INSTITUUT VOOR BIOLOGISCH EN SCHEIKUNDIG ONDERZOEK
VAN LANDBOUWGEWASSEN

Wageningen

Verslagen nr. 25 1962

BEWARING VAN VOEDERBIETEN Ib

Methoden van onderzoek

ir. W.A.P. Bakermans

INHOUD

1. Literatuur

1.1 Micromethoden

De houdbaarheid van bieten, in de zin van resistentie tegen rotting, kan worden bepaald door stukjes biet met sporen 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 aantast. Nelson en Oldemeyer (28) werkten bv. met stukjes biet die werden verkregen door uit de biet een overlangse sector, met een hoek of "dikte" van 20° te snijden en uit het midden van deze sector een stukje te nemen van b.v. 5 cm lengte. Het ondereinde van dit stukje werd geinoculeerd door er een druppel inoculum op aan te brengen. Het inoculum werd bereid uit een reincultuur van een stam van Phoma betae waarvan de pathogene aard bewezen was. De geïnoculeerde stukjes werden 4 weken bewaard bij 7,5°C of 11 dagen bij 12,5°C in nagenoeg met waterdamp verzadigde lucht. Na de bewaring werden de stukjes longitudinaal doorgesneden op de plaats waarop het inoculum was aangebracht. De diepte waarin het rot was doorgedrongen was dan het criterium waarop de houdbaarheid werd gebaseerd.

Volgens Nelson en Oldemeyer hebben de Russische onderzoekers Broyakovsky en Shevtchenko een dergelijk onderzoek gedaan. Ze werkten met een cultuur van Brotrytis cinerea. De stukjes biet werden gedurende 5 à 6 dagen bij 25°C bewaard. Gaskill (14) gebruikte als inoculum een papje, dat verkregen werd door rot en aangrenzend gezond weefsel van een biet fijn te hakselen en te mengen.

Volgens Nelson en Oldemeyer is de methode geschikt voor kwekerswerk, waarbij de houdbaarheid van individuele "moederbieten" moet worden onderzocht, terwijl van deze bieten ook nog zaad gewonnen moet worden. Volgens deze onderzoekers is voor toepassing op grote schaal echter nog nader onderzoek nodig, o.a. in verband met:

a. het meest geschikte inoculum; welke schimmel of groep van schimmels moeten worden gebruikt;
b. de beste incubatietijd; hoe lang moeten de stukjes worden bewaard;
c. de meest geschikte bewaartemperatuur.

Bij een oriënterend onderzoek bij bieten, afkomstig van onze bemestingsproefvelden, werd door Mooi (mondelinge mededeling) gewerkt met dwarse bietenschijven, van 3-4 cm dikte. Afhankelijk van de grootte van de schijven werden ze op 3 of 5 plaatsen met een Botrytiscultuur geïnoculeerd. In de schijf werden 10 mm diepe gaatjes geponst; in deze gaatjes werden ponsstukjes Botrytiscultuur gebracht. Daarna werden de ponsstukjes biet weer in de gaatjes op de entponsjes teruggebracht. Ten slotte werd het geheel, om uitdroging te voorkomen, met paraffine dichtgestreken. Het dichtmaken met paraffine bleek noodzakelijk te zijn, omdat bij dergelijke entproeven de vochtigheid

van doorslaggevende betekenis is; bij uitdroging treedt veel sneller rot op. Na een maand bewaren, bij 10°C in gesloten petrischalen, werd aan de bovenkant van de schijf een schijfje van 1 cm dikte afgesneden. Hierdoor ontstond, juist op de diepte waarop de entponsjes waren aangebracht een snijvlak. De uitbreiding van de rotaantasting in dit snijvlak werd geplanimetreerd en als maat voor de houdbaarheid beschouwd. Op deze wijze werd dus een maat gevonden voor de uitbreidingssnelheid van de schimmel in het levende, volledig turgescente bietenweefsel. Het was 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.

De volgens deze "schijvenmethode" bepaalde houdbaarheid bleek slechts een vrij geringe overeenkomst te vertonen met de op andere wijze bepaalde houdbaarheid. Voor een groot deel zal dit veroorzaakt zijn door het feit dat bij de "schijvenmethode" gewerkt werd met slechts 5 bieten per bemestingsobject. Voor het karakteriseren van de houdbaarheid van verschillende partijen bieten zullen steeds grote aantallen bieten, b.v. 50 stuks per partij, onderzocht moeten worden. Voor een onderzoek van grote aantallen bieten is de "schijvenmethode" echter veel te bewerkelijk. In principe is een dergelijke methode wel geschikt voor kwekerswerk, wanneer tenminste gewerkt wordt met zodanige bietenstukjes, dat de biet zelf nog geschikt is voor zaadproduktie (4, 15, 17, 27, 28). 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 (16) is gedaan met bietenschijven en door Tompkins en Pack (37) met gehele bieten.

Ook de houdbaarheid in de zin van de mate van optreden van ademhalingsverliezen aan droge stof, dus de bewaarkwaliteit, kan worden bepaald met behulp van micromethoden, waarbij dus met stukjes bietenweefsel wordt gewerkt. Dergelijke methoden zijn o.a. uitgewerkt door Nelson en Oldemeyer (28) en door Stout (36), Roubaix en Lazare (31). 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 bieten, te grote aantallen bieten onderzocht moeten worden.

Wij hebben daarom liever gewerkt met vrij grote partijen bieten, of vrij grote monsters daaruit, b.v. van 100 bieten. Eventuele mogelijkheden

voor kwekerswerk zijn niet in ons onderzoek opgenomen.

1.2 Macromethoden

Door vele onderzoekers (7, 11, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 34) 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 drogestofgehalte bepaald van de bieten voor en na de bewaring.

Daarnaast is door vele onderzoekers (8, 12, 13, 30, 32, 39) gewerkt met kleine partijen bieten, z.g. bewaarmonsters van 20 à 100 bieten, die op een bepaalde wijze worden bewaard. Deze beide methoden zijn ook door ons toegepast.

2. Kuilonderzoek op praktijkschaal

2.1 Onderzoek naar het verlies door rotting

Wanneer het gaat om een onderzoek naar het optreden van rot bij verschillende kuilmethoden, dan kan de uitvoering van de kuilaanleg eenvoudig zijn. Om de praktijkomstandigheden zoveel mogelijk te benaderen wordt in het algemeen gewerkt met kuilen van ongeveer 5 ton bieten. Het knelpunt bij het onderzoek is de moeilijkheid, dat de bieten in de te vergelijken kuilen volkomen gelijkwaardig moeten zijn, in deze zin, dat de bieten in iedere kuil een goede steekproef van hetzelfde universum zijn.

2.1.1 Kuilaanleg

Afhankelijk van de proefopzet is één van de onderstaande werkwijzen gevolgd.

1. Alle voor de kuilproef bestemde bieten worden na het rooien aan een grote hoop gereden op de plaats waar de te vergelijken kuilen zullen worden aangelegd. Wanneer we nu b.v. drie kuilmethoden met elkaar willen vergelijken, dan worden de bieten van de grote hoop b.v. met een kruiwagen zo gelijkmatig mogelijk over de drie kuilen verdeeld, door de 1e kruiwagen naar kuil 1, de 2e naar kuil 2, de 3e naar kuil 3, de 4e weer naar kuil 1 te rijden enz. Per kruiwagen wordt steeds eenzelfde aantal bieten genomen, b.v. 26. Telkens wanneer een kruiwagen aan de kuil gereden wordt, wordt een biet (de 26e) opzij gelegd. Het aantal opzij gelegde bieten wordt na afloop geteld, zodat ook het aantal ingekuilde bieten bekend is. Om een indruk te krijgen

van het percentage aanklevende grond bij de ingekuilde bieten wordt telkens de 10e kruiwagen per kuil niet aan de kuil gestort, doch op een hoopje apart. Dit hoopje bieten wordt "vuil" gewogen. Daarna worden de bieten schoon gepoetst of - gewassen en de schone bieten worden gewogen. Uit het verschil in gewicht met de "vuile" bieten wordt het % tarra berekend. Bovendien wordt uit het gewicht van het berekende aantal schoon gepoetste bieten het gemiddelde netto bietgewicht berekend. Aan de hand hiervan wordt een redelijke schatting van de gewichtshoeveelheid bieten per kuil verkregen - het totale aantal bieten per kuil is ook bekend - zodat de orde van grootte van de te onderzoeken kuilen bekend is. De schoon gepoetste bieten zijn min of meer beschadigd en worden daarom niet meer in de proefkuilen opgenomen. De hier beschreven methode voldoet uitstekend, doch het nadeel is, dat op deze wijze b.v. geen verschil gemaakt kan worden in rooitijd van de bieten in de verschillende kuilen.

