betrouwbaarheid van de samenhangen.

$$HM = +0{,}27 + 72{,}15\alpha - 58{,}7\,(\alpha \times p) - 13{,}9\,(\alpha \times k) + 4{,}46\,k^2 \qquad [13]$$

$$OM = +213 - 6{,}7\,p\alpha + 221\,p^2 - 399\,p + 23\,k^2 + 5{,}6\,m^2 - 26\,pk - 17\,pm \qquad [14]$$

Vergelijking [13] en [14] kunnen als volgt worden verdeeld:

$$HM = \ldots + p\,(-58{,}7\alpha) \qquad [13a]$$

$$HM = \ldots + \alpha\,(+72{,}15 - 58{,}7\,p - 13{,}9\,k) \qquad [13b]$$

$$HM = \ldots + k\,(4{,}5\,k - 13{,}9\alpha) \qquad [13c]$$

$$\text{Minimaal bij } k = \frac{13{,}9\alpha}{9{,}0}$$

$$OM = \ldots + p\,(-399 + 221\,p - 26\,k - 17\,m - 6{,}7\alpha) \qquad [14d]$$

$$\text{Minimaal bij } p = \frac{+399 + 26\,k + 17\,m + 6{,}7\alpha}{442}$$

$$OM = \ldots + \alpha\,(-6{,}7\,p) \qquad [14b]$$

$$OM = \ldots + k\,(+23\,k - 26\,p) \qquad [14c]$$

$$\text{Minimaal bij } k = \frac{26\,p}{46}$$

$$OM = \ldots + m\,(+5{,}6\,m - 17\,p)$$

$$\text{Minimaal bij } m = \frac{17\,p}{11{,}2} \qquad [14a]$$

De in verband met de Mg-bemesting opgetreden verschillen in opbrengst kunnen voor 16% en de verschillen in houdbaarheid voor 8,5% worden verklaard uit de pH, het Mg-gehalte en het K-getal van de grond. Dit percentage is opvallend gering. Het effect van Mg-bemesting is blijkbaar veel minder afhankelijk van het K-getal, het Mg-gehalte en de pH van de grond, dan het effect van K-bemesting. Dat bemesten met 75 kg MgO per ha de overige vruchtbaarheidsfactoren minder zal beïnvloeden dan bemesten met 300 kg K_2O was wel te verwachten. Toch is vooral de geringe samenhang bij de houdbaarheid opvallend. Bij de bespreking van het K-bemestingseffect in de vorige paragraaf, bleek, dat bij de houdbaarheid vooral de K/Mg-verhouding van grote betekenis is. In overeenstemming hiermee blijkt uit tabel 46, dat het effect van de Mg-bemesting op de houdbaarheid vrijwel uitsluitend door deze verhouding bepaald wordt. Van alle onderzochte factoren is de samenhang met de K-bemesting het meest betrouwbaar en de invloed van de pH komt alleen tot uiting wanneer tevens met kalium is bemest. De invloed van de K/Mg-verhouding is waarschijnlijk zozeer bepalend voor het effect van de Mg-bemesting op de houdbaarheid,

dat de – op grond van de in 4.2.4 vermelde resultaten verwachte – rechtstreekse samenhang met het Mg-gehalte van de grond hierbij vergeleken onbelangrijk is.

Uit vergelijking [13] blijkt, dat wanneer niet met K is bemest – a is dan gelijk aan nul – alleen het K-getal van de grond invloed heeft op het effect van de Mg-bemesting op de houdbaarheid en wel zodanig, dat dit effect groter wordt naarmate het K-getal van de grond hoger is. Fig. 34 laat dit zien. In overeenstemming met het voorgaande wijst dit erop, dat de Mg-bemesting voor een maximaal effect samen dient te gaan met een goede K-voorziening. Fig. 34 laat verder zien, dat wanneer wel met K is bemest, het K-getal van de grond eveneens samenhangt met het effect van de Mg-bemesting, doch nu in omgekeerde zin. Wanneer met 300 kg K_2O per ha is bemest wordt bij laag K-getal blijkbaar een gunstiger K/Mg-verhouding bereikt terwijl bij hoog K-getal de verhouding te sterk in de richting van de kali is verschoven.

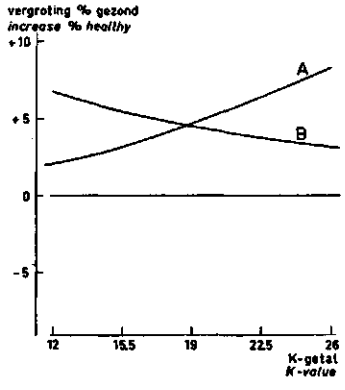


FIG. 34 Verband tussen de vergroting van de houdbaarheid door Mg-bemesting en het K-getal van de grond bij pH 4,52 en Mg-gehalte 39 d.p.m., wanneer niet en wanneer wel met K is bemest
A = zonder K-bemesting / *without K-fertilization*
B = bemest met / *fertilized with* 300 kg K_2O/ha

FIG. 34 *Relation between the increase in keeping qualities by Mg-fertilization and the K-value of the soil at pH 4.52 and Mg-content 39 p.p.m., fertilized or not with K*

Vergelijking [13b] laat zien, dat de K-bemesting gemiddeld – p en k zijn dan beide 1 – geen invloed heeft gehad op het effect van de Mg-bemesting. Dit blijkt ook uit fig. 34, waarin het gemiddelde niveau van de lijn bij K-bemesting gelijk is aan dat zonder K-bemesting. Tevens zien we uit deze figuur, dat de Mg-bemesting gemiddeld een duidelijke, zij het niet erg grote verbetering van de houdbaarheid heeft bewerkt. Alleen wanneer met K is bemest en de pH hoog is kan het Mg-bemestingseffect negatief worden zoals fig. 35 laat zien. Deze invloed van de pH kan afkomstig zijn van het met de pH positief gecorreleerde Mg-gehalte van de grond en van de betere beschikbaarheid van het Mg in de grond bij hoge pH. Wanneer met K is bemest zal bij lage pH de behoefte aan Mg en dus ook het effect van de Mg-bemesting zeer groot zijn. Het is ook denkbaar, dat Ca en Mg elkaar in deze ten dele kunnen vervangen en dat bij hoge pH naast de dan beter ter beschikking komende Mg, zoveel Ca aanwezig is, dat Mg-bemesting niet meer nodig is.

In tegenstelling tot de houdbaarheid blijkt de samenhang van de onderzochte bodemvruchtbaarheidsfactoren met het effect van de Mg-bemesting op de opbrengst van

dezelfde grootte-orde te zijn als de voor het opbrengsteffect van de K-bemesting gevonden samenhang. Het effect van de Mg-bemesting op de opbrengst werd n.l. voor 16% door het oplossingsgezelschap verklaard, terwijl van het effect van de K-bemesting 23 procent door de onderzochte factoren verklaard kon worden. Het kleinere percentage bij de Mg-bemesting kan een gevolg zijn van het gemiddeld kleinere effect van de Mg-bemesting, waardoor dit zich voor een groter deel binnen de toevallige fouten afspeelt.

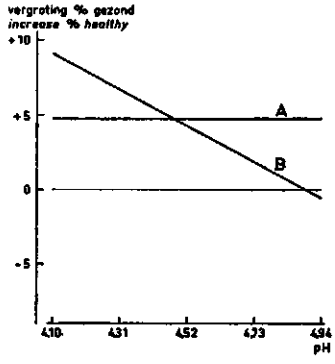


FIG. 35 Verband tussen de vergroting van de houdbaarheid door Mg-bemesting en de pH-KCl van de grond bij K-getal 19 en Mg-gehalte 39 d.p.m., wanneer wel en wanneer niet met K is bemest
A = zonder K-bemesting / *without K-fertilization*
B = bemest met / *fertilized with* 300 kg K_2O/ha

FIG. 35 *Relation between the increase in keeping qualities by Mg-fertilization and the pH-KCl of the soil at K-value 19 and Mg-content 39 p.p.m., fertilized or not with 300 kg K_2O/ha*

Vergelijking [14a] en figuur 36 laten zien, dat het effect van de Mg-bemesting op de opbrengst afneemt naarmate het Mg-gehalte van de grond hoger is en dat deze afname iets groter is naarmate de pH hoger is. Wanneer niet met K was bemest, heeft de Mg-bemesting gemiddeld een duidelijke verhoging van de opbrengst gegeven, vooral wanneer de pH van de grond laag was. Bij hoge pH is het effect van de Mg-bemesting kleiner en is waarschijnlijk ook minder Mg-bemesting nodig, misschien doordat de in de grond aanwezige Mg dan beter ter beschikking van de plant komt. Opmerkelijk is, zoals tevens in fig. 36 is weergegeven, dat de door Mg-bemesting verkregen opbrengstvermeerdering veel kleiner is wanneer tevens met K is bemest, zelfs zodanig dat wanneer met 300 kg K_2O per ha is bemest, het effect van de Mg-bemesting negatief wordt bij een Mg-gehalte van de grond hoger dan 30 d.p.m. en pH-KCl

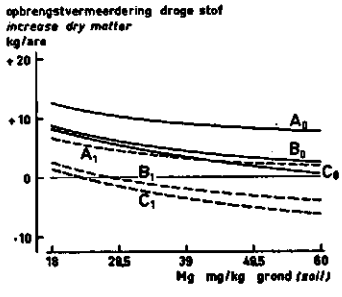


FIG. 36 Verband tussen de opbrengstverhoging door Mg-bemesting en het Mg-gehalte van de grond bij K-getal 19 en bij verschillende pH's en wanneer al dan niet met K is bemest
A = pH 4,10
B = pH 4,52
C = pH 4,94
0 = zonder K-bemesting / *without K-fertilization*
1 = bemest met / *fertilized with* 300 kg K_2O/ha

FIG. 36 *Relation between the yield increase by Mg-fertilization and the Mg-content of the soil at K-value 19 and different pH's, fertilized or not with K*

hoger dan 4,5. Bij een voldoend hoge pH en Mg-gehalte van de grond is voor de opbrengst geen Mg-bemesting nodig wanneer tevens met K is bemest. Wanneer niet met kali is bemest wordt echter wel nog een opbrengstverhoging verkregen door met Mg te bemesten. Dit wijst er weer op, dat voor de opbrengst K en Mg elkaar ten dele kunnen vervangen. Alleen bij zeer lage pH en Mg-gehalte van de grond wordt nog enige verhoging van de opbrengst verkregen door met Mg te bemesten naast een reeds aanwezige K-bemesting. Deze opbrengstvermeerdering is echter altijd kleiner dan wanneer niet met K is bemest. Uit vergelijking [14b] blijkt dan ook, dat K-bemesting altijd negatief werkt op het effect van de Mg-bemesting, en dit te meer naarmate de pH van de grond hoger is.

FIG. 37 Verband tussen de opbrengstvermeerdering door Mg-bemesting en het K-getal van de grond bij Mg-gehalte 39 d.p.m. en bij verschillende pH's, en wanneer niet met K is bemest
A = pH 4,10
B = pH 4,52
C = pH 4,94

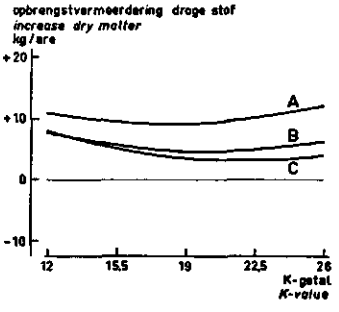


FIG. 37 *Relation between the yield increase by Mg-fertilization and the K-value of the soil at Mg-content 39 p.p.m. and different pH's and not fertilized with K*

Vergelijking [14c] en fig. 37 laten zien, dat het K-getal gemiddeld vrijwel geen invloed heeft gehad op de door Mg-bemesting verkregen opbrengstvermeerdering. Alleen wanneer de pH hoog is, neemt het Mg-effect wat af bij toenemend K-getal. In tegenstelling met de in fig. 34 voor de houdbaarheid weergegeven samenhang blijkt ook hier weer, dat de K/Mg-verhouding voor de opbrengst niet zo belangrijk is. Wel is van belang dat er voldoende Mg + K aanwezig is bij een voldoende hoge pH van de grond.

