

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN.

OVER DEN INVLOED VAN GRAS, GEËNSILEERD ZONDER
TOEVOEGING VAN MINERAAL ZUUR, IN VERGELIJKING
MET HOOI, OP HET ZUUR-BASE-EVENWICHT VAN HET RUND,

DOOR

E. BROUWER EN N. D. DIJKSTRA.

(Ingezonden 13 Juli 1935.)

I. Inleiding.

Meermalen verneemt men de opvatting, dat voeding van aanmerkelijke hoeveelheden silage, ook wanneer deze zonder toevoeging van mineraal zuur¹⁾ is bereid, een schadelijke werking op de kalk- en phosphorstofwisseling en het beenstelsel zou uitoefenen, waarvoor de in de silage aanwezige organische zuren (melkzuur, boterzuur en azijnzuur) veelal aansprakelijk worden gesteld.

De vraag nu, of deze organische zuren inderdaad schadelijk zijn, is meermalen een onderwerp van onderzoek geweest. In Europa namen KELLNER²⁾, VÖLTZ³⁾ en zijn leerlingen, alsook LIEBSCHER⁴⁾ proeven met de zuren zelf, die zij toevoegden aan rantsoenen, bestaande uit gewone, niet geënsileerde voedermiddelen. Bij deze onderzoekingen, welke met hamels werden uitgevoerd, bleek, dat matige hoeveelheden melkzuur of boterzuur, b.v. 1 g per kg lichaamsgewicht en per dag, geen schadelijken invloed uitoefenden op de verteerbaarheid der voedermiddelen en evenmin op de stikstofbalansen. De hoeveelheden, opgenomen in silage, zijn meestal kleiner. LIEBSCHER, die tevens de kalk- en phosphorbalansen bepaalde, kon ook op dit punt van de genoemde doses zuur geen nadeeligen invloed bespeuren. Naar hij meent, was er, wat deze mineraalbalansen betreft, zelfs een gunstige invloed; zeer duidelijk was dit echter niet.

Bij toediening van *grote* hoeveelheden der genoemde zuren werd bij de hierboven vermelde onderzoekingen wèl een depressie van de verteerbaarheid

¹⁾ Over den invloed van *mineraal-zuur-silage* op het zuur-base-evenwicht zie BROUWER, *Versl. landbk. Onderz.*, 40 C, 893 (1934); *Jaarverslag Proefzuivelboerderij over 1934*; *Tierernährung*, 7, 1 (1935).

²⁾ KELLNER, *Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere*, Berlin (1920).

³⁾ VÖLTZ, PAECHTNER, BAUDREXEL, DIETRICH, *Deutschland, Landw. Jahrb.*, 45, 325 (1913); VÖLTZ, JANTZON, *Zeitschr. Tierzücht.*, 11, 1 (1928).

⁴⁾ LIEBSCHER, *Zeitschr. Tierzücht.*, 23, 95 (1932).

van het rantsoen gezien. Van het azijnzuur zijn wellicht ook reeds *kleinere* hoeveelheden nadeelig.

Van uit een eenigszins ander gezichtspunt werd de genoemde vraag door een groep andere onderzoekers bezien. Zij gingen nl. meer direct na, of er bij voeding van organische zuren en van silage symptomen van acidose of zuurvergiftiging van het organisme of althans teekenen van een zuurwerking kunnen worden aangetoond, welke daaraan zijn te herkennen, dat de *pH* en de *alkaliereserve* van het *bloed* dalen, terwijl de *urine zuur* wordt, het *koolzuur-gehalte* ervan lager wordt en het *ammoniakgehalte* stijgt; m.a.w., zij bestudeerden het zgn. *zuur-base-evenwicht*. Een overzicht omtrent dit zuur-base-evenwicht en de verschijnselen van acidose bij het rund vindt men in een vroegere verhandeling uit ons instituut ¹⁾.

Het antwoord op de vraag, of al of niet een acidose intreedt, hangt in hooge mate daarvan af, of de genoemde organische zuren in het organisme niet of wel worden geoxydeerd. In een vroegere publicatie ²⁾ werd reeds uiteengezet, dat volgens de literatuur het laatste het geval is, en tevens werd vermeld, dat ook te Hoorn bleek, dat bij kuilgrasvoeding in mest en urine slechts zeer geringe hoeveelheden vluchtig zuur kunnen worden teruggevonden. Of dit alles evenwel zonder eenige wijziging van het zuur-base-evenwicht plaats vindt, dient nog wel nader te worden onderzocht, temeer daar er ons naderhand verhandelingen onder oogen zijn gekomen, volgens welke de oxydatie van het melkzuur (dat niet vluchtig is en bij het zoeven vermelde onderzoek te Hoorn niet werd onderzocht) in het lichaam, vooral in dat van den mensch, minder gemakkelijk zou plaats vinden. Dit zou in het bijzonder gelden van de links-draaiende modificatie, die geen normaal bestanddeel van het organisme is, in tegenstelling met de rechts-draaiende modificatie ³⁾.

