

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN

PROEFNEMINGEN OVER ENSILEREN MET KOOLZUUR II

WITH A SUMMARY :
ENSILING EXPERIMENTS WITH CARBONIC ACID
II

N. D. DIJKSTRA



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 57.10 • 'S-GRAVENHAGE • 1951

224761

INHOUD¹

I. INLEIDING	3
II. PROEFNEMINGEN IN HET JAAR 1948-'49	4
1. De ensileringen	4
2. Samenstelling van het in- en uitgereden materiaal	7
3. Verliezen aan droge stof en droge-stof-bestanddelen	7
III. PROEFNEMINGEN IN HET JAAR 1949-'50	10
1. De ensileringen	10
2. Samenstelling van het in- en uitgereden materiaal	12
3. Verliezen aan droge stof en droge-stof-bestanddelen	12
4. Verteerbaarheidsbepalingen en zetmeelwaarde	14
5. Verliezen aan verteerbaar ruw eiwit en zetmeelwaarde	14
OVERZICHT	15
CONTENTS AND SUMMARY	17

¹ Manuscript ontvangen Juli 1951.

De auteur, Dr N. D. Dijkstra, is scheikundige bij het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn.

I. INLEIDING

Kort geleden werd verslag uitgebracht over een tweetal ensileringsproeven van gras met vast koolzuur (1).

Bij de eerste proefneming, genomen in de herfst van 1945, werd gras geënsileerd in een betonnen silo onder toevoeging van $4\frac{1}{2}\%$ vast koolzuur.

Door deze grote koolzuurtoevoeging lag de temperatuur van deze silage in de eerste week tussen 10 en 12°C, terwijl die van de contrôlesilage (zonder toevoeging) was opgelopen van 18 tot 23°C. Bij deze proefneming werden bij de koolzuursilage geringere verliezen gevonden dan bij de contrôlesilage, terwijl ook de kwaliteit van de koolzuursilage minder slecht was. Een deel van dit gunstige effect zal ongetwijfeld aan de temperatuursverlaging moeten worden toegeschreven, die een gunstig remmende werking op de ontwikkeling van de bacteriën zal hebben uitgeoefend.

Daar de toevoeging van $4\frac{1}{2}\%$ vast koolzuur in verband met de prijs veel te groot was, werden de volgende proeven genomen met 1% vast koolzuur, een hoeveelheid, die bij een goed resultaat economisch verantwoord mag worden geacht.

Bij de tweede proef, genomen in het voorjaar van 1946, werd gras geënsileerd in een betonnen silo onder toevoeging van 1% vast koolzuur. Nu was het temperatuursverschil tussen de koolzuur- en de contrôlesilage slechts onbetekenend en bedroeg maximaal 3°C.

Doordat het gras tengevolge van droogte zeer eiwitarm was, leverde niet alleen de ensilering met koolzuur, doch ook die zonder enige toevoeging, een uitstekend geslaagde silage op. Hierdoor was het niet mogelijk uit deze proef een conclusie te trekken over de invloed van een toevoeging van 1% vast koolzuur op de kwaliteit van de silage.

Door de langdurige droogte was in de herfst van 1947 geen gras beschikbaar en daarom werd toen voor de ensileringsproef met vast koolzuur geen gebruik gemaakt van gras, maar van loof van cichorei (2). Gelijktijdig werden twee gedraineerde houten silo's hiermede gevuld; bij de ene werd 1% vast koolzuur, bij de tweede niets toegevoegd.

De toevoeging van koolzuur heeft bij deze proef vrijwel geen effect gehad. Beide silages waren niet geslaagd; ze bezaten een hoge pH, een vrij hoog boterzuur- en een laag melkzuurgehalte, terwijl ook de eiwitafbraak vrij groot was.

II. PROEFNEMINGEN IN HET JAAR 1948-'49

In de herfst van 1948 werden de ensileringsproeven onder toevoeging van 1 % vast koolzuur voortgezet. Bij deze toevoeging zal, daar de temperatuursverlaging hierbij gering is, de gunstige werking vrijwel uitsluitend moeten komen van een snelle luchtverdringing, waardoor de ademhalingsverliezen zullen worden beperkt. Wanneer van de toevoeging echter tevens geen gunstige, conserverende werking uit zou gaan, dan kunnen in de silage zodanige omzettingen optreden, dat dit voordeel later weer verloren teniet gedaan zou kunnen worden.

Theoretisch kan er echter van de koolzuurtoevoeging wel een gunstig conserverings-effect uitgaan. Door de snelle stopzetting van de ademhaling worden de gemakkelijk omzetbare koolhydraten van het gras gespaard, die dan weer op hun beurt als voedingsbodem kunnen dienen van de melkzuurbacteriën.

Wij vreesden echter, dat de hoeveelheid gemakkelijk omzetbare koolhydraten in gras en wel speciaal in herfstgras, zelfs al werd ze volkomen gespaard, in het algemeen niet voldoende zou zijn om de melkzuurgisting tot een goed einde te voeren. Daarom werd bij deze voortgezette proefnemingen tevens nagegaan, of de gelijktijdige toevoeging van enige melasse nog verbeterend zou werken.

Er werden 3 silo's gevuld met herfstgras; bij de ene werd 1 % melasse toegevoegd, bij een tweede 1 % koolzuur en bij een derde zowel melasse als koolzuur.

1. DE ENSILERINGEN

De voor de ensileringen gebruikte silo's waren gedraineerde houten silo's van 3,50 m middellijn en 2,00 m hoogte. Hierbij waren houten opzetstukken van 1,50 m.

a. Silo II (koolzuur).

