

Inkuilen door Ir. G. W. Wieringa en Sj. de Haan

Voorwoord

Sinds de uitgave van het boekje „Onderzoekingen en ervaringen in verband met het inkuilen van gras en groenvoeders” (Med. No. 42, Landbouwworlichtingsdienst) van J. F. van Riemsdijk in 1946, is in Nederland geen algemeen en op de praktijk gericht overzicht gepubliceerd over de natte conservering van gras en andere groenvoeders.

Vanaf 1946 heeft zich op het gebied van het inkuilen een evolutie voltrokken, welke van grote betekenis is. Terwijl in de laatste 15 jaren zowel in Nederland als daarbuiten zoveel onderzoek is verricht over het inkuilen, dat onze kennis over de grondslagen van het gistingsproces aanzienlijk is toegenomen, hebben zich ook in de praktijk van het inkuilen ingrijpende wijzigingen voorgedaan.

Als voorbeelden hiervan kunnen de toepassing van het voordrogen en de opmars van het maalkneuzen genoemd worden. In verband met deze ontwikkeling in het wetenschappelijke en in het praktische vlak werd het wenselijk geacht de huidige stand van zaken op een voor de praktijk begrijpelijke wijze vast te leggen.

September 1961

Ir. P. WIERTSEMA,
direkteur IBVL.

Inleiding

In perioden zonder plantengroei zijn mens en dier voor hun voeding afhankelijk van voedselvoorraden, die in tijden van overvloed zijn aangelegd. Methoden om bij deze bewaring de verliezen te beperken kende men reeds in de oudheid; de bekendste is waarschijnlijk wel het drogen, hoewel ook het inkuilen al vroeg werd toegepast, zoals kan blijken uit de Bijbel en uit geschriften van Plinius.

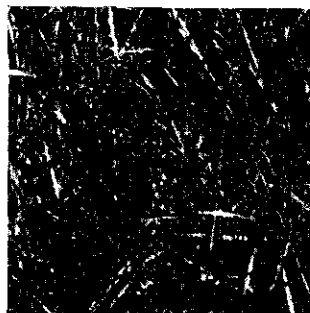
In West-Europa werd in de middeleeuwen reeds kool ingekuild voor menselijke consumptie. Geschriften uit de tweede helft van de 19de eeuw tonen, dat het inkuilen van snijmais en snijrogge ook toen al voorkwam. De bedrijfszekerheid was waarschijnlijk niet groot genoeg om deze methode van conserveren op grote schaal ingang te doen vinden.

Deze bedrijfszekerheid verbeterde, toen in de jaren 1925-35 door het werk van VIRTANEN in Finland en van VAN BEYNUM en PETTE in Nederland meer bekend werd over het principe van deze wijze van conserveren. Nadat was ontdekt, dat het inkuilen berust op een microbiologisch gistingsproces, waarbij onder afsluiting van de luchtzuurstof zoveel melkzuur wordt gevormd, dat bederf veroorzakende bacteriën in hun ontwikkeling wor-

den geremd, ontstond de eerste wetenschappelijk gefundeerde inkuilmethode. Deze, naar de ontdekker A. I. VIRTANEN genoemde AIV-methode berust op het toevoegen van mineraalzuur. De conservering werd op deze wijze onafhankelijk gemaakt van de biologische gisting, waardoor de bewaringsverliezen tot een minimum konden worden teruggebracht en de bedrijfszekerheid sterk toenam.

Om de bezwaren, verbonden aan het gebruik van mineraalzuur te ondervangen, werden in een groot aantal landen onderzoeken verricht. Dank zij dit werk, dat ons inzicht aanzienlijk heeft verdiept, beschikt de landbouwer van nu over een groot arsenaal van inkuilmethoden. Hoewel deze ontwikkeling is toe te juichen, kan toch worden aangevoerd, dat het tegenwoordig bijna onmogelijk is om een verantwoorde keus te maken uit de veelheid van werkwijzen.

Gewapend met de kennis van alle factoren, die invloed uitoefenen op het ensilageproces en bekend met de inkuilmethoden, zal elke boer voor de uiteindelijke werkwijze zijn keus toch zelf moeten bepalen aan de hand van de op zijn bedrijf heersende omstandigheden.



HOOFDSTUK I

Het inkuilproces en de factoren die het beïnvloeden

1. HET VERLOOP VAN DE GISTING

Op het moment dat vers groenvoeder in de kuil of silo wordt gebracht, leeft het nog. De levende plantecellen ademen, waarbij zuurstof wordt opgenomen en de suikers uit de plant worden omgezet in koolzuur, water en warmte. Deze periode van ademhaling wordt wel aangeduid als de „eerste fase” van het inkuilen.

In de tweede fase sterven de cellen door gebrek aan zuurstof af en de celsappen met de daarin opgeloste stoffen treden naar buiten. Vanaf dit moment kunnen anaerobe en fakultatief anaerobe mikro-organismen (mikro-organismen, die zonder vrije zuurstof moeten, respektievelijk kunnen leven) tot ontwikkeling komen. Tot deze mikroben behoren naast de melkzuurvormende bakteriën ook de z.g. coli-aerogenesachtigen, de boterzuurvormers en de rottingsbakteriën. In het algemeen hebben in het begin van de tweede fase de coli-aerogenesachtigen, die koolhydraten afbreken tot azijnzuur, alcohol en koolzuur, de overhand. Ook is deze groep in staat eiwitten af te breken tot ammoniak en andere rottingsprodukten. Naast deze gemengde gisting zijn in de tweede fase echter ook de enzymen van de plant nog werkzaam. Zij spelen voornamelijk een rol bij het hydroliseren

(gedeeltelijk afbreken) van eiwitten en onoplosbare koolhydraten tot oplosbare verbindingen.

Heeft de gisting een gunstig verloop dan treedt al zeer spoedig een stormachtige ontwikkeling van staafvormige melkzuurbakteriën op. Als gevolg van het geproduceerde melkzuur ontstaat in de gistende massa een zo hoge zuurgraad, dat de groei van alle andere bakteriesoorten, evenals elke enzym-aktiviteit en tenslotte ook de ontwikkeling van de melkzuurbakteriën zelf wordt lamgelegd.

Er vindt dus in zekere zin een soort sterilisatie plaats en het ingekuilde groenvoeder komt in een toestand, die min of meer stabiel is en waarin geen verder bederf meer mogelijk is. Wanneer in een dergelijke stabiele silage nog suikers aanwezig zijn, dan kunnen deze door gisten worden omgezet in alcohol, een proces, dat zich in enkele produkten voor kan doen, maar slechts zelden in zodanige mate dat dit een gevaar voor het vee betekent.

Terloops willen wij erop wijzen dat een silage alleen stabiel blijft, zolang de zuurstof is buitengesloten. Na het openen van een kuil kunnen zich op de zure massa schimmels ontwikkelen, wat kan leiden tot een zeer intensieve afbraak van de organische stof.

Als de melkzuurgisting, om welke reden dan ook, slechts langzaam op gang komt, treden boterzuur- en rottingsbakteriën op de voorgrond. De boterzuurbakteriën bekonnukkeren de melkzuurbakteriën niet alleen bij het vergisten van de suikers, maar zij zijn ook in staat om boterzuur uit melkzuur te produceren. Dit laatste proces, waarbij 2 molekulen van het vrij sterke melkzuur wor-

den omgezet in 1 molecuul van het veel zwakkere boterzuur, verlaagt de zuurgraad. De zuurgraad wordt veelal weergegeven door het pH-getal *).

Wanneer de afbraak van melkzuur gelijke tred houdt met de vorming ervan, zal de pH niet of slechts zeer langzaam dalen. Zolang de pH nog hoog en de melkzuurconcentratie laag is, kunnen de rottingsbacteriën zich blijven ontwikkelen ten koste van het eiwit; aangezien hierbij alkalische producten zoals ammoniak en aminen ontstaan, zal de pH nog verder stijgen. Een dergelijk rottingsproces zal vroeger of later tot stilstand komen, hetzij door een overwinning van de melkzuurbacteriën, of door de schadelijke invloed die de bacteriën van hun eigen rottingsprodukten ondervinden. In de meest extreme vorm kan dit bederf tengevolge van boterzuurgisting en rotting leiden tot een verlies van 50 à 60 % van de organische stof en is het resultaat een produkt dat de naam veevoeder niet meer verdient.

In het algemeen echter zal het bewaringsverlies liggen tussen bovengenoemde 60 % en de ca. 10 %, die zelfs bij een zo gunstig mogelijk verloop van de gisting onvermijdelijk is.

Het is duidelijk, dat een goede inkuilmethode moet berusten op een versnelling van de verzuring en/of op een remming van boterzuurgisting en rotting. Algemeen geldt dus, dat moet worden gestreefd naar een verbetering van de konkurrentiepositie van de melkzuurbacteriën. De inkuilmetho-

den zullen daarom gebaseerd moeten zijn op kennis van de factoren die een rol spelen bij het gistingsproces in de silage.

In een aantal paragrafen zullen de volgende factoren nader onder de loep worden genomen: de chemische samenstelling van het groenvoeder, het drogestofgehalte, de bacterieflora, de zuurstof, de temperatuur en de homogeniteit.

2. DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET GROENVOEDER

Voor een goed verloop van de gisting moeten de melkzuurbacteriën in het ingekuilde groenvoeder voldoende voedingsstoffen aantreffen om zich te kunnen ontwikkelen. Hoewel de melkzuurbacteriën aan hun voeding zeer hoge eisen stellen wat betreft de voorziening van eiwitten, vitamines en groeistoffen, kan worden gesteld, dat praktisch alle groenvoeders aan deze eis ruimschoots voldoen.

Anders is het daarentegen met de voorziening van koolhydraten, waaruit het melkzuur moet worden gevormd. Van deze koolhydraten kunnen alle enkelvoudige suikers en de oplosbare polysacchariden vergist worden tot melkzuur, hetzij direkt hetzij na hydrolyse door enzymen van de plant. Het gehalte aan melkzuur in de silage is echter vaak groter dan kan worden verklaard uit het gehalte aan oplosbare suikers alleen, zodat aangenomen moet worden dat ook een deel van de onoplosbare koolhydraten na hydrolyse wordt vergist. Ook bij

* pH = negatieve logaritme van de waterstofionenconcentratie. De negatieve logaritme ($-\log$) van een hoge concentratie is een laag getal; de $-\log$ van een lage concentratie is een hoger getal. Een hoge zuurgraad (= hoge waterstofionenconcentratie) wordt dus aangegeven door een lage pH en omgekeerd!

silage	re in % van ds	pH	melkzuur in %
gras	20	4,2	2,5
bietepulp	3	4,2	0,5

TABEL 1

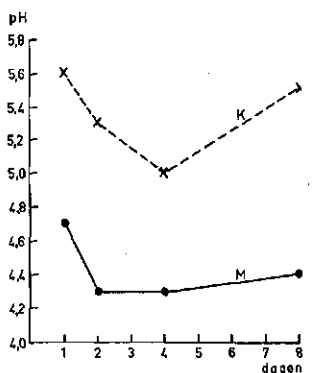


FIG. 1. De invloed van licht kneuzen (K) en zwaar kneuzen (malen = M) op de pH-daling in kuilgras.

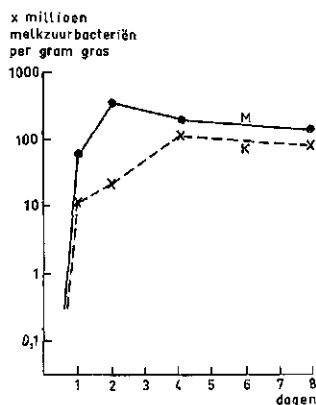


FIG. 2. De invloed van licht kneuzen (K) en malen (M) op de toename van het aantal melkzuurbacteriën.

deze hydrolyse spelen plantenenzymen een grote rol; de boterzuurbacteriën zijn evenwel in staat om zonder deze hulp pectine en celwandsubstantie te vergisten.

Van grote betekenis voor de conservering is de snelheid, waarmee de vergistbare suikers beschikbaar komen voor de bacteriën. Zoals in hoofdstuk 1 al is gezegd, treden de suikers pas naar buiten na het sterven van de cel. Alle maatregelen die het afsterven van de ingekuilde massa versnellen zijn dus bevorderlijk voor de melkzuurgisting. Tot deze maatregelen behoren het snel uitdrijven van zuurstof en een verhoogde temperatuur. Ook bij het mechanisch beschadigen van de cellen zoals dit b.v. geschiedt bij het kneuzen, komen de suikers snel beschikbaar.

In fig. 1 weerspiegelt het beter beschikbaar zijn van de suikers in het gemalen gras zich in de veel snellere pH-daling. Dit is een gevolg van de snellere groei van de melkzuurbacteriën (fig. 2).

De vraag doet zich voor hoeveel suiker in de in te kuilen massa aanwezig moet zijn voor het produceren van een conserverende melkzuurconcentratie.

Een antwoord hierop is helaas niet direct te geven. In de eerste plaats is het eiwitgehalte van grote invloed op de benodigde hoeveelheid melkzuur. Het pH-verlagend effect van een zuur wordt namelijk door eiwitten en afbraakprodukten ervan tegengewerkt (de z.g. bufferwerking).

Het schematisch voorbeeld uit tabel 1 toont duidelijk aan dat voor het bereiken van een bepaalde pH in de silage meer melkzuur nodig is naar-

mate het eiwitgehalte hoger is.

Verder spelen ook het verlies aan suiker tengevolge van ademhaling (b.v. bij voordrogen en in de eerste fase in de kuil) en ongewenste gistingen (aerogenes- en boterzuurgisting in de tweede fase) een grote rol. Het is duidelijk, dat bij een verkorting van fase 1 en 2 en bij een snel beschikbaar komen van de suikers de totaal vereiste hoeveelheid suikers lager kan zijn. In dit verband moet er ook op worden gewezen, dat het melkzuur zijn conserverende werking uitoefent in een oplossing (dus door een bepaalde concentratie in het vocht). Wanneer, zoals bij bovengenoemd voorbeeld (tabel 1) 2,5 % melkzuur (op vers) nodig is ter verkrijging van een stabiele silage en men daarbij bedenkt, dat 1 g suiker kan worden omgezet tot ca. 1 g melkzuur, dan zou dus ook 2,5 % suiker (op vers) nodig zijn geweest. Dit betekent dat bij een drogestofgehalte van 20 %, 12,5 % suiker in de ds aanwezig zou moeten zijn voor een goede conservering, terwijl bij een drogestofgehalte van 33 %, 7,5 % suiker al zou leiden tot een even grote melkzuurconcentratie in de silage als zodanig. (Op het effect van voordrogen op de gisting wordt later ingegaan.)

Kort samengevat is de benodigde hoeveelheid suiker dus afhankelijk van het eiwitgehalte en het drogestofgehalte van het groenvoeder en verder van alle factoren die het beschikbaar zijn van de suiker en de snelheid van de gisting beïnvloeden.

Volgens Zweedse onderzoekers is de verhouding suiker/ruw eiwit (S/re) in het groenvoeder doorslaggevend voor het verloop van de gisting. Inderdaad zijn de in tabel 2 weergegeven gewassen,

gewas	S/re	ZW/vre
luzerne	0,2*	2,9
klaver	0,3*	3,2
gras	0,3-1,2	3,5-6,0
bietekoppen en -blad	0,7*	7,4
mais	1,5*	11,0
gestoomde aardappelen	—	17,6

TABEL 2

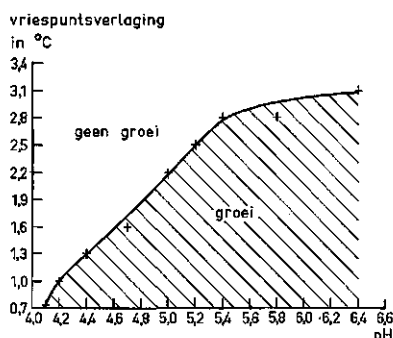


FIG. 3. De gezamenlijke invloed van pH (horizontaal) en osmotische druk (vertikaal) op de groei van boterzuurbacteriën.

ds	pH, waarbij de silage stabiel is
20 %	4,2
25 %	4,3
30 %	4,4
35 %	4,6
40 %	4,8
45 %	5,0
50 %	5,2

TABEL 3

in volgorde van boven naar beneden, met toenemende kans van slagen in te kuilen.

Op het feit, dat andere factoren zoals de bacterieflora op het gewas en de inkuiltemperatuur de invloed van de chemische samenstelling kunnen overvleugelen, wordt later teruggekomen (fig. 4).

Van de in tabel 2 genoemde gewassen neemt in Nederland gras verreweg de belangrijkste plaats in en is ook het best onderzocht. In deze tabel is de variatie in de chemische samenstelling van gras reeds opgenomen, waaruit al dadelijk naar voren komt, dat gras zowel een moeilijk als een gemakkelijk te ensileren gewas kan zijn. Deze variatie wordt wat het eiwitgehalte betreft niet alleen beïnvloed door de mate van stikstofbemesting maar ook door het groeistadium; met toenemend groeistadium neemt het eiwitgehalte sterk af. Verder werkt een hoge stikstofgift verlagend op het suikergehalte terwijl overigens het suikergehalte sterk beïnvloed wordt door het klimaat. Felle zonneschijn en een lage temperatuur (zowel overdag als 's nachts) bevorderen de suikerproductie; warm broeierig weer en regen werken verlagend op het suikerpercentage, terwijl door veel maaien de suikerreserve aangetast wordt. Hierdoor is het verklaarbaar, dat voorjaarsgras met een suikerpercentage in de drogestof van 12 - 20 % een doorgaans betere silage oplevert dan augustus-gras met een suikergehalte tussen 3 en 12 %. Later in de herfst kan het suikergehalte in gras onder invloed van zonnige dagen en koude nachten weer iets stijgen,

zonder dat echter het voorjaarsmaximum wordt geëvenaard.

3. HET DROGESTOFGEHALTE

Zoals in het vorige reeds is vermeld, heeft verhoging van het drogestofgehalte een hogere concentratie van suikers in het materiaal als zodanig tot gevolg. Belangrijker dan dit gunstige effect is echter dat door het voordrogen de osmotische druk in het materiaal toeneemt. (De osmotische druk van een vloeistof wordt bepaald door de concentratie van de opgeloste deeltjes daarin.) Uit recente onderzoeken is gebleken, dat boterzuurbacteriën zeer gevoelig zijn voor een verhoging van de osmotische druk, terwijl melkzuurbacteriën hierdoor in mindere mate worden geremd. Deze remmende invloed van de osmotische druk op de groei van boterzuurbacteriën (en rottingsbacteriën) en de remming veroorzaakt door een lage pH vullen elkaar aan. Boterzuurgisting is bij een lage osmotische druk niet meer mogelijk, als de pH lager dan 4,2 is (fig. 3).

Naarmate de osmotische druk in het milieu hoger is, wordt ook de pH, waarbij juist geen groei van boterzuurbacteriën meer mogelijk is, hoger. Aan de vrijwel algemeen bekende eis, dat goed kuilvoer een pH < 4,2 dient te hebben moet dus minder betekenis worden gehecht naarmate de silage droger is. Volgens tabel 3 kan van stabiele silages worden gesproken bij de volgende combinaties van pH en drogestofgehalte.

Hoewel hieruit bij oppervlakkige beschouwing de konklusie getrokken zou kunnen worden, dat

* Ontleend aan L. Tóth e.a., 1956.