Wat nu den invloed van silage op het zuur-base-evenwicht betreft, hierover werd reeds in 1920 een eerste, oriënteerende proef genomen door BLATHERWICK ⁴⁾. Deze vond, dat voeding van ten hoogste 21 kg maissilage per dag aan een koe de alkaliereserve van het bloedplasma aanmerkelijk deed dalen en aanleiding gaf tot zure urine; onvolledige oxydatie der organische zuren zou de oorzaak zijn. Bij een andere koe evenwel, welke ten hoogste 26 kg per dag ontving, trad de zuurwerking niet duidelijk aan den dag.

Bij eigen proeven met grassilage werd van een zuurwerking niets gemerkt. Zoo produceerden 13 koeien, welke per dier en per dag 6 kg hooi, 20 kg Hol-

¹⁾ BROUWER, l. c.; voor alkalose, d. i. dus het tegengestelde van acidose, zie BROUWER, *Versl. landbk. Onderz.*, 1935.

²⁾ BROUWER, *Landbk. Tijdschr.*, 45, 670 (1933).

³⁾ Zie hieromtrent FÜRTH, ENGEL, *Bioch. Zeitschr.*, 229, 381 (1930).

⁴⁾ BLATHERWICK, *Journ. biol. Chem.*, 42, 517 (1920).

landsch kuilgras en ruim 5 kg geconcentreerd voeder ontvingen, urine met pH 7,75 en met meer dan 200 vol. % totaal-koolzuur ¹⁾, hetgeen volkomen normaal is. Nu ontvingen deze dieren in haar geconcentreerd voeder nog een geringe hoeveelheid krijt, nl. \pm 40 g, dus iets minder dan 1 gramaequivalent. Dit was echter niet het geval bij een andere proef ²⁾, waarbij aan 7 koeien per dier en per dag 7 kg hooi, 18 kg Hollandsch kuilgras en eenig krachtvoeder werden verstrekt, en waarbij de urine-pH zelfs steeg tot boven 8,1; het ammoniakgehalte der urine was hier onbetekenend, terwijl alkalireserve en pH in het bloedplasma volkomen normaal waren.

Bij een proef van PERKINS c.s. ³⁾ bracht voeding met \pm 22,5 kg maissilage per koe en per dag, tezamen met lucernehooi en graan, zelfs na vele maanden geen acidose teweeg.

Bij verdere experimenten ⁴⁾, waarbij een aantal voederrantsoenen telkens bij ten minste twee koeien werden beproefd, werd in de urine o.a. het volgende gevonden.

Rantsoen.	pH.	NH ₃ ⁵⁾ .	Bicarbonaat ⁶⁾ .
Maissilage en graan	7,31	2,55	148
Alleen maissilage	7,57	1,01	131
Maissilage en timotheehooi	7,76	2,71	118
Maissilage en lucernehooi	7,69	0,96	368

Hieruit bleek dus, dat maissilage, gevoederd alleen of in combinatie met andere voedermiddelen, voor zoover onderzocht, geen enkel symptoom van acidose teweegbracht; immers, de urine bleef alkalisch, haar ammoniakgehalte zeer laag en haar koolzuurgehalte tamelijk hoog. Evenmin werden acidoseverschijnselen gezien bij voeding van \pm 750 g azijnzuur of melkzuur per dag en per dier, tezamen met een normaal, silageloos rantsoen. De anders luidende, hiervóór vermelde ervaringen van BLATHERWICK schrijven PERKINS

¹⁾ BROUWER, DE RUYTER DE WILDT, HOLLEMAN, FRENS, *Versl. landbk. Onderz.*, 39 C, 401 (1933); *Verslag Proefzuivelboerderij over 1932*, blz. 135.

²⁾ BROUWER, *Versl. landbk. Onderz.*, 40 C, 893 (1934).

³⁾ PERKINS, HAYDEN, MONROE, *Ohio bimonthly Bull.* 148 (1931). (Volgens PERKINS, MONROE, *Journ. dairy Science*, 16, 413 (1933); het oorspronkelijke artikel hebben wij niet ter inzage kunnen krijgen.)

⁴⁾ PERKINS, MONROE, *Journ. dairy Science*, 16, 413 (1933).