Vulling. De vulling van deze silo vond plaats op 21, 22 en 23 Sept. 1948. De eerste dag werd 4635 kg gras geënsileerd, de tweede dag 5010 en de derde dag nog 2330 kg, zodat in totaal 11.975 kg gras in deze silo werd gebracht.

Het gras was steeds 's middags tevoren gemaaid en daarna „opgewierd”.

De toevoeging van koolzuur. De toevoeging van koolzuur geschiedde op dezelfde wijze als bij de vorige proeven. Voor elke graslaag van ± 100 kg werd 1 kg fijn gemaakt koolzuurijs afgewogen, dat direct naar de silo werd gebracht en hierin werd uitgestrooid. Dadelijk werd hierop dan een graslaag uitgespreid, die flink werd vastgetrapt, daarop weer koolzuurijs en zo vervolgens. In totaal werd 120 kg koolzuur afgewogen op de 11.975 kg gras, dit is dus 1 % koolzuur.

Om koolzuurverlies tegen te gaan, waren de naden van het opzetstuk zo goed mogelijk dicht gemaakt met behulp van karton en jute zakken. Om dezelfde reden werd ook 's avonds een dekzeil over de silage gelegd.

Afdekking. Dadelijk na beëindiging der vulling, werd het grasoppervlak afgedekt met oude jute zakken. Hierop werd dezelfde avond nog een grondlaag gelegd, die de volgende dag op 50 cm dikte werd gebracht. Zodra het grondoppervlak beneden de silorand zakte, werd de silo tegen inregenen afgedekt met metalen platen.

Drainage. Het gras, dat de eerste dag werd geënsileerd, was vrij droog (21,65 % droge stof); tengevolge van regen was het droge-stof-gehalte van het gras op de tweede dag gedaald tot 18,59 % en op de derde dag tot 16,78 %. Het gemiddelde droge-stof-percentages van het geënsileerde gras was 19,42, dus vrij hoog.

Tengevolge hiervan liep tijdens het ensileren de drain niet; pas enkele dagen later begon ze langzaam te lopen.

Opening en lediging. Op 15 Febr. 1949 werd de grondlaag verwijderd. Doordat de zakken vergaan

waren, was het moeilijk de bovenlaag, die iets schimmel bevatte, volledig van de grondlaag te scheiden. Er werd een laagje van 57 kg als afval verwijderd.

De silage werd bemonsterd door het nemen van boor- en dagmonsters, telkens van een laag van maximaal 50 cm dikte. De silage werd in 3 lagen bemonsterd, die van boven naar beneden 3636, 3391 en 2253 kg bevatten, zodat in totaal 9280 kg silage uit deze silo werd gehaald.

Hoedanigheid van de silage. De reuk en kleur gaven reeds aan, dat de silage verre van geslaagd was. In de boormonsters werden ook nu weer de gewone bepalingen verricht. Het resultaat van deze analyse is vermeld in tabel 1.

TABEL 1. Analyse der boormonsters van silage uit silo II (koolzuur)

	pH	Azijszuur (%)	Boterzuur (%)	Melkzuur (%)	NH ₃ -N in % van de opgeloste totaal-N	
1e boorlaag	5,18	0,59	1,83	0,11	54,6	1st borer layer
2e „	5,40	0,48	2,11	0,33	57,0	2nd „ „
3e „	4,80	0,65	1,07	1,25	55,8	3rd „ „
GEMIDDELD	5,17	0,56	1,75	0,47	55,8	Average

	pH	Acetic acid (%)	Butyric acid (%)	Lactic acid (%)	NH ₃ -N in % of the dissolved total-N	
--	----	--------------------	---------------------	--------------------	---	--

TABLE 1. Analysis of the borer layers of silage a (carbonic acid)

Zoals uit deze tabel blijkt, was de kwaliteit van de silage slecht: hoge pH, hoog boterzuurgehalte, laag melkzuurgehalte en een sterke eiwitafbraak.

De pH's der dagmonsters varieerden van 5,02 tot 5,52.

b. Silo III (melasse).

Vulling. De vulling van deze silo vond eveneens plaats op 21, 22 en 23 Sept. 1948. Op de eerste dag werd 4540 kg gras in de silo gebracht, de tweede dag 4979 en de derde dag 2594 kg, zodat in totaal 12.113 kg gras in deze silo werd geënsileerd.

Besproeiing. Tijdens de vulling werd het gras in lagen van ± 100 kg besproeid met een melasse-oplossing. Oorspronkelijk lag het in de bedoeling te sproeien met een melasse-oplossing, die verkregen was door menging van gelijke gewichtsdelen melasse en water. De hoeveelheid, welke hiervan toegevoegd moest worden, was te gering voor een goede verdeling en daarom werd deze oplossing verder verdund (1 vol. deel verdunde melasse + 2 vol. delen water). De uiteindelijk gebruikte melasse-oplossing bevatte 0,196 kg melasse per liter; van deze oplossing werd in totaal 728 l gebruikt, wat overeenkwam met 6,01 l per 100 kg gras of 1,178 kg onverdunde melasse.

Van de onverdunde melasse kunnen de volgende gegevens worden vermeld:

S.G. bij 21° C	1,400
Droge stof (g per 100 g)	73,40
Ruw eiwit („ „ 100 „)	2,25
As („ „ 100 „)	5,08
Suiker („ „ 100 „)	61,9

Onder asgehalte wordt verstaan: sulfaat $\times 0,9$ en onder suiker: saccharose volgens LUFF (S = 1,9 F₂).

Het suikergehalte van de melasse was zeer hoog. De met de melasse toegevoegde hoeveelheid suiker bedroeg in dit geval 0,73 kg per 100 kg gras.

