

DIRECTIE VAN DEN LANDBOUW
LANDBOUWVOORLICHTINGSDIENST
MEDEDELING No 42



ONDERZOEKINGEN EN ERVARINGEN
IN VERBAND MET HET INKUILEN VAN GRAS EN
GROENVOEDERS

DOOR IR J. F. VAN RIEMSDIJK L.I.

1946
H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN

216 3009

VOORWOORD

Het inkuilen van gras heeft in ons land een groote vlucht genomen, mede door de talloze onderzoekingen die in ons land over dit vraagstuk zijn verricht. De publicaties van het Proefstation te Hoorn behooren tot de allerbeste in de heele literatuur over dit onderwerp. Helaas is niet ieder in de gelegenheid hiervan kennis te nemen en de ontwikkeling van het vraagstuk te volgen. Daarvoor is het noodig, dat de belangrijkste uitkomsten worden samengevat, waardoor een nauwere aansluiting tusschen onderzoek en practijk wordt verkregen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de gegevens uit de literatuur en verder van de ervaringen, die bij proefnemingen van het Centraal Instituut werden verkregen en die ontleend konden worden aan de talloze monsters van practijkkuilen die bij het Bedrijfslaboratorium voor Gewas-onderzoek werden ingezonden. Het meeste werk was reeds geschied in de periode dat Ir J. F. van Riemsdijk aan het C.I.L.O. was verbonden en het stemt tot verheugenis, dat dit werk kon worden afgemaakt, want wij kunnen gerust zeggen, dat hij er uitstekend in geslaagd is om in een kort bestek het uitvoerige materiaal, dat in de laatste jaren is gepubliceerd, bevattelijk weer te geven.

Het boekje zal ongetwijfeld bij de voorlichting en het onderwijs nuttige diensten kunnen bewijzen en ook voor den practischen boer het inzicht in het hoe en waarom kunnen verdiepen.

De Directeur van den Landbouw,
IR H. T. TJALLEMA

INLEIDING

Het conserveeren van plantaardig materiaal door middel van de bij afsluiting van de lucht optredende verzuring is al heel oud. Men denke aan de alom bekende zuurkool voor huishoudelijk gebruik. Deze methode is heel aantrekkelijk en lijkt heel gemakkelijk, want de massa wordt in weinig of niet verwelkten vorm compact opgetast, na al of niet fijn gemaakt te zijn. Veel nadeelige invloed van het weer, met name van regen, lijkt er niet te zijn. Het winnen van duurzaam veevoeder zou zoodoende mogelijk zijn van heel vroeg in 't voorjaar tot laat in den herfst, voor zoover de groei der gewassen voldoende gunstig is.

Toch is deze vorm van verduurzamen voor de veehouderij eigenlijk pas in de laatste zeventig jaar meer bekend geworden en in Nederland vooral in de laatste 10 jaar nog sterk uitgebreid. Met gras en groenvoeders verkreeg men voorheen slechts zelden het goede resultaat, dat bij de bereiding van zuurkool in de huishouding bereikt werd. Deze geringe kans van slagen heeft de ontwikkeling van het inkuilen langen tijd tegengehouden.

Pas toen de inzichten in de werkzaamheden der bacteriën verdiept werden kwam er een geleidelijk groeiend begrip van het verloop der processen, die de verzuring veroorzaken. Dit werd de grondslag voor de ensilagetechniek van dezen tijd, die voor een vrij groot deel aan de te stellen eischen voldoet. Langzamerhand wist men de verzuringsprocessen steeds beter te beheerschen door verschillende middelen, die in allerlei richtingen gezocht werden.

Van degenen, die in dit opzicht een belangrijke rol gespeeld hebben, dient vooral de Franschman Goffart genoemd te worden. Door zijn onvermoeide pogingen en begunstigd door een gelukkige keuze van het te verduurzamen materiaal (mais) wist hij rond 1870 een werkwijze te ontwikkelen, die door de goede resultaten snel ingang vond in de praktijk van zijn eigen land, doch vooral in de Vereenigde Staten van Amerika.

De groote beteekenis van zijn werk is echter vooral gelegen in het feit dat vele andere onderzoekers daardoor sterk geanimeerd werden voor deze wijze van conserveeren. Men trachtte de door Goffart gepropageerde werkwijze ook voor andere omstandigheden geschikt te maken. Verschillende wijzigingen, die noodzakelijk waren om ook met andere gewassen goede resultaten te bereiken, werden toegepast en allengs

is het inkuilen of ensileren van gras en andere groenvoeders een werkwijze geworden, die bij de veehouderij van practisch alle landen der wereld bekend is, al wil dit niet zeggen: overal op groote schaal toegepast.

In Nederland bleef de toepassing tot omstreeks 1933 vrijwel beperkt tot de Noordelijke provinciën. Daarna is het inkuilen eigenlijk pas over het geheele land verbreid, vooral door de propaganda voor de nieuwe methoden, die volgens uitgebreide onderzoekingen voldoende bedrijfszeker waren.

Van de vele onderzoekingen, die de literatuur vermeldt op het gebied der ensilage, heeft Dr S. J. Watson een zeer volledig overzicht gegeven in zijn werk: *The science and practice of conservation*, deel I, 415 pag., deel II, 405 pag., dat in 1939 werd gepubliceerd.¹⁾

Van deze uitvoerige verhandeling is speciaal voor de buitenlandsche onderzoekingen dankbaar gebruik gemaakt bij het schrijven van deze samenvatting van het kuilvoedervraagstuk. Voor de Nederlandsche proefnemingen, die uit den aard der zaak voor onze omstandigheden zeer belangrijk zijn, werden de oorspronkelijke verslagen van het R.L.P.S. te Hoorn gebruikt²⁾.

In deze samenvatting zullen achtereenvolgens behandeld worden:

1. de processen in de ingekuilde massa
2. de kwaliteit van kuilvoeder
3. de methoden van inkuilen
4. de verliezen bij inkuilen
5. de voederwaarde van kuilvoeder en de beteekenis voor de veevoeding
6. de invloed van kuilvoeder op het vee en de melkproducten
7. de kosten van inkuilen in vergelijking met andere conserveeringsmethoden
8. enkele beschouwingen over het inkuilen in Nederland.

¹⁾ Tevens worden hierin de gegevens over hooien en kunstmatig drogen samengevat!

²⁾ Zie literatuurlijst pag. 59. De in den text tusschen haakjes geplaatste getallen verwijzen naar deze lijst.

DE PROCESSEN IN DE INGEKUILDE MASSA

Aerobe en anaerobe ademhaling der plantendeelen-afsterving der cellen en persapvorming — ontwikkeling der micro-organismen.

Wanneer, zooals bij het inkuilen, niet of slechts weinig verwerkte plantendeelen compact worden opgestapeld, beginnen zeer verschillende processen een rol te spelen. Het verloop hiervan bepaalt in sterke mate de waarde van de ingekUILde massa voor de veevoeding. Het is dan ook strikt noodzakelijk gebleken die processen te leeren kennen om ze zoodanig te beheerschen, dat bij het inkuilen steeds het gewenschte resultaat te bereiken valt.

a. Hoewel de toevoer van water, voedingszouten, licht en lucht afgesneden zijn, leven de opgetaste plantendeelen nog eenigen tijd door, daar de zuurstof van de ingesloten lucht en de temperatuur van de massa dit nog mogelijk maken. In de plantenmassa is n.l. nog een hoeveelheid lucht en dus zuurstof ingesloten, die verband houdt met den vochtigheids-toestand en de grofheid van het materiaal en de persing, die er bij het optassen op uitgeoefend werd. Losse stapeling en droog materiaal vergrooten, sterke persing, vochtig materiaal en hakselen verkleinen deze hoeveelheid lucht. Hieruit volgt, dat het afsterven door zuurstofgebrek niet steeds even snel zal plaats vinden. Onder bepaalde omstandigheden kan de ademhaling lang doorgaan, waardoor de temperatuur van de plantenmassa sterk stijgt, daar de warmte, die bij de ademhaling ontwikkeld wordt, door tragen afvoer opgehoopt wordt. De cellen sterven tenslotte af door de hooge temperatuur (bij ongeveer 50 °C) of door zuurstofgebrek. De temperatuurstijging en de koolzuurontwikkeling kunnen dan bij afwezigheid van zuurstof evenwel nog verder gaan door enzymwerking (anaeroob verder leven) die niet direct bij het afsterven der cellen stopt. De totale koolzuurontwikkeling kan zeer groot zijn, wanneer de vulling langzaam plaats heeft. In heel hooge silo's kan het daardoor levensgevaarlijk zijn in een gevuld wordende silo te werken, wanneer niet voor een goede luchtversching gezorgd wordt.

De in de kuilen bereikte temperaturen hangen ten nauwste samen met de aerobe en anaerobe processen. Deze temperatuur kan zelfs oploopen tot ongeveer 80 °C, afhankelijk van den aard van het materiaal en de omstandigheden tijdens en de wijze van de opstapeling daarvan.

Kunstmatig aanzuren remt de ademhaling volgens onderzoekingen van Virtanen.

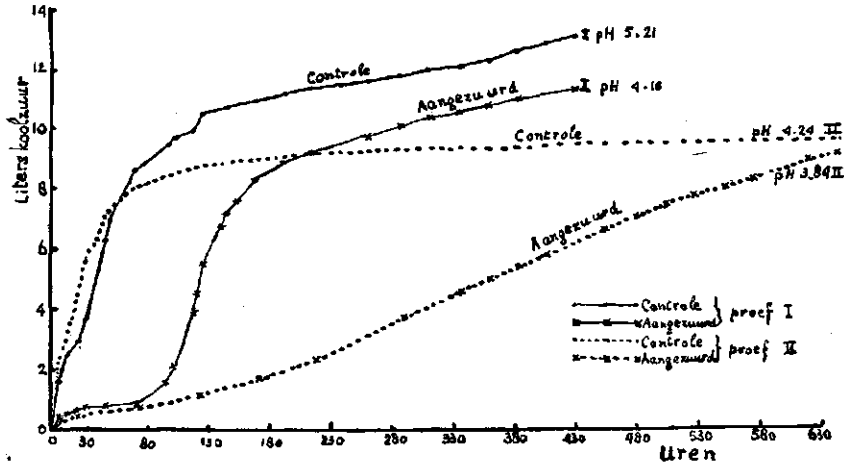


Fig. 1. De door ademhaling ontwikkelde hoeveelheden koolzuur bij twee proeven genomen te Jeallott's Hill. Hierbij werd de koolzuurontwikkeling nagegaan bij gras, dat in flesschen geperst was met en zonder toevoeging van mineraal zuur.

De ademhaling blijkt vertraagd te worden door het aanzuren (fig. 1 overgenomen uit Watson (1), pag. 131)

b. Tijdens de persing, die de ingekuilde plantendeelen ondergaan, vindt sapuittreding plaats, speciaal wanneer het meerendeel der cellen afgestorven is. Wanneer het ingekuilde materiaal erg vochtig is, kunnen bij vrijen afvoer groote hoeveelheden perssap wegstromen, bij droog materiaal slechts kleine. Het perssap wordt geleverd door den celinhoud en bevat, afhankelijk daarvan, bepaalde hoeveelheden koolhydraten, eiwitstoffen en zouten, die van groot belang zijn voor de ontwikkeling der microörganismen.

De ademhaling der plantendeelen heeft door het meer of minder sterke verbruik van koolhydraten invloed op de voor den microbengroei beschikbare hoeveelheid koolhydraten. Ook de eiwitstoffen worden door de enzymwerking der plantencellen beïnvloed, zooals bij de bespreking der verliezen naar voren zal worden gebracht.

Bij jonge gewassen zijn naar verhouding veel eiwitachtige stoffen en relatief weinig koolhydraten aanwezig in het perssap. Bij oudere gewassen is deze verhouding omgekeerd, veel koolhydraten en relatief weinig eiwitstoffen. Dit staat in verband met het feit dat bij den groei der planten de door assimilatie gevormde koolhydraten worden gebruikt voor den opbouw der organen. De eiwitten, die voor deze functies der planten noodig zijn, worden door de planten zelf gevormd uit de koolhydraten (geleverd door de assimilatie) en de uit den grond opgenomen minerale stikstofverbindingen.

Bij het ouder worden raakt het plantenlichaam volgroeid, het aantal cellen neemt nog slechts weinig toe en het belangrijke deel van de koolhydraatproductie, dat voordien voor de eiwitsynthese gebruikt werd, wordt nu in een weliswaar gecompliceerden vorm, maar toch als koolhydraat in de plant afgezet.

Deze verandering in de verhouding tusschen koolhydraten en eiwitstoffen bij het ouder worden is bij alle planten waarneembaar. Dit wil echter niet zeggen dat de verhouding als zoodanig in overeenkomstige groeistadia steeds gelijk is! Speciaal de vlinderbloemigen zijn gekenmerkt door een steeds vrij enge verhouding, bij granen — speciaal bekend voor mais — is de verhouding bij oudere gewassen daarentegen zeer ruim, d.w.z. veel koolhydraten en weinig eiwit. Deze verhouding, die voor de zuurvorming door microben van veel belang is, kan als de oorzaak beschouwd worden van de in de praktijk welbekende ervaring dat de verschillende gewassen zich lang niet allen even goed voor inkUILing leenen.

Ook de aard der niet-eiwitachtige stoffen speelt hier waarschijnlijk een rol. Zoo laten bijv. lupinen, die toch een enge verhouding hebben, zich gemakkelijk ensileren, waarschijnlijk door de gemakkelijke aantastbaarheid van een deel der koolhydraten door micro-organismen.

c. Tegelijk met de uitreding van het perssap begint reeds de ontwikkeling van de steeds aanwezige, zeer bont samengestelde micro-flora. Zoodra de cellen zijn afgestorven en de celinhoud geheel aantastbaar is geworden, kan deze ontwikkeling snel voortgang vinden.

De groei en de werkzaamheid van de verschillende aanwezige microbensoorten worden beheerscht door vier factoren, die het milieu kenmerken: 1. zuurstof, 2. voedingsstoffen, 3. temperatuur en 4. zuurheidsgraad.

1. De eerste factor, het zuurstofgehalte van het milieu, is reeds besproken onder a. De aerobe ademhaling der planten veroorzaakt vanzelfsprekend een zuurstofarm milieu. Schimmels, die voor hun groei zuurstof noodig hebben, worden daardoor gehandicapt evenals de aerobe bacteriën. Bij te losse vulling, vooral mogelijk bij te droog materiaal, kan later zeer sterke schimmelvorming optreden. Overigens zijn alleen de kanten en randen gevaarlijke plaatsen voor schimmelvorming. Ook kan door een open drain de onderste laag in de silo gaan schimmelen. Door zorgvuldig te werken, d.w.z. kanten en randen goed van de lucht af te sluiten na het vullen van de kuilen, kan de zeer ongewenschte schimmelvorming voldoende voorkomen worden.

Daar het milieu spoedig zuurstofarm en zelfs zuurstofvrij wordt, resteeren er nog ontwikkelingskansen voor de melkzuurbacteriën, gisten en bacteriën van de coli groep, die zonder of met weinig zuurstof kunnen leven (facultatief anaeroob) en verder voor de op zuurstofvrije omgeving aangewezen boterzuur- en rottingsbacteriën.

2. Uit den aard der zaak hangen de voedingsstoffen sterk samen met het ingekuilde materiaal, zooals reeds bij de perssappvorming besproken is.

Voorals melkzuurbacteriën hebben belang bij een ruime verhouding tusschen koolhydraten en eiwitstoffen. Ook voor den groei van bacteriën van de coli-groep, voor gisten en voor boterzuur-bacteriën zijn koolhydraten noodig. Rottingsbacteriën kunnen daarentegen met eiwitstoffen volstaan, die daarbij zelfs tot ammoniak worden afgebroken onder vorming van allerlei onaangenaam ruikende nevenproducten.

3. De temperatuur van de ingekuilde massa wordt bepaald door de intensiteit der ademhaling, die reeds onder *a* besproken is. Aanvankelijk kende men aan de temperatuur den sterksten invloed toe op den aard der bacteriële processen in de kuilen. Het is echter gebleken dat de zuurheidsgraad in dit opzicht de overhand heeft.

Melkzuurbacteriën kunnen temperaturen verdragen tot ruim 55 °C. Er zijn groepen, die optimaal groeien bij lage temperatuur — rond 25 °C — andere bij hooge temperatuur — rond 45 °C — en meerdere soorten bij tusschenliggende temperaturen — veelal rond 37 °C —.

De boterzuurbacteriën zijn door de sporenvorming zeer bestendig tegen hooge temperaturen, zelfs omstreeks 100 °C wordt langen tijd door de sporen weerstaan! Zoodra de temperatuur daalt tot het voor den groei der boterzuurbacteriën optimale gebied — 25 à 35 °C meestal — en de overige groeifactoren gunstig zijn, kiemen de sporen en gaat de ontwikkeling dezer bacteriën ongestoord verder.

4. Voor zoover de zuurheidsgraad niet kunstmatig door zuurtoevoeging bepaald wordt, zijn de bacteriële processen voor veranderingen in den zuurheidsgraad verantwoordelijk. Deze factor hangt daardoor vanzelfsprekend nauw samen met de reeds genoemde drie, die immers in eerste instantie bepalen welke bacteriën de beste kansen krijgen. Zijn dit de zich naar verhouding zeer snel ontwikkelende melkzuurbacteriën, die reeds kunnen beginnen wanneer nog eenige zuurstof aanwezig is, dan kan bij aanwezigheid van voldoende vergistbare koolhydraten wel zooveel melkzuur gevormd worden dat de zuurheidsgraad stijgt tot de zeer lage pH 3,6. De groei der melkzuurbacteriën stopt n.l. pas geheel bij dezen hoogen zuurheidsgraad. De andere bacteriën, die zich anaeroob zouden kunnen ontwikkelen, hebben daarvoor echter een veel lageren zuurheidsgraad noodig. Boterzuurbacteriën blijven werkzaam tot een pH van ongeveer 4,2 (zie fig. 2), terwijl de coligroep zich bij lagere pH dan 4,7 niet meer ontwikkelt. Voor de rottingsbacteriën mag als grens eveneens ongeveer pH 4,7 worden aangenomen.

De zuurheidsgraad wordt in eerste instantie bepaald door de hoeveelheid koolhydraten, die tot melkzuur vergistbaar zijn, doch tevens door de eiwitstoffen, die door bufferwerking de pH daling tegengaan.

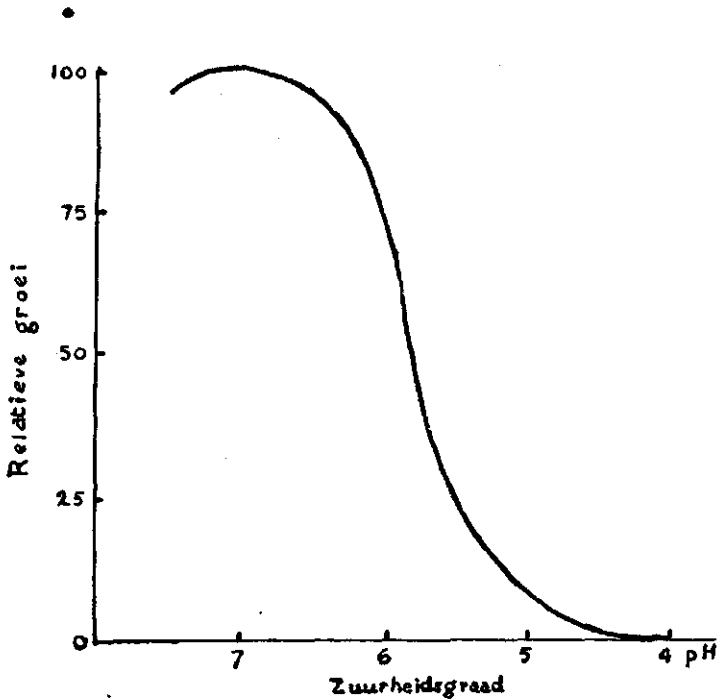
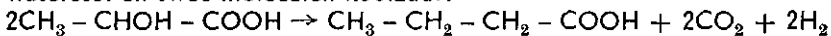


Fig. 2. De invloed van den zuurheidsgraad op den groei van boterzuurbacteriën, volgens A. J. Virtanen. De groei is optimaal bij een pH 6 à 7. Bij dalende pH wordt de groei vertraagd, tot bij pH 4,2 de groei geheel stopt (fig. 2 overgenomen uit Watson (1), pag. 140)

Deze bufferwerking, die het sterkst is bij een nauwe verhouding tusschen koolhydraten en eiwitstoffen, blijkt duidelijk uit de grafiek op blz. 10.

In de derde plaats kunnen de boterzuurbacteriën de pH van het kuilvoer tenslotte nog beïnvloeden. Komt door de melkzuurgisting door gebrek aan koolhydraten en/of door sterke bufferwerking van eiwitstoffen e.d. de zuurheidsgraad niet beneden pH 4,2, dan is daarna nog groei van boterzuurbacteriën mogelijk. Volgens Van Beynum en Pette (22) treedt dan *Clostridium tyrobutyricum* op den voorgrond, die in staat is melkzuur als energiebron te gebruiken. Daarbij worden twee moleculen melkzuur vergist tot maximaal één molecuul boterzuur plus twee moleculen waterstof en twee moleculen koolzuur.



Hierdoor wordt vanzelfsprekend de zuurheidsgraad van het kuilvoer aanmerkelijk verlaagd, temeer daar boterzuur een veel zwakker zuur

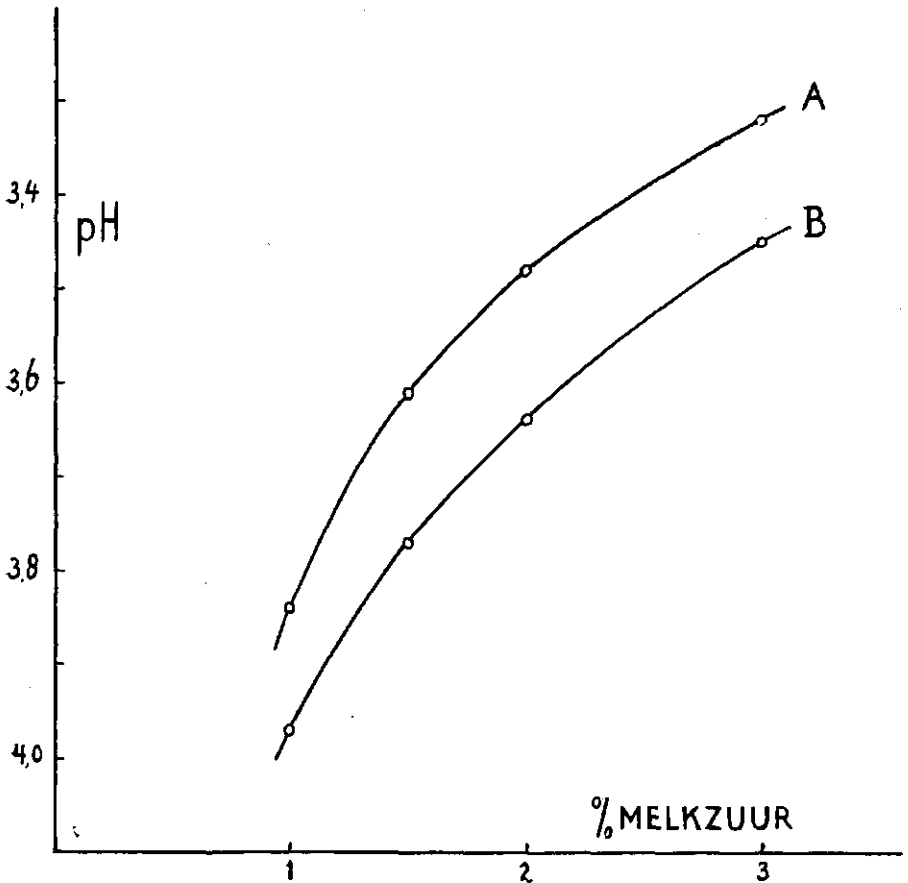


Fig. 3. Wanneer aan een gras- of gras-klavermengsel melkzuur wordt toegevoegd, blijkt de pH het laagst te worden in het materiaal dat het laagste eiwitgehalte bezit en daardoor de kleinste bufferwerking vertoont. Curve A geldt voor matig eiwitrijk gras, curve B daarentegen voor een zeer eiwitrijk gras-klavermengsel. (fig. 3 overgenomen uit Van Beynum en Pette (22), pag. 743.)

is dan melkzuur (dissociatiegraad slechts 10% van die van melkzuur). De pH van een dergelijken kuil stijgt dan ook voortdurend nadat de melkzuurgisting boven pH 4,2 eindigde.

Er is dus een vrij scherp bepaald gebied met stabiele zuurheidsgraad en een niet-stabiel pH traject; pH 4,2 vormt ongeveer de grens.

Zouden van een groot aantal kuilmonsters zonder zuurtoevoeging direct na afloop van de melkzuurgisting en vóór den eventueelen aanvang

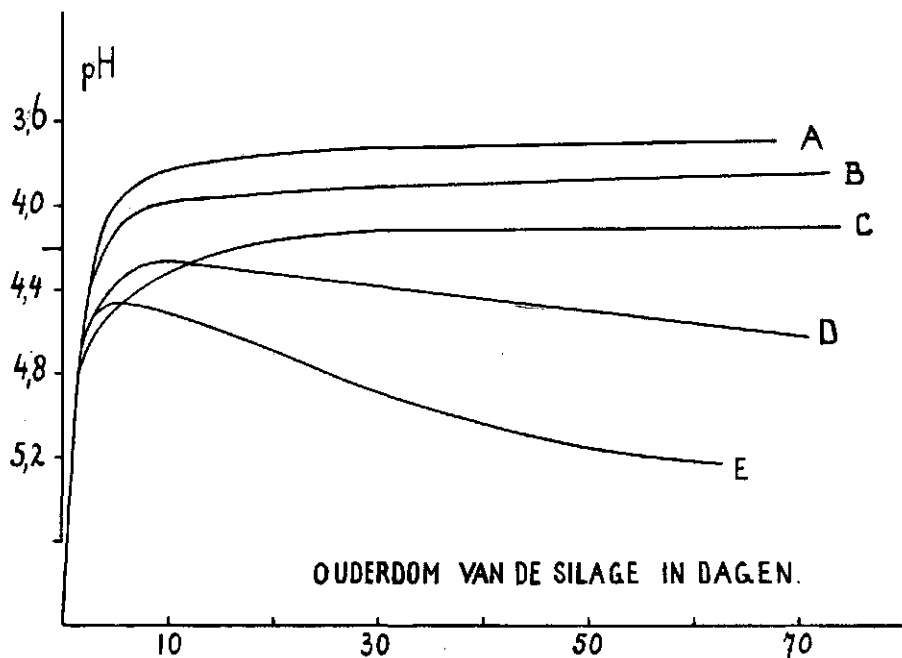


Fig. 4. Wanneer de zuurheidsgraad van een kuilvoeder snel stijgt tot beneden pH 4,2, blijft de pH bij het ouder worden van het kuilvoeder op hetzelfde peil (curve A, B en — nog precies stabiel — ook C). Komt de zuurheidsgraad echter niet beneden pH 4,2, dan stijgt de pH bij het ouder worden (curve D en E) (fig. 4 overgenomen uit Van Beynum en Pette (22), pag. 740)

van boterzuurgisting en eiwitafbraak de pH's bepaald worden, dan zullen de gevonden pH-waarden sterk varieëren in verband met het verschillend gehalte aan koolhydraten en eiwitstoffen. Van Beynum en Pette (22) geven daarvoor de volgende schematische voorstelling als voorbeeld (zie fig. 5, blz. 12).