⁵⁾ Uitgedrukt in mg N per 100 cm³.

⁶⁾ Uitgedrukt in vol. % CO₂, bij alkalische urine vrijwel overeenkomende met vol. % totaal-CO₂.

c.s. daaraan toe, dat eerstgenoemde slechts korte perioden nam en daarbij een plotselinge verandering van het rantsoen bewerkstelligde, hetgeen op zich zelf reeds voldoende zou zijn om zure urine te doen ontstaan.

Ofschoon de uitkomsten van PERKINS c.s. geheel in overeenstemming waren met onze ervaringen, hebben wij gemeend het vroegere onderzoek te moeten voortzetten. Weliswaar hadden wij in het bloedplasma geen opvallende veranderingen gevonden, nauwkeurige vergelijkende proeven waren het echter niet. En het onderzoek van PERKINS c.s. was in zooverre onvolledig, dat hierbij, voor zoover wij konden nagaan, in het geheel geen bloedonderzoek was verricht. Dit is echter noodig, omdat het zeer goed zou kunnen zijn, dat de genoemde zuren vóór hun oxydatie, doordat zij zich in het bloed tot een zekere concentratie ophoopen, toch een zekere zuurwerking uitoefenen. Dit zou dus als het ware zijn een „inwendige verzuring”, welke door onderzoek van het bloedplasma zou kunnen worden aangetoond, echter slechts zeer onvolledig in de samenstelling van de urine tot uiting zou komen. De mogelijkheid daarvan blijkt o.a. uit een onderzoek van JERVELL¹⁾, die aantoonde, dat zich bij lichamelijke inspanning aanmerkelijke hoeveelheden melkzuur in het bloed kunnen ophoopen en tot vermindering van de alkalireserve aanleiding kunnen geven, terwijl ten hoogste slechts 1 à 2 % van dit zuur met de urine werd uitgescheiden.

Er zou eenige aanleiding geweest zijn het onderzoek bij jongvee in te stellen, omdat men af en toe voor een ongunstigen invloed der silage op het zich ontwikkelende beenstelsel vreest. Toch hebben wij oudere koeien genomen, omdat deze dieren het aftappen van het bloed uit de uiervene meestal vele malen toelaten zonder zich hevig te verweren, welk laatste op de analyse van invloed kan zijn, terwijl bovendien geen kunstmatige stuwing behoeft te worden toegepast. Voorts gold de overweging, dat toch ook bij het volwassen rund de kalk- en fosforstofwisseling een teer punt zijn. Verder was de proefopzet zoodanig, dat bij een drietal proeven telkenmale een vergelijking werd getroffen tusschen ingekuuld gras en grashooi.

II. Methoden.

Voor de methodiek der bepalingen in bloedplasma (uiervene) en urine verwijzen wij naar een vroegere verhandeling²⁾, hier er slechts aan herinnerende, dat de pH-cijfers van het bloed iets te hoog zijn gevonden (vermoedelijk 0,20 à 0,25 eenheden), doordat zij volgens CULLEN colorimetrisch werden bepaald in het 21-voudig verdunde bloedplasma bij kamertemperatuur en

¹⁾ JERVELL, *Act. med. Scand.*, 24, 1 (1928 suppl.).

²⁾ BROUWER, *Versl. landbk. Onderz.*, 40 C, 893 (1934); *Tierernahrung*, 7, 1 (1935).

daarna gecorrigeerd werden op 20° C. Voor de pH-cijfers der urine geldt iets dergelijks.

Wat de vluchtige vetzuren van het ingekuilde gras betreft, deze werden in beginsel volgens de destillatiemethode van DUCLAUX — BOEKHOUT — OTT DE VRIES — WIEGNER ¹⁾ bepaald. De in het ingekuilde gras aanwezige, niet-vluchtige, organische zuren werden door perforatie met aether uit de destillatieresten verkregen en daarna titrimetrisch bepaald, waarna nog een correctie werd aangebracht voor het vluchtige zuur, dat in de genoemde resten na afloop der destillatie was achtergebleven. Het aldus gevonden niet-vluchtige, organische zuur bestempelen wij gewoonlijk met den naam „melkzuur”.

III. Eigen onderzoek.

Er werden drie proeven genomen, telkens met 10 koeien, die op grond van opbrengstbepalingen der melk zoo goed mogelijk in twee gelijkwaardige groepen, elk van 5 dieren, waren ingedeeld. Voor proef N°. 1 en N°. 2 dienden dezelfde 10 dieren; voor proef N°. 3 werden enkele koeien door andere vervangen. Telkenmale werd een vergelijking getroffen tusschen grasshooi bij één der groepen en kuilgras bij de andere groep.