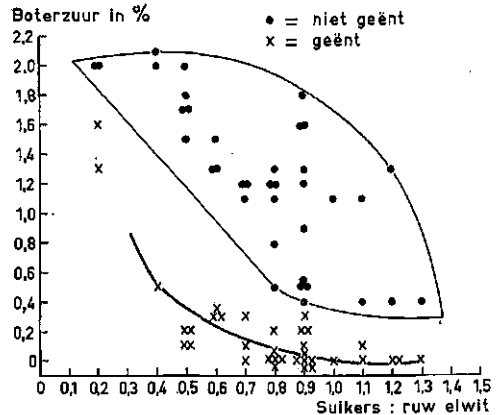


FIG. 4. De invloed van de verhouding suikers/ruw eiwit in het gras op de boterzuurproductie in de kuil.

● onbehandeld gras
x gras geënt met melkzuurbacteriën

in droge silages minder melkzuur aanwezig zou zijn (gerekend op vers materiaal), is dit niet juist. Men moet hierbij bedenken, dat niet alleen de suikers worden gekoncentreerd, maar dat ook de concentratie van het eiwit en hiermede de bufferwerking relatief even sterk toenemen.

In principe komt het „voordroogeffect” erop neer, dat gras, dat b.v. juist genoeg suiker bevat om na een zuivere melkzuurgisting een pH van 4,6 te bereiken, niet is te conserveren bij een drogestofgehalte van 20 % doch wel bij 35 - 40 % ds (verg. tabel 3).

Een gelukkige bijkomstigheid van het voordrogen is, dat niet noodzakelijk die osmotische druk bereikt hoeft te worden waarbij de groei van ongewenste organismen volledig tot stilstand is gebracht, aangezien een subletale (= niet-dodelijke) osmotische druk ook al een groeivertraging van boterzuur- en rottingsbacteriën veroorzaakt. De concurrentiepositie van de melkzuurbacteriën wordt dus versterkt, doordat in fase 2 minder suiker verloren gaat en in mindere mate alkalische eiwit-afbraakprodukten worden gevormd.

Tegenover het „suikerbesparend” effect van het voordrogen staat het verlies aan koolhydraten door ademhaling gedurende de veldperiode. Als echter het voordrogen niet meer dan 1 à 2 dagen in beslag neemt, weegt het voordeel ruimschoots op tegen de in het veld geleden verliezen.

4. BAKTERIEFLORA

Op planten komen een groot aantal verschillende soorten microben voor. Het merendeel van

deze microben is aerob, d.w.z. aan de lucht levend, maar ook anaerobe (zonder zuurstof) levende mikro-organismen zijn aanwezig in de vorm van rustende sporen. Al deze groepen, zoals o.a. melkzuurbacteriën, coli-aerogenesachtigen, boterzuur-, rottingsbacteriën en schimmels komen in zeer wisselende aantallen op de planten voor.

Over de factoren, die een samenstelling van deze bacterieflora beïnvloeden is nog (te) weinig bekend. Van zeer grote invloed op het aantal bacteriën, dat met het verse groenvoeder in de kuil terecht komt is wel de verontreiniging met grond, welke in de praktijk nu eenmaal onvermijdelijk is. Vooral het aantal voor de conservering schadelijke organismen is in de grond zeer groot, zodat in zekere zin de verontreiniging met grond bepalend is voor de hoeveelheid microben in de pas gemaakte kuil en voor de verhouding tussen de soorten onderling. Als de omstandigheden hiervoor gunstig zijn, zijn de microben in staat om zich zeer snel te vermenigvuldigen.

Indachtig de klassiek geworden uitspraak „alles is overal, maar het milieu selekteert”, is vroeger steeds aangenomen, dat het oorspronkelijk aanwezige aantal melkzuurbacteriën niet van invloed zou zijn op het verloop van de gisting. In Engeland heeft men vastgesteld, dat het aantal melkzuurbacteriën op gras varieert van 0 - 100.000 kiemen per gram drogestof. Men vond, dat een oorspronkelijk aantal onder de 100 steeds leidde tot een mislukte silage, onafhankelijk van de chemische samenstelling van het gras. Dit kon door eigen onderzoeken op laboratoriumschaal worden be-

mikro-organisme	omzetting		temperatuur- grenzen in °C	minimum pH	gedrag t.o.v. zuurstof
	van	tot			
melkzuurbacteriën					
streptobacterium	suiker	melkzuur	15-40	± 3.5	anaeroob
betabacterium	suiker	melkzuur azijn koolzuur	15-40	± 3.5	fak. anaeroob
thermobacterium	suiker	melkzuur	40-55	3.5	anaeroob
bacillus stearothermofilus	suiker	melkzuur	40-60	3.8	fak. anaeroob
coli-aerogenes bacteriën	suikers	azijn alkohol' etc.	15-40	4.5	fak. anaeroob
	eiwitten.	rottings- produkten			
bacillus	eiwitten	rottings- produkten	15-50	4.5	fak. anaeroob
clostridium	suiker melkzuur	boterzuur rottings- produkten	20-50	4.2	anaeroob
	eiwit				
schimmels	zeer actieve afbraak van alle organische stof		10-55	1-2	aeroob
gisten	suikers	alkohol en koolzuur	10-40	1-2	fak. anaeroob

TABEL 4
Globaal
overzicht
van enige
kenmerken
van de voor-
naamste
mikro-organismen,
welke een
rol spelen
bij de gisting
in kuil-
voeder.

vestigd. Uit fig. 4 blijkt, dat enting met melkzuurbacteriën bij een S/re -verhouding $> 0,4$ steeds een goede silage opleverde, terwijl de onbehandelde silages in dit gebied een wisselvallig resultaat te zien gaven. Het geringe aantal geënte kuilen dat tot mislukking aanleiding gaf ($S/re < 0,4$) betrof grasmonsters met meer dan 20% re en minder dan 8% suiker.

Ondanks deze resultaten is de uitspraak dat alles overal is, en het milieu selekteert toch nog van kracht. Het probleem is, dat de eiwitrijke en suikerarme groenvoeders als gras en klaver niet het meest geschikte milieu vormen voor de ontwikkeling van melkzuurbacteriën. Wij herinneren er hier nogmaals aan dat het beter beschikbaar maken van suikers of het toevoegen ervan de vermenigvuldiging van melkzuurbacteriën aanzienlijk kan versnellen (vergelijk fig. 1). Dit betekent dus dat een oorspronkelijk aantal melkzuurbacteriën dat juist te gering is voor een voldoende snelle melkzuurproductie in gemaaid gras groot genoeg kan zijn na kneuzen of suikertoevoeging.

Waar hierboven gesproken is over melkzuurbacteriën, zijn steeds de staafvormige soorten bedoeld. In tabel 4 is een overzicht gegeven van de verschillende bacteriegeslachten. Van betekenis voor de melkzuurgisting in silage zijn vooral de geslachten *Streptobacterium*, *Betabacterium* en *Thermobacterium*, terwijl ook de sporenvormende en niet tot de eigenlijke melkzuurbacteriën behorende *Bacillus stearothermophilus* een rol speelt. Het geslacht *Streptobacterium* en wel speciaal

Strb. plantarum is in koudblijvende silages de belangrijkste zuurproducent.

De *Betabacterium*-soorten, die naast melkzuur ook azijnzuur produceren, worden door hun grote zuurtolerantie weliswaar in uitgegiste silages veel aangetroffen, maar het vermoeden bestaat toch, dat zij in de tweede fase niet zo goed tegen de schadelijke bacteriën kunnen concurreren als de homofermentatieve *Strb. plantarum*, die alleen melkzuur produceert. Een enting met een *Betabacterium*kultuur heeft nl. weinig of geen effect. *Betabacterium*soorten komen overigens veel voor in silages van bietekoppen en -blad, aan welk produkt deze bacteriën hun naam ontleen (β = biet).

Over de groei van het thermofiele (warmtelievende) geslacht *Thermobacterium* in warme silages is zeer weinig bekend. Hoewel vroeger werd aangenomen dat zij ook een rol zouden spelen in silages van gestoomde aardappelen, is later gebleken dat hier de niet tot de melkzuurbacteriën behorende *Bs. stearothermophilus* de producent van het melkzuur is. De mogelijkheid is niet uitgesloten dat ditzelfde organisme ook in warme gras-silages optreedt.

5. ZUURSTOF EN TEMPERATUUR

Aan het begin van dit hoofdstuk is gezegd, dat in fase 1 de zuurstof in de silage door de ademhaling snel (binnen enkele uren) wordt verbruikt. In werkelijkheid lijkt het echter minder eenvoudig, want afhankelijk van het gebruikte silotype, de snelheid van inbrengen en de mate van samenspersing, zal toch steeds een hoeveelheid verse lucht

tot de silage kunnen toetreden. Vlak na het inbrengen heeft een produkt als gras een volumegewicht van ca. 0,5, wat betekent dat ongeveer de helft van het volume uit lucht bestaat. Voor het doen verbruiken van de zuurstof hierin zou niet meer dan 0,2 % van de drogestof nodig zijn, terwijl de hierbij vrijkomende reaktiewarmte een temperatuurstijging van 1,5° C in de silage zou veroorzaken. In de praktijk blijkt een temperatuurstijging van ca. 5° C onvermijdelijk te zijn, hetgeen dus duidelijk wijst op het toetreden van verse lucht.

Dit is ook te verklaren uit de omstandigheid, dat een pas gemaakte silage werkt als een long: tengevolge van verschillen in temperatuur en barometerstand zal gas worden uitgedreven of aangezogen. Hierdoor kan dus de min of meer aerobe periode worden verlengd en de temperatuurstijging doorgaan. Indien dit enige dagen duurt zullen de oxydatieve processen niet slechts van plantaardige doch ook van mikrobiologische aard zijn. In wezen doet het er niet toe op welke wijze de omzettingen plaatsvinden, daar er in elk geval koolhydraten verloren gaan en de zuurvorming wordt vertraagd, met als gevolg een voortschrijdende eiwitafbraak.

Het toetreden van zuurstof en de temperatuurstijging zijn dus onverbrekkelijk met elkaar verbonden. Toch is het gewenst de invloed van deze twee factoren op de gisting apart te bezien. Primair kan worden verwacht dat de aanwezigheid van zuurstof remmend zal worden op anaerobe processen, zoals b.v. de melkzuurgisting, maar vooral op de streng anaerobe boterzuurgisting. Daar als gevolg van de aerobe processen in een broeiende kuil suiker verloren gaat, wordt de melkzuurproduktie meer vertraagd dan dat door zuurstof een direkte remming van de melkzuurbacteriën optreedt. Verder heeft de ervaring geleerd, dat de resterende hoeveelheid vrije zuurstof door het zeer actieve ademhalingsproces in de broeiende kuil zó gering is, dat zelfs boterzuurbacteriën hiervan geen directe hinder ondervinden. Dit is in analogie met het feit, dat ook in de grond anaerobe naast aerobe mikroben tot ontwikkeling kunnen komen.

Veel groter daarentegen is de invloed van de (door de zuurstof veroorzaakte) temperatuur op de mikroflora. Hiervoor kan verwezen worden naar de globale cijfers van de temperatuurtrajekten waarin de voor ons belangrijke bacteriegroepen zich kunnen ontwikkelen (tabel 4). Aangezien de optimum (beste) temperatuur voor de boterzuurbacteriën ca. 35° C is, lijkt het gewenst deze tem-

peratuur te vermijden (fig. 5). Iets lager ligt het optimum van de Strepto- en Betabacteriumsoorten, terwijl dat van de warmtelievende melkzuurbacteriën bij ca. 50° C ligt. Op grond hiervan lijkt het gewenst of de temperatuur laag te houden of hoog te doen oplopen.

Aangezien in de praktijk blijkt dat een temperatuurstijging tot 25 à 30° C veelal niet te vermijden is, lijkt het hoge temperatuurtrajekt voor de praktijk aantrekkelijk. Het is echter bekend, dat in silages die gebroeid hebben de verteerbaarheid van het eiwit sterk is teruggelopen. Uit recente onderzoeken is gebleken, dat dit verlies aan verteerbaarheid een direkt gevolg is van de aanwezigheid van zuurstof en in mindere mate van de temperatuur. De vastlegging van eiwitachtige stoffen in onoplosbare, onverteerbare produkten zal weliswaar door een hoge temperatuur worden bevorderd, maar treedt alleen op in aanwezigheid van zuurstof. Verder is gebleken, dat er een korrelatie bestaat tussen de teruggang in verteerbaarheid van het eiwit en het aantal dagen dat zuurstof (= broei) aanwezig was.

Uit de invloed van de temperatuur op de conservering kunnen een aantal nogal pessimistische konklusies worden getrokken: bij een temperatuur lager dan 50° C kunnen allerlei schadelijke gistingen optreden, doordat de temperatuurtrajekten van nuttige zowel als schadelijke mikroben elkaar overlappen. Zelfs bij een zeer lage temperatuur (15 - 20° C) kunnen de schadelijke bacteriën zich weliswaar niet zo snel ontwikkelen, maar ook de melkzuurproduktie is dan al niet optimaal meer. Bij een temperatuur boven 50° C neemt de verteerbaarheid van het eiwit sterk af, vooral als de broei enige tijd aanhoudt. Bij elke temperatuur zijn dus ongewenste processen mogelijk.

6. HOMOGENITEIT

In de voorafgaande paragrafen zijn een aantal factoren besproken die van invloed zijn op het verloop van de gisting. Hierbij is naar voren gekomen, dat al deze factoren in elkaar grijpen. De invloed van een bepaalde faktor neemt in betekenis toe naarmate andere factoren in het minimum gaan verkeren. Zo zal b.v. suikertoevoeging een groter effect hebben naarmate het drogestofgehalte lager is en het eiwitgehalte hoger. Door deze ingewikkelde samenhang is het niet mogelijk om duidelijk te formuleren, welke eisen men aan een groenvoeder moet stellen in verband met het welslagen

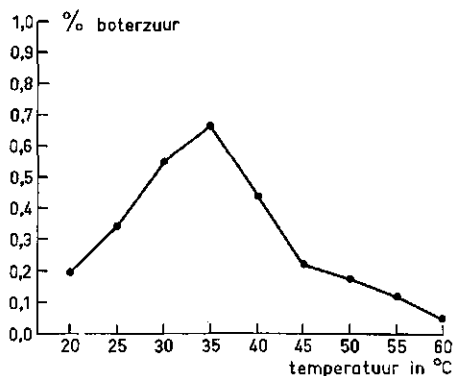


FIG. 5. De invloed van de temperatuur op de boterzuurproductie in silages gedurende de eerste week na het inkuielen.

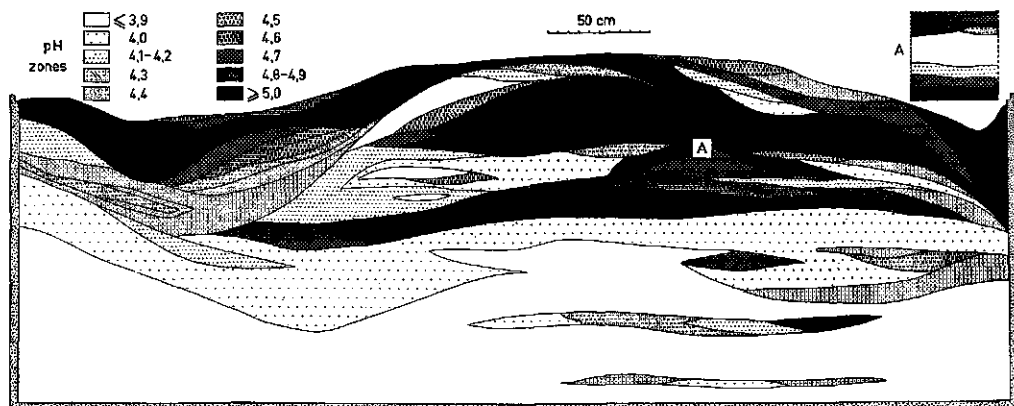


FIG. 6. Weergave van de pH-waarden in de dwarsdoorsnede van een „hand”kuil. Melasse werd laagsgewijs gespreid.

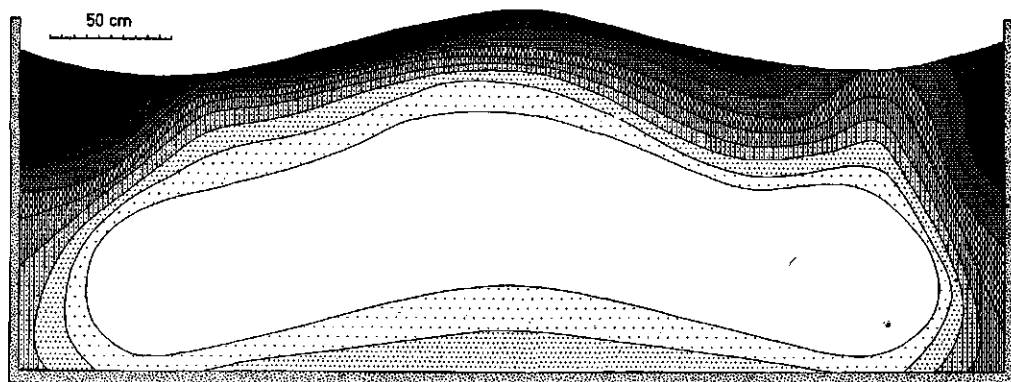


FIG. 7. Weergave van de pH-waarden in de dwarsdoorsnede van een „machinale” kuil. Gras en bieten werden gemengd in een „Hardeland”-machine.

van de silage en al zou men dit kunnen dan nog wordt de kwaliteit van de silage beïnvloed door de gelijkmatigheid (homogeniteit) van het in te kuilen materiaal. De variatie binnen een partij is in het algemeen zeer groot. Plaatselijke verschillen in drogestofgehalte en grofheid van het gras gaan gepaard met verschillen in chemische samenstelling en temperatuur in de kuil. Dit kan op dicht bij elkaar gelegen plaatsen in de kuil resulteren in grote kwaliteitsverschillen, zoals duidelijk wordt

gedemonstreerd in bovenstaande kuildoorsneden (fig. 6 en 7). Als gevolg van de machinale menging, zowel van het gras zelf als van het gras met het toevoegmiddel is de onderste silage veel homogener van samenstelling dan de bovenste, die in handwerk is gevuld. Aangezien een rottingsproces de neiging heeft zich uit te breiden, zullen heterogene silages geleidelijk aan slechter worden en wel des te sterker naarmate meer rotplekken in de kuil aanwezig zijn.

gras	temperatuur in °C	suikers in % van de ds.
vers	—	6.66
na 24 uur in de kuil	40 °C	2.94
na 48 uur in de kuil	50 °C	1.03

TABEL 5 Suikerverlies door broei.

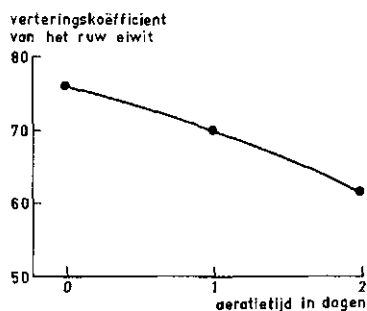


FIG. 8. Invloed van luchttoetreding op de verteerbaarheid van ruw eiwit in kuilgras.