2. Willen we b.v. de oogstmethode in de te vergelijken kuilen tot uitdrukking brengen, b.v. vergelijken van een kuil met vroeggerooide en een met laatgerooide bieten, dan wordt uitgegaan van het te velde staande gewas. Om nu te zorgen dat de bieten in iedere kuil gelijkwaardig zijn, wordt het perceel "volgens een proefveldschema" geoogst. Meestal is dit schema zeer eenvoudig en komen de bieten van enkele lengterijen van het perceel in één kuil terecht. Verder wordt op dezelfde wijze als bij methode 1 het totaal aantal ingekuilde bieten geteld en wordt geregeld een kruiwagen bieten apart gehouden voor de tarra-bepaling.

In het algemeen worden de kuilen op de grond aangelegd, vaak echter ook wel 25 cm in de grond om grond ter beschikking te krijgen voor het afdekken van de kuil. Breedte aan de voet - 2 m, hoogte vanaf de vloer van de kuil - 1,50 m, lengte naar behoefte. Gedurende de bewaarperiode worden de kuilen enkele malen op voorkomen van rot gecontroleerd en wordt geregeld de temperatuur opgenomen.

2.1.2 Uitkuilen

Bij het opruimen van de kuilen wordt het percentage rot bepaald. Afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid gebeurt dit volgens één van de onderstaande methoden.

1. Gewichtsbepaling

Bij het uitkuilen worden de bieten van een kuil voor de voetweg in manden gedaan, gezonde, aangetaste en rotte bieten door elkaar. Telkens 15 bieten in één mand. De eerste twee manden

worden verwijderd, de derde wordt op een aparte hoop gegooid en zo vervolgens. De bieten van de aparte hoop, die 1/3 van de totale hoeveelheid bieten in de kuil omvat, worden schoon gepoetst en gewogen, dus de gezonde, de aangetaste en de rotte bieten bij elkaar. Vervolgens worden de rotte bieten verwijderd en uit de aangetaste bieten wordt het aangetaste deel zo goed mogelijk uitgesneden. Daarna worden de overgebleven gezonde bieten plus de gezonde delen van de aangetaste bieten samen gewogen. Het verschil met het totale gewicht van de gezonde plus aangetaste plus rotte bieten is het gewicht van het rot en dit wordt uitgedrukt in procenten van het totale gewicht van de bemonsterde bieten. Dit is het % rot dat wordt opgevat als maat voor de houdbaarheid.

Bij grote kuilen wordt in plaats van 1/3 ook wel 1/4 of 1/5 van de totale hoeveelheid bieten in de kuil op deze wijze bewerkt. Uit beschouwingen van Nielen c.s. (29) kan worden afgeleid dat een dergelijke vereenvoudiging, waarbij dan toch nog met minstens 1000 bieten wordt gewerkt, wel toelaatbaar is.

2. Schattingsmethode

Aangezien het uitsnijden van het rot uit aangetaste bieten zeer bewerkelijk is, wordt het % rot in vele gevallen door schatting bepaald. Bij het uitkuilen worden de bieten gesorteerd in gezonde, aangetaste, en rotte bieten, die op drie aparte hoopjes worden gegooid en geteld. De rotaantasting van de aangetaste bieten wordt nu per biet geschat in een cijfer tussen 0 en 10 - 0 is totaal rot, 10 is geheel gezond - en deze cijfers worden alle opgeteld. Door deze bieten met een hakmes een keer door te hakken kan de rotaantasting per biet in het algemeen behoorlijk worden vastgesteld.

Het "% gezond" (= 100 -% rot) wordt nu berekend als volgt:

Stel dat er 5000 bieten zijn ingekuild. Hiervan zijn er nog 3000 gezond. Gezonde bieten krijgen een "gezondheidscijfer" 10, in totaal dus 30.000. 500 bieten zijn totaal gerot, deze krijgen een "gezondheidscijfer" 0, in totaal dus 0. Verder zijn er 1500 aangetaste bieten, waarvan de som van de schattingscijfers voor "rot" (eigenlijk voor "gezondheid") 9000 is. Het totale "gezondheidscijfer" bij uitkuilen is dan 30.000 + 0 + 9000 = 39.000. Wanneer alle 5000 bieten gezond gebleven waren, dan zou het "gezondheidscijfer" 50.000 geweest zijn. Het % gezond is dus $\frac{39.000}{50.000} \times 100 = 78\%$.

In het algemeen is er weinig verband tussen de grootte van de biet en de rotaantasting bij een bepaalde partij bieten. Het zijn dus in het algemeen niet in hoofdzaak de grote of de kleine bieten die het eerste rotten.

Door methode 1 en 2 bij dezelfde kuilen toe te passen is dan ook gebleken dat de volgens deze schattingsmethode verkregen resultaten goed overeenstemmen met die verkregen uit de veel meer bewerkelijke gewichtsmethode. Bij eenvoudige proeven is de schattingsmethode daarom veel toegepast, waarbij vaak op overeenkomstige wijze als bij methode 1 slechts 1/3 van de totale kuil op de beschreven wijze werd geschat.

3. Tellen van het aantal rotte en aangetaste bieten

In sommige gevallen zijn de proeven door derden uitgevoerd en was er zeer weinig tijd voor nauwkeurig onderzoek. In die gevallen werd een beeld van de gezondheidstoestand van de bieten verkregen, door bij het opruimen van de kuilen het aantal gezonde, licht aangetaste, zwaar aangetaste en totaal rotte bieten te tellen en deze aantallen in procenten van het totaal aantal ingekuilde bieten uit te drukken. Licht aangetaste bieten zijn die welke in de praktijk nog opgevoerd zouden worden, terwijl zwaar aangetaste evenals rotte weggeworpen zouden worden. Het spreekt vanzelf, dat bij de beoordeling van "licht aangetaste" en "zwaar aangetast" bij alle te vergelijken kuilen steeds eenzelfde maatstaf aangehouden dient te worden. Dit schatten dient dan ook per proef door dezelfde persoon of groep van personen voor iedere kuil te geschieden.

2.2 Onderzoek naar rotverlies en ademhalingsverlies aan droge stof en suiker

Wanneer de verliezen aan droge stof en suiker bepaald moeten worden, is de uitvoering van de proef ingewikkelder. Op de eerste plaats moet voldaan zijn aan de eis, dat de bieten in de te vergelijken kuilen gelijkwaardig zijn. Bij het opbouwen van de kuilen wordt daarom een werkwijze toegepast als beschreven onder 2.1.1.

Bij het inkuilen moeten we weten het netto versgewicht en het droge-stof- en suikergehalte van de bieten, waaruit de hoeveelheid ingekuilde droge stof en suiker wordt berekend.

Bij het uitkuilen moeten we het netto versgewicht van de uitgekuilde massa (gezond plus aangetaste plus rotte bieten), het droge-stof- en suikergehalte van de overgebleven gezonde bieten en het percentage rot kennen.

