

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN

PROEFNEMINGEN OVER ENSILEREN
MET VAST KOOLZUUR

ENSILING-EXPERIMENTS WITH
SOLID CARBONIC ACID

Dr N. D. DIJKSTRA



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 555 — 'S-GRAVENHAGE — 1949

452783

INHOUD

I. INLEIDING	3
II. PROEFNEMING IN HET JAAR 1945—1946.	6
1. De ensileringen	6
<i>a.</i> Kleine betonsilo I (koolzuur)	6
<i>b.</i> Kleine Betonsilo II (zonder toevoeging)	9
2. Samenstelling van het uitgangsmateriaal	10
3. Samenstelling van het uit de silo's gehaalde materiaal.	11
4. Verliezen aan droge-stof-bestanddelen	12
5. Verteerbaarheidsbepalingen en zetmeelwaarde	13
6. Verliezen aan zetmeelwaarde en verteerbare bestanddelen	14
III. PROEFNEMING IN HET JAAR 1946—1947.	15
1. De ensileringen	15
<i>a.</i> Betonsilo I (koolzuur)	15
<i>b.</i> Houten silo II (zonder toevoeging)	18
2. Samenstelling van het uitgangsmateriaal	19
3. Samenstelling van het uit de silo's gehaalde materiaal.	20
4. Verliezen aan droge stof en droge-stof-bestanddelen	21
5. Verteerbaarheidsbepalingen en zetmeelwaarde	22
6. Verliezen aan zetmeelwaarde en verteerbare bestanddelen	23
IV. OVERZICHT.	24
SUMMARY	26
LITERATUUR	28

I. INLEIDING.

Zoals bekend, leven bij het ensilieren de afgemaaide planten nog en bijgevolg gaat de ademhaling nog een tijdlang door. Bij de ademhaling worden koolhydraten geoxydeerd tot koolzuur en water. De voor de z.g. aerobe-ademhaling benodigde zuurstof is afkomstig uit de lucht, die bij het ensilieren tussen het materiaal aanwezig blijft. Wanneer de in deze lucht aanwezige zuurstof is verbruikt, houdt deze ademhaling op; de planten sterven af en de sapuittreding uit de cellen begint. Hierdoor komt voor de steeds op de plantendelen aanwezige bacteriën een goede voedingsbodem beschikbaar, waardoor zij zich kunnen ontwikkelen, tenminste als de omstandigheden voor hen gunstig zijn.

Een zeer belangrijke factor hierbij is de afwezigheid van lucht. Hierdoor worden tal van microbiologische omzettingen verhinderd, zoals schimmelwoekering en groei van aerobe bacteriën. In het geënsileerde materiaal zullen dus alleen de anaerobe en de facultatief anaerobe bacteriën zich kunnen ontwikkelen. De voornaamste van deze soorten zijn op het inkuilingsmateriaal de melkzuurbacteriën, de boterzuurbacteriën en de rottingsbacteriën. Daar het plantensap gemakkelijk opneembare koolhydraten bevat, gaan de melkzuurbacteriën, die van de genoemde bacteriën het gemakkelijkst tot ontwikkeling komen, groeien en bijgevolg melkzuur vormen, waardoor een zuur worden van het materiaal plaats vindt.

Deze melkzuurvorming blijft niet zonder invloed op de andere bacteriën. De verhoging van de zuurgraad is van grote invloed op de rottingsbacteriën, die hierdoor zeer spoedig in hun groeimogelijkheid worden geremd. Boterzuurbacteriën kunnen echter zowel koolhydraten als melkzure zouten vergisten. Wanneer de zuurgraad in de silage niet snel tot een hoge waarde stijgt, kan men in het algemeen boterzuurgisting verwachten. Bij een boterzuurgisting wordt uit de koolhydraten hetzij direct, hetzij via een vooraf of gelijktijdig verlopende melkzuurgisting, het boterzuur gevormd, dat een veel zwakker zuur is dan het melkzuur. Hierdoor bereikt de ingekuilde massa niet die zuurgraad, die uit dezelfde koolhydraten zou kunnen ontstaan bij melkzuurgisting alleen, waardoor het gevaar voor de groei van rottingsbacteriën groter wordt.

Het ligt dus voor de hand, dat men bij verschillende ensileringsmethodes getracht heeft een snelle melkzuurgisting te bevorderen, door de melkzuurbacteriën een goede voedingsbodem te verschaffen door toevoeging van gemakkelijk omzetbare koolhydraten in de vorm van suiker, melasse en dergelijke.

Bij het ensilieren met koolzuur zal een eventueel gunstig conserverende werking o.i. dan voornamelijk hierin moeten liggen, dat door de snelle stopzetting der ademhaling gemakkelijk omzetbare koolhydraten (suikers) worden gespaard, waardoor voor de melkzuurbacteriën hiervan een grotere hoeveelheid beschikbaar blijft.

Bij ensilieren zonder toevoeging van koolzuur van buiten af wordt de aanwezige lucht door het bij de ademhaling gevormde koolzuur verdrongen. Hoe sneller en vollediger deze luchtverdringing door koolzuur plaats vindt, des te eerder zullen de planten afsterven, het sap uit de cellen treden en de zuring een aanvang nemen.

In de eerste plaats heeft men een snelle en vooral volledige luchtverdringing door koolzuur trachten te bereiken door, met behulp van een speciaal geconstrueerde luchtdichte afsluiting, het in het voeder op natuurlijke wijze zich vormende koolzuur tegen uitwisseling met lucht te behoeden.

Een van de meest typische procédés, die op dit principe berusten, is het z.g. *Cremasco procédé*. Dit werd uitgewerkt door SAMARANI (6), directeur van het proefstation voor landbouw bacteriologie te Crema in Italië, aan welke plaats het procédé zijn naam ontleent. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een torensilo van dik gewapend beton, afgesloten met een gasdichte deksel, door middel waarvan bovendien nog de massa samengeperst kan worden.

Een andere silo, die op hetzelfde principe berust, is de z.g. „Futterkammer des Systems Moravia” (5). Het is een vierkante of rechthoekige silo met afgeronde hoeken, die bij voorkeur van gewapend beton en grotendeels in de grond wordt gemaakt.

De silo wordt luchtdicht afgesloten door middel van een ijzeren deksel, waarvan de rand rust in een rondom de silo lopende goot, die met een niet verdampende vloeistof gevuld wordt.

Op hetzelfde principe berust ook het door SCHMIDT (8) uitgewerkte koude-vacuüm-procédé. Bij zo laag mogelijke temperatuur wordt het iets verwelkte voeder in stenen silo's van bijzonder grote gasdichtheid gedaan en dadelijk met een zo goed mogelijk gasdicht sluitend deksel afgesloten, waarna met behulp van een krachtige vacuümpomp de lucht wordt verwijderd. Gasanalyse toonde aan, dat reeds na enkele uren het voeder geheel in het koolzuur stond.

In 1919 kwam ZEILER (11) op de gedachte groenvoer in een waterdichte silo te conserveren met behulp van koolzuur, dat van buitenaf werd toegevoegd. Voor dit doel bracht hij op de bodem van de silo een eenvoudig rooster van latten aan. Nadat de silo gevuld was, werd door middel van een dunne gasleiding zo lang CO₂ onder deze bodem geleid, totdat een brandende kaars op de silage uitdoofde. De proeven werden in het klein genomen met waterdichte potten, waarin 400 en 650 kg gras werd geënsileerd. De proefnemer meldt, dat de silages onberispelijk van kleur waren en dat ze door dieren, die in de weide liepen, met graagte werden gegeten. Daar er verder geen enkele analyse in werd verricht, kan over het al of niet slagen van deze silages niets worden geconcludeerd.

Ook SCHEUNERT (7) heeft zich met de vraag over de bruikbaarheid van koolzuur bij de groenvoederconservering bezig gehouden. Hij nam een vergelijkende proef met koolzuur, lucht en zuurstofatmosfeer in potten van ± 300 l inhoud, die van een metalen deksel waren voorzien. In tegenstelling met de beide andere, trad in de koolzuursilage geen temperatuursverhoging op. In het begin maakte het materiaal uit de koolzuursilo een weinig veranderde indruk; na 7 weken bleek het echter bedorven te zijn: het was week en glibberig.

