

DE BEREIDING VAN SILAGE ZONDER BOTERZUUR-  
GISTING

DOOR

J. VAN BEYNUM en J. W. PETTE

(Ingezonden 21 Maart 1939)

## 1. De boterzuurgisting in silage

Bij vroegere onderzoekingen (1) over de bacteriologie van kuil- of silovoeder (silage) zijn wij tot de conclusie gekomen, dat de boterzuurgisting, welke eventueel in dit in vochtigen toestand onder luchtafsluiting bewaarde voeder kan optreden, van groot belang is voor de conserveering. Wij vonden n.l., dat het al of niet bederven van een silage door eiwitaantastende rottingsbacteriën bepaald wordt door de groeiomogelijkheid der boterzuurbacteriën. Is n.l. na afloop van de melkzuurgisting de zuurgraad van de silage niet hoog genoeg om den groei der boterzuurbacteriën te verhinderen, dan zal zich de boterzuurbacterie *Cl. tyrobutyricum* ontwikkelen, welke het gevormde, conserveerende melkzuur vergist, waardoor na verloop van tijd de zuurgraad zóó ver daalt, dat een groei van rottingsbacteriën optreden kan.

Daar een boterzuurgisting bij lagere pH-waarden dan omstreeks 4,2 niet mogelijk is, zal dus een silage, waarvan de pH door de melkzuurgisting tot beneden 4,2 daalde, bij het bewaren niet in bederf overgaan. Op grond hiervan noemden wij dan ook het pH-gebied beneden 4,2 het „stabile pH-gebied” en verdeelden wij de jonge silages in stabiele en instabiele silages. De eerstgenoemde blijven bij het bewaren in goeden toestand, de laatstgenoemde gaan bij het bewaren door de opvolging van boterzuurgisting en rotting in bederf over.

Deze onderscheiding gaf de verklaring van het bij praktijksilages geconstateerde feit, dat oude silages in het algemeen óf een pH beneden ongeveer 4,2 óf een pH boven 4,7 bezitten (2). Silages in het pH-gebied 4,2—4,7 treft men bijna niet aan, omdat in silages, die na de melkzuurgisting dezen pH hadden, de pH door de secundaire gistingen gestegen is.

Als gevolg van de gistingsprocessen, die in bedorven silages zijn opgetreden, bevatten deze silages altijd zeer veel boterzuur en heeft daarin een meer of minder vergaande eiwitontleding plaats gehad. Dergelijke silages zijn dus zeer ongewenscht, want door de eiwitontleding is de voedingswaarde sterk

(1) C 101

verminderd; door den slechten geur kunnen zij geur en smaak der melk in nadeeligen zin beïnvloeden en door het groote aantal boterzuurbacteriënsporen kan de melk zoodanig met *Cl. tyrobutyricum* besmet worden, dat gevaren voor de kaas te vreezen zijn.

Wil men dus silages van goede kwaliteit bereiden, dan is het noodzakelijk, dat de zuurgraad zóó hoog wordt, dat de pH in het stabiele pH-gebied valt, d.w.z. beneden 4,2 is. Men kan dit op kunstmatige wijze bereiken, n.l. door tijdens de ensileering mineraal zuur of suiker aan het voeder toe te voegen. Bij toevoeging van suiker kunnen de melkzuurbacteriën meer melkzuur in de silage vormen. De minimum hoeveelheden van deze stoffen, welke noodig zijn om een voldoende lagen pH te bereiken, zijn echter afhankelijk van de samenstelling van het te ensileeren voeder, zoodat men ook bij toepassing van genoemde toevoegsels nog wel gevallen kan krijgen van bederf, als n.l. te weinig van deze stoffen werd toegevoegd, of van te hoogen zuurgraad, als bij de mineraalzuurmethode te veel zuur werd gebruikt.

Is men dus zeker, dat bij het gebruik van de juiste hoeveelheden suiker of zuur een stabiele silage bereid wordt, een silage dus, die niet gaat bederven, zoo heeft toch ons onderzoek geleerd, dat dergelijke silages niet vrij van boterzuurgisting zijn, al is de pH beneden 4,2.

Bij het onderzoek van een groot aantal mineraalzuursilages uit de praktijk (3) vonden wij in groote trekken het volgende beeld van de boterzuurconcentraties in de verschillende aangegeven pH-intervallen.

Bij pH	Aantal silages	Aantal gevallen met een boterzuurgehalte van (%)					
		0	0,01-0,05	0,06-0,09	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-1,00
1,50-2,49 . .	2	1	1	—	—	—	—
2,50-2,99 . .	8	0	6	1	1	—	—
3,00-3,49 . .	22	2	8	1	6	5	—
3,50-4,2 . .	30	4	2	3	6	9	6

Bij praktijksilages, bereid met toevoeging van wei of suiker (2), waarbij we in het stabiele pH-gebied een minder groote variatie van den zuurgraad hebben, was de verdeling als volgt.

pH	Aantal silages	Aantal gevallen met een boterzuurgehalte van (%)			
		0	0,01-0,09	0,10-0,20	0,21-0,50
3,50-4,2 . . . . .	45	12	11	7	15

Het bleek ons, dat de boterzuurgisting in deze silages, waarvan de pH zou doen veronderstellen, dat ontwikkeling van boterzuurbacteriën onmogelijk is, moest worden toegeschreven aan de structuur der voedermassa. Door het opbouwen in meer of minder dikke lagen, die slechts aan het oppervlak besproeid of bestrooid worden met het toevoegsel, ontstaan afwisselend laagjes met lagen en hoogen zuurgraad. Hoewel de gemiddelde pH beneden 4,2 is, zullen er dus lagen met hooger pH voorkomen, waarin nog boterzuurgisting kan plaats hebben totdat de zuurdiffusie uit de zuurdere lagen aan deze gisting een einde maakt.

Behalve door het gelaagd zijn van een silage kan ook een boterzuurgisting bij een gemiddelden pH lager dan 4,2 optreden als in de silage grove ongelijkmatigheden voorkomen, als gevolg van een weinig zorgvuldige bereiding. Indien n.l. het verspreiden van het toevoegsel op slordige wijze geschiedt, zullen er in den silo plekken gevonden worden, die niet met het toevoegsel bestrooid of bespoten werden en in deze plekken is boterzuurgisting mogelijk. Andere toevallige omstandigheden als b.v. een kluit neutraliseerende (alkalische) grond, met het voeder mede in den silo gebracht, of een hoeveelheid voeder van andere samenstelling dan de rest van het in den silo gebrachte voeder kunnen eveneens oorzaak zijn van plaatselijke boterzuurgistingen.

De kans op dergelijke plaatselijke boterzuurgistingen wordt minder naarmate de gemiddelde pH der silage lager is.

## 2. De schijnbaar goede silage

Daar de boterzuurgisting ook in stabiele silages als een nadeel beschouwd moet worden, is het dus ten zeerste gewenscht om silages zonder eenige boterzuurgisting te kunnen bereiden. Uit het bovenstaande volgt, dat dit bereikt kan worden door de menging van het toevoegsel en het voeder zóó zorgvuldig te verrichten, dat het zich in den silo bevindende mengsel overal dezelfde samenstelling heeft, d.w.z. door de silage **homogeen** te maken. Een homogene silage is echter niet te verkrijgen bij de methode, volgens welke in de praktijk een ensileering uitgevoerd wordt, tenzij misschien bij systemen, waarbij gehakseld voeder op den weg naar den silo gelijkmatig en continu van het toevoegsel wordt voorzien.