Links in de bovenste figuur liggen de waarden der kuilvoerders met een hoog gehalte aan koolhydraten en weinig eiwitstoffen, naar rechts, die van materiaal met steeds nauwere verhouding tusschen deze beide stoffen. Theoretisch zijn de kuilvoerders in het gearceerde gebied — pH hoger dan 4,2 — voor na-gisting vatbaar.

Zooals boven werd uiteengezet zal de boterzuurbacterie *Clostridium tyrobutyricum* het melkzuur aantasten, wat den zuurheidsgraad verlaagt. Bij latere bepalingen van de pH-waarden zullen dus de kuilen, die oorspronkelijk een pH hadden van maximaal 4,2, gelijk gebleven zijn. De kuilen, die oorspronkelijk reeds hogere pH's dan 4,2 hadden, zullen

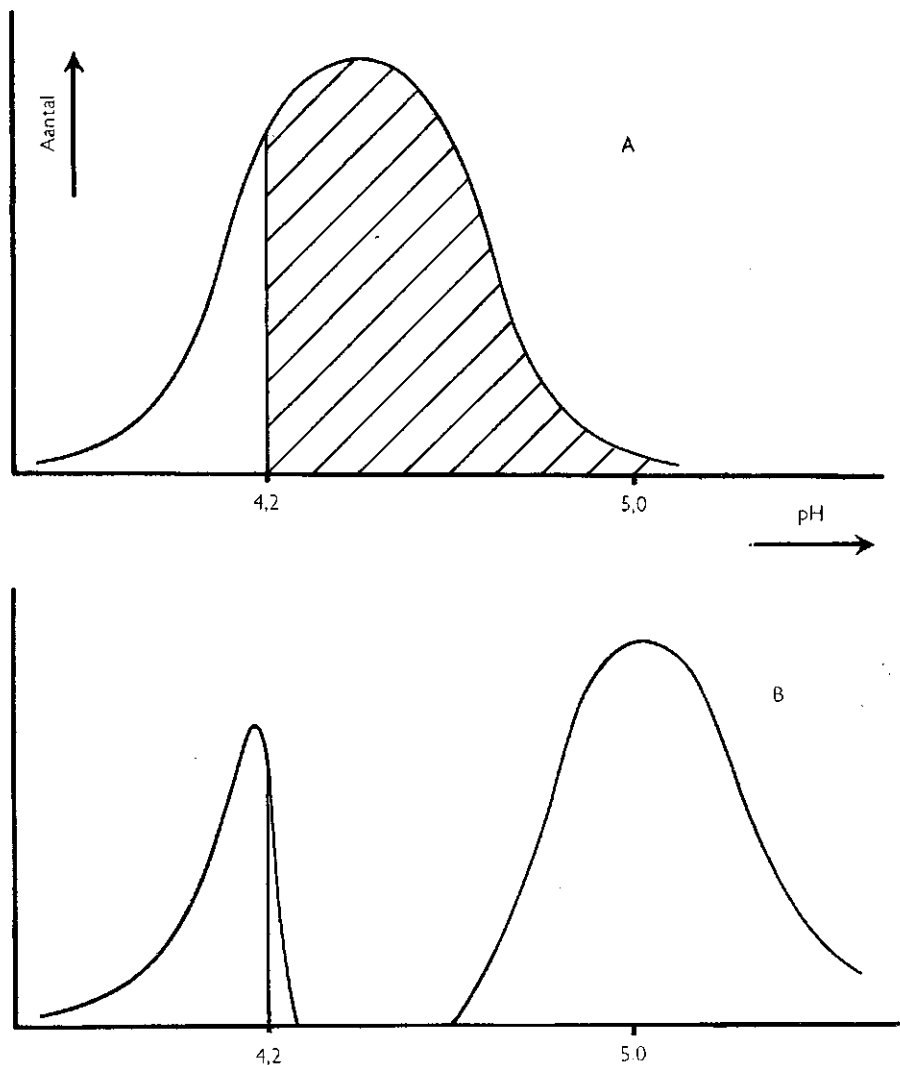


Fig. 5. Bij jonge kuilen zonder toevoeging heeft het grootste aantal kuilen een pH tussen 4,2 en 5,0 (schets A). Daar alleen de pH lager dan 4,2 een stabiel kuilvoer geeft, zullen bij oude kuilen weinig pH's gevonden worden tussen 4,2 en 5,0 (schets B).

Schets A geeft schematisch de toestand weer kort na het inkuilen zonder toevoeging van zuur e.d. of met onvoldoende toevoeging. Er zijn dan maar weinig kuilen aanwezig die een zuurheidsgraad bezitten van pH 4,0 en eveneens weinig kuilen met een pH hoger dan 5,0.

Schets B geeft een beeld van dezelfde kuilen, wanneer deze ouder zijn geworden. Het aantal kuilen met een zuurheidsgraad hoger dan pH 4,2 is gelijk gebleven, daar deze kuilen in het stabiele pH-gebied liggen. De aantallen kuilen met een zuurheidsgraad tussen pH 4,2, 5,0 en hoger zijn echter sterk veranderd, daar in deze kuilen nog sterke omzettingen konden plaats vinden. De meeste deze oude kuilen hebben dan een zuurheidsgraad, die overeenkomt met een pH van omstreeks 5,0.

echter later veranderd blijken te zijn, hetgeen in de pH stijging tot uiting zal komen. De pH-waarden van deze laatste kuilen zullen dus bij het tweede onderzoek naar rechts verschoven zijn! Dit wil zeggen dat in de praktijk bij onderzoek van dergelijke oude kuilen de figuur A niet te voorschijn zal komen bij de rangschikking der gevonden pH's, doch figuur B. Hoewel in jongen toestand bepaalde kuilen pH-waarden geleverd zouden hebben vlak boven 4,2, dus wel volgens curve A, zullen bij het ouder worden de pH's van deze kuilen naar hogere gebieden, rond pH 5 of hoger, verschoven zijn. Daar in kuilen beneden pH 4,2 geen stijging van de pH zal voorkomen, zullen bij onderzoek van oude kuilen geen pH-waarden gevonden worden dicht boven 4,2. Bij een door het R.L.P.S. te Hoorn ingestelde enquête (23) bleek dit inderdaad het geval te zijn zoals uit onderstaande kolommengrafiek blijkt.

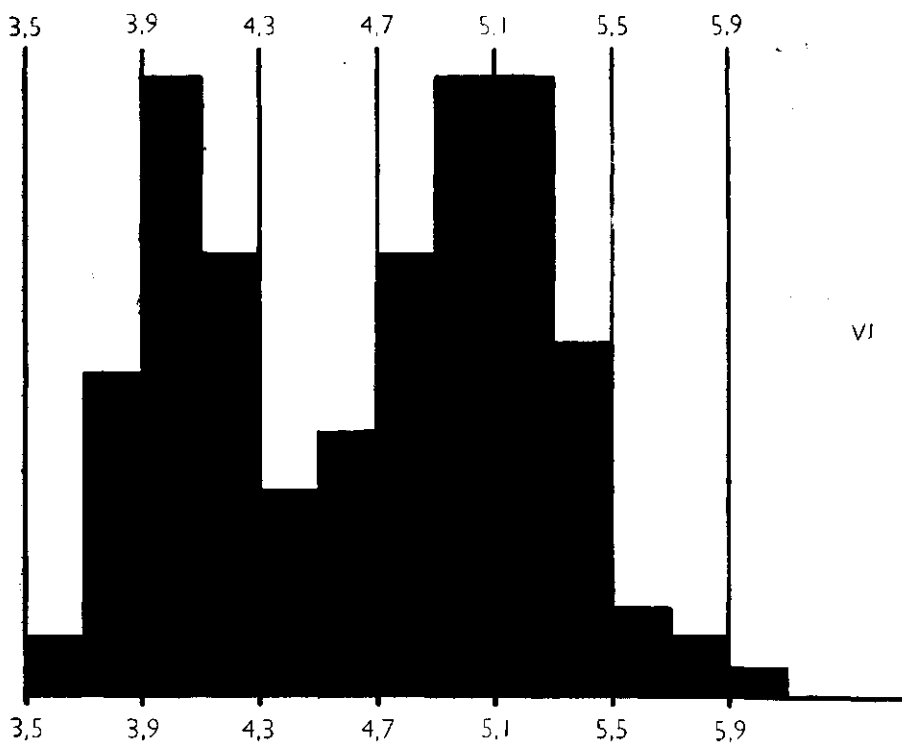


Fig. 6. geeft de uitkomst van het pH onderzoek van oude kuilen met wel, suiker of zonder toevoeging. Inderdaad blijkt het aantal kuilen met een zuurheidsgraad tusschen 4,2 en 5,0 gering te zijn. Er is een goede overeenstemming met de theoretische curve van fig. 5 B (zowel fig. 5 als 6 werden overgenomen uit Van Beynum en Pette (23), resp. pag. 130 en 134).

Tusschen pH 4,3 en 4,7 bevinden zich slechts 9 % der onderzochte kuilen, in het stabiele pH gebied beneden pH 4,2 daarentegen 35 % en in het gebied der bedervende silages 56 % der kuilen. Deze laatste kuilen ontstaan omdat de aanvankelijke stijging van de pH, tengevolge van de werking der boterzuurbacteriën de mogelijkheid van groei van rottingsbacteriën doet ontstaan, waardoor een verdere verhooging optreedt.

HOOFDSTUK II

DE KWALITEIT VAN KUILVOEDER

In dit hoofdstuk wordt de kwaliteit van kuilvoeder besproken in den zin van het al of niet geslaagd zijn van het kuilproces. Op grond van de bacteriële processen in de ingekuilde massa hebben Van Beynum en Pette (23) een indeeling gemaakt voor de bij het inkuilen te verwachten kuilvoedertypes. Deze indeeling is voor de praktijk van belang, daar de kwaliteit van kuilvoeder zeer nauw samenhangt met de bacteriële werkingen.

	Type A	Type B	Type C
geur	goed	slecht	broei
pH	laag	hoog	?
melkzuur	hoog	0	0
boterzuur	0	hoog	0
melkzuurbacteriën	aanwezig	aanwezig	afwezig
boterzuurbacteriën	afwezig	aanwezig	afwezig
suiker	aan- of afwezig	afwezig	veel
drogestof	zeer uiteenlopend		hoog

Dit schema is zuiver theoretisch. In de praktijk zijn de verschillen niet zoo scherp en wordt het schema tengevolge van overgangstypen en ongelijkmatigheden als volgt:

	Type A	Type B	Type C
geur	goed of vrij goed	slecht	broei
pH	laag	hoog	?
melkzuur	hoog	0 of bijna 0	0
boterzuur	0 à laag	hoog	0
melkzuurbacteriën	aan- of afwezig	aan- of afwezig	afwezig
boterzuurbacteriën	meestal aanwezig	aanwezig	afwezig
suiker	aan- of afwezig	afwezig	veel
drogestof	zeer uiteenlopend		hoog

In deze tabel wordt geen melding gemaakt van het al of niet voorkomen van azijnzuur. Dit zuur is meestal in kuilvoeders aanwezig; het wordt echter niet gevormd door azijnzuurbacteriën doch door melkzuur-, boterzuurbacteriën en bacteriën van de coligroep. Het is dus geen typisch kenmerk voor één bepaald gistingsverloop van het kuilproces.

Type A is vooral gekenmerkt door een hoogen zuurheidsgraad. Deze kan verkregen zijn door kunstmatige aanzuring of door een goede melkzuurgisting. Indien de temperatuur tijdens of na de ensileering niet al te hoog oploopt als gevolg van overmatigen broei, komt in het voeder spoedig de melkzuurgisting naar voren, wanneer deze door eventueele kunstmatige aanzuring niet onmogelijk gemaakt wordt. Tijdens deze melkzuurgisting, welke al naar gelang van de temperatuur langer of korter kan duren, stijgt de zuurheidsgraad door het melkzuur, dat gevormd wordt. Wanneer geen doelmatige kunstmatige aanzuring plaats vindt ontwikkelen zich in de eerste dagen ook andere bacteriën, doch al spoedig bestaat de nevenflora hoofdzakelijk uit de tamelijk zuurresistente coli bacteriën, die bij een zuurheidsgraad van ongeveer pH 4,7 eveneens verdwijnen. Indien de koolhydraatvoorziening en de verhouding koolhydraten-eiwitstoffen het mogelijk maken, blijft dan alleen maar meer groeimogelijkheid voor de melkzuurbacteriën over. In de meeste gevallen zal de eind pH echter niet ver beneden de stabiliteitsgrens 4,2 dalen. Bij type A behoren echter alleen de kuilen, waarin de zuurheidsgraad minstens pH 4,2 bedraagt. In een zoo zuur milieu kunnen zich geen andere bacteriën ontwikkelen en deze silages bevatten dan ook alleen boterzuur in die gevallen, waar de zuurheidsgraad door ongelijkmatigheden in de kuilmassa, hetzij door verschil in rijkdom aan koolhydraten en eiwitten, hetzij door ongelijkmatige kunstmatige aanzuring, plaatselijk lager is gebleven dan met pH 4,2 overeenkomt. In deze plekken of lagen met hogere pH kan nog boterzuurgisting optreden, wat in de praktijk dan ook meestal gevonden wordt. Vandaar dat men liever de pH beneden 4,0 ziet!

Dit type A is uiterlijk in de eerste plaats gekarakteriseerd door een heldere, meestal gelige tint en door een goeden geur, aangenaam frisch zuur, eenigszins zoet of ook vaak iets azijnzuurgeur.

Bij chemisch onderzoek valt de lage pH op, die beneden 4,2 ligt. Wanneer geen kunstmatige aanzuring plaats vond en de hooge zuurheidsgraad door de melkzuurgisting ontstaan is, zal een hoog melkzuur gehalte worden gevonden, meer dan 1 %. Had de ingekuide plantenmassa een zeer hoog gehalte aan vergistbare koolhydraten, dan is daarvan in sommige gevallen zelfs na sterke melkzuurgisting nog iets over in het kuilvoer.

Meestal is bij type A eenig boterzuur (enkele tiende deelen van procenten) aanwezig als gevolg van ongelijkmatigheden in de plantenmassa,

vooral wanneer met bepaalde toevoegingen gewerkt werd. Dit moet echter beneden 0,2 % blijven. Een relatief hoog boterzuurgehalte wijst dus op ongelijkmatige samenstelling van het kuilvoeder. Dit boterzuur zal dan veelal geleverd zijn door de voor de kaasbereiding gevaarlijke boterzuurbacteriën van het type *Clostridium tyrobutyricum*, die melkzuur als energiebron kan gebruiken. De suikervergiftigende boterzuurbacteriën van het type *Clostridium saccharobutyricum* (niet gevaarlijk voor de kaasmakerij!) zullen meestal weinig gelegenheid krijgen. De melkzuurbacteriën, die in grooten getale aanwezig waren, blijken in oude kuilen van dit type vaak afgestorven te zijn.

Type B ontstaat uit plantenmateriaal, waarvan de samenstelling zoodanig is, dat de bij het inkuielen (zonder of met te zwakke kunstmatige aanzuring) door melkzuurbacteriën te vormen hoeveelheid melkzuur aan het einde van deze gisting te gering is om den zuurheidsgraad in het stabiele pH gebied te brengen. De pH van dit type ligt dus steeds boven pH 4,2, vooral bij oude kuilen. De boterzuurbacteriën van het type *Cl. tyrobutyricum*, welke zich in deze kuilen wel steeds kunnen ontwikkelen, tasten het melkzuur aan en veroorzaken daardoor de pH stijging. Na langeren of korteren tijd is deze pH stijging voldoende om de rottingsbacteriën gelegenheid te geven zich te ontwikkelen. Deze ontwikkeling gaat gepaard met aantasting van eiwitstoffen, die tot ammoniak worden afgebroken, hetgeen de pH stijging nog versnelt.

Kuilvoeder van type B raakt dus tenslotte bedorven door boterzuurgisting en rotting. Ligt de pH na de melkzuurgisting zeer dicht bij pH 4,2 dan zal dit bederf langzamer plaats vinden dan bij hogere pH's. Bovendien schijnt de snelheid, waarmee deze bedervingsprocessen verlopen, afhankelijk te zijn van de vochtigheid van het kuilvoeder. In droge silages verloopt het bederf langzamer dan in natte.

Kuilvoerders van dit type zijn gekenmerkt — vrijwel zonder uitzondering — door een slechten, onaangename geur, door de rotting en de boterzuurgisting. Chemisch valt direct de hooge pH op, waarvoor waarden van 5, 5,5 en zelfs hogere gevonden worden. Het oorspronkelijk gevormde melkzuur is later door de boterzuurbacteriën omgezet, o.a. in boterzuur, zoodat het melkzuurgehalte zeer laag (vaak maar enkele tiende deelen van procenten) en het boterzuurgehalte hoog is (vaak meer dan 1%).

Vergistbare koolhydraten zijn in kuilvoerders van type B niet meer aanwezig; de slechte kwaliteiten van dit type zijn juist veroorzaakt doordat het koolhydraatgehalte van de ingekuilde massa (vaak ondanks toevoeging, van bijv. een weinig suiker of suikerhoudende stoffen) te gering was om na de volledige vergisting door melkzuurbacteriën het stabiele pH gebied te bereiken.

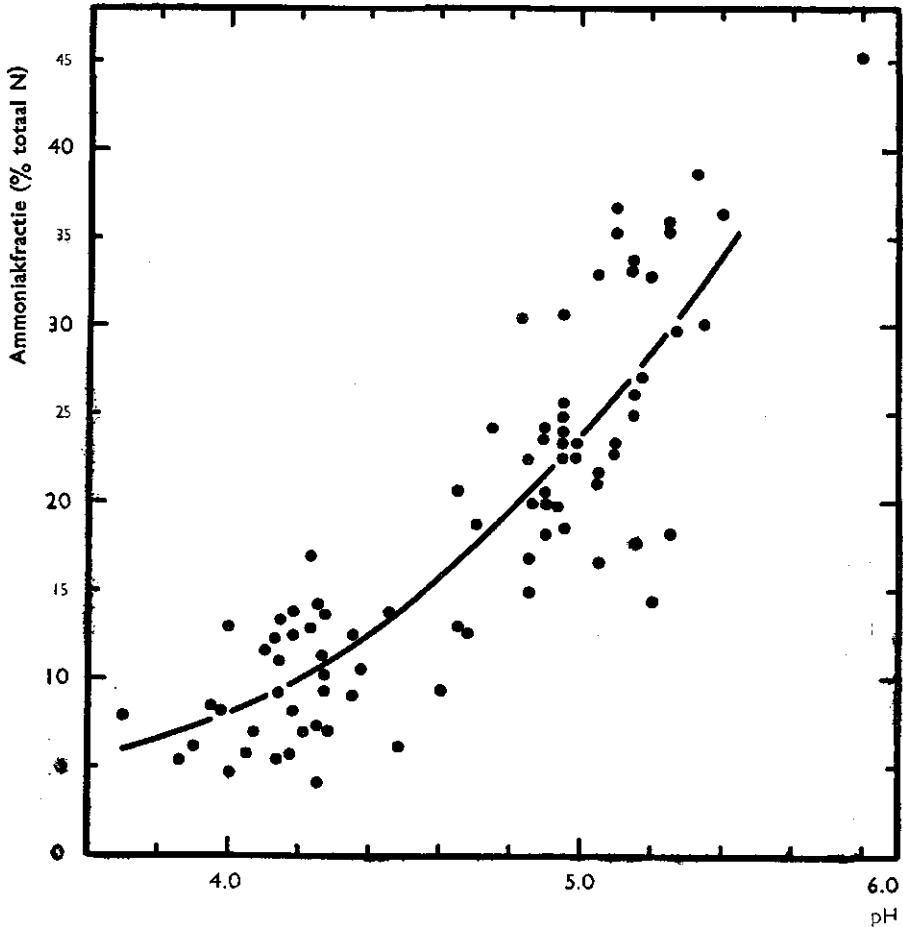


Fig. 7. De eiwitafbraak gaat gepaard met ammoniakvorming. Deze ammoniakvorming is des te grooter naarmate de pH hoger is. Daar de zuurheidsgraad door de ammoniakvorming verlaagd wordt, vloeit hieruit weer een nog grotere eiwitafbraak voort (fig. 7 uit Brouwer (6), pag. 88).

Ook bij type B zijn de melkzuurbacteriën in oude kuilen vaak dood; de kans hierop is grooter naarmate de pH hoger is.

Type C omvat de echte broeikuilen. Als na het optassen de temperatuur in de plantenmassa snel tot hoge waarde stijgt (boven 55 °C), zoals bij het langzaam inkuielen van sterk verwelkt droog materiaal, dan worden de niet-sporenvormende melkzuurbacteriën gedood. Melkzuurgisting is

in zulke kuilen niet mogelijk. Ook boterzuurgisting en rotting blijven achterwege wanneer de gebroeide plantenmassa voldoende droog is. Bij voldoende vocht kunnen zij wel optreden, waarbij de boterzuurgisting dan waarschijnlijk veroorzaakt wordt door suikervergistende boterzuurbacteriën.

Deze broeikuilen zijn gekenmerkt door hun droogte en den bekenden broeigeur. Van de pH kan niet veel met zekerheid gezegd worden, meestal liggen de waarden echter beneden pH 5,0, soms zelfs dicht bij 4,0. Het is nog niet duidelijk waaraan deze lage pH, die ook in gebroeid hooi waargenomen is, moet worden toegeschreven.

drogestof %	pH	melkzuur %	azijnzuur %	boterzuur %	suiker ¹⁾	boterzuurbacteriën	melkzuurbacteriën		geur
							direct bepaald	bepaald na ophooping	
50	4,06	0,32	0,39	0	****	geen	geen	enkele	hooibroei
36	4,15	0,27	0,41	0	*****	geen	geen	enkele	broei
23	4,18	0,36	0,37	0,11	***	geen	geen	vrij veel	ester, roggebrood
40	4,50	0,38	0,21	0	*****	geen	geen	geen	broei
28	4,55	0,23	0,51	0,05	*****	geen	geen	enkele	broei
28	4,59	0,25	0,26	0,02	*****	geen	geen	geen	hooibroei

¹⁾ het aantal * geeft aan de mate van aanwezigheid.

Bij type C is de temperatuur zoo hoog geweest, dat de melkzuurbacteriën afgestorven zijn en slechts zeer weinig melkzuur konden vormen.

Bij deze droge kuilen ontwikkelen zich veelal evenmin boterzuur- en rottingsbacteriën. Boterzuur is dus meestal afwezig. Suikers kunnen nog in grootere hoeveelheden worden aangetroffen.

Bij vochtiger plantenmateriaal echter wel ontwikkeling van boterzuurbacteriën (die door sporenvorming bestand zijn tegen de hooge broeitemperaturen), waardoor de vergistbare suikers omgezet worden. Dit type boterzuurbacteriën is niet schadelijk voor de kaasmakerij.

Type C met boterzuurvorming vertoont veel overeenkomst met kuilen van type B, waarin de melkzuurbacteriën op den langen duur gestorven zijn. In deze beide typen is melkzuur practisch afwezig — bij type C nl. nooit gevormd en bij type B door boterzuurbacteriën ontleed.

Overgangstypes

Bij de inkuiling is het zeer moeilijk een volkomen homogeen product te maken, zoodat de bovenstaande types slechts zelden in zuiveren vorm

zullen voorkomen. Er zal een zekere overgang zijn van het eene type in het andere. Zoo kunnen in een kuil broeiplekken voorkomen naast kouder gebleven lagen, waardoor het kuilvoer noch karakteristiek is voor type A, noch voor B, noch voor C. Een ongelijkmatig kuilvoer met lage pH, dus van type A, kan zeer goed meer of minder dikke lagen van type B bevatten. Verder zal een jonge kuil van type B door een pH dicht bij 4,2, veel op type A lijken.

In hoeverre kan de landbouwer nu zelf uitmaken tot welk type zijn kuilvoeder behoort?

Daar het van groot belang is dat de practici een goed oordeel hebben over de mate van slagen van het inkuilingsproces, zullen we hier nog wat verder op ingaan.

Er zijn inderdaad enkele factoren, die voor de typeering van het kuilvoer van belang zijn en zonder kunstgrepen beoordeeld kunnen worden. Dit zijn kleur, structuur en vooral de geur van het kuilvoeder.

Bij graskuil is een blanke gele tint een aanwijzing dat het kuilproces geslaagd is. Bij hogere pH is de kleur groener en vaak grauwer. De kleur is verder echter ook afhankelijk van de temperatuur. Door hogere temperatuur wordt de kleur n.l. bruiner en bij sterken broei zelfs zeer donker bruin.

Een derde factor, die de kleur van het kuilvoer beïnvloedt, is de botanische samenstelling van het uitgangsmateriaal. Komen daarin grootere percentages vlinderbloemigen voor, dan is de kleur bij eenzelfde temperatuur aanmerkelijk donkerder dan bij den min of meer zuiveren graskuil.

De kleur alleen geeft daardoor geen scherpe aanwijzing. Dit is evenmin het geval met de structuur.

Bij goede kuilen blijft de structuur van blad en stengeldeel goed behouden, hetgeen niet het geval is bij slechte kuilen, waarvan het materiaal week en zelfs glibberig kan zijn geworden.