Bij proeven in het groot trad een moeilijkheid op, doordat het niet gelukte de koolzuur in de gemetselde silo's te houden. In één der silo's liep het koolzuurgehalte reeds in 2 uren terug van 95 tot 50 %, terwijl 3½ uur later het koolzuurpercentage nog slechts 38 % bedroeg.

Bij een andere proef, waarin van 13 tot 15 Juli ononderbroken CO₂ werd geleid, bedroeg het CO₂-gehalte in het gas uit de silo op 16 Juli 27 %, op

21 Juli 20 % en op 2 Oct. nog 12 %. Bij opening bleken de bovenste lagen verrot, schimmelig en stinkend; de onderste lagen waren weliswaar niet volledig vergaan, maar volgens SCHEUNERT toch totaal onbruikbaar. Hij komt dan ook tot de conclusie, dat van de conservering van groenvoer met koolzuur geen resultaat is te verwachten.

Ook CRASEMANN (2) komt aan de hand van theoretische beschouwingen ongeveer tot dezelfde conclusie.

Enige jaren geleden nu kwam men op het idee om in plaats van met koolzuurgas het eens met vast koolzuur te proberen, wat bovendien nog het voordeel zou hebben, dat de silage hierdoor enigszins zou worden afgekoeld.

In Noorwegen namen TYRILEIV en ULVESLI (10) in Sept. 1941 een proef, waarbij een klaver-timothee-mengsel met A.I.V.-zuur, mierenzuur en zonder enige toevoeging werd geënsileerd. Hiernaast was echter ook koolzuurijs in het onderzoek opgenomen. Alle 4 silages waren goed geslaagd: ze bevatten geen boterzuur, terwijl de pH's varieerden van 3.8 tot 4.5.

De grootste verliezen werden bij deze proef gevonden bij de ensilering met koolzuurijs, waarbij de verliezen aan organische stof en eiwitachtige stof resp. 17.2 en 18.8 % bedroegen. Bij de ensilering zonder toevoeging waren deze cijfers resp. 14.6 en 16.0 %; terwijl bij de A.I.V.-zuur-silage veel lagere verliespercentages werden gevonden n.l. resp. van 4.1 en 4.6 %.

Onafhankelijk hiervan was de Nederlander SLOOFF ook op dit idee gekomen, waarop hij in Mei 1943 octrooi heeft aangevraagd, dat in Aug. 1945 werd verleend (9).

Naar aanleiding hiervan zijn in ons land enkele ensileringsproeven met vast koolzuur genomen.

In September 1943 werden door VAN ALBADA (1) aan de proefboerderij van het C.I.L.O. te Barneveld een viertal grassilages gemaakt met verschillende hoeveelheden koolzuurijs n.l. 4, 2, 1 en $\frac{1}{2}$ %. Ter vergelijking werden van hetzelfde gras nog 2 silages bereid, n.l. een silage zonder enige toevoeging en een A.I.V.-zuur-silage.

Hoewel de omstandigheden bij de uitvoering der proef minder gunstig waren, kan men uit de gevonden resultaten met een grote mate van waarschijnlijkheid concluderen, dat door de koolzuurtoevoegingen de verliezen werden beperkt. Dit gold zowel voor de verliezen aan eiwit als voor die aan vet- en zetmeelachtige stof. Verder werd nog de indruk verkregen, dat van verhoging der dosis koolzuurijs boven $\frac{1}{2}$ % onder normale omstandigheden geen verbetering der resultaten verwacht mag worden.

Verder werd in de zomer van 1946 een ensileringsproef met vast koolzuur genomen op het proefbedrijf van de Friese Maatschappij van Landbouw te Rijperkerk (4).

Gelijktijdig werden twee silo's met gras gevuld; bij de ene werd 1 % vast koolzuur en bij de andere niets toegevoegd. Bij de opening bleek weinig verschil in samenstelling en kwaliteit tussen de beide silages te bestaan; uit de pH van 5.3 en 5.1 blijkt wel, dat ze niet waren geslaagd. Bij deze proef werden echter geen verliescijfers bepaald.

In het volgende wordt nu verslag uitgebracht over de resultaten van proefnemingen, die op de Proefzuivelboerderij te Hoorn zijn genomen over ensileren van gras met behulp van vast koolzuur.

II. PROEFNEMING IN HET JAAR 1945—1946.

In de herfst van 1945 werd met de ensilering van gras onder toevoeging van vast koolzuur een aanvang gemaakt. Om de werking van het koolzuur te kunnen beoordelen, werd tegelijkertijd van hetzelfde gras een tweede silage gemaakt zonder enige toevoeging.

1. DE ENSILERINGEN.

De voor de ensileringen gebruikte silo's waren 2 waterdichte betonnen silo's van 2.00 m middellijn en ± 1.63 m hoogte. Hierbij waren houten opzetstukken van 1.00 meter.

a. Kleine betonsilo I (koolzuur).

Vulling. De vulling van deze silo vond plaats op 2 Oct. 1945; het materiaal (mooi, kort herfstgras) was in de namiddag van 1 Oct. gemaaid.

Bij het vullen werd als volgt gewerkt: op de bodem werden brokjes koolzuurijs uitgestrooid, waarop direct een laag gras van ± 50 kg werd uitgespreid, dat flink werd vastgetrapt, daarop weer koolzuurijs en zo vervolgens.

In totaal werd 2917 kg gras in deze silo gebracht.

De toevoeging van koolzuur. Het koolzuurijs was verpakt in speciaal voor dit doel gemaakte vaten met isolerend materiaal; in ieder vat bevonden zich 4 staven. Wij ontvingen 12 staven, die volgens de rekening bij de verzending 156 kg hadden gewogen, wat dus overeenkwam met 13 kg per staaf. Bij het ensileren woog ieder der staven ten gevolge van verdamping nog slechts ± 11 kg, zodat in totaal ± 132 kg vast koolzuur werd toegevoegd, dit is dus ruim $4\frac{1}{2}$ % van het ingebrachte gras.

Dit is een zeer grote hoeveelheid (en daar het koolzuur 60 cent per kg kostte, veel meer dan economisch verantwoord zou zijn), doch wij wilden de silage een zo goed mogelijke kans van slagen geven. Immers, volgens de octrooiaanvraag, zou de werking (ten gevolge van sterkere afkoeling) des te gunstiger zijn, naarmate meer koolzuurijs werd toegevoegd.

Voor het gebruik werd de staaf in een houten bak gelegd en met een houten hamer stuk geklopt. Voor elke laag gras van ± 50 kg werd in een bus 2 kg koolzuurijs afgewogen, dat dan direct naar de silo werd gebracht en hierin werd uitgestrooid, terwijl de rest in de bak met een zak werd afgedekt. Op deze wijze wordt de verdamping van de koolzuur tot een minimum beperkt.

Toen de betonsilo geheel met gras gevuld was en dus voor verdere vulling van het houten opzetstuk gebruik moest worden gemaakt, zagen wij een gedeelte van de toegevoegde koolzuur door de verschillende kieren ontwijken.

Afdekking. Dadelijk nadat de silo geheel gevuld was, werd het grasoppervlak afgedekt met oude jute zakken en hierop werd dezelfde middag nog een grondlaag gelegd, die de volgende morgen, 3 Oct., op 50 cm dikte werd gebracht.

De silage zakte slechts langzaam in de silo; pas op 8 Oct. kon het opzetstuk worden verwijderd. Toen later het grondoppervlak beneden de silorand zakte, werd de silo tegen inregelen afgedekt met metalen platen.

Temperatuur. Het verloop van de temperatuur in beide silages is weergegeven in fig. 1.

Terwijl de temperatuur in de contrôlesilage in de eerste week steeg van 18 tot 23° C en daarna langzaam daalde tot 15° C, lag de temperatuur in de koolzuursilage ten gevolge van de grote hoeveelheid vast koolzuur, die toegevoegd was, in de eerste week tussen 10 en 12° C om later geleidelijk tot 15° C te stijgen. De temperatuur in deze silage lag dus de eerste tijd belangrijk beneden die van de contrôlesilage, wat ongetwijfeld een gunstig effect op de samenstelling van de eerste bacterieflora zal hebben uitgeoefend, aangezien tal van andere koolhydraataantastende bacteriën, zoals b.v. colibacteriën, door deze lage temperatuur meer gehinderd worden dan de melkzuurbacteriën.