Bepalen van het netto versgewicht van de bieten is o.a. nodig omdat bieten tijdens de bewaarperiode meestal veel van hun aanhangende grond verliezen. Deze droogt nl. meestal op en zakt naar de bodem van de kuil. Zouden we het bruto gewicht bepalen, dan wordt na de bewaarperiode een deel van de oorspronkelijke aanhangende grond niet teruggewogen en dus

als bewaarverlies beschouwd, wat kennelijk niet de bedoeling is. Van de volgende drie werkwijzen is de tweede meestal toegepast.

2.2.1 Methode van totaal-weging

Het bruto gewicht van de in te kuilen bieten wordt bepaald - b.v. op een weegbrug - en de hoeveelheid aanklevende grond - het % tarra - wordt bepaald aan de hand van een aantal tarramonsters. Het wegen op de weegbrug is zeer nauwkeurig. De bepaling van het % tarra kan echter vrij aanzienlijke fouten meebrengen, zodat een nauwkeurige en vaak herhaalde bepaling noodzakelijk is. Er wordt voor gezorgd het % tarra te bepalen van bieten zoals ze op de wagen komen. De grond die dan op de wagen achterblijft kan verwijderd worden, omdat bij het uitkuilen ook weer het % tarra wordt bepaald en we dus weten hoeveel netto bietgewicht in en uit de kuil is gekomen.

Bij het laden van de wagen wordt geregeld een partijtje van 50 bieten in manden gegooid in plaats van op de wagen. Deze bieten worden "vuil" gewogen, schoongemaakt en weer gewogen. Uit het gewichtsverschil wordt het % tarra berekend. Uit een partij van 5 ton bieten worden 10 tarramonsters van 50 bieten genomen. Uit deze 10 monsters van 50 schoon gepoetste bieten worden 5-10 monsters van 25 bieten getrokken voor chemisch onderzoek. De rest van de schoon gepoetste bieten wordt niet in de kuil opgenomen.

Bij het opruimen van de kuil worden zo mogelijk alle bieten schoon gepoetst, op een wagen geladen en gewogen. Is dit te bewerkelijk, dan worden bij het laden van de wagen 1000 à 1500 bieten - b.v. 1/4 van de totale kuil - apart gehouden door b.v. telkens de 4e mand opzij te gooien. Van deze bieten wordt het % tarra bepaald door wegen van de "vuile" en de "schone" bieten. Daarna wordt uit deze tarramonsters het % rot bepaald volgens de "gewichtsmethode". Ten slotte worden uit de overgebleven gezonde bieten uit de tarramonsters, 5-10 monsters van 25 bieten getrokken voor chemisch onderzoek. Hiervoor worden alleen gezonde bieten genomen, omdat bieten waarvan het rot is afgesneden tijdens het vervoer teveel zouden uitdrogen, beschimmelen enz.

2.2.2 Bepalen van het gemiddelde netto bietgewicht

We willen een kuil aanleggen van b.v. 5 ton bieten. Bij het inkuilen wordt het gemiddeld bietgewicht bepaald aan de hand van 20 monsters van 50 bieten, die nauwkeurig schoon gepoetst en gewogen worden. Deze monsters worden zo mogelijk genomen in het gewas te velde, door uit de rijen gerooide bieten op regelmatige afstanden een groepje van 50 bieten apart te houden. Liggen de gerooide bieten op een hoop, dan wordt tijdens het opbouwen van de kuil geregeld een

monster van 50 bieten apart gehouden. Tellen van het totaal aantal bieten in de kuil is gewenst om te weten hoe groot ("zwaar") de kuil is, doch het is niet noodzakelijk.

Uit het gewicht van de 20 monsters van 50 schoon gepoetste bieten wordt het gemiddeld netto bietgewicht bij inkuilen "b_1" berekend. Verder worden uit deze schoon gepoetste bieten de monsters voor chemisch onderzoek getrokken. De rest van de schoon gemaakte bieten mag niet in de kuil gebracht worden, omdat ze min of meer beschadigd zijn en eerder gaan rotten dan de niet schoon gepoetste bieten.

Bij het opruimen van de kuil wordt het gemiddeld netto bietgewicht weer bepaald aan de hand van 20 monsters van 50 bieten die successievelijk apart gehouden en schoon gemaakt worden. In deze monsters moeten in dezelfde mate rotte, aangetaste en gezonde bieten voorkomen als in de kuil. Uit het gewicht van de schoon gepoetste gezonde plus aangetaste plus rotte bieten wordt het gemiddeld netto bietgewicht "b_{gr}" (gezond plus rot) berekend. Na afsnijden en verwijderen van het rot wordt de overgebleven gezonde bietenmassa gewogen en het gewicht van dit gezonde deel wordt door hetzelfde aantal gedeeld als er oorspronkelijk bieten in het "gezond plus rot" aanwezig waren. De geheel rotte bieten die weggeworpen zijn worden dus meegeteld. Hieruit volgt het gemiddeld netto bietgewicht "b_g" (gezond). Nu is $b_{gr} - b_g = b_r$ (rot) en b_r in % van b_{gr} = % rot.

Deze werkwijze is eenvoudiger dan de vorige. Bij proeven op afgelegen plaatsen is een voordeel dat geen weegbrug nodig is. Bij vergelijking van de beide methoden bij een serie proefvelden in 1949/50 bleek, dat de standaardafwijking van de bepaling van het verlies aan droge stof bij de methode van de bepaling van het gemiddeld bietgewicht, nauwelijks hoger was dan bij de methode van de totaal-weging. Wanneer de bieten veel tarra bevatten, b.v. 30% zoals bij bieten die als proefobject met veel aanhangende grond worden ingekuild, dan is de methode van het gemiddeld bietgewicht zelfs nauwkeuriger. Bij de meeste proeven op praktijkschaal (1, 2) is daarom volgens deze methode gewerkt.

Wanneer nauwkeurig volgens een van beide methoden wordt gewerkt, kan de standaardafwijking van de bepaling van het ademhalingsverlies aan droge stof in een enkele kuil gesteld worden op 5 kg per 100 kg. ingekuilde droge stof. Gemiddeld bedraagt het ademhalingsverlies bij bewaring in een kuil tot 1 april ongeveer 12 kg per 100 kg ingekuilde droge stof. In verband met de standaardafwijking van de bepaling is dit verlies dus nauwelijks aantoonbaar. In feite gebeurt het dan ook wel dat er in de plaats van een droge-stofverlies een droge-

stofwinst wordt gevonden (1, 2) hetgeen uitsluitend uit proeffouten verklaard kan worden. In het algemeen is het voor het verkrijgen van redelijk betrouwbare gegevens noodzakelijk te werken met een flinke serie proefkuilen.

2.2.3 Bewaring van monsters in de kuil

Ter bepaling van de droge-stofverliezen wordt door verschillende buitenlandse onderzoekers gewerkt met monsters bieten die op verschillende plaatsen in de kuil worden aangebracht. Een enkele maal is deze methode ook door ons toegepast.

Vergeleken worden b.v. 5 kuilen van 5 ton. In iedere kuil worden nu 10 monsters van 100 bieten aangebracht, op verschillende plaatsen, regelmatig door de kuil verspreid, waaraan alle bepalingen worden verricht, terwijl de rest van de hoop als vulmateriaal fungeert. De monsters van 100 bieten worden b.v. in gaasrollen van kippengaas verpakt. De monsters in de gaasrollen moeten goede monsters zijn, volkomen gelijkwaardig aan elkaar en aan de monsters in de andere te vergelijken kuilen.

De bieten worden bij het inkuilen voorzichtig schoon gepoetst en gewogen. Hiermee is het netto verse gewicht van de bieten bekend. Het droge-stofgehalte bij het inkuilen wordt per monster bepaald aan een monster van 25 bieten voor chemisch onderzoek. Dit is mogelijk door oorspronkelijk monsters van 125 bieten te maken, waarvan er 100 in de gaasrol komen en 25 voor chemisch onderzoek bestemd worden.