Uit het onderzoek van Brouwer (6), betrekking hebbende op 121 kuilen en silo's, bleek de geur een betere, scherpere aanwijzing te geven over het slagen van de ensilage. Daartoe moest de geur echter beoordeeld worden door ervaren personen. De beoordeelingen der landbouwers zelf bleken vaak onjuist te zijn.

Wanneer de geur echter nauwkeurig bepaald wordt, blijken de kuilen met „zoeten” geur over het algemeen lage pH waarden, omstreeks pH 4,0, te hebben. Hogere waarden, tot boven pH 5,0 kwamen echter toch nog wel voor. Het meerendeel der kuilen, waarvan de geur als „zoet” beoordeeld werd, behoorde tot het goede type A.

De kuilen met „estergeur” (denken aan diverse soorten zuurtjes) en

in nog sterkere mate die met „rottingsgeur” hadden gemiddeld een aanmerkelijk hoogere pH, zooals uit nevenstaande grafiek blijkt.

Ook het ammoniakgehalte en het boterzuurgehalte blijken hooger te zijn naarmate de geur slechter beoordeeld wordt.

monsters	pH	ammoniak-N in % van totaal-N	azijnzuur (%)	boterzuur (%)
met overwegend zoeten geur . . .	4,25	12,0	0,46	0,35
„ „ estergeur	4,96	22,0	0,46	1,21
„ „ rottingsgeur . . .	5,20	31,4	0,37	1,50
„ „ broeigeur	4,53	11,4	0,50	0,29

Daar een juiste beoordeeling van den geur nogal moeilijkheden blijkt te geven zou het heel belangrijk zijn wanneer elke landbouwer naast de zintuigelijke beoordeeling op een eenvoudige wijze de pH van het kuilvoeder bepaalde of via een bedrijfsvereniging liet bepalen. Daarvoor zouden indicatorpapiertjes, bijv. Lyphan L 662 (voor pH traject 3,9 – 5,4) heel geschikt zijn. Deze papiertjes worden gedrenkt in het sap, dat uit het kuilvoeder geperst kan worden. Dit sap geeft een kleur aan den indicator, die overeenkomt met den zuurheidsgraad. Door vergelijking van deze kleur met de op hetzelfde strookje aanwezige vaste kleuren kan de pH geschat worden.

Nog beter zou het zijn wanneer van alle kuilvoerders monsters genomen werden voor bepaling van de voederwaarde en daarmee tegelijk voor pH bepaling en typeering bijv. door het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen.

HOOFDSTUK III

DE METHODEN VAN INKUILEN

Het is opvallend dat zooveel verschillende methoden bij het inkuielen in toepassing zijn gebracht. Dit demonstreert zeer duidelijk de groote aantrekkelijkheid van het inkuielen als vorm van verduurzaming. Dat men steeds opnieuw probeerde de achtereenvolgens voorkomende moeilijkheden te overwinnen is zeker daaraan te danken.

Men kan zich de vraag stellen aan welke eischen een goede methode van inkuielen moet voldoen. Het antwoord hierop zal in nauw verband moeten staan met het doel, waarvoor men het kuilvoer wil gebruiken. Zoo zal voor mestvee een bepaald kuilvoeder nog zeer geschikt kunnen

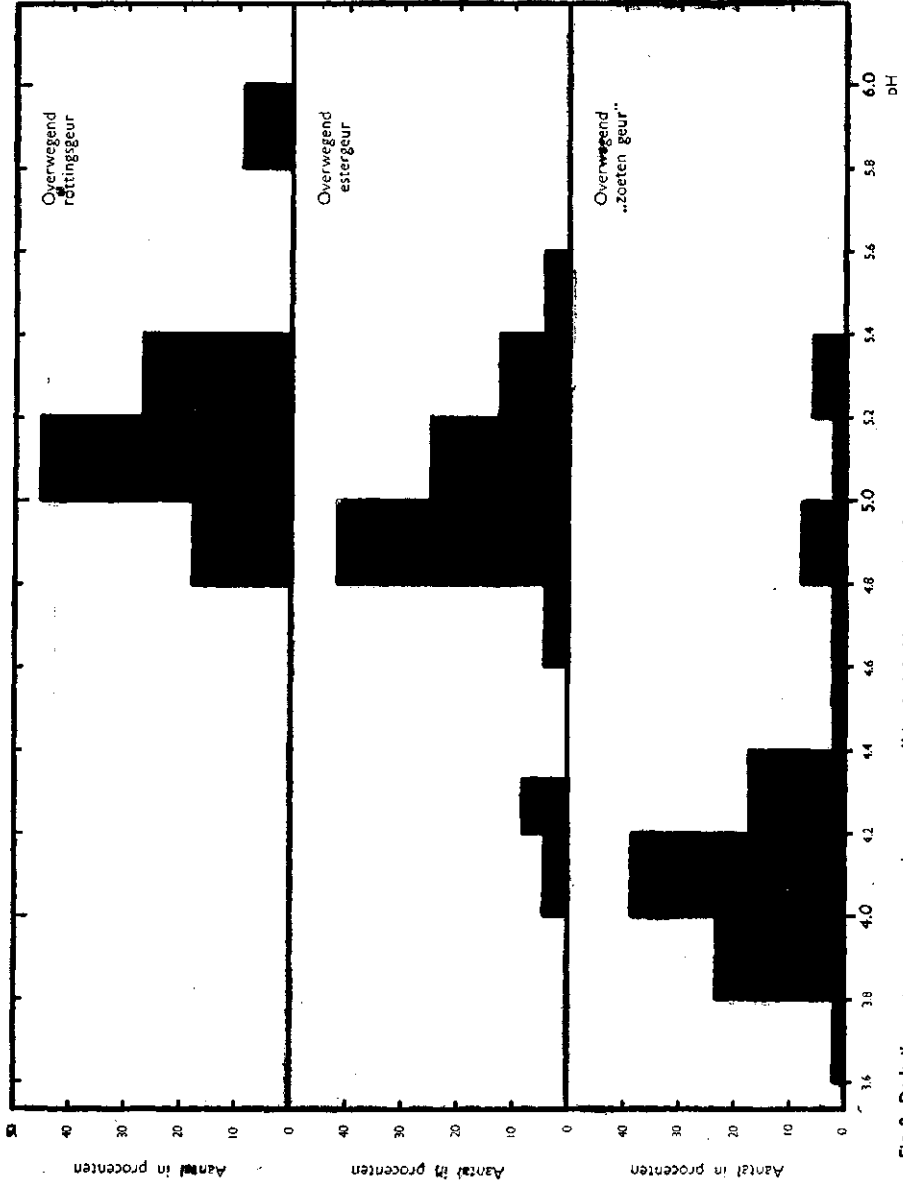


Fig. 8. De kullen met een overwegend „zoeten geur” (onder) hebben over het algemeen de laagste pH-waarden (gemiddeld 4,25); bij de kullen met een overwegend estergeur (midden) is de pH gemiddeld belangrijk hoger (gemiddeld pH 4,96) en bij de kullen met overwegend rottingsgeur doorrengomen nog weer hoger (gemiddeld 5,20) (fig. 8 overgenomen uit Brouwer (6), pag. 82).

zijn, terwijl het door onaangename reuk bijv. voor melkvee veel minder goed is. Voor de in Nederland geldende omstandigheden waarbij de veehouderij vooral op zuivelproducten gericht is, zullen echter de eischen voldoende zwaar moeten zijn, omdat melk gemakkelijk geuren opneemt. Van Beynum en Pette (21) formuleerden de voor onze omstandigheden noodzakelijke eischen als volgt:

- 1e. Er mag slechts weinig verlies aan drogestof bestanddeelen zijn.
- 2e. Het voedsel moet in goed verteerbaren vorm blijven
- 3e. Het vee moet het geconserveerde voedsel graag eten
- 4e. De kaasbereiding mag er geen nadeel van ondervinden
- 5e. De methode moet in de praktijk gemakkelijk uitvoerbaar zijn
- 6e. Als zesde punt kan nog genoemd worden dat de kosten van het inkuilen niet te hoog mogen zijn.

De veelheid van werkwijzen, die in den loop der jaren ontwikkeld werden, voldoen in meerdere of mindere mate aan deze zes punten. In dit hoofdstuk zullen de verschillende methoden besproken worden, zonder echter op de zes eischen in te gaan. Deze komen in de volgende hoofdstukken ter sprake.

De bestaande werkwijzen kunnen in enkele groepen verdeeld worden, die hier achtereenvolgens genoemd en daarna uitvoeriger besproken zullen worden.

1. De *temperatuurgroep* omvat de oudste en in oorsprong eenvoudigste wijzen van inkuilen. Deze groep is gebaseerd op de vroeger heerschende meening, dat de temperatuur, die de kuilmassa na het optassen bereikt, beslissend is voor het eindresultaat. In verband hiermee ging men al spoedig mechanische en physische middelen te hulp roepen om de temperatuur goed te kunnen beheerschen.

2. Op de tweede plaats volgt een groep van *methoden om de melkzuurvorming bij het kuilproces te stimuleeren*. Deze groep is gebaseerd op de gedachte dat het slagen van den kuil afhankelijk is van de melkzuurvorming. Deze trachtte men daarom op meerdere manieren te stimuleeren.

3. Uit deze tweede groep — gedeeltelijk reeds tegelijk met de ontwikkeling daarvan — is weer een volgende ontstaan, uitgaande van de waarneming dat de gunstige invloed van een sterke melkzuurvorming berust op een hoogen zuurheidsgraad. Tot deze groep behooren de *werkwijzen om den zuurheidsgraad van het kuilvoeder door kunstmatig aanzuren direct op het gewenschte niveau te brengen*.

4. Tenslotte dient nog een groep onderscheiden te worden voor de verschillende pogingen, die allen gericht zijn op het *steriel maken van de gekuilde massa*.

1. De temperatuurgroep

Bij deze groep kunnen we enkele min of meer in elkaar overgaande types onderscheiden, die onder bepaalde omstandigheden elk een meer of minder groote verbreiding gevonden hebben.

1. De min of meer warm wordende kuilen

De min of meer warm wordende kuilen, die vooral in Amerika voorkomen, als *het* kuiltype voor mais. Dit is het type, waarmee door Gofart de opbloei van het verduurzamen door middel van verzuring begon.

2. De warme Hollandsche kuilen

De warme Hollandsche kuilen, nog beter broeikuilen, waarvoor vooral Nederland bekend is.

3. De koude kuilen, welke meer speciaal in Duitschland voorkomen.

Dit opmerkelijke verschil in geografische verbreiding is toe te schrijven aan den aard der gewassen, die in de betreffende streken voor het inkuilen in aanmerking komen.

1. De min of meer warm wordende kuilen

De min of meer warm wordende kuilen zijn gekenmerkt door een slechts geringe temperatuurstijging (gemiddeld wordt $\pm 32^{\circ}\text{C}$ bereikt) tijdens en na het vullen. Als kuilgewas wordt bij dit type vaak mais gebruikt, welke geoogst wordt, wanneer 75% van de korrels door het melkachtige stadium heen zijn. Het gewas wordt gehakseld en in een silo opgeborgen. In Amerika gebruikt men daarvoor heel hoge silo's, torensilo's genaamd, die met behulp van Jacobsladders of aan de hakselmachines gemonteerde waaiers gevuld worden zoo snel als de hakselmachine dat maar mogelijk maakt.

In dergelijke hoge silo's wordt de massa voldoende samengedrukt door het eigen gewicht; boven in is echter wat aantrappen over de geheele oppervlakte wel gewenscht. Een zware bedekking wordt niet aangebracht; men volstaat met een laag nat gemaakt gehakseld stroo, zaagsel of kaf, terwijl ook wel haver — die spoedig gaat kiemen — met gunstig gevolg door het stroo gestrooid wordt.

In deze kuilen treedt door het hoge suikergehalte van het ingekuilde gewas een snelle en sterke melkzuurgisting op, zoodat meestal het stabiele pH traject bereikt wordt. Veelal dus kuilvoeder van type A. Bij jongere mais en andere gewassen met overeenkomstig ongunstiger verhouding tusschen koolhydraat en eiwit echter meestal slechts kuiltype B, met soms zelfs sterke boterzuurgisting.

2. De warme Hollandsche of broeikuilen

Gras heeft een veel minder gunstige verhouding tusschen koolhydraten en eiwitstoffen dan mais, zoodat er zonder speciale maatregelen te nemen veel minder kans is op het bereiken van een stabiel kuilvoer. Men deed echter de ervaring op dat het kuilresultaat beter was naarmate de temperatuur van de kuilen hooger werd. De kuilmassa moest goed gaan broeien. Deze temperatuur van rond 55 °C kon men bereiken door langzaam te werken en daarbij niet te jong gras te gebruiken, dat te velde een of twee dagen was voorgewelkt. Door de vulling van de kuilen bij gedeelten uit te voeren (door tusschen de vullingen enkele dagen te wachten wordt soms meer dan vier weken gedaan over een flinken kuil!) wordt de ademhaling in de plantenmassa sterk bevorderd en daarmee dus de temperatuursverhooging. Droger materiaal is sneller te verwarmen dan vochtiger, zoodat het verwelken te velde gunstig werkt op de temperatuurstijging. Jong gras is meestal vochtiger dan het oudere gras en klinkt tevens door de fijnheid sterker en sneller ineen, hetgeen ongunstig is voor een sterke ademhaling.

Deze kuilen worden meestal op zeer eenvoudige wijze opgezet. Vaak wordt op een hoekje dicht bij de boerderij een vrij ondiepe, ronde of langwerpige kuil gegraven, waarin met het optassen van de massa begonnen wordt. Vaak ook wordt de geheele kuil bovengronds opgebouwd. De geheele kuilhoogte bedraagt meestal ongeveer twee meter, de doorsnee vaak 3 à 4 meter, soms echter wel 7 à 8 meter. Bovengrondsche kuilen worden meestal slechts bovenop met een flinke laag grond bedekt (± 40 à 50 cm). Gedeeltelijk in den grond zittende kuilen echter vaak ook rondom. Bij het vullen dezer kuilen laat men de temperatuur laagsgewijze oploopen, om pas dan weer met het vullen door te gaan. Regelmatigheid van werken is in dit opzicht zeer belangrijk; dikwijls is het echter niet mogelijk een over de geheele doorsnee regelmatig product te winnen daar men de verschillende factoren, die de temperatuur bepalen, niet in de hand heeft. Bij goede kuilen van deze methode kan het kuilvoeder onder type C gerangschikt worden; meerendeels is echter een overgangstype tusschen B en C te verwachten. Dit soort kuilen geeft echter steeds groote randverliezen en alle bezwaren tezamen nemende komt men tot de gevolgtrekking, dat het systeem eigenlijk te veroordeelen is.

In het buitenland heeft men deze methode ook wel toegepast en zelfs verschillende pogingen gedaan om een zekerder resultaat te kunnen krijgen. Allerlei mechanische persinstallaties zijn geprobeerd om de

¹⁾ Zie Maandblad Vereen. van Oudleerlingen der Rijkslandbouwwinterschool 1890, blz. 133. Een verslag met Blunt's zoet groenvoerders in Groningen.

temperatuurstijging in toom te houden¹⁾). Bij te sterken broei kan immers zelfverkoling van het voeder optreden! Al deze persinstallaties maakten het inkuilen echter zeer omslachtig en zijn daardoor spoedig in onbruik geraakt.

Door de massa met behulp van stoom, heete lucht en electricischen stroom tot de gewenschte grens te verwarmen heeft men evenmin voldoende succes weten te bereiken.

3. De koude kuil

De koude kuil is speciaal bedoeld om de koolhydraatverliezen door de ademhaling, die speciaal bij den warmen Hollandschen kuil aanmerkelijk zijn, tegen te gaan. Dit bereikt men door de te hakselen plantenmassa snel in te kuilen zonder verwelking te veld en tijdens het vullen reeds door aantrappen voor een sterke persing te zorgen. De hoeveelheid ingesloten lucht is daardoor zeer gering en de bacteriëele processen overwegen zeer sterk t.o.v. die der afstervende plantenmassa zelf. Deze kuilen worden dus in eenen klaargemaakt, veelal in een silo met bodem om het persapp in den kuil te houden zoolang dit noodzakelijk geacht wordt. De massa wordt met een zware deklaag afgesloten. Het is wel merkwaardig dat bij deze methode dezelfde persen in gebruik zijn genomen, die oorspronkelijk voor de warme kuilmethode ontworpen werden. De handigste typen — echter nog vrij omslachtig — werken met een houten deksel, waarop zware drukking wordt uitgeoefend door hefboomen of dommekrachten. De weerstand, die voor het bereiken van deze persing noodig is, wordt meestal geleverd door de wanden der silo's, die daarvoor voldoende stevig moeten zijn. Enkele van gaten of insnijdingen voorziene ijzeren staven worden wel langs de wanden der silo's bevestigd, waardoor voor de hefboomen op de gewenschte hoogten in de silo's de noodige vaste punten beschikbaar zijn.

Daar elke laag direct onder druk gezet moet worden en voor het vullen van de volgende laag het deksel weer verwijderd moet zijn, is een en ander nogal bewerkelijk. Door het klinken der kuilmassa moet men steeds nagaan of de persing op de bovenlaag niet meer bijgesteld dient te worden.

Alleen wanneer het in te kuilen materiaal voldoende rijk is aan koolhydraten kan een kuilvoeder van type A verwacht worden. Over het geheel echter is dit niet het geval en komt type B voor den dag. Met voedermengsels, waarin niet te veel vlinderbloemigen opgenomen zijn, worden wel gunstige resultaten bereikt wanneer de massa voldoende oud is bij het maaien, d.i. liefst iets verder dan den volen bloei der hoofdbestanddeelen van het voedermengsel.

II. Bevordering van de melkzuurvorming

Toen het duidelijk was geworden dat de melkzuurgisting in de meeste kuilen onvoldoende begunstigd werd, heeft men gezocht naar middelen om deze kansen te verbeteren. Men vond gunstige werking van suikers en suikerhoudende stoffen als ruwe of gedensureerde riet- of biet-suiker, melasse, suiker- en melassepulp, aardappelvlokken, gestoomde en rauwe aardappelen, suiker- of voederbieten, graanmeel (speciaal van gekiemd graan, „schot”) en suikerrijke gewassen als mais.

De eenige werkwijze, die steeds een goed resultaat oplevert, bestaat in zeer innige menging van het toevoegsel aan het in te kuilen materiaal.

Een der eerste methoden was die van Völtz, die bij het bereiden van kuilvoer volgens de koude methode suiker toevoegde naar $\frac{1}{2}$ à 1 % van de versche plantenmassa.

Het benodigde percentage is vanzelfsprekend afhankelijk van hetgeen in de plantenmassa zelf al aan vergistbare koolhydraten aanwezig is. Voor jonge producten mag echter wel ongeveer 3 % suiker worden toegevoegd om een voldoende melkzuurgisting te krijgen.

Dit komt neer op ongeveer 5 % melasse, 15 % versche aardappelen, 7 % gestoomde aardappelen, 4 % aardappelvlokken, 5 % melasse of suikerpulp, \pm 4 % graanmeel en \pm 3 % aardappelmeel.

Het is het beste deze toevoegingen in vloeibaren vorm aan te wenden, daar dit de beste menging mogelijk maakt. Suiker wordt in zooveel water opgelost, dat de oplossing goed te versproeien is. Melasse wordt eveneens verdund met een enkele of dubbele hoeveelheid water.

Melasse- en suikerpulp, aardappelvlokken, gestoomde aardappels en graanmeel strooit men het best door dunne laagjes van het kuilmateriaal heen, welke pas flink worden aangetrapt nadat een gieter water over de massa heen gespreoid is.

Een methode, die zeer gunstige resultaten heeft opgeleverd, is het gebruik van aardappels en bieten als toevoeging aan het gras volgens de methode Hardeland. Deze monteerde een — helaas erg onhandelbare — combinatie van een hakselmachine, een maalinrichting en de voor aandrijving benodigde motor op een verrijdbaar onderstel. Het in te kuilen jonge gras of ander groenvoeder wordt door de hakselmachine gehakseld, terwijl de toe te voegen aardappelen of bieten door de maalinrichting vermalen worden tot een meer of minder dikke brij. Doordat de uitlaat van de malerij uitkomt in het direct aan de hakselmachine gemonteerde waaierhuis wordt het gehakselde voeder goed gemengd in de silo geblazen. De massa laat zich daar stevig aantrappen, doch beklinkt nadat de in snel tempo doorgezette vulling beëindigd en een flink gronddek aangebracht is, nog aanmerkelijk. Voor Nederlandsche omstandigheden zou

volstaan kunnen worden met een naast een jacobsladder geplaatsten molen, waarvan de uitlaat gericht werd op den transportband. Wanneer jong gras zorgvuldig in een dun laagje wordt uitgespreid op den band zou een voldoende menging verkregen kunnen worden met de op den band sputterende fijngemalen aardappelen of bieten. Ook gestoomde aardappels zouden op deze wijze met gunstige uitwerking door het kuilvoeder gemengd kunnen worden. Dit maakt uitvoering van deze methode mogelijk gedurende het geheele groeiseizoen, terwijl tevens belangrijke verliezen aan voederwaarde van de aardappelen bij de bewaring tot het verbruik bij het inkuilen voorkomen worden.

Een andere categorie van pogingen om de melkzuurgisting te bevorderen is het enten van de kuilmassa met cultures van melkzuurbacteriën. Slechts in enkele gevallen hebben deze pogingen gunstig resultaat, omdat in de natuur op de gewassen steeds voldoende melkzuurbacteriën voorkomen. Worden de melkzuurbacteriën echter gedood door te hooge temperatuur, zooals bij het stoomen van aardappelen, dan geeft enting met melkzuurbacteriën wel resultaat.

Een combinatie van suikertoevoeging en enting heeft men gezocht in het gebruik van gezuurde wei als toevoeging bij het inkuilen. Wei bevat ongeveer 4 à 5 % melksuiker en uit dien hoofde is een gunstige invloed niet onwaarschijnlijk. Het blijkt echter practisch niet goed mogelijk te zijn voldoende suiker in den vorm van wei te geven door de te groote verdunning. Aan de plantenmassa zou ongeveer 15 à 20 % toegevoegd moeten worden, hetgeen direct na toevoeging voor het grootste deel wegloopt wanneer de silobodem niet speciaal wordt afgesloten.

Bij het toevoegen van zure wei dacht men ook een gunstige werking te mogen verwachten van de melkzuurbacteriën uit de wei. Het blijkt echter dat deze in de plantenmassa niet zoo'n goede en snelle verzuring geven als de melkzuurbacteriën, die zich van nature reeds op de planten bevinden en daaraan schijnen aangepast te zijn.

Bij gebruik van melasse kan het voordeelig zijn een deel enkele dagen voor het gebruik als toevoeging bij het inkuilen reeds te verdunnen en met geschikte melkzuurbacteriën te enten. De melkzuurgisting in den kuil verloopt dan vlotter.

Hoewel de methoden tot bevordering van de melkzuurgisting ook toegepast kunnen worden in gewone kuilen op of in den grond is het gebruik van silo's meer gewenscht. Drainage van de silo's dient vermeden te worden tot het kuilvoer vervoederd wordt.

In het perssap kan nog een aanmerkelijke hoeveelheid suiker zitten, naast eiwitstoffen en asch en om dit te kunnen benutten heeft men wel speciale perssaptanks gebouwd. Deze worden gebruikt in een combinatie

met hogere silo's, die zijn ingericht voor het uitoefenen van een zeer zware persing op het kuilvoeder tijdens en na het vullen. De hoeveelheid perssap wordt hierdoor sterk opgevoerd en vervoeding komt dan in aanmerking, waarvoor het sap meestal door meelvoerders wordt gemengd. Het geheele systeem is echter zeer bewerkelijk, de aanleg van silo en saptank is duur, zoodat er misschien alleen voor heel groote bedrijven iets voor te zeggen is. In Duitschland heeft men op dergelijke bedrijven of coöperatief voor kleinere wel combinaties van vijf of meerdere silo's bijeen gebouwd met bijbehorende tanks, tezamen een inhoud hebbende van 2000 m³ of ongeveer 50 silo's van het hier veelal gebruikte type.

De bij deze groep gewonnen kuilvoerders zullen meestal van type A zijn, wanneer voldoende zorgvuldig gewerkt wordt. Laat de zorg, die aan het inkuilen besteed wordt, te wenschen over, dan zal vaak een overgangstype tusschen A en B of zelfs geheel zuiver type B het gevolg zijn. De meest voorkomende fout die gemaakt wordt, is, dat men met te dikke lagen werkt. Er kan niet genoeg op gewezen worden, dat bovengenoemde en nu nog te bespreken toevoegingen alle effect verliezen, als men te dikke lagen neemt.

III. Kunstmatig aanzuren

Hoewel reeds omstreeks 1890 zuurtoevoeging gepropageerd werd in Italië, duurde het tot omstreeks 1925 voor de oorzaken van de gunstige werking van het kunstmatige aanzuren doorgrond werden. Fingerling en ook Virtanen voerden omstreeks dien tijd proeven uit, waarbij bleek, dat zuurtoevoeging de veranderingen in de kuilmassa pas sterk remde, wanneer een bepaalde zuurheidsgraad bereikt werd. Dit wil zeggen pas dan, wanneer de pH in het stabiele gebied komt te liggen door het kunstmatig aanzuren.

Fingerling werkte een methode uit, die veel te onpractisch was om ingang te vinden. In dit opzicht was Virtanen gelukkiger. Zijn eerste proeven hadden hem geleerd dat de werkzaamheid der eiwitsplitsende enzymen van planten en microben beneden pH 4,0 uiterst gering is. De ademhaling der planten en de groei der microben worden dan sterk geremd, zooals reeds in hoofdstuk II beschreven is.

Minerale zuren, speciaal zoutzuur, waren zeer geschikt om de pH daling zeer snel te bewerkstelligen. Het kunstmatig aanzuren kan het best plaats vinden met verdunde zuren ter sterkte van ± 2 normaal. De hoeveelheid toe te voegen zuur noodig voor het bereiken van pH 4.0 of iets lager, was afhankelijk van het ingekuilde materiaal. Voor eiwitrijke planten was meer noodig dan voor oudere planten, die door een lager

gehalte aan eiwit en andere bufferende stoffen gemakkelijker op de lage pH van 4,0 te brengen zijn.