FIG. 1. Het verloop van de temperatuur in de silage zonder toevoeging en de silage met vast koolzuur (1945—1946).

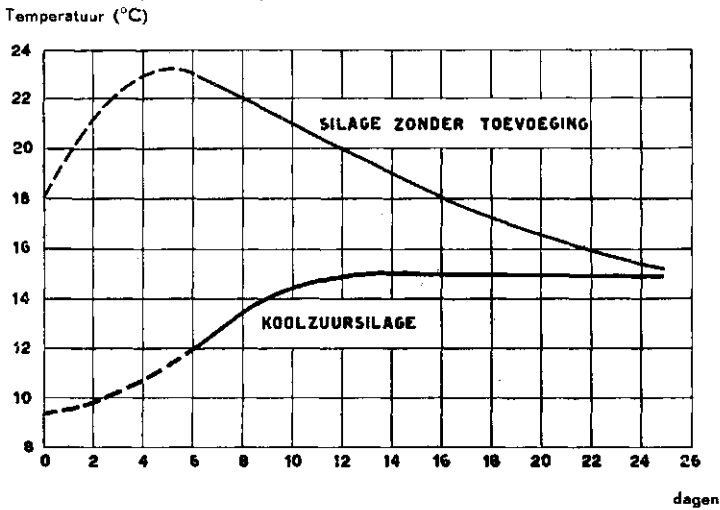


FIG. 1. The temperature of the control silage and the silage with solid carbonic acid (1945—1946).

Bij de tegenwoordige prijs van vast koolzuur zal echter, zoals gezegd, een dergelijke grote koolzuurtoevoeging stellig niet economisch verantwoord zijn en daarom zal de koolzuurtoevoeging in de praktijk moeten worden beperkt tot b.v. 1 % van het geënsileerde materiaal. Zoals wij in de volgende proefneming hebben gevonden, zal de temperatuursdaling bij dergelijke toevoegingen niet meer dan ongeveer 3° C bedragen, wat nauwelijks van invloed kan zijn op de ontwikkeling van de bacterieflora.

Drainage. Deze waterdichte silo bezat bij de bodem een kraan, die echter gedurende de eerste maanden dicht is gebleven. Op 14 Jan. 1946 werd de kraan geopend. De hoeveelheid sap, die wegliep, was slechts gering. Op 15 Jan. bedroeg de pH van dit sap 5.02.

Opening en lediging. Op 18 Febr. werd de grond verwijderd. De silage bleek wat hol te liggen. Daar de jute zakken intact waren gebleven, behoefde geen afval te worden verwijderd.

Bij de lediging werd weer, evenals bij vroegere proefnemingen, de samenstelling van de silage bepaald door het nemen van boormonsters, telkens van een laag ter dikte van ± 50 cm, en van de daarmee corresponderende z.g.

dagmonsters. Daar de silagelaag slechts 90 à 100 cm dik was, kon ze in 2 lagen worden bemonsterd. De bovenste boor- en dagmonsters hadden betrekking op 1361 kg, de onderste op 1360 kg, zodat in totaal dus 2721 kg silage uit deze silo werd gehaald.

Hoedanigheid van de silage. De silage was erg nat en de bovenlaag had een onaangename geur.

In de boormonsters werden weer de gebruikelijke bepalingen verricht, die het volgende resultaat opleverden.

TABEL 1. Analyse der boormonsters van de koolzuursilage.

	pH	Azijnzuur (%)	Boterzuur (%)	Melkzuur (%)	NH ₃ -N in % van de opgeloste totaal-N
1e boorlaag . . .	4.81	0.58	0.35	1.13	30.7
2e boorlaag . . .	4.19	0.35	0	1.68	16.9
Gemiddeld . . .	4.50	0.47	0.18	1.41	23.8
	pH	acetic acid (%)	butyric acid (%)	lactic acid (%)	NH ₃ -N in % of the soluble total-N.

TABLE 1. Analysis of the borer samples of the carbonic acid silage.

Zoals uit deze tabel blijkt, was de bovenste helft niet geheel geslaagd (te hoge pH, nog wat boterzuur en een wat te grote eiwitafbraak). De onderste helft daarentegen was goed; ze bevatte geen boterzuur, het melkzuurgehalte was hoog en de eiwitafbraak niet groot.

Het is niet uitgesloten, dat de oorzaak van het niet volledig slagen van de bovenste helft althans gedeeltelijk moet worden gezocht in de vrij grote hoeveelheid koolzuur, die tussen de silorand en het opzetstuk en door de verschillende naden in het opzetstuk is ontweken.

Bij het ledigen werd van alle dagmonsters de pH bepaald.

TABEL 2. pH der dagmonsters van de koolzuursilage.

	bovenste boorlaag	onderste boorlaag
1e dagmonster	5.39	4.29
2e dagmonster	5.16	4.25
3e dagmonster	4.85	4.42
4e dagmonster	4.51	
	<i>upper bored layer</i>	<i>lower bored layer</i>

TABLE 2. pH of the daily samples of the carbonic acid silage.

De pH van de silage is van boven naar beneden regelmatig gedaald; alleen bij het onderste laagje was ze weer iets hoger.

b. Kleine betonsilo II (zonder enige toevoeging).

Vulling. Daar de wagens met gras om en om in de beide silo's werden gelost, werd voor beide ensileringen gras van dezelfde samenstelling gebruikt. De vulling vond bijgevolg ook plaats op 2 Oct. 1945. In totaal is 2846 kg gras in deze silo geënsileerd.

Afdekking. Ook bij deze silo werd dadelijk na de vulling het grasoppervlak afgedekt met oude jute zakken, waarop nog dezelfde dag een grondlaag werd gelegd, die de volgende morgen op 50 cm dikte werd gebracht.

Het bleek, dat de silage in deze silo sneller zakte dan in de koolzuursilo. Reeds de volgende dag was de gehele silage en de daarop volgende dag (5 Oct.) ook reeds de gehele grondlaag beneden de rand van de silo gezakt, zodat het opzetstuk kon worden verwijderd en de silo tegen inregenen kon worden afgedekt met metalen platen.

Drainage. Ook van deze waterdichte silo bleef de kraan bij de bodem gedurende de eerste maanden gesloten om op 14 Jan. 1946 te worden geopend. Evenals bij de vorige was de hoeveelheid sap, die daarna wegliep, gering. Op 15 Jan. bedroeg de pH van dit sap 5.30.

Opening en lediging. Op 7 Maart werd de grond verwijderd. Daar de jutezakken vrijwel intact waren gebleven, behoefde geen afval te worden verwijderd.

De silage werd in 2 lagen bemonsterd. De bovenste boor- en dagmonsters hadden betrekking op 1416 kg en de onderste op 999 kg, zodat in totaal 2415 kg silage uit deze silo werd gehaald.

Hoedanigheid van de silage. De silage was erg nat en bezat een zeer onaangename geur. In de boormonsters werden ook nu weer de gewone bepalingen verricht. Het resultaat van deze analyse is vermeld in tabel 3.

TABEL 3. Analyse der boormonsters van de contrôlesilage.

	pH	Azijnzuur (%)	Boterzuur (%)	Melkzuur (%)	NH ₃ -N in % van de opgeloste totaal-N
1e boorlaag. . .	5.29	0.77	1.06	0.67	46.8
2e boorlaag. . .	5.04	0.75	0.32	0.94	29.9
Gemiddeld . . .	5.19	0.76	0.75	0.78	39.8
	pH	acetic acid (%)	butyric acid (%)	lactic acid (%)	NH ₃ -N in % of the soluble total-N

TABLE 3. Analysis of the borer samples of the controlsilage.

Zoals uit deze tabel blijkt, is de kwaliteit van deze silage aanmerkelijk minder dan die van de koolzuursilage. Verder is ook bij deze contrôlesilage

Veel sterker nog was de daling van het werkelijk-eiwit-percentage, n.l. bij beide silages van ± 17.0 tot 8.2. Bijgevolg was het amide-gehalte bij beide silages belangrijk toegenomen.

De overige bestanddelen blijken in verhouding tot elkaar weinig verandering te hebben ondergaan, alleen het percentage aan minerale bestanddelen was bij beide silages toegenomen.