Proef N°. 1.

Vergelijking van Hollandsch kuilgras en hooi.

Bij deze proef werd per koe en per dag 7 kg hooi vergeleken met 20 kg ingekuild gras van het boterzuurtype.

De proef werd onderverdeeld in drie perioden.

Periode 1 met gelijke voeding (26 Nov. — 7 Dec. 1934). Beide groepen ontvingen per koe en per dag 6 kg hooi, 20 kg Hollandsch kuilgras (21,1 % droge stof; pH = 5,26) en 1 kg van een mengsel van gelijke deelen maismeel en lijnmeel, uitgezonderd twee koeien in groep II, welke ieder 2 kg in plaats van 1 kg geconcentreerd voeder ontvingen. In het kuilgras werden per koe en per dag opgenomen: 120 g azijnzuur, 386 g boterzuur en 30 g niet-vluchtig organisch zuur, tezamen 536 g organisch zuur of 6,7 gram-aequivalenten.

Periode 2 met verschillende voeding (7 Dec. — 15 Dec.). Thans werd de voeding verschillend gemaakt; groep I ontving wederom per

¹⁾ BOEKHOUT, OTT DE VRIES, *Verst. landbk. Onderz.*, 20, 79 (1917); *Jaarverslag Proefzuivelboerderij over 1915*, 86; *Centralbl. f. Bakt.* II, 46, 505 (1916); WIEGNER, *Anleitung zum quantitativen agrilkulturchemischen Praktikum*, Berlin (1926).

koe en per dag 20 kg kuilgras uit denzelfden Hollandschen kuil (droge-stof-gehalte thans 20,0 %; pH = 5,19), groep II in plaats daarvan 7 kg hooi. Voor het overige bestond het rantsoen voor beide groepen wederom uit 6 kg grashooi en de aangegeven hoeveelheden krachtvoeder. In het kuilgras werden per koe en per dag opgenomen: 38 g azijnzuur, 303 g boterzuur en 51 g niet-vluchtig zuur, tezamen 392 g organisch zuur of 4,6 gram-aequivalenten.

Periode 3 met verschillende voeding (15 Dec. — 21 Dec.). In deze periode werd het ruwvoeder verwisseld; groep I ontving dus 13 kg hooi, groep II 6 kg hooi en 20 kg kuilgras, wederom uit denzelfden Hollandschen kuil (droge-stof-gehalte in deze derde periode 21,0 %; pH = 5,28). In het kuilgras werden per koe en per dag opgenomen: 119 g azijnzuur, 388 g boterzuur en 28 g niet-vluchtig zuur, tezamen 535 g organisch zuur of 6,7 gram-aequivalenten.

Beloop der proef. De proef verliep in zooverre niet geheel bevredigend, dat één der koeien in groep II op 10 Dec., dus in den aanvang der tweede periode, haar kalf verwierp. Opvallende wijzigingen in het zuur-base-evenwicht had dit bij deze koe blijkbaar niet ten gevolge, zoodat wij dit dier verder niet hebben uitgeschakeld, hetgeen natuurlijk wèl noodig zou zijn geweest, indien het een „opbrengstproef” zou hebben gegolden.

Invloed van de voeding op het zuur-base-evenwicht. In de urine werd een aantal malen de pH bepaald en in het bloedplasma, behalve de pH, ook het totaal-koolzuur-gehalte¹⁾. Deze bepalingen vonden voor elk dier in periode 1 drie maal plaats (28 Nov., 3 Dec. en 6 Dec.), in periode 2 twee maal (10 Dec. en 13 Dec.) en in periode 3 eveneens twee maal (18 Dec. en 20 Dec.). De groepgemiddelden dezer bepalingen vindt men in tabel I. In de onderste twee regels dezer tabel vindt men nog de uitkomsten afgedrukt, welke werden verkregen door de gemiddelden te nemen (bij kuilgras-voeding eenerzijds en bij hooi-voeding anderzijds) van de bepalingen aan het eind van periode 2 en 3 (13 en 20 Dec.).

Wat den *pH der urine* aangaat, waren de gemiddelden, zoowel in periode 2 als in 3, bij de hooigroep iets hooger dan bij de kuilgroep. Het verschil was echter zeer gering (gemiddeld 0,11) en ook bij de laatstgenoemde groep bleef de urine nog sterk alkalisch.