Wij willen hier aan de hand van een proefensileering aantonen hoe moeilijk het is om zelfs bij zeer groote zorgvuldigheid een boterzuurvrije silage te bereiden.

Op 26 September 1936 werd door ons een kleine betonsilo A van 170 cm hoogte gevuld met 2500 kg eenigszins verwelkt gras, dat op 24 September gemaaid was.

Deze hoeveelheid werd in den silo gebracht met 93,5 kg gedenatureerde suiker (saccharose). In verband met zout- en vochtgehalte van deze suiker kunnen wij aannemen, dat een hoeveelheid van 3,5 % saccharose, berekend op het gewicht aan gras werd gebruikt. Het gras werd in gewogen porties van 50 kg ingebracht en het oppervlak van iedere zorgvuldig uitgespreide portie werd bestrooid met 1,87 kg suiker. Na de vulling van den silo (met houten opzetstuk van 1 m) was de gemiddelde laagdikte 5,4 cm, na het inzakken (10 dagen later) nog slechts 2,8 cm. Tijdens de vulling werd vele malen sterk geperst door 3 of 4 personen in den silo te laten rondlopen. Terstond na afloop werd de klei in een laagdikte van 50 à 60 cm aangebracht en tijdens de volgende dagen werd door veelvuldig aantrappen een snel in elkaar zakken bevorderd.

Na 2 dagen was het gras	85 cm ingezakt,
na 3 dagen	97,
na 4 dagen	106,
na 5 dagen	112,
na 7 dagen	122,
na 9 dagen	128,
na 16 dagen	135
en na 152 dagen	145 cm.

De silo werd gedraineerd door een bij den bodem in den zijwand aangebrachte houten kraan. Om verstopping van deze kraan te voorkomen, verdient het aanbeveling voor de kraan in den silo een takkenbos te leggen. Daar het gras bij het inbrengen tamelijk droog was, liep het eerste sap pas na 9 dagen af. Van het aflopende sap werd af en toe de pH gemeten (zie tabel 1).

TABEL 1

*Sapmonsters, genomen uit de kraan van silo A*

Ouderdom van de silage	pH van het sap
9 dagen . . . . .	4,62
23 dagen . . . . .	4,20
30 dagen . . . . .	4,17
51 dagen . . . . .	4,14
72 dagen . . . . .	4,17

Daar vroegere ervaringen ons geleerd hadden, dat de pH van het aflopende sap geen juist beeld geeft van den pH der zich in den silo bevindende silage, hebben wij van tijd tot tijd, met behulp van een lange ijzeren boor, boormonsters uit den silo gestoken. Hiertoe werd eerst met een wijde ijzeren boor van 10 cm diameter een cylinder van de bedekkende klei tot aan het grasopper-

vlak weggenomen en daarna met een nauwere boor van 4,5 cm diameter in de silage geboord, waarbij een grascylinder tot aan den bodem van den silo in 3 porties van 30 à 40 cm lengte werd weggenomen. De boorgaten werden gedicht door er gesmolten paraffine in te gieten. Eerst werden analyses gemaakt van gemiddelde monsters der boorrollen van ongeveer 40 cm lengte en deze monsters onderscheiden in „boven”, „midden” en „onder”. Later werd ieder monster eerst verdeeld in 3 stukken van ongeveer 13 cm lengte en van ieder stuk van 13 cm de gemiddelde pH bepaald. Hierna werden deze monsters weer vereenigd en gemengd, de gemiddelde pH bepaald en de overige analyses uitgevoerd.

De resultaten van het onderzoek dezer boormonsters vindt men in tabel 2.

TABEL 2 \*)

*Analyse van boormonsters uit silo A*

Boormonsters genomen na	Plaats van het monster	Diepte van het monster (in cm)	pH	Gemiddelde pH	Geur	% droge stof	A. Z.	B. Z.	M. Z.	Suiker
30 dagen	boven	0-39	—	4,03	iets boterzuur	25	0,50	0,11	1,98	veel
	midden	39-78	—	4,30	rot, boterzuur	23	0,50	0,33	2,02	weinig
	onder	78-117	—	4,25	iets boterzuur	26	0,44	0,25	1,73	weinig
72 dagen	boven	0-39	—	3,88	zoet, appel	24	0,57	0,17	2,39	veel
	midden	39-78	—	3,98	rot, boterzuur	22	0,54	0,19	2,25	veel
	onder	78-117	—	3,91	zoet	24	0,56	0,13	2,25	veel
114 dagen	boven	0-13	4,00	4,30	goed	25	0,47	0,50	1,41	veel
		13-26	4,05		iets rot					
		26-39	4,71		slecht					
	midden	39-52	4,52	4,10	slecht	23	0,51	0,37	1,66	sporen
		52-65	3,93		goed					
		65-78	4,06		scherp					
	onder	78-91	3,98	3,94	scherp	23	0,49	0,24	1,90	tam. veel
		91-104	3,95		scherp					
		104-117	3,90		scherp					

Uit deze tabel kunnen wij de volgende conclusies trekken.

1°. Niettegenstaande alle voorzorgen is de suikerverdeeling in het gras niet ideaal geweest. In het midden van den silo werd reeds na 30 dagen een plek aangetroffen met een ongunstigen pH (4,30) en een gering suikergehalte. Deze plek heeft zich uitgebreid tijdens het bewaren. Bij de 2e analyse was in

\*) In deze en volgende tabellen beteekenen A. Z., B. Z. en M. Z. de percentages azijnzuur, boterzuur en melkzuur, berekend op de vochtige silage.

het midden de geur slecht en werd het hoogste gehalte aan boterzuur daar gevonden. Bij de 3e analyse werd hij aangetroffen op den rand van boven- en middendeel, waardoor deze 2 deelen een hoog boterzuur gehalte vertoonden bij een slechten pH.

2°. Na 114 dagen wordt een merkbare afbraak van het melkzuur waargenomen, juist in het gedeelte met hoogen pH. Daardoor is in die plek het gehalte aan boterzuur gestegen.

3°. Hoewel de onderlaag een zeer goeden gemiddelden pH bezit (3,94 bij de 3e analyse) en ook over afstanden van slechts 13 cm geen duidelijke verschillen in den pH in deze laag geconstateerd werden, is toch het gehalte aan boterzuur in deze laag hoog (0,24 %). Dit is dus in overeenstemming met onze vroegere waarnemingen dat, waar een silage door het gebruik van toevoegsels een gelaagde structuur heeft, boterzuurgisting kan worden verwacht.

We zien dus bij de onderhavige silage twee oorzaken, waardoor, niettegenstaande een gunstigen gemiddelden pH, boterzuurgisting is opgetreden, n.l. een grove ongelijkmatigheid in het midden van den silo, ondanks de zorgvuldige bereiding, en een fijnere ongelijkmatigheid als gevolg van den laagsgewijzen bouw.