Aan het eind van de bewaarperiode worden de "bewaarmonsters" van 100 schoon gepoetste bieten weer gewogen. Daarna wordt het % rot bepaald volgens de "gewichtsmethode". Vervolgens wordt uit de overgebleven gezonde bieten een monster voor chemisch onderzoek getrokken, door de bieten op een rijtje te leggen en er b.v. om de derde biet een biet voor het "chemisch monster" uit te nemen.

Voor de berekening van de verliezen in de gehele kuil wordt het gemiddelde van alle monsters in de kuil genomen. Het bleek dat de bewaarverliezen sterk uiteenlopen op verschillende plaatsen in de kuil. Het is daarom noodzakelijk dat de "bewaarmonsters" regelmatig door de gehele kuil zijn verdeeld en tevens dat ze in alle te vergelijken kuilen op dezelfde manier verdeeld zitten.

Het is noodzakelijk, dat de voor alle te vergelijken kuilen gekozen "bewaarmonsters" precies gelijk zijn. We nemen deze monsters daarom allemaal van eenzelfde kleine partij, b.v. een bepaalde vracht. Stel dat we 5 kuilen willen vergelijken. We hebben dan b.v. 5 x 10 = 50 gelijkwaardige bewaarmonsters nodig van 100 bieten. We leggen de gekozen vracht "monstersbieten" uit in 50 rijen van 125 bieten van

groot naar klein. Eerst halen we uit iedere rij een monster van 25 bieten voor chemisch onderzoek, door om de 5 bieten er een voor het chemisch monster uit te halen, te beginnen bij de derde biet. Daarna nemen we uit de rijen - waarin 100 bieten overgebleven zijn - de monsters voor de gaasrollen als volgt:

Uit rij 1: biet 1 in monster 1, biet 2 in monster 2 enz., biet 51 in monster 1, biet 52 in monster 2 enz., biet 100 in monster 50.

Uit rij 2: biet 1 in monster 50, biet 2 in monster 1, biet 3 in monster 2 enz., biet 51 in monster 50, biet 52 in monster 1, biet 53 in monster 2 enz., biet 100 in monster 49.

Uit rij 3: biet 1 in monster 49, biet 2 in monster 50, biet 3 in monster 1, biet 4 in monster 2 enz., biet 51 in monster 49, biet 52 in monster 50, biet 53 in monster 1, biet 54 in monster 2 enz., biet 100 in monster 48 enz.

Op deze wijze bereiken we, dat in alle monsters uit elke rij twee bieten zitten en dat in ieder monster een keer de grootste, een keer de op een na grootste enz. zit.

Het voordeel van werken met monsters in bietenkuilen is dat het nauwkeurig kan zijn en vrij eenvoudig is. Het grote nadeel is, dat de bieten in de gaasrollen een geheel afwijkende behandeling ondergaan. Ze worden (voorzichtig) schoon gepoetst en gaan bij het monster nemen vaak door de hand, waardoor ze beschadigd en gekneusd worden. De bieten kunnen niet met aanklevende grond ingekuild worden aangezien dan een tarrabepaling nodig is die de nauwkeurigheid aanzienlijk vermindert. Het gevolg is, dat de rotting en de ademhaling in de bewaarmonsters in de gaasrollen groter is dan bij bieten met normale behandeling.

Bovendien wordt het resultaat sterk bepaald door de plaats van de monsters in de kuil. Bij plaatsing boven in de kuil en aan de zuidzijde vinden we aanzienlijk meer rotting dan onder in de kuil en aan de noordzijde. De verkregen resultaten zijn daarom minder goed over te brengen op normale praktijkgevallen.

3. Onderzoek in smalle proefkuilen

Wanneer we de invloed van de milieuomstandigheden waarin de bieten zijn gegroeid, willen onderzoeken, dan zijn we praktisch aangewezen op bieten afkomstig van proefvelden. Immers de te vergelijken bieten moeten zoveel mogelijk gelijkwaardig zijn; ze mogen alleen verschillen in de te onderzoeken factor, b.v. N-bemesting of zaaitijd. Bieten afkomstig van verschillende prak-

tijkpercelen zijn meestal niet geschikt, aangezien we dan talloze onbekende factoren (ras, perceelsinvloeden enz.) binnenhalen. 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.

Door De Jong (22) werd de houdbaarheid van verschillende partijen aardappelen bepaald door monsters aardappelen te bewaren in kunstmatig gekoelde cellen bij 2oC. Naast de waarde als pootgoed van de bewaarde aardappelen was daarbij het optreden van rot een maat voor de houdbaarheid.

Een dergelijke bewaring in koelcellen is ook door ons toegepast. In het algemeen was er echter veel te weinig ruimte in koelcellen beschikbaar om dit op grote schaal te kunnen doen. We hebben daarom andere methoden gezocht en er b.v. aan gedacht om de monsters van de te onderzoeken objecten in een grote praktijkkuil onder te brengen, waardoor een "normale praktijkbewaring" verzekerd zou zijn. Deze methode heeft echter het nadeel, dat de verschillende monsters dan op uiteenlopende plekken in de kuil aangebracht zouden worden, wat een behoorlijke vergelijkbaarheid der monsters uitsluit. Het "rottingsgevaar" op verschillende plaatsen in een kuil loopt zoals eerder gezegd sterk uiteen, terwijl ook min of meer overeenkomstige plaatsen, als gevolg van variaties in de omringende bieten, slechts zelden goed vergelijkbaar zijn.

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 vrij sterk 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 echter 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 steeds goed met elkaar in overeenstemming. Bij ons onderzoek was eveneens enkele malen een dergelijke controle mogelijk. Daarbij werd eveneens een behoorlijke overeenstemming gevonden.

3.1 Bewaarmonsters

Gewerkt werd met monsters van 100 bieten, die een goed gemiddelde vertegenwoordigen van het betrokken veldje van het proefveld. Evenals bij monsters voor chemisch onderzoek werden deze bewaarmonsters getrokken door uitleggen van groot naar klein van alle bieten van het veldje. Afhankelijk van het aantal bieten per veldje (250 à 300) werd dan b.v. iedere derde biet genomen voor het bewaarmonster.

Sommige buitenlandse onderzoekers (35) 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 toepassen, omdat we er dan nooit zeker van zijn dat het monster ook het veldje goed vertegenwoordigt.

Wanneer we b.v. de houdbaarheid vergelijken van bieten die bemest zijn met 100 kg K_2O per ha of met 300 kg K_2O per ha en we gaan nu een keuze maken uit de bieten van die veldjes, dan is het de vraag of het K-effect in die gekozen bieten op een overeenkomstige manier tot uiting is gekomen als in het geheel van alle bieten van het veldje. Daar komt nog bij, dat het de vraag is in hoeverre door een dergelijke keuze de homogeniteit van het bewaarmonster wordt vergroot. Wij hebben er daarom altijd naar gestreefd te werken met bewaarmonsters die een zo volledig mogelijke vertegenwoordiging voorstellen van de te bemonsteren partij.

3.2 Inkuilen

Bij het inkuilen worden de monsters van ieder object op volgorde achter elkaar in een kuil gelegd van de volgende afmetingen (dek niet meegerekend), breedte 40 cm, diepte in de grond 20 cm, hoogte vanaf de bodem 40 cm (dus nog 20 cm boven het maaiveld). De kuil wordt afgedekt met een laag stro en verder grond, afhankelijk van het weer.

Om de partijtjes uit elkaar te kunnen houden worden de bieten zo gestapeld, dat aan de twee einden van ieder partijtje de bieten met de koppen naar buiten en met de wortels naar binnen gericht zijn. Op de scheiding van twee monsters zitten de bieten dus met de koppen tegen elkaar. Binnen het partijtje liggen de bieten min of meer willekeurig door elkaar.