Gesteund door de gunstige resultaten, die de proeven van het R.L.P.S. te Hoorn t.o.v. den warmen (Hollandschen) kuil hadden opgeleverd, werd in Nederland sterke propaganda gemaakt voor de kunstmatige *aanzuring*. De A.I. Virtanen-methode werd op een zeer bevattelijke wijze in finesses omschreven, terwijl tevens de bouw van doelmatige silo's door een serie goede wenken bevorderd werd. Dit geschrift werd door de medewerking van de Staatsmijnen op groote schaal verbreid (33).

Het Finsche of A.I.V. zuur (een mengsel van zoutzuur en zwavelzuur van ongeveer 14 normaal) was echter niet het eenige zuur, dat voor kunstmatige *aanzuring* gebruikt werd. In Duitschland kwam men uit met een ander mengsel van mineraalzuren, zoutzuur en fosforzuur, dat hier als zgn. Duitsch zuur in omloop werd gebracht. Dit werd gebruikt in combinatie met suiker, waarbij minder zuur noodig was dan bij de Finsche methode en minder suiker dan bij de methoden tot stimuleering van de melkzuurvorming.

Deze beide typen mineraalzuurmengsel hadden het bezwaar dat het transport in groote flesschen moest plaats vinden, waarbij breuk geen zeldzaamheid was.

Zoodoende kwam men met een vaste stof op de markt, Penthestagroen, dat in blik geleverd werd. Deze stof $P Cl_5$ — fosforpenta chloride — kon in water opgelost worden onder vorming van zoutzuur en fosforzuur. Daarna Penthesta-rood, eveneens een vaste stof, SO_3 — zwaveltrioxyde — dat bij oplossing in water in zwavelzuur overgaat.

Andere mogelijkheden werden gevonden in bepaalde stoffen, die in poedervorm gebracht een groote hoeveelheid sterke zuren absorbeeren. Hierdoor kon het zuur dus als het ware in poedervorm uitgestrooid worden. Voorbeelden hiervan zijn Biosil en Dusarit. De verdeeling van deze poedervormige substanties is echter vaak minder regelmatig dan wel wenschelijk is. Het beste is nog om de bestrooide laag gras of groenvoeder even op te schudden en door besproeiing met een gieter water, het zuur gelegenheid te geven voor een snellere verdeeling door de betreffende laag. Pas daarna kan met aantrappen worden begonnen en met de vulling van de volgende laag.

Welk zuur ook gebruikt wordt, steeds moet gezorgd worden dat per gewichtseenheid van het kuilvoeder de juiste hoeveelheid zuur gegeven moet worden. Daartoe moet allereerst het zuur volgens het bijbehorende voorschrift verdund worden. Afhankelijk van den aard van het in te kuilen materiaal wordt een grootere of kleinere hoeveelheid verdund zuur toegediend.

Voor het Finsche zuur zijn de voorschriften als volgt: 60 liter Finsch

zuur (één mandflesch) verdunnen in 360 liter water; het zuur dus in het water gieten en niet omgekeerd.

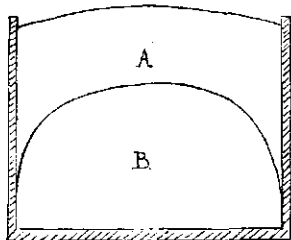
Bij de volgende gewassen moet gespreoid worden

met	17 liter	verdund zuur	— per	200 kg	lucerne
„	14	„	„	„	200 „ klaver
„	13	„	„	„	200 „ klaver met gras
„	11	„	„	„	200 „ gras
„	10-13	„	„	„	200 „ peulvruchtenrijk groenvoeder
„	7-8	„	„	„	200 „ voederkool, bietenkoppen en bladeren.

Voor gewassen, afkomstig van zure gronden, b.v. zandgrond met een pH 5-6 kan volstaan worden met een 2 L kleinere hoeveelheid verdund zuur dan boven genoemd is.

Het zuur dient zeer regelmatig door dunne lagen van het in te kuilen materiaal gespreoid te worden met een gummigietter of andere sproei-inrichting. De gewassen moeten liefst kort na het maaien reeds in de silo gebracht worden. Door flink aan te trappen — gummilaarzen gebruiken, daar leer door het zuur wordt aangetast! — moet de temperatuur in de massa laag gehouden worden. In een silo van 5 m doorsnee mag elke laag, die besproeid wordt, slechts 200 kg bedragen en bij 3 m doorsnee slechts 70 kg, daar anders het zuur onvoldoende gelijkmatig verdeeld wordt.

Daar de toevoegingen laagsgewijze worden gegeven, zijn in de niet geraakte laagjes allerlei gistingen mogelijk, zoolang het toegediende mineraalzuur niet volledig in die laagjes gedrongen is. De langstdurende gisting vindt men daar, waar de niet-zure laagjes het langst blijven bestaan. Dit is boven in de silo en aan de zijkanten, omdat hier de massa niet zoo snel in elkaar geperst wordt. Daar is dus de lactaatgisting ook mogelijk, met de voor de kaasbereiding zoo schadelijke gevolgen. In nevenstaande schets (Van Beynum en Pette (21)) stelt gebied A het deel van de silo's



voor dat de meeste kans loopt op de lactaatvergisting; in gebied B zullen zich geen lactaatvergistende doch wel suikervergistende boterzuurbacteriën kunnen ontwikkelen, die ongevaarlijk zijn voor de kaasbereiding.

De plaats en de vorm der tusschen gebied A en B liggende scheidingslijn wordt vooral bepaald door de zorg, die aan het vullen van de silo besteed wordt.

Deze zorg bepaalt namelijk of het zuur snel en regelmatig in alle laagjes doordringt.

Het verdient aanbeveling het vullen der silo's in een vrij snel tempo uit te voeren. Het is wel niet noodzakelijk dit in één dag af te werken, doch het dient ook niet langer te duren dan 5 à 6 dagen.

Daar het zeer belangrijk is de juiste hoeveelheid zuur per gewichtseenheid gras toe te dienen, moet goed op het gewicht van het in de silo komende materiaal gelet worden. Men dient daartoe meerdere malen een vorkvol te wegen om goede resultaten te kunnen krijgen. In den kuil dient elke vorkvol regelmatig uitgespreid te worden.

Om de massa goed te laten bezakken moet elke laag flink worden aangetrapt, vooral ook de randen. De oppervlakte van de massa moet rond liggen, in het midden van den kuil hooger dan aan de kanten.

Daar de plantenmassa sterk bezakt, is het noodzakelijk van een opzetsuk gebruik te maken om de ruimte van de silo's ten volle te kunnen gebruiken. Dit opzetsuk — doorsnede moet liefst precies gelijk zijn aan die van de vaste silo — kan verwijderd worden nadat de massa geheel in de vaste silo gezakt is. Soms blijft het voeder iets hangen op den rand van de vaste silo wanneer het opzetsuk onjuist geplaatst is. Dit moet beslist vermeden worden in verband met gevaar van beschimmelings door luchttoetreding. Ook moet de ingekuilde massa uiteindelijk voldoende in de vaste silo gezakt zijn. Om deze bezakking goed te laten verlopen is het aanbrengen van een zware deklaag, b.v. 50 cm grond, noodzakelijk. Het is gewenscht het voeder eerst met oude koekdozen of iets dergelijks te bedekken voor het gronddek wordt aangebracht.

Wanneer de silo gedraineerd is, moet de afvoer liefst pas tijdens het vervoederen geopend worden.

Er is echter een onaangename kant aan het gebruik van sterke mineralzuren zooals gaten in de kleeren ten gevolge van het morsen met zuur bij het vullen der kuilen. Ook het vervoederen van met mineralzuur bereid kuilvoer is niet erg aantrekkelijk, daar het zuur tenslotte in het dierlijk organisme geneutraliseerd moet worden. Hoewel dit door gebruik van ongeveer 1 ons geslibd krijt per 20 kg kuilvoer of een mengsel van $\frac{2}{3}$ krijt en $\frac{1}{3}$ watervrije soda goed mogelijk is, en er dus geen gevaar meer bestaat van kalkonttrekking aan het dierlijk lichaam, heeft men toch geprobeerd de mineralzuren te vervangen door in dit opzicht geheel en al ongevaarlijke zuren.

Zoo zou melkzuur heel goed gebruikt kunnen worden als aanzuringsmiddel, wanneer het maar tegen voldoende lage prijzen beschikbaar was. Het goedkoopste organische zuur dat in aanmerking komt is het mierenzuur. Speciaal in Duitschland is dit onder de namen Formasil en

Amasil (beide ongeveer 90 % ruw mierenzuur bevattend) als toevoeging bij het inkuilen aanbevolen. Blijkens de in Nederland genomen proeven zijn de hoeveelheden, die toegevoegd moeten worden, belangrijk hooger dan volgens de voorschriften der fabrikanten noodig zou zijn.

Voor eiwitrijk voer is een toevoeging van minstens 9 liter verdund (1 : 20) mierenzuur noodzakelijk, hetgeen zoowel uit de proeven van het C.I.L.O. te Wageningen (9) als die van het R.L.P.S. te Hoorn (17,18) naar voren komt. Hoewel mierenzuur van physiologisch standpunt bezien de voorkeur heeft boven mineraalzuur, zijn echter de kosten een te groot bezwaar zoolang 1 liter 90 % ruw mierenzuur belangrijk meer kost dan het dubbele van 1 liter onverdund Finsch zuur.

De toevoeging van het zuurmengsel kan zeer practisch uitgevoerd worden met behulp van een flink houten vat (± 100 à 200 liter), een hooge „driepoot” en een gummislang met sproeier en afsluitkraan. De driepoot dient voor het ophijscen van het houten vat, waarin het zuurmengsel wordt klaargemaakt. Het zuur kan uit dit vat worden afgetapt en versproeid door de gummislang met sproeier en kraan. Aan de buitenkant van het vat wordt een schaalverdeeling aangebracht, waar een touwtje met wijzer langs loopt. Het touwtje is via een katrolletje verbonden aan een drijver in de ton, zoodat de daling van de vloeistofspiegel in het vat aan de buitenkant af te lezen is. De strepen op het vat, moeten zoover uiteen staan, dat de afstand tusschen twee strepen juist overeenkomt met de hoeveelheid zuur die noodig is voor het besproeien van één laag gras of groenvoeder.

IV. Het steriliseeren

Bij de conservenindustrie is steriliseering een heel gewone zaak en ook voor de veevoeding heeft men getracht groenvoeders in verschen toestand te steriliseeren door bepaalde werkwijzen. Men werkt daarbij echter met hoeveelheden van 10.000 kg en veelvouden daarvan, in plaats van de in de conservenindustrie gebruikelijke kleine porties. Dit heeft vanzelfsprekend tot gevolg dat de steriliseering onmogelijk voldoende gelijkmatig uitgevoerd kan worden. Er is dan ook nog geen enkele methode ontwikkeld, die bacteriewerking in de kuilmassa kan voorkomen.

Allereerst is men begonnen met het gebruik van koolzuur. In vele gevallen werd gebruik gemaakt van het door de planten zelf geproduceerde koolzuur. In Italië heeft b.v. het Cremasco procédé nogal opgang gemaakt, waarbij de gewassen in zeer sterk verwelkten vorm (65–70 % droge stof tegenover ± 20 % in onverwelkten toestand) onder stevig aantrappen in speciale silo's werden opgeborgen. Voor de sterke verwelking, die haast een hooiwinning genoemd mag worden, is echter goed weer een vereischte.

Na het vullen der silo's wordt de massa door een zware laag grond onder flinke persing gehouden. Dit geeft een goede afsluiting van de lucht, terwijl het koolzuurgehalte in de massa hoog blijft. De temperatuur loopt bij deze kuilmethode niet sterk op.

In Tsjecho-Slowakije en Duitschland ontwierp men silo's met een luchtdicht afsluitend deksel. De rand van dit deksel rustte daarbij in een gleuf in den bovenrand van de silo, die gevuld werd met een of andere vloeistof, bijv. melasse of olie. Bij deze silo's gebruikte men materiaal van hooger vochtgehalte; extreem lang verwelken te velde was dus niet noodig. De resultaten van deze werkwijzen zijn echter niet zoodanig, dat zij in de praktijk op groote schaal toegepast werden en bleven, evenmin als de werkwijze, waarbij koolzuurgas kunstmatig in de ingekuilde massa geblazen wordt. Het mislukken is waarschijnlijk te wijten aan een gebrek aan in melkzuur omzetbaar koolhydraat.

Behalve koolzuur zijn nog enkele stoffen beproefd, o.a. zwavelkooistof (dat in vloeibaren toestand in de kuilmassa gebracht werd en daar langzaam verdampte) en zwaveldioxyde (dat door verbranding van zwavel toegevoegd zou moeten worden, hetgeen echter moeilijk is).

Deze hebben, evenmin als formaline veel succes gegeven; de microbenwerking werd er niet of onvoldoende door geremd.

Ook keukenzout bleek in kleine hoeveelheden (enkele procenten) ongeschikt om de omzettingen in de kuilmassa te beperken.

Een middel, dat in de laatste jaren naar voren is gebracht, is het Nederlandsch preparaat Vitasan — een mengsel van meerdere zouten — (Octrooi wordt binnenkort openbaar gemaakt). Hiervan zou een geringe hoeveelheid, n.l. 10 à 15 kg per 20.000 kg gras, reeds voldoende zijn om de omzettingen in den kuil te beheerschen.

Het onderzoek van deze methode is nog niet beëindigd, doch het staat wel vast dat de zuurheidsgraad bij deze methode heel dicht ligt bij die van gewone warme kuilen. Door het toegevoegde mengsel zou echter een speciale remming worden uitgeoefend op eiwitplitsende en andere fermenten. Bij tot dusver genomen proeven is dit nog niet met zekerheid aangetoond.

HOOFDSTUK IV

DE VERLIEZEN BIJ INKUILEN

Het spreekt vanzelf dat de processen, die zich in de kuilmassa afspelen, gepaard gaan met omzettingen in de chemische bestanddeelen. De voornaamste veranderingen kunnen in twee groepen verdeeld worden. Allereerst kan genoemd worden de vorming van een vrij groot aantal

organische zuren (vluchtige en niet vluchtige) uit de koolhydraten en in zekere mate ook uit de eiwitachtige stoffen van de planten. Dit deel der veranderingen is vooral toe te schrijven aan bacteriële werkzaamheid daarnaast echter ook aan enzymwerking der planten zelf.

Vervolgens is er de verandering in de eiwitachtige stoffen, die thans vooral toegeschreven wordt aan de werking der plantaardige enzymen. Onder speciale omstandigheden — hooge pH en rotting — spelen echter de bacteriële enzymen een nog belangrijker rol. Ook de ammoniak die in goede silages wordt gevonden, is door bacteriële enzymen gevormd.

Van de koolhydraten der planten zijn het in de eerste plaats de eenvoudige suikers, die omgezet worden. Doch ook zetmeel en cellulose worden aangetast. Zelfs lignine schijnt niet onaangetast te blijven; onder bepaalde omstandigheden werden omzettingen geconstateerd, hoewel deze gering waren.

Dat deze omzettingen niet steeds met groote verliezen gepaard behoeven te gaan, toonden de volgende gegevens aan, die door Crasemann berekend werden. Bij omzetting van suiker in alcohol daalt de voedingswaarde slechts met 3,2 %; wanneer suiker in melkzuur wordt omgezet echter nog minder, nl. 2,2 %. Bij de vorming van azijnzuur gaat echter 39,3 % van de voedingswaarde verloren, terwijl azijnzuur uit voedingsoogpunt minder gunstig is. Boterzuur is in dit opzicht analoog aan azijnzuur te beschouwen.

Wanneer koolhydraten bij verademing geheel in koolzuur worden omgezet is de voedingswaarde daarvan vanzelfsprekend eveneens geheel verloren. Bij Engelsche kuilproeven in het laboratorium, op zeer kleine schaal (flesschen), waarbij echter zorg gedragen was voor eenzelfde persing als bij praktijkkuilen, werden de volgende gegevens verkregen. Na ongeveer vijf dagen was per kg droge stof in de flesch zonder zuurtoevoeging 13 liter koolzuur ontwikkeld tegen 11 liter in de flesch met zuurtoevoeging. In een volgende proef waren deze waarden resp. 9,5 en 9,2 liter. Virtanen kwam voor aangezuurd materiaal op een koolzuurontwikkeling van ongeveer 7 liter, bij kuilvoer zonder toevoeging echter op 40 liter. Uitgaande van eerstgenoemde Engelsche gegevens, waarbij het gras voldoende vast samengeperst was, valt voor deze ademhaling een verlies aan koolhydraten te berekenen van nauwelijks 2 % (% van de droge stof). Volgens Virtanen zou bij zijn proef de gewone warme methode in denzelfden tijd echter een ademhalingsverlies gegeven hebben van ongeveer 7 %.

Bij de afbraak van eiwitachtige stoffen kan evenzeer een meer of minder groot verlies optreden. Uit meerdere proeven is gebleken dat de afbraak der eiwitstoffen begonnen wordt door de proteolytische

plantenenzymen. Deze splitsen de zeer samengestelde echte eiwitten in minder gecompliceerde eiwitachtige stoffen en tenslotte in amiden en aminozuren. De verdere afbraak moet waarschijnlijk voor het overgrote deel worden toegeschreven aan bacteriële enzymen. Dat hierbij de zuurheidsgraad een belangrijke rol speelt is reeds besproken in hoofdstuk II, bij het kuilvoeder type B. Is de zuurheidsgraad te laag (pH boven 4,2) dan zal door boterzuurgisting verdere verlaging van den zuurheidsgraad optreden, waarbij het milieu, speciaal bij pH omstreeks 5,0 en hooger, zeer geschikt wordt voor eiwitplitsende bacteriën. Deze zetten speciaal aminozuren vrij snel om in ammoniak en andere vluchtige basische stoffen (die voor den rottingsgeur verantwoordelijk zijn).

Het verband tusschen den zuurheidsgraad en het ammoniakgehalte (in procenten van de totale hoeveelheid stikstof) blijkt uit onderstaande grafiek. Deze grafiek komt zoowel uit de onderzoekingen van Ruyter de Wildt (4), als uit die van Brouwer (6) naar voren in practisch gelijken vorm.

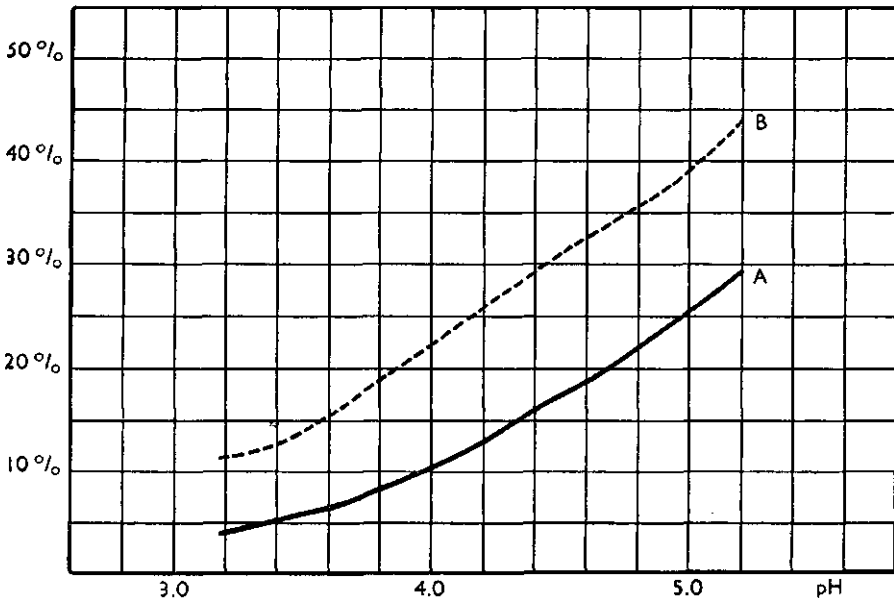


Fig. 10. Bij goed kuilvoeder — pH 4,0 of lager — zal minder dan 10% van het totaal eiwit in ammoniak zijn omgezet. Bij hogere pH nemen de eiwitafbraak en de ammoniakvorming snel toe, hetgeen zoowel uit analyse van het kuilvoeder als van het perssapp blijkt curve A voor het kuilvoeder en curve B voor het perssapp (fig. 9 overgenomen uit De Ruyter de Wildt (4), pag. 876).

Zoolang de echte eiwitten niet verder afgebroken worden dan tot amidan en aminozuren treedt er geen belangrijk verlies aan voedingswaarde op, daar deze amidan en aminozuren in het dierlijk lichaam weer tot echte eiwitten gesynthetiseerd kunnen worden. Gaat de splitsing echter verder dan moet de afbraak wel als verlies worden aangemerkt. Bij chemisch onderzoek blijkt de werking der plantaardige eiwitplitsende enzymen uit de daling van het werkelijk eiwit t.o.v. het totaal der eiwitachtige (stikstofhoudende) stoffen. De werkzaamheid der bacteriële eiwitplitsing blijkt daarentegen uit de toeneming van het percentage ammoniak t.o.v. het totaal der eiwitachtige stoffen.

In hoeverre deze processen beteekenis hebben voor de praktijk is aan de hand van verschillende proeven nader bestudeerd.

Bij deze proeven wordt de hoeveelheid gras, die in den kuil gebracht wordt, gewogen en nauwkeurig bemonsterd. Daar de in te kuilen plantemassa vaak zeer weinig homogeen is, moet aan de monsterneming zeer veel zorg worden besteed. Uit het monsteronderzoek blijkt het droge stofgehalte en de chemische samenstelling, zoodat berekend kan worden hoeveel drogestof in den kuil werd gebracht en het percentage dat daarvan wordt ingenomen door eiwitachtige stof, werkelijk eiwit, ruw vezel, asch en zetmeelachtige stof. Bij uitvoerige onderzoekingen wordt ook de verteerbaarheid van het uitgangsmateriaal bepaald, zoodat tevens bekend is hoeveel verteerbare organische stof, verteerbare eiwitachtige stof, verteerbaar werkelijk eiwit, verteerbare ruw vezel in de uitgangsmassa aanwezig is.

Het inkuilen zelf vindt volgens de te onderzoeken methode plaats, waarbij liefst zeer regelmatig gewerkt moet worden.

Tijdens en na het inkuilen worden veelal temperatuurmetingen in de kuilmassa verricht, terwijl de hoeveelheid perssap bij gedraineerde silo's gemeten en meestal chemisch onderzocht wordt.

Het ledigen van den kuil of de silo vindt veelal volgens het normale praktijkgebruik plaats, d.w.z. de kuilmassa wordt bij kleinere gedeelten uitgewogen en bemonsterd. Ook bij deze wegingen en bemonsteringen is zorgvuldigheid een eerste eisch.

Behalve het gewone chemisch onderzoek kan ook de verteerbaarheid van het kuilvoer evenals die van het uitgangsmateriaal door dierproeven bepaald worden. Uit de gegevens van wegingen en monsteronderzoek kan berekend worden hoeveel droge stof, en diverse bestanddeelen apart, bij het ledigen aanwezig waren. Vergelijking der gegevens van vulling en lediging geeft een inzicht in de verliezen, die plaats gevonden hebben door het inkuilen.

Deze verliezen zijn te splitsen in de zichtbare verliezen — randverliezen door schimmelings en/of rotting en verliezen door afgevoerd

drainsap — en de onzichtbare verliezen, veroorzaakt door de ademhalingsprocessen der plantendeelen en werking der microben.

De zichtbare verliezen kunnen practisch geheel voorkomen worden. Door de kuilmasa zorgvuldig van de lucht af te sluiten kunnen geen schimmelings of verliezen door de werking van aerobe bacteriën voorkomen. Het verlies van drainsap is in den regel niet te voorkomen, alleen bij silo's met ondoorlatenden bodem zou het drainsap opgepompt en gevoerd kunnen worden.

De onzichtbare verliezen blijken steeds het belangrijkste te zijn. Om deze te bepalen heeft men eenvoudiger methoden beproefd dan het wegen van den geheelen silo-inhoud bij vulling en lediging. Men dacht hetzelfde te kunnen bereiken door op verschillende plaatsen in de silo zakken in te sluiten met een nauwkeurig gewogen en bemonsterde hoeveelheid plantenmateriaal. Bij het ledigen konden de zakken weer gewogen en bemonsterd worden zooals dat bij de uitvoeriger proeven met den geheelen silo-inhoud gebeurt. Deze methode bleek echter maar slecht betrouwbare resultaten te geven, hetgeen samenhangt met de ongelijkmatigheden in de silo.

In Hoorn werden bij vijf kuilen zakken gebruikt en wel in elken kuil zes zakken met afgewogen inhoud, verdeeld over twee niveaus. Tusschen de onderste en de bijbehorende bovenste drie zakken van de betreffende kuilen bleken groote verschillen te bestaan. De bovenste zakken gaven verliezen, die soms het dubbele en soms slechts de helft bedroegen van de verliezen, die uit de drie onderste zakken te berekenen waren. Alleen de gemiddelden van alle zakken per kuil gaven meer betrouwbare aanwijzingen.

Ook met proeven in kleine silo's en kuilen moet men voorzichtig zijn t.a.v. het trekken van conclusies. Doordat de omstandigheden hier door de kleine doorsnee sterk verschillen van die bij de groote praktijksilo's en kuilen zijn de resultaten veelal minder betrouwbaar.

Vooraf in de laatste 10 jaren zijn door het R.L.P.S. te Hoorn vele proeven genomen om de verliezen te bepalen, die optreden bij het volgens verschillende methoden inkuilen.

In totaal zijn van 20 kuilen en 30 silo's de verliezen bepaald door weging en chemisch onderzoek van dit materiaal bij het inkuilen en bij het voederen. Bij 5 kuilen en 20 silo's werd, naast het gewone chemisch onderzoek, tevens de verteerbaarheid van het kuilvoeder door dierproeven bepaald (10 t/m 18).