FIG. 38 Verband tussen de opbrengstvermeerdering door Mg-bemesting en de pH van de grond, bij Mg-gehalte 39 d.p.m. en verschillende K-getallen en wanneer niet met K is bemest
A = K-getal / *K-value* 12
B = K-getal / *K-value* 19
C = K-getal / *K-value* 26

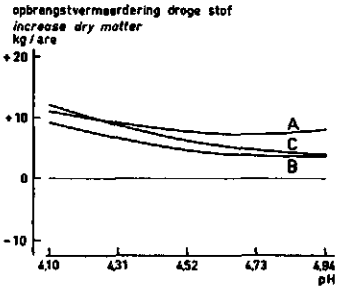


FIG. 38 *Relation between the yield increase by Mg-fertilization and the pH of the soil at Mg-content 39 p.p.m. and different K-values, not fertilized with K*

In vergelijking [14d] en fig. 38 wordt de samenhang tussen de pH en de door Mg-bemesting verkregen opbrengstvermeerdering weergegeven. We zien, dat het effect

van de Mg-bemesting op de opbrengst in het algemeen afneemt bij toenemende pH. Deze vermindering van het Mg-effect is het grootst bij hoog K-getal. Het is mogelijk, dat deze samenhang een gevolg is van de grotere beschikbaarheid van Mg bij hogere pH, of van onderlinge vervangbaarheid van Ca en Mg. De sterkere samenhang bij hoog K-getal wijst erop, dat ook voor de opbrengst de K/Mg-verhouding niet geheel zonder belang is, vooral bij lage pH van de grond.

Samenvattend komen uit vergelijking [13] en [14] de volgende, voor een bemestingsadvies op lichte zandgronden belangrijke conclusies naar voren:

1 Door met Mg te bemesten wordt in het algemeen een verbetering van de houdbaarheid verkregen zowel wanneer niet als wanneer wel met kali is bemest. De opbrengst daarentegen wordt meestal wel verhoogd wanneer niet met kali is bemest, doch wanneer wel kali is gegeven wordt door de bemesting met Mg vaak weer een vermindering van de opbrengst verkregen. Bij gelijktijdige bemesting met 300 kg K_2O per ha is Mg-bemesting alleen nog gunstig bij lage pH en laag Mg-gehalte van de grond.

2 Door met 300 kg K_2O per ha te bemesten wordt het Mg-bemestingseffect op de opbrengst altijd verminderd en dit te meer naarmate de pH van de grond hoger is. In tegenstelling hiermede heeft de K-bemesting het Mg-bemestingseffect op de houdbaarheid gemiddeld niet beïnvloed. Dit effect wordt in hoofdzaak bepaald door de verhouding waarin K en Mg worden aangeboden aan de biet. Bij laag K-getal en bij lage pH is het effect het grootste wanneer tevens met K is bemest, doch bij hoog K-getal en hoge pH is de verbetering van de houdbaarheid door Mg-bemesting het grootste wanneer niet met K is bemest.

3 De door Mg-bemesting te verkrijgen opbrengstverhoging is kleiner naarmate het Mg-gehalte van de grond en de pH hoger zijn. Het K-getal heeft hier weinig invloed op. In tegenstelling hiermee wordt het effect van de Mg-bemesting op de houdbaarheid in belangrijke mate mede bepaald door het K-getal van de grond en heeft de pH alleen maar een duidelijke invloed wanneer tevens met K is bemest.

4.3.4 Optimale kalium- en magnesium-bemesting in samenhang met pH, K-getal en Mg-gehalte van de grond

In paragraaf 4.3.1 zijn de opbrengst en de houdbaarheid van de bieten van 37 proefvelden bestudeerd in samenhang met de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond. Om toevallige fouten zoveel mogelijk uit te schakelen werd daarbij van ieder proefveld uitgegaan van de gemiddelde opbrengst en houdbaarheid. Daarnaast is getracht de samenhang tussen de houdbaarheid en de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond weer te geven voor de verschillende bemestingsobjecten afzonderlijk.

In tabel 47 zijn vier vergelijkingen samengevat, waarin de houdbaarheid berekend is als functie van de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond, voor de bieten afkomstig van resp. de veldjes bemest met K + Mg [15], alleen Mg [16], alleen K [17] en geen bemesting [18]. De vergelijkingen zijn op dezelfde wijze berekend als vergelijking [9], die de samenhang gemiddeld over alle bemestingsobjecten weergeeft. In vergelijking [15] t/m [18] is echter tevens de opbrengst als verklarende factor in het model van de berekening opgenomen. Overigens vertoont de opbrengst alleen op de onbemeste veldjes enige samenhang met de houdbaarheid zoals tabel 47 laat zien. In vergelijking [15] t/m [17] is de opbrengst als niet ter zake doende uit het oplossingsgezelschap verwijderd.

TABEL 47 Regressievergelijkingen van de houdbaarheid berekend als functie van de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond en van de opbrengst van het gewas apart voor verschillend bemeste veldjes. Voor betekenis symbolen zie p. 96

	Verg. [15] K + Mg *Equation* [15] *K + Mg*		Verg. [16] alleen Mg *Equation* [16] *only Mg*		Verg. [17] alleen K *Equation* [17] *only K*		Verg. [18] geen K en Mg *Equation* [18] *no K and Mg*	
Percentage verklaard v.h. oplossingsgezelschap *Percentage of the total sum of squares attributable to regression*	5,0		50,7		25,6		32	
P% v.h. opl. gez. *P% of the solution group*	>25		1–0,1		10–5		25–10	
Regressie constante *Regression constant*	+36,0		—30,8		—2,05		—99,9	
Factor	Regr. coëff.	P%	Regr. coëff.	P%	Regr. coëff.	P%	Regr. coëff.	P%
p							+100,1	10–5
k			+43,6	25–10			+95,8	10–5
p^2			+7,1	1–0,1	+44,3	5–2,5		
k^2			—37,5	10–5	+14,9	25–10	—58,1	5–25
m^2			—13,1	10–5				
pm	—7,6	>25	—79,9	1–0,1	—34,8	10–5	—27,2	>25
km	+7,5	>25	+53,9	2,5–1	+39,4	10–5	+36,8	25–10
o							—18,9	>25

TABLE 47 *Regression equations of the keeping qualities calculated as a function of the pH, the K-value and the Mg-content of the soil and of the dry matter yield of the beets separately for differently fertilized plots. For list of symbols see page 125*

Het percentage verklaard is zeer gering op de K + Mg-veldjes [15], m.a.w. wanneer met K + Mg is bemest is de invloed van de pH enz. slechts gering. Wanneer

alleen met Mg is bemest [16] is de invloed van de pH enz. echter nog zeer belangrijk. Deze factoren kunnen de verschillen in houdbaarheid dan voor 50% verklaren. Dit is in overeenstemming met [13] waaruit bleek, dat de werking van Mg-bemesting slechts weinig samenhing met p, m en k, terwijl uit [11] bleek, dat de werking van de K-bemesting sterk samenhing met p, m en k, welke factoren het K-effect voor 61% konden verklaren.

Interessant is, dat op de K + Mg-veldjes [15] p altijd negatief werkt, terwijl het op de niet bemeste veldjes [18] altijd positief werkt. In [11b] zagen we eveneens, dat de werking van de pH op het K-bemestingseffect afhankelijk was van de Mg-bemesting. Ook bij de invloeden van k en m treden overeenkomstige verschijnselen op, die goed in overeenstemming zijn met de samenhangen die in [11] en [13] naar voren kwamen.

De conclusie mag wel zijn, dat op de met Mg-bemeste veldjes en op de veldjes zonder bemesting, de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond een grotere invloed uitoefenen dan op de met K + Mg of alleen met K-bemeste veldjes. Vooral op de met K + Mg bemeste veldjes is de invloed van de pH, het K-getal en het Mg-gehalte van de grond bijzonder klein.

Met behulp van de vergelijkingen [15] t/m [18] kan worden nagegaan door welke van de vier bemestingen (K + Mg, alleen Mg, alleen K of geen bemesting) de beste en door welke de slechtste houdbaarheid wordt verkregen bij een gegeven pH, K-getal en Mg-gehalte van de grond. Al zijn de vergelijkingen voor dit doel eigenlijk niet voldoende nauwkeurig en betrouwbaar – ze zijn eigenlijk alleen geschikt om een globaal inzicht te geven in de aard van de samenhangen – toch leek het interessant een poging in deze richting te wagen.

Het resultaat van de berekeningen is weergegeven in diagrammen met langs de horizontale as het K-getal en langs de verticale as het Mg-gehalte van de grond, met de gebieden waarin de aangegeven bemesting de beste (a-fig.) en de slechtste (b-fig.) houdbaarheid geeft, bij de aangegeven pH.

In overeenstemming met de in de vorige paragraaf naar voren gekomen conclusies, blijkt uit fig. $39a_1$, dat bij lage pH Mg-bemesting altijd gunstig is geweest voor de houdbaarheid. Voor de optimale houdbaarheid bij lage pH dient de Mg-bemesting echter samen te gaan met K-bemesting, behalve wanneer het K-getal en het Mg-gehalte van de grond beide hoog zijn, in welk geval blijkens fig. $39b_1$ K-bemesting al dan niet samen met Mg-bemesting, juist ongunstig was.

Fig. $39a_5$ laat zien, dat ook bij hoge pH Mg-bemesting vaak nog de best houdbare bieten heeft gegeven, doch K-bemesting dient dan achterwege te blijven, althans wanneer het K-getal hoger is dan 15. Bij een Mg-gehalte hoger dan 40 d.p.m. en een K-getal tussen 15 en 28 is door achterwege laten van zowel Mg als K de beste houdbaarheid bereikt, terwijl bij een K-getal hoger dan 28 bemesten met Mg ook bij hoog Mg-gehalte van de grond het beste was. In overeenstemming met de vorige paragrafen blijkt hieruit weer de grote betekenis van de K/Mg-verhouding voor de houdbaarheid. Verder is bij hoge pH bemesten met 300 kg K_2O per ha kennelijk aan de hoge kant

FIG. 39 Diagrammen met langs de horizontale as het K-getal en langs de verticale as het Mg-gehalte van de grond (d.p.m.), met de gebieden waarin de aangegeven bemesting de beste (a-serie) en de slechtste (b-serie) houdbaarheid heeft gegeven bij de aangegeven pH

O = geen bemesting / *no fertilization*

K = bemest met / *fertilized with* 300 kg K_2O/ha als K-60

Mg = bemest met / *fertilized with* 75 kg MgO/ha als $MgSO_4$

K + Mg = bemest met / *fertilized with* 300 kg K_2O + 75 kg MgO/ha.

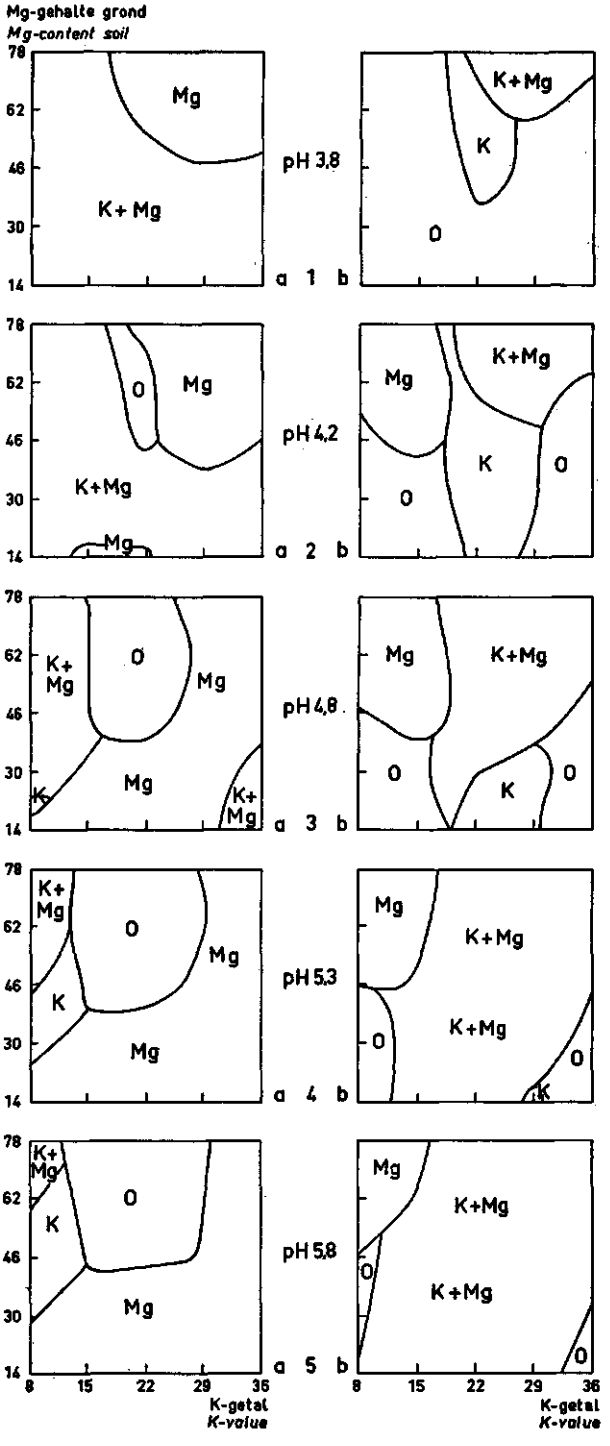


Fig. 39 *Diagrams with the K-value on the abscissa and on the ordinate the Mg-content of the soil (p.p.m.), with the areas in which the indicated treatment gave the best (a-series) and the worst (b-series) keeping qualities of fodder beets at the indicated pH*

voor de houdbaarheid. Alleen bij laag K-getal en hoog Mg-gehalte was het nog gunstig, doch daarbuiten werd steeds de slechtste houdbaarheid verkregen door K + Mg te geven zoals fig. $39b_5$ laat zien.