De silo werd 142 dagen na de bereiding geopend en nu werden in een 8-tal lagen bepalingen uitgevoerd. In iedere horizontale laag werden 5 monsters genomen, de nummers 1, 2, 3 en 4 ongeveer 30 cm van den wand en 90° verschillend, nummer 5 ongeveer in het midden. Bij de monsterneming in een diepere laag werd zorg gedragen, dat monster 1 uit die laag loodrecht onder de plaats van monsterneming van monster 1 uit de vorige laag genomen werd, enz. In deze 40 monsters werd de pH bepaald en de geur genoteerd. Daarna werden de 5 monsters uit één horizontale silagelaag goed gemengd en in dit mengmonster werden de andere bepalingen uitgevoerd.

Deze bepalingenreeksen vindt men in tabel 3.

TABEL 3

*Analyse van silagemonsters uit 8 verschillende lagen van silo A*

Laag n°.	Monster n°.	pH	Geur	Gemiddeld monster					
				pH	% droge stof	Suiker	A. Z.	B. Z.	M. Z.
I 15 cm diep	1	3,92	boterzuur	3,88	26	tam. veel	0,45	0,32	2,39
	2	3,99	boterzuur, iets rot						
	3	3,89	zoet						
	4	4,10	iets boterzuur						
	5	3,75	iets boterzuur						

Laag n°.	Monster n°.	pH	Geur	Gemiddeld monster					
				pH	% droge stof	Suiker	A. Z.	B. Z.	M. Z.
II 32 cm diep	1	3,94	zoet	4,18	24	tam. veel	0,54	0,23	2,02
	2	4,30	rot, boterzuur						
	3	3,82	zoet						
	4	4,40	rot, boterzuur						
	5	4,25	boterzuur, iets rot						
III 43 cm diep	1	3,82	zoet	3,97	25	veel	0,48	0,34	1,57
	2	3,95	boterzuur						
	3	3,75	zoet						
	4	4,50	boterzuur, iets rot						
	5	3,91	iets boterzuur						
IV 58 cm diep	1	4,05	boterzuur, iets rot	3,96	24	weinig	0,52	0,25	1,33
	2	3,84	zoet						
	3	3,75	zoet						
	4	4,13	boterzuur						
	5	4,01	boterzuur						
V 76 cm diep	1	3,82	zoet	3,76	25	veel	0,50	0,16	2,35
	2	3,72	zoet						
	3	3,94	iets boterzuur						
	4	3,78	zoet						
	5	3,72	zoet						
VI 90 cm diep	1	3,78	zoet	3,97	23	veel	0,54	0,30	2,60
	2	3,83	iets boterzuur						
	3	3,70	zoet						
	4	4,48	boterzuur						
	5	4,04	iets boterzuur						
VII 104 cm diep	1	4,02	iets boterzuur	3,85	25	weinig	0,48	0,21	2,34
	2	3,77	zoet						
	3	3,99	iets boterzuur						
	4	3,77	zoet						
	5	3,90	iets boterzuur						
VIII 118 cm diep	1	3,99	zoet, iets azijn	3,87	23	weinig	0,71	0,14	2,76
	2	3,98	zoet, iets azijn						
	3	3,76	zoet, iets azijn						
	4	3,77	zoet, iets azijn						
	5	3,87	zoet, iets azijn						

Bij vergelijking van de kolommen 3 en 4 in deze tabel zien we, dat gemiddeld bij een pH boven 3,85 in deze silage reeds door den geur boterzuur geconsta-

teerd kon worden. Bij pH waarden beneden 3,85 kon dit zuur aan den geur niet waargenomen worden. De uitzonderingen hierop vinden we in de bovenste laag en in de diepste laag. In de bovenste laag werd ook bij pH 3,75 boterzuur-geur geconstateerd; in de diepste laag werd deze geur niet geconstateerd bij pH 3,98. Dit is evenwel toch in overeenstemming met onze opvatting. In de bovenste laag is n.l. de samendrukking gering, de laagjes blijven er dus dikker en lossen; diffusie van het melkzuur, dat in de hoogste concentratie daar ontstaat waar de suiker op het gras gebracht werd (dat is dus in het oppervlak der laagjes), geschiedt dus langzamer en in het binnenste der graslagen is dus langduriger mogelijkheid tot boterzuurgisting. De onderste lagen der silage daarentegen zijn van het begin af onder den hoogsten druk. Hier is een snellere diffusie mogelijk.

De waarneming bevestigt dus het bovengenoemde feit, dat de boterzuurgisting in een silage met lagenstructuur minder is naarmate de gemiddelde pH verder van de kritische grens 4,2 af ligt (in nederwaartsche richting). Bij een gemiddelden pH boven 4,2 treedt zelfs al spoedig „iets rot” op, in de bovenste laag zelfs al bij 3,99.

De invloed van de ongelijkmatigheden in de silage komt ook duidelijk tot uiting in de boterzuurcijfers. Waar alleen ongelijkmatigheid aanwezig is als gevolg van de gelaagde structuur, doch de silage overigens homogeen is, is het gehalte aan boterzuur het laagste. Dit is het geval in de lagen V en VIII. De boterzuurgisting is hier spoedig door de zuur- (en suiker-) diffusie tot staan gebracht. Zoodra de ongelijkmatigheden grooter zijn, wordt ook een overeenkomstig hooger boterzuur gehalte aangetroffen.

Hoewel dus in alle lagen de gemiddelde pH beneden de kritische waarde 4,2 was, is dus in deze silage een duidelijke boterzuurgisting opgetreden. Ofschoon de kwaliteit van deze silage in vele opzichten uitstekend was, is zij dit niet in bacteriologisch opzicht. **Een dergelijke silage zouden wij dus kunnen noemen „schijnbaar goed”.**

### 3. De homogene silage

Een homogene silage van goede kwaliteit kan bij de koude methode slechts verwacht worden als men een voeder met een zoo hoog eigen gehalte aan melkzuur leverende stoffen (suiker) ensileert, dat door de melkzuurgisting een pH beneden 4,2 bereikt wordt. Zoodra het gehalte aan deze stoffen daartoe onvoldoende is, moet men óf suiker óf zuur toevoegen om de silage stabiel te maken. Doch dan ontstaat onvermijdelijk de inhomogeniteit, besproken in het vorige hoofdstuk, welke oorzaak is van boterzuurgisting.

Deze inhomogeniteit kan slechts snel verdwijnen als men de diffusiemogelijkheid in den silo vergroot. Hoe droger het materiaal en hoe lossen het voeder



in den silo gepakt is, des te langzamer geschiedt de diffusie. Een snelle diffusie, die leidt tot een spoedige gelijke verdeling van de in water oplosbare stoffen door de geheele silagemassa, is slechts mogelijk bij een hoog vloeistofgehalte. De beste diffusie heeft plaats als de silage door en door met vloeistof gedrenkt is. Op den duur is iedere silage, welke van eenigszins vochtig voeder bereid wordt wel geheel met vloeistof gedrenkt, doch in de beginperiode is dit niet het geval en is de diffusie te langzaam.

Door dus reeds bij de bereiding zooveel vocht toe te voegen, dat de silage spoedig in het vocht verdrongen is, bevordert men het ontstaan van een homogene silage, waarin boterzuurgisting niet zal kunnen optreden, indien ten minste de bereikte pH beneden ongeveer 4,2 ligt.

Door het gebruik van veel vloeistof bij de ensileering bereikt men ook het voordeel, dat de zuurstof eerder uit de silage gedreven wordt, zoodat de aerobe bacteriën minder gelegenheid hebben zich te ontwikkelen en dus sneller een zuivere melkzuurbacteriënflora ontstaat.