Afdekking en drainage. Deze waren juist als bij de vorige silage.

Opening en lediging. Op 1 Maart werd de grondlaag weggenomen. Ook hier waren de zakken vol-

ledig vergaan. Een laagje van 81 kg werd als afval verwijderd. De bemonstering geschiedde in 3 lagen, die overeenkwamen met 3970, 3787 en 1886 kg, zodat in totaal 9643 kg bruikbare silage uit deze silo werd gehaald.

Hoedanigheid van de silage. De geur en kleur waren vrijwel gelijk aan die van de vorige silage; misschien was de geur iets minder intensief. De analyses van de boormonsters leverden het volgende resultaat op.

TABEL 2. Analyse der boormonsters van silage uit silo III (ruim 1 % melasse)

	pH	Azijnzuur (%)	Boterzuur (%)	Melkzuur (%)	NH ₃ -N in % van de opgeloste totaal-N	
1e boorlaag	5,17	0,41	1,76	0,41	48,8	1st borer layer
2e „	4,86	0,45	1,21	0,77	40,5	2nd „ „
3e „	4,93	0,50	1,10	0,56	35,3	3rd „ „
GEMIDDELD	5,00	0,44	1,41	0,58	42,9	Average

	pH	Acetic acid (%)	Butyric acid (%)	Lactic acid (%)	NH ₃ -N in % of the dissolved total-N	
--	----	-----------------	------------------	-----------------	--	--

TABEL 2. Analysis of the borer layers of silage b (a little molasses)

Zoals uit deze tabel blijkt, was ook deze silage niet geslaagd. Toch was ze iets minder slecht dan de koolzuursilage; speciaal de eiwitontleding was geringer. De toevoeging van ruim 1 % melasse heeft dus enigszins gunstig gewerkt.

Bij deze silage varieerden de pH's der dagmonsters van 5,00 tot 5,26.

c. Silo I (melasse + koolzuur)

Vulling. Ook deze silo werd op 21, 22 en 23 Sept. 1948 gevuld. Op de eerste dag werd 4465 kg gras geënsileerd, op de tweede dag 5131 kg en op de derde dag 2522 kg, zodat in totaal 12.118 kg gras in deze silo werd gebracht.

Toevoeging. Tijdens de vulling werden zowel koolzuur als melasse toegevoegd. In totaal werd voor deze silo 121 kg koolzuur afgewogen, d.i. dus 1% koolzuur, en verder werd per 100 kg gras 6,0 l van de sterk verdunde melasse-oplossing gesproeid, wat overeenkwam met 1,178 kg onverdunde melasse per 100 kg gras.

Afdekking en drainage. Deze waren juist als bij de vorige silages.

Temperatuur. Zowel bij deze als bij de melassesilage werd het temperatuursverloop nagegaan. Bij de silage, waarbij de koolzuur was toegevoegd, lag de temperatuur iets lager. Het verschil was echter uiterst klein en bedroeg op zijn hoogst 1,7° C.

Opening en lediging. Op 31 Jan. 1949 werd de grondlaag verwijderd. Ook bij deze silage waren de zakken vergaan en was daardoor het bovenste laagje met grond verontreinigd. Een laagje van 68 kg werd als afval weggedaan. De bemonstering geschiedde in 3 lagen, die van boven naar beneden resp. 3595, 3619 en 2305 kg bevatten, zodat in totaal 9519 kg silage uit deze silo werd gehaald.

Hoedanigheid van de silage. Uit reuk en kleur bleek reeds dadelijk, dat ook deze silage niet geslaagd was. De analyses van de boormonsters zijn vermeld in tabel 3.

Bij deze silage daalde de pH der dagmonsters geleidelijk van boven naar beneden van 5,09 tot 4,58.

Zoals uit tabel 3 blijkt, was ook deze silage niet goed gelukt.

TABEL 3. Analyse van de boormonsters van silage uit silo I (koolzuur + melasse)

	pH	Azijnzuur (%)	Boterzuur (%)	Melkzuur (%)	NH ₃ -N in % van de opgeloste totaal-N	
1e boorlaag	5,03	0,45	1,65	0,49	50,5	1st borer layer
2e "	4,78	0,42	1,20	1,01	40,1	2nd " "
3e "	4,21	0,54	0,40	1,77	23,6	3rd " "
GEMIDDELD	4,74	0,46	1,18	1,00	40,0	Average

	pH	Acetic acid (%)	Butyric acid (%)	Lactic acid (%)	NH ₃ -N in % of the dissolved total-N	
--	----	-----------------	------------------	-----------------	--	--

TABLE 3. Analysis of the borer layers of silage c (carbonic acid + a little molasses)

Geen der drie silages was dus geslaagd. Er was echter nog wel een verschil in kwaliteit. De silage met alleen koolzuur was de slechtste; de toevoeging van ruim 1 % melasse heeft dus enigszins gunstig gewerkt. Bij vergelijking van de silage uit silo I met die uit silo III blijkt, dat de kwaliteit van de eerste en tweede boorlaag van beide vrijwel gelijk was, alleen de onderste laag van silo I was beter dan die van silo III; hier was dus enig effect van de koolzuurtoevoeging te constateren.

2. SAMENSTELLING VAN HET IN- EN UITGEREDEN MATERIAAL

De samenstelling van het gras, dat voor de vulling van beide silo's is gebruikt, is weergegeven in tabel 4. De samenstelling van beide silages werd vastgesteld zowel met behulp van de boor- als van de dagmonsters. In tabel 4 zijn deze beide samenstellingen opgenomen, alsmede de gemiddelde cijfers.