In fig. 39a zien we van lage naar hoge pH een geleidelijke overgang waarbij de gunstige werking van de K-bemesting steeds meer wordt teruggedrongen naar het gebied met laag K-getal en hoog Mg-gehalte en waarbij de gunstige werking van uitsluitend Mg-bemesting steeds meer wordt uitgebreid vanuit het gebied met hoog K-getal en hoog Mg-gehalte naar het gebied met laag K-getal en laag Mg-gehalte. Daarnaast ontstaat een geleidelijk groter wordend gebied met een matig laag tot matig hoog K-getal en een Mg-gehalte hoger dan ± 40 d.p.m. waarbij achterwege laten van iedere bemesting de best houdbare bieten heeft opgeleverd. Behalve de Mg is bij lage pH ook de K minder gemakkelijk beschikbaar voor de biet. Bij lage pH is de hoge K-bemesting daardoor meestal nog gunstig, tenminste wanneer tevens met Mg is bemest, terwijl bij hoge pH de K-bemesting meestal duidelijk te hoog is geweest, ook wanneer daarnaast met Mg is bemest. In overeenstemming hiermee zien we in fig. 39b van lage naar hoge pH een geleidelijke overgang van aanvankelijk de slechtste houdbaarheid wanneer geeen K en/of Mg-bemesting is gegeven tot bij hoge pH haast altijd de slechtste houdbaarheid wanneer met K + Mg is bemest. De gunstige K/Mg-verhouding die bij hoge pH en hoog Mg-gehalte van de grond wordt verkregen door alleen met Mg te bemesten of in het aangegeven gebied helemaal geen meststof te geven, resulteert in een zeer goede houdbaarheid, zoals fig. 26 bij hoog K-getal laat zien. Deze gunstige verhouding wordt blijkbaar het sterkste verstoord door naast de Mg ook K te geven.

In overeenstemming met de vorige paragrafen wijst fig. 39 weer op de grote betekenis van de K/Mg-verhouding van de houdbaarheid en verder dat bemesten met 300 kg K_2O per ha te veel is geweest wanneer de pH en het K-getal voldoende hoog waren.

Bij het houdbaarheidsonderzoek waren bij zes van de 37 proefvelden de bieten van de onbemeste veldjes beter houdbaar dan die van een der bemeste veldjes. In tegenstelling hiermee was de opbrengst van de onbemeste veldjes van alle 37 proefvelden altijd lager dan die van de met K en/of Mg bemeste veldjes. In de diagrammen voor de opbrengst is daarom alleen nagegaan bij welke van de drie bemestingen: K + Mg, alleen K, of alleen Mg, de hoogste opbrengst is verkregen in verband met de vruchtbaarheid van de grond. De resultaten zijn weergegeven in fig. 40.

Bij lage pH zien we bij de opbrengst eenzelfde beeld als bij de houdbaarheid. Bemesten met Mg is altijd gunstig, doch meestal dient voor de optimale opbrengst deze bemesting samen te gaan met kalibemesting. Evenals voor de houdbaarheid is bemesten met uitsluitend Mg het beste in de hoek met hoog K-getal en hoog Mg-gehalte. Bij de figuren omtrent de opbrengst wordt bij hogere pH het gebied waarin uitsluitend met Mg bemesten het beste is geweest slechts langzaam iets groter, in tegenstelling tot de figuren van de houdbaarheid, waarin dit gebied al spoedig de figuur grotendeels gaat beheersen. Tenslotte blijkt ook bij hoge pH bemesten met K + Mg nog altijd de

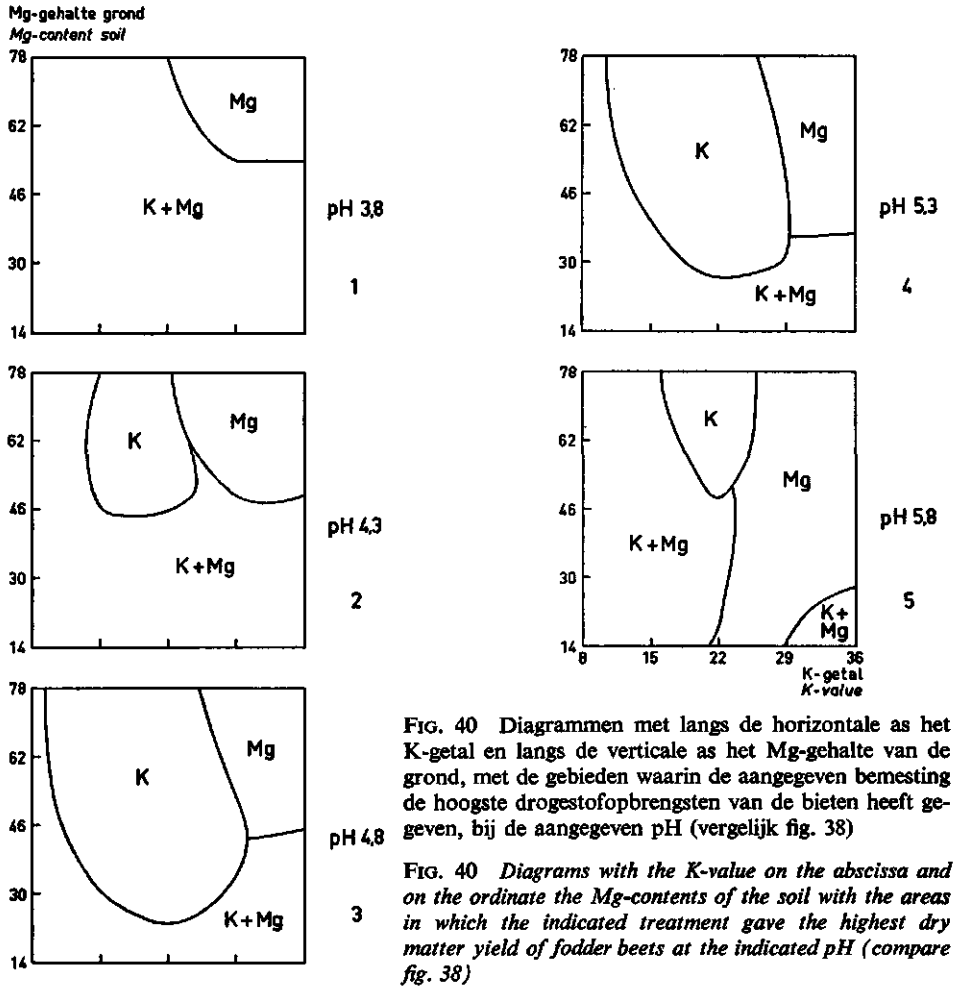


FIG. 40 Diagrammen met langs de horizontale as het K-getal en langs de verticale as het Mg-gehalte van de grond, met de gebieden waarin de aangegeven bemesting de hoogste drogestofopbrengsten van de bieten heeft gegeven, bij de aangegeven pH (vergelijk fig. 38)

FIG. 40 *Diagrams with the K-value on the abscissa and on the ordinate the Mg-contents of the soil with the areas in which the indicated treatment gave the highest dry matter yield of fodder beets at the indicated pH (compare fig. 38)*

hoogste opbrengst gegeven te hebben wanneer het K-getal niet hoger was dan 22. Alleen bij hoger K-getal was bemesten met uitsluitend Mg het beste, terwijl bij hoog Mg-gehalte en een K-getal tussen 18 en 23 bemesten met uitsluitend K het beste was. Voor de opbrengst blijkt hier dus een hoge K-bemesting nog gunstig te kunnen zijn, terwijl die grote gift voor de houdbaarheid al ongunstig is. Evenals voor de houdbaarheid blijkt Mg-bemesting, behalve in het gebied waarin matig laag tot matig hoog K-getal samengaat met een Mg-gehalte hoger dan 40, altijd gunstig geweest te zijn voor de opbrengst. Voor de maximale opbrengst dient Mg-bemesting echter in een groter gebied samen te gaan met K-bemesting. Verder blijkt uit fig. 40, dat ook voor een optimale opbrengst de verhouding waarin K en Mg worden aangeboden van belang is, doch de opbrengst is niet zo gevoelig voor deze verhouding als de houd-

baarheid. Zoals vermeld, werd de slechtste opbrengst dan ook altijd verkregen wanneer geen meststof was toegediend.

Ten slotte zij er nog de aandacht op gevestigd, dat in de onderhavige proeven alleen vergeleken is: geen bemesting, alleen 300 kg K_2O per ha, alleen 75 kg MgO per ha, en 300 kg K_2O + 75 kg MgO per ha. Daarnaast kregen alle veldjes een normale N- en P-bemesting. Er zijn echter geen K- en Mg-hoeveelheden toegepast hetgeen voor een goede bepaling van de optimale bemesting toch noodzakelijk zou zijn. Wanneer b.v. in fig. $39a_3$ bij O de beste houdbaarheid werd verkregen, betekent dit alleen dat geen bemesting beter was dan 300 kg K_2O en/of 75 kg MgO per ha. Het is zeer wel mogelijk dat wanneer b.v. 200 kg K_2O en/of 50 kg MgO was gegeven, door deze bemesting de beste houdbaarheid was verkregen.

Fig. 39 en 40 zijn dus alleen geschikt om een globaal overzicht te geven. Duidelijk komt naar voren, dat bij de teelt van voederbieten op lichte zandgronden bij lage pH bemesten met Mg samen met een flinke hoeveelheid K, vrijwel altijd gunstig is, zowel voor de houdbaarheid als voor de opbrengst. Bij hogere pH wordt de grote hoeveelheid K echter al spoedig te veel voor de houdbaarheid, terwijl de opbrengst toch nog wel kan blijven stijgen.

Ten aanzien van het effect van Mg-bemesting bij matig hoge tot hoge pH kan worden opgemerkt, dat dit bij matig K-getal afhankelijk is van het Mg-gehalte. Dit geldt zowel voor de houdbaarheid als voor de opbrengst. Bij een hoog K-getal is de Mg-bemesting daarentegen altijd gunstig, zowel voor de houdbaarheid als voor de opbrengst.

4.4 Discussie

De plant heeft voor zijn levensfuncties kationen en anionen nodig. Wanneer de verschillende ionen in de juiste verhouding aanwezig zijn, heeft de plant de meest gewenste eigenschappen en samenstelling. De plant laat hierbij echter wel een zekere speling toe. Gebleken is (82, 83, 189, 256), dat het er om een gelijke opbrengst te verkrijgen binnen zekere grenzen niet zo heel veel toe doet in welke verhouding de verschillende kationen worden toegediend en opgenomen. K, Ca, Mg en waarschijnlijk ook Na hebben in de plant naast een specifieke ook een algemene functie, waarin ze onderling vervangbaar zijn. Zo zullen de verschillende kationen elkaar vergaand kunnen vervangen voor de compensatie van de anionenopname op grond van de elektroneutraliteit. Verder zijn b.v. Ca en Mg beide K-antagonisten. Een grotere opname van K wordt door Ca en Mg tegengegaan en in dit opzicht vervangen Ca en Mg elkaar.