3.3 Uitkuilen

Meestal is d.m.v. 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 % rot zo groot mogelijk zijn. Zeer vroeg opruimen, b.v. wanneer ook in de slechtst houdbare monsters nog geen rot is opgetreden, heeft geen zin, omdat dan geen verschillen in houdbaarheid worden gevonden. Om dezelfde reden is ook te laat opruimen, d.w.z. wanneer alle monsters reeds vrijwel volledig zijn gerot, zinloos. Als maat voor de houdbaarheid worden de verschillen in % rot gebruikt zoals die gevonden worden bij de te onderzoeken monsters die

allemaal eenzelfde tijd op dezelfde wijze zijn bewaard.

Bij het opruimen werd het % rot soms bepaald volgens de "gewichtsmethode", doch meestal volgens de "schattingsmethode".

Op dezelfde wijze als de gezondheidstoestand van het monster door schatting werd bepaald, werd in vele gevallen ook een schattingscijfer voor spruiting en wortelvorming bepaald. Voor spruiting en voor wortelvorming kreeg iedere biet een cijfer van 0 tot 10 en het totaal gemiddelde cijfer van alle bieten van een monster was het schattingscijfer voor spruiting of wortelvorming van dat monster.

Het bepalen van de ademhalingsverliezen aan droge stof van de monsters bieten in een smalle proefkuil levert weinig moeilijkheden. De bieten kunnen bij het in- en uitkuilen allemaal worden schoon gepoetst en gewogen. Het % rot wordt door weging vastgesteld. Voor chemisch onderzoek wordt een monster van 25 bieten uit het "bewaarmonster" genomen voor en na de bewaring. Bij dergelijke kleine partijtjes bieten levert dit geen moeilijkheden op.

4. 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 - meestal van 100 bieten - die een goed monster vertegenwoordigen van de te onderzoeken partij bieten. Op grond van elders (3) vermelde beschouwingen is aangenomen, dat door een goed monster van 100 bieten een bepaalde partij voldoende wordt gekarakteriseerd en dat ook de gevonden reactie van het bewaarmonster op bepaalde bewaarfactoren voldoende vrij is van eventueel door enkele individuele bieten veroorzaakte toevalseffecten, zodat we met enkele herhalingen konden volstaan. Vaak waren dit dan nog z.g. "verborgen" herhalingen, b.v. bieten van een latere oogsttijd.

4.1 Samenstellen van de bewaarmonsters

Wanneer we b.v. monsters bieten wilden bewaren bij drie verschillende temperaturen, twee verschillende doorluchtingen en twee vochtigheidstrappen, in totaal dus 3 x 2 x 2 = 12 objecten, dan werden uit een bepaalde partij bieten 12 - bij een proef met twee herhalingen 24 - volkomen gelijkwaardige monsters van 100 bieten getrokken. Dit gebeurde volgens verschillende schema's, die in principe overeenkomen met de sub 2.2.3 beschreven werkwijze voor het maken van gelijkwaardige monsters in bietenkuilen.

In verschillende gevallen bestonden de bewaarmonsters uit mengmonsters van verschillende proefvelden. We hadden b.v. vier proefvelden met verschillende bemestingsobjecten in 2 herhalingen en wilden de bieten van ieder bemestingsobject op b.v. 8 verschillende manieren bewaren. Ieder veldje van

die proefvelden kan slechts 100 bieten leveren, dus veel te weinig om 8 bewaarmonsters van 100 bieten samen te stellen voor bewaring onder verschillende omstandigheden. De bieten van b.v. de twee "0-veldjes" van alle vier proefvelden werden nu samengebracht en verdeeld in 8 gelijkwaardige bewaarmonsters waarbij zodanig werd gewerkt, dat ieder bewaarmonster 12 bieten bevatte van ieder "0-veldje" van ieder proefveld. Op deze wijze ontstonden dus 8 gelijkwaardige bewaarmonsters van 96 bieten van het "0-veldje" gemiddeld van vier proefvelden. Op dezelfde wijze werden de mengmonsters van de andere bemestingsobjecten van de vier proefvelden samengesteld.

Op deze wijze werden bieten van verschillende "bemestingsherkomst" op verschillende wijze bewaard, zodat eventuele interacties tussen b.v. bemesting en bewaartemperatuur konden worden bestudeerd.

4.2 Aanbrengen van variaties in de bewaarfactoren

De variaties in bewaartemperatuur werden verkregen door de monsters te bewaren in koelcellen die op verschillende constante temperatuur werden gehouden. In feite waren de mogelijkheden hierbij door gebrek aan voldoende cellen vrij beperkt en kon slechts een vrij klein temperatuurbereik worden onderzocht, dat zo goed mogelijk rond de waarschijnlijk optimale temperatuur werd gegroepeerd.

De variatie in de doorluchting werd aangebracht door de monsters te bewaren in grote dichte kisten - 75 cm in kubusvorm - van geploegd en geschaafd hout, voorzien van een goed passend deksel. Deze kisten waren zo dicht als een houten kist maar kan zijn. Er trad in deze kisten dan ook vrijwel geen uitdroging van de bieten op en het CO_2-gehalte van de lucht liep op tot 2 à 3%. Ter vergelijking werden monsters bieten bewaard in open latten kisten, "kratten", waarin een vrij sterke luchtcirculatie plaatsvond. De ventilator achter het koellichaam in de koelcel hield de lucht nl. vrij sterk in beweging. Bovendien was deze lucht vrij droog, aangezien de waterdamp neerslaat op het koude koellichaam, zodat de bieten in de kratten vrij sterk uitdroogden.

Door de bieten tijdens de bewaring al dan niet geregeld nat te spuiten werden variaties in vochtigheid verkregen. Het nat maken gebeurde meestal door de bieten b.v. eenmaal in de week met ongeveer 1 liter water per 100 bieten met behulp van een rugspuit nat te sproeien.

Verder werd in de koelcellen de invloed van mengen met grond en het gebruik van conserveringsmiddelen onderzocht.

4.3 Inbrengen en opruimen van de monsters

Alle bieten van een bewaarmonster werden voor de bewaring zorgvuldig

schoon geborsteld, individueel gewogen en genummerd. Na de bewaring werden de bieten zo nodig - b.v. wanneer ze gemengd met grond waren bewaard - opnieuw schoon gepoetst. Vervolgens werden ze individueel gewogen, waarna het rot van de aangetaste bieten werd weggesneden en het gezonde deel weer werd gewogen. Van iedere biet afzonderlijk - en daardoor ook van het monster in totaal - werd op deze wijze het versgewichtsverlies en het % rot bepaald. Het individueel wegen van alle bieten was nodig om na te gaan welke invloed het rotten heeft op het verse gewichtsverlies van de bieten.

Voor de bewaring werden tegelijk met het samenstellen van de bewaarmonsters, monsters voor chemisch onderzoek getrokken. Wanneer b.v. volgens een bepaald schema 24 gelijkwaardige bewaarmonsters werden gemaakt, werden uit dezelfde partij - en aangepast aan hetzelfde schema - 6 monsters voor chemisch onderzoek getrokken, welke 6 monsters ieder een goed beeld vertegenwoordigden van de gehele partij en dus ook van ieder bewaarmonster. Als uitgangsdroge-stofgehalte van ieder bewaarmonster werd genomen het gemiddelde droge-stofgehalte van de 6 monsters voor chemisch onderzoek.

Na de bewaring werd uit de overgebleven gezonde bieten van ieder bewaarmonster een monster van 25 bieten getrokken voor chemisch onderzoek, waaraan het droge-stofgehalte van het bewaarmonster na de bewaring werd bepaald.

5. Ademhalingsonderzoek

Op grond van de eerdervermelde overwegingen werd ook bij het ademhalingsonderzoek met grote bewaarmonsters gewerkt. Deze bestonden meestal uit 150 bieten, d.w.z. 150 à 200 kg bieten per monster. Deze bewaarmonsters werden op dezelfde wijze samengesteld en bewerkt als de monsters in de koelcellen (zie 4.1).

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 en uit de literatuur bekend is (5, 6, 33), 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 is nl. 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 ademhalingsquotiënt. $\frac{CO_2}{O_2}$. Iets dergelijks treedt vrijwel niet op bij O_2, dat vrijwel niet in het celvocht wordt vastgehouden.