Dit respectabele aantal proeven kan als volgt verder ingedeeld worden, met rangschikking naar de methode van ensileren, de ruimte waarin het voeder werd opgetast, den aard van het ingekuilde materiaal en de verteerbaarheidsbepalingen.

methode van inkuilen	aantal proeven	aard van het materiaal	kuil in of op den grond silo met of zonder bodem	verteerbaarheidsbepalingen
warm	5	voorjaarsgras	kuil op den grond	geen
	10	„	kuil in den grond	geen
	2	„	„ „ „ „	2 proeven
	3	herfstgras	„ „ „ „	3 proeven
koud	3	herfstgras	silo zonder bodem	1 proef
suikertoevoeging	1	herfstgras	silo zonder bodem	1 proef
	3	„	silo met bodem	geen
weitoevoeging	2	herfstgras	silo zonder bodem	2 proeven
	1	„	silo met bodem	1 proef
wei + suiker	1	herfstgras	silo zonder bodem	geen
mineraalzuur + + suiker	2	herfstgras	silo zonder bodem	1 proef
	3	voorjaarsgras	„ „ „	2 proeven
mineraalzuur	2	voorjaarsgras	silo zonder bodem	1 proef
	5	herfstgras	„ „ „	5 proeven
	1	„	silo met bodem	1 proef
mierenzuur	1	herfstgras	silo met bodem	geen
	3	„	„ „ „	2 proeven
	3	„	silo zonder bodem	3 proeven

Achtereenvolgens zullen nu de verliezen, die met de verschillende methoden samengaan, nader bekeken worden.

1. De temperatuurgroep — warme en koude kuilen zonder toevoeging

De warme kuilen werden op de gebruikelijke manier gemaakt. Het gras, dat voor deze proeven gebruikt werd, was te velde verwelkt, terwijl de kuilen gevuld werden met tusschenpoozen van ongeveer twee dagen om de gewenschte temperatuur ($\pm 50^\circ\text{C}$) te bereiken. Een deel der kuilen werd op den beganen grond opgezet met alleen een flink gronddek boven op de massa, bij een ander deel vond het inkuilen plaats in een rond gat in den grond (± 50 cm diepte) terwijl de massa zoowel boven als aan de kanten met grond werd bedekt.

Bij de koude kuilen werd in twee gevallen gras gebruikt, dat niet verwelkt was, terwijl het in een ander geval daarentegen tevoren wel flink verwelkte.

De verliezen, die door de wegingen en het chemisch onderzoek gevonden werden, zijn in nevenstaande tabel samengevat.

	warm voorjaarsgras				warm herfstgras			koud herfstgras		
	op den grond	in den grond	in den grond	in den grond	in den grond	in den grond	in den grond	silos	silos	silos
Aantal	5	10	1	1	1	1	1	1	1	1
droge stof	-32	-20	-16,8	-20,4	-17,3	-14,4	-15,2	-21,7	-18,3	-19,0
organische stof	-33	-22	-18,0	-21,6	-18,6	-16,6	-16,7	-22,0	-20,7	-20,6
eiwitachtige stof ¹⁾	-39	-28	-22,1	-24,2	-44,4	-34,3	-51,5	-49,4	-50,1	-42,1
werkelijk eiwit	-50	-44	-49,7	-49,7	-48,4	-44,7	-54,3	-61,1	-60,4	-55,4
amiden	-	-	+53,0	+42,5	-34,3	-6,8	-44,2	-12,3	-14,6	-13,9
zetmeelachtige stof + vet	-38	-27	-21,2	-26,2	-15,1	-16,3	-10,4	-14,1	-12,9	-17,5
ruwe celstof	-19	-8	-8,2	-9,3	-6,4	-6,0	-2,8	-12,1	-9,7	-13,2
minerale deelen	-20	-9	-7,9	-9,8	-8,8	+0,8	-4,1	-20,1	-4,5	-7,7
versch gras, % aan eiwitachtige stof in de droge stof	14,6	14,0 ²⁾	14,9	15,1	17,9	16,7	18,6	21,6	20,3	16,1
		verwelkt		verwelkt		verwelkt		niet verwelkt		verwelkt
% droge stof	24,4	24,5	29,6	30,4	24,3	25,7	19,4	14,0	15,0	25,4
kuilvoer, gem. pH	-	-	4,6	4,5	5,3	5,2	5,5	5,1	5,3	5,2
% melkzuur	-	-	1,79	1,78	0,15	0,40	0,22	0,16	0,11	0,38
% azijnzuur	-	-	0,46	0,45	0,53	0,45	0,55	0,78	0,78	0,54
% boterzuur	-	-	0,47	0,78	1,66	1,24	1,74	1,28	1,25	1,81
NH ₃ als % N	-	-	-	-	62,0	56,4	45,6	54,9	58,5	50,0
jaar	1927/1930		1933	1935	1932	1934	1933	1934	1935	1936

¹⁾ zonder ammoniak.

²⁾ gemiddelde van slechts 5 kuilen.

In deze tabel zijn de verliezen, die de verschillende bestanddeelen hebben ondergaan, uitgedrukt in procenten van hetgeen van deze bestanddeelen in de massa tijdens het inkuilen aanwezig was. Deze verliezen zijn door -teekens aangeduid, eventueele toeneming is door een +teeken aangegeven (amiden).

Om de verliezen der kuilvoerders beter te kunnen beoordeelen zijn van het uitgangsmateriaal tevens het droge stofgehalte en het gehalte aan eiwitachtige stoffen (in % van de droge stof uitgedrukt) vermeld en van het kuilvoeder de zuurheidsgraad, de gehalten aan melk-, azijn- en boterzuur en het ammoniakgehalte van het perssap der kuilgrasmonsters (in procenten van het totaal stikstofgehalte van het perssap).

Kuilen in den grond en op den grond

In de beide eerste kolommen zijn de gegevens te vinden, die vijf kuilen op den grond en tien kuilen in den grond hebben opgeleverd in de periode 1927-1930.

De verliezen bedragen bij de kuilen in den grond al ongeveer $\frac{1}{5}$ van de bij het begin aanwezige hoeveelheid droge stof. Daar het verlies aan

minerale bestanddeelen belangrijk lager is, komt het verlies aan organische stof iets hooger dan $\frac{1}{5}$. Van deze organische stof is de ruwe celstof het minst veranderd, nog geen 10 % ging verloren. De andere bestanddeelen moeten dus sterker aangetast zijn, zooals blijkt uit het hoogere percentage voor zetmeelachtige stoffen + vet, dat 30 % nadert, evenals dat voor eiwitachtige stoffen.

Het werkelijk eiwit is het sterkst veranderd, ongeveer 45 % is afgebroken. Daar het verlies aan eiwitachtige stof (zonder ammoniak) echter aanmerkelijk lager is, moet besloten worden, dat deze afbraak van werkelijk eiwit tot amiden sterker is geweest dan die der amiden tot ammoniak. Bij de volgende twee voorjaarskuilen van 1933 en 1935 is ook het gedrag der amiden berekend, waarbij in beide gevallen meer amiden aanwezig bleken in het kuilvoer dan in het uitgangsmateriaal.

In de kuilen op den grond zijn de verliezen aanmerkelijk grooter. Aan droge stof gaat t.o.v. de kuilen in den grond liefst ongeveer de helft meer verloren. Het verlies stijgt nl. van ongeveer $\frac{1}{5}$ tot $\frac{1}{3}$ van het uitgangsmateriaal. De verliezen aan eiwit- en zetmeelachtige stoffen zijn in een ongeveer gelijke verhouding toegenomen als die aan droge stof; in de beide gevallen een stijging van 27 à 28 % naar 38 à 39 %. De ruwe celstof wordt naar verhouding nog sterker aangetast, het verlies is zelfs ruim verdubbeld. De omzetting van werkelijk eiwit is naar verhouding niet zooveel sterker dan bij kuilen in den grond.

Toch was het uitgangsmateriaal in beide gevallen goed te vergelijken. Vijf kuilen in den grond werden nl. gevuld met gras, waarin 24,5 % droge stofaanwezig was, terwijl het gehalte aan eiwitachtige stoffen 14,5 bedroeg en de vijf kuilen op den grond met voor beide waarden resp. 24,4 en 14,6.

In de tabel zijn echter de gemiddelden voor 10 kuilen in den grond gegeven, waarbij 5 oudere proeven, die niet tegelijk genomen zijn met de proeven over kuilen op den grond. De oudere kuilen in den grond gaven echter practisch dezelfde uitkomsten als de latere 5, die tegelijk met de 5 kuilen op den grond werden gemaakt.

De in de volgende kolommen vermelde gegevens hebben betrekking op latere kuilproeven. Deze werden afzonderlijk vermeld om de variatie in de verliescijfers te demonstreeren. De eerste voorjaarskuil van kolom 3 blijkt iets beter te zijn dan het gemiddelde der 10 kuilen van kolom 2, doch die van kolom 4 is haast geheel gelijk aan het gemiddelde. De zuurheidsgraad van deze beide kuilen is bekend en blijkt in beide gevallen niet erg ongunstig te zijn, d.w.z. niet al te veel boven pH 4,2 te liggen. Het zijn echter kuilvoerders van type B, al mogen ze betrekkelijk goed geslaagd worden genoemd.

Herfstkuilen en voorjaarskuilen

De herfstkuilen volgens de warme methode hebben — mede door het kortere tijdsverloop tusschen vullen en ledigen — iets kleinere verliezen geleden aan droge stof, zoowel aan organische stof als aan minerale bestanddeelen. Dit kleinere verlies aan organische stof is vooral toe te schrijven aan geringere afbraak van celstofen zetmeelachtige stoffen +vet, want de eiwitontleding tot ammoniak is blijkens het hooge verlies aan eiwitachtige bestanddeelen ($\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$) zeer ver gegaan. Dit volgt tevens uit het hooge NH_3 -gehalte van het perssap. Uit den zuurheidsgraad en de percentages organische zuren volgt, dat in elk der drie gevallen het kuilvoer behoorde tot type B en wel tot het slechte deel daarvan.

De koude methode in de silo's heeft nog ongunstiger resultaten gegeven dan bij de vorige herfstkuilen volgens de warme methode. Het al of niet verwelkt zijn van het gras heeft daarop weinig invloed gehad. Dit zou volgens het R.L.P.S. Hoorn kunnen veroorzaakt zijn doordat herfstgras soms vrij veel geheel of gedeeltelijk afgestorven materiaal bevat, dat wellicht eerder tot eiwitaafbraak aanleiding geeft.

Hoewel de eiwitaafbraak van de 6 herfstkuilen belangrijk sterker was (mede door het hoogere eiwitgehalte van het uitgangsmateriaal) dan bij de 5 kuilen op den grond, zijn de verliezen aan droge en organische stof echter t.o.v. de warme methode op den grond zeer belangrijk gunstiger.

Onder alle omstandigheden is het dus aan te bevelen de kuilmassa rondom met grond af te dekken.

Verliezen aan verteerbare stoffen

Ten aanzien van de verliezen aan verteerbare stoffen zijn de volgende gegevens bekend, voor de eerste 5 kuilen op den grond en de 5 kuilen in den grond berekend op grond van literatuurgegevens, voor de andere proeven uit verteerbaarheidsonderzoek met dieren. Bij dit verteerbaarheidsonderzoek is echter alleen de verteerbaarheid van het kuilvoeder, niet die van het uitgangsmateriaal bepaald. De laatste aannemende als gelijk aan die van het uit soortgelijk gras bij gelijktijdige proeven met mineraal zuur verkregen kuilvoeder — hetgeen te laag is! — geeft voor de te berekenen verliezen slechts minimumwaarden, die echter onderling wel te vergelijken zijn.

	warme methode						koude methode	
	op den grond	in den grond					silos	
	5	voorjaar		herfst			herfst	
	voorjaar	voorjaar	1933	1935	1932	1934	1933	1935
zetmeelwaarde . .	-39 ¹⁾	-29 ¹⁾	-21	-24	-26	?	-22	-33,2
vert. eiwitachtige stof (zonder NH ₃)	-53 ¹⁾	-43 ¹⁾	-35	-38	-68	?	-71	-65,8
vert. werkelijk eiwit	-73 ¹⁾	-69 ¹⁾	-85	-86	-83	?	-84	-86,0

¹⁾ geen vert. coëfficiënt van het betreffende materiaal bepaald; cijfers berekend.

Ook uit de in deze tabel gegeven cijfers blijkt het groote verlies aan voedingswaarde bij kuilen op den grond t.o.v. kuilen in den grond. Ook de verhouding der overige kuilen ten opzichte van elkaar is niet gewijzigd in vergelijking met de gegevens van het chemisch onderzoek. Opvallend is wel de zeer sterke daling van de verteerbaarheid van het werkelijk eiwit; het verlies aan werkelijk eiwit bedraagt maar ongeveer 60 % van dat voor verteerbaar werkelijk eiwit.

2. Bevordering der melkzuurgisting

Suiker als toevoeging

Op dezelfde wijze als bij de warme en koude kuilen zijn in nevenstaande tabel de gegevens samengevat, die de vier proeven, waarbij als toevoeging suiker werd gebruikt, hebben opgeleverd. De suiker werd als waterige oplossing ter sterkte van 20 % toegediend.

Bij deze verliezen is rekening gehouden met de toegevoegde suiker (en het ter denatureering aan de suiker toegevoegde zout).

Duidelijke verschillen in verliezen zijn slechts aanwezig t.a.v. de eiwitachtige stoffen. Bij daling van het percentage toegevoegde suiker neemt de eiwitafbraak sterk toe. Dit blijkt uit de verliezen, die de werkelijke eiwitten ondergaan — verlies stijgt bij gebruik van 3 % suiker van 47,7 % tot 53,1 % bij 1 % suiker. Deze afbraak is verder gegaan dan amiden, want de toeneming van deze groep daalt daarbij van 92 % tot 57 %, terwijl het verlies aan eiwitachtige bestanddeelen (werkelijk eiwit + amiden) stijgt van 17,1 % tot 32,1 %. Uit de toeneming van het percentage NH₃ (als procenten van totale oplosbare stikstof) blijkt deze sterkere afbraak eveneens duidelijk, 13,3 % bij 3 % suiker en 38,9 % bij 1 % suiker.

Van de 1 % suiker kuil 1934 werd de verteerbaarheid der diverse bestanddeelen door dierproeven bepaald in vergelijking met een warmen

	silo met bodem			silo zonder bodem
	herfstgras			herfstgras
	3 % suiker	2 % suiker	1 % suiker	1 % suiker
droge stof	- 16,9	- 17,0	- 16,2	- 18,0
organische stof	- 17,9	- 20,4	- 17,5	- 19,6
eiwitachtige stof (zonder NH ₃)	- 17,1	- 22,5	- 32,1	- 31,7
werkelijk eiwit	- 47,7	- 50,5	- 53,1	- 52,8
amiden	+ 92,0	+ 74,5	+ 56,1	+ 56,6
vet + zetmeelachtige stof	- 24,7	- 25,1	- 17,5	- 23,4
ruwe celstof	- 2,0	- 7,9	- 4,5	- 4,6
minerale bestanddeelen	- 9,8	- 6,7	- 7,0	- 6,2
<i>Versch gras</i> % droge stof	19,8	19,8	16,0	17,9
% eiwitachtige stof (% dr. st.)	16,2	14,1	21,2	16,4
<i>kuilvoer</i> pH	3,94	3,97	4,49	4,40
% melkzuur	2,10	1,82	0,82	1,09
% azijnzuur	0,50	0,45	0,43	0,41
% boterzuur	geen	0,15	0,92	0,71
NH ₃ als % tot. oplosbare N	13,3	17,7	38,9	33,3
jaar	1936	1937	1938	1934

kuil, die met hetzelfde herfstgras was opgezet. T.o.v. dezen warmen kuil was de suikerkuil in zetmeelwaardeverlies practisch niets (2 % slechts) in het voordeel; t.a.v. vert. eiwitachtige stof en vert. werkelijk eiwit echter resp. 23 en 34 %.

De beide eerste kuilen, met resp. 3 % en 2 % suiker, hebben dan ook kuilvoerders van type A opgeleverd, de beide overige kuilen daarentegen type B. De pH's en de percentages melk- en boterzuur bevestigen dit. De kuil van 1934 met 1 % suiker in een silo zonder bodem gemaakt steekt niet ongunstig af tegen die met 1 % suiker in 1938 gemaakt in een silo met bodem. Dit relatief gunstige resultaat zal te danken zijn aan het lagere eiwitgehalte van het gras in 1934, nl. 16,4 % t.o.v. dat in 1938: 21,2 %.

Bij gebruik van een open silo moet toevoeging van 3 % suiker noodzakelijk geacht worden om zeker te zijn van een uitmuntend kuilvoer. In de silo met bodem gaf immers het slechts matig eiwitrijke gras bij toevoeging van 2 % suiker al een sterkere eiwitafbraak en een begin van boterzuurvorming. Daar in de praktijk de zorgvuldigheid, waarmee het kuilvoer bereid wordt, zeker minder groot zal zijn dan bij deze proeven, is 3 % suiker zeker noodig.

Wei als toevoeging

De volgende proeven, die in deze groep besproken zullen worden, zijn die met toevoeging van gezuurde wei en wei + suiker, genomen in de jaren 1935 en 1936.

	silozonder bodem 15 % wei	silozonder bodem 10 % wei	silomet bodem gras gehakseld 10 % wei	silozonder bodem 10 % wei en 1 % suiker
droge stof	- 18,7	- 21,4	- 14,8	- 22,5
organische stof	- 19,9	- 22,0	- 18,1	- 22,8
eiwitachtige stof (zonder NH ₃) .	- 40,5	- 45,1	- 31,7	- 33,2
werkelijk eiwit	- 60,8	- 63,5	- 54,8	- 52,5
amiden	+ 30,3	+ 21,8	+ 52,0	+ 42,0
zetmeelachtige stof + vet . . .	- 17,5	- 18,7	- 16,9	- 29,4
ruwe celstof	- 6,6	- 9,3	- 8,9	- 3,0
minerale bestanddeelen	- 11,6	- 17,8	+ 2,9	- 20,6
zetmeelwaarde	- 29,2	- 33,1	- 30,5	-
vert. eiwitachtige stof (z. NH ₃) .	- 51,9	- 58,1	- 42,1	-
vert. werkelijk eiwit	- 84,2	- 85,5	- 76,0	-
versch gras % droge stof . . .	14,9	17,9	17,7	19,2
% eiwitachtige stof (% dr. st.) .	20,3	19,2	19,4	15,7
kuilvoer pH	5,24	5,12	5,06	4,50
% melkzuur	0,11	0,13	0,34	0,93
% azijnzuur	0,73	0,77	0,65	0,56
% boterzuur	0,95	1,19	0,70	0,45
NH ₃ als % tot. oplosbaar N . .	41,0	43,7	30,4	26,0
jaar	1935	1935	1935	1936

Bij deze kuilen komen de verliescijfers goed overeen met die van de reeds besproken warme herfstkuilen. Bij de weikuilen is de eiwitafbraak echter minder sterk, ondanks het iets hogere eiwitgehalte van het gebruikte gras (19 á 20 %, tegen 16 á 19 % bij de warme kuilen). In tegenstelling tot de afnemng der amiden bij de warme kuilen zien we hier een toeneming. De geringere eiwitafbraak wordt ook bevestigd door de lagere percentages NH₃ in het perssap 26-41, tegen 46-62 bij de warme kuilen. Overigens zijn de verliezen der weikuilen niet gunstiger. Bij onderlinge vergelijking van de kuilen met verschillende percentages wei blijkt de eiwitafbraak bij 15 % wei iets kleiner dan bij 10 % wei. Wordt echter gehakseld gras met 10 % wei ingekuuld in een gesloten silo, dan zijn de

resultaten beter dan bij 15 % wei en ongehakseld gras in een silo zonder bodem. Dit voordeel zal voor het grootste deel toegeschreven moeten worden aan het gesloten zijn van de silo en deels ook aan het door hakselen meer regelmatig gemaakte kuilvoer.

Bij den kuil met wei en suiker gemaakt zijn de verliezen aan droge stof en organische stof grooter dan bij de drie vorige kuilen. Alleen de eiwitafbraak is wat gunstiger. T.o.v. de kuilen die gemaakt werden met 1 % suiker zonder wei is het kuilvoer suiker + wei echter beslist minder geslaagd.

Uit deze proeven kan dan ook wel geconcludeerd worden dat de wei-toevoeging geen aanbeveling verdient. Het te bereiken kuilvoer behoort tot type B, wanneer gras gebruikt wordt van een behoorlijk eiwitgehalte.

Mineraalzuur + suiker als toevoeging

Bij de methoden, die bevordering van de melkzuurvorming beoogen, zullen we ook nog rekenen de kuilen, die bereid werden met gras onder toevoeging van mineraalzuur en suiker. In zekeren zin zouden deze kuilen ook bij de mineraalzuurmethode gerekend kunnen worden, daar het percentage toegevoegde suiker in den regel slechts zeer gering was.

Met mineraalzuur + suiker werden de volgende resultaten bereikt (zie tabel blz. 46).

De verliezen der voorjaarskuilen met mineraalzuur en suiker blijken gemiddeld lager te zijn dan de warme voorjaarskuil van 1935, die ter vergelijking is toegevoegd. Deze warme kuil gaf verliezen, die goed overeen kwamen met het gemiddelde van 10 warme voorjaarskuilen in den grond en mag dus als representatief worden beschouwd voor die methode. Voor de vergelijking der herfstkuilen, die bereid werden met mineraalzuur + suiker, werd het gemiddelde van de warme herfstkuilen in den grond van de jaren 1932, 1933 en 1934 toegevoegd.

Hoewel het gemiddelde der voorjaarskuilen met mineraalzuur en suiker lagere verliezen geeft dan de warme methode, valt het toch op, dat t.a.v. droge stof en niet eiwitachtige organische stof en eveneens t.a.v. zetmeelwaarde de silo van 1935 nog iets hoogere verliezen geeft dan de warme kuil. De verliezen aan eiwitachtige bestanddeelen zijn echter belangrijk lager, hetgeen vooral ook aan de betere verteerbaarheid van het eiwit toe te schrijven is. Bij den warmen kuil is deze verteerbaarheid zoo sterk teruggelopen, dat het verlies aan vert. eiwitachtige stof (zonder ammoniak) ongeveer het dubbele bedraagt van dat bij de kuilen met mineraalzuur en suiker.

De herfstkuilen met zuur en suiker geven belangrijk minder verlies te

proefjaar	voorjaarsgras					herfstgras		
	1933	1935	1936	1935	1935	1932	1934	
toevoeging per 100 kg gras	6 liter 1,9 N HCl, 0,2 kg suiker	4 liter 2 N AIV, 0,2 kg suiker	4 liter 2 N Biosil, 0,2 kg suiker	warm in den grond	1932, 1933, 1934	4½ liter 2 N HCl, 0,2 kg suiker	2,8 liter 2 N AIV, 0,6 kg suiker	warm in den grond
droge stof	-18,3	-22,9	-17,3	-20,4		-10,8	-12,2	-15,6
organische stof	-18,8	-23,6	-18,0	-21,6		-10,7	-12,1	-17,3
eiwitachtige stof (zonder NH ₃)	-17,5	-22,4	-22,7	-24,2		-20,2	-25,4	-43,4
werkelijk eiwit	-39,1	-46,7	-47,6	-49,7		-37,6	-41,8	-49,1
amiden	+60,6	+81,0	+87,6	+42,5		+43,9	+34,5	-28,2
vet + zetmeelachtige stof	-23,7	-31,4	-22,3	-26,5		-9,7	-11,9	-13,9
ruwe celstof	-9,7	-8,7	-6,5	-9,3		-6,0	-2,4	-5,1
minerale bestanddeelen	-13,7	-16,8	-11,7	-9,8		-11,6	-12,5	-4,0
zetmeelwaarde	-20,2	-25,7	-	-23,6		-11,2	-	-24,0 ¹⁾
vert. eiwitachtige stof (zond. NH ₃)	-17,5	-22,1	-	-37,7		-20,2	-	-70,0 ¹⁾
vert. werkelijk eiwit	-39,1	-46,6	-	-86,0		-37,5	-	-84,0 ¹⁾
versch gras								
% droge stof	20,7	19,4	18,8	30,4		16,5	17,2	23,1
% eiwitachtige stof (% dr. stof)	13,4	14,0	15,4	15,1		17,6	18,9	17,7
kultivoer pH	3,6	4,0	4,1	4,5		3,7	4,2	5,3
% melkzuur	1,30	1,39	1,50	1,78		1,02	0,85	0,26
% azijnzuur	0,35	0,46	0,43	0,45		0,32	0,40	0,51
% boterzuur	0,13	0,29	0,35	0,78		0,03	0,33	1,55
NH ₃ als % tot. opl. N	±6	17,7	18,0	23,4		±8	28,3	55

¹⁾ kuilen 1932 en 1933.

zien aan de niet-eiwitachtige bestanddeelen. De verliezen aan eiwitachtige bestanddeelen zijn echter gelijk aan of zelfs nog iets hoger dan bij de voorjaarskuilen met zuur en suiker. Hierbij moet echter bedacht worden, dat het herfstgras bij deze proeven eiwitrijker was dan het voorjaarsgras, wat de iets hoogere verliezen bij de herfstkuilen aannemelijk maakt. Ten opzichte van de warme herfstkuilen zijn de herfstkuilen met zuur en suiker wel zeer in het voordeel, zoowel t.o.v. de niet als van de wel eiwitachtige bestanddeelen. Dit blijkt wel zeer duidelijk uit de verliezen aan zetmeelwaarde en vert. eiwitachtige stof, die bij de warme herfstkuilen resp. ruim 2 × en ruim 3 × grooter zijn dan bij den herfstkuil 1932 met zuur en suiker.

De kuilen met zuur en suiker leverden kuilvoer van type A; de warme kuilen daarentegen type B, de voorjaarskuil goede kwaliteit B en de herfstkuil slechte B-kwaliteit.

3. Kunstmatig aanzuren met verdunde zuren

Bij deze groep behoren 8 proeven met mineraalzuur en 6 met mierenzuur. Van de 8 proeven met mineraalzuur is het zuur echter bij 2 proeven met opzet niet in de voorgeschreven hoeveelheid toegediend om een goede vergelijking te kunnen trekken met de mierenzuurtoevoeging, waarvoor een ander voorschrift geldt t.a.v. de sterkte en de hoeveelheid van het te gebruiken zuur. Deze beide proeven zullen dan ook besproken worden bij de mierenzuurgroep.

Mineraalzuur als toevoeging

Hierachter (blz. 48) volgt de groep der mineraalzuurproeven, waarin weer de warme voorjaarskuil 1935 en het gemiddelde der herfstkuilen 1932, 1933 en 1934 als vergelijking dienst doen.