4. VERLIEZEN AAN DROGE STOF EN DROGE-STOF-BESTANDDELEN.

Een overzicht van de verliezen, in procenten, aan droge stof en droge-stof-bestanddelen is weergegeven in tabel 7.

TABEL 7. Verliezen aan droge stof en droge-stof-bestanddelen in %.

	Koolzuursilage			Contrôlesilage (zonder toevoeging)			
	Volgens dag-monsters	Volgens boor-monsters	Gemiddeld	Volgens dag-monsters	Volgens boor-monsters	Gemiddeld	
Droge stof	4.72	1.83	3.28	12.06	10.58	11.32	<i>dry matter</i>
Organische stof	8.16	5.83	7.00	16.17	15.22	15.70	<i>organic matter</i>
Eiwitachtige stof	16.39	12.91	14.65	33.46	28.48	30.97	<i>crude protein</i>
Eiwitachtige stof (zonder ammonia)	24.46	21.20	22.83	37.38	36.14	36.76	<i>crude protein (without ammon)</i>
Werkelijk eiwit	52.89	52.60	52.74	58.02	57.59	57.80	<i>true protein</i>
Amiden	+82.42	+96.89	+ 89.66	+44.48	+48.95	+ 46.72	<i>amides</i>
Vet + zetmeelachtige stof	3.60	+ 1.29	1.16	10.53	9.83	10.18	<i>fat + N-free extra</i>
Ruwe celstof	1.14	4.42	2.78	6.01	4.85	5.43	<i>crude fibre</i>
Minerale bestanddelen . .	+15.04	+21.14	+ 18.09	+10.42	+14.82	+ 12.62	<i>mineral matter</i>
	<i>according to daily samples</i>	<i>according to borer samples</i>	<i>average</i>	<i>according to daily samples</i>	<i>according to borer samples</i>	<i>average</i>	
	<i>carbonic acid silage</i>			<i>controlsilage (without addition)</i>			

TABEL 7. Losses of dry matter and dry-matter-components in %.

Zoals uit tabel 7 blijkt, waren de verliezen bij de koolzuursilage verrassend klein. De verliezen aan organische stof bedroegen gemiddeld slechts 7.0 %, die aan vet- + zetmeelachtige stof 1.2 % en die aan ruwe celstof 2.8 %. Alleen bij het eiwit werden veel grotere verliezen gevonden; de verliezen aan eiwitachtige stof (zonder ammonia) bedroegen gemiddeld 22.8 % en die aan werkelijk eiwit 52.7 %. Een verlies aan werkelijk eiwit behoeft echter nog geen absoluut verlies te betekenen, daar de afbraak van het eiwit niet volledig tot ammoniak behoeft te zijn geschied, doch slechts gegaan kan zijn tot amiden, waaraan bij silages waarschijnlijk een bijna even hoge voedingswaarde mag worden toegekend als aan het werkelijk eiwit.

Bij de contrôlesilage werden belangrijk grotere verliezen gevonden. De

+ betekent winst (+ means gain).

verliezen aan organische stof bedroegen hier gemiddeld 15.7 %, die aan vet- + zetmeelachtige stof 10.2 %, die aan ruwe celstof 5.4 % en die aan eiwitachtige stof (zonder ammonia) 36.8 %.

5. VERTEERBAARHEIDSBEPALINGEN EN ZETMEELWAARDE.

Van beide silages werd met behulp van dezelfde drie hamels de verteerbaarheid bepaald n.l. met de dieren 1, 2 en 3. Beide verteringsproeven bestonden uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van eveneens 10 dagen.

Ook nu weer werd de silage als uitsluitend voeder verstrekt en ontvingen de dieren zoveel silage als ze konden opnemen, zonder al te grote resten in de voederbak achter te laten. Verder werd er bij deze proeven zorg voor gedragen, dat elk dier gedurende de gehele proef van dag tot dag practisch dezelfde hoeveelheid droge stof ontving.

De uitkomsten van de beide verteringsproeven zijn weergegeven in tabel 8.

TABEL 8. Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten.

	Opgenomen droge stof (kg per dag)	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof ¹⁾	Vet- + zet- meelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddelen	Werkelijk eiwit
Koolzuursilage (V 143) (carbonic acid silage)		Samenstelling (composition).						
Silage (No. 4060) . . .	—	16.69	81.85	17.40	41.99	22.46	18.15	8.03
		Verteringscoëfficiënten (digestion coefficients).						
Hamel 1 (wether) . . .	0.714	57.8	70.7	68.0	69.8	74.4	— 0.5	33.9
Hamel 2 „ . . .	0.708	60.3	71.5	68.6	70.7	75.3	9.7	36.6
Hamel 3 „ . . .	0.713	60.6	72.8	70.0	71.7	77.0	5.6	38.7
Gemiddeld (average) . .	0.712	59.6	71.7	68.9	70.7	75.6	4.9	36.4
Contrôlesilage (V 144) (controlsilage)		Samenstelling (composition).						
Silage (No. 4080) . . .	—	17.64	77.10	14.86	40.19	22.05	22.90	8.11
		Verteringscoëfficiënten (digestion coefficients)						
Hamel 1 (wether) . . .	0.735	48.5	68.0	59.9	69.9	69.9	— 17.3	33.2
Hamel 2 „ . . .	0.694	58.3	69.6	59.9	70.0	75.4	20.0	30.9
Hamel 3 „ . . .	0.710	58.3	71.2	63.0	71.2	76.5	14.8	36.3
Gemiddeld (average) . .	0.713	55.0	69.6	60.9	70.4	73.9	5.8	33.5
	consumed dry matter (kgs p. day)	dry matter	organic matter	crude protein ¹⁾	fat + N-free extract	crude fibre	mineral matter	true protein

TABLE 8. Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients.

¹⁾ Zonder ammonia (without ammonia).

Zoals men ziet, bestond er een goede overeenstemming tussen de drie stellen verteringscoëfficiënten van elk der beide silages, zodat wij zonder bezwaar tot het berekenen van gemiddelden konden overgaan.

Wanneer wij de samenstelling van de silages uit tabel 8 vergelijken met die van tabel 6, dan blijkt, dat de samenstelling van de kleine monsters, die voor de verteringsproeven zijn gebruikt, vrij goed overeenkomt met die van het gemiddelde van de totale inhoud van de silo, waaruit de monsters zijn genomen. Alleen was bij deze monsters het verschil in eiwitgehalte, dat er tussen de koolzuur- en contrôlesilage bestond, nog wat groter. Hierin is waarschijnlijk de oorzaak gelegen, dat de verteringscoëfficiënt van de eiwitachtige stof, die, zoals bekend, sterk afhankelijk is van het eiwitgehalte, bij de koolzuursilage hoger was dan bij de contrôlesilage. Verder werd zowel de vet- + zetmeelachtige stof als de ruwe celstof bij beide silages vrijwel even goed verteerd en was in de verteerbaarheid van het werkelijk eiwit van de twee silages ook slechts een minimaal verschil.

De met behulp van deze verteringscoëfficiënten berekende cijfers voor verteerbare bestanddelen en zetmeelwaarde van het materiaal uit de beide silo's, zijn opgenomen in tabel 9. De zetmeelwaardeberekening vond plaats volgens dezelfde methode als door ons de laatste jaren bij ruwvoerders steeds wordt toegepast; als factor voor ruwe-celstof-af trek werd 0.29 genomen.

TABEL 9. Voedingseigenschappen der droge stof van de beide silages (%).

	Koolzuur-silage	Contrôlesilage (zonder enige toevoeging)	
Verteerbare organische stof .	58.7	56.0	<i>digestible organic matter</i>
Verteerbare eiwitachtige stof ¹⁾	11.67	9.32	<i>digestible crude protein</i> ¹⁾
Verteerbaar werkelijk eiwit .	2.98	2.73	<i>digestible true protein</i>
Zetmeelwaarde	51.4	48.6	<i>starch equivalent</i>
	<i>carbonic acid silage</i>	<i>controlsilage (without any addition)</i>	

TABLE 9. Feeding value of the dry matter of both silages (%).

Zoals uit tabel 9 blijkt, was de voederwaarde van de koolzuursilage in het algemeen iets groter dan die van de contrôlesilage, alleen bij het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof was dit verschil belangrijk.