Zoals uit het droge-stof-gehalte van het gras blijkt, was het gras bij het ensileren mooi droog. Er was geen groot verschil in de samenstelling van het gras, dat voor vulling van de verschillende silo's is gebruikt; het gehalte aan ruw eiwit in de droge stof varieerde van 18,9 tot 19,5 % en dat aan ruwe celstof van 23,4 tot 24,1 %.

Er was wel enig verschil in samenstelling tussen de silages. Het eiwitgehalte van de silages uit silo II was het laagst en het ruwe-celstof-gehalte het hoogst; dan volgde de silage uit silo III, terwijl tenslotte die uit silo I het hoogste eiwitgehalte en het laagste ruwe-celstof-percentage bezat. Deze verschillen lagen juist in dezelfde richting als bij de kwaliteit is gevonden: de silage uit silo II was de slechtste, daarna volgde die uit silo III, terwijl tenslotte die uit silo I de minst slechte was.

Ten opzichte van het uitgangsmateriaal was het eiwitgehalte bij alle drie silages sterk gedaald en het ruwe-celstof-gehalte flink gestegen. Zelfs bij de minst slechte silage bedroeg de daling in het ruw-eiwit-gehalte (zonder ammonia) nog ruim 4½ % (van 18,56 tot 14,00) en de stijging in het ruwe-celstof-percentage nog bijna 3 % (van 23,44 tot 26,36).

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

Een overzicht van de verliezen in procenten is weergegeven in tabel 5.

Zoals uit tabel 5 blijkt, waren er, ook wat de verliezen betreft, geen grote verschillen tussen de drie silages. In de ruw-eiwit-verliezen was dezelfde lijn weer te bespeuren, die wij bij de kwaliteit en de samenstelling reeds vermeldde: bij silo II de grootste

TABEL 5. Verliezen aan droge stof en droge-stof-bestanddelen in %

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit zonder ammoniak	Werkelijk eiwit	Ruw vet + overige kool- hydraten	Ruwe celstof	As	
Silo II (CO₂)								<i>Silage a (CO₂)</i>
Volgens boormonsters .	19,47	20,93	44,91	55,38	17,14	8,96	9,90	<i>Borer samples</i>
Volgens dagmonsters .	21,12	22,34	46,75	56,50	18,63	9,88	13,06	<i>Daily samples</i>
GEMIDDELD	20,30	21,64	45,83	55,94	17,88	9,42	11,48	<i>Average</i>
Silo III (1 % melasse)								<i>Silage b (a little molasses)</i>
Volgens boormonsters .	15,36	17,70	37,95	51,06	17,03	2,88	+1,22	<i>Borer samples</i>
Volgens dagmonsters .	18,28	19,70	40,67	51,82	19,89	2,55	8,26	<i>Daily samples</i>
GEMIDDELD	16,82	18,70	39,31	51,44	18,46	2,72	3,52	<i>Average</i>
Silo I (CO₂ + melasse)								<i>Silage c (CO₂ + molasses)</i>
Volgens boormonsters .	17,36	18,37	35,14	52,28	19,01	3,64	10,58	<i>Borer samples</i>
Volgens dagmonsters .	20,91	21,38	38,24	52,23	22,22	6,19	17,72	<i>Daily samples</i>
GEMIDDELD	19,14	19,88	36,69	52,26	20,62	4,92	14,15	<i>Average</i>
	<i>Dry matter</i>	<i>Organic matter</i>	<i>Crude protein without ammonia</i>	<i>True protein</i>	<i>Fat + N-free extract</i>	<i>Crude fibre</i>	<i>Mineral matter</i>	

TABLE 5. Losses of dry matter and other components in %

eiwitverliezen, bij silo III iets minder groot en bij silo I nog iets minder.

Overigens zat er weinig lijn in de verliescijfers. In het geheel genomen waren de verliezen het grootst bij de silage uit silo II, waarbij wel koolzuur was gevoegd, en het geringst bij die uit silo III, de silage, waarbij bij de vulling in het geheel geen koolzuur is gebruikt. Uit deze verliescijfers valt geen gunstige invloed van de koolzuur toevoeging te constateren.

III. PROEFNEMINGEN IN HET JAAR 1949-'50

In de herfst van 1949 werd ten slotte nog een ensileringsproef genomen met gasvormig koolzuur.

Bij dit zgn. MIEVIS-koolzuurprocédé wordt het koolzuurgas uit de cylinder met behulp van een „sileersonde” in het gras in de silo gebracht.

Er werden 2 silo's gelijktijdig gevuld met herfstgras; bij de ene werd koolzuurgas toegevoegd, terwijl bij de andere, die als contrôle diende, geen toevoeging werd gezigd.

1. DE ENSILERINGEN

De voor de ensileringen gebruikte silo's waren waterdichte betonnen silo's van 2,00 m middellijn en $\pm 1,63$ m hoogte. Hierbij waren houten opzetstukken van 1,00 m.

a. Kleine betonsilo I (koolzuur).

Vulling. Bij deze silo was van tevoren het opzetstuk reeds aangebracht. Dit opzetstuk bezat praktisch geen naden. De naad tussen de betonrand en het opzetstuk werd van een behoorlijke afdichting voorzien om het uitstromen van het koolzuurgas te voorkomen.

De vulling vond plaats op 23 September 1949. Het te ensileren gras was droog en iets aan de grove kant.

Zonder onderbreking werd 2416 kg gras in de silo gebracht.