Bij vergelijking van de beide voorjaarssilo's met zuur met den goeden warmen voorjaarskuil valt het op dat de verliezen aan organische stof niet erg veel uiteenloopen. Deze drie kuilen zijn echter onderling niet direct vergelijkbaar. Bij de proef in 1934 werd voorjaarsgras gebruikt met in de droge stof een gehalte aan eiwitachtige stof van 19,1 %; bij de beide andere kuilen daarentegen van een veel lager eiwitgehalte, in 1936 nl. 15,4 % en 15,1 % in 1935. Een tweede punt van verschil is het droge stofgehalte, dat bij den eersten kuil slechts 16,5 % bedroeg en bij den tweeden 34 %, dus nog iets hoger dan bij den warmen kuil van 1935, die bereid werd van gras met 30,4 % droge stof. In verband met de samenstelling van het gebruikte gras zijn de beide laatste kuilen, resp. Biosil- en warme methode nog het best te vergelijken. De verliezen aan organische bestand-

proefjaar	voorjaarsgras			herfsgas				
	1934	1936 verwelkt		1933		1933		1932—1934
	5,9 liter 2 N AIV	4 liter 2 N Blossil	warm in den grond	5,9 liter 2 N AIV	6,1 liter 2 N AIV	6,0 liter 2 N AIV	6,3 liter 2 N AIV kleine silo	warm in den grond
toevoeging per 100 kg gras								
droge stof	-21,3	-18,1	-20,4	-9,5	-10,2	-8,5	-14,5	-15,6
organische stof	-20,1	-19,3	-21,6	-9,3	-9,0	-7,7	-14,3	-17,3
eiwachtige stof (zond. NH_3)	-28,3	-26,3	-24,2	-12,8	-14,8	-14,5	-17,7	-43,4
werkelijk eiwit	-42,9	-49,9	-49,7	-31,1	-25,2	-28,1	-22,9	-49,1
amiden	+18,9	+45,3	+42,5	+56,9	+21,7	+44,8	+1,9	-28,2
vet + zetm.-achtige stof . .	-21,4	-21,3	-26,5	-11,7	-8,6	-7,2	-18,3	-13,9
ruwe celstof	-12,0	-11,2	-9,3	-2,2	-5,5	-4,0	-1,8	-5,1
minerale bestanddeelen. . .	-29,9	-8,5	-9,8	-11,3	-19,2	-14,3	-15,6	-4,0
zetmeelwaarde	-20,9	-	-23,6	-10,0	-9,3	-8,1	-13,7	-24,0 ¹⁾
vert. eiw.acht.st. (zond. NH_3)	-28,3	-	-37,7	-12,7	-14,8	-14,5	-17,5	-70,0 ¹⁾
vert. werkelijk eiwit	-43,0	-	-86,0	-31,1	-25,2	-28,1	-26,0	-84,0
versch gras % dr. stof . . .	16,5	34,0	30,4	20,8	16,3	18,6	17,4	23,1
eiwachtige stof (in % dr. st.)	19,1	15,4	15,1	18,8	18,7	18,0	20,2	17,7
kulivoer pH	3,72	4,27	4,50	3,53	3,20	3,28	3,30	5,3
% melkzuur	0,87	1,74	1,78	0,91	0,51	0,56	0,30	0,26
% azijnzuur	0,43	0,45	0,45	0,27	0,15	0,19	0,12	0,31
% boterzuur	0,21	0,47	0,78	0,07	0,03	0,04	0,02	1,55
NH_3 -% tot. opl. N	18,7	19,5	23,4	6,7	4,4	5,2	12,3	55

¹⁾ alleen 1932 en 1933.

deelen zijn dan bij den Biosilkuil enkele procenten lager, hetgeen bij een absoluut verlies van ongeveer 20 % wil zeggen een voordeel van ongeveer 10 %. Dit werd bereikt met $\frac{2}{3}$ van de voorgeschreven hoeveelheid zuur. De eiwitverliezen loopen niet veel uiteen; het verlies aan eiwitachtige stof (zonder NH_3) is bij den Biosilkuil grooter, doch het NH_3 -gehalte van het perssap iets lager. Op grond van den zuurheidsgraad en de gehalten aan organische zuren valt de Biosilkuil beter uit dan de warme kuil.

Bij vergelijking van de verliezen aan voedingswaarde, bepaald met dierproeven voor mineraalzuurkuil 1934 en warme kuil 1935 komt de mineraalzuursilo beter uit dan op grond der eerstgenoemde verliespercentages verwacht zou worden. Aan zetmeelwaarde gaat ongeveer 3 % minder verloren bij een totaal verlies van ruim 20 % en aan vert. eiwitachtige stof ruim 9 % op een totaal verlies van 28 % of wel een voordeel voor de mineraalzuurmethode van minstens resp. 15 % en 30 %, daar het gras van den warmen kuil vrij wat armer was aan eiwit.

Bij de herfstkuilen komt de mineraalzuurmethode nog beter uit, zoowel wat verliezen aan de niet eiwitachtige bestanddeelen als die van eiwitachtige stoffen betreft. Aan zetmeelwaarde en vert. ruw eiwit gaat bij de mineraalzuur- herfstkuilen resp. 10 en 15 % verloren, of nauwelijks de helft, resp. een vierde van de verliezen bij de warme herfstkuilen, waar zij resp. 24 % en 70 % bedragen.

Met mineraalzuur kan steeds kuilvoeder van type A verkregen worden, wanneer voldoende zuur gebruikt wordt.

Mierenzuur als toevoeging

Op blz. 50 volgen nog de proeven met mierenzuurkuilen, die genomen werden in verband met bezwaren, die het gebruik van mineraalzuren steeds oplevert t.a.v. gevaar voor oogen en kleeren en de zorgen, die de neutralisatie bij het voederen eischt.

Bij deze proeven werden toevoegingen van verschillende hoeveelheden zuur en zuur van verschillende concentraties vergeleken. Het voorschrift voor de mierenzuurmethode is nl. per 100 kg in te kuilen materiaal een hoeveelheid van 4 à $4\frac{1}{2}$ liter 1,1 normaal mierenzuur toe te voegen (d.w.z. een concentratie verkregen door mierenzuur van een sterkte van 90 % te verdunnen met de 20-voudige hoeveelheid water).

Bij de Finsche methode moet daarentegen in plaats van $4\frac{1}{2}$ liter 1,1 normaal zuuroplossing ongeveer 6 liter 2 normaal zuuroplossing worden toegevoegd of 12 in plaats van 5 zuurequivalenten.

Zoodoende zijn bij deze proeven vergeleken de toevoegingen van ongeveer 5 zuurequivalenten als mierenzuur met evenveel in den vorm van Finsch zuur, ruim 6 zuurequivalenten mierenzuur met idem Finsch zuur en 12 à 13 zuurequivalenten als mierenzuur en Finsch zuur.

proefjaar	herfstgras								
	1939	1933	1940	1940	1941	1941	1941		
toevoeging per 100 kg gras	4 liter 1,2 N mieren- zuur	5,7 liter 2 N AIV	4,1 liter 1,2 N AIV	4,0 liter 1,2 N mieren- zuur	4,5 liter 1,1 N mieren- zuur	5,5 liter 1,1 N mieren- zuur	6 liter 2,1 N betonsilo mieren- zuur	6 liter 2,1 N betonsilo mieren- zuur	7 liter 1,1 N mieren- zuur
droge stof	- 8,6	- 9,5	-19,7	-21,2	-15,6	-18,7	-14,5	-14,5	-16,7
organische stof	- 9,3	- 9,3	-20,2	-22,7	-16,1	-17,7	-14,3	-14,3	-16,7
eiwitacht. stof (zonder NH ₃)	-12,7	-12,8	-38,0	-37,8	-37,3	-39,2	-37,3	-17,7	-35,0
werkelijk eiwit	-45,3	-31,1	-42,1	-42,0	-47,2	-47,9	-43,1	-22,9	-43,7
amiden	+129,9	+56,9	-24,9	-25,1	- 2,6	- 7,1	+ 1,9	+41,8	- 6,7
vet + zetmachtige stof . .	-11,2	-11,7	-21,9	-22,6	-16,6	-15,8	-17,5	-18,3	-15,4
ruwe celstof	- 3,1	- 2,2	- 5,1	-13,9	- 1,5	- 3,3	- 2,4	- 1,8	- 7,3
minerale bestanddeelen . .	- 3,8	-11,3	-16,5	-10,8	-12,0	-25,7	-20,6	-15,6	- 6,2
zetmeelwaarde	-	-	-33	-33,8	-29,9	-25,0	-22,0	-13,7	-27,6
vert. eiw. acht. st. (znd. NH ₃)	-	-	-53,6	-55,2	-53,9	-52,6	-48,8	-17,5	-50,7
vert. werkelijk eiwit	-	-	-72,8	-74,0	-76,3	-69,7	-61,7	-26,0	-71,5
versch gras									
% droge stof	22,7	20,8	23,2	24,4	19,1	17,1	16,8	17,4	19,1
% eiwitacht. st. (% in dr. st.)	18,1	18,5	16,9	16,1	16,9	21,6	20,4	20,2	16,9
kuilvoer pH	4,1	3,53	4,83	4,89	4,95	4,69	4,79	3,28	4,07
% melkzuur	1,73	0,91	0,48	0,72	0,30	0,55	0,41	0,30	0,35
% azijnzuur	0,41	0,27	0,29	0,37	0,39	0,54	0,43	0,12	0,26
% boterzuur	0,0	0,07	1,03	1,22	1,44	0,74	1,07	0,02	0,0
NH ₃ als % tot. opl. N	15,6	6,7	47,7	48,3	52,0	42,7	49,8	12,3	11,3

De eerste in Hoorn met mierenzuur genomen proef gaf een zeer goed resultaat, geheel overeenkomstig de door Crasemann en Juon in Zwitserland genomen proef (8). Het is echter wel gebleken, hoe gevaarlijk het is, op één proefaf te gaan, want later bleek, dat veel meer mierenzuur noodig was, dan in het recept genoemd werd (9, 17, 18). Deze beide proeven waren geheel in strijd met de resultaten, die bij de latere proeven gevonden werden.

Bij vergelijking van de verliescijfers blijkt, behalve bij de zeer gunstig uitgevallen proef van 1939, alleen de toevoeging van 12 à 13 zuurequivalenten een prima kuilvoer gegeven te hebben van type A. Alle andere kuilen leverden voeder van type B.

Bij de overeenkomstige hoeveelheden zuur is tusschen mierenzuur en Finsch zuur zeker geen voordeelig verschil ten gunste van mierenzuur te constateeren. Bij de verteerbaarheidsproeven bleek de verteerbaarheid van het Finsche kuilvoer iets beter dan van het overeenkomstige mierenzuurvoeder, vooral t.a.v. het eiwit en wel speciaal van het werkelijk eiwit. De conclusie uit deze proeven is dan ook als volgt: Om met mierenzuur, uitgaande van eiwitrijk materiaal, een kuilvoeder te bereiden van type A, dus beste kwaliteit, dient het voorschrift gewijzigd te worden in dien zin, dat per 100 kg versch materiaal evenveel zuurequivalenten worden toegevoegd als voor de Finsche methode noodig is. Hoewel van physiologisch standpunt bezien het gebruik van een organisch zuur als mierenzuur de voorkeur verdient boven dat van minerale zuren als Finsch zuur, vormen de hooge kosten van het mierenzuur tot dusverre een te groot bezwaar om de toepassing van deze methode ingang te doen vinden.

HOOFDSTUK V

DE VOEDERWAARDE VAN KUILVOEDER EN DE BETEKENIS VOOR DE VEEVOEDING

Vanzelfsprekend hangt de voederwaarde van kuilvoeder ten nauwste samen met het uitgangsmateriaal. Deze factor is van grooter belang dan de invloed van de gebruikte kuilmethode.

Daar het kuilvoeder bereid wordt uit ongedroogde gewassen is het vochtgehalte van veel invloed op de voederwaarde van het materiaal. Een kleine variatie in het vochtgehalte gaat hierbij immers gepaard met een groot verschil in droge stof, b.v. 75 % vocht tegen 80 % vocht geeft per 100 kg van het betreffende materiaal een verschil van 5 kg droge stof op 25 kg of wel een verschil in voedingswaarde van 20 %!

De voedingswaarde van de droge stof is sterk afhankelijk van het groei-

stadium. Jonge gewassen zijn eiwitrijker en hebben een betere verteerbaarheid dan oude gewassen, m.a.w. de zetmeelwaarde is hoger en eveneens het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof. Deze invloed van het groeistadium geldt voor alle gewassen.

Ten derde is er nog het verschil in de voedingswaarde van de verschillende gewassen onderling. Vlinderbloemigen in het algemeen zijn in eenzelfde groeistadium eiwitrijker dan gras doch hebben een lagere zetmeelwaarde. Mais daarentegen is belangrijk armer aan eiwitachtige stoffen doch heeft per eenheid droge stof een hoogere zetmeelwaarde dan gras.

De processen, die het inkuielen typeeren, hebben vanzelfsprekend ook invloed op de voederwaarde van de droge stof van het gebruikte materiaal. In onderstaande tabel zijn de gemiddelden, die de proeven in Hoorn voor de verschillende ensilagemethoden opleverden, samengevat. Deze gemiddelden hebben betrekking op de bij verteringsproeven met dieren gevonden voederwaarde der kuilvoerders, die echter is uitgedrukt in procenten van de voederwaarde van het betreffende uitgangsmateriaal. Dit uitgangsmateriaal is niet door dierproeven onderzocht. De voederwaarde daarvan werd berekend met behulp van den door andere dierproeven gevonden samenhang tusschen voederwaarde en chemische samenstelling van de droge stof.

Bij herfstgras is voor de zetmeelwaarde een correctie toegepast op de voor voorjaarsgras geldende normen van $-4,9\%$. De gebruikte tabellen zijn die van het Bedrijfslaboratorium voor Gewasonderzoek van het C.I.L.O.

methode				zetmeelwaarde			vert. eiwitachtige stof zonder ammoniak		
	maai- tijd	aantal proe- ven	pH	gras	kuil- voer	kuil- voer in % gras	gras	kuil- voer	kuil- voer in % gras
warm	voorj.	2	4,55	61,1	55,1	90	11,0	7,6	69
warm	najaar	3	5,3	53,1	48,4	91	12,3	4,9	40
koud	najaar	1	5,3	53,0	44,3	84	14,5	6,3	43
1 % suiker	najaar	1	4,4	52,9	48,2	91	11,2	7,3	65
10 % wei	najaar	2	5,1	53,2	45,5	86	13,7	7,8	57
15 % wei	najaar	1	5,2	53,4	48,7	91	14,6	9,0	62
4½ liter 2 N mineraalzuur + suiker 0,2 %	voorj.	2	3,8	58,8	56,0	96	9,8	8,9	90
	najaar	1	3,7	51,5	52,3	102	12,2	10,8	89
mineraalzuur, 6 liter 2 N AIV	voorj.	1	3,7	56,8	59,6	105	14,7	12,4	84
	najaar	4	3,3	55,3	55,6	101	13,4	12,4	93
4-5½ liter 1,1 N mierenzuur	najaar	3	4,9	54,6	47,4	87	12,7	7,3	57
7 liter 1,1 N mierenzuur . .	najaar	1	4,6	53,5	46,8	87	11,6	7,1	62
6 liter 2 N mierenzuur . . .	najaar	1	4,1	60,0	57,4	96	14,7	12,8	87
4 liter 1 N AIV-zuur	najaar	1	4,8	54,4	45,7	84	11,6	6,9	59
5½ liter 1 N AIV-zuur	najaar	1	4,8	56,0	53,1	95	14,7	9,4	64

Hoewel de cijfers van deze tabel niet de juiste verhouding tusschen de voederwaarde van gras en het er uit verkregen kuilvoer weergeven — van gras is de voederwaarde berekend en niet door dierproeven bepaald — zijn de gegevens wel geschikt voor vergelijking der kuilmethoden onderling.

Het kuilvoer blijkt vooral bij de hooge pH's een geringere voederwaarde te bezitten per eenheid droge stof dan het gras, waarvan werd uitgegaan. Hierdoor zijn dus die methoden, die geen voldoende lage pH, d.w.z. lager dan 4,2, tengevolge hebben, reeds voldoende gekenmerkt.

De warme methode geeft t.o.v. gras een daling aan zetmeelwaarde in de droge stof van het kuilvoer van omstreeks 10 %. Voor verteerbare eiwitachtige stoffen echter een daling van 30 tot zelfs 60 %. De voorjaarskuilen geven een iets geringere daling t.a.v. de eiwitfractie te zien dan de herfstkuilen.

In het eene geval, waarin de koude methode werd toegepast, waren de daling voor zetmeelwaarde en verteerbare eiwitachtige stof resp. 16 % en 57 %.

De najaarskuil met 1 % suiker is iets beter dan de koude en warme najaarskuil, doch komt niet beter uit dan de warme voorjaarskuilen. Toevoeging van 1 % suiker is dus ook uit het oogpunt van voedingswaarde per eenheid droge stof onvoldoende gunstig te noemen.

Dit is eveneens het geval met de toevoeging van wei, die wel eenige verbetering geeft t.a.v. den kouden kuil, die tegelijk met hetzelfde gras en eveneens in een silo gemaakt werd, doch groot is die verbetering niet. Toevoeging van 15 % wei is iets beter dan 10 %, doch op zichzelf beschouwd nog geheel onvoldoende.

De methoden, waarbij veel *mineraalzuur* of iets minder *mineraalzuur* plus eenige suiker wordt gegeven, komen uit met heel lage daling van het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof, terwijl de zetmeelwaarde van de droge stof in vergelijking met die van het gras ongeveer gelijk is gebleven.

Het gebruik van *mierenzuur* blijkt alleen goede resultaten te geven — d.w.z. op één lijn staande met die van *mineraalzuurtoevoeging* volgens voorschrift — wanneer in plaats van de toevoeging volgens het voorschrift à 4 tot 4½ liter 1,1 N *mierenzuur* (= verdunning 1 : 20) ongeveer de driedubbele hoeveelheid gegeven wordt, t.w. 6 liter 2 N oplossing (= verdunning 1 : 10).

Uit deze beschouwing over de voederwaarde van kuilvoer volgt dus dat het mogelijk is — door de juiste methode te volgen — een kuilvoeder

te winnen, dat per eenheid droge stof een ongeveer gelijke voederwaarde heeft als het uitgangspanduct. Slechts t.a.v. verteerbare eiwitachtige stof zullen we moeten blijven rekenen op een achteruitgang van relatief 10 % gemiddeld.

De in hoofdstuk IV besproken verliezen zullen dus bij de goede kuilmethoden practisch alleen hoeveelhedsverliezen zijn, doch bij de voor het bereiken van de grens pH 4,2 ongeschikte methoden een combinatie van hoeveelheds- en kwaliteitsverliezen.

Daar speciaal jonge gewassen zich slecht leenen voor het bereiken van een hoogen zuurheidsgraad, wordt hier de kwaliteitsvraag van veel belang. Immers deze gewassen zijn speciaal geteeld om met den veestapel een hooge productie te kunnen bereiken. Door ondoelmatig inkuielen loopt vooral ook de kwaliteit van het voeder gevaar in meer of minder sterke mate te dalen, welke daling meestal niet door een verhooging van de per dier en per dag te vervoederen hoeveelheid kan worden opgevangen.

De beteekenis, die kuilvoer voor de veevoeding heeft

Deze hangt samen met de hoedanigheid van het betreffende kuilvoer en het gebruik dat men er voor de veevoeding van wil maken. Een kuilvoer, dat uit oud stengelig materiaal bereid is, zal door de lage zetmeelwaarde en het meest zeer lage gehalte aan verteerbare eiwitachtige stoffen niet geschikt zijn om het hoofdbestanddeel te vormen van een voederantsoen voor een hooge melkproductie. Als onderhoudsvoer kan een zoodanig kuilvoer echter goed bruikbaar zijn.

Van kuilvoer mag men uit voedingsoogpunt niet meer, maar ook niet minder, verwachten dan de zetmeelwaarde en het gehalte van verteerbare eiwitachtige stof voorspellen.

Voor de praktijk is het dus van groot belang de voedingswaarde van het voor de stalperiode gewonnen kuilvoer te kennen. Daarbij kan het chemisch onderzoek goede aanwijzingen geven. In verband hiermee werd in 1939 bij het C.I.L.O. te Wageningen een afdeling opgericht, die speciaal tot taak had de voedermiddelen der bedrijven te onderzoeken. Dat werd het Bedrijfslaboratorium voor Gewasonderzoek. De verschillende voedermiddelen kunnen daar chemisch onderzocht worden, waarna de voederwaarde — zetmeelwaarde en gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof — uit de verkregen gegevens met behulp van bepaalde tabellen te berekenen zijn. Deze tabellen zijn gebaseerd op de door het R.L.P.S. te Hoorn genomen verteerbaarheidsproeven met versch gras, gedroogd gras, hooi.

Uit de gegevens van laboratorium en verteringsproeven volgde een bepaald verband tusschen de chemisch bepaalde gehalten aan ruwe celstof en de op grond van de analyse en de verteringsproeven berekende zetmeelwaarde eenerzijds en tusschen eiwitachtige stof en verteerbare eiwitachtige stof anderzijds. Voor versch gras, gedroogd gras en hooi waren deze waarnemingen voldoende zeker om tabellen te kunnen opstellen, waarmee voor het betreffende voeder, aan de hand van het door chemisch onderzoek bekende gehalte aan ruw vezel resp. eiwitachtige stof, de zetmeelwaarde en het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof kunnen worden berekend.

Voor kuilvoer is een even scherp verband niet aanwezig, doch uit de beschikbare gegevens bleek, dat de tabel voor de zetmeelwaarde van versch gras in groote lijnen ook bruikbaar is voor kuilgras. Voor verteerbare eiwitachtige stof moest een andere weg gevonden worden, doordat de eiwitachtige stoffen bij het inkuilen sterkere omzettingen ondergaan dan de niet eiwitachtige stoffen. Uit de dierproeven van het R.L.P.S. te Hoorn kan worden afgeleid, dat het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof vrij scherp verband houdt met het gehalte aan eiwitachtige stof zonder (NH_3) van het kuilvoeder en met den zuurheidsgraad. Voor kuilvoerders met een pH tusschen 3,0 en 4,0 geldt ongeveer een vergelijking

$$\text{verteerbare eiwitachtige stof}^1) = \text{eiwitachtige stof}^1) - 5,8.$$

Voor het pH-traject 4,0–5,0 wordt de aftrek per 0,1 pH eenheid 0,2 grooter en is dus bij pH 5,0 in plaats van 5,8 al 7,8 geworden. Boven pH 5,0 waren de gegevens zoodanig, dat voor verdere pH-stijging geen verdere aftrek moest worden toegepast (32).

Het spreekt vanzelf, dat deze berekende voederwaarden slechts globaal juist zullen zijn. Meer of minder sterke broei in de kuilen zal de verteerbaarheid van het eiwit b.v. zeer sterk kunnen drukken, zonder dat dit bij de berekening volgens de vorige vergelijking gevonden wordt. Voor dergelijke broeimonsers is deze berekeningswijze dan ook niet bruikbaar.

Voor de praktijk zal het zeer nuttig zijn deze wijze van onderzoek uit te breiden, vooral wanneer de te gebruiken tabellen door dierverteerbaarheidsproeven nauwkeuriger gemaakt zijn.

In het huidige stadium kan al wel gezegd worden, dat het met de moderne inkuilmethoden mogelijk is een kuilvoeder te bereiden van zeer goede voedingswaarde — zetmeelwaarde 60 en een gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof van ongeveer 14 % (beide voor de droge stof!) zijn zeer wel mogelijk. Het zal duidelijk zijn, dat met een dergelijk kuilvoeder in onze speciaal op melkproductie gerichte veehouderij veel te bereiken

¹⁾ als procenten in de droge stof, zonder ammoniak.

is, zonder belangrijke bijvoeging van eiwitrijk krachtvoer. Er zijn zelfs verschillende goede aanwijzingen, dat er bij rationeele bedrijfsvoering, t.w. een goed gebruik van de grasproductie en een doelmatige regeling van de grasproductie door de bemesting, eerder een tekort aan zetmeelwaarde bestaat dan aan eiwitstoffen voor de rundveevoeding. Combinatie van zetmeelrijke producten met gras lijkt daardoor voor de hand liggend en juist hierbij zal het inkuilen een doelmatige combinatie kunnen vergemakkelijken. Toevoeging van fijn gemaakte aardappelen of bieten bij het inkuilen is immers een werkwijze, die zeker meerdere aandacht verdient. Toevoeging van aardappelmeel en graanmeel eveneens.

HOOFDSTUK VI

DE INVLOED VAN KUILVOEDERS OP HET VEE EN DE MELKPRODUCTEN

Het vee

Uit de praktijk blijkt, dat het kuilvoeder over het geheel goed bevalt als voedermiddel. Het saprijke voer wordt door de dieren in den regel gaarne gegeten. Doch op dezen regel zijn helaas uitzonderingen en in den beginne waren deze veelal een rem voor de ontwikkeling van de kuiltechniek in de gewone landbouwpraktijk. De bezwaren kwamen nl. voor een groot deel naar voren bij het vervoederen van met mineraalzuur bereid kuilvoeder.

Bij de ontwikkeling van deze methode was dit bezwaar al direct naar voren gekomen en Virtanen zelf schreef dan ook reeds voor, bij het vervoederen van het volgens zijn methode bereide kuilvoeder krijgt, dubbelkoolzure soda of een mengsel van krijt en soda of sodex toe te voegen (1 ons per 10 à 20 kg kuilvoeder).

Bij het vervoederen van groote hoeveelheden mineraalzuur-kuilvoer, waarvan de zuurheidsgraad beneden \pm pH 4,0 moet liggen, blijkt de urine van het vee zuur te worden, terwijl het ammoniakgehalte van de urine stijgt. Dit is in sterkere mate het geval naarmate de zuurheidsgraad van het voeder hooger is. In normale gevallen is de urine alkalisch, pH 7,5 tot iets boven 8,0. Door kuilvoer van hoogen zuurheidsgraad te voederen kan de pH wel dalen tot pH 5 en het ammoniakgehalte stijgen tot soms meer dan het twintigvoudige. Tevens treden veranderingen in het bloed op — daling van pH en gehalte aan bicarbonaten — wanneer van zuurvergifting sprake begint te worden.