Het *totaal-koolzuur-gehalte van het bloedplasma* was bij de twee groepen practisch gelijk. Slechts bij de eerste waarnemingen op verschillend voer in

¹⁾ Wij herinneren er aan, dat het bicarbonaatgehalte (alkaliereserve) van het bloedplasma tennaastenbij kan worden berekend, door het totaal-koolzuur-gehalte met 0,95 te vermenigvuldigen (voor andere formules zie: BROUWER, *Versl. landbk. Onderz.*, 40 C, 893 (1934)).

periode 2, dus op 10 Dec., scheen de hooggroep duidelijk hogere waarden te bezitten. Naderhand heeft dit verschil zich echter niet meer voorgedaan.

TABEL 1.

Proef N°. 1. Gemiddelde samenstelling van bloed en urine.

		Groep I.			Groep II.		
		Bloedplasma.		Urine.	Bloedplasma.		Urine.
		Totaal- CO ₂ (vol. %).	pH.	pH.	Totaal- CO ₂ (vol. %).	pH.	pH.
<i>Periode 1.</i> (gelijk voer) 26 Nov. — 7 Dec.	28 Nov.	59,8	7,63	—	62,4	7,64	—
	3 Dec.	63,1	7,66	—	62,2	7,65	—
	6 Dec.	62,2	7,66	—	62,3	7,67	—
	Gemidd.	61,7	7,65	—	62,3	7,65	—
<i>Periode 2.</i> (verschillend voer) 7 Dec. — 15 Dec.		Kuילgras.			Hooi.		
	10 Dec.	60,6	7,67	8,13	65,0	7,69	8,16
	13 Dec.	62,1	7,68	8,10	63,9	7,70	8,19
	Gemidd.	61,4	7,68	8,12	64,4	7,70	8,18
<i>Periode 3.</i> (verschillend voer) 15 Dec. — 21 Dec.		Hooi.			Kuילgras.		
	18 Dec.	55,0	7,62	8,05	57,1	7,65	7,88
	20 Dec.	62,2	7,68	8,03	61,2	7,68	7,89
	Gemidd.	58,6	7,65	8,04	59,2	7,66	7,88
Gemiddelde bij kuילgrasvoeding op 13 Dec. en 20 Dec. . . .					61,6	7,68	8,00
Gemiddelde bij hooivoeding op 13 Dec. en 20 Dec. . . .					63,0	7,69	8,11

Ook wat den *pH* van het bloedplasma betreft, werd er geen verschil van eenige beteekenis gezien.

Alles saamgenomen was er bij deze proef dus nauwelijks iets van een verschuiving van het zuur-base-evenwicht waarneembaar, niettegenstaande de dieren der kuילgrasgroepen in periode 2 en 3 per koe en per dag achtereenvolgens 392 en 535 g organisch zuur opnamen, hetgeen overeenkomt met 4,6 en 6,7 gramaequivalenten. Ter vergelijking merken wij nog op, dat reeds door circa 3 gramaequivalenten anorganisch zuur in mineraal-zuur-silage, ingevoegd in een rantsoen als het onze, intensieve verschuivingen van het zuur-base-evenwicht met teekenen van acidose worden veroorzaakt ¹⁾.

¹⁾ BROUWER, *Versl. landbk. Onderz.*, 40 C, 893 (1934).

Proef N^o. 2.

Vergelijking van grassilage, geconserveerd in een silo onder toevoeging van 1 % suiker, en hooi.

De proef werd met dezelfde dieren en groepen voortgezet op 7 Jan.. Thans werd 7 kg hooi vergeleken met 20 kg van een grassilage, welke was bereid in een eenvoudigen, gedraineerden, houten ringsilo onder toevoeging van 1 % suiker. Deze silage was meer van het melkzuurtype, alhoewel ook hier nog een flinke hoeveelheid boterzuur aanwezig was, in het bijzonder in den aanvang van de onderstaande periode 1.

Een ongelukkige omstandigheid bij deze proef N^o. 2 was, dat tusschen proef N^o. 1 en N^o. 2 nog twee koeien, beide uit groep I, haar kalf hadden verworpen, nl. op 23 Dec. en 4 Jan..

De proef werd onderverdeeld in twee perioden.

Periode 1 met verschillend voer (7 Jan. — 22 Jan.). Groep I ontving 6 kg hooi + 20 kg grassilage per koe en per dag, groep II 13 kg hooi. Daarenboven werd eenig krachtvoer verstrekt (gelijke deelen maismeel en lijnmeel) en wel ontvingen in beide groepen 2 koeien hiervan 1 kg, de 3 overige 2 kg.