De toevoeging van koolzuur. De koolzuur werd, zoals reeds vermeld, door middel van een „sileersonde” in de silo gebracht. Dit was een lange buis, die aan het ene eind voorzien was van een massief stalen punt. Dicht bij deze punt bevonden zich gaatjes, waar langs het gas kon ontsnappen. Het andere eind van de buis was door middel van een rubberslang verbonden met het aansluitstuk van een koolzuurcylinder. De koolzuurcylinder was op een bascule geplaatst om het gewicht van de toegevoegde koolzuur te kunnen vaststellen.

Voor de verwarming van het uitstromende gas werd gebruik gemaakt van een electrisch verwarmingsapparaat. Gezien de grote snelheid van uitstromen, leek ons het effect hiervan slechts uiterst klein.

Eerst werd enig koolzuurgas onder in de silo geblazen. Hierna werd met het inbrengen van het gras begonnen. Tijdens de vulling werd nu en dan koolzuurgas ingeblazen onder het gras. Naarmate de silo met meer gras werd gevuld, werd de sileersonde verder opgetrokken. Tijdens de vulling werd het gras sterk aangetrapt door 3 à 5 mensen.

Toen de silo en het opzetstuk geheel gevuld waren en het gras goed was aangetrapt, was in totaal 15,41 kg koolzuur in de silo gestroomd. Dit was een zeer grote hoeveelheid, want volgens de gebruikers van koolzuur bij ensileringen in Duitsland kan met de helft van deze hoeveelheid worden volstaan.

Afdekking. Dadelijk na beëindiging der vulling werd het grasoppervlak afgedekt met jute zakken. Hierop werd dadelijk een grondlaag gelegd, die de volgende morgen op 50 cm dikte werd gebracht. Zodra het grondoppervlak ongeveer tot de silorand was gezakt, werd de silo tegen inregenen afgedekt met metalen platen.

Drainage. De drain is van het begin af gesloten gebleven. Op 15 Febr., dus na bijna 5 maanden, werd de stop verwijderd, waarna het sap uit de silo begon te stromen. De pH van het wegstromende sap was 4,99.

Opening en lediging. Op 23 Maart werd de grondlaag weggenomen. De zakken waren vergaan, waardoor de bovenlaag der silage moeilijk van de grondlaag was te scheiden. Toch hoefde tenslotte niets van de silage als afval te worden weggedaan. De bemonstering geschiedde in 2 lagen, die corresponderden met 1038 en 1151 kg, zodat in totaal 2189 kg silage uit deze silo werd gehaald.

Hoedanigheid van de silage. De reuk en kleur gaven reeds aan, dat de silage verre van geslaagd was. In de boormonsters werden ook nu weer de gewone bepalingen verricht. De resultaten hiervan zijn vermeld in tabel 6.

TABLE 6. Analyse der boormonsters van de koolzuursilage

	pH	Azijszuur (%)	Boterzuur (%)	Melkzuur (%)	NH ₃ -N in % van de opge- loste totaal-N	
1e boorlaag	5,10	0,57	1,47	1,23	48,8	1st borer layer
2e „	5,04	0,82	1,56	1,30	45,1	2nd „ „
GEMIDDELD	5,07	0,70	1,52	1,27	46,9	Average
	pH	Acetic acid (%)	Butyric acid (%)	Lactic acid (%)	NH ₃ -N in % of the dissolved total-N	

TABLE 6. Analysis of the borer layers of the carbonic acid silage

De silage was niet geslaagd: hoge pH, hoog boterzuurgehalte en aanzienlijke eiwitontleding.

De pH's der dagmonsters varieerden van 5,23 tot 4,95.

b. Kleine betonsilo II (geen toevoeging).

Vulling. De vulling van deze silo vond ook op 23 September plaats, terwijl het gebruikte gras vrijwel dezelfde samenstelling had als het vorige. In totaal werd 2449 kg gras in deze silo geënsileerd. Bij de vulling van deze silo werd geen ensileringsmiddel toegevoegd.

Afdekking. Deze was juist als bij de vorige silo.

Drainage. Ook van deze silo is de drain gesloten gebleven tot 15 Febr. Zodra de stop was verwijderd, begon ook hier het sap uit de silo te stromen. De pH van dit sap was 5,27.

Opening en lediging. Op 11 Maart werd de grondlaag weggenomen. Hoewel ook bij deze silage de zakken vergaan waren, behoefde ook hier geen afval te worden weggedaan. De bemonstering geschiedde in 2 lagen; de bovenste kwam overeen met 1201 en de onderste met 1089 kg, zodat in totaal 2290 kg silage uit deze silo werd gehaald.

Hoedanigheid van de silage. De kleur en de reuk waren vrijwel gelijk aan die van de koolzuursilage. De analyse van de boormonsters gaf het volgende resultaat (tabel 7).

TABLE 7. Analyse der boormonsters van de contrôlesilage

	pH	Azijszuur (%)	Boterzuur (%)	Melkzuur (%)	NH ₃ -N in % van de opge- loste totaal-N	
1e boorlaag	5,09	0,74	1,55	0,79	51,0	1st borer layer
2e „	5,03	0,78	1,56	0,85	51,1	2nd „ „
GEMIDDELD	5,06	0,76	1,55	0,82	51,0	Average
	pH	Acetic acid (%)	Butyric acid (%)	Lactic acid (%)	NH ₃ -N in % of the dissolved total-N	

TABLE 7. Analysis of the borer layers of the control-silage

De pH's der dagmonsters daalden geleidelijk van boven naar beneden van 5,49 tot 5,02.

De silage was niet geslaagd: de pH was hoog, het boterzuurgehalte was hoog,

terwijl een sterke eiwitafbraak was opgetreden. Er was weinig verschil met de koolzuursilage. De pH en het boterzuurgehalte van beide silages waren precies gelijk, alleen de eiwitafbraak was bij de koolzuursilage iets lager en het melkzuurgehalte wat hoger.