HOOFDSTUK II

Het inkuilen in de praktijk

De verschillende inkuilmethoden, die kunnen berusten op wetenschappelijke basis, maar ook op eeuwenoude ervaring, zijn op vele wijzen in te delen. Zo staan *machinale* tegenover *handkuilen*, *warme* tegenover *koude* en *natte* tegenover *voordroogkuilen*. Verder bestaan er nog een reeks van inkuilmiddelen, waarvan de fantasienaam wordt verbonden aan de methode. Dat aan elke systematische rangschikking van inkuilmethoden fouten kleven wordt duidelijk, als men bedenkt dat een voordroogkuil zowel koud als warm en zowel een hand- als een machinale kuil kan zijn. Om nadrukkelijk te stellen, dat met uitzondering van de warme methode, alle methoden *koud* behoren te zijn, is de indeling warm - koud hier gevolgd.

1. DE WARME METHODE

Deze methode, ook wel de Hollandse of Friese methode genoemd, is zeer waarschijnlijk de oudste manier van inkuilen.

Door een langzame losse stapeling van vrij grof en bij voorkeur iets voorgedroogd gras heeft de lucht toegang tot de hoop, zodat broei optreedt. Men streeft hierbij naar een temperatuur van ca. 50° C, omdat gebleken is dat bij een dergelijke temperatuur rotting en boterzuurgisting worden geremd, terwijl de warmtelievende melkzuurbak-

teriën wel tot ontwikkeling kunnen komen. Als na verloop van 5 - 30 dagen de hoop op hoogte is, wordt een laag grond van ca. 50 cm aangebracht om verdere broei tegen te gaan.

De bezwaren tegen de warme methode zijn vele: door de aanwezigheid van zuurstof wordt veel suiker verbrand, zodat er minder overblijft voor de melkzuurproductie (tabel 5); het beheersen van de temperatuur is buitengewoon moeilijk. Wanneer tenslotte de temperatuur daalt tot een voor boterzuurbacteriën gunstig niveau (20 - 45° C), is meestal nog niet voldoende melkzuur aanwezig om boterzuurproductie en rotting te voorkomen. Verder blijft de groei te lang doorgaan, omdat de warme massa als een schoorsteen werkt en de zijanten doorgaans open zijn. Het gevolg is dat steeds nieuwe lucht kan worden aangezogen. Plaatselijk kan de temperatuur hierbij wel stijgen tot 70° C. Naarmate de aerobe toestand langer duurt, daalt de verteerbaarheid van het eiwit verder (fig. 8 en verg. 1 5). De verliezen bij de warme methode zijn groot, de verteerbaarheid is laag en tengevolge van plaatselijke temperatuurverschillen is de kuil heterogeen van samenstelling. Het uiteindelijke verlies aan eiwit (door rotting of vastlegging) is des te groter naarmate het eiwitgehalte van het uitgangsmateriaal hoger is, zodat voor jong eiwitrijk gras in elk geval een betere methode gewenst is.

Niettemin zijn er vele redenen op te noemen, waarom de warme methode in de praktijk nog zoveel wordt toegepast. Door het langzame verloop van het inkuilen past de methode goed in de bedrijfsorganisatie. Dit geldt wel speciaal voor de



AFB. 1. Typisch Friese kuil. Let op de schimmelgroei, de rotting aan de kant en de gelaagde structuur.

weidebedrijven, waar tussen de melktijden betrekkelijk weinig tijd voor ander werk over is. De methode is goedkoop, want silo's, toevoegsels, speciale machines en dure extra arbeidskrachten kunnen hier worden gemist. De warme silage met zijn zoetige broeigeur wordt door het vee met graagte opgenomen. Het maken van een warme kuil is de aangewezen methode voor het conserveren van kleine partijen gras, die over een langer tijdsbestek beschikbaar komen. Ook is het een geschikte methode voor het verwerken van voeder met een zo lage waarde, dat een betere (doch ook duurdere) methode niet verantwoord is. Het is de enige methode voor het inkuilen van gras met lidrus (moeraspaardestaart, *Equisetum palustre*), aangezien het giftige bestanddeel hiervan alleen in een kuil die gebroeid heeft onschadelijk wordt.

Alles bijeengenomen kunnen wij zeggen, dat de warme methode een slechte vorm van conserveren is, die alleen bij uitzondering toegepast moet respectievelijk kan worden (bij gras met paardestaart, respectievelijk gras met een lage voederwaarde of bij een lage arbeidsbezetting).

Als men de warme methode om welke reden dan ook toepast, dient men ter verkrijging van een zo goed mogelijk resultaat de volgende punten in acht te nemen:

- gebruik uitsluitend wat ouder (eiwitarm), iets voorgedroogd materiaal
- stamp elke laag direkt na het bereiken van een temperatuur van 45°C vast en breng een volgende laag aan
- beperk de vultijd van de kuilhoop tot maximum

10 dagen

d. vermijd te hoge temperaturen (55°C en hoger). De snelheid van inkuilen moet in eerste instantie bepaald worden door het verloop van de temperatuur en niet door andere omstandigheden e. dek na het inbrengen van de laatste laag de kuil met minstens 50 cm grond af en zorg, indien mogelijk, ook voor een afsluiting van de kanten.

2. DE KOUDE METHODE

Zoals de naam reeds aangeeft probeert men bij deze methode de gisting bij een lage temperatuur te doen verlopen. In principe komt dit neer op het zo snel en effectief mogelijk buitensluiten van zuurstof. Het is noodzakelijk hiervoor een silo te gebruiken, de kuil in één of maximaal twee dagen te vullen en deze met een zwaar gronddek (60 cm) of andere doelmatige afsluiting af te dekken. In hoofdstuk IV wordt hierop nog nader ingegaan.

Bij 1.5 is reeds uiteengezet, dat in het temperatuurtraject tot 45°C zowel gunstige als ongewenste processen kunnen optreden. Het verloop van de gisting zal dus voornamelijk van de andere factoren zoals chemische samenstelling, drogestofgehalte en bacterieflora afhangen. Bij het inkuilen van gras b.v. zal de kans van slagen — indien geen extra maatregelen worden getroffen — niet groter zijn dan 10 - 15 %. Op grond van de te nemen maatregelen kunnen de koude methoden als volgt worden ingedeeld:

KOUDE METHODE ZONDER TOEVOEGSEL

- „koud zonder meer” (veelal „koude methode

- zonder toevoegsel" genoemd)
- b. voordroogmethode
- c. kneusmethode

KOUDE METODEN MET TOEVOEGSEL

- d. zure toevoegsels (o.a. ALV-zuurmethode)
- e. suikerrijke toevoegsels (o.a. melasse)
- f. biologische preparaten
- g. diverse chemische middelen
- h. middelen ter verhoging van het drogestofgehalte

a. „Koud zonder meer”

Het snel vullen van een silo en het zorgen voor een doelmatige afsluiting van de lucht als enige maatregelen bij het inkuilen, leiden in het algemeen niet tot een goede conservering. De methode is dus alleen geschikt voor het inkuilen van een groenvoeder dat rijk aan suikers en arm aan eiwit is. In dit opzicht kan de koude methode vergeleken worden met de warme, daar ook deze laatste methode in het algemeen voor eiwitarm groenvoeder wordt gebezigd. De koude methode brengt meer kosten aan investering (silo) en arbeid met zich. Hiertegenover staat dat de verteerbaarheid van het eiwit minder daalt dan bij de warme methode en de temperatuurbeheersing eenvoudiger is. De totale verliezen bij de koude kuil zijn nagenoeg even hoog als bij de warme methode (zie hoofdstuk III). Het is dan ook zeer de vraag of het overschakelen van de warme methode naar de „koude zonder meer” het geïd en de moeite waard is.

Wil men toch een dergelijke kuil maken, dan dient men te bedenken, dat de methode alleen een

redelijke kans van slagen biedt bij eiwitarm gras in de maand mei (wanneer het gras rijk aan suikers is) en bij produkten als pulp en bietekoppen en -blad. Ook bij het inkuilen van kunstweidegras volgens de „koude methode zonder meer” is de kans van slagen groter dan bij gras van blijvend grasland. Dat het in één dag vullen, het goed aantrappen van de massa en het direkt en doeltreffend afsluiten van de lucht voor alle koude methoden geldt behoeft nauwelijks herhaald te worden.

b. De voordroogmethode

Indien men het uitgangsmateriaal laat voordrogen of verwelken, worden de omstandigheden in de ingekuilde massa minder gunstig voor de ontwikkeling van boterzuur- en rottingsbacteriën. Voor een volledige onderdrukking van deze bacteriën moet het drogestofgehalte tot minstens 40 % worden opgevoerd. Ten opzichte van vers, winddroog gras met ca. 20 % ds betekent dit een gewichtsvermindering van 50 %. Voor een vlotte en vooral gelijkmatige droging is het aan te bevelen het materiaal vlak na het maaien te schudden. Aangezien voorgedroogd gras moeilijk tot een kompakte massa is samen te persen, is de kans op broei groot. In verband hiermee moet bij voorkeur jong en bladrijk materiaal worden ingekuild en moet extra aandacht worden besteed zowel aan het aantrappen als aan de afdekking. Afhankelijk van de veerkracht van het materiaal zal een grondlaag van minstens 80 - 100 cm nodig zijn.

De voordroogmethode is een uitstekende wijze van conserveren, die ook bij het inkuilen van hoog-

 = 1 dag goed drogend weer	droge stof in %	Transport :  = 2000 kg gras	Toevoegsel :  = 250 kg melasse
	20	       	  
	25	       	 
	30	       	 
 	35	       	
 	40	   	

FIG. 9. Voordrogen geeft een besparing aan arbeid en aan toevoegmiddel.

waardig groenvoeder geringe verliezen met zich meebrengt. De extra arbeid, nodig voor het schudden, wordt ruimschoots gekompenseerd door de arbeidsbesparing bij het transport (de helft van het oorspronkelijke gewicht), terwijl bovendien de siloruimte beter wordt benut (meer drogestof per m³).

Als nadelen van de voordroogmethode zijn te noemen het weersrisico en de ademhalingsverliezen in het veld. Verder is de kans op broei groot. Een ernstig euvel is vooral, dat de voordroogkuilen na het openen in de winter kunnen gaan broeien en schimmelen, waardoor zeer ernstige verliezen kunnen ontstaan.

Over bovengenoemde nadelen kan nog het een en ander worden opgemerkt. Het weersrisico is uiteraard niet te beïnvloeden. Voor het voordrogen zijn onder gunstige omstandigheden slechts 2 - 3 dagen nodig. Uit proeven is gebleken, dat ca. 1,5 % drogestof per dag verloren gaat door ademhaling. Bedacht moet worden, dat het altijd beter is het gras in te kuilen met b.v. 30 % ds dan het te laten natregenen. Veertig procent ds is het best, maar 30 % is beter dan 20 %.

Het verdient aanbeveling een goed inkuilmiddel (b.v. melasse) achter de hand te houden voor het geval het niet mogelijk is voor te drogen tot 40 % ds. Door de gedeeltelijke voordroging is dan een besparing mogelijk op het inkuilmiddel. Ten eerste is het gewicht al verminderd, en ten tweede vullen het voordrogen en het inkuilmiddel elkaar aan (tabel 6, pag. 49).

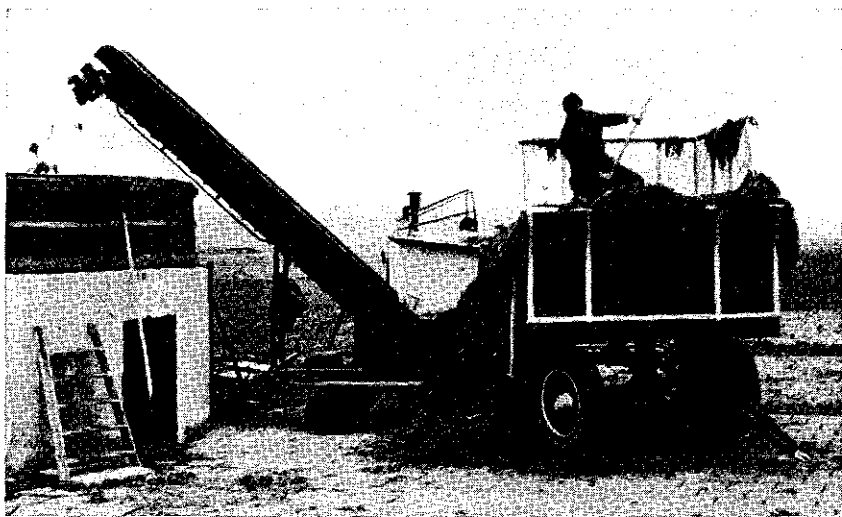
Het broeien van een voordroogkuil tijdens het

inkuilen speelt vooral een grote rol op die bedrijven, waar men geen kans ziet de silo in 1 dag af te werken. Het resultaat is dan een warme kuil met alle nadelen daarvan. In Friesland is men enige jaren geleden begonnen de broei tijdens het vullen tegen te gaan door ventileren met koude lucht. Hierover kan worden opgemerkt, dat de drogestofverliezen (vooral suiker) tijdens de ventilatie vergelijkbaar zullen zijn met de ademhalingsverliezen in het veld. Het grote gevaar schuilt hier in een ondoelmatige ventilatie, waardoor de temperatuur toch iets stijgt. De ademhalingsintensiteit gaat namelijk bij een geringe temperatuurstijging al met sprongen omhoog. Natuurlijk is het in één dag vullen verreweg het beste; is dit echter beslist niet mogelijk dan kan het ventileren een hulpmiddel zijn, dat echter niet langer dan strikt noodzakelijk mag worden toegepast.

Nabroei en schimmel treden na het openen van de kuil des te eerder op naarmate het kuilvoeder veerkrachtiger is (stengelig gras), en de temperatuur tijdens het maken hoger is geweest. Ook spelen de ouderdom en de temperatuur van de kuil bij het openen hierbij een rol. Het verdient dus aanbeveling een laat gemaakte voordroogkuil te laten besterven en pas laat in de winter te openen. Verder moet een voordroogkuil ten opzichte van de veestapel steeds klein zijn zodat dagelijks een flinke laag vervoederd kan worden. Een kleine kuil is ook gemakkelijker in 1 dag te vullen dan een grote.

c. Kneusmethode

Het kenmerkende van de kneusmethode is, dat



AFB. 2. Een stationaire kneusmachine.

het materiaal zo zwaar *) wordt gekneusd, dat een groot gedeelte van de cellen is beschadigd. De suikers uit deze beschadigde cellen zijn dan direkt beschikbaar, waardoor de melkzuurproduktie aanzienlijk wordt versneld (zie fig. 1).

Aangezien het gekneusde gras zich gemakkelijk laat samenpersen, is de kans op warm worden van de kuil klein en kan ook met een minder zwaar gronddek worden volstaan dan bij de andere methoden (30 - 40 cm).

De kneusmethode levert een groot percentage geslaagde silages op en is een van de meest bedrijfszekere methoden. Er is echter één voorwaarde: om suikers beschikbaar te kunnen maken moeten deze ook inderdaad aanwezig zijn, m.a.w. de kneusmethode heeft niet voldoende effect als het in te kuilen materiaal arm aan suiker is. Bij het inkuilen van gras moet worden bedacht dat het suikergehalte van gras in mei - juni doorgaans hoog is en in juli - augustus een dieptepunt vertoont om daarna weer iets te stijgen. Exacte cijfers zijn niet te geven, omdat het weer en de bemesting een grote invloed hebben op het suikergehalte. Lage stikstofgiften, zonneschijn en een lage temperatuur werken verhogend, terwijl bewolkt, regenachtig weer en een hoge temperatuur verlagend op het suikergehalte werken.

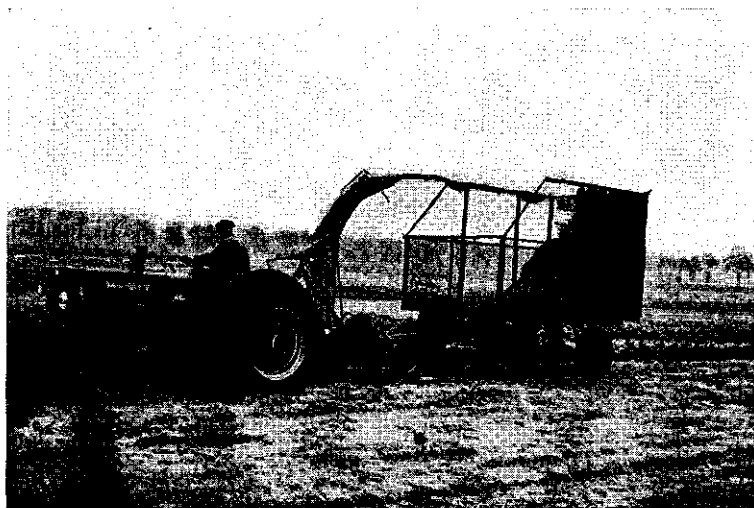
Voor de praktijk betekent dit, dat de methode later in het seizoen niet zo bedrijfszeker is als in het begin en dat het inkuilen van al te geil gras moet worden vermeden. Maar ook hier geldt, dat

het kneuzen toch meestal een verbetering geeft in vergelijking met „koud zonder meer”. De kans om in de herfst en vooral in de nazomer een goede kneuskuil te maken is aanmerkelijk kleiner dan in het voorjaar. Daarom verdient het zeker aanbeveling om na ca. half juli het kneuseffect te ondersteunen met b.v. 2 - 3 % melasse (tabel 6).

Ook is de kneusmethode goed te combineren met iets voordrogen, terwijl het verder mogelijk is een „droog” toevoegmiddel te gebruiken (zie hiervoor h). Wil men voor het ondersteunen van het kneuseffect AIV-zuur gebruiken dan moet waarschijnlijk de gewone dosis worden gebruikt, omdat beide methoden elkaar niet aanvullen.

Het sterk variërend suikergehalte in gras is wel de hoofdoorzaak dat ook bij toepassen van de kneusmethode de kans van slagen nooit 100 % zal zijn. Ook is de investering voor de kneusmachine en de hiervoor benodigde trekkracht voor de meeste bedrijven een bezwaar. Hierdoor zijn alleen grote bedrijven, werktuigenkombinaties of loonwerkers in staat de kneusmachine rendabel te gebruiken. Momenteel zijn er in Nederland 2 typen kneusmachines op de markt: een stationaire wringer volgens het vleesmolenprincipe, die het gekneusde gras via een transportband in de silo brengt en een rijdende machine, die het gras van stam slaat, kneust en in de wagen blaast. De mate van kneuzing bij beide typen is ongeveer gelijk, evenals de prijs en de benodigde trekkracht. Van de rijdende machines is bekend dat het toerental

*) „Zwaar” ter onderscheiding van de „Hardeland”-machines, die naast verkleinen of zeer licht kneuzen voornamelijk een homogeniserend effect hebben.



AFB. 3. Een rijdende kneusmachine.

van de klepelas en de rijsnelheid van de trekker grote invloed hebben op de mate van kneuzen. Verhoging van de rijsnelheid en verlaging van het toerental van de aftakas werken verlagend op de kneusgraad. Bij overigens gelijke omstandigheden neemt de kneusgraad dus af bij toenemende uurkapaciteit van de machine. Bij de stationaire machine heeft het vermogen van de trekker veel minder invloed op de mate van kneuzing maar wel op de capaciteit van de machine, hoewel deze laatste voor een groot deel wordt bepaald door de aard van het materiaal. Voor beide typen geldt, dat voor een capaciteit van 5- 8 ton per uur een vermogen van 30 - 40 pk nodig is.