Voor de bemonstering van de grassilage werden de eerste vier dagen dezer periode uitgeschakeld. Gedurende de overige dagen ontving groep I in de silage per koe en per dag: van 11 Jan. — 14 Jan.: 66 g azijnzuur, 207 g boterzuur en 143 g niet-vluchtig zuur, tezamen 416 g organisch zuur of 5,0 gramaequivalenten en van 14 Jan. — 22 Jan.: 87 g azijnzuur, 59 g boterzuur en 288 g niet-vluchtig zuur, tezamen 433 g organisch zuur of 5,3 gramaequivalenten. De silage, gebruikt van 11 Jan. — 14 Jan., bevatte 20,2 % droge stof en bezat een pH = 4,65; van 14 Jan. — 22 Jan. waren deze waarden achtereenvolgens 20,7 % en 4,08.

Periode 2 met verschillend voer (22 Jan. — 4 Febr.). Thans ontving groep I 13 kg hooi, groep II 6 kg hooi + 20 kg silage; de gift krachtvoeder bleef gelijk.

De bemonstering van de grassilage (droge stof 18,3 %; pH = 4,08) ving aan op 29 Jan.. Na de analyse bleek, dat door groep II tusschen 29 Jan. en 4 Febr. per koe en per dag was opgenomen: 77 g azijnzuur, 35 g boterzuur en 244 g niet-vluchtig zuur, tezamen 356 g organisch zuur of 4,4 gramaequivalenten.

Op 27 Jan. verwierp wederom een koe (thans uit groep II) haar kalf; haar krachtvoedergift werd op 28 Jan. van 1 tot 2 kg verhoogd. Van alle 10 koeien hadden tusschen den aanvang van proef N^o. 1 en het slot van proef N^o. 2 dus 4 verworpen, nl. twee in elke groep.

TABEL 2.

Proef N°. 2. Gemiddelde samenstelling van bloed en urine.

		Groep I.			Groep II.		
		Bloedplasma.		Urine.	Bloedplasma.		Urine.
		Totaal- CO ₂ (vol. %).	pH.	pH.	Totaal- CO ₂ (vol. %).	pH.	pH.
<i>Periode I.</i> (verschillend voer) 7 Jan. — 22 Jan.	15 Jan.	Silage.			Hooi.		
	21 Jan.	64,5	7,64	7,68	62,8	7,65	8,07
	Gemidd.	61,9	7,65	7,51	62,4	7,66	7,49 ¹⁾
		63,2	7,64	7,60	62,6	7,66	7,78²⁾
<i>Periode 2.</i> (verschillend voer) 22 Jan. — 4 Febr.	31 Jan.	Hooi.			Silage.		
	4 Febr.	61,8	7,65	7,96	62,0	7,66	7,59
	Gemidd.	61,3	7,64	7,93	60,6	7,64	7,65
		61,6	7,64	7,94	61,3	7,65	7,62
Gemiddelde bij silagevoeding					62,2	7,64	7,61
Gemiddelde bij hooivoeding					62,1	7,65	7,66³⁾

Invloed van de voeding op het zuur-base-evenwicht. Hieromtrent geeft de tabel 2 de noodige inlichtingen. *pH* en *totaal-koolzuur-gehalte van het bloedplasma* der groepen waren practisch gelijk, terwijl er wederom bij den *pH der urine* een verschil was, nu iets grooter dan in het voorafgaande geval, nl. gemiddeld 0,25 eenheden. Nu was één der *pH-bepalingen* in de urine op 21 Jan. (bij koe N°. 68) abnormaal laag uitgevallen. Rekenden deze bepaling niet mede, dan was het gemiddelde verschil nog iets grooter, nl. 0,37. Toch bleef de urine der kuilgrasgroepen oock bij deze proef nog vrij sterk alkalisch, niettegenstaande circa 5 gramaequivalenten organisch zuur per koe en per dag werden opgenomen. Dat niettemin het verschil in urine-*pH* grooter was dan bij proef N°. 1, kan veroorzaakt zijn door het feit, dat het thans meer een kuil van het melkzuurtype gold, maar zou oock op den toevalligen baserijkdom van het hooi en het ingekuilde gras kunnen berusten, die niet van hetzelfde uitgangsmateriaal waren gewonnen.

1) Zonder koe n°. 68: 7,99.

2) Zonder koe n°. 68: 8,03.

3) Zonder koe n°. 68: 7,98.

Proef N°. 3.

Vergelijking van groote hoeveelheden kuilgras met hooi.