6. VERLIEZEN AAN ZETMEELWAARDE EN VERTEERBARE BESTANDDELEN.

Daar de verteerbaarheid van het verse gras, dat als uitgangsmateriaal heeft gediend, niet werd bepaald, moet bij de beschouwing van de absolute grootte van de verliezen enige reserve in acht worden genomen; vergelijkenderwijs zijn ze echter wel juist.

¹⁾ Zonder ammonia (*without ammonia*).

De voederwaarde van het herfstgras werd geschat met behulp van onze nieuwe formules (3), waarbij het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof uit het eiwitachtige-stof-gehalte en de zetmeelwaarde uit het gehalte aan ruwe celstof en eiwitachtige stof tezamen werd berekend. Voor het uit de silo's gehaalde materiaal konden wij gebruik maken van de experimenteel bepaalde waarden uit tabel 9.

TABEL 10. Verliezen (%) aan verteerbare eiwitachtige stof en zetmeelwaarde.

	Koolzuur-silage	Contrôlesilage (zonder enige toevoeging)	
Verteerbare eiwitachtige stof.	33.4	51.9	<i>digestible crude protein</i>
Zetmeelwaarde	12.7	24.6	<i>starch equivalent</i>
	<i>carbonic acid silage</i>	<i>control silage (without any addition)</i>	

TABEL 10. Losses (%) of digestible crude protein and starch equivalent.

Zoals uit deze tabel blijkt, waren de verliezen bij de koolzuursilage aanmerkelijk kleiner dan bij de contrôlesilage, waarbij het gras zonder enige toevoeging was geënsileerd.

III. PROEFNEMING IN HET JAAR 1946—1947.

In het voorjaar van 1946 werden de proefnemingen over het ensilieren van gras met behulp van vast koolzuur voortgezet. Ook nu werd, om de werking van het koolzuur te kunnen beoordelen, tegelijkertijd van hetzelfde gras een tweede silage gemaakt, waarbij niets werd toegevoegd.

1. DE ENSILERINGEN.

Voor de ensilering van gras met behulp van koolzuur werd gebruik gemaakt van een waterdichte betonsilo van 3.50 m middellijn en 2.00 m hoogte. Daar wij niet over twee van dergelijke silo's beschikten, hebben wij de contrôle-silage gemaakt in een even grote houten silo, die van een betonnen bodem was voorzien.

Omdat, zoals reeds werd vermeld, bij de eerste proefneming bij gebruikmaking van het opzetstuk vrij veel koolzuur verloren ging (wat mogelijk van invloed was op het eindresultaat), hebben wij bij deze tweede proefneming deze foutenbron uit willen schakelen. Daarom hebben wij bij deze proef de opzetstukken achterwege gelaten en beide silo's slechts zo ver gevuld als zonder gebruik van een opzetstuk mogelijk was.

a. Betonsilo (koolzuur).

Vulling. De vulling van deze silo vond plaats op 21 Mei; het materiaal (mooi fris gras van middelmatige lengte) was daags te voren gemaaid en

dadelijk opgewierd. Hierdoor was het gras, hoewel het 's nachts flink heeft geregend, niet erg nat. In totaal werd 6370 kg gras in deze silo gebracht.

De toevoeging van koolzuur. De toevoeging van koolzuur geschiedde op dezelfde wijze als bij de vorige proef. Nu werd echter voor elke graslaag van ± 100 kg 1 kg koolzuurijs afgewogen. In totaal werd 65 kg koolzuur afgewogen op de 6370 kg gras, d.i. dus ruim 1 %.

In het geheel zijn er gebruikt ruim 6 staven (13 kg per staaf), d.i. dus ± 80 kg. Tijdens het transport en het fijn kloppen verdampte er dus ± 20 %.

Afdekking. Dadelijk nadat de silo tot de rand was gevuld, werd het grasoppervlak afgedekt met oude jute zakken. Hierop werd dezelfde avond nog enige grond gebracht, terwijl de volgende morgen de grondlaag op 50 cm dikte werd gebracht. Zodra het grondoppervlak beneden de silorand zakte, werd de silo tegen inregenen afgedekt met metalen platen.

Temperatuur. Het verloop van de temperatuur in beide silages is weergegeven in fig. 2.

FIG. 2. Het verloop van de temperatuur in de silage zonder toevoeging en de silage met vast koolzuur (1946—1947).

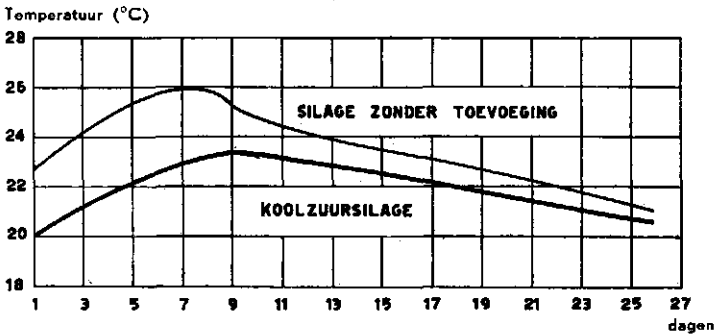


FIG. 2. The temperature of the control silage and the silage with solid carbonic acid (1946—1947).

In de eerste week steeg de temperatuur in de koolzuursilage van 20.0 tot 23.2° C en in de contrôlesilage van 22.7 tot 26.0° C; de temperatuur van de koolzuursilage was in deze eerste week dus ongeveer 3° C lager dan die van de contrôlesilage. Hierna begon de temperatuur in beide silages heel langzaam te dalen, waarbij het verschil in temperatuur tussen beide silages steeds kleiner werd. Het is niet waarschijnlijk, dat een dergelijk klein verschil in temperatuur van $\pm 3^{\circ}$ C een invloed van enige betekenis op de samenstelling van de eerste bacterieflora zal hebben uitgeoefend.

Drainage. Deze waterdichte silo bezat bij de bodem een kraan, die gedurende de eerste maanden dicht is gebleven. Toen later de kraan open werd gezet, is er in het geheel geen sap uit de silo gelopen.

Opening en lediging. Op 30 Dec. 1946 werd de grondlaag verwijderd. Het bovenlaagje was donker gekleurd en vertoonde veel schimmelplekken, terwijl de randen enigszins rot waren.

Er werd een laagje van 117 kg als afval verwijderd.

Daar de silagelaag slechts ± 70 cm dik was, werd ze in 2 lagen van ± 35 cm op de gebruikelijke wijze bemonsterd. De bovenste laag bevatte 1664 kg en de onderste 3227 kg silage, zodat in totaal dus 4891 kg silage uit deze silo werd gehaald.

Hoedanigheid van de silage. Met uitzondering van de bovenste laag (292 kg), die nog vrij wat schimmel en ook enkele rotte plekken bezat, was de silage heel goed geslaagd. Ze had een mooie goudgele kleur en een aromatische geur.

TABEL 11. Analyse der boormonsters van de koolzuursilage.

	pH	Azijnzuur (%)	Boterzuur (%)	Melkzuur (%)	NH ₃ -N in % van de opgeloste totaal-N
1e boorlaag. . .	3.88	0.50	0.02	2.67	15.1
2e boorlaag. . .	3.86	0.48	0.05	2.77	14.7
Gemiddeld . . .	3.87	0.49	0.04	2.74	14.8
	pH	acetic acid (%)	butyric acid (%)	lactic acid (%)	NH ₃ -N in % of the soluble total-N

TABLE 11. Analysis of the borer samples of the carbonic acid silage.

Zoals uit deze tabel blijkt, was de silage uitstekend geslaagd. Ze bezat een lage pH, een hoog melkzuurgehalte en practisch geen boterzuur, terwijl de eiwitafbraak onder ammoniakvorming gering was.

Bij het ledigen werd van alle dagmonsters de pH bepaald.

TABEL 12. pH der dagmonsters van de koolzuursilage.

	bovenste boorlaag	onderste boorlaag	
1e dagmonster	4.62	3.72	1st daily-sample
2e dagmonster	3.99	3.74	2nd „
3e dagmonster	3.65		3rd „
4e dagmonster	3.74		4th „
5e dagmonster	3.74		5th „
6e dagmonster	3.72		6th „
	<i>upper bored layer</i>	<i>lower bored layer</i>	

TABLE 12. pH of the daily samples of the carbonic acid silage.