Bij het gebruik van de maaikneusmachine verdienen graslandverzorging en mollenbestrijding extra aandacht, daar anders de kans op een hoog zandgehalte in het kuilvoer groot is.

In vergelijking met andere inkuilmethoden levert het inkuilen met een rijdende kneuzer een arbeidsbesparing op, terwijl dit van de stationaire wringer niet kan worden gezegd.

De keuze van het type kneusmachine is dan ook afhankelijk van het aantal beschikbare arbeidskrachten, de gewenste snelheid van inkuilen, de hoedanigheid van het in te kuilen perceel e.d.

d. Zure toevoegsels

De AIV-methode is wel de meest bekende werkwijze waarbij een zure toevoegsel wordt gebruikt. Het zuur is een mengsel van zoutzuur en zwavelzuur, dat wordt afgeleverd met een sterkte van ca. 14 Normaal. Voor het gebruik moet dit worden

verdund tot 2 N. door 1 deel zuur toe te voegen aan 6 delen water. (N.B. Niet omgekeerd, want dan kan het, tengevolge van heftige warmteontwikkeling, gaan spatten!). Volgens het oorspronkelijke voorschrift dient het verdunde zuur met een zuurbestendige gieter laagsgewijs zo goed mogelijk te worden verdeeld. Naarmate de lagen dunner zijn is de verdeling van het zuur door het materiaal beter. De benodigde hoeveelheid zuur is vooral afhankelijk van het eiwitgehalte van het groenvoeder (zie tabel 6). Het verdient verder aanbeveling om de laatste laag een extra dosis zuur te geven; ook indien het vullen langer dan 1 dag duurt moet de laatste laag voor het onderbreken extra zuur ontvangen. AIV-kuilen moeten goed gedraineerd zijn.

De werking van het zuur berust erop dat de pH direct bij het inkuilen zodanig wordt verlaagd dat ademhaling, rotting en boterzuurgisting worden voorkomen. Zelfs de melkzuurgisting wordt min of meer geremd en is ook overbodig. Goede AIV-kuilen hebben dan ook meestal een zeer laag melkzuurgehalte en toch een lage pH. Mikrobiologische processen worden dus voorkomen en de AIV-methode brengt dan ook slechts zeer geringe verliezen met zich, zodat zelfs zeer moeilijk te conserveren produkten door gebruik van AIV-zuur met een grote kans van slagen zijn in te kuilen. Aangezien verder het zuur goedkoop is, is de AIV-methode niet alleen conserveringstechnisch maar ook economisch gezien een heel goede methode.

Als bezwaren tegen de AIV-methode zijn aan te voeren, dat het werken met mineraalzuur onaan- genaam en niet vrij van gevaar voor kleding en huid



AFB. 4. Het gebruik van de waterstraalzuurpomp bij het inkuilen.

is. Het verdunnen van het zuur en het werken met een gieter is omslachtig. Het zuur moet verder zeer zorgvuldig worden afgemeten: wordt een pH van beneden 4,2 niet bereikt dan treedt toch bederf op, wordt daarentegen iets te veel zuur toegevoegd dan zal de pH dalen tot 3,5 of lager en zal het vee de kuil minder goed of niet opnemen. Het zure kuilvoeder tenslotte is nadelig voor het zuur-base evenwicht van het vee, zodat naast AIV-kuil flinke hoeveelheden bieten en aardappelen gevoerd moeten worden. Zijn deze niet beschikbaar, dan dient men het zuur te neutraliseren door 100 - 200 g geslibd krijt per dier per dag bij te voeren.

Tengevolge van deze bezwaren vindt de AIV-methode in Nederland steeds minder toepassing. Aan het bezwaar, dat de verdeling van het zuur tijdrovend en onaangenaam is, wordt aanzienlijk tegemoet gekomen door het gebruik van de z.g. zuurmengpomp.

Het afstellen van deze mengpomp geschiedt als volgt: met behulp van de waterleidingkraan wordt de waterdruk op een bepaalde waarde ingesteld; de regelkraan van de aanzuigleiding moet nu zodanig worden afgesteld, dat per 7 liter uitstromende vloeistof 1 liter onverdund zuur wordt aangezogen. Is de regelkraan eenmaal juist ingesteld, dan kan na elke onderbreking weer eenzelfde mengverhouding worden verkregen door de waterdruk op dezelfde stand in te stellen. In verband met drukwisselingen in het waterleidingnet is een manometer voor het nauwkeurig instellen van de gewenste waterdruk bijna onmisbaar. Naarmate tijdens het inkuilen de opvoerhoogte toeneemt, ver-

mindert de hoeveelheid aangezogen zuur, zodat de mengverhouding af en toe moet worden gecontroleerd en eventueel gecorrigeerd. Met de zuurmengpomp kan men tijdens het lossen het zuur regelmatig blijven verdelen, zodat de menging beter kan zijn dan bij het werken met een gieter. Aangezien het doseren van het zuur op deze wijze ook minder bewerkelijk is, maakt de mengpomp de AIV-methode weer wat aantrekkelijker.

Andere zure toevoegsels

De nadelen verbonden aan de conserveringstechnisch zo goede AIV-methode hebben geleid tot enkele modifikaties. Zo is getracht de bezwaren, verbonden aan het hanteren van AIV-zuur te vermijden door het gebruik van zure zouten. Het z.g. „AIV-zout“ (ammoniumbisulfaat: NH_4HSO_4) schijnt in Finland goed te voldoen. In Nederland is dit zout tot nu toe nog niet toegepast. De eerder genoemde overige bezwaren gelden uiteraard ook voor dit zure zout. Teneinde de voedertechische bezwaren te ondervangen is getracht in plaats van een anorganisch een organisch zuur toe te passen. Organische zuren worden in het spijsverteringskanaal namelijk afgebroken, zodat het zuur-base evenwicht niet wordt verstoord. Zo heeft b.v. mierenzuur, indien toegevoegd in dezelfde concentratie als AIV-zuur, eveneens een goede conserverende werking. De kosten zijn dan echter te hoog. Ook strooibare zouten van mierenzuur worden wel gepropageerd onder het motto, dat zowel de arbeids- als de voedertechische bezwaren van de AIV-methode daarmee worden ondervangen.

mengverhouding naar volume melasse: water	kg. onverdunde melasse per 10 l. verdunde melasse	l. verdunde melasse waarin 10 kg onverdunde melasse
10 : 0	14.5	7
10 : 2	11	9
10 : 4	9	11
10 : 6	8	13
10 : 8	7	15
10 : 10	6	17

TABEL 7 Omrekeningstabel voor volume en gewicht van melasse in verschillende verdunningen.

Ook hier geldt, dat de — door de fabrikant — voorgeschreven dosis niet voldoende is en dat de gewenste dosis te duur is.

e. Suikerrijke toevoegsels

Door het toevoegen van suikerhoudende producten wordt de melkzuurproductie versneld en kan een uitstekende conservering worden verkregen. De hoeveelheid toe te voegen suiker is afhankelijk van het suikergehalte, het eiwitgehalte en het drogestofgehalte van het in te kuilen produkt zelf. De minimaal te geven hoeveelheid luistert vrij nauwkeurig, omdat een te lage dosering bijna steeds leidt tot een slechts conservering.

Als niet zoveel suiker wordt toegevoegd, dat een werkelijk stormachtig snelle ontwikkeling van de melkzuurbacteriën plaatsvindt, kan in de silage een hoog gehalte aan boterzuur ontstaan. Men dient hier namelijk te bedenken, dat ook de boterzuurbacteriën in staat zijn om suikers te vergisten. Daalt de pH niet snel genoeg, dan zal ook rotting kunnen optreden. Het effect van de suikertoevoeging treedt dus in zekere zin pas op na het overschrijden van een bepaalde minimum-koncentratie. Dit in tegenstelling met het drogestofeffect dat geleidelijk toeneemt met het voordrogen.

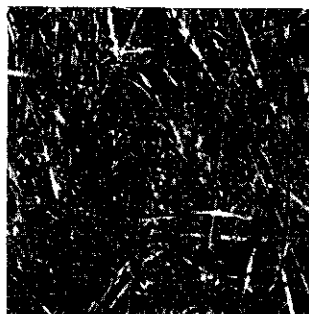
De volgende suikerbevattende toevoegmiddelen vinden in de praktijk toepassing: melasse, melasseprodukten, melksuikermelasse, weipasta, weibrokken, weipoeder, gehakselde of gemoesde bieten en gestoomde aardappelen. De toe te voegen hoeveelheden zijn samengevat in tabel 6. (pag. 49).

Het spreekt vanzelf, dat het toevoegmiddel bij

voorkeur een zo hoog mogelijk gehalte aan vergistbare suikers moet bevatten om het toe te voegen percentage zo laag mogelijk te doen zijn. Verse wei b.v. is om deze reden niet bruikbaar. Ook het toevoegen van rauwe aardappelen, aardappelvezels of -meel, graanmeel en andere zetmeelrijke producten moet worden ontraden. Deze producten bevatten weliswaar veel koolhydraten, doch ze kunnen niet worden vergist tot melkzuur (wel tot boterzuur!). De reden waarom gestoomde aardappelen wel een gunstig effect hebben is nauwelijks verklaarbaar. Waarschijnlijk komen door het stomen vergistbare suikers vrij.

De problemen bij toepassing van suikerrijke toevoegmiddelen betreffen vooral de verdeling en de menging waaraan grote zorg moet worden besteed. Vooral bij niet-machinale menging geeft dit nog wel eens moeilijkheden, speciaal in verband met de aard van de toe te voegen produkten.

Melasse (van riet- of bietsuiker) is in het algemeen te stroperig om het te kunnen gieten of spuiten. In verband met de invloed van het drogestofgehalte moet men niet verder verdunnen dan strikt noodzakelijk is. De temperatuur heeft een grote invloed op de vloeibaarheid. Aangezien melasse een s.g. van ca. 1,4 heeft, zal het een groot verschil maken of men met volume- of gewichtsprocenten werkt (tabel. 7). In tabel 6 is de te geven hoeveelheid steeds opgegeven in gewichtsprocenten (kg melasse per 100 kg voeder). Het gieten moet geschieden over zo dun mogelijke lagen gras; door melasse mechanisch met een pompje te versproeien kan al een betere verdeling worden ver-



kregen. Het toevoegen van melasse op de transportband is mogelijk, maar kan door aankoeken aanleiding geven tot storingen.

Ter vereenvoudiging van de toevoeging zijn enige strooibare melasseprodukten in de handel gebracht. Gedroogde melasse (Melapo) is echter zeer hygroskopisch en vrij grofkorrelig, zodat de verdeling vaak te wensen overlaat. „Safari” daarentegen, een mengsel van maismeel met melasse, heeft deze bezwaren niet. Weiprodukten, zoals weibrokken en -poeder, kunnen met de hand worden gestrooid, terwijl weipasta en melksuikermelasse na een passende verdunning kunnen worden versproeid.

Bieten (voeder- of suikerbieten) dienen voor het toevoegen te worden verkleind (des te meer verkleind, des te beter is een goede menging mogelijk).

Bij inkuilen in de herfst kunnen de versgerooidde bieten met blad en al worden gebruikt. De verdeling van de gehakselde bieten kan met de hand geschieden, laagsgewijs of door ze gelijktijdig met het gras op de elevatorband te strooien. Bij de handmethode is de menging echter vrij ongunstig en het gemiddelde resultaat hiermee in overeenstemming, zodat het geen aanbeveling verdient om speciaal voor dit doel bieten te bewaren. Overschotten kunnen aldus echter redelijk worden weggevoerd. Als gevolg van een slechte menging levert de handmethode nog wel eens teleurstellende resultaten op.

Geheel anders ligt dit daarentegen bij de *machinale* of „*Hardeland*”-methode. Door de homogeni-

satie en de innige vermenging van groene massa en toevoegmiddel in de machine wordt de conservering aanzienlijk bevorderd.

In principe zijn alle conserveringsmiddelen met deze machines toe te voegen. De konstruktie van de machine legt echter wel eens beperkingen op. Zo is bij sommige typen een aparte molen nodig voor het moeien van bieten en slechts enkele typen zijn in staat gestoomde aardappelen te verwerken. Wij wijzen hier nog op de besparing aan toevoegmiddel, die door machinale menging is te bereiken (zie tabel 6). Een bezwaar van de machinale menging is, dat bij het verwerken van sterk verontreinigd materiaal die verontreiniging ook innig met het voer vermengd wordt, met alle nadelen hiervan. Het grootste bezwaar van de machinale methode is echter, dat het inkuilen volgens deze methode duur is door de hoge investering en het grote aantal arbeidskrachten dat erbij vereist wordt.

Het bezwaar van de hoge investering wordt enigszins ondervangen als de machine eigendom is van een koöperatie of een loonwerker, zodat het mogelijk is deze een groot aantal draaiuren per jaar te laten maken. Indien dan verder het betreffende bedrijf zonder al te veel moeite en kosten over het vereiste aantal arbeidskrachten kan beschikken, biedt de *Hardeland*-methode de mogelijkheid kuilvoer van prima kwaliteit te bereiden. Het percentage geslaagde kuilen ligt bij de machinale methode in vergelijking met andere methoden nog steeds zeer hoog. (Zie hiervoor ook hoofdstuk III.)

f. Biologische preparaten

Momenteel worden in ons land in de praktijk nog geen biologische preparaten als toevoegmiddel gebruikt. Omdat in deze situatie binnen korte tijd verandering kan komen, zullen een aantal van deze middelen, waarvan sommige elders reeds toepassing vinden, toch in het kort worden besproken. De biologische preparaten zijn te verdelen in: *bakteriekulturen* (levende melkzuurbacteriën) en *enzym-preparaten, antibiotika*.

Bakteriekulturen (speciaal *Streptobacterium*-soorten) kunnen — indien toegevoegd aan al of niet gekneusd gras — de melkzuurproductie aanzienlijk versnellen (zie I 4). Een van de nadelen, die de toepassing van bacteriekulturen in de weg staan is, dat een enting alleen succes zal hebben als er voldoende suiker in het groenvoer aanwezig is.

Bij een absoluut tekort aan suiker is het effect dus nihil. Verder is gebleken, dat de melkzuurbacteriën (*Streptobacterium*-soorten) bij broei zeer snel afsterven, zelfs indien de temperatuur relatief laag blijft (40—45° C).

Ook het vraagstuk, hoe op economisch verantwoorde wijze en op grote schaal een levenskrachtige kultuur kan worden bereid, is nog niet opgelost.

Enzym-preparaten, die in staat zijn onoplosbare koolhydraten om te zetten in — oplosbare en tot melkzuur vergistbare — suikers, kunnen in theorie even goed werken als suikerhoudende

middelen, mits voldoende van deze koolhydraten aanwezig zijn.

Aangezien van de momenteel in de handel zijnde preparaten slechts weinig behoefte te worden toegevoegd, dient aan de verdeling ervan grote aandacht te worden besteed (zie e). Verder zal het van betekenis zijn hoe snel het enzym suikers produceert. Kneuzen van het groenvoer en machinale menging zullen de omzettingen versnellen. De in het buitenland in de handel zijnde preparaten bevatten als werkzaam bestanddeel moutmeel of gedroogde, door schimmels en/of bacteriën omgezette graanprodukten.

Van *antibiotika*, die een specifiek remmende werking op de groei van boterzuur- en rottingsbacteriën hebben (en tegelijkertijd de melkzuurflora ongemoeid laten!), kan worden verwacht, dat ze de conservering gunstig zullen beïnvloeden. Zolang van een dergelijk antibiotikum niet bekend is, hoeveel er resteert in de silage en hoe dit residu reageert op de pensflora, zal voorzichtigheid geboden zijn.

g. Diverse chemische middelen

Een groot aantal chemische produkten zoals koolzuur, formaline, zwavelkoolstof, sulfiet, natriet, keukenzout, etc. zijn als zodanig of in combinatie gepropageerd als inkuilmiddelen. Veelal dragen deze middelen fraaie fantasienamen als Vitasan, Kofazout, H.S.P., Amisan, Grillosil, e.v.a. Een volledige opsomming is niet te geven, aangezien steeds nieuwe middelen opduiken en andere weer op de achtergrond raken.

Samenvattend kan van deze middelen worden gezegd, dat ze niet of onvoldoende werkzaam zijn. Koolzuur heeft absoluut geen conserverende invloed; formaline zal de verteerbaarheid van het eiwit doen afnemen. Sulfiet heeft aanvankelijk een bacterie- en enzymremmende invloed, die na verloop van tijd zal verdwijnen, zodat de rotting alleen vertraagd wordt. Nitriet is in principe bruikbaar, maar wordt door bepaalde bacteriesoorten zeer snel afgebroken. Keukenzout verhoogt de osmotische druk (evenals trouwens andere oplosbare verbindingen), maar de vereiste concentratie is in veevoer niet toelaatbaar.

h. Toevoegsels ter verhoging van het drogestofgehalte

Droge pulp, gedroogde aardappelvezels e.d. worden wel eens gebruikt als toevoegmiddel met als voornaamste doel het binden van vocht. Enige toepassing heeft deze methode gevonden in combinatie met het kneuzen van gras. Onderzoekingen hebben uitgewezen, dat voor een effectieve binding van perssap zoveel drogestof moet worden toegevoegd, dat helemaal geen sap meer afvloeit (al vermindert nl. de hoeveelheid sap, de concentratie aan ds in het sap stijgt!).

Doordat de toevoeging de osmotische druk in de kuil iets verhoogt, kan de conservering gunstig beïnvloed worden. In het geval dat bij het inkuilen de gunstige en ongunstige factoren net in evenwicht zijn, kan de toevoeging de balans dus juist ten gunste doen doorslaan.

Men dient echter te bedenken dat het droge

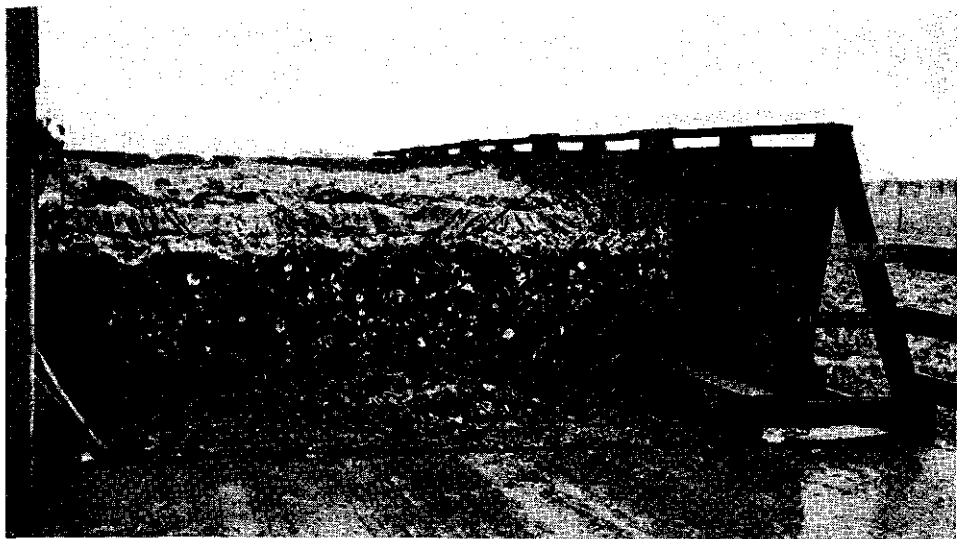
voedermiddel, dat droog zonder verlies is te bewaren, bij inbrengen in de kuil mede vergist wordt en dus een zeker verlies lijdt. Om deze redenen mogen nooit waardevolle produkten voor deze methode worden gebruikt.