Ofschoon bij de vorige twee experimenten meermalen abortus was ingetreden, hetgeen uitteraard niet in het belang van de proeven is, waren de uitkomsten in de vier proefperioden met verschillend voer zóó eensluidend, dat het wel zeker is, dat er bij voeding met vrij groote hoeveelheden kuilgras, in vergelijking met hooi, geen belangrijke verschuiving van het zuur-base-evenwicht van het bloed intreedt. Bij een derde proef werd deze uitkomst nogmaals getoetst, wederom met behulp van 10 koeien, waarbij de hoeveelheid silage nog aanmerkelijk (tot 30 kg) werd opgevoerd, maar waarvoor wij ditmaal alléén maar een Hollandschen kuil van het boterzuurtype tot onze beschikking hadden. Ten deele werden andere koeien genomen, zoodat de dieren, welke geaborteerd hadden, verwijderd werden. De hoeveelheid hooi, welke per koe en per dag met het kuilgras werd vergeleken, bedroeg 9 kg.

Periode 1 met gelijk voer (2 April — 11 April). Aangezien er verwisseling van koeien had plaats gehad, werd een nieuwe periode met gelijk voer ingeschakeld. In deze periode ontvingen de twee groepen per koe en per dag 12 kg hooi; groep I ontving daarnaast, eveneens per koe en per dag, gemiddeld 3,16 kg krachtvoeder, groep II 3,22 kg. Dit geconcentreerd voeder bestond uit 1 dl. suikerpulp, 1 dl. palmpittenmeel, 1 dl. maismeel, 1 dl. gerstemeel, 1 dl. lijnmeel en $\frac{3}{4}$ dl. grondnotenmeel; hieraan was nog 1 % keukenzout toegevoegd.

Periode 2 met verschillend voer (13 April — 25 April). Groep I ontving per koe en per dag 3 kg hooi en 30 kg Hollandsch kuilgras (21,7 % droge stof; pH = 5,45) uit een anderen kuil dan die van proef N°. 1; groep II ontving wederom 12 kg grashooi. De hoeveelheid geconcentreerd voer werd niet gewijzigd.

In het kuilgras werd door groep I per koe en per dag opgenomen: 145 g azijnzuur, 404 g boterzuur en 127 g niet-vluchtig zuur, tezamen 676 g organisch zuur of 8,4 gramaequivalenten.

Invloed van de voeding op het zuur-base-evenwicht. Ofschoon de proef thans beter verliep dan de vorige malen, kalfde toch tegen het allerlaatst koe N°. 10 (groep II) te vroeg af op 24 April, 3 weken vóór den berekenden datum. Mede in verband hiermede is de urine van dit dier in periode 2 niet onderzocht. Voor het overige zijn alle op groep II betrekking hebbende gemiddelden op twee wijzen berekend, nl. met en zonder deze koe N°. 10 (zie tabel 3).

TABEL 3.

Proef N^o. 3. Gemiddelde samenstelling van bloed en urine.

	Groep I.				Groep II.			
	Bloedplasma.		Urine.		Bloedplasma.		Urine.	
	Totaal- CO ₂ (vol. %). ¹⁾	pH.	Totaal- CO ₂ (vol. %).	pH.	Totaal- CO ₂ (vol. %). ¹⁾	pH ¹⁾ .	Totaal- CO ₂ (vol. %). ¹⁾	pH ¹⁾ .
<i>Periode 1.</i> (gelijk voer)	61,6	7,62	—	8,09	60,5 (60,1)	7,62 (7,63)	—	8,01 (7,98)
	61,7	7,63	—	7,88	60,3 (59,8)	7,64 (7,64)	—	7,92 (7,86)
	61,6	7,62	—	7,98	60,4 (60,0)	7,63 (7,64)	—	7,96 (7,92)
<i>Periode 2.</i> (verschillend voer)	Kuilgras.						Hooi.	
	60,0	7,64	180	7,99	59,7 (59,4)	7,64 (7,64)	(226)	(8,13)
	62,0	7,63	226	8,08	62,7 (61,2)	7,64 (7,64)	(272)	(8,16)
	61,0	7,64	203	8,04	61,2 (60,3)	7,64 (7,64)	(249)	(8,14)

1) De getallen tusschen haakjes zijn berekend onder weglating van koe n^o. 10.

Noch de *totaal-koolzuur-gehalten*, noch de *pH-waarden van het bloedplasma* toonden een verschil van eenige beteekenis. Daarentegen is de *pH der urine* in de tweede periode bij de kuilgrasgroep wederom iets lager geweest (slechts 0,10 eenheid). Ten overvloede werd in deze periode nog het *koolzuurgehalte der urine* bepaald, dat inderdaad bij de kuilgrasgroep eveneens iets lager was. Ondanks het feit, dat per dier en per dag niet minder dan 8,4 gramaequivalenten organisch zuur werden gegeven, was er van een eigenlijke zuurwerking van het kuilgras geen sprake.