Vrijwel alle door ons besproken bemestingsproeven zijn eenjarige proeven geweest, waarbij op normale praktijkpercelen verschillende bemestingen werden vergeleken. In de meeste gevallen bevatten deze percelen voldoende voedingsstoffen om in de specifieke behoefte aan ieder element te voorzien. Dat bij dergelijke eenjarige proeven

de verschillende kationen vaak onderling vervangbaar blijken, hoeft dus niet te verwonderen. We kunnen ons verder voorstellen, dat een zekere disharmonie in de voeding, die nog niet leidt tot een verminderde groei, toch op den duur funest is. De actief groeiende cellen onttrekken aan de bestaande weefsels de essentiële transportabele elementen en vergroten daardoor de disharmonie in de weefsels. In de meeste gevallen komt de schade dan ook pas bij het ouder worden van de plant. Zo komt licht N-, K- en Mg-gebrek het eerst bij de oudere bladeren tot uiting, welke bladeren eerder afsterven dan die van gezonde planten zonder gebreksverschijnselen. Het is waarschijnlijk, dat de bijbehorende biet een overeenkomstige disharmonie vertoont als de oudere bladeren. In dat geval hoeft het ons niet te verwonderen, dat de houdbaarheid van de bieten wat duidelijker op een disharmonie in de voeding reageert dan de opbrengst en dat met name N-, K- of Mg-gebrek minder houdbare bieten geeft. Anderzijds zal door overmaat N of K niet alleen het voedingsevenwicht verstoord kunnen worden, doch kan ook de afrijping er door worden vertraagd. Voor een goede houdbaarheid is het zoals we zagen gewenst, dat het gewas bij de oogst zoveel mogelijk tot rust is gekomen. Toch is een zekere levensactiviteit tijdens de bewaring noodzakelijk voor het in stand houden van de gewenste afweerkracht tegen microörganismen. Uit onze bewaarproeven bij verschillende temperaturen (12, 26) wordt waarschijnlijk dat het – b.v. door bewaren bij 2°C – al te zeer afremmen van de levensprocessen ongunstig is voor de houdbaarheid. Wellicht als uiting van een gepaste levensactiviteit blijkt spruiting van de bieten tijdens de bewaring samen te gaan met goede houdbaarheid (26). Het is dan ook goed denkbaar, dat binnen de grenzen van b.v. een rendabele N-bemesting, de door N-bemesting veroorzaakte toename van de ademhalingsactiviteit, juist gunstig is voor de houdbaarheid.

Interessant is, dat wij van B-gebrek geen duidelijke invloed op de houdbaarheid hebben gevonden. Anders dan b.v. K of Mg werkt B juist in op de actieve groeipunten. De opbrengst blijft daardoor bij sterk B-gebrek belangrijk achter, terwijl de houdbaarheid vrijwel niet wordt beïnvloed.

De invloed van N- en K-bemesting op de bewaarkwaliteit van voederbieten loopt enigszins parallel aan die op de fabriekskwaliteit van suikerbieten en fabrieksaardappelen. Dit komt, doordat N- en K-bemesting in het algemeen een bevordering van de groei en daardoor vertraging van de afrijping tengevolge hebben, waardoor bij de oogst vaak een lager zetmeelgehalte bij aardappelen en een lager suikergehalte bij suikerbieten wordt gevonden, hoewel de opbrengst als geheel toch is gestegen door de bemesting. Deze samenhangen zijn overigens sterk afhankelijk van het ras en de overige omstandigheden. Bij een laat aardappelras als Libertas, dat vrij resistent is tegen *phytophthora*, is de groeiperiode zo lang, dat de knollen volledig van een b.v. door bemesting met 100 kg N per ha verkregen groot loofapparaat kunnen profiteren. Door bemesten met 100 kg N wordt dan niet alleen een hoge opbrengst doch ook een hoog zetmeelgehalte verkregen. Een aanzienlijk vroeger ras als Eigenheimer, dat bovendien vaak voortijdig afsterft door *phytophthora*-aantasting, zal echter bij bemesting

met b.v. 40 kg N per ha al een duidelijke daling van het zetmeelgehalte vertonen omdat het door de N aanvankelijk opgebouwde relatief grote loofapparaat te snel afsterft om een goede opbrengst met hoog zetmeelgehalte mogelijk te maken. Met het oog op de afrijping van het gewas is het bij suikerbieten gebruikelijk de stikstof-bemesting aan te passen aan de leveringstijd. Bieten die voor vroege levering bestemd zijn geeft men minder N dan die voor late levering. Voor een optimale kwaliteit moet de N aan het eind van de groeiperiode geheel door de oogst zijn opgebruikt. Evenals bij de houdbaarheid is overmaat N en K schadelijker voor de kwaliteit dan voor de opbrengst, waarschijnlijk omdat de kwaliteit nauw samenhangt met de afrijping, terwijl de opbrengst van een min of meer onrijp gewas toch nog wel hoog kan zijn. Evenals voor de houdbaarheid ligt het optimum voor de kwaliteit dan ook bij een lagere stikstof- en kali-bemesting dan voor de opbrengst. Overigens wordt behalve de groei en de opbrengst, ook de houdbaarheid in het algemeen verbeterd door een goede harmonische bemesting.

Aangezien bij de door de laboratoria voor grond en gewasonderzoek en door de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst gegeven bemestingsadviezen gestreefd wordt naar de optimaal rendabele bemesting, waarbij wordt getracht met zo weinig mogelijk meststof de hoogste opbrengsten te krijgen, zijn deze adviezen eveneens geschikt voor het verkrijgen van goed houdbare bieten.

Tenslotte zij opgemerkt, dat wij bij ons onderzoek de indruk hebben verkregen, dat op onze zandgronden inderdaad in vele gevallen door rationele bemesting de houdbaarheid kan worden verbeterd. Bekalking en magnesium-bemesting zullen vaak de aandacht verdienen evenals gebruik van laaggehaltige kalizouten en chilisalpeter. Hier tegenover staat, dat in de praktijk een overmatige bemesting met N en/of K geen zeldzaamheid is, zodat soms ook op de kosten van de bemesting kan worden bespaard.

4.5 Samenvatting

Door N-bemesting wordt de ademhalingsintensiteit tijdens de bewaring en daardoor ook het ademhalingsverlies aan droge stof vergroot.

Bemesten met K en/of Mg heeft een vermindering van de ademhalingsintensiteit tengevolge, terwijl door Na-bemesting (in de vorm van chilisalpeter) de ademhaling wordt versneld.

Achterwege laten van de N-bemesting heeft een aanzienlijke vermindering van de houdbaarheid tengevolge. Ook overmatige N-bemesting is echter schadelijk. Evenals voor de opbrengst aan droge stof van de bieten zal de optimale N-bemesting in verband met de houdbaarheid meestal met 120 à 160 kg N per ha bereikt zijn.

Evenals op de opbrengst aan droge stof van de bieten heeft K-bemesting in het algemeen een gunstig effect op de houdbaarheid. Door bemesten met 150 à 250 kg K_2O

per ha wordt de houdbaarheid meestal verbeterd. Het effect van K-bemesting op de houdbaarheid neemt – evenals het effect op de opbrengst – af naarmate het K-getal van de grond hoger is. Het effect is verder afbankelijk van het Mg-gehalte en de pH van de grond en van de Mg-bemesting. Het is het grootste bij laag K-getal en hoog Mg-gehalte van de grond en wanneer tevens met Mg is bemest. Afbankelijk van de vruchtbaarheid van de grond kan bemesten met meer dan 300 kg K_2O per ha nog gunstig zijn, doch vaak zal dit te veel zijn. De indruk is verkregen, dat overmatige K-bemesting eerder schadelijk is voor de houdbaarheid dan voor de opbrengst.

Op gronden waarvan het Na-gehalte niet hoger is dan 3 mg per 100 g grond, wordt in het algemeen zowel de houdbaarheid verbeterd als de opbrengst verhoogd door bemesten met Na. Bij hoger Na-gehalte van de grond kan bemesten met 200 kg Na_2O per ha of meer echter ongunstig zijn voor de houdbaarheid, hoewel de opbrengst dan vaak nog wordt verhoogd. Het Na-gehalte van onze zandgronden is meestal zo laag, dat door bemesten met chilisalpeter en/of laaggehaltige K-zouten een grotere opbrengst van beter houdbare bieten wordt verkregen.

Evenals de opbrengst wordt ook de houdbaarheid van de bieten verbeterd door met Mg te bemesten op gronden waar het Mg-gehalte lager is dan 0,0040%. Op gronden met hoger Mg-gehalte kan de opbrengst soms nog wel worden verhoogd door Mg-bemesting, doch de houdbaarheid kan dan achteruitgaan. Het effect van Mg-bemesting is in hoge mate afbankelijk van het K-getal van de grond en de K-bemesting. Bij een goede K-voorziening is Mg-bemesting meestal gunstiger dan wanneer weinig K aanwezig is. De houdbaarheid is gevoeliger voor de K-Mg verhouding dan de opbrengst.

De pH van de grond heeft een belangrijke invloed zowel op de houdbaarheid als op de opbrengst van de bieten. Hoewel zeer armelijk gegroeide bieten, die typische 'zuregrondverschijnselen' vertonen en geringe opbrengsten geven, zeer goed houdbaar kunnen zijn, is toch binnen het voor onze praktische landbouw geschikte pH-traject, de houdbaarheid evenals de opbrengst aanzienlijk beter naarmate de pH van de grond hoger is. Door bekalken van zure zandgronden wordt dan ook zowel de houdbaarheid als de opbrengst van de bieten verhoogd. De bekalking dient echter geleidelijker te geschieden, dan voor de opbrengst noodzakelijk wordt geacht.

Op gronden met B-gebrek komt soms in ernstige mate hartrot voor in de bieten. Door bemesten met 25 kg borax per ha kan deze ziekte volledig worden voorkomen en kan de opbrengst soms aanzienlijk worden verhoogd. De houdbaarheid van de bieten wordt door een dergelijke bemesting echter vrijwel niet verbeterd. Het is niet waarschijnlijk, dat hartrot als zodanig een ernstige bron van kuilrot is.

Hoewel door fosfaat-bemesting de opbrengst meestal wordt verhoogd, heeft deze bemesting slechts een geringe invloed op de houdbaarheid. Door een zware P-bemesting kan de houdbaarheid worden verminderd, doch een matige bemesting, met b.v. 50 kg P_2O_5 per ha kan wel gunstig werken.

Bieten kunnen zeer veel Cl verdragen. De houdbaarheid zal niet gauw door hoge

Cl-giften verminderd worden. Door SO_4-bemesting kan behalve de opbrengst aan droge stof en het droge-stofgehalte van de bieten ook de houdbaarheid verbeterd worden. Misschien moet de gunstige werking van bemesten met $MgSO_4$ ten dele aan het sulfaat worden toegeschreven.

Door bemesten met stalmest wordt behalve de opbrengst ook de houdbaarheid van de bieten in het algemeen gunstig beïnvloed.

Onder Nederlandse omstandigheden zal beregenen tijdens de groei van het gewas gedurende de zomermaanden, weinig invloed hebben op de houdbaarheid van de bieten, wanneer tenminste de bemesting aangepast is aan de door beregenen te verwachten hogere opbrengst.

De houdbaarheid van de bieten reageert duidelijker op een disharmonie in de voeding dan de opbrengst. Dit kan samenhangen met onttrekking van de transportabele essentiële elementen door de jonge actief groeiende cellen aan de oudere bestaande weefsels.

In het algemeen zal een voor de opbrengst rendabele bemesting – waarbij de hogere bemestingskosten nog ruim worden vergoed door de hogere droge-stofopbrengst van de bieten – ook gunstig zijn voor de houdbaarheid. Overmatige bemesting is eerder schadelijk voor de houdbaarheid dan voor de opbrengst.

SUMMARY

CHAPTER 1

Introduction

The beet is a biennial crop. The plant forms a thickened root and/or stem part in which food reserves are stored. As a result of low temperatures (especially at night) and the depletion of the N-supply from the soil the beet 'ripens' at the end of its first year. At this stage of growth the beet contains the major proportion of the assimilates and ceases to grow.

If during storage the beet is exposed to low temperatures (1–10°C) internal changes result in bolting and seed formation after storage.

During storage of living plant parts dissimilation occurs and respiration leads to a decrease of the nutritional value and liberates heat. The nutritional value for ruminants of the remaining dry matter in the beets, however, does not markedly diminish.