3. Het inkuilen van andere produkten

Bij de behandeling van de inkuilmethoden zijn de te nemen maatregelen voornamelijk beschouwd met betrekking tot het inkuilen van gras. Nu is gras in ons land weliswaar het voornaamste in te kuilen gewas, doch daarnaast worden ook nog andere produkten ingekuuld. In het algemeen gelden voor het inkuilen van deze produkten wel ongeveer dezelfde regels als voor gras. Verschillen in aard en in samenstelling zijn er echter vaak de oorzaak van, dat het nemen van bepaalde maatregelen soms wel en soms niet nodig is. In het volgende zal daarom het inkuilen van een aantal andere produkten dan gras nog afzonderlijk worden besproken. Hierbij zal vooral worden ingegaan op die onderdelen, waarbij met belangrijke afwijkingen ten opzichte van gras rekening moet worden gehouden. Behalve het inkuilen van een aantal groenvoeders, zal in het kort ook het inkuilen van enkele andere produkten worden behandeld.

Bietekoppen en -blad

Een toevoegsel is bij het inkuilen van suikerbietekoppen en -blad overbodig, doch voor het inkuilen van voederbietblad is een toevoegsel gewenst (zie tabel 6). Machinaal inkuilen heeft



AFB. 5. Eenvoudige sleuvsilo met een bietekoppen- en bladkuil.

een gunstige invloed op het kuilresultaat, zowel door de homogenisatie van de massa als door de verkleining van dit grove materiaal.

Alleen een schoon gewas mag machinaal worden gekuild. Bij verontreinigd blad is een machinale bewerking uit den boze, omdat dan de verontreiniging zeer intensief met het voer wordt vermengd. Door de machinale bewerking mag het materiaal ook nooit een papperige massa worden. Alleen grof hakselen en zeer licht kneuzen komen dus in aanmerking. Snel werken is bij het inkuilen van bietebblad van het grootste belang. Door het tempo waarmee het bietebblad beschikbaar komt, zal inkuilen in één of twee dagen veelal echter niet mogelijk zijn. Ofschoon de temperatuur meestal minder hoog stijgt dan in een graskuil moet toch rekening worden gehouden met belangrijke schade aan het kuilvoer door het aerobe milieu. Vooral het vre-gehalte zal hierdoor worden beïnvloed (zie I 5).

Suikerbietekoppen en -blad worden soms wel samen met stoppelklaver ingekuild. Door de meestal gebrekkige menging van beide produkten valt het resultaat vaak tegen. Wil men deze werkwijze toch toepassen, dan mag de hoeveelheid klaver in het mengsel nooit groter zijn dan de hoeveelheid bietebblad. Het is nog beter om slechts half zoveel klaver als bietebblad te nemen. Voor voederbietebblad moet deze werkwijze beslist worden ontraden. In dit produkt is niet een zodanig overschot aan koolhydraten aanwezig, dat het inkuilen ervan in combinatie met een eiwitrijk gewas goed kuilvoer kan opleveren.

Stoppelknollen

De samenstelling van dit gewas is meestal niet zodanig dat hiervan zonder meer een goed kuilvoer kan worden gemaakt. Een toevoegsel is dan ook noodzakelijk. De hoeveelheid hiervan is afhankelijk van de kwaliteit en het groeistadium van het gewas (zie tabel 6). Alleen een tamelijk oud gewas stoppelknollen kan zonder toevoegsel worden gekuild.

Machinaal inkuilen geeft dezelfde voordelen als bij bietekoppen en -blad (homogenisatie en verkleining van het grove produkt) en verbetert ook de menging van groene massa en toevoegsel. Sterk verontreinigde knollen mogen echter nooit machinaal worden gekuild en ook moet een te sterke verkleining van het materiaal worden vermeden. Snel werken, dus koud inkuilen is ook bij het inkuilen van stoppelknollen geboden. Worden stoppelknollen samen met een ander, nogal eiwitrijk produkt (b.v. gras) ingekuild, dan zal altijd, dus ook wanneer het oude stoppelknollen betreft, een toevoegsel nodig zijn.

Snijgranen

Van de snijgranen is snijrogge wel de meest voorkomende, doch ook snijhaver en snijgerst worden wel ingekuild. In het algemeen zijn deze gewassen wel iets gemakkelijker in te kuilen dan gras, maar een toevoegsel of kneuzen kan toch niet worden gemist (zie tabel 6). Overigens zijn de snijgranen wel zodanig met gras te vergelijken dat, met uitzondering van de voordroogmethode, alle



AFB. 6. Maissilage, afgedekt met plastic. Door zorgvuldig aantrappen en goed afsluiten van de lucht kan ook zonder gronddek een goede kuil gemaakt worden.

voor gras aanbevolen inkuilmethoden kunnen worden toegepast.

De voordroogmethode is voor snijgras niet geschikt in verband met de grofheid van het materiaal. Om deze reden moet ook machinaal inkuilen speciaal worden aanbevolen, terwijl het kuilresultaat door een wat zwaarder gronddek dan normaal (minstens 70 à 80 cm dik), eveneens gunstig zal worden beïnvloed.

Snijmais

Dit gewas leent zich het best voor inkuilen in het deegrijpe stadium. De samenstelling is dan zodanig, dat een toevoegsel niet nodig is. Zelfs is het dan mogelijk de snijmais met succes samen met een eiwitrijker gewas, b.v. klaver of gras in te kuilen. De gewassen moeten dan wel zeer zorgvuldig worden gemengd. Het is raadzaam hierbij meer snijmais dan eiwitrijk materiaal in het mengsel op te nemen.

Hakselen of kneuzen van snijmais is beslist nodig, zowel voor het maken van een redelijk kompakte koude kuil als voor het verkrijgen van een enigszins hanteerbaar voer, dat door het vee zonder al te veel moeite is op te nemen. Mede in verband met de grofheid van het gewas moet het gronddek op een snijmaiskuil minstens 1 m dik zijn.

Tijdens het voeren wordt een snijmaiskuil gemakkelijk warm. Het verdient daarom aanbeveling dit kuilvoer in de tweede helft van de stalperiode te gaan voeren. De kuil is dan meer uitgewerkt en afgekoeld. Ook kan het raadzaam zijn

de kuil een jaar over te laten zitten. In een dergelijke oude „bestorven” kuil is de kans op broei erg klein. Het verdient te allen tijde aanbeveling een snijmaiskuil, wanneer deze eenmaal geopend is, vlug op te voeren.

Erwtenloof

Het van de conservenfabrieken afkomstige groene doperwtenloof is veelal een gewild produkt om in te kuilen. Het kuilresultaat is echter nogal eens wisselvallig. Behalve de samenstelling van het materiaal heeft ook de wijze, waarop het loof is gedorst hierop zijn invloed. Materiaal dat tijdens het dorsen sterk gekneusd is en waarin ook nogal wat erwten zijn achtergebleven, levert als regel een betere kuil op dan een gewas dat minder gekneusd is of waarin minder erwten zijn blijven zitten. In het eerste geval is een toevoegsel overbodig; in het laatste kan het niet gemist worden. Omdat over de inkuilbaarheid van het produkt van te voren weinig te voorspellen is, zal als algemene veiligheidsmaatregel een kleine hoeveelheid toevoegsel moeten worden aanbevolen (zie tabel 6). Een intensieve machinale bewerking zal waarschijnlijk hetzelfde effect kunnen hebben.

Ook voor erwtenloof is koud inkuilen een vereiste en dus zal snel werken het conserveringsresultaat ten goede komen. Tevens is het van belang dat er niet te veel tijd verloopt tussen dorsen en inkuilen, aangezien in deze periode het suikergehalte van het gekneusde loof snel terug kan lopen. Een machinale bewerking en een vrij zwaar

gronddek (minstens 70 à 80 cm dik) zullen voor het verkrijgen van een goede, koude kuil gunstig zijn.

Klavers

Deze gewassen, waarvan de rode klaver wel de voornaamste is, staan erom bekend dat ze moeilijk in te kuilen zijn. Een toevoegsel is voor het inkuilen van deze produkten dan ook beslist nodig, terwijl hiervan grotere hoeveelheden moeten worden gebruikt dan bij het inkuilen van gras (zie tabel 6). Zwaar gekneusde klaver kan mogelijk in het voorjaar ook zonder toevoegsel worden gekuild, doch hierover zijn thans nog weinig gegevens bekend. In de nazomer en herfst zal deze wijze van inkuilen naar onze mening voor klaver niet in aanmerking komen. In verband met het optreden van grote bladverliezen op het veld, is ook de voordroogmethode voor het inkuilen van klaver minder geschikt.

Een machinale menging van klaver en toevoegsel is zeker aan te bevelen. Bij het maken van handkuilen wordt soms de voorkeur gegeven aan AIV-zuur als toevoegsel, enerzijds omdat dit relatief goedkoop is, anderzijds omdat de indruk bestaat dat het zich beter laat verdelen dan b.v. melasse.

Luzerne

Wat betreft de inkuilbaarheid is luzerne heel goed met klaver te vergelijken. Een toevoegsel is dan ook zeer zeker op zijn plaats (zie tabel 6). Over de waarde van de kneusmethode voor het inkuilen van luzerne valt thans nog weinig te zeggen. Bij het voordrogen bestaat ook gevaar

voor bladverlies, hoewel dit niet zo groot is als bij klaver.

Machinaal inkuilen van luzerne is gewenst, zowel voor het mengen van de groene massa met het toevoegsel als voor het verkleinen van dit nogal grove produkt. Dit laatste is van belang voor het verkrijgen van een goede kompakte kuil. Hiervoor is ook een gronddek van minstens 70 à 80 cm dikte vereist.

Lupinen

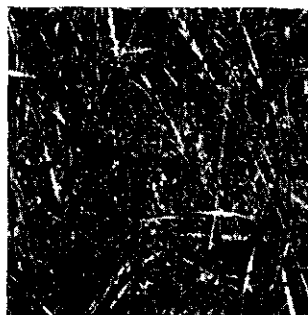
Dit gewas laat zich in de regel vrij gemakkelijk inkuilen. Bij een intensieve machinale bewerking kan soms ook zonder toevoegsel een goede kuil worden gemaakt, doch dit is geen regel. Het is daarom wel raadzaam in alle gevallen een geringe hoeveelheid toevoegsel te gebruiken (zie tabel 6). Machinaal inkuilen is gewenst voor het mengen van groene massa en toevoegsel, maar ook om het grove gewas wat te verkleinen. Een wat extra zwaar gronddek (minimaal 70 à 80 cm dik) verdient eveneens aanbeveling.

Serradella

Een toevoegsel is bij het inkuilen van serradella in alle gevallen nodig. In tabel 6 zijn de benodigde hoeveelheden aangegeven. Indien mogelijk verdient machinaal inkuilen de voorkeur.

Wikken

Wat de inkuilbaarheid betreft vertonen wikken grote overeenkomst met serradella. Een toevoegsel is dan ook noodzakelijk (zie tabel 6),



terwijl machinaal inkuilen moet worden aangeraden.

Diverse groenvoeders

Gewassen als mergkool, bladkool, zomerkoolzaad, boterzaad of zomerraapzaad, bladrammenas (siletta) en spurrie worden slechts zelden ingekuild. Voorzover uit de slechts geringe ervaring kan worden afgeleid is bij geen van deze gewassen inkuilen zonder toevoegsel aan te bevelen. De benodigde hoeveelheden toevoegsel zijn opgegeven in tabel 6. Vooral omdat de meeste van deze produkten nogal grof zijn is machinaal inkuilen het meest gewenst. Wel moet hierbij worden gewaakt tegen een zodanig sterke verkleining van het materiaal dat een papperige massa ontstaat. Snel werken en een gronddek van ca. 60 cm zullen voor het verkrijgen van een goede kuil eveneens nodig zijn.

Natte pulp, bostel en aardappelvezels

De samenstelling van deze produkten is zodanig dat ze zich doorgaans zeer gemakkelijk laten inkuilen. Aardappelvezels hebben bij aflevering vaak zelfs al een pH van 4,2 of lager. Bij het inkuilen van deze produkten moet op de volgende punten worden gelet:

- ° inkuilen in een silo is het beste, hoewel ook een goede grondkuil dienst kan doen
- ° de kuil moet flink worden aangetrapt
- ° het gronddek moet minstens 30 cm dik zijn
- ° tussen gronddek en kuil moet een afscheiding (b.v. van zakken of dun plastic) worden aangebracht.

Gestoomde aardappelen

Gezien het feit, dat gestoomde aardappelen als inkuilmiddel bij het inkuilen van groenvoer gebruikt kunnen worden, ligt het voor de hand dat ze zich gemakkelijk laten inkuilen. De aardappelen worden meestal gestoomd voordat ze in de kuil komen, doch in sommige gevallen vindt het stomen ook wel in de kuil plaats. De stoom wordt dan in de kuil geleid door middel van pijpen die in de gevulde kuil worden gestoken.

In de praktijk geeft deze werkwijze nogal eens teleurstellingen. Plaatselijk worden de aardappelen vaak minder goed gaar en ook treedt nogal eens schimmelvorming op, omdat de kuil niet voldoende in elkaar zakt. Worden de aardappelen voor het inkuilen gestoomd, dan verdient het aanbeveling deze direkt na het stomen, als ze nog heet zijn, in te kuilen. Ze laten zich dan het gemakkelijkst tot een kompakte massa in elkaar stampen. Om verontreiniging tegen te gaan is het gewenst de aardappelen voor het stomen te wassen en tussen het gronddek, dat minstens 30 à 40 cm dik moet zijn, en de aardappelen een afscheiding aan te brengen. Het gebruik van een silo verdient voor het bewaren van gestoomde aardappelen de voorkeur boven een grondkuil.

Rauwe aardappelen

Het inkuilen van alleen rauwe aardappelen moet uitsluitend worden gezien als een noodmaatregel. De verliezen zijn hierbij als regel nogal

groot, vooral die aan ruw eiwit, terwijl ook het boterzuurgehalte en de NH_3 -fractie in deze kuilen doorgaans nogal hoog zijn. Partijen aardappelen die beslist opgeruimd moeten worden en niet te stomen zijn, zal men het verstandigst samen met gras of een ander groenvoeder met een toevoegsel kunnen kuilen. Moeten echter toch noodgedwongen enkel rauwe aardappelen tot kuilvoer worden verwerkt dan verdient het aanbeveling de aardappelen grof te hakselen (b.v. met een bietenmolen).

De kuil moet afgedekt worden met minstens 40 cm grond en tussen gronddek en aardappelen moet een afscheiding worden aangebracht. Ook voor het inkuilen van rauwe aardappelen is een silo beter dan een grondkuil.

Bieten

Evenals het inkuilen van rauwe aardappelen moet ook het inkuilen van bieten alleen in noodgevallen plaatsvinden. De verliezen aan voederwaarde zijn hierbij gewoonlijk zodanig groot, dat inkuilen alleen dan voordelen oplevert, wanneer men er van verzekerd is dat bij elke andere wijze van bewaren meer dan de helft van de bieten zal bederven. Deze grote verliezen zijn niet een gevolg van een ongunstig verlopende gisting. Integendeel, de samenstelling van de bieten is van zodanige aard, dat snel een grote hoeveelheid melkzuur wordt gevormd. Tijdens het inkuilproces verliest de kuil echter grote hoeveelheden vocht, waarmee ook een belangrijk deel van de voederwaarde verdwijnt. Deze verliezen door sapafvoer kunnen

worden beperkt door de bieten, die voor het inkuilen moeten worden kapotgesneden, te vermengen met 5 à 10% gehakseld stro of kaf. Deze hoeveelheid is weliswaar niet groot genoeg om de sapafvoer geheel te doen ophouden, doch om praktische redenen is toevoeging van een grotere hoeveelheid vrijwel niet mogelijk. Rotte bieten moeten van te voren uit de partij worden verwijderd. De kuil moet met minstens 40 cm grond worden afgedekt en tussen grond en bieten moet een afscheiding worden aangebracht. Een silo is voor het ensileren van bieten eigenlijk beslist noodzakelijk.

HOOFDSTUK III

De beoordeling van het kuilvoer

1. DE VOEDERWAARDE

De praktische boer zal bij de beoordeling van een kuil steeds de voederwaarde primair stellen. De zetmeelwaarde (ZW), de voedernorm ruw eiwit en de verhouding tussen deze grootheden: „de eiwitverhouding” (ZW/vre) vormen de basis waarop de gehele veevoeding berust. Over de mate van geslaagdheid van de conservering en over de geleden verliezen zeggen deze getallen echter niets.

Bij geslaagde silages zal — ongeacht de inkuilmethode — de kwaliteit van het uitgangsmateriaal

ds	pH	in procenten v. ds			vre en ZW berekend volgens formule:	berekend	
		re	rc	as		vre	ZW
30	4,5	17	30	12	koud nat	11,4	47
					warm	8,8	44
					warm	8,8	44
35	4,5	17	30	12	koud droog	11,7	46

TABEL 8 Verschil in vre en ZW bij berekening volgens verschillende formules

bepalend zijn voor de voederwaarde van de kuil. Aangezien voor eiwitrijk materiaal doorgaans een andere methode gebruikt dient te worden dan voor eiwitarm materiaal, mogen de verschillende methoden niet vergeleken worden op basis van het gehalte aan vre en/of ZW van het kuilvoeder.

In de voorafgaande hoofdstukken is reeds gewezen op de grote invloed van de chemische samenstelling op het gistingsproces. Indien men b.v. volgens de koude methode „zonder meer” zowel eiwitrijk als eiwitarm gras inkuilt, dan zal in het eerste geval een goed gekonserveerd voer kunnen worden verkregen en in het tweede geval een slecht. Ondanks de minder goede conservering kan deze laatste kuil toch nog een betere voederwaarde bezitten dan de eerste. Al zegt het cijfer over de voederwaarde dus niets over de kwaliteit van de conservering, omgekeerd is de conservering wel van grote invloed op de voederwaarde, omdat tijdens de bewaring juist het best verteerbare gedeelte van het voeder het sterkst aan bederf onderhevig is.

In verband hiermede is het noodzakelijk iets nader op de voederwaarde en de bepaling ervan in te gaan. Met behulp van de begrippen vre en ZW geeft men aan in hoeverre het eiwit in en de energiewaarde van het voer door het dier worden benut. De enige manier om dit exact te bepalen is de voederproef. Aangezien het niet mogelijk is de dierverteerbaarheid van elk voedermonster te bepalen, moet een hulpmiddel worden gebruikt. Uit de resultaten van voederproeven en chemische analyses van een bepaald gewas kan het verband tussen deze beide in formules worden vastgelegd. Voor een produkt als gras, dat een grote variatie in chemische samenstelling paart aan grote verschillen in verteerbaarheid, zijn de formules ter berekening van vre en ZW uit de analyse vrij ingewikkeld.