Ten slotte zij nog een woord van dank gebracht aan Mej. C. M. GROOT en aan de Heeren W. J. ARENDS, H. J. NIJKAMP en M. C. HOORNSMAN, die allen aan dit onderzoek hebben meegewerkt.

IV. Samenvatting.

Bij drie proeven werd de invloed van gras, ingekuild zonder toevoeging van mineraal zuur, op het zuur-base-evenwicht van koeien onderzocht, steeds in vergelijking met grashooi.

Bij de eerste proef werd per koe en per dag 20 kg kuilgras gevoederd van het boterzuurtype, bij de tweede proef 20 kg van het melkzuurtype en bij de derde proef 30 kg, wederom van het boterzuurtype. De hiertegenover geplaatste hoeveelheden hooi waren achtereenvolgens 7, 7 en 9 kg. Grote hoeveelheden silage van het melkzuurtype werden nog niet onderzocht. De hoeveelheden organisch zuur, welke per dag en per dier met de silage werden opgenomen, bedroegen bij de eerste proef 392 g in één der proefperiodes en 535 g in een andere periode, d.i. 4,6, resp. 6,7 gramaequivalenten; bij de tweede proef was het achtereenvolgens 416, 433 en 356 g, d.i. 5,0, resp. 5,3 en 4,4 gramaequivalenten, en bij de derde proef 676 g of 8,4 gramaequivalenten.

De pH der urine was bij de silagegroepen steeds een weinig lager dan bij de hooigroepen, nl. 0,1 à 0,4 eenheid; ook het totaal-koolzuur-gehalte der urine was iets lager. Niettemin was er geen sprake van acidose, want de urine van alle silagegroepen bleef sterk of vrij sterk alkalisch, waaruit volgt, dat bij deze proeven de organische zuren grootendeels geoxydeerd werden en de rantsoenen met silage overwegend alkalische stofwisselingsresten achterlieten. Ook van een zuurwerking der organische zuren voor hun oxydatie, dus door ophooping in het bloed (als het ware een „inwendige verzuring”), werd niets waargenomen, aangezien in het bloedplasma, wat betreft pH en totaal-koolzuur-gehalte, geen verschil tusschen de silage- en hooigroepen werd waargenomen.

**ÜBER DEN EINFLUSS VON OHNE MINERALSÄUREZUSATZ
ENSILIERTEM GRAS, IM VERGLEICH MIT HEU, AUF DAS
SÄUREBASENGLEICHGEWICHT DES RINDES.**

ZUSAMMENFASSUNG.

In drei Versuchen wurde der Einfluss von ohne Mineralsäurezusatz ensiliertem Gras auf das Säurebasengleichgewicht des Rindes untersucht, immer im Vergleich mit Grashen.

In dem ersten Versuche erhielten die Versuchskühe je Tag und Tier 20 kg Grassilage vom Buttersäuretypus, im zweiten Versuch 20 kg vom Milchsäuretypus und im dritten Versuch 30 kg, abermals vom Buttersäuretypus. Die gegenübergestellten Heumengen waren der Reihe nach 7, 7 und 9 kg. Große Mengen Silage von dem Milchsäuretypus wurden noch nicht untersucht. Die Mengen der organischen Säuren, welche mit der Silage je Tag und Tier verzehrt wurden, betragen in dem ersten Versuch in einer Versuchsperiode 392 g und in einer anderen Versuchsperiode 535 g, d.h. 4,6 bzw. 6,7 Grammaequivalente; in dem zweiten Versuche betragen sie der Reihe nach 416, 433 und 356 g, d.h. 5,0 bzw. 5,3 und 4,4 Grammaequivalente, und in dem dritten Versuche 676 g oder 8,4 Grammaequivalente.

Der Harn-pH war bei den Silagegruppen immer ein wenig niedriger als bei den Heugruppen, nämlich 0,1 bis 0,4 Einheit; auch der Totalkohlensäuregehalt des Harns war etwas niedriger. Nichtsdestoweniger gab es keine Azidose, denn der Harn sämtlicher Silagegruppen war noch stark oder ziemlich stark alkalisch, woraus hervorgeht, dass die organischen Säuren grösztenteils oxydiert wurden und die silagehaltigen Futterrationen überwiegend alkalische Stoffwechselreste zurückliessen. Auch von einer Säurewirkung der organischen Säuren *bevor* sie oxydiert wurden, also durch Anhäufung im Blute (man könnte es eine „innere Säuerung“ nennen), wurde nichts gesehen, denn der pH und der Totalkohlensäuregehalt des Blutplasmas waren bei den Silage- und den Heugruppen fast genau gleich.