Daartegenover staat, dat bij een hoog vloeistofgehalte waarschijnlijk iets meer suiker (of zuur) moet worden toegevoegd dan bij droger materiaal om eenzelfde lagen gemiddelden pH te krijgen.

Bij de ensileeringen in de praktijk wordt de silo bijna altijd gedraineerd. Dan verhindert men dus opzettelijk het doordringen van de silage met vocht, waardoor de gelaagde structuur langer blijft bestaan. In het algemeen kunnen er praktische bezwaren tegen het natte ensileeren worden aangevoerd. Een silage, bereid met toevoeging van veel vocht, bevat een groote hoeveelheid sap, welke een droge silage mist. Dit silagesap kan evenwel aan het vee gevoerd worden, b.v. gemengd met meel. Thans worden voederstoffen, als meel, gemengd met water verstrekt. Men kan het sap uit den silo aftappen op een willekeurig oogenblik, nadat de eindzuurgraad in de silage bereikt is. Het verdient zelfs aanbeveling om het sap uit den silo af te laten loopen vóór de silo geopend wordt, opdat bij het openen het voeder niet zoo druipen zal van het vocht en gemakkelijker uit den silo gestoken kan worden. Ook zal als bezwaar genoemd worden, dat de koeien het natte voeder niet graag eten. Volgens onze ervaring nemen de koeien een natte silage van goede kwaliteit echter zeer goed tot zich.

De methode van natte ensileering vereischt het gebruik van goed sluitende betonsilo's met afsluitbare aftapopening. Bij een dergelijken goed afgesloten silo blijven alle stoffen met voedingswaarde behouden, terwijl bij draineering een deel van deze stoffen verloren kan gaan.

De uitvoering dient zóó te geschieden, dat bij het vullen van den silo het ingebrachte voeder gelijkmatig met het toe te voegen vocht bespoten wordt. Dit biedt de beste garantie voor een snelle gelijkmatige verdrinking van de

silage. Wij hebben verschillende proeven genomen en achten het de beste methode om het toevoegsel in de noodzakelijk geoordeelde hoeveelheid water op te lossen en dan bij de vulling van den silo regelmatig te blijven spuiten, af en toe controleerend of de aanvoer van voeder en vocht in de bepaalde verhouding blijft geschieden.

#### 4. Proef met de bereiding van een natte silage

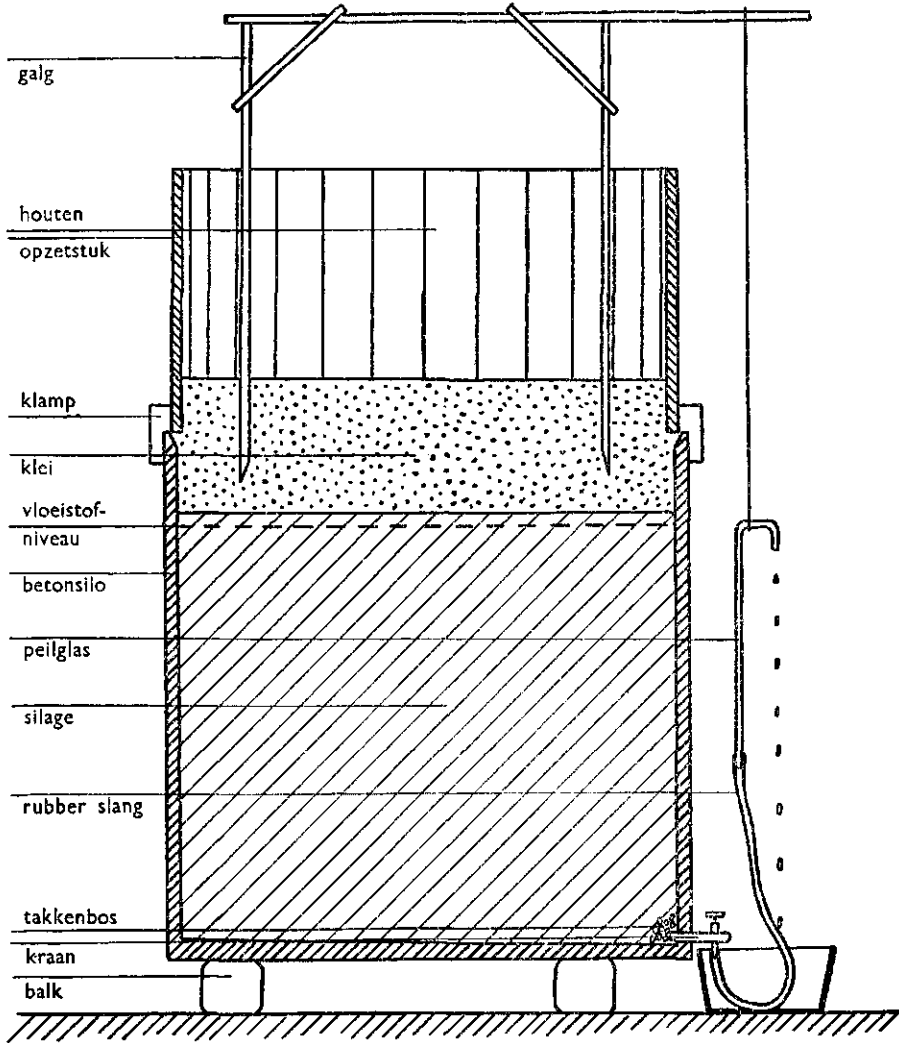
Wij willen thans aan de hand van een proefensileering in een betonsilo het resultaat van de toepassing van deze natte methode nagaan.

Op 15 September 1936 werd een betonsilo B van 170 cm hoogte, voorzien van een houten opzetstuk van 100 cm hoogte, gevuld met 3300 kg dauwnat gras. Deze hoeveelheid gras werd gemengd met 500 liter van een 25 %-ige oplossing in water van gedenatureerde bietsuiker, hetgeen overeenkomt met een hoeveelheid vocht van ruim 15 % en een hoeveelheid saccharose van ongeveer 3,5 %, berekend op de hoeveelheid aangevoerd gras. De suikeroplossing werd uit een vat opgepompt en met een spuit zoo gelijkmatig mogelijk door het gras verdeeld. Het inbrengen van voeder en vocht werd dus gelijktijdig gedaan. Zooals men ziet, is het gebruikte percentage suiker gelijk aan dat, welk voor de in hoofdstuk 2 besproken proefensileering in silo A gebruikt werd.

Na de vulling werd het grasoppervlak afgedekt met perkamentpapier en zakken, waarna er 50 cm klei werd opgebracht.

In den zijwand van den silo, bij den bodem, was een houten kraan aangebracht. Hieruit konden sapmonsters genomen worden. Ook werd deze kraan gebruikt om een peilglas te bevestigen en aldus te kunnen meten hoe hoog het sap in den silo stond. In het begin geeft zoo'n peilglas een lagen vloeistofstand in den silo aan, doch spoedig begint het niveau te rijzen. Bij deze proef stond het vloeistofniveau in den silo na 6 dagen tot 20 cm onder het grasoppervlak.