Temperature is the most important factor during storage. Below —3°C the beets will freeze, if temperature is too high respiratory losses will be very high and the beets will soon begin to rot. The humidity of the environment is also of great importance because beets desiccate easily and desiccation leads to reduced keeping qualities.

True pathogenous fungi and bacteria play a minor part in storage. Clamp rot mainly consists of infections by more or less secondary fungi.

In a successful clamp the losses in nutritional value with gradual feeding of the beet supply during the winterperiod may not exceed on the average 4 to 5% (fig. 3). Especially when there is much rot the losses will be much larger.

CHAPTER 2

Methods

The keeping qualities of beets have been investigated on a practical scale by storing large amounts of beets in clamps and cells with an open-air cooling system in the same way as it is done in practice. On a laboratory scale this was done by storing samples of 100 beets in different ways.

Beets have a very heterogeneous composition. Apart from breeding work (the testing of motherbeets) working with individual beets is not very attractive. It is always desirable to work with large amounts of beets and with many and large samples.

In clamp experiments on a practical scale care was taken that the beets in the clamps were of the same value. Losses by rot were determined by weighing or visual examination. Assessing the respiratory losses in dry matter – meaning the loss in dry matter resulting from normal life-processes of beets – was generally carried out by determining the average nett beet weight and the average dry-matter content before and after storage.

In narrow experimental clamps large numbers of storage samples of various origin were stored in the same way for a certain period. The found difference in the losses by rot were considered to be a standard for the keeping qualities.

Equivalent samples were stored in different ways with artificial cooling.

The rate of respiration of beets during storage was investigated by measuring the CO_2-production of beet samples stored in containers with a constant air current of known composition.

The calculated loss from rot is a rather rough estimate but represents a useful information for comparison.

The calculated respiratory losses in the dry material are approximations only of the true respiratory losses but may reflect the true respiratory losses fairly accurate in case of moderate rot.

Although special storage methods were applied in this investigation, the relations found can be considered as valid for storage in practice as well.

Chapter 3

Cultural and harvesting methods

Harvesting and cultural methods should concern the storage of well-ripened, healthy and undamaged beets in the clamp.

By early sowing the keeping qualities are favourably influenced (table 2), probably because it improves the ripening of beets. It is desirable to use a strain resistant against bolting, as bolters have poor keeping qualities. Any present bolters should be kept separately and should first be fed.

The keeping qualities are improved by later harvesting (fig. 10–13). This results from better ripening of the beets at later harvesting. Moreover these beets are harvested and clamped during cooler and often moister weather. Furthermore the storage period is also shortened by a later harvest. There is no need to fear freezing of the crop on the field. After severe night frost it is desirable, however, first to let the frost draw away from crop and soil before continuing harvest. In general the harvest should not be started before the 20th or the 25th of October, as the keeping qualities will greatly diminish at earlier harvest dates.

As a great number of plants per ha promotes the ripening process of beets, a dense crop will also favourably influence the keeping qualities of beets.

Deep topping generally increases the losses by rot considerably (table 6). In normal practical storage in which the beets are stored in such a way that they (may) sprout, respiratory losses in dry matter in deeply topped beets are larger than in lightly topped beets (tables 3 and 4). It is therefore of great importance to top the beets as light as possible. The best way is to twist off the foliage or to cut it just above the top of the beet, to prevent injury. Another method is to clamp the beets leaving the foliage on. In this case it is desirable, to choose a strain which loses most of its foliage in autumn and comes clean from the soil. Furthermore it is advisable to keep the clamp as cool as possible, especially at the beginning.

Respiratory losses in dry matter were markedly low in beets of which the foliage had been twisted off or in beets clamped with the foliage on. The large wound surface associated with deep topping mainly accounts for the poor keeping qualities. Moreover this surface is relatively rich in parenchymatic tissue which is less readily covered by gum-formation than vascular-bundle tissue. Besides, the fact that deep topping destroys for the greater part the ability to sprout will probably be of some importance as well, since it may interfere in the auxin balance of beets and result in a diminished resistance against rot.

Beet rot usually begins at damaged spots (tables 8 and 9). Damaging and wounding beets should be prevented because damaged beets rot sooner and have higher respiratory losses of dry matter.

Just as too dry storing of beets, desiccation on the field during harvesting is extremely detrimental to the keeping qualities (tables 10 and 11). Therefore harvesting should be made during wet, rainy weather and the beets should be heaped quickly to protect them from direct solar radiation and drying. If the beets have to stay on the field for some days, they should be kept in small heaps covered with foliage to reduce desiccation and to protect them from night frost as well.

CHAPTER 4

Soil and fertilization

Symbols

H = keeping quality = % healthy = kg healthy beet tissue per 100 kg beets after storage

O = dry matter yield of the beets in kg per are

$$k = \frac{\text{K-value of the soil}}{19.35} \; ; 0.3 < k < 1.8$$

$$m = \frac{\text{Mg-content of the soil}}{39.06} \; ; 0.3 < m < 1.8$$

$$p = \frac{\text{pH of the soil}}{4.52} \; ; 0.75 < p < 1.25$$

$$o = \frac{\text{dry matter yield beets in kg/are}}{101.5} \; ; 0.3 < o < 1.8$$

HM = improvement of keeping qualities by Mg-fertilization

OM = yield increase by Mg-fertilization

HK = improvement of keeping qualities by K-fertilization

OK = yield increase by K-fertilization

The relation between the factors dealt with in this chapter has mainly been studied on sandy soils.

The rate of respiration during storage and therefore also respiratory losses in dry matter are enhanced by nitrogen fertilization (equation 1–5; fig. 20).

Application of K and/or Mg resulted in a decrease of the rate of respiration, whereas Na-fertilization (in the form of chilean nitrate) accelerated respiration (equation [6] and [7]).

Omiting N-fertilization causes a considerable decrease in keeping qualities (tables 15 and 16). Excessive N-application is also harmful (tables 17 and 18 and equation [8]). Just as for the dry matter yield the optimum N-fertilization with regard to the keeping qualities is generally obtained at a rate of 120 to 160 kg N per ha.

K-fertilization usually improves the keeping qualities as well as the dry-matter yield (table 19). The keeping qualities are usually improved by fertilizing with 150 to 250 kg K_2O per ha. The effect of K-application on both the keeping qualities and the production decreases as the K-value of the soil increases (equation [11] and [12], table 20). Furthermore the effect is dependent on the Mg-content and the pH of the soil and the Mg-fertilization. The greatest effect is obtained at a low K-value and a high Mg-content in the soil when there has been an application of Mg as well. Depending on soil fertility fertilizing with over 300 kg K_2O per ha may still be favourable, but in many cases this will be too much. The results indicate that the keeping qualities are more sensitive to excessive K-fertilization than the yield.

On soils with Na-content lower than 3 mg per 100 g soil, both keeping qualities and yield are enhanced by Na-fertilization (table 24). If Na in the soil is higher an application of 200 kg Na_2O per ha or over has an unfavourable effect on the keeping qualities, though the yield often increases. The Na-content in the sandy soils in the Netherlands generally is so low that fertilizing with chilean nitrate and/or K-salts of low K-content will produce a higher yield of beets with better keeping qualities.

Production as well as keeping qualities of beets are improved by Mg-fertilization on

fields where the Mg-content is lower than 0.0040% (tables 25, 26, fig. 22). On soils with a higher Mg-content production may still be increased somewhat by Mg-application, but the keeping qualities may decrease. The effect of Mg-fertilization depends to a great extent on the K-value of the soil and the K-fertilization (equation [13] and [14]). With a good K-supply Mg-fertilization has a more favourable effect than with a low K-supply (table 27). Keeping qualities are more sensitive to the K/Mg-ratio than production (equation [13] and [14]).

The pH of the soil has a pronounced influence on the keeping qualities and on the production of beets (table 26). Although beets from very poor soils showing characteristic 'acid-soil phenomena' and giving low yields may have good keeping qualities (table 16), within the practical pH-range keeping qualities and production are considerably enhanced if the pH of the soil is higher (equation [9] and [10], fig. 25 and 28). By liming acid soils keeping qualities as well as production are improved. Liming, however, should be carried out more gradual for the improvement of the keeping qualities than is considered necessary for increasing the yield (table 29).

On soils with B-deficiency beets sometimes suffer severely from heart rot. A fertilization of 25 kg borax per ha prevents this disease and may sometimes increase the yield considerably. The keeping qualities, however, are hardly improved by such a treatment. It does not seem likely that heart rot as such could be a serious source of clamp rot (tables 33 and 34, fig. 23).

Phosphate fertilization generally increases the yield, but it hardly affects the keeping qualities. A heavy P-application may decrease the keeping qualities, but a moderate fertilization (e.g. 50 kg P_2O_5 per ha) may have some favourable effect (tables 37 and 38).

Beets tolerate very much Cl and the keeping qualities are not very sensitive to high Cl-applications (table 39). It is possible that apart from the dry matter yield and the dry matter percentage in the beets, the keeping qualities are also improved by SO_4-fertilization (table 40). Perhaps the favourable effect of fertilizing with $MgSO_4$ partly results from SO_4.

Usually farmyard-manure has a favourable effect on production as well as on the keeping qualities of beets (table 41).

Under Dutch circumstances overhead-irrigation during growth of the crop in the summer months has little influence on the keeping qualities of beets, at least if fertilization is properly adjusted to the higher yield obtained by overhead-irrigation.

The fact that the keeping qualities of beets are more distinctly depending on nutritional disharmonies than the yield may be related to translocation of essential elements from older to younger actively growing tissues leading to a more pronounced disharmony in the older tissues, which represent the main part of the stored beet.

On sandy soils in the Netherlands the keeping qualities as well as the yield can be improved by rational fertilization in many cases.

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. AMBERGER, A., Zur Rolle des Kaliums bei Atmungsvorgängen. *Biochem. Z. 323* (1953) 437–438.
4. AMBERGER, A., Kohlenhydratstoffwechsel und Atmung einiger Kulturpflanzen und ihre Auswirkung auf Qualität und Lagerfähigkeit. *Landw. Forsch.* Sonderheft *6* (1954) 134–138.
5. AMES, A., The temperature relations of some fungi causing storage rots. *Phytopathology 5* (1915) 11–19.
6. ARTSCHWAGER, E., Wound periderm formation in the potato as effected by temperature and humidity. *J. Agric. Res. 35* (1927) 995.
7. ARTSCHWAGER, E., AND R. C. STARRETT, Suberization and wound cork formation in the sugarbeet as effected by temperature and relative humidity. *J. Agric. Res. 47* (1953) 669–674.
8. BACHLER, F. R., Zuckerverluste, bedingt durch die Schnittfläche geköpfter Rüben. *Z. Wirtschaftsgr. Zuckerind. 90* (1940) 297–298.
9. BAIRD, B. L., AND D. D. MASON, Multivariable equations describing fertility. Corn yield response surfaces and their agronomic and economic interpretation. *Agron. J. 51* (1959) 152–156.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. BAKERMANS, W. A. P., Bewaarproeven met voederbieten met en zonder Conserbeta in 1954/1955. *Gestencilde Meded. Centr. Inst. Landb. Onderz.* jg. 1955, nr. *14*.
17. BAKERMANS, W. A. P., Bewaarproeven met voederbieten (serie 430), 1952/1953 t/m 1954/1955. 6 p. *Gestencilde Versl. Interpr. Pr. nr. 52* (1955).
18. BAKERMANS, W. A. P. EN J. C. MOOI, Toevoeging van Conserbeta of van grond tegen kuilrot bij voederbieten. *Landbouwvoorlichting 12* (1955) 493–499.
19. BAKERMANS, W. A. P. EN G. HAMMING, Onderzoek naar de factoren die rendabele bietenverbouw op onze zandgronden beperken (with summary: Investigations into the factors restricting paying beetgrowing on sandy soils. *Versl. Landbouwk. Onderz. 61.14* (1955) 39 p.
20. BAKERMANS, W. A. P. EN H. V. D. ZWEERDE, De bemesting van voederbieten op lichte zandgronden. '*De Buffer*' *4* (1958) 102–104.
21. BAKERMANS, W. A. P. EN J. C. MOOI, Bewaarproeven met voederbieten met en zonder Conserbeta 1955/1956. *Versl. Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen nr. 3* (1957) 1–12.
22. BAKERMANS, W. A. P., Onderzoek naar de factoren die rendabele bietenteelt op onze zandgronden beperken III (kalium-magnesiumproefvelden in 1951 en 1952). *Versl. Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen, nr. 6* (1957) 42 p.
23. BAKERMANS, W. A. P., Onderzoek naar de factoren die rendabele bietenverbouw op onze zandgronden beperken IV. 29 p. *Versl. Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen, nr. 7* (1957).

24. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten Ia. Enkele algemene beschouwingen. *Versl. Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen, nr. 24* (1962).
25. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten Ib. Methoden van onderzoek. *Versl. Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen, nr. 25* (1962).
26. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten II. Invloed van enkele bewaarfactoren op de bewaarbaarheid van voederbieten (with summary) (nog niet verschenen).
27. BAKERMANS. W. A. P., Bewaring van voederbieten III. Verband tussen de minerale samenstelling en de houdbaarheid van de bieten (with summary) (nog niet verschenen).
28. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten IV. Invloed van ziekten en beschadigingen (with summary) (nog niet verschenen).
29. BAKERMANS, W. A. P., Bewaring van voederbieten V. Bewaarmethoden in de praktijk (with summary) (nog niet verschenen).
30. BAKERMANS, W. A. P. EN TH. FERRARI, Resultaten van een serie bemestingsproefvelden met voederbieten (zal verschijnen in *Landbouwvoorlichting*).
31. BAKHUYZEN, H. L. VAN DE SANDE, Groei en produktie van suikerbieten I. *Versl. Landbouwk. Onderz. 55.2* (1950).
32. BANGA, O., Vernalisatie en devernalisatie van bieten (Krotenstudies III). *Meded. Dir. Tuinb. 11* (1948) 324–347.
33. 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. Beet Tech.*, Vol. 1 (1940) 52–63.
34. BEAR, F. E., Cation and anion relationships in plants and their bearing on crops quality. *Agron. J. 42* (1950) 176–178.
35. BECKER, J., Die Verteilung des Zuckers in den verschiedenen Formen der Runkelrübe. *Fortschr. Landw. 2* (1927) 143–147.
36. BEISS, U., Untersuchungen über den Wirtspflanzenbereich des Vergilbungsvirus der Beta-Rüben (Corium Betae). *Phytopath. Z. 27* (1956) 83–106.
37. Bewaren (het) van bieten en koolrapen in Denemarken. *De Landbode*, december 1948.
38. BIELITZER, A., Versuche über des Köpfen der Rüben. *Centralbl. Zuckerind. 46*, Sonderbeilage des Vereins Deutscher Zuckertechniker zu Nr. 15 und 16 (1938).
39. BIELITZER, A., Untersuchungen über die Veränderungen des Saftes an der Schnittfläche bei geköpften, im Boden steckenden Rüben. *Centralbl. Zuckerind. 47*, Sonderbeilage des Vereins Deutscher Zuckertechniker zu Nr. 15 (1939).
40. BIPPART, E., Zur Methode der Ernte und Aufbewahrung von Zuckerrübensamenstecklingen. *Bl. Zuckerrüb. 17* (1910) 298–300.
41. BLACKETT, R. D., Dry matter distribution in the fodderbeet-root. *Emp. J. exp. Agric. 23* (1955) 202–205.
42. BLATTMAN, W., Köpfungsgrad und Lagerungsverluste bei Futter- und Zuckerrüben. *Mitt. dtsch. LandwGes. 66* (1951) 716–717.
43. BORGHI, M., Loss of sugar from wounded beets. *Industr. Saccar. Ital. 42* (1949) 252–257; abstract in: *Sugar 45*, Nr. 5 (1950) 54.
44. BOSMAN, J. C., Proef met 4 plantafstanden bij 2 stikstofhoeveelheden (serie 401). *Versl. Interpr. Pr., nr. 2* (1947).
45. BOSMAN, J. C., Cultuurproeven met 4 plantafstanden en 3 N-hoeveelheden bij voeder- en suikerbieten in 1948 (serie 431). *Gestencilde Versl. Interpr. Pr., nr. 20* (1950).
46. BOSMAN, J. C., Cultuurproef met 4 plantafstanden en 3 N-hoeveelheden bij voeder- en suikerbieten in 1949 (serie 401). *Gestencilde Versl. Interpr. Pr., nr. 30* (1952).
47. BOSMAN, J. C., De opbrengst aan droge stof van een gewas voederbieten bij verschillende oogsttijden in het najaar. *Jaarboek Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen* 1958, 17–19 (Meded. 45 van het I.B.S.).
48. BOSMAN, J. C., Droge-stofgehalte en refractometerwaarde bij bieten. *Jaarboek Inst. Biol. Scheik. Onderz. van Landbouwgewassen* 1959, 11–15 (Meded. 71 van het I.B.S.).
49. BÖTTGER, S., Zucker- und Ausbeuteverluste bei aussergewöhnlich langer Kampagne. *Zucker 4* (1951) 339–341.
50. BOUILLENNE, R., P. G. KRONACHER ET J. DE ROUBAIX, Etappes morphologiques et chimiques

dans le cycle végétatif de la betterave sucrière. *Publ. Inst. Belge Amélior. Better. 8* (1940) 87–166.
51. BOYLE, P. J., Fodder beet, a review. *Mimeogr. Publ. Commonw. Bur. Past. and Field Cr., Nr. 1* (1952) 39–42.
52. BREDOW, VON, Behandlung und Kontrolle von Kartoffeln und Rüben in Miete und Keller. *Mitt. dtsch. LandwGes. 47* (1932) 937–938.
53. BREWBAKER, H. E., Breeding new varieties of sugarbeets. *Proc. Fifth Reg. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1949) 56–59.
54. BROWN, W., F. T. BROOKS AND F. C. BAWDEN, A discussion on the physiology of resistance to disease in plants. *Proc. Royal Soc. B*, Vol. 135 (1948) 171–195.
55. 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.
56. 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.
57. 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.
58. 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.
59. CARBONI, G., Die Verluste in den Mieten. *Z. Wirtschaftsgr. Zuckerind. 90* (1940) 134–135.
60. CASTLE, M. E., The effect of winter weather on the composition of fodder-beet left in the ground. *J. Sci. Fd. Agric. 6* (1955) 579–581.
61. CHROBOCZEK, E., A study of some ecological factors influencing seed-stalk development in beets (Beta vulgaris L.). *Mem. Cornell Agric. Exp. Sta. 154* (1934).
62. CLAASSEN, H., Die Zuckerfabrikation. Schallehn und Wollbrück, Magdeburg, 1930.
63. CLAASSEN, H., Das Köpfen der Zuckerrüben. *Centralbl. Zuckerind. 45* (1937) 734 en 1038.
64. CLAASSEN, H., Über das Köpfen der Rüben. *Centralbl. Zuckerind. 46* (1938) 766–768.
65. CLAASSEN, H., Zur Frage der Köpfung der Zuckerrüben. *Dtsch Zuckerind. 63* (1938) 794.
66. CLAASSEN, H., Das Verhalten der im Boden steckenden, geköpften Rüben. *Centralbl. Zuckerind. 47* (1939) 1013–1014.
67. CLAASSEN, H., Verminderung der Zuckerverluste bei der Lagerung von Rüben. *Dtsch. Zuckerind. 67* (1942) 388.
68. CLEVERINGA, O. J., Het rotten van voederbieten in kuilen. *Boeren- en Tuindersblad*, 25 febr. 1938.
69. COLIN, H. ET M. SIMONET, Sur la fermentation visqueuse de la betterave gelée. *Compt. Rend. de l'Acad. Sci. 188* (1929) 943–945.
70. 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.
71. DAVEY, V. MC. M., The method of sampling swede bulbs by cores. *J. Agric. Sci. 22* (1932) 767–782.
72. DECOUX, L., J. VANDERWAEREN ET M. SIMON, La méthode Pommritz de récolte des betteraves. *Publ. Inst. Belge Amélior. Better. 10* (1942) 385–402.
73. DECOUX, L., J. VANDERWAEREN ET M. SIMON, Le retardement du décolletage de la betterave sucrière. *Publ. Inst. Belge Amélior. Better. 10* (1942) 403–414.
74. DECOUX, L., La protection des racines de betterave contre le gel. *Publ. Inst. Belge Amélior. Better. 18* (1950) 229–254.
75. DENNY, F. E., Accumulation of carbon dioxide in potato tuber tissue under conditions for the continuous removal of the exhaled gas. *Contr. Boyce Thompson Inst. 14* (1945–1947) 315–321.
76. DENNY, F. E., Gas content of plant tissue and respiration measurements. *Contr. Boyce Thompson Inst. 14* (1945–1947) 257 e.v.
77. DILLEWIJN, C. VAN EN H. H. SMEENK, Verslag van de in de jaren 1939, 1940 en 1941 door de Rijkslandbouwconsulenten genomen veldproeven met voederbieten. *Meded. Landbouwvoorlichtingsdienst. nr. 36* (1944).
78. DOWNIE, A. R., Sugarbeet storage experiment, 1947. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech. 5* (1948) 660–664.
79. DOWNIE, A. R., c.s., 1949 results of ventilated storage of sugar beets. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech. 6* (1950) 640–641.
80. DOWNIE, A. R., c.s., Cooperative field testing of strains of sugar beets for resistance to several root rotting organisms. *Proc. 7th Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1952) 557–561.

81. Duuren, A. J. van, Biochemisch onderzoek van suikerbieten I. Het belang van papierchromatografische analysemethoden voor suikerbietenonderzoek. *Meded. Inst. Rat. Suikerprod. 22* (1952) 251–262.
82. Dijkshoorn, W., A note on the cation-anion relationships in perennial ryegrass. *Neth. J. Agric. Sci. 5* (1957) 81–85.
83. Dijkshoorn, W., Enkele algemene aspecten van de kationenopname door weidegras. *Kali 38* (1958) 295–302.
84. Everts, P. H. J., De proef met Conserbeta in Zeeuws-Vlaanderen I. *Zeeuws Landbouwblad 43* (1955) 389.
85. Everts, P. H. J., De proef met Conserbeta in Zeeuws-Vlaanderen II. *Zeeuws Landbouwblad 43* (1955) 403.
86. Fiddian, W. E. H., Fodder-beet: A general review. *Agriculture, Lond. 58* (1951) 258–263.
87. 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.
88. Fidler, J. C., Studies of physiologically-active volatile organic compounds, produced by fruits. II. The rate of production of CO_2 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.
89. 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.
90. Fort, 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.
91. Fort, C. A. and M. Stout, Comparative composition of different parts of the sugar beet root. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Techn. 5* (1948) 651–659.
92. Friedl, G., Ein Beitrag zur Frage der Veränderung der Zuckerrübe während der Aufbewahrung. *Oesterr.-Ungar. Z. Zuckerind. Landw. 41* (1912) 689–712. .
93. Gaastra, P., Bewaarproeven met pootbieten. *Versl. Centr. Inst. Landb. Onderz. over 1951* (1952) 116–118.
94. Gaastra, P., De bewaring van pootbieten in luchtgekoelde kuilen en in een koelcel. *Zaadbelangen 6* (1952) 116–117.
95. 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.
96. Gaskill, J. O., Storage loss by wilted beets. *Sugar 45* (1950) 50.
97. Gaskill, J. O., Drying after harvest increases storage decay of sugar beet roots. *Phytopathology 40* (1950) 483–486.
98. 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.
99. Gaskill, J. O., Possibilities for improving storage rot resistance of sugarbeets through breeding. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech. 6* (1950) 664–669.
100. 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.
101. Gaskill, J. O., Progress report on breeding for storage rot resistance in sugar beets. *Proc. 7th Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1952) 396–399.
102. 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. Techn.* (1952) 571–573.
103 Gaskill, J. O., A study of two methods of testing individual sugar beet roots for resistance to storage pathogens. *Proc. 7th Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1952) 575–580.
104. Groenewolt, J. K., Een bewaarproef met voederbieten. *Voederbouw en Ensilage, nr. 53* (1934).
105. Growth and differentiation in plants. Iowa State College Press, 1953 (zie o.a. p. 178–196).
106. Guérin, H., Traité de manipulation et d'analyse des gaz. Masson et Cie, 120 Boul. St. Germain, Paris VI, 1952.
107. Haan, H. de, Hoog- en laaggehaltige voederbietenrassen. Proeven omtrent voederwaarde en duurzaamheid. *De Nieuwe Veldbode 8, nr. 19* (1941) 9.
108. Hammer, W., Futterrübenlagerung im Bauernbetrieb. *Landtechnik 9* (1954) 472–475.