De kwaliteit van de conservering (of de mate van bederf) heeft dus een grote invloed op de

verteerbaarheid van het voer en dient in de formules voor vre en ZW tot uitdrukking te komen. Doordat de inkuilmethode een grote invloed heeft op de aard der omzettingen tijdens de conservering, moeten noodzakelijk alleen voor gras al 3 verschillende formules worden opgesteld nl. voor koude „natte” kuilen (<35 % ds), voor koude „droge” kuilen (>35 % ds) en voor warme kuilen. Aangezien de pH een goede maatstaf is ter beoordeling van de conservering van natte koude kuilen (III 2) is voor dit type kuil de pH verwerkt in formules voor vre en ZW (hoe hoger de pH, des te lager vre en ZW worden). In de overeenkomstige formules voor voordroog- en warme kuilen kon de pH niet worden gebruikt, omdat het verband tussen pH en conservering hier minder duidelijk is.

Hoewel deze formules de best mogelijke benadering geven van de werkelijke verteerbaarheid kunnen in sommige gevallen afwijkingen voorkomen. De meeste afwijkingen treden op omdat de grens tussen „warm” en „koud” niet is vast te stellen en om deze reden wordt benaderd via het aantal dagen dat aan het maken van de kuil is besteed. Minder dan 3 dagen is per definitie koud, 3 dagen of langer wordt warm genoemd. De mogelijkheid bestaat echter dat een in één dag gemaakte (voordroog-)kuil gaat broeien, terwijl het anderzijds mogelijk is (door b.v. ventileren) een in 4 dagen gemaakte kuil koud te houden.

In tabel 8 zijn van een „natte” en „droge” koude kuil met dezelfde samenstelling de vre en

criterium	kwaliteit van de silage		
	goed	matig	slecht
pH* bij 20 % ds	4,2	4,3-4,5	> 4,5
30 % ds	4,4	—	—
40 % ds	4,8	—	—
50 % ds	5,2	—	—
boterzuur (in % in vers)	< 0,2 %	0,3-0,5 %	> 0,5 %
ammoniakfractie	< 10 %	11-20 %	> 20 %

TABEL 9

de ZW berekend met de verschillende formules.

Vooraf het verschil in vre is opmerkelijk. Het is dus duidelijk dat van de zg. „koude” kuilen, die toch gebroeid hebben de berekende vre- en ZW-getallen geflatteerd zijn. Evenzo kan worden verwacht, dat de verteerbaarheid van het eiwit in warme kuilen na langdurige broei iets slechter en na zeer kort durende broei iets beter kan zijn dan de berekening aangeeft.

Het verschil tussen de berekende voederwaarde van „natte” en van „droge” kuilen is volgens het voorbeeld in tabel 8 zeer klein. Het geringe verschil in vre is veroorzaakt door de aftrek van 0,2 % vre voor de pH 4,5 (hoewel pH 4,5 bij 30 % ds toelaatbaar is). Indien de pH van beide kuilen hoger was (b.v. 5,2) dan zouden de berekende vre-getallen 11,1 resp. 11,7 worden. Bij het berekenen van de voederwaarde van droge kuilen wordt de kwaliteit van de conservering buiten beschouwing gelaten. In sommige gevallen kan dit eveneens leiden tot een onjuist berekend vre-gehalte.

Wij stellen hier nogmaals met nadruk dat de berekende voederwaarde in de meeste gevallen zeer goed overeenkomt met de werkelijke voederwaarde. De in de praktijk soms gehoorde opmerking dat het vee het beter (of slechter) doet dan de analyse zou doen verwachten, berust vaak hierop, dat de begrippen „warm” en „koud” resp. „nat” en „droog” niet scherp te scheiden

zijn. Ook bemonsteringsfouten kunnen hierbij een rol spelen.

DE KWALITEIT VAN DE KONSERVERING

Bij de bespreking van het gistingproces is reeds naar voren gekomen, dat de conservering in de silage berust op de produktie van melkzuur. Het zou dus voor de hand liggen de hoeveelheid melkzuur te gebruiken als maatstaf voor de kwaliteit, als het (sterk bufferend) eiwit het verband tussen melkzuur en kwaliteit niet verstoort. Een betere maatstaf is de pH, die echter steeds in combinatie met het drogestofgehalte moet worden gehanteerd voor de beoordeling van de conservering.

Naast de pH kunnen ook nog afbraakprodukten als boterzuur en ammoniak als criteria voor de kwaliteit worden gebruikt. Ammoniak wordt meestal opgegeven als ammoniakstikstof in procenten van het totale stikstofgehalte. Dit getal, de ammoniakfractie, is dus een maat voor het percentage eiwit dat door rotting verloren is gegaan.

De kwaliteitsnormen zijn samengevat in tabel 9.

Van deze drie criteria wordt de pH in de praktijk het meest gebruikt, vooral ook omdat de pH-bepaling nodig is voor de berekening van vre en ZW in koude kuilen (zie III 1). Bij de beoordeling van de kuilkwaliteit volgens pH wordt echter nog te veel vergeten dat het drogestofgehalte een grote invloed heeft op de pH-norm.

Ook het boterzuur is reeds als maatstaf goed ingeburgerd, maar wordt minder algemeen ge-

* Vergelijk met de meer uitgebreide gegevens in tabel 3.

kwaliteit	pH	% boterzuur hand-kuil mach. kuil		ammoniak- fractie in %	verliezen aan	
					vre in %	ZW in %
goed	3,6	0,0	0,0	6	25	15
	3,9	0,1	0,0	9	29	18
	4,2	0,4	0,0	13	35	21
matig	4,5	0,7	0,1	18	42	23
slecht	4,8	1,0	0,3	23	49	26
	5,1	1,3	0,4	30	58	28
	5,4	1,7	0,8	39	67	31

TABEL 10 Verband tussen kwaliteit en verliezen in machinale natte koude kuilen (herfstgras)
Ontleend aan KAPPELLE (1956)

bruikt omdat de boterzuurbepaling nu eenmaal niet noodzakelijk is voor de berekening van de voederwaarde. Vroeger werd, en in enkele streken wordt nu nog als eis gesteld, dat kuilvoeder minder dan 0,05 % boterzuur moet bevatten. Dit is irreëel, omdat de bepalingfout al groter is dan 0,05 %; daarnaast is het ook onredelijk, omdat de produktie van 0,1-0,2 % boterzuur nauwelijks vermeden kan worden.

Deze strenge eis vond zijn oorsprong in de kaasmakerij, waar men bevreesd was voor besmetting van de melk met melkzuurvergistende boterzuurbacteriën. Deze bacteriën veroorzaken bij kaas het gebrek „laat los” of „knijper”. Bij hygiënisch werken hoeven ze echter niet in de melk terecht te komen en daar de kaasmaker tegenwoordig in staat is de groei van deze bacteriën in de kaas te onderdrukken is de noodzaak tot het handhaven van zo'n strenge eis weggevalen. Toch blijft de aanwezigheid van boterzuur ongewenst, zowel door de onaangename geur als de omstandigheid dat boterzuurproduktie en rotting steeds hand in hand gaan.

Speciale aandacht verdient het derde criterium: de ammoniakfractie. Dit getal is een direkte maat voor het percentage eiwit dat tijdens de bewaring verloren is gegaan en kan zowel voor natte als voor droge silages gebruikt worden. Het verdient daarom aanbeveling naast de normale standaardanalyse ook de ammoniakfractie te laten bepalen.

Hoewel er in het algemeen een duidelijk verband bestaat tussen pH, boterzuur en ammoniak-

fractie onderling, blijkt dat sommige silages volgens de ene maatstaf wel goed geslaagd zijn doch volgens de andere weer niet. Hoe verwarrend dit ook mag lijken, een verklaring is hiervoor in het algemeen wel te geven. Zo is — bij eenzelfde pH — het boterzuurgehalte in een homogene kuil lager dan in een heterogene silage. De oorzaak hiervan is, dat de gemeten pH (het logaritmisch gemiddelde) van een mengsel van 2 monsters steeds lager is dan het rekenkundig gemiddelde (één deel met pH 4 en één deel met pH 5 hebben, gemengd, pH 4,26).

Een slecht verband tussen boterzuurgehalte en ammoniakfractie kan vaak een aanwijzing zijn voor de temperatuur van de silage. Bij een lage temperatuur kan de ammoniakfractie hoog zijn ten opzichte van het boterzuurgehalte. Het omgekeerde kan zich voordoen bij silages, die een temperatuur tussen 35 en 40° C hebben gehad.

3. DE VERLIEZEN

De verliezen tijdens de conservering geleden hangen ten nauwste samen met de kwaliteit (III 2), zoals kan blijken uit bovenstaande tabel.

Opmerkelijk hierbij is, dat zelfs bij een zeer goede conservering (pH 3,6, ammoniakfractie 6 %) toch nog grote verliezen aan verteerbare bestanddelen optreden (25 % vre). De ammoniakfractie is dus steeds aanmerkelijk veel lager dan de werkelijke verliezen aan vre, wat er voor een deel aan te wijten is, dat juist de meest verteerbare delen het gemakkelijkst worden aangetast.

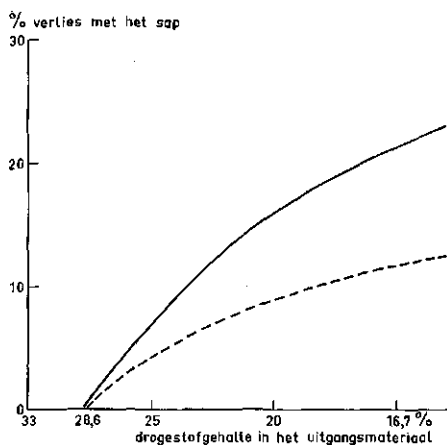


FIG. 10. De invloed van het drogestofgehalte van gras op de verliezen aan drogestof (—) en aan ruw eiwit (---) met het perssap van goed gekonserveerde kuilen.

Dit grote verschil wordt echter vooral veroorzaakt, omdat in de tabel de totale verliezen zijn opgenomen. Deze omvatten de gistingsverliezen, de kantverliezen en het perssapverlies. Over het gistingsverlies is betrekkelijk weinig bekend. Dat dit bij een slechte conservering zeer groot kan zijn is duidelijk, doch hoe groot het gistingsverlies bij een zo goed (= snel) mogelijke conservering is, is niet bekend. Teoretisch zou dit bij een stormachtige melkzuurproductie klein en daarom te verwaarlozen moeten zijn omdat bij de omzetting van suiker tot melkzuur slechts zeer weinig energie verloren gaat. Globaal geschat zouden de zuivere gistingsverliezen in dit geval beperkt kunnen blijven tot minder dan 10 % ZW en 10 % vre. De kantverliezen zijn sterk afhankelijk van het gebruikte silotype (hoofdstuk IV) en de wijze van afdekken. Over deze verliezen wordt vaak te licht gedacht. Een kantverlies van 10 cm betekent bij een ronde kuilhoop met een diameter van 4 m al een verlies van 10 % en 20 cm is 19 % verlies. Ook het verlies door rot en schimmel aan de bovenzijde kan bij een niet al te goed afgewerkte lage kuil wel 10 % bedragen.

Met het perssap gaan uitsluitend oplosbare producten verloren. Voorzover deze producten voederwaarde bezitten (zoals b.v. aminozuren en suikers) is het weglopen ervan een verlies. De veel verkondigde mening, dat bij kuilen met suikerrijk toevoegsel de sapafvoer (van de silo's) gesloten zou moeten blijven om verlies aan suiker te voorkomen is niet goed te verdigen. Het direkt laten afvloeien biedt het voordeel van een

wat droger milieu in de kuil, hetgeen de boterzuurgisting en de rotting iets vertraagt.

Het perssap bevat vrij veel bufferende verbindingen die voor de conservering beter gemist kunnen worden; dit is een tweede argument om het sap direkt te laten afvloeien, waarbij nog komt dat het sap met alle stoffen erin tenslotte toch wegloopt. De verliezen aan perssap hangen uiteraard af van het drogestofgehalte van het ingebrachte materiaal. Wanneer het ingebrachte materiaal een ds-gehalte van 25 à 30 % heeft bereikt, loopt geen perssap meer uit normale lage silages weg.

Uit fig. 10 blijkt duidelijk dat bij natte kuilen met het perssap een aanzienlijk percentage van het vre verloren gaat. Het is gebleken, dat het drogestofgehalte in het perssap stijgt naarmate de silage droger is. Belangrijk is te vermelden, dat ook het verloop van de gisting invloed heeft op de hoeveelheid perssap. Rotting en gisting betekenen nl. niets anders dan afbraak van organische stof, waarbij water ontstaat. Hetwatergehalte neemt dus toe bij verdergaand bederf en daarmee stijgen ook weer de verliezen met het perssap.

4. VERGELIJKING VAN DE VERSCHILLENDE INKUILMETODEN

Bij de bespreking van de methoden is reeds gezegd dat enkele een grote kans van slagen bieden. Dit houdt echter niet in, dat deze methoden in de praktijk ook in alle opzichten voldoen. Allerlei omstandigheden kunnen er toe leiden, dat het

methoden	ds%	pH	boter- zuur %	amm. fraktie %	percentage kuilen met amm. fraktie		
					≤ 10	11-20	> 20
1958							
warm	23,5	5,2	1,3	27			
koud zonder toevoeging	24,7	5,1	1,2	21			
A.I.V.	24,0	4,4	0,7	15			
melasse (hand-)	26,8	4,7	0,8	16			
melasse (machinaal)	25,1	4,3	0,2	11			
bieten + gras	22,9	4,6	0,4	16			
voordroog-	36,6	5,2	0,7	15			
1959							
warm	30,1	5,0	0,7	15	39	52	9
koud zonder toevoeging	29,8	4,6	0,4	12	62	21	17
A.I.V.	30,6	4,2	0,4	10	69	26	5
melasse (hand-)	37,4	4,6	0,2	8	80	19	1
melasse (machinaal)	32,2	4,2	0,1	7	95	5	0
bieten + gras	26,2	4,1	0,2	9	85	10	5
voordroog-	49,6	5,2	0,2	7	89	8	3

TABEL 11 Vergelijking van de kwaliteit van grassilages in 1958 en 1959

inkuilvoorschrift niet wordt (of kan worden) nagevolgd. De jaarlijks door het Bedrijfslaboratorium te Oosterbeek verstrekte overzichten van onderzochte ruwvoermonsters zijn een waardevol hulpmiddel ter beoordeling van de in de praktijk toegepaste inkuilmethoden.

Uit tabel 11 blijkt dat in 1958 alleen de machinaal gevulde melasse-silages een goede kwaliteit vertoonden. De gemiddelde cijfers voor pH, boterzuur en ammoniakfraktie (4,3, 0,2 en 11) wijzen erop, dat inderdaad een zeer groot percentage van deze silages goed gekonserveerd was. De AIV-metode, de voordroog-, de melasse (hand-) methode en de toevoeging van bieten gaven gemiddeld een minder goed resultaat (pH matig tot slecht, boterzuur matig tot slecht, ammoniakfraktie matig.) Dat zelfs de zo bedrijfszekere geachte AIV-metode geen beter resultaat oplevert geeft toch wel te denken. In hetzelfde jaar 1958 was van 49 % van de in Friesland onderzochte AIV-silages de pH te hoog! In de helft van de gevallen leidde het verkeerd taxeren van het groenvoeder tot een te lage zuurdosering. Bij AIV-, melasse- en bietentoevoeging zal ook de gebrekkige verdeling van het toevoegmiddel een rol gespeeld hebben.

Uit het gemiddelde drogestofgehalte van de voordroogkuilen blijkt duidelijk, dat in 1958 in het merendeel van de gevallen niet voldoende voorgedroogd is. Het slechte weer in dat jaar komt hierin duidelijk tot uiting. De gemiddelde kwaliteit van de koude kuilen zonder toevoeging en van de warme kuilen was in 1958 uitgesproken

slecht. Over het algemeen geeft het overzicht van 1958 dus een vrij somber beeld van de inkuilresultaten in de praktijk. De gemiddelde resultaten van de vijf daaraan voorafgaande jaren waren echter niet beter.

Het drogestofgehalte van de silages in het uitzonderlijk droge jaar 1959 lag veel hoger dan normaal; in overeenstemming daarmee was ook de kwaliteit van de conservering veel beter. De AIV- en voordroogsilages en de kuilen met suikerrijke toevoegmiddelen hadden gemiddeld een goede pH (tabel 3) en een lage ammoniakfraktie; alleen het gemiddelde boterzuurgehalte van de AIV-silages was aan de hoge kant. Het percentage geslaagde silages (ammoniakfraktie 10 of lager) was bij de AIV-silages ook lager dan bij de voordroogkuilen en de kuilen met suikerrijk toevoegmiddel (69 % tegen respectievelijk 89, 80, 95 en 85). De kwaliteit van de warme kuilen was in 1959 wel beter dan in het jaar daarvoor, maar in vergelijking met de andere methoden was het resultaat bedroevend. Opmerkelijk goed kwam de koude methode zonder toevoegsel uit de bus. De gemiddelde kwaliteit was slechts matig, maar het percentage geslaagde silages (ammoniakfraktie 10 of lager) was slechts weinig lager dan bij de AIV-metode. De reden hiervan is, dat in 1959 voor het eerst een groot aantal „kneus“-kuilen is geanalyseerd en mee is opgenomen in de groep „koude kuilen zonder toevoegsel“.

In tabel 12 is deze groep kuilen gesplitst in „kneus“- en „hand“-kuilen. Uit de cijfers blijkt

metode	aantal (totaal)	ds	pH	aantal *	amm, fraktie	boterzuur
hand-	327	32,7	4,9	98	16	0,76
kneus-	150	24,6	4,2	69	8	0,25

TABEL 12 Koude kuilen zonder toevoegsel in 1959

duidelijk dat de kneuskuilen gemiddeld een veel beter resultaat opleverden dan de silages van niet gekneusd gras. De kwaliteit van de kuilen van gekneusd gras is ondanks het lagere drogestofgehalte toch even goed als van b.v. de melassekuilen en de voordroogkuilen!

Konkluderend kan worden gezegd, dat in het algemeen de bedrijfszekerheid van de goede inkuilmethoden nog te wensen overlaat. Slechte weersomstandigheden, foutieve beoordeling van het in te kuilen materiaal, misplaatste zuinigheid (te weinig toevoegsel!) en een slechte verdeling van het toevoegmiddel zijn als eventuele oorzaken aan te wijzen voor het mislukken van de conservering. Van grote betekenis voor het kuilresultaat is echter ook de zorg, die besteed wordt aan het vullen en afwerken van de kuil.

HOOFDSTUK IV

Silotypen

Door invloeden van buitenaf kan een silage, ook al is het conserveringsproces met gunstig gevolg voltooid, weer tot bederf overgaan. Dit bederf wordt altijd veroorzaakt door het indringen van lucht en/of vocht in de silage. Het zal dus nodig zijn dat er maatregelen worden genomen om dit tegen te gaan.

1. MAATREGELEN OM LUCHT UIT DE SILAGE TE WEREN

Bij de bespreking van de factoren die van invloed zijn op het verloop van het conserveringsproces (zie hoofdstuk I) is er reeds op gewezen, dat voor een goed verloop van de gisting de silage zo goed mogelijk vrij van lucht moet worden gehouden. Ook na afloop van de gisting blijft dit een vereiste om te voorkomen, dat de silage alsnog gaat bederven. Het weren van lucht uit de silage heeft een tweeledig doel, nl. bevordering van het conserveringsproces en bescherming tegen bederf na afloop van het conserveringsproces. De maatregelen die hiervoor nodig zijn worden in het volgende besproken.

a. Het in elkaar persen van de silage

Men voorkomt met het in elkaar persen van de silage dat er in de voedermassa veel lucht aanwezig is, terwijl de lucht in een goed in elkaar geperste silage ook minder gemakkelijk binnen kan dringen. Een grof produkt laat zich moeilijk voldoende in elkaar persen. Dat een machinale bewerking hieraan veel kan verbeteren is in hoofdstuk II reeds uiteengezet. Goed aantrappen en daarna afdekken met een flinke grondlaag is de meeste bekende werkwijze om een compacte kuil te krijgen.