Uiterlijk zijn dan veelal abnormale verschijnselen waarneembaar aan de dieren, als geringe eetlust, ruig haar, opgetrokken buik, dunne of zeer

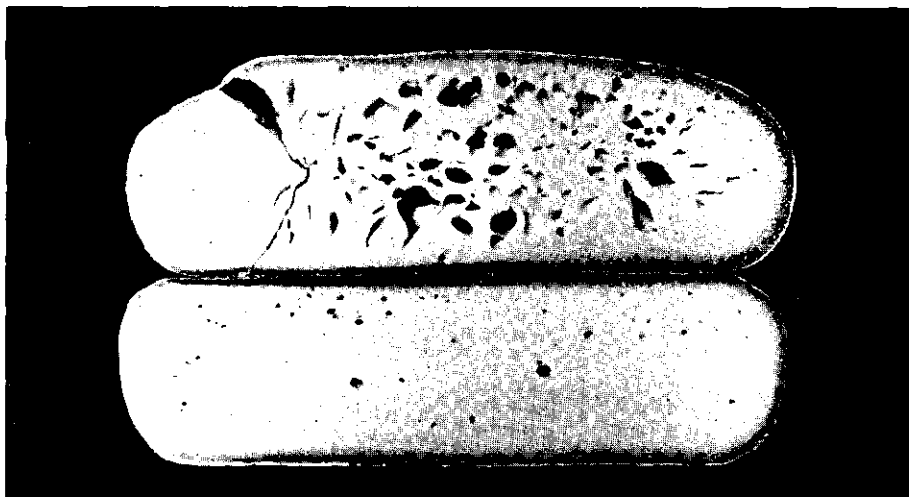


Fig. 11. Kaas bereid op 18 Mei 1934. Bovenste: melk geënt met *Clostridium tyrobutyricum*. Onderste: contrôlekaas, niet geënt met boterzuurbacteriën. Op 2 Juni bij 18° C geplaatst en 15 Juni opengesneden.

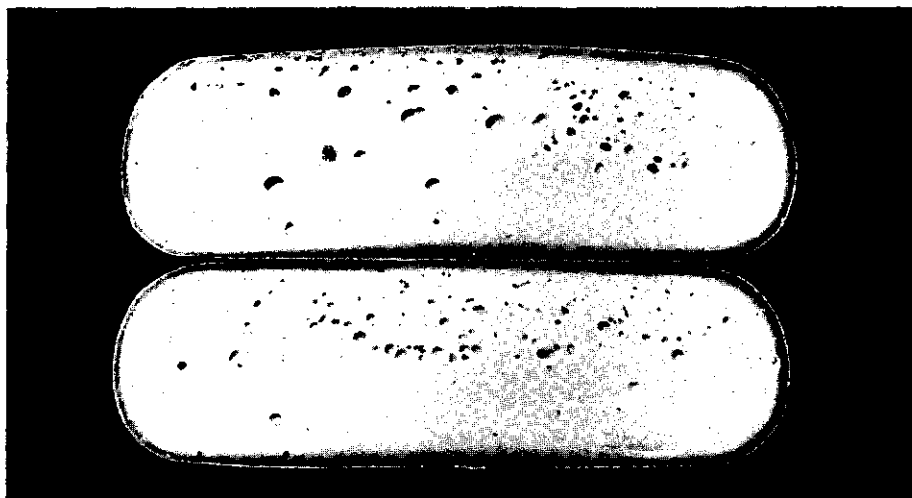


Fig. 12. Kaas bereid op 17 Mei 1934. Bovenste: melk geënt met *Clostridium saccharobutyricum*. Onderste: contrôle kaas, niet geënt met boterzuurbacteriën. Op 2 Juni bij 18° C geplaatst en 15 Juni opengesneden. (fig. 11 en 12 overgenomen uit Van Beynum en Pette (20) pag. 564).

dunne mest en vermagering. Bij de door Brouwer (26 t/m 29) genomen proeven bleken deze verschijnselen door toediening van krijt en dubbelkoolzure soda nagenoeg geheel te worden opgeheven. Krijt alleen was minder werkzaam dan het mengsel of soda alleen.

De hoeveelheid krijt moet liefst niet hoger worden genomen dan ongeveer een ons per dag per dier. Is de urine dan nog zuur — wordt een blauw lakmoespapiertje in de versche urine nog rood — dan is het beter een mengsel van $\frac{2}{3}$ krijt en $\frac{1}{3}$ soda te geven. Daarvan zal ongeveer 50 g per 10 kg kuilvoer door de sterker neutraliseerende werking van soda voldoende zijn. Eventuele overmaat aan alkali wordt zonder bezwaar door de runderen met de urine verwijderd in den vorm van dubbelkoolzure zouten. Door de toevoeging van het bedoelde mineraalmengsel wordt de verteerbaarheid van het kuilvoeder niet nadeelig beïnvloed zooals door proeven van Dijkstra bewezen is (30).

Hoewel ook zonder mineraalzuur bereid kuilvoer een lage pH bezit, werkt dit niet zuur in physiologischen zin. In het dierlijk organisme blijken de organische zuren — melkzuur, azijnzuur en boterzuur — grootendeel geoxydeerd te worden.

De melk en melkproducten

Ten opzichte van melk en melkproducten is de invloed van kuilvoeder niet geheel en al onschuldig. Speciaal de zuivelmenschen hebben ernstige bezwaren tegen het vervoederen van kuilvoer naar voren gebracht, zooals kuilmaak aan melk en boter en vooral ook de kaasgebreken „knijpen” en „laat los”.

Het R.L.P.S. te Hoorn heeft onderzocht in hoeverre de verschillende kuilmethoden bezwaren opleverden voor de kaasbereiding (20 t/m 24). Daarbij werd gevonden, dat alleen de lactaatvergistende boterzuurbacterie *Clostridium tyrobutyricum* gevaarlijk is, doordat deze de melkzure zouten, die in kaas voorkomen, kan vergisten. Deze boterzuurbacterie treedt hoofdzakelijk op den voorgrond als de pH boven 4,2 ligt en er in het voedingsmilieu haast geen suiker doch wel melkzuur — b.v. door melkzuurgisting — aanwezig is. Hoewel door bevordering van de melkzuurgisting en door kunstmatig aanzuren de zuurheidsgraad van een kuil gemiddeld flink beneden pH 4,2 kan liggen, is er toch vrij vaak een groei van boterzuurbacteriën waarneembaar door den ongelijkmatigen zuurheidsgraad, die vaak laagsgewijze hoog en laag is. Bij afwezigheid van melkzuurgisting krijgt deze voor kaas gevaarlijke boterzuurbacterie geen goede ontwikkelingskansen daar dan geen melkzuur of melkzure zouten gevormd worden. Dan treedt een andere boterzuurbacterie op den voorgrond en wel de voor kaas ongevaarlijke, suikervergistende *Clostridium saccharobutyricum*.

Daar de melk echter practisch kiemvrij uit den uier komt moet de besmetting, die voeding van kuilvoer voor de melk kan opleveren, buiten het vee plaats vinden, b.v. via mestdeelen, die met de sporen der boterzuurbacterie besmet zijn. Door een zeer uitgebreid onderzoek kwam Hijlkema (25) t.a.v. deze besmettingskansen tot de volgende conclusies:

- 1e Het verstrekken van kuilvoer aan melkvee kan licht aanleiding geven tot melk met kuilsmak en in meerdere mate tot besmetting met boterzuurbacteriën.
- 2e De bezwaren van kuilsmak en besmetting met boterzuurbacteriën worden ondervangen wanneer de melkwinning op inderdaad zindelijke wijze plaats vindt.
- 3e Bij de goede melkwinning verdient het aanbeveling:
 - a. persvoer van goede kwaliteit te verstrekken;
 - b. het persvoer na het melken toe te dienen.

Bij de onderzoekingen van Van Beynum en Pette (24) bleek de kans op besmetting van de melk niet direct doch pas ongeveer 2 à 3 weken na het beëindigen der toediening van kuilvoer verdwenen te zijn.

Op grond van de onderzoekingen, die hierboven genoemd zijn, mogen we concluderen, dat het met de bezwaren van kuilvoeding voor de melk en melkproducten mee zal vallen wanneer zorgvuldig gewerkt wordt op de boerderij, zoowel bij het inkuielen als bij het vervoederen. Voor de kaasstreken is het echter wenschelijk om niet langer met de toediening van kuilvoeder door te gaan dan ongeveer half Februari. De temperatuur der kaaspakhuizen kan dan zoodanig oploopen, dat de boterzuurbacteriën van het *Clostridium tyrobutyricum*-type, zoo deze in de kaas aanwezig mochten zijn, voldoende kansen krijgen zich te ontwikkelen met alle nadeelige gevolgen van dien.

HOOFDSTUK VII

DE KOSTEN VAN INKUILEN IN VERGELIJKING MET ANDERE CONSERVEERINGSMETHODEN

De kosten, die verbonden zijn aan het winnen van kuilvoeder, kunnen we meer of minder nauwkeurig vergelijken met die van het drogen op de natuurlijke wijze (dus met het hooien) en met het kunstmatig drogen van gras en groenvoeder. Deze vergelijking is alleen maar meer of minder nauwkeurig, omdat we immers in de praktijk bij deze drie werkwijzen uitgaan van verschillende omstandigheden. Zoo zal het hooien niet kunnen worden toegepast in het vroege voorjaar, noch in den laten herfst, wat

met inkuilen en kunstmatig drogen wel het geval is. Anderzijds mag niemand er aan denken om oud gras, dat nog wel geschikt is om op de Hollandsch-Friesche wijze tot kuilvoer verwerkt te worden, kunstmatig te gaan drogen (en in normale tijden zal dat ook niet gebeuren!).

Daar de hooiwinning eigenlijk alleen van belang is voor ouder gras, is alleen de vergelijking met inkuilen van belang. Bij gras en groenvoeder van jonger groeistadium kan men de conserveering uitvoeren door inkuilen of kunstmatig drogen, zoodat het ook zin heeft deze twee methoden met elkaar te vergelijken.

Op de absolute kosten van de verschillende methoden van conserveering zal niet worden ingegaan: er zal *alleen een vergelijking* gemaakt worden tusschen de conserveeringsmethoden.

De kosten van inkuilen tegenover die van hooien

Voor deze vergelijking gaan we uit van de verschillende handelingen, die noodig zijn voor het winnen van hooi of kuilvoer.

Hooien: maaien – keeren – schudden – op ruggen brengen – opperen of ruiten – uiteenslaan (soms) – opnieuw opperen (soms) – opladen – opbergen in schuur of elders.

Inkuilen: maaien – op ruggen of hoopen brengen – opladen – opbergen in silo, al of niet onder toevoeging van conserveeringsmiddelen.

Bij hooien hebben we dus te velde met veel meer handelingen te maken dan bij het inkuilen. Tegenover het feit, dat bij het inkuilen van het vochtige product ongeveer een viermaal zoo groot gewicht op te laden en op te bergen valt, staat het feit, dat het hooi gekeerd, geschud, geopperd moet worden en soms nog eerst weer uiteengeslagen en opnieuw geopperd voor het opbergen kan plaats vinden. Voor ruiten zijn gemiddeld wel minder handelingen met het hooi noodig, doch het transport en het plaatsen en opbergen van de ruiten komt hier als extra werk naar voren.

De werktuigen, die bij het hooien noodig zijn, geven een onkostenpost, welke zeker niet lager is dan van al het materiaal (zuurvat, slang etc.), dat noodig is voor het inkuilen in een silo met zuurtoevoeging. Daarmee is dan tevens gezegd dat deze onkostenpost bij hooien hooger is dan die van hetgeen voor een Hollandsch-Friesche kuil gebruikt moet worden.

Zijn de omstandigheden voor de hooiwinning behoorlijk gunstig, dan is hooien beter op zijn plaats dan kuilen op de Friesch-Hollandsche wijze. Deze omstandigheden, meer speciaal die van het weer, zijn zeer wisselvallig zoodat het hooien beperkt moet blijven tot die perioden waarin de kans op vast en goed drogend weer voldoende groot is. Buiten deze perioden zal men beter doen de conserveering op andere wijze tot stand te brengen.

Behalve de kosten, die verbonden zijn aan het conserveeren van b.v. de opbrengst van 1 ha grasland door middel van hooien of inkuilen, spelen de bij deze processen optredende verliezen een groote rol.

Zooals in hoofdstuk IV, pag. 24-32 is uiteengezet, bedragen de verliezen bij de Hollandsch-Friesche kuil gemiddeld ongeveer 25-30 % zetmeelwaarde en 40 à 55 % verteerbaar ruw eiwit.

Bij hooiwinning moet gemiddeld gerekend worden op verliezen van 35 à 40 % zetmeelwaarde en 35 à 40 % verteerbaar ruw eiwit.

In deze cijfers komt inkuilen volgens de Hollandsch-Friesche methode dus gunstiger uit t.a.v. zetmeelwaarde en ongunstiger t.a.v. het verteerbaar ruw eiwit.

Samenvattend kan dan ook gezegd worden, dat de hooiwinning gemiddeld niet goedkoper is dan de winning van kuilvoer volgens de Hollandsch-Friesche methode.

De kosten van de verschillende methoden van inkuilen

Ook bij deze vergelijking moet rekening gehouden worden met het feit, dat het bij de eene methode mogelijk is voeder te conserveeren met een zeer hoge voedingswaarde, terwijl een andere methode hier een mislukking zou geven.

De vergelijking zal getrokken worden tusschen de oude Friesch-Hollandsche methode, de methoden die de melkzuurgisting bevorderen en de methoden waarbij verdunde minerale zuren worden toegepast.

1. Allereerst komen ten nadeele van de beide laatste methoden de silo's, die hierbij eigenlijk onmisbaar zijn. Het is moeilijk te zeggen wat een bepaalde silo met opzetstuk over een of meerdere jaren zal kosten, zoodat we ons gaan baseeren op het verleden. Voor den oorlog bleek het mogelijk een goeden betonsilo van 40 m³ te bouwen voor f 80,—, terwijl voor f 60,— een goed opzetstuk verkregen werd. Dit opzetstuk is voor minstens twee silo's te gebruiken, zoodat per silo maar gerekend behoeft te worden met de halve waarde van het opzetstuk.

Bij een afschrijving van 7 % en een rente van 4 % over de helft der aanschaffingskosten kwam een 40 m³ silo dus op 7 % van $(80 + \frac{60}{2})$ gulden) + 4 % van $\frac{1}{2} (80 + \frac{60}{2})$ gulden of samen ongeveer f 10,— per jaar.

2. *De toevoegingen.* Voor een goede melkzuurgisting is noodig minstens 3 % suiker of een overeenkomstige hoeveelheid in den vorm van melasse (5 %), aardappelen (15 à 20 %), suikerbieten (15 %) of voederbieten (25 à 30 %). De toegevoegde suiker gaat maar voor een deel verloren, want de melkzuurbacteriën maken er melkzuur van, dat een ongeveer even hoge voedingswaarde heeft als suiker of zetmeel. De verliezen, die optreden gaan òf ten koste van de toegevoegde suiker òf van de in het in te kuilen

gewas aanwezige suiker, hetgeen practisch op hetzelfde neerkomt. De eenigste extra kosten van de toevoeging zijn te vinden in den werkelijken prijs van suiker of zetmeel (aardappelen etc.) en de waarde van de toevoegde suiker of het zetmeel als veevoeder. Is de aankoop prijs hooger dan de in geld uitgedrukte voederwaarde, dan moet dit verschil in rekening worden gebracht.

Bij de vooroorlogsche verhoudingen bedroeg de in geld uitgedrukte voederwaarde van 1 kg suiker of zetmeel ongeveer 10 cent (berekend uit de prijzen van de voornaamste veevoerders).

In die jaren kwam de melasse op ongeveer f 7,50 per 100 kg of ongeveer 15 cent per kg zetmeelwaarde — voederaardappelen kwamen op ongeveer f 1,50 per 100 kg of 7 à 8 cent per kg zetmeelwaarde en suikerbieten eveneens.

Aardappelen lijken dus aanmerkelijk goedkoper te zijn geweest. Om ze echter met succes bij het inkuilen te gebruiken zouden ze nog fijngemaakt en met het in te kuilen gewas gemengd moeten zijn geworden. En deze methode heeft nog geen ingang gevonden. Daar deze werkwijze echter wel degelijk voor verwezenlijking vatbaar is, gaan we er iets dieper op in.

De voeraardappelen zouden spoedig na het oogsten gestoomd en ingekuild kunnen worden, hetgeen voor den oorlog in totaal per 100 kg ongeveer f 0,30 zou kosten. De prijs per kg zetmeelwaarde stijgt daardoor tot 10 cent. Suikerbieten en aardappelen zouden ook alleen fijngemalen kunnen worden voor het inkuilen. De aardappels of bieten worden daardoor goed houdbaar tot ze bij het inkuilen van gras noodig zijn. De aardappelen of bieten zouden dan liefst machinaal fijn verdeeld moeten worden door het in te kuilen groenvoeder. Het moet technisch mogelijk zijn dit zoodanig te maken, dat de kosten per silo van 40 m³ beperkt blijven tot f 5,—. (Aanschaffingskosten voor een dergelijke machine, bestaande uit een 10 pk motor, een maalinrichting en een Jacobsbladder ongeveer f 1000,—, afschrijving, rente en onderhoud per jaar f 100,— + f 20,— + f 80,— = f 200,—, brandstof f 150,—, vervoer van boer tot boer per seizoen f 50,— of totaal per jaar f 400,—. Aantal te behandelen silo's van 40 m³ in de maanden Mei, Juli, Augustus en September, totaal 80 stuks (1 per dag, gedurende 20 dagen per maand) dus per silo f 5,—.)

Bij het gebruik van *minerale zuren* heeft men per silo van 40 m³ noodig voor ongeveer f 30,— Finsch zuur (vooroorlogsche prijzen). Dit zuur heeft niet alleen geen voedingswaarde, maar bovendien is het noodig per silo voor ongeveer f 7,50 krijgt of iets dergelijks aan het kuilvoeder toe te voegen om te voorkomen dat het minerale zuur een nadeelige werking op den gezondheidstoestand van het vee heeft.

Voor het versproeien van het zuurmengsel heeft men een zuurvaste

gieter noodig of liever een groote ton en een driepoot, waaraan deze ton met gummislang, sproeier en kraan kan worden opgeheschen. Per jaar en per silo komt dit neer op ongeveer f 2,50. Deze inrichting is ook voor melasse te gebruiken.

3. *Het arbeidsloon.* Een derde post, die voordeelig uitvalt ten gunste van de Hollandsch-Friesche methode, is die voor het werk. De moderne methoden vragen meer werk; het conserveeringsmiddel moet worden toegevoegd en de kuil moet bij de moderne methoden op vrij korten termijn (max. 1 week) klaar zijn. Door burenhulp is hieraan echter wel te voldoen, zoodat voor extra loon onder de vooroorlogse omstandigheden niet meer behoefde te worden besteed dan ongeveer f 10,— per silo van 40 m³.

Samenvattende krijgen we dan t.o.v. de Hollandsch-Friesche methode de volgende extra kosten per silo van 40 m³. Bij de methode ter bevordering van de melkzuurgisting is de in geld uitgedrukte voederwaarde van de toe te voegen stof in mindering gebracht.

	melasse	aardappelen	Finsch zuur
conserveeringsmiddel extra kosten ¹⁾	f 50,—	f —,—	f 30,—
verdeefingsapparatuur	- 2,50	- 5,—	- 2,50
krijt, soda of i.d.	-	-	- 7,50
silo	- 10,—	- 10,—	- 10,—
extra werkloon	- 10,—	- 10,—	- 10,—
kosten totaal	f 72,50	f 25,—	f 60,—

¹⁾ voederwaarde van het middel in mindering gebracht tegen 10 cent per kg zetmeelwaarde.

Tegenover melasse van f 7,50 per 100 kg kan Finsch zuur (à f 4,— per 60 liter) dus behoorlijk concurreeren, vooral ook omdat het moeilijker is een goede melassekuil te maken dan een goede Finsche kuil. Wanneer de prijs der voeraardappelen beneden f 2,— per 100 kg blijft (suikerbieten beneden f 15,— per 1000 kg) is de hier beschreven methode de meest aantrekkelijke vooral ook uit het oogpunt der veevoeding.

Ten opzichte van den Friesch-Hollandschen kuil moeten de meerdere kosten van de melasse-, suiker-, aardappelzetmeel- of Finsch zuurkuilen goedge maakt worden door de betere kwaliteit van het voeder en de kleinere verliezen.

De kleinere verliezen kunnen als volgt in geld worden uitgedrukt. Bij een conserveering met Finsch zuur blijft gemiddeld 10 à 12 % van de

uitgangshoeveelheid meer over dan bij de Hollandsch-Friesche methode. Per silo van 40 m³ komt dit neer op ongeveer 4500 kg kuilvoer met een zetmeelwaarde gelijk aan 500 kg zetmeel of in geld uitgedrukt ongeveer op f 50,—.

Wanneer we hier tegenover stellen de meerdere kosten à f 60,— per silo (40 m³), dan is er een klein nadeelig verschil. Dit wordt echter meer dan goed gemaakt door de mogelijkheid om volgens de Finsche methode kuilvoeder te winnen van een veel hoogere voedingswaarde (speciaal door hooger eiwitgehalte en hooger gehalte aan vitaminen) dan op de Hollandsch-Friesche manier.

De methode waarbij aardappelen of bieten gebruikt worden zal gunstiger zijn dan de Finsche methode; de melasse-toevoeging komt daarentegen iets ongunstiger voor den dag dan de Finsche.

Inkuilen in vergelijking met kunstmatig drogen

Door kunstmatig drogen wordt het mogelijk om het beste gras met zeer geringe verliezen houdbaar te maken. Deze verliezen zijn niet alleen kleiner ten aanzien van zetmeelwaarde en eiwit, doch vooral ook ten aanzien van vitaminen. Het kunstmatig gedroogde product is daardoor een goed productievoer en een gezond voeder, hetgeen tot uiting komt in de gunstige conditie der met gedroogd gras gevoederde dieren en de door deze dieren geproduceerde hoeveelheden melk en de kwaliteit (gele kleur) der boter.

De beste wijze van inkuilen geeft grootere verliezen (gemiddeld 15 % bij inkuilen tegen 10 % bij kunstmatig drogen), terwijl het conserveeringsproces (alleen het inkuilen dus) f 25,— à f 60,— per 36.000 kg gras kost.

Volgens de ervaringen, die in ons land met het kunstmatig drogen zijn opgedaan, kunnen de droogkosten (ook op vooroorlogsche schaal berekend) bij doelmatig ingerichte drogerijen dalen tot ongeveer f 2,— per 100 kg droog gras of per 500 kg versch gras.

De verhouding tusschen inkuilen en drogen is dus t.a.v. de onkosten: inkuilen f 25,— à f 60,— per 36.000 kg versch gras of f 0,70 à f 1,70 per 1000 kg versch gras;

drogen f 2,— per 500 kg versch gras of f 4,— per 1000 kg versch gras.

Dit beteekent dus een niet onbelangrijk verschil ten gunste van het inkuilen. Dit nadeel voor het drogen wordt alleen gedeeltelijk goedge maakt door de betere kwaliteit van het gedroogde product en het gemak bij het voeren.

Het gedroogde product zal dan ook alleen gebruikt moeten worden om topprestaties van de dieren te verkrijgen.

Resumeerend kan dus gezegd worden: Hooiwinning beperken tot het gunstigste seizoen, kuilvoervinnen volgens de moderne methoden, de Hollandsch-Friesche kuilmethode beperken tot het winnen van onderhoudsvoer en het kunstmatig drogen van gras beperken tot de voederbehoefte voor topprestaties (melkproductie en opfok).

Toepassing van de drie conserveeringsmethoden naast elkaar verbetert de werkverdeling. Wanneer alleen gehooid wordt is er een zeer drukke Juni-maand. Bij het kunstmatig drogen heeft de boer alleen te zorgen voor het maaien en opladen, daar de afvoer van het gras door de drogerij geregeld wordt evenals het terugbrengen van het gedroogde product. Deze methode geeft dus op de boerderij weinig werk, hetgeen in een zeer groeizame periode van belang is, daar dan aan de hooi- en kuilvoerwinning meer aandacht besteed kan worden.

Tenslotte nog het voordeel dat voorkomt uit het feit, dat bij het kuilen en het kunstmatig drogen vroeg gemaaid wordt, waardoor de volgende snede vroeg aan den gang komt en er meer gelegenheid is stikstofmeststoffen aan te wenden!

HOOFDSTUK VIII

ENKELE BESCHOUWINGEN OVER HET INKUILEN IN NEDERLAND

In welke verhouding worden de inkuilingsmethoden hier toegepast

Uit de inventarisatiegegevens ¹⁾ van de hoeveelheden kuilvoeder die op de boerderijen aanwezig waren kunnen we hierover een en ander nagaan. Deze inventarisaties werden uitgevoerd door de P.V.C.-diensten in de verschillende provinciën in de winters 1942/1943 en 1943/1944.

Allereerst bleek uit deze gegevens, dat de oppervlakte grasland, die voor inkuilingsdoeleinden gemaaid werd, in 1942 ruim 100.000 ha bedroeg en in 1943 bijna 90.000 ha. Het percentage grasland, waarvan één snede voor inkuilen bestemd werd, bleef dus beneden 10 % van de geheele oppervlakte grasland van Nederland. Over den geheelen grasoogst berekend (meerdere sneden van hetzelfde land) werd dus nog een veel geringer deel ingekuild.

Voor het overgrootste deel (³/₄) werd het kuilvoer gewonnen van de tweede of latere sneden. Er werd dus maar zeer weinig Meigras ingekuild.

Het aantal kuilen en silo's, dat in 1943 met kuilvoeder gevuld was, bleek als volgt (afgeronde cijfers):

¹⁾ Gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek (wintertelling 1943).

	kuilen		silo's	
	aantal	Inhoud	aantal	inhoud
	stuks	m ³	stuks	m ³
Nederland	100.000	1.200.000	20.000	270.000
Friesland	20.000	410.000	700	25.000
Overijssel	14.000	60.000	2.000	20.000
Gelderland	13.000	70.000	4.000	30.000
Zuid-Holland	7.500	150.000	1.800	60.000
Noord-Brabant	16.000	110.000	3.000	20.000
gemiddelde inhoud	kuil	4-20 m ₃	silo	7-35 m ₃

Hoewel deze cijfers wel niet voor 100 % betrouwbaar zullen zijn — inventariseeren in bezettingstijd is een eigenaardig iets! — kunnen ze toch wel goede aanwijzingen geven. De gemiddelde inhoud van de kuilen en silo's is echter hier en daar wel eens wonderlijk klein!