Indien bij de ensileering te veel water gebruikt is, zou het vloeistofniveau tot boven het grasoppervlak kunnen rijzen. Bij andere proefensileeringen, waarbij dit geval zich voordeed, verhinderden wij het te hoog opstijgen door vloeistof af te tappen. Dit aftappen werd automatisch uitgevoerd door een peilglas te gebruiken, dat bovenaan dubbel omgebogen was en opgehangen was aan een op de kleibedekking geplaatste galg, zoodanig dat het open (dubbel omgebogen) einde van het peilglas steeds 5 cm lager bleef dan de onderkant van de klei. Het peilglas was met soepele gummislang aan de silokraan verbonden. Het teveel aan sap liep dan door het peilglas af. Bijgaande tekening geeft schematisch de inrichting aan.



De laag gras, die direct na de vulling 270 cm hoog was, zakte langzamerhand in tot b.v. 140 cm na 8 dagen en 120 cm na 178 dagen. Af en toe werden uit de kraan sapmonsters genomen en geanalyseerd (zie tabel 4). De suikerbepaling werd uitgevoerd volgens de methode Causse-Bonnans. Hoewel aan het voeder saccharose was toegevoegd, werd in het silagesap geen verschil in suikergehalte gevonden vóór en na inversie.

TABEL 4

*Sapmonsters, genomen uit de kraan van silo B*

Ouderdom van de silage	pH	% suiker	A. Z.	B. Z.	M. Z.	Geur	Stikstof per liter (g)
1 dag . .	5,38	—	—	—	—	kruidig	—
2 dagen .	4,34	—	—	—	—	kruidig	—
3 dagen .	3,89	—	—	—	—	zuur, kruidig	—
4 dagen .	3,82	—	—	—	—	frisch zuur	—
5 dagen .	3,72	—	—	—	—	frisch zuur	—
6 dagen .	3,64	5,8	0,24	0	1,04	frisch zuur	0,56
10 dagen .	3,57	3,5	0,32	0	3,00	frisch zuur	0,70
15 dagen .	3,53	0,4	0,46	0	2,16	frisch	0,97
20 dagen .	3,75	0,1	0,48	0	2,36	appel	1,13
41 dagen .	3,98	—	0,54	0	2,58	appel	1,25

Op dezelfde wijze als bij silo A werden uit dezen silo B op verschillende tijdstippen boormonsters gestoken om de silage op verschillende ouderdom in haar verschillende lagen te onderzoeken. De analyse-resultaten hiervan vindt men in tabel 5.

TABEL 5

*Analyse van boormonsters uit silo B*

Boormonsters genomen na	Plaats van het monster	Diepte van het monster (in cm)	pH	Gemiddelde pH	Geur	% droge stof	A. Z.	B. Z.	M. Z.	Suiker
28 dagen	boven	0-36	—	3,90	boterzuur	18	0,39	0,08	0,95	0
	midden	36-72	—	3,61	goed	17	0,35	0	1,99	0
	onder	72-108	—	3,48	goed	19	0,38	0	1,79	0
69 dagen	boven	0-36	—	4,10	boterzuur	15	0,28	0,40	1,04	—
	midden	36-72	—	3,59	goed	15	0,36	0	1,44	—
	onder	72-108	—	3,48	goed	17	0,43	0	1,45	—
118 dagen	boven	0-12	3,89	3,77	boterzuur	17	0,33	0,09	1,05	—
		12-24	3,78		iets visschig					
		24-36	3,71		iets visschig					
	midden	36-48	3,71	appel, kaneel	15	0,39	0	1,44	—	
		48-60	3,67	„ „						
		60-72	3,61	„ „						
		72-84	3,61	„ „						
		84-96	3,53	„ „						
		96-108	3,49	„ „						
onder										

In de boormonsters, welke in het centrum van den ronden silo genomen werden, was dus geen boterzuur aanwezig, behalve in de allerbovenste laag, waar de silage niet geheel met vloeistof gedrenkt was. Overigens maakt de silage een homogenen indruk. De zuurgraad neemt in benedenwaartsche richting iets toe, hetgeen veroorzaakt zou kunnen zijn door het naar beneden zakken van de suikeroplossing in de eerste dagen toen de grasmasa nog niet voldoende in elkaar gezakt was.

Toen de silage 149 dagen oud was werd begonnen het sap door de houten kraan af te tappen. 6 dagen daarna werd in het aflopende sap een pH van 3,76 geconstateerd. 178 dagen na de vulling werd de kleibedekking afgenomen en de silo in den loop van 11 dagen geleedigd.

Op dezelfde wijze als bij silo A werden analyses in verschillende lagen verricht. Het resultaat van dit onderzoek vindt men in tabel 6.

TABEL 6

*Analyse van silagemonsters uit 7 verschillende lagen van silo B*

Laag n°.	Mon-ster n°.	pH	Geur	Gemiddeld monster					
				pH	% droge stof	Suiker	A. Z.	B. Z.	M. Z.
I 18 cm diep	1	4,51	boterzuur	4,00	19	0	0,34	0,27	1,40
	2	4,05	iets boterzuur						
	3	3,92	kruidig						
	4	3,89	kruidig						
	5	3,98	iets boterzuur						
II 34 cm diep	1	3,79	appel	3,79	20	0	0,35	0,03	1,80
	2	3,86	appel, iets vissehig						
	3	3,77	appel, iets vissehig						
	4	3,86	appel, kruidig						
	5	3,75	appel						
III 50 cm diep	1	3,55	appel, kruidig	3,62	18	0	0,40	0	1,42
	2	3,63	appel, kruidig						
	3	3,61	appel, kruidig						
	4	3,69	appel, kaneel						
	5	3,63	appel, kaneel						
IV 67 cm diep	1	3,47	appel, kaneel	3,55	16	0	0,39	0	1,80
	2	3,58	appel, kaneel						
	3	3,55	appel, kaneel						
	4	3,60	appel, kaneel						
	5	3,58	appel, kaneel						

Laag n°.	Mon-ster n°.	pH	Geur	Gemiddeld monster					
				pH	% droge stof	Suiker	A. Z.	B. Z.	M. Z.
V 80 cm diep	1	3,44	zoet	3,45	21	0	0,40	0	1,57
	2	3,48	zoet						
	3	3,46	zoet						
	4	3,41	zoet						
	5	3,46	zoet						
VI 95 cm diep	1	3,54	zoet	3,50	20	0	0,44	0	1,56
	2	3,55	zoet						
	3	3,45	zoet						
	4	3,45	zoet						
	5	3,55	zoet						
VII 102 cm diep	1	3,58	zoet, azijnzuur	3,70	18	0	0,51	0	2,19
	2	3,61	zoet, azijnzuur						
	3	3,93	zoet, azijnzuur						
	4	3,91	zoet, azijnzuur						
	5	3,63	zoet, azijnzuur						

Uit deze gegevens volgt, dat de silage geheel boterzuurvrij was, uitgezonderd de allerbovenste, niet in het sap verdronken laag. Het zeer geringe gehalte aan boterzuur in laag II moet hoogstwaarschijnlijk worden toegeschreven aan een geringe diffusie van het in laag I ontstane boterzuur of door de nederwaartsche vloeistofbeweging bij het aftappen van het sap.

In een met bacteriologische voorzorgen genomen blokmonster uit het midden van den silo werd een bacteriologische analyse verricht. Melkzuurbacteriën werden slechts in zeer gering aantal aangetroffen, hoewel het sap zeer veel staaftvormige melkzuurbacteriën bevatte toen de silage 13 dagen oud was. Zij waren dus in de zure silage afgestorven. Dit ontbreken van melkzuurbacteriën in een oude silage van goede kwaliteit is vroeger dikwijls in silages uit de praktijk opgemerkt. Men kan dus bij dergelijke silages uit de afwezigheid van melkzuurbacteriën niet concluderen, dat er geen melkzuurgisting heeft plaats gehad.