Het aantrappen gebeurt meestal door één of meer mensen, maar soms kan ook een paard

* Aantal silages waarvan de ammoniakfraktie en het boterzuur bepaald werden. De gemiddelde waarden (ds, pH, amm. fraktie en BZ) zijn berekend over de aantallen, vermeld in de kolom ervoor.

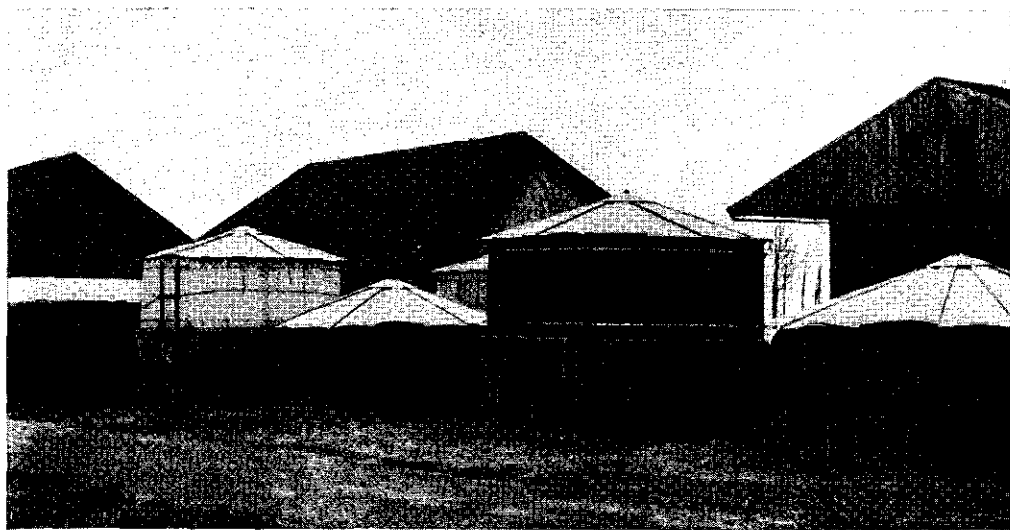


AFB. 7. Het vastrijden van gras in een sleufsilo.

hierbij goede diensten bewijzen. In sleufsilo's en langwerpige grondkuilen of hopen op de grond kan men ook wel een trekker met sukses gebruiken om de massa in elkaar te drukken. In het buitenland gebruikt men soms speciale persen voor dit doel. Ook in ons land is deze werkwijze wel beproefd, doch als bezwaar werd ondervonden, dat de perskuil gedurende enige tijd na het inkuilen geregeld moet worden bijgesteld, omdat het materiaal slechts langzaam zijn veerkracht verliest. Bij een in België ontworpen systeem wordt met behulp van de pomp van de melkmachine de lucht weggezogen uit een kuil, die met een plastic hoes is afgedekt. Als gevolg van de onder de hoes optredende onderdruk wordt de kuil zeer vast in elkaar geperst. Gewoonlijk verwijdt men daarna de hoes weer en wordt er nog enkele malen op dezelfde hoop ingekuild, totdat de kuil na het afzuigen de gewenste hoogte heeft bereikt. Daarna wordt een tweedelige plastic afdekking aangebracht, nl. een plastic cilinder, waarmee de zijkanten worden beschermd en een los rond zeil dat bovenop de hoop wordt gelegd en waarop men een dunne laag grond aanbrengt om wegwaaien te voorkomen. Weliswaar wordt een zeer kompakte silage verkregen, maar toch kleven er ook bezwaren aan deze werkwijze. Doordat enige keren achter elkaar wordt ingekuild en daarna steeds opnieuw wordt afgezogen, bestaat nl. het gevaar dat door lekkage in de plastic afdekking de lucht in de silage geregeld wordt ververs. De werkwijze is verder nogal omslachtig en biedt dan ook weinig perspectief.

b. Het afsluiten van de zijkanten van de silage

Afsluiten van de zijkanten van silage is beslist nodig, zowel om toetreding van lucht tijdens het conserveringsproces tegen te gaan, alsook om te voorkomen dat tijdens de bewaring van het kuilvoer kantverlies gaat optreden. Bij kuilhopen op de grond, waarvan de zijkanten op geen enkele wijze zijn afgedekt, gaat gemiddeld genomen zeker 10 à 15 % van het voer verloren omdat de kanten inrotten. Door de zijkanten van een hoop met grond te bedekken wordt wel een belangrijke verbetering bereikt, maar ook dan is kantverlies niet geheel te vermijden. Bovendien vraagt een dergelijke afdekking nogal wat arbeid. Een andere mogelijkheid, die de laatste jaren wel wordt toegepast is het afdekken van de hoop met een plastic hoes, waarvan de onderrand in de grond wordt gegraven. Op deze wijze kan een goede afsluiting van de lucht worden verkregen, waarbij tevens het aanbrengen van een laag grond op de kuil achterwege kan blijven. Voorwaarde is echter, dat de hoes goed luchtdicht is en blijft. Vooral dit laatste laat nog wel eens te wensen over omdat het plastic erg kwetsbaar is. Het verdient dan ook terdege aanbeveling de hoes geregeld te inspecteren. Ook moet er rekening mee worden gehouden dat, vooral in erg droge jaren, luchttoetreding via de grond plaats kan vinden. Omdat een dergelijke silage niet door een belasting in elkaar is geperst, kan deze aeratie soms nog ernstige schade veroorzaken. Een ander bezwaar van het afdekken met plastic is, dat het vocht dat



AFB. 8. Lage, ronde silo's met opzetstuk en doelmatige regenwering.

onder de hoes verdampt tegen het plastic condenseert en dan, vooral bij voordroogkuilen maar ook bij andere, aanleiding geeft tot bederf in de buitenste laag. Door de silage vooraf te bedekken met materiaal van weinig waarde, b.v. slootruigte, kan dit bezwaar enigszins worden ondervangen. In het algemeen moet het inkuilen aan een hoop op de grond worden ontraden. Bij gebruik van een goede plastic afdekking kan wel een kuil met betrekkelijk weinig kantverlies worden gemaakt, doch het plastic is duur, gaat daarbij als regel maar één jaar mee en het is erg kwetsbaar, waardoor nogal eens teleurstellingen voorkomen.

Een kuil in de grond betekent een belangrijke verbetering ten opzichte van een hoop op de grond. Het kantverlies kan hierbij tot zeer kleine proporties worden teruggebracht. Toch wil het resultaat ook bij grondkuilen nog wel eens tegenvallen. Voornamelijk is dit een gevolg van vocht, dat door de grond in de kuil dringt. In het tweede deel van dit hoofdstuk (IV 2) komen we hierop nog nader terug.

De beste afsluiting van de zijkanten van een silage verkrijgt men door in een silo te kuilen. Ofschoon de meeste silo's van beton worden gebouwd, is, konserveringstechnisch gezien, elk materiaal waarvan een (goede) luchtdichte wand kan worden gemaakt, geschikt voor het bouwen van een silo. De keuze zal dan ook voornamelijk worden bepaald door de prijs en de duurzaamheid van het materiaal en de sterkte van de daarvan te bouwen silo.

De vorm van de silo is voor de konservering

en de bewaring van het kuilvoer wel van betekenis.

In ons land komt de lage, ronde silo het meest voor, doch in enkele gevallen gebruikt men ook lage, aan alle zijden gesloten rechthoekige silo's. De laatste jaren zijn daar, vooral onder invloed van buitenlandse werkwijzen, nog een paar andere silotypen bijgekomen, namelijk de langgerekte sleufsilo en de torensilo. Op deze verschillende silovormen willen wij nog iets nader ingaan.

LAGE, RONDOM GESLOTEN SILO'S

Aan een ronde silo wordt de voorkeur gegeven, omdat de wandoppervlakte per m³ inhoud kleiner is dan bij een rechthoekige, terwijl verder het voer in een ronde silo ook beter bezakt. In een rechthoekige silo gaat het voer vaak vastzitten in de hoeken met alle slechte gevolgen daarvan. Om een goede bezakking té krijgen is het dan ook gewenst de hoeken af te ronden.

De hoogte van de lage silo's varieert in de praktijk van 1,30 à 1,40 m tot 2½ à 3 m.

Konserveringstechnisch gezien dient een silo een zo klein mogelijk oppervlak te hebben bij een zo groot mogelijke hoogte. Om arbeidstechnische redenen echter is de hoogte beperkt. Bij het vullen en het opbrengen van grond met de hand mag de silo (met opzetstuk) niet meer dan 3 meter boven de grond uitkomen. Bij het leeghalen is een silohoogte van 2 meter nog toelaatbaar. Indien echter luiken in de silowand worden aangebracht mag de silo hoger zijn.

Met het oog op de verdeling van het gras in de silo mag de diameter niet meer bedragen dan

max. 6 meter. De oppervlakte van de silo moet overigens worden vastgesteld aan de hand van de per keer in te kuilen hoeveelheid groenvoeder en aan de hoeveelheid te voederen kuil per dag. In dit verband kan worden opgemerkt, dat silo's beter klein dan groot kunnen zijn.

Met het oog op het vullen van de silo kan het voordeel hebben deze gedeeltelijk in de grond te bouwen. Het heeft echter meestal weinig zin dieper dan 1 meter onder het aardoppervlak te gaan. Bij een grotere diepte gaat de sapafoer steeds meer moeilijkheden geven en is de kans dat er grondwater in de silo kan komen groter. Wanneer men er niet van verzekerd is dat de silo onder alle omstandigheden vrij blijft van grondwater, is het aanbrengen van een waterdichte bodem noodzakelijk. Bij proefnemingen in lage silo's is niet gebleken dat het vasthouden van het sap in de silage de verliezen beperkt en de gisting ongunstig beïnvloedt. Om deze reden is een waterdichte bodem in een lage silo dus niet nodig.

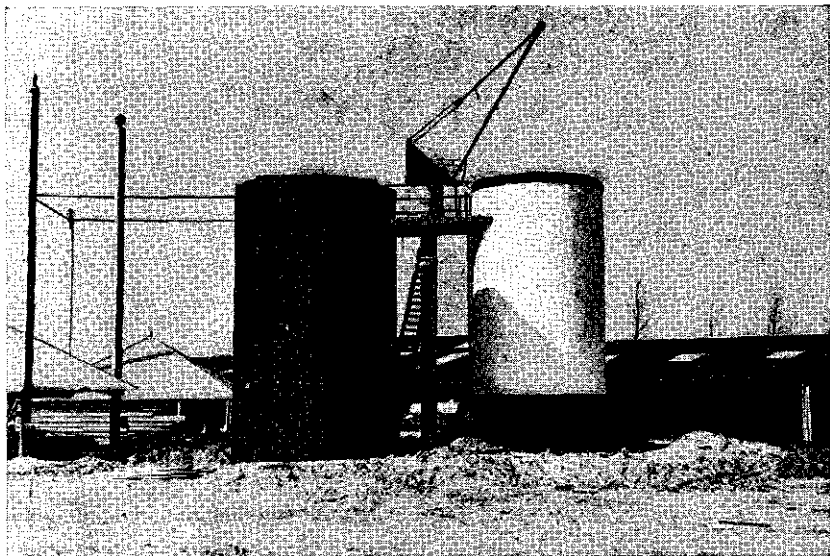
Het sap moet altijd vlot uit een silage kunnen weglipen. Men zal hiervoor voorzieningen moeten treffen, tenzij in een silo zonder waterdichte bodem een goed doorlatende ondergrond aanwezig is. Het opzetstuk, dat bij de lage silopraktisch altijd wordt gebruikt om tot een zo goed mogelijke benutting van de siloruimte te komen, moet minstens even hoog zijn als de silo. Verder moet het goed dicht zijn, zodat tijdens het bezakken van de kuil geen lucht in het voer kan dringen. Voor een goede en gelijkmatige bezakking is het noodzakelijk, dat het opzetstuk dezelfde

binnendiameter heeft als de silo en dat de binnenwanden van silo en opzetstuk zo goed mogelijk in elkaars verlengde liggen en glad zijn.

SLEUFSILO'S

De sleufsilos is een langwerpige silo, die meestal aan de beide korte zijanten open is. Soms is echter ook nog één van de korte kanten gesloten. De hoogte van de wanden bedraagt meestal 1,50 à 2 meter. Volgens buitenlandse gegevens kan het voordeel hebben de wanden naar binnen toe enigszins hellend te maken (helling ca. 1 : 12). Het voer sluit dan vaster tegen de wand aan, wat kantverlies tegengaat. Men bouwt deze silo's soms gedeeltelijk in de grond, wat voordelen biedt, omdat de wanden dan goed worden gesteund, terwijl het werken erdoor wordt vergemakkelijkt. In het buitenland en ook in het zuiden van ons land maakt men de sleufsilos wel in een hellend terrein. Eén van de korte kanten is dan van nature dicht en de bovenkant van de wand is hier ongeveer gelijk met de begane grond. De andere korte kant is open en hier staat de wand geheel boven de grond.

Als voordeel van de sleufsilos moet worden gezien, dat men tijdens het vullen, in ieder geval in het begin wanneer de silage nog niet erg hoog is, met de wagen door de silo kan rijden. Ook kan in deze silo met de trekker over het materiaal worden gereden om het in elkaar te persen. Verder is bij een sleufsilos zelfvoeding mogelijk, terwijl de prijs per m³ gewoonlijk iets lager ligt dan voor lage, rondom gesloten silo's. Hier staan echter



AFB. 9. Torensilo's bij het proefbedrijf Millingerwaard.

ook nadelen tegenover. Zo is het open oppervlak als regel in verhouding groot, waardoor de kuil-kwaliteit ongunstig wordt beïnvloed en het afdekken nogal wat arbeid vraagt. Omdat de breedte van een sleufsilo minstens 4 meter moet zijn (2 x de trekkerbreedte) om aanrijden met een trekker goed mogelijk te maken, moet de inhoud minimaal 80-100 m³ zijn om de verhouding tussen open oppervlak en inhoud niet al te ongunstig te doen zijn. Een silo van 2 meter hoog moet dus minstens 10 meter lang zijn. Dit betekent dat de sleufsilo's eigenlijk alleen geschikt zijn voor de grotere bedrijven, waar grote partijen in een kort tijdsbestek kunnen worden gekuild. Vullen in één dag zal bij een sleufsilo echter haast nooit mogelijk zijn. Wel kan een sleufsilo natuurlijk klampsge- wijs worden gevuld, waarbij dan een klamp in één dag afgewerkt kan worden. De ene kant van zo'n klamp moet wel hellend worden opgebouwd, zodat de volgende klamp er weer vast tegenaan wordt gezet.

De schuine kant kan worden voorzien van een tijdelijke afdekking, b.v. bestaande uit plastic met daar bovenop 10 à 15 cm grond, zolang er nog geen ander voer tegenaan zit. Deze werkwijze maakt de sleufsilo ook meer geschikt voor kleinere bedrijven. Het voer kan dan echter niet meer worden aangepast met een trekker en ook zal het lossen op de kuil niet meer mogelijk zijn. De siloruimte is hierdoor minder goed te benut- ten, tenzij men een opzetstuk gebruikt, wat echter bij sleufsilo's niet eenvoudig en in het buitenland ook niet gebruikelijk is. Een deel van

de voordelen van de sleufsilo vervalt dus bij klampsge wijze vulling, terwijl de nadelen vrijwel dezelfde blijven.

Het verdelen van een conserveringsmiddel gaat in een sleufsilo minder gemakkelijk, omdat het lossen veelal in grote plukken tegelijk ge- beurt.

Een goede verdeling zal in zo'n geval eigenlijk alleen zijn te bereiken door het conserverings- middel al op het veld toe te voegen, hetzij door strooien of gieten over de wiers, hetzij door toe- voeging in een eventueel te gebruiken maai- kneuzer of veldhakselaar.

Een verharde bodem is wenselijk om te voor- komen, dat het onderliggende voer door het rijden in de silo te veel wordt verontreinigd. Moet het vee het kuilvoer in de silo opnemen, dus bij zelf- of voorraadvoeding, dan is een verharde bodem beslist nodig. Deze moet hellen naar de kant waar de dieren staan te eten opdat mest en urine van het kuilvoer aflopen. De breedte van de sleufsilo moet zodanig zijn, dat per dier minstens een ruim- te van minstens 20 cm beschikbaar is.

TORENSILO'S

Onder torensilo's verstaat men in het algemeen silo's, die tenminste 6 meter hoog zijn. Meestal zijn ze rond, soms ook wel veelhoekig. De dia- meter is gewoonlijk niet kleiner dan ca. 3,5 meter en de minimale inhoud is ca. 60 m³. In de wand van een torensilo zijn meestal openingen aange- bracht om het voer naar buiten te kunnen brengen. Soms zijn dit luiken die om de 1½ à 2 meter hoogte

AFB. 10. De bouw van een torensilo van holle betonsteen. Let op de horizontale en verticale bewapening.



zijn geplaatst, in andere gevallen is dit een doorlopende sleuf, die kan worden ageloten met planken, die op elkaar worden gestapeld.

Het open oppervlak is bij een torensilo in verhouding tot de inhoud erg klein. Daardoor is dit silotype, konserveringstechnisch gezien, zeer aantrekkelijk. Arbeidstechnisch levert de torensilo zowel voor-als nadelen op. Het vullen b.v. kan alleen mechanisch geschieden. Bij torensilo's van 6 à 8 meter hoog gaat dit nog met een normaal verkrijgbare transportband. Bij hogere silo's moet men echter een speciale transportband laten maken of gebruik maken van een groen-voederblazer. Dit laatste apparaat is duur en vraagt veel trekkracht. Ook wordt voor het vullen en tevens voor het leegmaken van een torensilo wel een grijper gebruikt. De investering voor een dergelijk apparaat is echter tamelijk hoog. Het leegmaken van een torensilo geeft eveneens problemen. Onderin de silo zit het voer nl. zeer vast in elkaar geperst. In het buitenland zijn apparaten ontwikkeld, die het voer in de silo losmaken en vervolgens uit de silo blazen. Het meest geperfectioneerd is het lossen bij de zogenaamde „Harvestore”. Dit is een volkomen gesloten stalen torensilo, waar onderin een soort frees kan worden ingebracht, die het voer losmaakt en via een klep naar buiten brengt. Deze losapparatuur is echter momenteel, althans voor onze begrippen, nogal kostbaar.

Een voordeel van de torensilo is, dat men aan het spreiden en aantrappen minder zorg hoeft te besteden. In verband met de grote hoogte

is het niet nodig, dat hiervoor konstant één of meer mensen in de silo aanwezig zijn. Wel verdient het aanbeveling de voeder massa in de loop van de dag toch enkele keren te slechten. De pakking wordt hierdoor gelijkmatiger en beter. Ook zal het beslist nodig zijn de kuil voor het onderbreken of beëindigen van het inkuilen van boven enigszins rond af te werken en flink aan te trappen. Omdat het open oppervlak in verhouding tot de inhoud klein is, wordt een torensilo als regel niet afgedekt. Wel gaat dan een deel van de bovenlaag van het voer, afhankelijk van de aard van het materiaal en de afwerking van het oppervlak, variërend van 20 tot 100 cm dikte, verloren.