Uit de tabel blijkt reeds direct, dat in Nederland nog altijd ongeveer 5 × zooveel kuilen voorkomen als vaste silo's. Bijzonder laag is dit aantal in Zeeland, Drenthe en Friesland. In deze provincies werd 5 % of nog minder, van het kuilvoeder in silo's gewonnen. In Limburg daarentegen 70 %. In de provincies waar vrij veel zetmeelrijke producten worden ingekuuld als bietenblad en -koppen, stoppelknollen, bietenpulp e.d. zijn de lagere percentages voor het aantal silo's meer voor de hand liggend dan in de meer zuivere graslandstreken.

Helaas zijn geen cijfers beschikbaar over de verhouding van het aantal silo's en kuilen bij de verschillende producten, als gras, stoppelknollen, bietenpulp, etc. afzonderlijk.

Wanneer we op grond van het beschikbare cijfermateriaal een schatting maken van het gebruik van silo's voor het inkuilen van gras en eiwitrijk groenvoeder komen we tot de volgende resultaten.

In Friesland en Drenthe werd maar hoogstens 10 % van het gras en het eiwitrijke groenvoeder in silo's ingekuuld. In Overijssel daarentegen ongeveer 40 %, in Limburg en Gelderland ongeveer 70% en in Zeeland zelfs 100 %. In de belangrijke grasprovincies Noord-Holland, Utrecht, Zuid-Holland werd voor resp. 25, 35 en 50 % van het gekuilde gras van silo's gebruik gemaakt. Ook in Noord-Brabant kwam het percentage op ongeveer 50 %.

Hieruit blijkt, dat in het oude inkuilgebied Friesland de gewone kuil nog absoluut de overhand heeft. In Noord-Holland is de verhouding iets gunstiger voor de silo's. Om echter een intensief gebruik van silo's

te vinden, moeten we gaan naar die gebieden waar het inkuilen pas in de laatste 10 à 15 jaar in zwang gekomen is.

Ditzelfde is het geval met de toepassing van moderne inkuilmethoden, zooals uit de volgende tabel blijkt.

	methode van Inkuilen(gras)			
	Fr.-Holl.	mineraalzuur	melasse	vitasan
Nederland	86 % ¹⁾	8 %	1 %	5 %
Friesland	90	3	4	3
Overijssel	84	13	1	2
Gelderland	54	40	6	-
Zuid-Holland	75	5	20	-
Noord-Brabant.	58	40	1	1

¹⁾ procenten van de totale hoeveelheid kuilvoeder gewonnen volgens alle methoden samen; echter alleen voor de grasensilage.

Hoewel door de oorlogsomstandigheden de hoeveelheid conserveermiddelen gering was, mag uit deze cijfers geconcludeerd worden, dat de moderne kuilmethoden in Nederland nog niet voldoende worden toegepast. In de bezettingsjaren was er bij de boeren wel een sterke neiging waar te nemen om tot toepassing van betere methoden over te gaan, doch de schaarschte aan conserveermiddelen heeft dit belet.

De toepassing van de moderne methoden blijkt in Friesland het kleinste te zijn, hetgeen dus aansluit bij het gebruik van silo's. In de andere provincies is men weliswaar later begonnen met de invoering van het kuilproces, doch daar is men dan ook meteen meer op moderne leest geschoeid geraakt.

De verhouding tusschen het gebruik van mineraalzuur, melasse en het toen juist nieuwe product Vitasan is sterk door de oorlogsomstandigheden beïnvloed. In normale tijden zal de toepassing van melasse vermoedelijk hier en daar aanmerkelijk geringer zijn. Naar het ons voorkomt zal de Vitasanmethode weinig uitbreidingskansen krijgen.

Tenslotte nog enkele opmerkingen over de verhouding tusschen den voor kuilvoer bestemde grasoogst en de grootte der veestapels in de verschillende provinciën.

Hoewel het aantal melk- en kalfkoeien en andere rubrieken rundvee in Friesland verreweg het hoogst is, komt de per dier beschikbare hoeveelheid kuilvoeder in deze provincie toch ook het hoogst uit. Dit temeer wanneer we alleen de hoeveelheid graskuilvoeder rekenen.

Per dier is in ons land gemiddeld naar schatting ongeveer 500 kg gras-

kuil beschikbaar geweest in den winter 1943/1944. In Friesland bedroeg dit ongeveer 1000 kg of het dubbele van het gemiddelde voor Nederland! Toch is dit nog maar 7 kg per dier per dag over de heele stalperiode, hetgeen zeker verdubbeld kan worden en met goed resultaat.

Wat is de kwaliteit van het kuilvoeder in Nederland

Zoo langzamerhand is er aan de verschillende laboratoria een uitgebreid cijfermateriaal verzameld, dat betrekking heeft op de voedingswaarde der onderzochte kuilvoerders. Het omvangrijkste materiaal is bijeengebracht door de Afd. Grasland en Voederbouw van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen. De analysegegevens zijn afkomstig van de monsters, die door het Bedrijfslaboratorium voor Gewasonderzoek van het C.I.L.O. zijn onderzocht.

Het aantal onderzochte monsters kuilgras bedroeg in 1940 bijna 1100, in 1941 ruim 650 en in 1942 ruim 500. Het meerendeel van deze monsters was afkomstig van de kleine boerenbedrijven. Verreweg het grootste aantal monsters had betrekking op de Friesch-Hollandsche methode, terwijl verder de A.I.V.-methode veelvuldig voorkwam. Van de voornaamste methoden werden over de beide eerste jaren de volgende gemiddelde resultaten verkregen.

	aantal	pH	% dr. stof	% in de droge stof	
				ruw eiwit	ruw eiwit vert.
met A.I.V.-zuur	757	4,1	20,7	15,9	10,7
Friesch-Hollandsch	764	5,2	19,9	14,8	6,6
met melasse	55	4,5	21,0	16,5	10,2
met mierenzuur	28	4,8	19,6	15,1	9,1

Uit dit tabelletje valt af te leiden, dat men de A.I.V.-methode gemiddeld vrij goed heeft toegepast. Als men de verschillende provincies bekijkt, dan is er wel een merkwaardig verschil. Friesland, dat van ouds reeds veel ervaring had, blijkt maar moeilijk in een andere richting te willen, terwijl daarentegen in Gelderland de A.I.V.-methode verre overheerscht. Zuid-Holland, waar men met het oog op de kaasmakerij uitsluitend A.I.V.-kuilen zou verwachten, past toch de Friesch-Hollandsche methode ook nog vrij veelvuldig toe. Ook in Noord-Holland en Utrecht overwegen de warme kuilen.

Uit het voorhanden analysemateriaal mag men wel afleiden, dat er aan een goede werkwijze bij het inkuilen nog heel wat ontbreekt. Het telkens weer naar voren komen van nieuwe, meer of minder bruikbare methoden,

weerhoudt de veehouders om zich toe te leggen op een bepaalde werkwijze. De praktische moeilijkheden bij het gebruik van het A.I.V.-zuur remmen de toepassing daarvan, de extra kosten aan de toepassing van melasse verbonden werken hier ongunstig en het gevolg van een en ander is, dat men de oude Friesch-Hollandsche methode met al zijn tekortkomingen toch maar weer volgt.

Welke kuilen en silo's ziet men op de bedrijven

Ten aanzien van de ruimte, waarin het kuilvoeder bereid wordt, zijn nog enkele opmerkingen te maken, die voor de praktijk van belang zijn.

De vorm van kuil en silo in horizontale doorsnee

Men gebruikt een ronden, rechthoekigen of ovalen vorm. Van deze drie typen heeft de ronde vorm de voorkeur omdat daarbij de omtrek het kleinst is, en daarmee tevens de kantverliezen het kleinst zijn.

Bij silo's is de ronde vorm te verkiezen omdat deze het sterkst is in vergelijking met de op gelijke wijze gebouwde rechthoekige of ovale silo's. Hier is ook de wrijving het kleinst, waardoor de silage snel zakt.

De vorm, die als verticale doorsnee de voorkeur verdient, hangt af van de methode van inkuilen.

a. Bij gewone Hollandsche kuilen, die rondom bedekt worden met grond, zal men liefst een gat in den grond graven, wanneer de grondwaterstand dit mogelijk maakt. Dit gat laat men naar beneden taps toelopen, meer of minder sterk al naar de geaardheid van den grond. Daardoor staan de wanden steviger en sluit de kuilmassa tevens beter tegen de wanden van het gat aan.


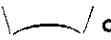

Bovengronds moet de doorsnede van de kuilmassa van den beganen grond af naar boven toe iets kleiner zijn, ± 20 cm per meter hoogte. Het tegen de kanten aan te brengen gronddek sluit dan beter aan.

b. Bij kuilen, die geheel op den grond worden gebouwd, brengt men meestal aan de kanten geen gronddek aan. Hierdoor moet de verticale doorsnee van deze kuilen naar boven toe iets grooter worden (± 10 cm per meter hoogte) in plaats van kleiner zooals bij het bovengrondsche deel der bovengenoemde kuilen. Hierdoor wordt de kuilmassa beter aangedrukt door de hooger liggende lagen. Bij deze kuilen is het vaak lastig de grondlaag, die op het persvoer wordt aangebracht, goed op de plaats te houden. Om afschuiven te voorkomen kan men langs de kanten een band aanbrengen van gebogen hout of ander betrekkelijk soepel materiaal.

Deze wijze van inkuilen verdient geen aanbeveling.

c. Silo's geeft men meestal een cilindrischen vorm, doch soms loopt ook hier de binnenwand naar onder taps toe (± 5 cm per meter diepte). Wanneer de silo zorgvuldig wordt gevuld, is de cilindrische doorsnee even bruikbaar als de iets taps toeloopende.

De bodem van silo of kuil

a. De vorm hiervan kan zijn vlak , bol  of hol . Van deze drie mogelijkheden is de laatste, de holle vorm het aantrekkelijkst in verband met den grooteren inhoud, die de silo of kuil daardoor krijgt. Een eventueele drainage is in elk der drie gevallen even effectief te maken.

b. *Doorlaatbaarheid van den grond.* Bij silo's komt nog de vraag of de bodem waterdicht gemaakt moet worden of niet. Tot nu toe worden in ons land practisch alleen silo's gebouwd zonder vasten bodem. Het perssap kan daarbij afvloeien naar gelang de doorlatendheid van den grond en de eventueele drainage dit mogelijk maken.

Voor een goed verloop van de gistingen in de kuilmassa is het beter dat het perssap in de kuilmassa blijft tot het tijdstip van vervoederen is aangebroken. Hiervoor is een waterdichte bodem in silo's noodig en een dusdanige drainage dat de perssapafvoer naar wensch geregeld kan worden. Dit is des te meer van beteekenis, wanneer de methoden tot bevordering van de melkzuurgisting gevolgd worden.

De bouw van silo's.

a. *Het materiaal.* Eigenlijk is allerlei materiaal hiervoor te gebruiken; zoowel met beton, baksteen (klinkers), hout als plaatijzer zijn goede resultaten verkregen. Op den duur zal men met beton waarschijnlijk het goedkoopst uit zijn. Houten silo's en silo's van dun plaatijzer zijn betrekkelijk gemakkelijk te verplaatsen, hetgeen soms van belang kan zijn, b.v. voor het inkuisen van bietenblad. In bijna alle gevallen zal echter de voorkeur gegeven moeten worden aan een silo, die steeds op dezelfde plaats blijft staan. Dit vooral in verband met het transport van het kuilvoeder naar den stal. Verder is het niet goed mogelijk bij verplaatsbare silo's den afvoer van het perssap te beheerschen.

b. *De wijze van bouwen.* Voor een silo is een ronde vorm het meest verkiezelijk, omdat deze naar verhouding het sterkst is. Vooral voor het bij de meeste silo's benoedigde opzetstuk is dit van belang. Een ovaal opzetstuk zakt zeer spoedig uit tot een meer ronden vorm, met alle nadeelige gevolgen van dien.

Betonnen silo's worden veelal uit een stuk gegoten. Wanneer de hier-



Fig. 14. Op den voorgrond een houten silo, die goed gevuld is; de deklaag ligt goed rond en is keurig afgewerkt. (fig. 14 en 15 overgenomen uit Brouwer e.a. (11) pag. 402).



Fig. 15. Tijdens het vullen. De silo zelf is vol, nu komt het opzetstuk aan de beurt! Dit is al gedeeltelijk geplaatst en moet dan ook nog goed gevuld worden, om de silo ook na het bezakken goed vol te houden.

Zooals te verwachten is, moeten deze silo's goed tegen roest beschermd worden door teer of iets dergelijks.

De stevigheid van ijzeren silo's laat echter nog al te wenschen over. De platen kan men weliswaar verstijven door er in verticale richting rechte en in horizontale richting gebogen hoekijzers door puntlasschen op te bevestigen, doch geheel afdoende is dit echter niet. Deze silo's zakken nogal eens scheef, doordat de wand maar 2 mm dik is. Tegen dit verzakken zijn ze te beschermen door tegen den binnenwand ijzeren paaltjes of gasbuizen in den grond te slaan. De buitenwand van de silo kan men steunen door er grond tegen aan te brengen. Een opzet is bij deze silo's niet te gebruiken, wat vaak nadeel zal geven doordat de geënsileerde massa niet voldoende tegen den wand aansluit na het bezakkingsproces.

Voor het inkuilen van bietenloof is dit silotype wel bruikbaar, zooals uit de in Noord-Groningen door Ir P. G. Meijers genomen proeven blijkt.

Het opzetstuk

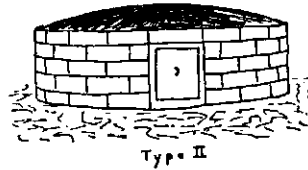
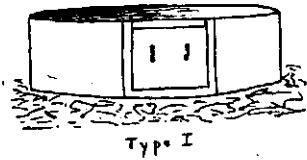
Hoe de silo's ook gebouwd worden, steeds zal het nuttig zijn een los opzetstuk te gebruiken. Pas daardoor wordt het mogelijk den geheelen siloinhoud ook na het bezakken vol te hebben met het ingekuilde materiaal. De opzet kan het best gemaakt worden van hout (laag gewicht) en moet liefst een iets kleinere inwendige diameter hebben dan de silo. De overgang van het opzetstuk naar de silo moet glad zijn.

De diepte van een silo in den grond en openingen voor het ledigen

Bij de vulling van de silo's is het handig, wanneer ongeveer de helft van de hier gebruikelijke silohoogte (2 m) in den grond is ingegraven. De totale vulhoogte wordt dan meestal niet hooger dan ongeveer $2\frac{1}{2}$ m bovengronds. Wanneer men de silo van een vasten bodem voorziet, kan men deze bouwwijze ook toepassen in gevallen met hoogen grondwaterstand. Eventueel perssap kan men uitpompen uit het onderste deel van de silo. Bij een silo geheel boven op of geheel in den grond ontmoet men grootere bezwaren bij vulling en lediging dan bij de eerstgenoemde bouwwijze.

In de praktijk heeft men getracht aan deze bezwaren — het kuilvoer blok voor blok uit de silo over den rand heen te moeten brengen — tegemoet te komen door openingen te maken in den silowand. Deze openingen kunnen door luiken gesloten worden. De silo wordt door zoo'n opening minder sterk en ook sluit het houten schot waarmee men de opening dicht maakt vaak onvoldoende af. Deze bezwaren behoeven echter niet al te zwaar te wegen.

Men maakt de openingen naar de volgende schetsen:



Het type I waarbij het kozijn U-vormig is, heeft als voordeel, dat men met een kruiwagen of platte kar in de silo kan rijden. Bij type II kan dit meestal niet (hoogstens een kruiwagen), doch daar de silowand hier boven gesloten is, blijft de silo bij dit type opening steviger.

De inhoud van silo's en kuilen

Bij silo's, die meestal in serie gemaakt worden, is men aan bepaalde maten gebonden. In ons land is een hoogte van 2 m voor een vaste silo zeer practisch gebleken. De doorsnede van de silo is meestal 3 of 5 m; al naar gelang er veel of weinig kuilvoeder nodig is op de bedrijven. Wanneer men gebruik maakt van een opzetstuk kan bij een hoogte van 2 m (zonder opzetstuk) in een silo van 3 m doorsnee den oogst van ongeveer $\frac{3}{4}$ ha grasland geborgen worden, indien het gras in een betrekkelijk jong stadium gemaaid wordt (hoogte 15 à 20 cm). Bij eenzelfde hoogte heeft men voor de vulling van een silo van 5 m doorsnee ongeveer 2 ha grasland nodig. Het kuilvoer zal in deze twee gevallen een totaal gewicht hebben van ongeveer 13.000 kg, resp. 36.000 kg.

Het gewicht van 1 m³ kuilvoer bedraagt ongeveer 900 à 1000 kg. Daar het gronddek echter iets in de vaste silo moet zakken, is de gebruiksinhoud van een silo kleiner dan uit de hoogte en doorsnee van de betonkuip berekend wordt.

Wanneer per stalperiode per stuk grootvee ongeveer 3000 kg kuilvoer vervoederd wordt, is een silo van 3 m doorsnee voldoende voor een bedrijf met 4 à 5 stuks grootvee, terwijl een silo van 5 m doorsnee voldoende kuilvoer bevat voor ongeveer 12 stuks grootvee.

Voor een grooten veestapel kan men beter meerdere silo's van 5 m doorsnee bouwen dan één heel groote. Men kan dan het inkuilen over een langere periode verdeelen, b.v. één silo vullen in de Meimaand, twee andere in de maanden Augustus en September.

Bij kuilen of hoopen, die men meestal gebruikt voor het inkuilen op de Hollandsch-Finsche methode, is men niet aan eenheidsmaten gebonden. Deze kuilen worden ook niet in een korten tijd klaargemaakt, soms doet men er een paar maanden over — telkens een paar vrachten gras er bij — voor de kuil gereed is. In verband hiermee maakt men van dit type

liever één groote dan twee of meer kleinere kuilen, hoewel ook dit laatste wel wordt toegepast.

Wanneer volgens de Friesch-Hollandsche methode wordt gewerkt, moet men per m³ rekenen op ongeveer hetzelfde gewicht aan kuilvoer als bij de andere werkwijzen. Een kuil van 7 m doorsnede en een hoogte (na bezakking) van 2 m, zal ongeveer 70 à 75.000 kg kuilvoer bevatten of ongeveer de opbrengst van 4 ha grasland.

Technische handleiding voor silobouw

Deze kan men vinden in het gratis door het landbouwkundig bureau der Staatsmijnen verspreide werkje: Handleiding voor de bereiding van A.I.V.-voeder, door Ir W. D. J. Tuinzing. Hierin wordt de bouw van een ronden betonnen silo beschreven en het maken van een houten opzetstuk. Over den bouw van een betonnen silo van vlakke rechthoekige platen is tevens een artikel opgenomen van Prof. M. F. Visser, Directeur van het Instituut voor landbouwwerktuigen en gebouwen te Wageningen.

Deze zeer aanbevelingswaardige handleiding is op aanvraag gratis verkrijgbaar bij de landbouw- en veeteeltconsulenten.

Men kan er tevens een zeer duidelijke uiteenzetting in vinden over de techniek van het irkuiler bij gebruik van A.I.V.-zuur.

LITERATUUR

Algemeen

1. Watson, S. J.: „The science and practice of conservation: grass and forage crops.” Two volumes, 820 pag., 1939, London: The Fertiliser and Feeding Stuffs Journal, 16 Mark Lane, E.C. 3.
2. Rijkslandbouwproefstation Hoorn: „Over proefnemingen omtrent inkuilen met en zonder toevoeging van mineraalzuur”, 40 pag., Mededeeling no 2 Landbouwvoorlichtingsdienst, 1934.
3. Ruyter de Wildt, J. C. de.: „Eenige algemeene resultaten verkregen met ensileering onder toevoeging van mineraalzuur, 20 pag., Versl. van landbouwk. onderzoekingen, no 39 C, 1933.
4. ———: idem, deel II, 50 pag., Versl. landbouwk. onderzoekingen, no 40 C, 1934.
5. ———: „Een inkuilingsproef met suikerbietenkoppen en -bladeren, benevens een voederproef daarmee met melkkoeien, in vergelijking met kuilgrassilage volgens de Hollandsche methode bereid.” 53 pag., Versl. landbk. onderz., no 41 C, 1935.
6. Brouwer, E.: „Onderzoek van een aantal silagemonsters uit de praktijk, bereid onder toevoeging van zuivelafvalproducten of van suiker.” 63 pag., Versl. landbk. onderz., no 43 (3) C, 1937.
7. Beynum, J. van en Pette, J. W.: „De bereiding van silage zonder boterzuurgisting”. 23 pag., Versl. landbk. onderz., no 45 (6) C, 1939.
8. Crasemann, E. en Juon, P.: Schweiz. Landw. Monatshefte, 17-5-1939.
9. Riemsdijk, J. F. van: „Mierenzuur als toevoeging bij het inkuilen.” 14 pag., Versl. landbk. onderz., no 48(9) B, 1942.

De inkuilingsproeven van het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn

10. Brouwer, E.: „Voortgezette proefnemingen over inkuilen.” 30 pag., Versl. landbk. onderz., no 37 C, 1931.
11. Brouwer, E. en anderen: „Proefnemingen omtrent inkuiling met en zonder toevoeging van zoutzuur en suiker.” 63 pag., Versl. landbk. onderz., no 39 C, 1933.
12. Ruyter de Wildt, J. C. de: „Proefnemingen omtrent inkuiling met en zonder toevoeging van mineraalzuur”, II, 53 pag., Versl. landbk. onderz., no 40 C, 1934.
13. Brouwer, E. en anderen: „Proefnemingen omtrent inkuiling met en zonder toevoeging van mineraalzuur en suiker”, III, 48 pag., Versl. landbk. onderz., no 43 (11) C, 1937.
14. Ruyter de Wildt, J. C. de: „Proefnemingen omtrent inkuiling met en zonder toevoeging van wei of van mineraalzuur plus suiker”, IV, 46 pag., Versl. landbk. onderz., no 44 (10) C, 1938.
15. Ruyter de Wildt, J. C. de: „Proefnemingen omtrent inkuiling met en zonder toevoeging van wei en van mineraalzuur en suiker”, V, 48 pag., Versl. landbk. onderz., no 45 (9) C, 1939.
16. ———: „Proefnemingen omtrent inkuilen, VI. Inkuiling met toevoeging van suiker.” 22 pag., Versl. landbk. onderz., no 47 (10) C, 1941.
17. Ruyter de Wildt, J. C. de en Dijkstra, N. D.: „Proefnemingen over ensileering met mierenzuur”, I, 36 pag., Versl. landbk. onderz., no 49 (7) C, 1943.
18. Dijkstra, N. D. en Ruyter de Wildt, J. C. de: „Proefnemingen over ensileren met mierenzuur”, II, 36 pag., Versl. landbk. onderz., no 19 (13) C, 1943.

Bacteriologische onderzoeken in verband met het inkuilen

19. Beynum, J. van en Pette, J. W.: „Bacteriologisch onderzoek van een aantal in 1932 volgens de mineraalzuurmethode gemaakte kuilhoopen.” 20 pag., Versl. landbk. onderz., no 39 C, 1933.
20. ———: „Suikervergistende en lactaatvergistende boterzuurbacteriën.” 40 pag., Versl. landbk. onderz., no 40 C, 1934.
21. ———: „Bacteriële processen in geconserveerd groenvoeder en hun invloed op de kaasbereiding.” 63 pag., Versl. landbk. onderz., no 40 C, 1934.
22. ———: „Bacteriologische onderzoeken over ensileering met toevoeging van zure wei, ondermelk of suiker.” 38 pag., Versl. landbk. onderz., no 42 (17) C, 1936.
23. ———: „Resultaten van het bacteriologische onderzoek van silages uit de praktijk, bereid met wei of suikertoevoeging.” 55 pag., Versl. landbk. onderz., no 43 (4) C, 1937.
24. ———: „De invloed van de voeding van het vee op de besmetting der melk met boterzuurbacteriën.” 11 pag., Versl. landbk. onderz., no 46 (9) C, 1940.
25. Hijlkema, A.: „Voeding van melkvee met persvoeder en de invloed daarvan op de melk ten opzichte van „kuilsmak” en besmetting met boterzuurbacteriën.” 17 pag., Mededeeling no 9 Landbouwvoorlichtingsdienst, 1940.

Kuilvoer en het zuur-base-evenwicht van het vee

26. Brouwer, E.: „Over den invloed van mineraalzuur-silage op het zuur-base-evenwicht.” 46 pag., Versl. landbk. onderz., no 40 C, 1934.

27. Brouwer, E.: „Over den invloed van een verhooging van het baseoverschot der rantsoenen op zuur-base-evenwicht, gezondheidstoestand en opbrengst van melkkoeien." 40 pag., Versl. landbk. onderz., no 41 C, 1935.
28. Brouwer, E. en Dijkstra, N. D.: „Over den invloed van gras, geënsileerd zonder toevoeging van mineraalzuur, in vergelijking met hooi, op het zuur-base-evenwicht van het rund." 13 pag., Versl. landbk. onderz., no 41 C, 1935.
29. ———: „I. Vergelijkende voederproef omtrent den invloed van gras, geënsileerd met en zonder toevoeging van mineraal zuur, op zuur-base-evenwicht, gezondheid en opbrengst van melkkoeien" en „II. Practische ervaringen en wenken omtrent de extra-toediening van krijt en soda bij voeding van mineraal-zuur-silage." 43 pag., Versl. landbk. onderz., no 42 (8) C, 1936.
30. Dijkstra, N. D.: „Over den invloed van toediening van basen op de verteerbaarheid van mineraal-zuur-silage." 8 pag., Versl. landbk. onderz., no 49 (12) C 1943.

Verteerbaarheid en voederwaarde van versch gras en kuilvoer

31. Dijkstra, N. D. en Brouwer, E.: „Over de verteerbaarheid en de voederwaarde van versch gras, gemaaid in verschillende groeistadia." 45 pag., Versl. landbk. onderz., 45 (1) C, 1939.
32. Riemsdijk, J. F. van: „De voederwaarde van kuilgras." 9 pag. Correspondentieblad voor den Landbouwvoorlichtingsdienst Nov. 1941.

Technische handleiding; ook voor silobouw

33. Tuinzing, W. D. J.: „Handleiding voor de bereiding van A.I.V.-voeder (Prof. Dr A. J. Virtanen)." Afzonderlijk uitgegeven mededeeling van het Landbouwkundig Bureau der Staatsmijnen in Limburg en N.V. „Mekog".