2. SAMENSTELLING VAN HET IN- EN UITGEREDEN MATERIAAL

De samenstelling van het gras, dat voor de vulling van de beide silo's is gebruikt, alsmede die van de beide silages, zijn weergegeven in tabel 8.

TABEL 8. Samenstelling van het in- en uitgereden materiaal

	Droge stof (%)	In de droge stof (%)						
		Ruw eiwit	Ruw eiwit zonder NH_3	Werkelijk eiwit	Ruw vet + overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	
KLEINE BETONSILO I (CO_2)								<i>Little silo I (CO_2)</i>
Vers gras	20,73	17,98	17,55	13,95	43,89	27,10	11,46	<i>Fresh grass</i>
Silage								<i>Silage</i>
Boormonsters	19,93	15,19	13,37	7,67	46,61	27,21	12,81	<i>Borer samples</i>
Dagmonsters	20,78	15,94	13,52	7,58	46,51	27,27	12,70	<i>Daily samples</i>
GEMIDDELD	20,36		13,44	7,62	46,56	27,24	12,76	<i>Average</i>
KLEINE BETONSILO II (geen toevoeging)								<i>Little silo II (no addition)</i>
Vers gras	20,65	18,16	17,68	14,15	44,45	26,28	11,59	<i>Fresh grass</i>
Silage								<i>Silage</i>
Boormonsters	19,80	14,49	12,72	7,55	47,48	27,01	12,79	<i>Borer samples</i>
Dagmonsters	20,12	14,93	12,72	7,51	47,11	27,69	12,48	<i>Daily samples</i>
GEMIDDELD	19,96		12,72	7,53	47,29	27,35	12,64	<i>Average</i>
	Dry matter (%)	In the dry matter (%)						
		Crude protein	Crude protein without NH_3	True protein	Fat + N-free extract	Crude fibre	Mineral matter	

TABEL 8. Composition of the fresh grass and the silages

Het gras, dat voor het ensilieren werd gebruikt, was mooi droog en niet bijzonder eiwitrijk. Het uitgangsmateriaal voor beide silages had vrijwel een gelijke samenstelling.

Ook de samenstelling van de beide silages was vrijwel gelijk. Er was alleen een verschil in het ruw-eiwit-gehalte ten gunste van de koolzuursilage; dit verschil was echter slechts klein (13,4 tegen 12,7 %).

Ten opzichte van het uitgangsmateriaal was ook bij deze silages het eiwitgehalte weer sterk gedaald (4 à 5 %).

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

Een overzicht van de verliezen in procenten is weergegeven in tabel 9.

TABLE 9. Verliezen aan droge stof en droge-stof-bestanddelen in %

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit zonder ammo- niak	Werkelijk eiwit	Ruw vet + overige kool- hydraten	Ruwe celstof	As	
KLEINE BETONSILO I (CO ₂)								<i>Little silo I (CO₂)</i>
Volgens boormonsters . .	12,89	14,22	33,62	52,08	7,51	12,52	2,61	<i>Borer samples</i>
Volgens dagmonsters . .	9,18	10,45	30,05	50,67	3,75	8,62	+0,64	<i>Daily samples</i>
GEMIDDELD	11,04	12,34	31,84	51,38	5,63	10,57	0,98	<i>Average</i>
KLEINE BETONSILO II (geen toevoeging)								<i>Little silo II (no addition)</i>
Volgens boormonsters . .	10,33	11,54	35,50	52,17	4,20	7,85	1,07	<i>Borer samples</i>
Volgens dagmonsters . .	8,91	9,84	34,46	51,65	3,47	4,03	1,88	<i>Daily samples</i>
GEMIDDELD	9,62	10,69	34,98	51,91	3,84	5,94	1,48	<i>Average</i>
	<i>Dry matter</i>	<i>Organic matter</i>	<i>Crude protein without NH₃</i>	<i>True protein</i>	<i>Fat + N-free extract</i>	<i>Crude fibre</i>	<i>Mineral matter</i>	

TABLE 9. Losses in dry matter and other components in %

In het algemeen genomen waren de verliezen bij de koolzuursilage niet kleiner dan bij de contrôlesilage (zonder conserveringsmiddel), alleen bij het ruw eiwit was er een klein verschil ten gunste van de koolzuursilage.

TABLE 10. Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten van de contrôlesilage (zonder toevoeging) (V 223)

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit zonder ammoniak	Ruw vet + overige kool- hydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit	
Samenstelling	20,34		12,97	46,62	27,51	12,90	7,73	<i>Composition</i>
Verteringscoëfficiënten								<i>Digestion coefficients</i>
Hamel G	58,7	61,4	43,8	60,6	71,1	40,0	10,1	<i>Wether G</i>
Hamel H	56,9	59,4	48,6	58,5	66,0	40,1	17,3	<i>Wether H</i>
Hamel J	59,5	62,3	53,5	62,0	66,9	40,9	25,6	<i>Wether J</i>
GEMIDDELD	58,4	61,0	48,6	60,4	68,0	40,3	17,7	<i>Average</i>
	<i>Dry matter</i>	<i>Organic matter</i>	<i>Crude protein without ammonia</i>	<i>Fat + N-free extract</i>	<i>Crude fibre</i>	<i>Mineral matter</i>	<i>True protein</i>	

TABLE 10. Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients of the controlsilage (without any addition)

4. VERTEERBAARHEIDSBEPALINGEN EN ZETMEELWAARDE

Omdat er praktisch geen verschil in samenstelling was tussen beide silages, werd alleen van de contrôlesilage (zonder toevoeging) de verteerbaarheid bepaald. Voor deze verteerbaarheidsbepaling werd gebruik gemaakt van de hamels G, H en J. De proef bestond uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van eveneens 10 dagen.