De silage bevatte wel boterzuurbacteriën, doch slechts weinig. Aangezien in de silage geen boterzuur werd gevonden, moeten de aangetroffen bacteriën de met het versche gras ingebrachte boterzuurbacteriënsporen geweest zijn. De uit deze silage gekweekte boterzuurbacteriën behoorden alle tot het type *Cl. saccharobutyricum*, dat geen melkzuur vergist. Ook dit is een bewijs, dat er geen lactaatvergiftende boterzuurgisting in de silage heeft plaats gehad.

### 5. Inhomogeniteiten bij een natte silage

Eenzelfde soort proef, als in silo B, is uitgevoerd in silo C, doch met minder suiker, n.l. ongeveer 1 % saccharose, berekend op het ingebrachte gras. Bij andere proeven met herfstgras was ons gebleken, dat een toevoeging van 1 % suiker dikwijls juist niet voldoende is om een stabiele silage te bereiden. Bij het gebruik van 1 % suiker konden wij dus 3 mogelijkheden verwachten, n.l.:

- 1°. de silage wordt niet zuur genoeg en bederft dan meer of minder snel,
- 2°. de silage wordt zuur genoeg en blijft stabiel,
- 3°. de silage is na de melkzuurgisting juist op de grens van het stabiele pH-gebied.

Als het laatste geval zich voordoet, is de kans op een stabiele silage gering. Het gewone weilandgras is tamelijk heterogeen; er bestaat dikwijls groot verschil tusschen uiterlijk en samenstelling bij gras, van hetzelfde weiland gemaaid, en in den silo zal dus de samenstelling van het voeder van plaats tot plaats kunnen verschillen. Zou de hoeveelheid suiker, die men met het gras mengt, juist voldoende zijn om in een gemiddeld grasmonster uit den silo zooveel melkzuur te doen ontstaan, dat de verkregen silage stabiel is, dan kan men deze stabiliteit niet verwachten in de verschillende deelen van den silo, waar de samenstelling van het gras van het gemiddelde afwijkt. Er zullen dus plaatsen zijn, die iets meer suiker bevatten dan noodig is om een stabiele silage te verkrijgen, doch ook plaatsen met iets minder suiker dan hiervoor noodig is. Aangezien een dergelijke ongelijkmatigheid niet dunne laagjes betreft, doch eenige uitbreiding heeft, is van diffusie in dit geval geen verbetering te wachten, temeer waar de zuurgraadverschillen, die de diffusie veroorzaken, slechts gering zullen zijn. Er ontstaan hierdoor haarden, die in bederf zullen gaan en die zich door hun zuurneutraliseerende werking zullen uitbreiden en wel snel bij hooge (zomer) temperatuur en langzaam bij lage (winter) temperatuur.

Ook de met het gras in den silo gebrachte modderkluiten kunnen in het geval van een juist voldoende suikergift een bederf om zich heen veroorzaken.

Bij een toevoeging van suiker juist op de grens van de hoeveelheid, die noodig zou zijn om de silage nog stabiel te maken, kan de verdrinkingsmethode de grove ongelijkmatigheden in de silage dus niet opheffen, zooals uit de proef in silo C zal blijken.

De silo C werd gevuld op 15 September 1936 met 2750 kg gras, hetwelk bij het inbrengen continu bespoten werd met in totaal 422 liter 7 %-oplossing van ruwe gedenatureerde bietsuiker. De hoeveelheid saccharose, berekend op het gras, was 1,02 %. Na 9 dagen was het gras van een hoogte van 270 cm

ingezakt tot 120 cm, waarna de inklinking tot een einde gekomen was. Na 6 dagen stond volgens de meting met het peilglas het vloeistofniveau 30 cm onder het grasoppervlak.

Tabel 7 geeft aanwijzingen omtrent uit de kraan getapt sap.

TABEL 7

*Sapmonsters, genomen uit de kraan van silo C*

Ouderdom van de silage	pH	% suiker	A. Z.	B. Z.	M. Z.	Geur	Stikstof per liter (g)
1 dag . . .	5,46	—	—	—	—	kruidig	—
2 dagen . .	4,33	2,4	—	—	—	kruidig	—
3 dagen . .	4,12	1,9	—	—	—	kruidig	—
4 dagen . .	4,00	1,2	—	—	—	frisch zuur	—
5 dagen . .	3,90	0,8	—	—	—	frisch zuur	—
6 dagen . .	3,84	0,5	0,26	0	1,0	frisch zuur	0,66
10 dagen . .	3,82	spoor	0,24	0,01	1,39	frisch zuur	0,85
15 dagen . .	3,84	spoor	0,24	0,01	1,85	frisch zuur	1,01
20 dagen . .	3,96	spoor	0,21	0,02	1,99	appel	1,09
27 dagen . .	4,05	—	0,22	0,03	2,12	appel	1,19

Hoewel na 6 à 15 dagen de prognose voor de kwaliteit der silage gunstig schijnt te zijn, blijkt toch later, dat de silage op den rand van het stabiele pH-gebied ligt. Vermoedelijk is dit een gevolg van een langzaam bereiken van het evenwicht in de silage. Door het in oplossing gaan van eiwitachtige stoffen uit het gras en een mogelijke hydrolyse van deze stoffen stijgt het gehalte aan opgeloste stikstofverbindingen, waardoor de pH stijgt. Het gehalte aan stikstof van het heldere sap vindt men in de laatste kolom van tabel 7. Ook bij de proef in silo B werd dit verschijnsel van het toenemen van opgeloste stikstofverbindingen waargenomen. Hier steeg n.l. het stikstofcijfer in het heldere sap van 0,56 g per liter op den 6en dag tot 1,25 op den 41en dag (zie tabel 4).

De analyse van op verschillende plaatsen in het centrum genomen boormonsters bewijst, dat in overeenstemming met de verwachting de silage goede naast slechte plekken vertoonde, gelijk uit tabel 8 blijkt.

De slechte plekken zijn onregelmatig door den silo verdeeld en in al deze plekken vinden wij naast een hoogen pH een hoog gehalte aan boterzuur. Daar, waar de pH beneden 4,2 is, is de kwaliteit, ook uit een oogpunt van het boterzuurgehalte, nog goed. De silage is dus heteroog geworden; hier niet veroorzaakt door een ongelijkmatige verdeling van het toevoegsel, doch door het voorkomen van plaatselijke verschillen in de samenstelling van het ge-