Hoewel het, door het relatief geringe open oppervlak, minder noodzakelijk is een torensilo in één keer te vullen, is het toch ook niet gewenst het vullen over een te lange tijd te spreiden door telkens kleine partijtjes te kuilen. In de eerste plaats loopt men de kans, dat het voer onderin de silo bederft wanneer daar weer vocht uit hogere lagen intrekt nadat het gistingproces is voltooid. Navulling na langere tijd mag dus alleen maar gebeuren met materiaal, dat zó droog is, dat er geen sap uitkomt.

In de tweede plaats zal bij het inbrengen van telkens kleine porties, in een groot deel van het voer de temperatuur te hoog oplopen. Telkens wanneer het vullen onderbroken wordt zal immers de bovenlaag van het voer onvermijdelijk opnieuw gaan broeien.

Wordt nogal droog materiaal gekuild, dan zal de broei zelfs vrij diep doordringen. Het is

daarom wel gewenst ervoor te zorgen, dat het laatste materiaal van elke vulling niet te droog en ook niet te grof is.

De benutting van de ruimte in een torensilo is in het algemeen minder goed dan bij andere silotypen. Gemiddeld zal na bezakking van het voer een silo van ca. 6 meter voor ongeveer 70 % gevuld zijn.

Bij een prijsvergelijking met andere silotypen dient men hiermee rekening te houden. Per m³ is een torensilo in ons land thans meestal 1½ à 2 maal zo duur als een lage silo. De hiervoor reeds genoemde „Harvestore” kost per m³ zelfs ongeveer 5 à 7 maal zoveel als een lage silo.

c. Het afdekken van de silage

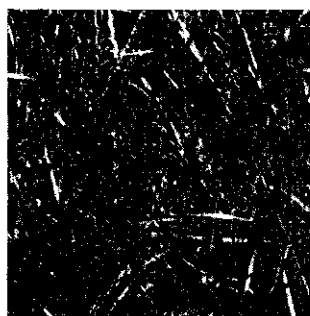
Gewoonlijk worden de silages afgedekt met grond, enerzijds om het materiaal sneller te doen bezakken, anderzijds om indringen van lucht te voorkomen. Als regel is een gronddek van tenminste 60 cm gewenst (doch afhankelijk van het ingekuilde materiaal zijn hierop uitzonderingen mogelijk (zie hoofdstuk II). In droge jaren, wanneer de grond droger en dus lichter en meer poreus is, zal in het algemeen een gronddek van minstens 80 cm nodig zijn. Legt men onder het gronddek een plastic zeil, dan is een 20-40 cm dikke grondlaag wel voldoende. Behalve met grond kan een silage ook op andere wijze worden afgedekt. Zo kan een plastic zeil of een waterdichte zak waarop of waarin water wordt gedaan ook voor afdekking worden gebruikt. Met het oog op eventuele lekkage is dit echter nogal riskant,

want indringend vocht kan de kwaliteit van het voer nadelig beïnvloeden.

Luchtdichte afsluiting, zonder verdere belasting is een wijze van afdekken, die op verschillende manieren wordt toegepast. Het meest volmaakt is in dit opzicht de „Harvestore”. Deze stalen torensilo is geheel gesloten. Het vultuig bovenin en de losklep onderin kunnen volkomen luchtdicht worden afgesloten. Drukwisselingen van de gassen in de silo worden opgevangen door plastic zakken in de silo, die in verbinding staan met de buitenlucht.

Met het in Duitsland en thans ook in ons land nogal eens gebruikte zogenaamde „Tauchdeckel” beoogt men eveneens een luchtdichte afsluiting te verkrijgen. Dit deksel rust met zijn rand in een gootje in de bovenrand van de silo. Dit gootje wordt gevuld met een vloeistof, die niet te snel verdampt, b.v. melasse of olie. Het systeem kan slechts betrekkelijk geringe drukverschillen opvangen, namelijk die gelijk aan de diepte van het gootje. Bij grotere drukverschillen wordt er gas uitgeperst of aangezogen. Deze luchtafsluiting is dan ook beslist niet afdoende, wat ook wel bewezen wordt door het feit, dat meestal in de bovenlaag van het voer in een dergelijke silo schimmel voorkomt. Dit laatste is veelal ook ten dele te wijten aan het niet deugdelijk sluiten van de luiken. Ook door van het deksel druipend kondensvocht ondervindt de bovenste laag van het voer vaak schade.

Luchtdichte afsluiting door middel van plastic zeilen, die op of in de silo worden vastgeklemd



of een plastic hoes op een hoop of een silo, kunnen goede resultaten geven mits de bevestiging goed is. Een bezwaar is echter dat plastic erg kwetsbaar is, waardoor gemakkelijk lekkage zal optreden. Ook zal door het kondenseren van vocht tegen het plastic de bovenkant van het voer vaak min of meer bederven.

Om het verlies bovenin een torensilo te beperken worden allerlei middelen angewend. Zo zal een plastic zeil, los bovenop het voer gelegd, voorkomen dat de bovenlaag uitdroogt, waardoor deze beter gesloten blijft en het bederf minder diep doorgaat. Ook wordt met hetzelfde doel wel een laag kaf of ander fijn, droog materiaal op het voer gelegd, waarop zelfs nog wel eens graan wordt gezaaid om een enigszins gesloten bovenlaag te krijgen. Over de doelmatigheid van deze laatste maatregelen is weinig bekend. Het wil ons echter voorkomen dat afdekken met een plastic zeil eventueel met een geringe belasting de meeste kans op sukses biedt.

2. MAATREGELEN OM VOCHT UIT DE SILAGE TE WEREN

Door het indringen van vocht in een silage, waarin het gistingsproces reeds is voltooid, wordt de evenwichtstoestand verstoord. Opnieuw wordt dan bacterie-aktiviteit mogelijk. Hierbij zijn de sporenvormende schadelijke organismen in het voordeel. De gevolgen zijn funest, zoals duidelijk wordt geïllustreerd door het volgende: in een kuil, waar plaatselijk vocht binnengedrongen was, werd in een „natte” plek een ammoniakfraktie

gevonden die $2\frac{1}{2}$ à 3 maal zo hoog was als in de rest van de kuil (respektievelijk 25 en 9). Het boterzuurgehalte was in de „natte” plek 1,65 % tegenover 0,16 % in de rest van de kuil. Hieruit blijkt duidelijk dat een goede kuil door het indringen van vocht volkomen kan bederven. Het aanbrengen van een regenwering is dan ook beslist nodig. Hiervoor moeten speciale voorzieningen worden getroffen, want het gronddek houdt het regenwater niet tegen ook al ligt dit dek nog zo mooi rond. Zelfs een zwaar gewas boerenkool op het gronddek is, hoewel het enig effect heeft, geen afdoende regenwering. Het beste is, op de een of andere wijze een kapje op de silage te maken. Hiervoor kunnen allerlei materialen dienst doen. Dure konstrukties zijn beslist niet nodig. Een eenvoudig kapje van riet of stro is heel geschikt, maar ook van golfplaten kan een doelmatige kap worden gemaakt. Een andere mogelijkheid is een plastic zeil, dat over het gronddek kan worden gelegd en waarop weer een dun laagje grond of wat slootruigte wordt aangebracht om wegwaaien te voorkomen. Wanneer de bovenkant van het kuilvoer niet tot beneden de silorand zakt, kan men ook eerst plastic op het voer leggen en daarop dan het gronddek aanbrengen. Als dit wel het geval is kan het plastic beter over het gronddek worden aangebracht.

Bij het maken van een silokap moet er op worden gelet, dat deze zonder al te veel moeite kan worden aangebracht of verwijderd. Men krijgt hiermede anders moeilijkheden bij het vullen en het leegmaken van de silo.

Ook tijdens het vervoederen van de kuil is het gewenst het voer te beschermen tegen inregenen. Met name is dit belangrijk bij een voordroogkuil, die tijdens het voeren eerder gaat broeien als het voer nat wordt.

Evenals het hemelwater, moet ook het grondwater buiten de kuil worden gehouden. Dit betekent, dat silo's op plaatsen waar de kans bestaat dat het grondwater hoger komt dan de bodem van de silo, moeten worden voorzien van een waterdichte bodem. Van grondkuilen dient de bodem altijd hoger te zijn dan de hoogste stand van het grondwater, die ter plaatse kan worden verwacht. Bij grondkuilen komt het bovendien nogal eens voor dat regenwater via de zijkanen de kuil binnentreedt. De enige maatregel die men hiertegen kan nemen is het bekleden met plastic van de wanden en de bodem van de kuil.

HOOFDSTUK V

Inpassing van het inkuilen in de praktijk

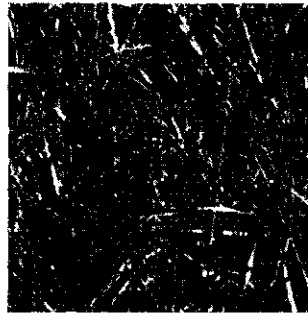
In de voorafgaande hoofdstukken zijn een groot aantal inkuilmethoden en silotypen besproken, waaruit een keuze kan worden gemaakt. Uitgaande van de gedachte dat slechts die methoden in aanmerking komen, waarbij de conserveringsverliezen minimaal zijn, is de keuze betrekkelijk

eenvoudig. Vanuit economisch standpunt bezien dienen de kosten van een methode steeds lager te zijn dan de winst, welke ontstaat door het terugdringen van de verliezen. In principe brengt elke volgende stap op weg naar een betere conservering hogere kosten met zich mee; of, met andere woorden, naarmate het inkuilen verder geperfectioneerd wordt, zullen de kosten stijgen. De grens tussen wat nog wel en wat niet meer economisch verantwoord is, kan niet nauwkeurig worden bepaald.

Allerlei factoren, zoals de beschikbare hoeveelheid ruwvoeder, de kwaliteit hiervan en de prijs van het krachtvoer spelen hierbij een grote rol. Het zal duidelijk zijn dat aan de conservering van een hoogwaardig voeder meer kosten besteed mogen worden dan aan ruwvoeder van minderwaardige kwaliteit. Aan het inkuilen van hoogwaardig voeder zal zelfs meer zorg en geld besteed moeten worden omdat een hoog eiwitgehalte het conserveren bemoeilijkt.

Hoewel het economisch verantwoord zijn steeds op de eerste plaats komt, stellen ook allerlei andere factoren eisen aan de methode. Veelal zijn de bedrijfsomstandigheden zelfs bepalend voor de toe te passen werkwijze. Zo is de grootte van het bedrijf van invloed op de te kiezen grootte van de silo. Voor het in één (maximaal twee) dagen afwerken van een silage is het noodzakelijk dat de afmetingen van de kuil zijn aangepast aan de hoeveelheid materiaal welke in die tijd kan worden aangevoerd.

Op het doorsnee Nederlands bedrijf is een



silo-inhoud van 10-20 m³ gebleken goed bruikbaar te zijn. Niet alleen de snelheid, waarmee kan worden aangevoerd is belangrijk, maar ook de snelheid van voeren in de winter is van grote invloed op de optimale grootte van de kuil. Vooral voor-gedroogd en/of grofstengelig materiaal moet zo snel gevoerd worden dat nabroei wordt vermeden. Naarmate het bedrijf groter is, meer materiaal kan worden aangevoerd en meer kuil per dag wordt gekonsumeerd, kunnen de silo's groter gekozen worden.

De aard van het bedrijf en ook de toe te passen werkwijze bij het inkuilen zijn ook nauw met elkaar verbonden. Het gaat hier niet slechts om de vraag hoe in te kuilen maar ook wat in te kuilen.

Het gemengde bedrijf, dat door de verbouw van zetmeelrijke produkten vaak een overschot aan ZW heeft, zal moeten streven naar een eiwitrijke aanvulling van het winterrantsoen. Dit kan b.v. door het ensileren van jong en eiwitrijk gras, waarvoor echter alleen een zeer goede en bedrijfszekere inkuilmethode in aanmerking komt.

Op de zuivere weidebedrijven, waar alleen hooi en kuil worden gevoederd zullen de kwaliteit van het hooi en de verhouding hooi-kuil in het rantsoen bepalend zijn voor de eisen, welke aan het kuilvoer worden gesteld. Bij een laag percentage kuil en een matige hooikwaliteit moet het kuilvoer eiwitrijk zijn. Naarmate het aandeel van het kuilvoer in het rantsoen toeneemt, of naarmate de kwaliteit van het hooi beter is, kan ook de verhouding ZW-vre in het in te kuilen materiaal ruimer zijn, hetgeen de konser-

vering vergemakkelijkt. Toch moet de betekenis hiervan niet overschat worden. Een bedrijf, dat geheel of voor een groot deel afhankelijk is van kuilvoeder, moet in elk geval over een goede conserveringstechniek beschikken. Indien het vee namelijk grote hoeveelheden boterzuur en rottingsprodukten moet opnemen, kan dit schadelijk zijn voor de gezondheid en de produktie.

Grootte en aard van het bedrijf spelen ook een rol bij de bepaling van het benodigde aantal silo's. Reeds eerder is erop gewezen, dat een silo in een of twee dagen gevuld moet worden. Dit houdt al in, dat meerdere silo's per bedrijf gewenst zijn, omdat de periode, dat gras en andere produkten beschikbaar komen veel langer is.

Het beschikken over meerdere silages schept ook betere mogelijkheden voor het juist uitbalanceren van het rantsoen in de winter. Een toren- of sleuf silo als enige silo op een klein bedrijf (zoals hier en daar wordt aangetroffen) is dus absoluut ongewenst.

In het bovenstaande is er reeds op gewezen, dat de keuze van het in te kuilen materiaal afhankelijk is van de kwaliteit van het overige ruwvoeder. De voederwinning dient dus als één geheel te worden gezien. Dit is vooral van betekenis in verband met de benodigde investeringen. Op bedrijven waar zowel hooi als kuilvoer wordt gewonnen zullen machines, welke slechts voor één van de conserveringsmethoden gebruikt worden vaak relatief duurder zijn doordat te weinig draaiuren worden gemaakt. In verband hiermee zal het aanschaffen van een speciale inkuilmachine

alleen rendabel zijn op bedrijven waar veel wordt ingekuild.

Het streven om arbeidskrachten en machines zo efficiënt mogelijk te gebruiken leidt tot bedrijfstypen, die sterk afwijken van de tot nu toe gebruikelijke vorm. Deze nieuwere bedrijfs-systemen brengen voor de conservering weer konsekwenties mee. Bij vergaande mechanisatie van het bedrijf verkiest men sleufsilos of torensilos boven lage ronde silos. De mogelijkheid tot mechanisch vullen en aanrijden met de trekker, en de mogelijkheid tot het toepassen van zelf- of voor-raadvoeding schept arbeidstechnische voordelen. Eerder is er reeds op gewezen, dat het grote oppervlak van de sleufsilos konserveringstechnisch een nadeel is. Reeds bij de opzet van een dergelijk bedrijf moet er dus rekening mee gehouden worden dat sterk voordrogen niet past bij deze werkwijze. Verder speelt ook de aard van het groenvoeder een grote rol. Zeer eiwitrijk gras, maar ook zeer lang gras zal moeilijkheden kunnen opleveren bij de konservering resp. voeding.

Een belangrijk punt bij het opzetten van een bedrijf is ook de berekening van de benodigde ruimte. Zowel de nuttige ruimte van de silo als het kubieke meter-gewicht spelen hier een rol. Een lage ronde silo met een opzetstuk heeft een grote nuttige ruimte ($\pm 90\%$ van het volume). Een sleufsilos heeft een nuttige ruimte van 80% terwijl een torensilos slechts 70% nuttige ruimte heeft.

Het kubieke meter-gewicht van kuilvoeder is sterk afhankelijk van het vochtgehalte en de

grofheid van het materiaal (de mate van kneuzing) en de samenpersing.

Het gewicht van een kubieke meter kuil kan variëren van 900 tot 1000 kg. Het gewicht aan drogestof per kubieke meter (waarom het tenslotte gaat) vertoont veel minder verschillen. Het schommelt tussen 180 en 220 kg. Als gemiddelde kan 200 kg drogestof per kubieke meter kuil worden aangehouden.

Samenvattend kan gezegd worden, dat het kiezen van een konserveringsmethode een moeilijke zaak is, welke voor elk bedrijf apart bezien moet worden. De grootte en de aard van het bedrijf, de arbeidsbezetting, de voederwinning en het voedersysteem zullen in hoge mate bepalend zijn voor de te volgen werkwijze.

Het is dus niet mogelijk om in het algemeen te spreken van „de beste inkuilmethode”. Wel kan gesproken worden van (ekonomisch) verantwoorde methoden en van de beste oplossing van het inkuilprobleem voor een bepaald bedrijf.

	AIV-zuur per 1000 kg		% melasse of melapo		% melksuiker-melweipasta (40 %)	
	liter onverdund	liter verdund	H ¹⁾	M ²⁾	H	
vochtig, zeer jong gras (ca. 20 % ds)	9½	65	6	5	12	
winddroog, zeer jong gras (ca. 25 % ds)	8	55	5	4	10	
droog, zeer jong gras (30 à 35 % ds)	6½	45	4	3	8	
vochtig gras (ca. 20 % ds)	8	55	5	4	10	
winddroog gras (ca. 25 % ds)	6½	45	4	3	8	
droog gras (30 à 35 % ds)	5	35	3	2	6	
zeer jong, zwaar gekneusd zomer- en herfstgras	8	55	3	2	6	
zwaar gekneusd zomer- en herfstgras	6½	45	2	1½	4	
voederbietenblad	6½	45	3	2	6	
zeer jonge, erg bladrijke stoppelknollen	7	50	4	3	8	
jonge, bladrijke stoppelknollen	5	35	3	2	6	
sniijgranen	6½	45	4	3	8	
erwtenloof	7	50	3	2	6	
klavers	10	70	7	6	14	
luzerne	10	70	7	6	14	
lupinen	6½	45	3	2	6	
serradella	8	55	5	4	10	
wikken	8	55	5	4	10	
diverse groenvoeders als: mergkool, bladkool, zomerkoolzaad, boterzaad, bladrammenas en spurrie	7	50	4	3	8	

TABEL 6 1) H = kuilen met de hand gemaakt 2) M = machinaal gemengde kuilen

asse en (% ds)	% weipoeder of weibrokken		% suikerbieten		% voederbieten		% gestoomde aardappelen	
	H	M	H	M	H	M	H	M
8½	3½	3	25	20	30	25	25	20
7	3	2½	20	15	25	20	20	15
5½	2½	2	15	10	20	15	15	10
7	3	2½	20	15	25	20	20	15
5½	2½	2	15	10	20	15	15	10
4	2	1½	10	7	15	10	10	7
4	2	1½	10	7	15	10	10	7
2½	1½	1	7	5	10	7	7	5
4	2	1½	10	7	15	10	10	7
5½	2½	2	15	10	20	15	15	10
4	2	1½	10	7	15	10	10	7
5½	2½	2	15	10	20	15	15	10
4	2	1½	10	7	15	10	10	7
10	4	3½	30	25	35	30	30	25
10	4	3½	30	25	35	30	30	25
4	2	1½	10	7	15	10	10	7
7	3	2½	20	15	25	20	20	15
7	3	2½	20	15	25	20	20	15
5½	2½	2	15	10	20	15	15	10