Zoals uit deze tabel blijkt, kwamen de samenstellingen van het gras van beide silages goed met elkaar overeen. Het was droog, eiwitarm gras. Dergelijk materiaal laat zich als regel gemakkelijk ensileren. Dit materiaal leende zich daarvoor al bijzonder goed, want de contrôlesilage, die bereid was zonder enig conserveermiddel, was zeer goed geslaagd. Dit is iets, wat bij ons gras niet vaak voor zal komen.

3. SAMENSTELLING VAN HET UIT DE SILO'S GEHAALDE MATERIAAL

Ook nu weer werd de samenstelling van de silages vastgesteld met behulp van boor- en dagmonsters (tabel 16).

TABEL 16. Samenstelling van de silages.

	Droge stof (%)	In de droge stof (%)								
		Organische stof	Eiwitachtige stof	Eiwitachtige stof zonder NH ₃	Werkelijk eiwit	Amiden	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddelen	
Koolzuursilage (<i>carbonic acid silage</i>)										
Boormonsters	20.73	87.79	13.75	12.68	5.69	6.99	50.17	24.94	12.21	<i>borer samples</i>
Dagmonsters	20.52	88.71	13.65	12.40	5.71	6.69	50.76	25.55	11.29	<i>daily samples</i>
Gemiddeld	20.62	88.25	13.70	12.54	5.70	6.84	50.47	25.24	11.75	<i>average</i>
Contrôlesilage (zonder toevoeging) (<i>controlsilage without addition</i>)										
Boormonsters	20.63	88.81	13.77	12.44	6.35	6.09	50.72	25.65	11.19	<i>borer samples</i>
Dagmonsters	19.29	89.11	13.61	12.22	6.46	5.76	49.73	27.16	10.89	<i>daily samples</i>
Gemiddeld	19.96	88.96	13.69	12.33	6.40	5.92	50.23	26.40	11.04	<i>average</i>
	<i>dry matter</i>	<i>organic matter</i>	<i>crude protein</i>	<i>crude protein without NH₃</i>	<i>true protein</i>	<i>amides</i>	<i>fat + N-free extract</i>	<i>crude fibre</i>	<i>mineral matter</i>	
<i>in the dry matter (%)</i>										

TABEL 16. *Composition of the silages.*

Zoals uit deze tabel blijkt, was de overeenstemming tussen de boor- en dagmonsters in het algemeen zeer goed, alleen was er bij de contrôlesilage een aanmerkelijk verschil in het droge-stof-gehalte. Dit vindt waarschijnlijk zijn oorzaak in het feit, dat de silo, waarin deze silage was gemaakt, geen aftapkraan bezat, waardoor de onderste silagelaag erg nat was.

Vergeleken met het uitgangsmateriaal was het gehalte aan eiwitachtige stof (zonder ammonia) iets en het werkelijk-eiwit-gehalte sterk gedaald, terwijl het gehalte aan ruwe celstof en ook dat aan minerale bestanddelen duidelijk was toegenomen.

4. VERLIEZEN AAN DROGE STOF EN DROGE-STOF-BESTANDDELEN.

Een overzicht van de verliezen aan de verschillende bestanddelen is weergegeven in tabel 17.

TABEL 17. Verliezen aan droge stof en droge-stof-bestanddelen in %.

	Koolzuursilage		Contrôlesilage (zonder toevoeging)		
	Volgens boor- monsters	Volgens dag- monsters	Volgens boor- monsters	Volgens dag- monsters	
Droge stof	21.32	22.12	23.31	28.32	<i>dry matter</i>
Organische stof	23.51	23.49	24.65	29.33	<i>organic matter</i>
Eiwitachtige stof	19.49	20.93	22.05	28.01	<i>crude protein</i>
Eiwitachtige stof (zonder ammonia)	24.05	26.53	27.56	33.51	<i>crude protein (without ammonia)</i>
Werkelijk eiwit	58.90	59.15	54.60	56.82	<i>true protein</i>
Amiden	+144.62	+ 131.31	+90.77	+ 68.50	<i>amides</i>
Vet + zetmeelachtige stof	27.83	27.70	28.19	34.19	<i>fat + N-free extract</i>
Ruwe celstof	12.68	11.47	14.65	15.53	<i>crude fibre</i>
Minerale bestanddelen . .	0.98	9.39	10.79	18.83	<i>mineral matter</i>
	<i>according to borer samples</i>	<i>according to daily samples</i>	<i>according to borer samples</i>	<i>according to daily samples</i>	
	<i>carbonic acid silage</i>		<i>controlsilage (without addition)</i>		

TABEL 17. Losses of dry matter and dry-matter-components in %.

Bij de koolzuursilage was een goede overeenstemming tussen de op de beide manieren berekende verliezen. Hier hadden wij dus zonder bezwaar tot het berekenen van gemiddelden over kunnen gaan, doch met het oog op de contrôlesilage hebben wij dit achterwege gelaten. Hier verschilden n.l. door het reeds genoemde verschil in droge-stof-gehalte, de verliespercentages, berekend volgens de boor- en die, berekend volgens de dagmonsters, aanmerkelijk. De verliezen volgens de dagmonsters zijn het meest in overeenstemming met de werkelijkheid en daarom zullen wij deze cijfers aanhouden.

Zoals uit de tabel blijkt, waren de verliezen bij de koolzuursilage nu veel groter dan het vorige jaar. Gedeeltelijk zal dit toegeschreven moeten worden aan het feit, dat het nu een voorjaarsilage betrof, die dus de hele zomer over

+ betekent winst (+ means gain).

heeft moeten staan. Van de organische stof ging 23.5 %, van de eiwitachtige stof 26.5, van de vet- + zetmeelachtige stof 27.7 % en van de ruwe celstof 11.5 % verloren.

Ook nu waren de verliezen bij de contrôlesilage echter weer belangrijk hoger; aan organische stof bedroegen ze 29.3, aan eiwitachtige stof 33.5, aan vet- + zetmeelachtige stof 34.2 en aan ruwe celstof 15.5 %.

5. VERTEERBAARHEIDSBEPALINGEN EN ZETMEELWAARDE.

Van beide silages werd met behulp van hamels de verteerbaarheid bepaald. Deze proeven werden op dezelfde wijze genomen als het vorige jaar; nu werd echter gebruik gemaakt van de dieren 10, 11 en 12.

De uitkomsten zijn opgenomen in tabel 18.

TABEL 18. Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten.

	Opgenomen droge stof (kg per dag)	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof ¹⁾	Vet- + zet- meelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddelen	Werkelijk eiwit
Koolzuursilage (V 162) (carbonic acid silage)								
Samenstelling (composition)								
Silage (No. 4297)	—	20.64	88.96	12.58	52.17	24.21	11.04	5.57
Verteringscoëfficiënten (digestion coefficients)								
Hamel 10 (wether)	0.8419	69.4	74.2	60.5	77.6	74.2	30.6	14.9
Hamel 11 „	0.8425	68.4	73.7	57.5	76.8	75.5	25.7	7.5
Hamel 12 „	0.8374	66.7	70.7	56.0	74.5	70.0	35.0	6.4
Gemiddeld (average)	0.8406	68.2	72.9	58.0	76.3	73.2	30.4	9.6
Contrôlesilage (V 167) (control silage)								
Samenstelling (composition)								
Silage (No. 4386)	—	20.85	88.82	12.59	50.57	25.66	11.18	6.44
Verteringscoëfficiënten (digestion coefficients)								
Hamel 10 (wether)	0.8544	65.4	69.4	55.5	71.7	73.2	30.5	16.0
Hamel 11 „	0.8583	63.1	68.4	49.4	71.6	71.4	21.0	7.2
Hamel 12 „	0.8535	65.4	69.9	54.1	72.5	72.4	30.2	14.9
Gemiddeld (average)	0.8554	64.6	69.4	53.0	71.9	72.3	27.2	12.7
	consumed dry matter (kg a day)	dry matter	organic matter	crude protein ¹⁾	fat + N-free extract	crude fibre	mineral matter	true protein

TABEL 18. Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients.

¹⁾ zonder ammonia (without ammonia).

Daar er bij elke silage een goede overeenstemming tussen de drie stellen verteringscoëfficiënten bestond, konden wij zonder bezwaar hiervan de gemiddelden berekenen.