Het was daarom noodzakelijk, een constant CO_2-gehalte in de lucht van de bij dit onderzoek gebruikte containers te handhaven. Hierbij stelt zich nl. 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 ademhalingsquotiënt, dat bij bieten normaal 1 is - immers suiker wordt verbrand tot CO_2 en H_2O onder opname van evenveel O_2 als CO_2 wordt afgegeven - kon worden nagegaan, dat het evenwicht meestal reeds na 48 uur was ingetreden.

Aangezien het CO_2-gehalte van de lucht werd gemeten met een gewoon Orsat apparaat (38) ook wel "haldane-gas analyser" genaamd (26), waarmee zeer lage CO_2-gehalten slechts onnauwkeurig gemeten kunnen worden, werd het CO_2-gehalte van de lucht in de containers 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.

5.1 Proefopstelling

Voor ons onderzoek hadden wij een stel van 24 gasdichte ijzeren vaten ter beschikking, z.g. containers, met een inhoud van 400 liter. 8 van deze containers 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 containers bewaard (fig. 1).

Om een praktische, gasdichte sluiting van de containers te verkrijgen werd als deksel een fietswiel gebruikt, waarvan de spaken vervangen waren door een op de velg gelaste ijzeren plaat. Het fietswiel met slappe band paste precies in de ronde dekselopening, zodat als het wiel in deze opening was geplaatst en de band werd opgepompt, het fietswiel met band strak in de opening geperst werd.

Om een egale stapeling van de bieten (eventueel gemengd met zand, turfmolm e.d.) in de container mogelijk te maken, was het deksel boven in het vat aangebracht. Ter bevordering van een goede luchtcirculatie in de container, werden de bieten in het vat op een lattenrooster gestapeld (fig. 1).

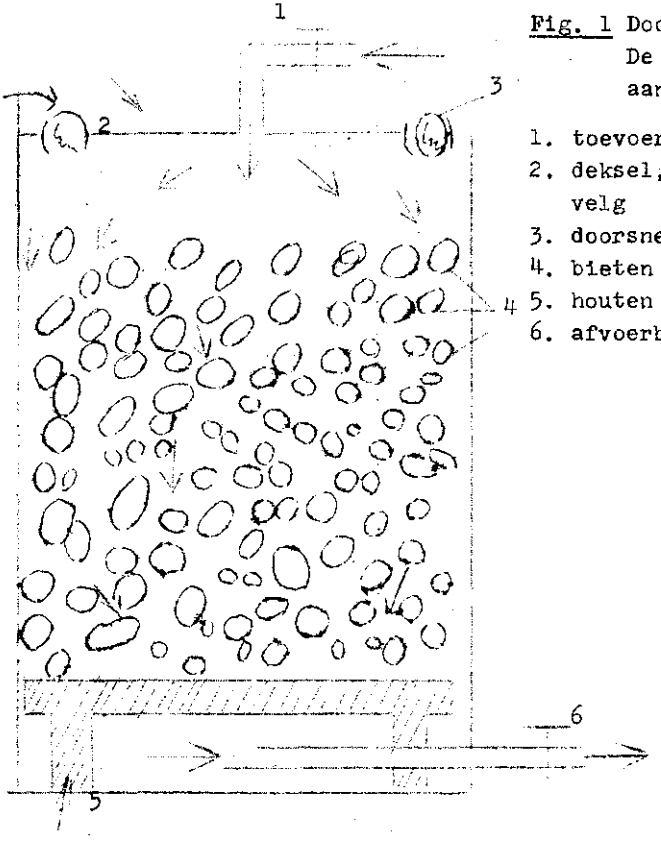

Fig. 1 Doorsnee door een ademhalingsvat
De pijltjes geven de luchtstroom aan.

1. toevoerbuis, voorzien van gaskraan
2. deksel, bestaande uit fietswiel met velg
3. doorsnee fietsband
4. bieten
5. houten rooster
6. afvoerbuis, voorzien van gaskraan

Een luchtstroom van regelbare sterkte werd verkregen door op een buis met vrij wijde diameter (2 cm) op geschikte afstanden goed regelbare kranen (naaldventielen) aan te brengen. Voor iedere container één ventiel. De ene kant van de buis was aangesloten op een Edwards vacuumpomp met overmaatcapaciteit en een constant toerental en aan de andere kant was een lage druk "slipventiel", bestaande uit een "borrelende fles" aangesloten, waardoor in de buis een zeer constante onderdruk van -30 cm waterdruk gehandhaafd werd.

De uitlaatbuisjes van de containers waren met dunne plastiekslang aangesloten aan de kraantjes op de aanzuigbuis, Door verstellen van de kraantjes kon uit iedere container de gewenste luchtstroom aangezogen worden.

Het meten van de luchtstroom gebeurde met een rotameter (19), die door middel van driewegkraantjes - welke tussen de uitlaatbuis van de containers en de aanzuigbuis naar de aanzuigkraantjes was gepaaatst - in de luchtstroom kon worden ingeschakeld. Verder had iedere container in de afvoerleiding zijn eigen eenvoudige venturimeter (fig. 2) (19), zodat iedere

verstoring in de luchtstroom direct zichtbaar was. Om verstopping van de capillair in de venturimeters te voorkomen, was voor de venturimeters een "reinigingsprop" (glaswol) tussengeschakeld.

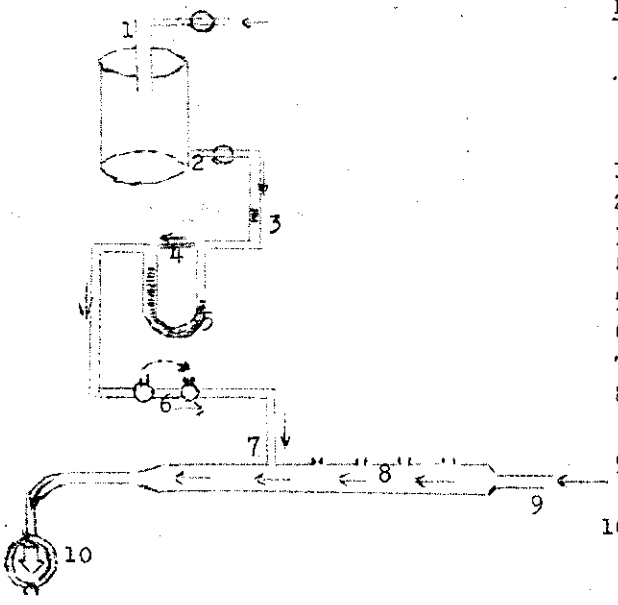

Fig. 2 Ademhalingsvat met ventilatieapparatuur
De pijltjes geven de richting van de luchtstroom aan.

1. toevoerbuis
2. afvoerbuis
3. reinigingsprop
4. capillair
5. venturimeter
6. driewegkraantjes
7. regelbaar naaldventiel
8. aanzuigbuis met regelbare naaldventielen
9. inlaatventiel met constante onderdruk
10. vacuumpomp

In fig. 2 is een schema weergegeven van een container met ventilatie-apparatuur. Er is uitsluitend gewerkt met ventilatie die door aanzuigen van lucht verkregen werd. Het voordeel hiervan is, dat in de containers 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 (fig. 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 containers te "persen", dan zou door een dergelijke lek CO_2 kunnen ontsnappen, waardoor fouten in de metingen zouden optreden.

5.2 Mogelijkheden voor de proefopzet

Bij de beschreven proefopzet kunnen verschillende bewaarfactoren op eenvoudige wijze worden gevarieerd.

1. De containers kunnen in verschillende koelcellen worden geplaatst, waardoor bij verschillende temperatuur kan worden bewaard.
2. De bieten kunnen in de vaten met andere stoffen worden gemengd, b.v. grond, turfmolm e.d. of met chemische middelen worden behandeld.