109. HARRIS, G. H., Some effects of micro-elements on growth and storage of carrots and turnips. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43* (1943) 219–224.
110. 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.
111. HASSELBRING, H., Carbohydrate transformation in carrots during storage. *Plant Physiol. 2* (1927) 225–243.
112. HEINISCH, O., Die wesentlichsten Grundsätze für die Anlage von Rüben-Stecklingsmieten. *Dtsch. Landw. 3* (1952) 508.
113. HEINZE, K., Die Schädlinge, Krankheiten und Schädigungen unserer Hackfrüchte. Berlin 1953.
114. HELWEGS, L., Overvintringsforsøg med Runkelroer. 17. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. *Tidsskr. Landbr. Planteavl 13* (1906) 339–370.
115. HELWEGS, L., Overvintringsforsøg med Runkelroer. Supplement til 17. Beretning fra Statens Forsøgsvorksomhed i Plantekultur. *Tidsskr. Landbr. Planteavl 14* (1907) 571–574.
116. HERRMANN, J. UND H. DONATH, Ueber einen Kleinlagerversuch zur Ermittlung der Lagerungsverluste bei Kartoffeln in Abhängigkeit von Sorte, Düngung und Lagerdauer. *Z. Landw. Vers. und Unters. 2* (1956) 497–506.
117. HERZFELD, Die Ursache der schlechten Haltbarkeit der Rüben in der Kampagne 1907–1908. *Bl. Zuckerrüb. 15* (1908) 130–132.
118. HEWITT, E. J., Experiments in mineral nutrition. *Ann. Rep. Long Ashton Res. Sta. 1* (1943) 33,2 (1944) 50,3 (1945) 44.
119. HILDEBRAND, A. A. AND L. W. KOCH, Rhizopus rootrot of sugar beet. *Canad. J. Res. 21* (1943) 235–248.
120. 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.
121. IMILSSON, B., The influence of various factors on the weight loss of potatoes during storage. *Kungl. Sk. och Lantbr. Tidskr. 96* (1957) 329–344.
122. IMMER, F. R., A study of sampling technic with sugar beets. *J. Agric. Res. 44* (1932) 633–647.
123. ISAACHSEN, H. VON UND O. ULVESLI, Opbevaringsforsøk med rotvekster (Experiments in the storing of root crops). *Meld. Norg. Landbr.-høisk. 10* (1930) 101–128.
124. ISAKSSON, A., A Botrytis form causing storage rot in sugar beets. *Proc. 3rd Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1942) 423–430.
125. JORRTISMA, J., Het optreden van verliezen bij het oogsten en bewaren van suikerbieten. *Meded. Inst. Rat. Suikerprod. 22* (1952) 1–44.
126. KARDOS, L. T. AND P. T. BLOOD, Retardation of sprouting of potatoes by carbondioxyde storage. *Amer. Pot. J. 24* (1947) 39.
127. KELLNER, D., Grundzüge der Fütterungslehre. Neunte völlig neubearbeitete Auflage von G. Fingerling. Paul Parey, Berlin, 1940.
128. 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.
129. KIDD, F. AND C. WEST, The internal atmosphere of apples in gas storage. Report of the Food Investigation Board (London) for the year 1934 (1935) 110.
130. KIDD, F. AND C. WEST, The refrigerated gas storage of apples. Food Investigation Leaflet 6 (1935) of the Dept. Sci. and Ind. Res. (London).
131. 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.
132. KNOTT, J. E., Further localisation of the response in plant tissue to relative length of day and night. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 23* (1926) 67–70.
133. KOHLS, H. L., Use of paraffin for overwinter storage of sugar beets. *J. Amer. Soc. Agron. 26* (1934) 846–851.
134. KØLPIN RAVN, F., Nogle nyere Undersøgelser over Sygdomme hos kartoffelplanten samt hos Kartofler og Rodfrugter under Opbevaringen (Enkele nieuwere onderzoekingen over ziekten bij aardappelplanten en bij aardappels en wortelgewassen bij bewaring). *Tidsskr. Landbr. Planteavl 15* (1908) 344–354.
135. KØLPIN RAVN, F., Roeforraadnelsen i Vinteren 1908–1909 (Het bietenrot in de winter 1908–1909). *Tidsskr. Landbr. Planteavl 17* (1910) 143–162.

136. KÖNEKAMP, A. UND W. BLATTMANN, Der Einfluss des Köpfungsgrades auf die Höhe der Lagerungsverluste bei Futter- und Zuckerrüben. *Schr. Reihe Forsch Anst. Landw. Braunschweig-Völkenrode.* Heft 5 (1952) 67–76.
137. KÖNIG, J., A. BÖMER UND A. SCHOLL, Veränderungen und Verluste der Futterrüben in der Miete. *Fühlings Landw. Z. 55* (1906) 185–194.
138. KRENKE, N. P., Wundkompensation, Transplantation und Chimären bei Pflanzen (uit het Russisch vertaald door N. Busch en O. Morirz). Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere, Band 29, Berlin, 1933.
139. KRUGER, W., Die Arten der Gattung Beta und die Stammform unserer gebauten Runkelrübe. *Dtsch. Zuckerind. 59*, Nr. 26 (1934).
140. KUDELKA, S. UND E. SCHOLTZ, Rübeneinmietungsversuche. *Z. Zuckerind. d. Cechosl. Rep. 8* (1926–27) 347–351 en 365–368.
141. LARMER, F. G., Keeping quality of sugar beets as influenced by growth and nutritional factors. *J. Agric. Res. 54* (1937) 185–198.
142. LEACH, L. D. AND A. E. DAVEY, Reducing southern xlerotium rot of sugar-beets with nitrogenous fertilizers. *J. Agric. Res. 64* (1942) 1–18.
143. LEHR, J. J., Chilisalpeter, een monografie over de oudste minerale meststof ter wereld, uitgegeven door het Inlichtingenbureau voor Chilisalpeter te Den Haag, 1947.
144. LEHR, J. J., Sodium as a plant nutrient, *J. Sci. Fd Agric. 4* (1953) 460–471.
145. LEHR, J. J., Is natrium voor de plant een essentieel element? Voordracht op 5 februari 1954 voor het Meststoffencolloquium van A. C. Schuffelen te Wageningen.
146. LENKEIT, W., Einführung in die Ernährungsphysiologie der Haustiere. Ferd. Enke Verlag, Stuttgart, 1953.
147. LILL, J. G., Measurement of the adequacy of the sampling of the sugar beet roots in some sugar beet variety evaluation tests. *Proc. 6th Reg. Meet.* (Eastern U.S. and Canada) *of the Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1951) 63–67.
148. LIPPMANN, E. O. VON, Die Geschichte der Rübe (Beta) als Kulturplflanze von den ältesten Zeiten bis zum Erscheinen von Achards Hauptwerk (1809), Berlin 1925.
149. LOOMIS, W. E. AND C. A. SHULL, Methods in plant physiology 1. McGraw-Hill Book Comp. Inc., New York & London, 1937.
150. LÜDECKE, H., Zuckerrübenbau. Ein Leitfaden für die Praxis. Parey, Hamburg & Berlin, 1953.
151. LÜDECKE, H. UND CHR. WINNER, Farbtafelatlas der Krankheiten und Schädigungen der Zuckerrübe. D.L.G.-Verlag, Frankfurt am Main 1959.
152. LUTMAN, B. F., Respiration of potato tubers after injury. *Bull. Torrey Bot. Club*, Vol. 53, No. 7 (1926) 429–455.
153. MARTIN, J. EN R. VAN GRAMBERGEN, Zetmeelwaarde en eiwitgehalte van wortelgewassen. *Meded. Landb. Hoogesch. Gent 17* (1952) 654–668.
154. MILES, W., On the cultivation of mangold-wurzel. *J. R. Agric. Soc. England 2* (1841) 298–300.
155. 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.
156. 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.
157. MOOI, J. C. EN W. A. P. BAKERMANS, De houdbaarheid van door stengelaaltjes aangetaste voederbieten tijdens de bewaring. *Versl. Instit. Biol. Scheik. Onderz. Landbouwgewassen, nr. 3* (1957) 13–29.
158. 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.
159. MUKALA, J., On the decay of stored carrots in Finland. *Acta Agric. Scandinavica*, supplementum 2 (1957).
160. MULDER, E. G., Effect of mineral nutrition of potato plants on respiration of the tubers. *Acta Botanica Neerlandica 4* (1955) 429–451.
161. MULDER, E. C., Stootblauw en ademhalingsintensiteit van aardappelen. *Stikstof, nr. 8* (1955) 235–245.
162. NELSON, R. T. AND R. R. WOOD, Respiration and spoilage studies employing a modification of a method developed by Stout and Ford. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech. 6* (1950) 660–663.

163. NELSON, R. T. AND R. K. OLDEMEYER, Preliminary studies applicable to selection for low respiration and resistance to storage rots of sugar beets. *Proc. 7th Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1952) 400–406.
164. NELSON, R. T., Progeny test of sugar beet roots selected for low respiration rate. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech. 8*, part 2 (1954) 134–136.
165. NIELEN, G. C. J. F., Multipele regressie. *Versl. Centr. Inst. Landb. Onderz.* over 1951 (1952) 162–164.
166. NIELEN, G. C. J. F., C. A. HOVEYN EN C. LUGT, Over het keuren van partijen op monster. *Versl. Centr. Inst. Landb. Onderz.* over 1952 (1953) 208–215.
167. NILSON, R. AND C. M. BJORKLUND, Storage trials with different strains of mangels and swedes. 9 p in *Kungl. Lantbr. Tidsskr. 91*, nr. 2–3 (1952).
168. NOVAK, J., The migration of sugar from the greens into the roots during the drying of the harvested beets. Abstract in *Chem. Abstr. 25* (1931) 6008.
169. OHL, Aus Runkelrübenblatt wird Zuckerrübenblatt. *Fortschr. Landwirt. 33* (1955) 294–295.
170. OLTHOFF, B. H. EN F. MULDER, Handleiding voor zaadteelt op landbouwbedrijven. 211 p. Staatsdrukkerij, Den Haag, 1953.
171. Opbevaringsforsøg med roer i kule og hus, 1941–1948. *Tidsskr. f. Planteavl 53* (1950) 711–715 (= Meddelelse 431 fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur).
172. OWEN, F. V., E. CARSNER AND M. STOUT, Photothermal induction of flowering in sugar beets. *J. Agric. Res. 61* (1940) 101–124.
173. PACK, D. A., Time for testing mother beets. *J. Agric. Res. 26* (1923) 125–150.
174. PACK, D. A., The storage of sugar beets. *Facts about Sugar 19* (1924) 178–180, 208–209, 232–233, 235, 251–253.
175. PACK, D. A., Time of year to plant mother beets for seed production. *J. Agric. Res. 30* (1925) 811–818.
176. PACK, D. A., The storage of mother beets. *Facts about Sugar 20* (1925) 874–875.
177. PACK, D. A., The effect of moisture on the loss of sugar from sugar beets in storage. *J. Agric. Res. 32* (1926) 1143–1152.
178. PACK, D. A., The seed production of sugar beets. *Facts about Sugar 25* (1930) 37–39, 48.
179. PRICE, C., M. FIFE, G. E. GILLESPIE AND W. C. FERGUSON, Sucrose loss and changes in nitrogen constituents in sugar beets under condition of delayed topping. *J. Amer. Soc. Agron. 33* (1941) 901–907.
180. PRICE, C. AND J. M. FIFE, Effect of delayed lifting after topping on certain chemical constituents of sugar beets. *Proc. 4th Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* (1946) 102–106.
181. RAMEAU, J. TH. L. B., Onderzoekingen in Nederland betreffende de betekenis van een natronbemesting voor bieten. *Mbl. Landbouwvoorl. 5* (1948) 73–77.
182. REESTMAN, A. J., Het vitamine-C-gehalte van consumptieaardappelen, in het bijzonder dat van zeer vroege rassen. *Versl. Centr. Inst. Landb. Onderz.* over 1949 (1950) 93–96.
183. RICHARDS, H. M., The respiration of wounded plants. *Ann. Bot. 10* (1896) 531–582.
184. RIETBERG, H., De vergelingsziekte der bieten II. Aanvullende opmerkingen bij het verslag over 1940–48. *Meded. Inst. Rat. Suikerprod. 21* (1951).
185. RINGEL, M., Ueber die Verluste bei der Lagerung von Rüben. *Dtsch. Zuckerind. 55* (1930) 621–624.
186. ROON, E. VAN, Het bewaren van pootbieten. *Landbouwvoorlichting 11* (1954) 77–78.
187. Rotten door hartrot aangetaste bieten in de kuil door? *Land- en Tuinbouwgids, nr. 6* (1937) 97–99.
188. ROUBAIX, J., ET O. LAZAR, Metabolisme respiratoire de la betterave sucrière de la gaine à la graine. *Publ. Tech. Inst. Belge Amélior. Better. 22* (1954) 3–14.
189. SAID, I. M., Cation selectivity and cation anion balance as factors governing the mineral composition of pasture herbage. *Versl. Landb. Onderz. 65*. 16 (1959).
190. SAMMET, K. UND W. LESCH, Zuckergehalt und Ertrag gepommritzer Rüben bei verschieden langem Verweilen im Boden. *Centralbl. Zuckerind. 47* (1939) 1065–1067.
191. 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.
192. SCHIPPERS, P. A., Enige factoren die van invloed zijn op de houdbaarheid van aardappelen. *Landbouwk. Tijdschr. 68* (1956).