Verder kwam de samenstelling van de kleine hoeveelheid silage, die voor de verteringsproeven werd gebruikt, zeer goed overeen met die van de gehele silage (tabel 16).

Zoals wij uit tabel 18 kunnen zien, was in het algemeen de koolzuursilage iets beter verteerbaar dan de contrôlesilage. Voor de organische stof bedroegen de gemiddelde verteringscoëfficiënten voor de koolzuur- en de contrôlesilage resp. 72.9 en 69.4, voor de eiwitachtige stof 58.0 en 53.0 en voor de vet- + zetmeelachtige stof 76.3 en 71.9; alleen de verteerbaarheid van de ruwe celstof was bij beide silages practisch dezelfde.

Met behulp van deze gemiddelde verteringscoëfficiënten werd van beide silages het gehalte aan verteerbare bestanddelen, alsmede de zetmeelwaarde berekend; voor factor voor ruwe-celstof-aftrek werd bij beide 0.32 genomen.

TABEL 19. Voedingseigenschappen der droge stof van de beide silages (%).

	Koolzuursilage	Contrôlesilage (zonder enige toevoeging)	
Verteerbare organische stof. .	64.3	61.7	<i>digestible organic matter</i>
Verteerbare eiwitachtige stof ¹⁾	7.27	6.53	<i>digestible crude protein¹⁾</i>
Verteerbaar werkelijk eiwit .	0.55	0.81	<i>digestible true protein</i>
Zetmeelwaarde	55.8	52.9	<i>starch equivalent</i>
	<i>carbonic acid silage</i>	<i>control silage (without any addition)</i>	

TABLE 19. Feeding-value of dry matter of both silages (%).

Zoals uit tabel 19 blijkt, was ook bij deze 2e proef de voederwaarde van de koolzuursilage iets hoger dan die van de contrôlesilage.

6. VERLIEZEN AAN ZETMEELWAARDE EN VERTEERBARE BESTANDDELEN.

Ook nu werd de verteerbaarheid van het verse gras, dat als uitgangsmateriaal heeft gediend, niet proefondervindelijk bepaald.

Bijgevolg moest het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof en de zetmeelwaarde ervan met behulp van formules worden berekend. Daarom moet bij de beschouwing van de absolute grootte van de verliezen enige reserve in acht worden genomen; vergelijkenderwijs zijn ze echter wel juist.

¹⁾ zonder ammonia (*without ammonia*).

Tabel 20. Verliezen (%) aan verteerbare eiwitachtige stof en zetmeelwaarde.

	Koolzuursilage	Contrôlesilage (zonder enige toevoeging)	
Verteerbare eiwitachtige stof .	39.3	49.8	<i>digestible crude protein</i>
Zetmeelwaarde	32.7	41.3	<i>starch equivalent</i>
	<i>carbonic acid silage</i>	<i>control silage (without any addition)</i>	

TABLE 20. Losses (%) of digestible crude protein and starch equivalent.

Dus ook bij deze tweede proef waren de verliezen aan voedingswaarde bij de koolzuursilage aanmerkelijk kleiner dan bij de contrôlesilage, waarbij het gras zonder enige toevoeging was geënsileerd.

IV. OVERZICHT.

Proefneming in het jaar 1945—1946. In de herfst van 1945 werden 2 kleine betonnen silo's met gras gevuld; bij de ene werd tijdens de vulling ruim 4½ % vast koolzuur en bij de andere (contrôlesilage) geen conserveermiddel toegevoegd.

In de eerstgenoemde silo werd 2917 kg en in de tweede 2846 kg gras opgetast.

Het te ensileren gras bevatte resp. 15.8 en 16.7 % droge stof, waarin gemiddeld 22.0 % eiwitachtige stof.

Zoals uit fig. I blijkt, bleef in de eerste weken de temperatuur in de koolzuursilage belangrijk beneden die van de contrôlesilage, wat ongetwijfeld een gunstig effect op de samenstelling van de eerste bacterieflora zal hebben uitgeoefend.

De gemiddelde pH van de *koolzuursilage* was 4.50, het gemiddelde gehalte aan boterzuur bedroeg 0.18 %, terwijl zich 1.41 % melkzuur had gevormd. Van de in water oplosbare stikstof was 23,8 % als ammoniak aanwezig. De bovenste helft was niet geheel geslaagd. De onderste helft was daarentegen goed; ze bevatte geen boterzuur, het melkzuurgehalte was hoog en de eiwitafbraak niet groot.

De gemiddelde pH van de *contrôlesilage* was 5.19, het gehalte aan boterzuur bedroeg 0.75 % en dat aan melkzuur 0.78 %. Van de totaal-stikstof in het sap was 39.8 % in ammoniakvorm aanwezig. De kwaliteit van de koolzuursilage was bijgevolg belangrijk beter dan die van de contrôlesilage.

Bij de koolzuursilage ging 7.0 % van de organische stof, 22.8 % van de eiwitachtige stof, 1.2 % van de vet- + zetmeelachtige stof en 2.8 % van de ruwe celstof verloren. Bij de contrôlesilage bedroegen deze verliescijfers resp. 15.7, 36.8, 10.2 en 5.4 %.

De verliezen bij de koolzuursilage waren dus in het algemeen belangrijk kleiner dan bij de contrôlesilage.

Beide silages werden met behulp van dezelfde drie hamels op verteerbaarheid onderzocht.

Zowel de vet- + zetmeelachtige stof als de ruwe celstof werd bij beide silages vrijwel even goed verteerd. De verteringscoëfficiënt van de eiwitachtige stof was bij de koolzuursilage echter belangrijk hoger dan bij de contrôlesilage (n.l. 68.9 tegen 60.9), wat wel in hoofdzaak een gevolg zal zijn geweest van het veel hogere eiwitgehalte van de koolzuursilage.

Zoals uit tabel 9 blijkt, was de voederwaarde van de koolzuursilage in het algemeen iets hoger dan die van de contrôlesilage, alleen bij het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof was dit verschil belangrijk (in de droge stof 11.67 tegen 9.32 %).

Wat de verliezen aan zetmeelwaarde en verteerbare eiwitachtige stof betreft, hiervoor berekenden wij bij de koolzuursilage resp. 12.7 en 33.4 % en bij de contrôlesilage 24.6 en 51.9 %.

Bij deze proefneming hebben wij bij de koolzuursilage dus veel geringere verliezen gevonden dan bij de contrôlesilage, terwijl ook de kwaliteit van de koolzuursilage belangrijk beter was.

Bij deze proef werd echter ruim 4½ % vast koolzuur toegevoegd, wat veel meer is dan bij de tegenwoordige prijs ervan economisch verantwoord zou zijn; bijgevolg hebben wij het 2e jaar de proef herhaald met 1 % vast koolzuur.

Proefneming in het jaar 1946—1947. In het voorjaar 1946 werden 2 silo's van 3.50 m middellijn en 2.00 m hoogte met gras gevuld; bij de ene (betonnen silo) werd tijdens de vulling ruim 1 % vast koolzuur en bij de andere (houten silo) werd voor contrôle geen conserveermiddel toegevoegd.

In de eerste werd 6370 kg en in de laatste 6331 kg gras gebracht.

Het gras was droog (± 20 % droge stof) en zeer eiwitarm (slechts 13.5 % eiwitachtige stof in de droge stof).

Zoals uit fig. 2 blijkt, was het temperatuursverschil tussen beide silages nu maximaal 3° C. Het is niet waarschijnlijk, dat een dergelijk klein verschil een invloed van enige betekenis op de samenstelling van de eerste bacterieflora zal hebben uitgeoefend.

De *koolzuursilage* bezat een lage pH (3.87), praktisch geen boterzuur en een hoog melkzuurgehalte (2.74 %), terwijl de eiwitafbraak onder ammoniakvorming gering was. De silage was dus uitstekend geslaagd.

Ook de *contrôlesilage* was goed geslaagd: een lage pH (3.86), een laag boterzuurgehalte (0.18%) en een hoog melkzuurgehalte (2.45 %) terwijl ook hier de eiwitafbraak gering was. Toch was er nog een gering verschil ten gunste van de koolzuursilage.

Door het slagen van de silage zonder enige toevoeging wordt nog eens weer de noodzakelijkheid van contrôlesilages bij proefnemingen gedemonstreerd.