3. Door regeling van de ventilatiesterkte kan bij verschillend CO_2-gehalte van de omringende lucht worden bewaard. Op deze wijze gaat een hoger CO_2-gehalte echter samen met een lager O_2-gehalte van de lucht.

Verder kan de ademhalingsintensiteit van bieten van verschillende herkomst worden vergeleken. Op eenvoudige wijze kan worden nagegaan of de bieten eventueel "volatiles" afscheiden, nl. door doorleiden van de aangezogen lucht door een wasfles met een geëigend oxydans, of door vastlegging door diepvriezen met behulp van vloeibare lucht.

Het is moeilijk de volgende variaties in de bewaring toe te passen:

1. Een bepaald CO_2-gehalte in de lucht betekent, bij de gegeven opzet, praktisch een bepaalde ventilatiesterkte of mate van luchtverversing, zodat het moeilijk is b.v. verschillende ventilatiesterkten toe te passen bij een bepaald CO_2-gehalte van de lucht in de containers. Bij ons onderzoek is steeds een zeer geringe luchtverversing toegepast, immers het CO_2-gehalte van de lucht werd op 2% gehandhaafd. Dit betekent een duidelijk geringere luchtverversing dan b.v. in normale praktijkkuilen optreedt, waar meestal een CO_2-gehalte wordt gevonden van 0-0,5%. In de containers is het mogelijk met CO_2-houdende lucht te ventileren, zodat b.v. bij 5% CO_2 een sterke ventilatie en een normaal O_2-gehalte gehandhaafd kan worden, doch dit is moeilijk uitvoerbaar. Verder kan de inwendige luchtcirculatie in de containers naar believen versterkt worden door inbouwen van een ventilator. Hierdoor wordt een sterke inwendige luchtstroom verkregen, waardoor de bieten b.v. sterker uitdrogen. Het is echter geen echte luchtverversing. Ten slotte is het mogelijk bij een zeer geringe luchtverversing, toch een laag CO_2-gehalte te handhaven door "inwendige scrubben", waarbij de gevormde CO_2 al dan niet gedeeltelijk in kaliloog wordt vastgelegd. Het is dan nodig O_2 toe te voegen, terwijl het meten van de CO_2-produktie door de vereiste titraties van de kaliloog, bewerkelijk wordt.
2. Volledig beheersen van de relatieve vochtigheid is zeer moeilijk. De temperatuur in de "bietenhoop" (180 kg) is iets hoger dan die van de ijzeren wand van de container. Tegen de wand condenseert water, terwijl de relatieve vochtigheid in de hoop rond 95% is. Daar komt nog bij, dat de waterverdamping van de bieten bij een bepaalde relatieve vochtigheid van de doorstromende lucht, mede een functie is van de ventilatiesterkte. Wanneer er meer lucht door de container gezogen wordt, zullen de bieten ook meer water verdampen. Bij onze proefopzet betekent dit, dat b.v. ventileren op 2% CO_2 en op 8% CO_2 tevens een verschil in waterverdamping van de bieten meebrengt. Dit verschil zal bij deze objecten overigens niet groot zijn, omdat binnen de genoemde grenzen de luchtverplaatsing in de containers zeer gering is. In principe is het mogelijk in de containers lucht aan te zuigen met een bepaalde relatieve vochtigheid, doch praktisch

is dit vrij moeilijk. Bovendien kan slechts een gering resultaat verwacht worden: enerzijds omdat er slechts een zeer geringe luchtverversing plaatsvindt bij handhaven van 2% CO_2 in de lucht en anderzijds omdat de bieten door hun zelfverwarming iets warmer zijn dan de ijzeren wanden, waardoor toch altijd een zekere wateronttrekking uit de bieten plaatsvindt. Overigens is de waterverdamping in de containers, zonder dat bepaalde maatregelen werden genomen, in het algemeen zeer gering geweest.

5.3 Uitvoering van de metingen

Bij iedere container werden dagelijks metingen verricht van het CO_2- en O_2-gehalte van de in- en uitstromende lucht en van de doorstroomsnelheid van deze lucht. Aan de hand van het gevonden CO_2-gehalte werd de doorstroomsnelheid dagelijks zonodig iets vermeerderd of verminderd. Op deze wijze kon het CO_2-gehalte van de uitstromende lucht behoorlijk op 2% gehandhaafd worden, meestal met slechts kleine schommelingen tussen 1,9 en 2,1% CO_2. De metingen werden alle verricht in een speciaal daarvoor gemaakte ruimte, waarin de plastiekslangetjes uit alle containers samen kwamen, de venturimeters waren opgehangen enz.

De venturimeter en de rotameter werden geijkt voor de vrij vochtige lucht met 2% CO_2 die gemeten moest worden, d.m.v.de z.g. "zeepvlies"-methode. De te meten luchtstroom werd door een vrij brede meetbuis van 500 cc geleid,terwijl de luchtstroom zichtbaar werd gemaakt d.m.v. een zeepvliesje. Met een kwastje werd aan het eind van de meetbuis een zeepoplossing gestreken. Er ontstonden dan zeepvliesjes (belletjes) en met een stopwatch werd de tijd gemeten die een vliesje nodig had om de meetbuis over een afstand van b.v. 250 cc te doorlopen. Ter controle werd deze ijking meerdere malen uitgevoerd, waarbij een bevredigende nauwkeurigheid van de rota- en venturimeters werd gevonden.

De temperatuur in de meetruimte was vrij constant ongeveer 17°C. De door de plastiekslangetjes stromende lucht was afkomstig uit koelcellen van resp. 2°, 5° en 7°C. Bij aankomst in de meetruimte bij de venturimeters en bij de driewegkranen, waardoor het monster lucht voor de CO_2-bepaling werd afgezogen, was de temperatuur van de aangezogen lucht, uit alle drie de cellen, gelijk aan de temperatuur van de meetruimte. Dit is van belang omdat de bepaling van de hoeveelheid doorstromende lucht d.m.v. een rotameter of venturimeter, beïnvloed wordt door de temperatuur en druk van de lucht en door de luchtdruk. De temperatuur van de gemeten lucht en ook de luchtdruk, was steeds voor alle onderzochte objecten gelijk. Ze werden nl. iedere dag allemaal gemeten in dezelfde ruimte. Aangezien het op de eerste plaats ging om een vergelijking van de ademhalingsintensiteit van de verschillende objecten,

was het daarom niet nodig voor deze metingen temperatuur- en barometercorrecties in te voeren. Ditzelfde geldt ook voor de CO_2- en O_2-bepaling d.m.v. het Orsat-apparaat. Hiermee wordt nl. het CO_2- en O_2-gehalte van de lucht gemeten in volumeprocenten. De hoeveelheid CO_2 uitgedrukt in mg, is dus afhankelijk van de temperatuur en de luchtdruk van de gemeten lucht. Aangezien het in hoofdzaak om een vergelijking der objecten ging, zijn ook hierbij de temperatuur- en barometercorrecties achterwege gelaten.

De hoeveelheid geproduceerde CO_2 en opgenomen O_2 werd, evenals de hoeveelheid door de containers gevoerde lucht, uitgedrukt in liters per etmaal per 100 kg bieten. Aangezien het CO_2-gehalte enz. van iedere container gedurende het bewaarseizoen iedere dag werd bepaald, waardoor we per container 100 à 150 metingen beschikbaar kregen, kon toch een redelijke schatting van de totale hoeveelheid geproduceerde CO_2 in mg per kg bieten worden gemaakt aangezien gemiddeld over deze periode de temperatuur van de gemeten lucht 17°C is geweest en de luchtdruk 1000 millibar. In beginsel zijn de cijfers echter alleen geschikt voor onderlinge vergelijking van de objecten.

De nauwkeurigheid van de verrichte bepalingen was niet erg groot. Uit oriënterend onderzoek bleek, dat de σ% van de bepaling van de luchtsnelheid ongeveer 4% was. Ook de σ% van de CO_2-bepalingen van de lucht d.m.v. het Orsat-apparaat was bij een gemiddeld CO_2-gehalte van 2% ongeveer 4%.