De dieren ontvingen van de silage zoveel als ze konden opnemen zonder al te grote resten in de voederbak achter te laten. Naast de silage ontvingen ze geen ander voeder. Verder werd er voor gezorgd, door de afgewogen hoeveelheid naar het drogestof-gehalte te variëren, dat elk dier gedurende de gehele proef van dag tot dag praktisch dezelfde hoeveelheid droge stof ontving.

De uitkomsten van deze verteringsproef zijn weergegeven in tabel 10.

Uit vergelijking van de samenstelling van de silage uit tabel 10 met die van tabel 8 blijkt, dat de samenstelling van het kleine monster, dat voor de verteringsproef is gebruikt, zeer goed met die van de totale inhoud van beide silo's overeenkomt.

Daarom hebben wij met behulp van de gemiddelde verteringscoëfficiënten uit tabel 10 van beide silages het gehalte aan verteerbaar eiwit en de zetmeelwaarde berekend; voor factor voor ruwe-celstof-af trek werd bij beide 0,33 genomen (tabel 11).

TABEL 11. Voederwaarde der droge stof van de beide silages (%)

	Koolzuur-silage	Contrôle-silage	
Verteerbaar ruw eiwit (zonder NH_3) .	6,53	6,18	<i>Dig. crude protein without ammonia</i>
Verteerbaar werkelijk eiwit	1,35	1,33	<i>Dig. true protein</i>
Zetmeelwaarde	43,8	43,9	<i>Starch equivalent</i>
	<i>Carbonic acid silage</i>	<i>Control silage</i>	

TABLE 11. Feeding value of the dry matter of the two silages (%)

Er was weinig verschil in voederwaarde tussen beide silages, alleen het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit was bij de koolzuursilage iets hoger.

5. VERLIEZEN AAN VERTEERBAAR RUW EIWIT EN ZETMEELWAARDE

De verteerbaarheid van het verse gras, dat als uitgangsmateriaal heeft gediend,

TABEL 12. Verliezen (%) aan verteerbaar ruw eiwit en zetmeelwaarde

	Koolzuur-silage	Contrôle-silage (zonder toevoeging)	
Verteerbaar ruw eiwit	54,3	56,5	<i>Digestible crude protein</i>
Zetmeelwaarde	25,1	25,6	<i>Starch equivalent</i>
	<i>Carbonic acid silage</i>	<i>Control silage (without any addition)</i>	

TABLE 12. Losses (%) in digestible crude protein and starch equivalent

werd niet proefondervindelijk bepaald. Bijgevolg moest het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit en zetmeelwaarde ervan met behulp van formules worden berekend.

Zoals uit tabel 12 blijkt, waren de voederwaardeverliezen bij de koolzuursilage vrijwel even hoog als bij de contrôlesilage, die gemaakt was zonder toevoeging van een ensileringsmiddel.

OVERZICHT

PROEFNEMING IN HET JAAR 1948-1949

In de herfst van 1948 werden 3 gedraineerde houten silo's met gras gevuld; bij de ene werd tijdens de vulling 1 % vast koolzuur toegevoegd, bij een tweede ruim 1 % melasse en bij een derde zowel koolzuur als melasse.

In de eerstgenoemde silo werd 11.975 kg, in de tweede 12.113 kg en in de laatstgenoemde silo 12.118 kg gras gebracht.

Het te ensileren gras bevatte gemiddeld 19,0 % droge stof, waarin gemiddeld 19,2 % ruw eiwit.

Geen der drie silages was geslaagd: hoge pH, hoog boterzuurgehalte en een sterke eiwitafbraak. Er was echter nog wel enig verschil tussen de 3 silages.

De silage met alleen koolzuur was de slechtste; de toevoeging van 1 % melasse heeft dus enigszins gunstig gewerkt. Bij vergelijking van de silage, waaraan zowel koolzuur als melasse was toegevoegd met die, welke alleen maar melasse had ontvangen, bleek slechts een zeer gering effect van de koolzuurtoevoeging. De kwaliteit van verreweg het grootste gedeelte der silages was gelijk, alleen de onderste laag vertoonde een kwaliteitsverschil ten gunste van de silage, waaraan tevens koolzuur was toegevoegd.

Er was een gering verschil in samenstelling tussen de silages. Het eiwitgehalte van de silage, die alleen koolzuur had ontvangen, was het laagst (12,9 %) en die, waaraan zowel melasse als koolzuur was toegevoegd, het hoogst nl. 14,0 %.

Bij de silage, waaraan alleen koolzuur was toegevoegd, waren de verliezen het grootst. Hierbij ging 21,6 % van de organische stof en 45,8 % van het ruw eiwit verloren. Bij de silage, die alleen melasse had ontvangen, waren deze cijfers resp. 18,7 en 39,3 % en bij de silage, waaraan zowel koolzuur als melasse waren toegevoegd, 19,9 en 36,7 %. Uit deze verliescijfers valt geen gunstige invloed van de koolzuurtoevoeging te constateren.

PROEFNEMING IN HET JAAR 1949-1950

Bij deze proefneming werd geen gebruik gemaakt van vast koolzuur, maar van koolzuurgas.

In de herfst van 1949 werden 2 waterdichte kleine betonnen silo's met gras gevuld; bij de ene werd tijdens de vulling koolzuurgas en bij de andere (contrôlesilage) geen conserveermiddel toegevoegd.

In de eerste werd 2416 kg en in de laatste 2449 kg gras gebracht. In totaal werd bij de eerste silo 15,4 kg gasvormig koolzuur toegevoegd.