193. SCHNEIDER, F., Das Verhalten der im Boden stehenden, geköpften Rüben. *Centralbl. Zuckerind. 47* (1939) 943–948.
194. SCHOOREL, A. F., Het bewaren van pootbietjes. *Versl. Centr. Inst. Landb. Onderz.* over 1950 (1951) 109–113.
195. SCHUFFELEN, A. C., J. HUDIG EN B. W. G. WITTEWAALL, Scheikundige verschillen in de bouwvoor in horizontale richting en op korte afstand. *Landbouwk. Tijdschr. 56 en 57* (1944 en 1945) 457–465.
196. SCHULZ, H., Der Frontlader erleichtert auch die Futterrübenernte. *Feld und Wald*, Heft 36 (1959).
197. SIMON, M., L'étude de la conservation de la betterave depuis l'arrachage jusqu'à la fabrication. *Publ. Inst. Belge Amélior. Better. 19* (1951) 21–55.
198. SJOLLEMA, B. EN C. K. VAN DAALEN, Varieteits- en conserveringsproeven met mangelwortels. *Versl. Landb. Onderz. 2* (1907) 31–51.
199. SLUISMANS, C. M. J. EN K. BOSKMA, Voorlopig rapport van een interprovinciale serie K-Mg-Na-proeven met voederbieten op zandgrond (serie 26–1958). *Gestencilde Versl. Interprov. Pr., nr. 71* (1959).
200. SMITH, R. J., Sugar losses in beets in storage. *Proc. 3rd. Gen. Meet. Amer. Soc. Sug. B. Tech.* II (1940) 286–289.
201. SMITH, W. H., Storage of carrots. *Agriculture 55* (1948) 119–124.
202. SPRENGER, A. M., Het leerboek der fruitteelt, deel II, p. 983 en 987. Tjeenk Willink, Zwolle.
203. SPIERINGS, F. H., G. P. HARRIS AND E. C. WASSINK, Applications of the diaferometer technique to studies on the gas exchange and the carbon dioxide content of potato tubers. *Meded. Landb. Hogesch. Wageningen 52* (1952) 93–104.
204. STEENSBERG, V. AND J. E. WINTHER, Om Aendringer i den kemiske Sammensaetning af Roer under Opbevaringen (Changes in the chemical composition of roots during storage), 105 p. Beretnung 231 (1948) fra Forsøgslaboratoriet.
205. STEENBERG, R. A. AND W. W. GARNER, Response of certain plants to length of day and temperature under controlled conditions. *J. Agric. Res. 52* (1936) 943–960.
206. STOUT, M. AND F. V. OWEN, Vernalisation of sugar beet seed. *Prod. Amer. Soc. Sug. B. Tech. 3* (1942) 386–394.
207. STOUT, M., Translocation of the reproductive stimulus in sugar beets. *Bot. Gaz. 107* (1945) 86–95.
208. STOUT, M., Relation of temperature to reproduction in sugar beets. *J. Agric. Res. 72* (1946) 49–68.
209. 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.
210. 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.
211. 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.
212. 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.
213. STOUT, M., Some factors that affect the respiration rate of sugar beets. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech. 8* part II (1954) 404–409.
214. STOUT, M., A method for determining respiration rate and sampling for chemical analysis of individual sugar beets. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech. 8*, part 2 (1954) 410–416.
215. STRACKE, W., Zur Frage der Feldüberwinterung von Rübensamen-Stecklingen (Spätsommer- oder Frühjahrsaussaat unter Deckfrüchten?). *Dtsch. Landw. Berlin 7* (1956) 426.
216. STROHMER, F., Ueber die Atmung der Zuckerrübenwurzel (Ein Beitrag zur Kenntnis der Ursachen des Zuckerverlustes der Zuckerrüben während ihrer Aufbewahrung). *Oesterr.-Ungar. Z. Zuckerind. Landw. 31* (1902) 933–1009.
217. STROHMER, F. UND A. STIFT, Ueber die Veränderungen der Zuckerrübenwurzel bei Aufbewahrung unter Luftabschluss. *Oesterr.-Ungar. Z. Zuckerind. Landw. 32* (1903) 913–928.
218. STROHMER, F. UND A. STIFT, Ueber den Einfluss des Gefrierens auf die Zusammensetzung der Zuckerrübenwurzel. *Oesterr.-Ungar. Z. Zuckerind. Landw. 33* (1904) 831–849.

219. STUIVENBERG, J. H. M. VAN EN A. POUWER, Enkele gedachten over voedingsevenwichten van vruchtbomen. *Meded. Dir. Tuinb. 15* (1952) 80–89.
220. Technologie des Zuckers. 802 p. Verlag Schaper, Hannover.
221. TERPSTRA, A., Het oogsten en bewaren van voederbieten. *De Nieuwe Veldbode 7*, nr. 3 (1939) 10–11.
222. TOLNER, J., Boriumgebrek. *De Nieuwe Veldbode 18* (1952) 800–801.
223. TOMPKINS, C. M. AND S. B. NUCKOLS, Development of storage diseases in sugar beets resulting from hook injury. *Phytopathology 18* (1928) 939–941.
224. TOMPKINS, C. M. AND S. B. NUCKOLS, The relation of type of topping to storage losses in sugar beets. *Phytopathology 20* (1930) 621–635.
225. 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.
226. TOOLE, F. H. *et al.*, The influence of temperature and duration of storage of roots on reproduction of table beet. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 44* (1944) 445–447.
227. TREADWELL, F. P., Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie, Band 2 (Quantitative Analyse), 11. Auflage. Leipzig und Wien, 1930.
228. TROJE, E., Rübenköpfung und Rübenerntemaschinen. *Dtsch. Zuckerind. 63* (1938) 747.
229. ULRICH, A., The influence of temperature and light-factors on the growth and development of sugar beets in controlled climatic environments. *Agron. J. 44* (1952) 66–73.
230. ULRICH, A., Growth and development of sugar beet plants at two nitrogen levels in a controlled temperature greenhouse. *Proc. Amer. Soc. Sug. B. Tech. 8*, part 2 (1954) 325–338.
231. ULRICH, A., Influence of night temperature and nitrogen on the growth, sucrose accumulation and leaf minerals of sugar beet plants. *Plant Physiol. 30* (1955) 250–257.
232. VAJNA-PAPP, M. UND S. VAJNA, Die Atmung der gerodeten Zuckerrübenwurzel während der Lagerung. *Acta Agron. Hung. 5*, nr. 1/2 (1955) 1–29.
233. VAJNA-PAPP, M. UND S. VAJNA, Atmung der gerodeten Zuckerrübenwurzel während der Lagerung. *Z. Zuckerind. 7* (1957) 377–380.
234. VAJNA, S., Einiges über die Lagerung von Zuckerrüben. *Z. Zuckerind. 7* (1957) 377–382.
235. VEN, D. J. VAN DER, De biet in geschiedenis en folklore 1, 2, 3, 4. *Voorlichtingsblad N.V. Centrale Suikermij. nr. 152* (3-11-1958), nr. *153* ((6-12-1958), nr. *156* (14-3-1959), nr. *157* (31-3-1959). 2249–2252, 2269–2272, 2332–2336, 2343–2348.
236. Verliezen bij op voorraad koppen? Rapport van de Commissie ter Bevordering der Suikerbietenteelt te Gron. over 1949. *Meded. Inst. Rat. Suikerprod. 19* (1949) 36–37.
237. Vernalization and phasic development of plants. 151 p. Imperial Bureau of Plant Genetics Bul. 17 (1935).
238. WACHHOLDER, K. UND K. HEHRING, Unterschiede im Vitamin-C-Gehalt von Futterrüben und Wruken und ihre Bedeutung für die Viehhaltung. *Bodenk. u. PflErnähr. 20* (1941) 82.
239. WAGNER, P. UND A. MÜNZINGER, Verluste an Trockensubstanz und Zucker bei der Aufbewahrung von Futterrüben. *Mitt. Dtsch. LandwGes. 21* (1906) 480–481.
240. WAGNER, P., Verluste von Trockensubstanz und Zucker bei der Aufbewahrung von Futterrüben. *Bl. Zuckerrüb. 14* (1907) 28–30.
241. WALLACE, T., The diagnosis of mineral deficiencies in plants (with supplement) H.M.S.O., London, 1951.
242. Waterige bieten rotten snel. *Voorlichtingsblad N.V. Centrale Suikermij 98* (1954) 1291–1294.
243. WECK, R., Gehaltmassstäbe und Gehaltsänderungen von Beta-Sorten bei zunehmender Lagerdauer, sowie Bemerkungen über Einmietung und Futterwert. *Zuckerrübenbau 15* (1933) 135–143.
244. WECK, R., Zur Sortenbewertung bei Runkelrüben. *Pflanzenbau 11* (1934–1935) 419–424.
245. Wegweiser für Kartoffeln und Rüben 388–399 (Lagerung von Zucker- und Futterrüben). Landwirtschaftlicher Verlag Th. Mann KG, Hildesheim, 1958.
246. WELLENSIEK, S. J. EN K. VERKERK, Vernalisatie en photoperiodiciteit van bieten. *Meded. Dir. Tuinb. 13* (1950) 341–357.
247. WELLENSIEK, S. J. AND K. VERKERK, Annual seed growing of beets. *Neth. J. Agric. Sci. 2* (1954) 98–104.
248. WELLENSIEK, S. J. AND F. A. HAKKAART, Vernalisation and age. *Proc. Kon. Ned. A kad. v. W tenschappen*, serie C, 58 (1955) 16–21.

249. WENNER, H. L. UND H. SCHULZ, Arbeitserleichterungen in der Futterrübenernte. *Landtechnik 13* (1958), Heft 13.
250. WENNER, H. L. UND H. SCHULZ, Futterrübenernte mit dem Frontlader. *Landtechnik 14* (1959), Heft 9.
251. WENT, F. W., The experimental control of plant growth (with special reference to the Earhart Plant Research Laboratory at the California Institute of Technology). Chronica Botanica Company, Waltham (Mass.), 1957 (zie p. 141 en 247).
252. WILLAMAN, J. J. AND W. R. BROWN, Carbondioxide dissolved in plant sap and its effect on respiration measurements. *Plant Physiol.* 5 (1930) 535–542.
253. WILLIGEN, A. H. DE, Resultaten van een serie kalium-natrium-proefvelden. *Versl. Landbouwk. Onderz. 47* (1941) 759.
254. WIMMER, G., H. LUDECKE UND K. SAMMET, Die Kennzeichnung der Zuckerrübensorten mit Hilfe von Gefässversuchen. *Z. Wirtschaftsgr. Zuckerind. 90* (1940) 437–461.
255. WIMMER, G., Die Möglichkeit einer besseren Verwertung der Zuckerrüben im Zusammenhange mit der Entwicklung ihrer Blätter. *Zuckerrübenbau 23* (1941) 91–98.
256. WIT, C. T. DE EN W. DIJKSHOORN, Competitive uptake by growing pasture plants. (Verschijnt in *Plant and Soil*).
257. ZWEERDE, H. VAN DER EN G. A. VAN DEN BRINK, De opbrengst van voederbieten op de droge zandgronden van de Veluwe in 1959. *Landbouwvoorlichting 17* (1960) 714–718.