Door middel van een diaferometer (33) zou de nauwkeurigheid van de CO_2- en O_2-bepaling belangrijk opgevoerd kunnen worden. Een dergelijk apparaat is echter aanzienlijk duurder dan een Orsat-apparaat. Los van de CO_2-bepaling op zichzelf, treden bij ons onderzoek echter toch belangrijke foutenbronnen op. Op de eerste plaats al doordat met monsters bieten gewerkt wordt, welke monsters steeds een belangrijke spreiding vertonen. Bovendien zijn zeer kleine verschillen, ook al zouden ze betrouwbaar kunnen worden aangetoond, weinig interessant meer.

Het was daarom niet aantrekkelijk om ten koste van de praktische uitvoerbaarheid een uiterste nauwkeurigheid van werken na te streven. Hier komt nog bij, dat dank zij het grote aantal waarnemingen per container, toch een goed beeld van de gemiddelde waarden werd verkregen. Ten slotte werden de resultaten van alle 24 containers gezamenlijk in een variansanalyse verwerkt, waardoor alle toevalligheidsfouten gemakkelijk worden onderkend. Hierbij bleek, dat de bereikte nauwkeurigheid bevredigend kan worden geacht.

6. Literatuur

1. Bakermans, W.A.P.: Bewaarproeven met voederbieten met en zonder Conserbeta in 1954/1955. (7 p., Gestencilde Meded. v.h. C.I.L.G., Jg. 1955, nr. 14.
2. Bakermans, W.A.P.; en J.C. Mooi: Bewaarproeven met voederbieten met en zonder Conserbeta 1955/1956. Versl. v.h. I.B.S. nr. 3 (1957) 1-12.
3. Bakermans, W.A.P.: Bewaring van voederbieten I. Onderzoekingen over de betekenis van de grond, de bemesting en enkele andere cultuurmethoden voor de bewaarbaarheid van voederbieten. Zal verschijnen in de reeks Versl. v. Landb.k. Onderz.
4. Brewbaker, H.E. : Breeding new varieties of sugarbeets. Proc. Fifth Regional Meeting of the Amer. Soc. Sugarbeet Techn. (1949) 56-59.
5. Denny, F.E. : Accumulation of carbon dioxide in potato tuber tissue under conditions for the continuous removal of the exhaled gas. Contrib. Boyce Thompson Instit. 14 (1945-1947) 315-321.
6. Denny, F.E. : Gas content of plant tissue and respiration measurements. Contrib. Boyce Thompson Instit. 14 (1945-1947) 257-265.
7. Downie, A.R. : Sugarbeet storage experiment, 1947. Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol. 5 (1948) 660-664.
8. Duuren, A.J. van : Biochemisch onderzoek van suikerbieten I. Het belang van papierchromatografische analysemethoden voor suikerbietenonderzoek. Meded. v.h. Instit. v. Rat. Suikerprod. 22 (1952) 251-254.
9. 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.
10. 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.
11. Friedl, G. : Ein Beitrag zur Frage der Veränderung der Zuckerrübe während der Aufbewahrung. Oesterr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. und Landwirtschaft 41 (1912) 698-712.

12. Gaskill, J.O. : Drying after harvest increases storage decay of sugar beet roots. Phytopathology 40 (1950) 483-486.

13. Gaskill, J.O. : Effects of wilting, drought and temperature upon rotting of sugar beets during storage. Proceedings Amer. Soc. of Sugar Beet Technol. 6 (1950) 653-659.

14. Gaskill, J.O. : Possibilities for improving storage rot resistance of sugar beets through breeding. Proc. Amer. Soc. of Sugar Beet Technol. 6 (1950) 664-669.

15. Gaskill, J.O. : Progress report on breeding for storage rot resistance in sugar beets. Proc. 7th General Meeting of the Amer. Soc. of Sugar Beet Technol. (1952) 396-399.

16. Gaskill, J.O., and C.E. Seliskar: Effect of temperature on rate of rotting of sugar beet tissue by two storage pathogens. Proc. 7th General Meeting of the Amer. Sugar Beet Technol. (1952) 571-573.

17. Gaskill, J.O. : A study of two methods of testing individual sugar beet roots for resistance to storage pathogens. Proc. 7th General Meeting of the Amer. Soc. Sugar Beet Technol. (1952)-575-580.

18. Groenewolt, J.K. : Een bewaarproef met voederbieten. Voederbouw en Ensilage, nr. 53 (1934).

19. Guérin, H. : Traité de manipulation et d'analyse des gaz. Masson et Cie, 120 Boul. St. Germain, Paris VI, 1952.

20. Helwegs, L. : Overvintringsforsøg med Runkelroer. 17. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. Tidsskr. for Landbrugets Planteavl 13 (1906) 339-370.

21. Helwegs, L. : Overvintringsforsøg med Runkelroer. Supplement til 17. Beretning fra Statens Forsogsvorksomhed i Plantekultur. Tidsskrift for landbrugets Planteavl 14 (1907) 571-574.

22. Jong, W.H. de en O. Hofstra: De houdbaarheid van pootaardappelen. Meded. v.d. Nederl. Alg. Keuringsdienst voor Landbouwzaden en Aardappelpootgoed. 15 (1958) 85-86.

23. Könekamp, A. und W. Blattmann: Der Einfluss des Köpfungsgrades auf die Höhe der Lagerungsverluste bei Futter- und Zuckerrüben. Schriftenreihe der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode, Heft 5 (1952) 67-76.

24. König, J., A. Bömer und A. Scholl: Veränderungen und Verluste der Futterrüben in der Miete. Fühlings Landw. Zeitung 55 (1906) 185-194.

25. Kudelka, S., und E. Scholtz: Rübeneinmietungsversuche. Zeitschr. f.d. Zuckerind. d. Cechosl. Rep. 8 (1926-27) 347-351 en 365-368.

26. Loomis, W.E. and C.A. Shull: Methods in plant physiology 1. McGraw-Hill Book Comp. Inc., New York & London, 1937.

27. 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. Sugar Beet Technol. 6 (1950) 660-663.

28. 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 General Meeting of the Amer. Soc. Sugar Beet Technol. (1952) 400-406.

29. Nielen, G.C.J.F., C.A. Hoveyn en C. Lugt: Over het keuren van partijen op monster. Versl. v.h. C.I.L.O. over 1952 (1953) 208-215.

30. Pack, D.A. : The effect of moisture on the loss of sugar from sugar beets in storage. J. Agric. Res. 32 (1926) 1143-1152.

31. Roubaix, J., et O. Lazar: Metabolisme respiratoire de la betterave sucrière de la graine à la graine. Publ. Techn. de l'Inst. Belge pour l'Amélior. de la Betterave 22 (1954) 3-14.

32. Smith, R.J. : Sugar losses in beets in storage. Proc. 3rd general meeting of the Amer. Soc. Sugar Beet Technol. II (1940) 286-289.

33. 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. van de Landb.h. te Wageningen 52 (1952) 93-104.

34. Stout, M. : Some harvesting and piling practices that effect storage losses in sugar beets. Proc. 5th Reg. Meeting of the Amer. Soc. Sugar Beet Technol. (1949) 60-61.

35. 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. Sugar Beet Technol. 6 (1950) 670-679.

36. Stout, M. : A method for determining respiration rate and sampling for chemical analysis of individual sugar beets. Proc. Amer. Soc. of Sugar Beet Technol. 8, part 2 (1954) 410-416.

37. 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.

38. Treadwell, F.P. : Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie, Band 2 (Quantitative Analyse), 11. Auflage. Leipzig und Wien,1930.

39. Wagner, P. : Verluste von Trockensubstanz und Zucker bei der Aufbewahrung von Futterruben. Blätter f. Zuckerrübenbau 14 (1907) 28-30.

S 1155
250 ex.