TABEL 8

*Boormonsters uit silo C*

Boormonsters genomen na	Plaats van het monster	Diepte van het monster	pH	Gemiddelde pH	Geur	% droge stof	A. Z.	B. Z.	M. Z.	Suiker
23 dagen	boven	0-36	—	4,86	boterzuur, rot	15	0,60	0,70	0,46	0
	midden	36-72	—	4,27	iets boterzuur	13	0,32	0,19	1,37	0
	onder	72-108	—	4,07	goed	13	0,32	0,03	1,38	0
62 dagen	boven	0-36	—	4,96	rot	18	0,53	1,05	0,19	—
	midden	36-72	—	4,27	rot	15	0,37	0,85	0,55	—
	onder	72-108	—	4,01	goed	16	0,30	0,08	1,12	—
97 dagen	boven	0-36	—	4,43	boterzuur, rot	18	0,33	0,60	0,58	—
	midden	36-72	—	3,91	visschig	17	0,31	0,02	1,53	—
	onder	72-108	—	3,96	visschig	17	0,34	0,06	1,30	—
132 dagen	boven	0-12	—	4,95	boterzuur, rot	15	0,63	1,01	0,07	—
		12-24	—	4,89	boterzuur, rot					—
		24-36	—	4,95	rot, boterzuur					—
	midden	36-48	—	4,90	rot	14	0,50	0,71	0,35	—
		48-60	—	4,40	visschig					—
		60-72	—	4,60	visschig					—
	onder	72-84	—	4,65	rot	13	0,38	0,45	0,77	—
		84-96	—	4,60	rot					—
		96-108	—	3,90	appel					—

ensileerde gras en door het feit, dat de gegeven suikerconcentratie niet voldoende was om de plaatsen, waar het voor de ensileering slechtst geschikte gras voorkwam, een voldoende lagen pH te geven. Uit de analysecijfers kunnen we afleiden, dat inderdaad de suiker vrij goed homogeen door de silage verdeeld was. Dit blijkt uit de laatste kolom van tabel 9, waarin is opgegeven onder het hoofd „oorspronkelijk M.Z.” hoeveel % melkzuur, berekend op droge stof, aanwezig geweest zou zijn, als niet een deel van dit melkzuur tot boterzuur vergist was. Deze getallen zijn berekend met behulp van de gistingsformule:

$$2 \text{ CH}_3 \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH} \longrightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH} + 2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2,$$

waaruit volgt, dat 88 g boterzuur ontstaan moet zijn uit 180 g melkzuur. Deze berekening kon hier uitgevoerd worden, omdat in de silage geen vergistbare suiker meer aanwezig was.

Tabel 9 geeft verder de resultaten van het onderzoek der silage uit silo C in haar verschillende lagen, waaruit op volkomen dezelfde wijze als bij silo A monsters genomen werden.

TABEL 9

*Analyse van silagemonsters uit 7 verschillende lagen van silo C*

Laag n°.	Monster n°.	pH	Geur	Gemiddeld monster					
				pH	% droge stof	A. Z.	B. Z.	M. Z.	Oorspronkelijk M. Z.
I 13 cm diep	1	4,95	boterzuur, rot	4,67	17	0,50	0,71	0,55	11,8
	2	4,35	boterzuur, rot						
	3	4,28	boterzuur						
	4	4,66	boterzuur, rot						
	5	4,87	boterzuur, rot						
II 28 cm diep	1	4,66	rot	4,58	14	0,42	0,64	0,77	14,9
	2	4,60	rot						
	3	4,12	zoet						
	4	4,50	boterzuur						
	5	4,85	rot, boterzuur						
III 40 cm diep	1	3,99	zoet, azijn- zuur, kruidig  boterzuur	4,10	17	0,39	0,23	1,91	14,0
	2	3,96							
	3	3,87							
	4	4,01							
	5	4,62							
IV 55 cm diep	1	3,95	zoet, azijn- zuur, kruidig  boterzuur	4,03	18	0,32	0,18	1,87	12,5
	2	3,93							
	3	3,91							
	4	3,90							
	5	4,47							
V 70 cm diep	1	4,90	boterzuur, rot	4,06	14	0,35	0,25	1,44	13,9
	2	4,00	zoet, kruidig,						
	3	4,00	azijnzuur						
	4	3,91	iets boterzuur						
	5	4,03							
VI 87 cm diep	1	4,06	azijnzuur, zoet	3,97	14	0,35	0,08	1,65	13,0
	2	3,96							
	3	3,90							
	4	3,91							
	5	4,05							
VII 101 cm diep	1	3,97	zoet, azijnzuur	3,78	14	0,33	0,07	2,13	16,2
	2	3,74							
	3	3,70							
	4	3,74							
	5	3,93							

Uit deze tabel blijken de ongelijkmatigheden voldoende duidelijk. De bovenste laag is slecht om verschillende redenen: zij is niet in het sap verdronken geweest en heeft als gevolg van uitsijpelen van vocht naar lager gelegen deelen een deel van haar suiker verloren, zooals uit de laatste kolom blijkt. De onderste lagen schijnen het meest homogeen en van goede kwaliteit. Wij weten echter uit de analyses van de boormonsters, dat ook deze laag slechte plekken bevatte. De onderlaag heeft het grootste suikergehalte gehad (zie laatste kolom) door de ophooping van suikeroplossing (doorsijpeling) in het begin na de ensileering.

De hoogere gehalten aan boterzuur in de 3e, 4e en 5e laag worden teweeg gebracht door de plekken van slechte kwaliteit, welke in die lagen voorkomen en welke pH-waarden vertoonden van 4,62, 4,47 en 4,90.

Silo C bewijst dus, dat het voor een goede silage noodig is de hoeveelheid van de toe te voegen stof ruim te kiezen, opdat na het bereiken van het evenwicht in de silage op alle plaatsen een pH beneden 4,2 zal ontstaan zijn.

### Conclusies

1. Boterzuurgisting kan in een silage, welke zonder eenig toevoegsel bereid werd, niet optreden als de pH lager is dan ongeveer 4,2.

2. De meeste grasoogsten bevatten niet voldoende suiker dat de pH door de melkzuurgisting tot beneden de genoemde pH-waarde gebracht wordt.

3. Silages van dergelijk gras kunnen slechts een goede pH-waarde bereiken als tijdens de ensileering mineraal zuur of suiker of een suikerbevattende stof wordt toegevoegd.

4. De toevoeging van dergelijke stoffen veroorzaakt echter inhomogeniteiten in de silage, n.l.:

- a. als gevolg van een slordige, ongelijkmatige verdeling,
- b. als gevolg van de laagsgewijze toevoeging.

5. Door de hierbij gevormde ongelijkmatigheden in de samenstelling van de silage zal plaatselijk boterzuurgisting optreden.

6. Een boterzuurvrije silage is dus slechts te verkrijgen door te zorgen voor volkomen homogeniteit van de silage, d.w.z. bij volkomen gelijkmatige menging van voeder en toevoegsel, zoodat op ieder punt van de silage de pH beneden 4,2 kan komen.

7. Deze homogeniteit is te bereiken door te ensileren in een volkomen gesloten silo met continuë toevoeging van zooveel water (waarin het toevoegsel kan worden opgelost), dat de geheele voedermassa na het inzakken in het vocht verdronken is. De homogeniteit wordt dan door diffusie verkregen.

8. De praktijk zal moeten ervaren of een dergelijke wijze van ensileeren (zie hiervoor de teekening op blz. 159) op het boerenbedrijf zonder bezwaren mogelijk is.

9. Bij deze wijze van ensileering is een voeder te verkrijgen, dat door het uitblijven van boterzuurgisting ongevaarlijk is voor de kaasmakerij, waarin door den lagen pH geen eiwit tot ammoniak omgezet wordt en waarin, als het vocht ook aan het vee verstrekt wordt, geen bestanddeelen verloren gaan.