Bij de koolzuursilage ging 23.5 % van de organische stof, 26.5 % van de eiwitachtige stof, 27.7 % van de vet- + zetmeelachtige stof en 11.5 % van de ruwe celstof verloren. Bij de contrôlesilage bedroegen deze verliescijfers resp. 29.3, 33.5, 34.2 en 15.5 %.

Dus ook nu waren de verliezen bij de koolzuursilage weer duidelijk kleiner dan bij de contrôlesilage; het verschil was echter niet zo groot als bij de proef van het vorige jaar.

Ook nu werd weer van de beide silages met behulp van 3 hamels de verteerbaarheid bepaald. De verteringscoëfficiënten van de organische stof, de eiwitachtige stof, de vet- + zetmeelachtige stof en de ruwe celstof bedroegen bij de koolzuursilage resp. 72.9, 58.0, 76.3 en 73.2 en bij de contrôlesilage 69.4, 53.0, 71.9 en 72.3. De koolzuursilage was dus in het algemeen iets beter verteerbaar dan de contrôlesilage.

Zoals uit tabel 19 blijkt, was ook bij deze proef de voederwaarde van de koolzuursilage iets groter dan die van de contrôlesilage.

Wat de verliezen aan zetmeelwaarde en verteerbare eiwitachtige stof betreft, hiervoor berekenden wij bij de koolzuursilage resp. 32.7 en 39.3 en bij de contrôlesilage 41.3 en 49.8. Bijgevolg waren ook bij deze proef de verliezen bij de koolzuursilage belangrijk lager dan bij de contrôlesilage.

Doordat bij deze laatse proef de contrôlesilage eveneens goed was geslaagd, valt uit deze proef niet te concluderen, in hoeverre een toevoeging van 1 % vast koolzuur aan een grassilage in het algemeen in staat zal zijn een gunstige invloed op de kwaliteit van de silage uit te oefenen.

We menen echter te moeten betwijfelen, of de hoeveelheid gemakkelijk omzetbare koolhydraten, die door de snelle stopzetting van de ademhaling gespaard blijft en daardoor ter beschikking komt van de melkzuurbacteriën, in het algemeen wel voldoende zal zijn om de melkzuurgisting tot een goed einde te voeren.

Wij zullen daarom de proefnemingen met 1 % vast koolzuur voortzetten om dan tevens eens na te gaan, of de gelijktijdige toevoeging van enige melasse nog verbeterend kan werken.

SUMMARY: ENSILING-EXPERIMENTS WITH SOLID CARBONIC ACID.

Experiment in the year 1945—1946. In the autumn of 1945 two little concrete silos were filled with grass; in one 2917 kg of grass was ensiled with 4½ % of solid carbonic acid and in the other (control) 2846 kg of grass without any addition.

The grass contained about 16 % of dry matter, while the crude protein content of the dry matter amounted to 22 %.

Fig. 1 shows, that in the first weeks the temperature of the carbonic acid silage was importantly lower than that of the control silage, which will undoubtedly have exercised a favourable influence on the composition of the primary bacteriaflora.

The average pH of the carbonic acid silage was 4.50, the average percentage of butyric acid amounted to 0.18 % and that of lactic acid to 1.41 %. In the sap 23.8 % of the total nitrogen was present in the form of ammonia. The upper half had not succeeded completely; on the other hand the lower half was good: no butyric acid, the lactic acid content was high and the degree of protein break-down not great.

The average pH of the control silage was 5.19, the butyric acid content amounted to 0.75 % and the lactic acid content to 0.78 %. In the sap 39.8 % of the total nitrogen was present in the form of ammonia. Consequently the

quality of the carbonic acid silage was considerably better than that of the control silage.

In the case of the carbonic acid silage there was a loss in organic matter of 7.0 % and for the control silage this figure was 15.7 %; the losses in crude protein amounted to 22.8 and 36.8 %, those in nitrogen-free extractives to 1.2 and 10.2 % and those in crude fibre to 2.8 and 5.4 %, respectively.

Consequently in the case of the carbonic acid silage the losses were much lower than in the control silage.

The digestibility of both silages was determined by using three wethers.

The digestion coefficients are summarized in table 8. Between both silages there was practically no difference in digestibility of the nitrogen-free extractives and in that of the crude fibre. However in the carbonic acid silage the digestion coefficient of the crude protein was considerably higher than in the control silage.

Table 9 shows, that in general the feeding value of the carbonic acid silage was a little higher than that of the control silage, only the difference in the digestible crude protein content was considerable. The losses in starch equivalent and in digestible crude protein are mentioned in table 10. In the carbonic acid silage these losses were much lower than in the control silage.

However, in this experiment we made use of 4½ % of solid carbonic acid, which, at the present price of this substance, will certainly be very uneconomical.

Consequently in the following experiment we have added only 1 % of solid carbonic acid.

Experiment in the year 1946—1947. In the spring of 1946 two silos (diameter 3.50 m and height 2.00 m) were filled with grass; in one (concrete silo) 6370 kg of grass was ensiled with 1 % of solid carbonic acid and in the other (wooden silo) 6331 kg of grass with no addition (control silage).

The grass was dry (dry matter content about 20 %) and very poor in protein (crude protein content in the dry matter 13.5 %).

Fig. 2 shows, that now the difference in temperature between both silages was less than 3° C. It is improbable, that such a little difference will greatly influence the composition of the primary bacteriaflora.

The carbonic acid silage had very well succeeded (pH 3.87, practically no butyric acid, 2.74 % of lactic acid and a low protein breakdown).

However the control silage had well succeeded too (pH 3.86, 0.18 % of butyric acid, 2.45 % of lactic acid, while the protein break-down was small). However, there was still a difference in favour of the carbonic acid silage, but this difference was small.

In the carbonic acid silage there was a loss in organic matter of 23.5 % and in the control silage of 29.3 %, the losses in crude protein amounted to 26.5 and 33.5 %, those in nitrogen-free extractives to 27.7 and 34.2 % and those in crude fibre to 11.5 and 15.5 %, respectively. Consequently in this case, too, the losses in the carbonic acid silage were lower than those in the control silage; however, the difference was a little smaller than in the first experiment.

The digestibility of both silages was determined by using three wethers.

The digestion coefficients are summarized in table 18. In general the

animals digested the constituents of the carbonic acid silage a little better than those of the control silage.

Table 19 shows, that also in this experiment the feeding value of the carbonic acid silage was a little higher than that of the control silage.

The losses in starch equivalent and in digestible crude protein are mentioned in table 20. Also in this experiment the losses in the carbonic acid silage were considerably lower than those in the control silage.

Because the control silage in this experiment had well succeeded too, it is not possible to conclude, in how far an addition of 1 % of solid carbonic acid to a grass-silage will be able to exercise a favourable influence on the quality of this silage.

In our opinion a possible favourable effect will be due to the fact, that by a rapid stopping of the respiration the losses on the easily fermentable carbohydrates (sugars) will be prevented. However, it is still an open question, whether the quantity of sugar, that in this manner will be available for the lactic acid bacteria, will, in general, be large enough to bring the lactic acid fermentation to a favourable ending.

That is why we intend to repeat our ensiling-experiment with 1 % of solid carbonic acid and then, at the same time, study the effect of a simultaneous addition of a small quantity of molasses.

LITERATUUR.

1. VAN ALBADA, *Versl. landbk. Onderz.* **52** (1946) 144.
2. CRASEMANN, *Zürcher Bauer*, No. **34** (23 Maart) 1934 (afdruk).
3. DIJKSTRA, *Versl. landbk. Onderz.* **54.11.** (1949).
4. MIDDELVELDT, *Fries Landbouwblad* **43** (1946) No. 21 (6 Dec.).
5. PAVLAK, BAYER, *Futterkammern des Systems „Moravia“* Brünn, 1931.
6. SAMARANI, *Revue Internationale de renseignements agricoles*, Nouvelle Série 1924, vol. II, pg. 350.
7. SCHEUNERT, *Ill. landw. Ztg.* **42** (1922) 229.
8. SCHMIDT, *Tierernährung* **6** (1934) 481.
9. SLOOFF, Octrooi No. 57466 Ned. (16 Aug. 1945).
10. TYRILEIV, ULVESLI, *Norsk. Landbruk* **11** (1945) 74 en 91.
11. ZEILER, *Ill. landw. Ztg.* **40** (1920) 229.