Het gebruikte gras bevatte 20,7 % droge stof met gemiddeld 18,1 % ruw eiwit.

Beide silages waren niet geslaagd: hoge pH, hoog boterzuurgehalte en sterke eiwitafbraak. Er was weinig verschil tussen beide silages.

Ook de samenstelling van beide silages was vrijwel dezelfde.

In het algemeen genomen waren de verliezen bij de koolzuursilage niet kleiner dan bij de contrôlesilage.

Daar er praktisch geen verschil in samenstelling was tussen beide silages, werd alleen van de contrôlesilage de verteerbaarheid bepaald. Dit geschiedde met behulp van 3 hamels. Voor de verteringscoëfficiënt van de organische stof werd 61,0 gevonden en voor die van het ruw eiwit 48,6.

Zoals uit tabel 11 blijkt, was de voederwaarde van beide silages vrijwel dezelfde.

Voor de verliezen aan zetmeelwaarde en verteerbaar ruw eiwit werd voor de koolzuursilage resp. 25,1 en 54,3 % en voor de contrôlesilage 25,6 en 56,5 % berekend. Bijgevolg waren ook de voederwaardeverliezen bij beide silages vrijwel even hoog.

Samengenomen kunnen wij dus wel zeggen, dat bij deze ensileringsproeven noch de toevoeging van 1 % vast koolzuur, noch de toevoeging van gasvormig koolzuur een noemenswaardig effect heeft gehad.

SUMMARY: ENSILING EXPERIMENTS WITH CARBONIC ACID II

CONTENTS

- I. INTRODUCTION
- II. EXPERIMENTS IN THE YEAR 1948-'49
 1. The silages
 2. Composition of the fresh grass and the silages
 3. Losses in dry matter and dry matter components
- III. EXPERIMENTS IN THE YEAR 1949-'50
 1. The silages
 2. Composition of the fresh grass and the silages
 3. Losses in dry matter and dry matter components
 4. Determinations of digestibility and starch equivalent
 5. Losses in digestible crude protein and starch equivalent

SURVEY

REFERENCES

In a former ensiling experiment (1) we have found that an addition of 4½ % of solid carbonic acid to the grass may lead to an improvement of the quality of the silage and to an important decrease in the losses in feeding-value.

However, the price of solid carbonic acid is so high, that such a large quantity will never be economically justified.

Therefore in the following experiments we used 1 % of solid carbonic acid.

From the first experiment with this addition (1) we were not able to draw a well-founded conclusion, because the control silage without any addition gave a good result too.

However, in this experiment the losses in the carbonic acid silage were smaller than those in the control silage.

In the next experiment (2) fresh chicory tops were ensiled; in one silo with 1 % of solid carbonic acid and in a second without any addition.

It appeared that in this experiment the addition of carbonic acid had no effect at all. Both silages had not succeeded and the losses in the carbonic acid silage were as high as those in the control silage (48 % of the starch equivalent and 69 % of the dig. crude protein).

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

Therefore in the following ensiling-experiment with 1 % of solid carbonic acid, at the same time, we have studied the effect of a simultaneous addition of a small quantity of molasses.

EXPERIMENTS IN THE YEAR 1948-'49

In the autumn of 1948 three drained wooden silos were filled with grass; in the first 11975 kg of grass was ensiled with 1 % of solid carbonic acid, in the second 12113 kg with ample 1 % of molasses and in the third 12118 kg with both carbonic acid and molasses.

The grass contained about 19 % of dry matter, while the crude protein content of the dry matter amounted to 19,2 %.

The quality of the three silages was bad: a high pH, much butyric acid and a large protein breakdown. There was, however, still some difference between the three silages. The silage *a* with carbonic acid only was the worst; consequently, the addition of 1 % molasses had a somewhat better, but insufficient effect.

There was only a very small difference between the silage *b*, made with molasses and the silage *c*, made with both molasses and carbonic acid. Only the lowest layer of silage *c* was somewhat better.

Table 4 shows that there was only a very slight difference in the composition of the three silages.

The losses are given in table 5. In silage *a* (carbonic acid) there was a loss in organic matter of 21,5 %, in silage *b* (molasses) this figure was 18,7 % and in silage *c* (both molasses and carbonic

acid) 19,9 %; the losses in crude protein amounted to 45,8, 39,3 and 36,7 %, respectively. Consequently in this experiment the addition of carbonic acid has not diminished the losses at all.

EXPERIMENTS IN THE YEAR 1949-1950

In this ensiling-experiment gaseous carbonic acid was used. In the autumn of 1949 two little concrete silos were filled with grass; in one 2416 kg of grass was ensiled with in total 15,4 kg of carbonic acid gas and in the other 2449 kg of grass with no addition (control silage).

The grass contained 20,7 % of dry matter with 18,1 % of crude protein.

The quality of both silages was bad: high pH, high butyric acid content and a considerable breakdown of the protein. There was little or no difference between the two silages neither in quality nor in chemical composition.

In general the losses in the carbonic acid silage were as great as those in the control silage.

The digestibility of the control silage was determined by using three wethers. The results of this digestion trial are summarized in table 10.

The losses in starch equivalent and in digestible crude protein are mentioned in table 12. As this table shows the losses in the carbonic acid silage were not smaller than in the control silage.

Summarizing we can state that in these ensiling experiments neither the addition of 1 % solid carbonic acid nor the addition of gaseous carbonic acid had any appreciable effect.

LITERATUUR

1. DIJKSTRA, *Versl. Landbouwk. Onderz.* 55.5 (1949).
2. DIJKSTRA, *Versl. Landbouwk. Onderz.* 55.11 (1949).