### Kort overzicht

Hoewel bij pH-waarden beneden 4,2 geen boterzuurgisting kan plaats vinden, werd toch bij vroegere onderzoekingen in praktijksilages, welke een pH beneden 4,2 bezaten, bijna altijd boterzuur aangetroffen (zie tabellen op blz. 150).

De oorzaak van dit voorkomen van boterzuur ligt in de gelaagde structuur van de silages. Ten einde den lagen pH te bereiken, werden zij n.l. bereid met toevoeging van zuur of suiker en deze toevoeging geschiedt altijd laagsgewijze. In het binnenste van deze aldus gevormde lagen ontstaat, doordat zij niet van het toevoegsel voorzien werden, een niet voldoende lage pH, waardoor hier boterzuurgisting kan optreden.

Met een ensileeringsproef in silo A (zie tabellen 1, 2 en 3) werd nader be-  
wezen, dat in een overigens zeer goede silage van lagen gemiddelden pH, zeer zorgvuldig bereid door dunne graslagen gelijkmatig met suiker te bestrooien, toch boterzuur ontstaat. Dergelijke silages noemen wij „schijnbaar goed”.

Ongelijkmatigheden als gevolg van deze gelaagde structuur kunnen worden verhinderd door het toevoegsel homogeen met het voeder te mengen, doch dit is technisch moeilijk uitvoerbaar. Gemakkelijker is het de diffusiemogelijkheid in de silage te vergrooten. Dit kan geschieden door de silage zóó nat te maken, dat het voeder in den silo geheel in vloeistof verdronken is. Bij versch gemaaid, niet regennat gras is daarvoor een hoeveelheid water, ongeveer 15 % van de te ensileeren hoeveelheid voeder, voldoende. In deze hoeveelheid water, waarmede het gras tijdens het vullen van den silo continu bespoten moet worden, wordt het toevoegsel van te voren opgelost. Voor deze methode is een waterdichte silo, eventueel met kraan, noodig (zie teekening op blz. 159).

De proef in silo B (tabellen 4, 5 en 6) bewijst, dat bij deze methode met dezelfde hoeveelheid suiker als bij silo A een boterzuurvrije silage verkregen wordt.

De hoeveelheid suiker moet daarbij niet zoo gering genomen worden, dat de gemiddelde pH van de silage na het bereiken van het evenwicht juist op de grens van het stabiele pH-gebied komt, omdat in dat geval verschillen in

de samenstelling van het voeder oorzaak kunnen zijn van pH-verschillen van plaats tot plaats en een bederf op die plaatsen, waar de pH na beëindiging der melkzuurgisting boven den gemiddelden pH was. Een dergelijk geval wordt geïllustreerd door de proef in silo C (tabellen 7, 8 en 9).

*Wij komen dus tot de conclusie, dat het mogelijk is boterzuurvrije silages te bereiden door toevoeging van mineraal zuur of van een ruime hoeveelheid suiker in zooveel water, dat de silage daarin juist verdrongen is.*

## SUMMARY

### THE PREPARATION OF SILAGE WITHOUT BUTYRIC ACID FERMENTATION

Though a butyric acid fermentation cannot occur at pH values below 4,2, in our former silage investigations (2, 2, 4, 5) we nearly always could detect more or less butyric acid in silages of an average pH below 4,2 (see tables on page 150). These silages are of good quality from the point of view of protein decomposition as at such low pH-values this decomposition is only slight. The presence of butyric acid, indicating a butyric acid fermentation, however makes these silages suspect with regard to cheese manufacture. Therefore we prefer to judge them as silages which only „seem” to be of good quality.

The reason that a butyric acid fermentation can take place at such low average pH is to be found in the structure of these silages. As they had been prepared with the addition of inorganic acids or sugar or sugar-containing whey and as these substances had been added discontinually, *viz.* by applying them only on the surface of fodder layers, the added substance did not penetrate into the inner of these layers and consequently here the pH was not sufficiently lowered to prevent the butyric acid fermentation of the lactates.

An experiment was carried out in which grass was ensiled while weighed quantities of grass were spread out in the silo A and on the surface of each thin layer weighed portions of beet sugar (3,5 % of the grass weight) were strewn with great care so as to obtain a distribution as rigorously equal as possible. In accordance with our view mentioned above, the silage was not butyric acid free, though the average pH was very low. The tables 1, 2, and 3 show the analytical data of this silage; table 1 the determinations in the drain juice of which but small quantities flowed away; table 2 the determinations in samples taken from the silo with a hollow iron drill at various intervals; table 3 the determinations in samples taken at various depths when the silo was emptied.

As it is technically impossible to mix the added substance homogeneously with the grass, which is absolutely necessary to prevent the formation of layers, the only means to obtain the desired homogeneity is a rapid diffusion

of the added substance into the inner of the mentioned layers in the first days after the filling of the silo. Now the diffusion in a silage is dependent on the juice content. In a dry silage the diffusion is too slow. A rapid diffusion can only take place when the silage contains so much liquid that the fodder is drowned in it, when sunk in after a few days. With fresh grass the addition of 15 % water (15 % of the grass weight) is sufficient in most cases. In this amount of water the substance to be added must be dissolved and during the filling of the silo the fodder ought to be wetted continually with this solution *e.g.* with the aid of a water spout. The silo ought to be water tight. The juice may be removed after the ripening of the silage or before the opening of the silo and may be used as a foodstuff.

This method was applied in an experiment with silo B (tables 4, 5, and 6 and drawing on page 159). The same percentage of sugar was used as in silo A. The obtained silage was butyric acid free except at the top, where the fodder had not been drowned in the liquid.

When a fodder is ensiled by this method an excess of sugar, as applied in the experiment B is necessary, because the chemical composition of the fodder to be ensiled may differ from place to place. Thus it may happen that when a sugar percentage is used, sufficient to obtain an average pH only slightly below 4,2, certain parts of the fodder receive too little sugar to reach this pH and here a butyric acid fermentation will ensue, because the concentration differences are too small to enable a homogenising diffusion.

This case is demonstrated with the experiment of silo C (tables 7, 8 and 9). This silage was also prepared with 15 % water but with 1 % sugar. Regions of good and of bad quality could be found.

From these experiments we can draw the conclusion that it is possible to obtain a butyric acid free silage when the silage is prepared in a water tight silo and during the filling of the silo a sufficient quantity of sugar or inorganic acid is added, dissolved in so much water that the silage is drowned in the juice.

## LITERATUUR

- (1) J. VAN BEYNUM en J. W. PETTE, Bacteriologische onderzoekingen over ensileering met toevoeging van zure wei, ondermelk of suiker. *Versl. Landbk. Onderz.* 42 (1936) 735; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij over 1936*, 1.
- (2) J. VAN BEYNUM en J. W. PETTE, Resultaten van het bacteriologisch onderzoek van silages uit de praktijk, bereid met wei- of suikertoevoeging. *Versl. Landbk. Onderz.* 43 (1937) 119; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij over 1936*, 103.
- (3) J. VAN BEYNUM en J. W. PETTE, Bacteriële processen in geconserveerd groenvoeder en hun invloed op de kaasbereiding. *Versl. Landbk. Onderz.* 40 (1934) 777; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij over 1934*, 1.
- (4) *Zentralbl. f. Bakt. II. Abt.* 94 (1936) 413.
- (5) *Zentralbl. f. Bakt. II. Abt.* 99 (1939) 353.