

Die potensiaal van chemies behandelde fluitjiesriet (*Phragmites australis*)-hooi in onderhoudsdiëte vir skape. 2. 'n Vergelyking tussen NaOH-behandeling en ammonisering met of sonder melasse in terme van verteerbaarheid, inname en stikstofretensie

J.P. Swiegers

Landbounavorsingsinstituut Grootfontein, Middelburg (Kaap), 5590 Republiek van Suid-Afrika

H.H. Meissner*

Departement Veekunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 0001 Republiek van Suid-Afrika

Ontvang 4 Augustus 1987; aanvaar 27 September 1987

The potential of chemically treated common reed (*Phragmites australis*) hay in maintenance diets for sheep. 2. A comparison between NaOH treatment and ammoniation with or without molasses with respect to digestibility, intake and nitrogen retention. A digestibility experiment was conducted with sheep to determine the effect of NaOH treatment and ammoniation in combination with three levels of molasses. Intake, digestibility and N utilization were evaluated in a design consisting of three 3×3 Latin squares. Both chemical treatments improved organic matter (OM) intake and the digestibility of neutral detergent fibre (NDF) and OM highly significantly while molasses had a negative effect on these parameters in the case of both chemically treated diets. Chemical treatment had no significant effect on apparent N digestibility in the absence of molasses. In the case of ammoniation, however, 3 and 8% molasses decreased apparent N digestibility by respectively 12,6 and 22,8% compared to the untreated diet. In agreement with this observation, metabolic faecal N as a percentage of OM intake was increased by 36,4 and 48,4% respectively. Both chemical treatments decreased urine N as a percentage of N intake at the 0 and 3% molasses levels, while molasses *per se* significantly decreased the percentage of urine N in the case of the untreated diet. N retention was significantly improved by both chemical treatments, but the effect of molasses was not consistent between treatments.

'n Verteringsstudie is met skape uitgevoer om die effek van NaOH-behandeling en anhidriese ammonisering in kombinasie met drie peile van melasse-insluiting op inname, verteerbaarheid en N-benutting van fluitjiesriet te bestudeer. 'n Ontwerp bestaande uit drie 3×3 Latynse vierkante is gebruik. Beide NaOH-behandeling en ammonisering het hoogs betekenisvolle verbeterings in organiese materiaal (OM)-inname en skynbare neutraalbestande vesel (NBV)- en OM-verteerbaarheid teweeggebring. Melasse-insluiting het egter 'n negatiewe effek op genoemde parameters in die geval van die chemies behandelde diëte gehad. Hoewel chemiese behandeling in die afwesigheid van melasse geen effek op skynbare N-verteerbaarheid gehad het nie, is die skynbare N-verteerbaarheid van geammoniseerde fluitjiesriet by die 3 en 8% melasse-insluitingspeile met onderskeidelik 12,6 en 22,8% verlaag. Ooreenstemmend hiermee het metabolismiese mis-N as persentasie van OM-inname met 36,4 en 48,4% toegeneem. Beide chemiese behandelings het urine-N as persentasie van N-inname by die 0 en 3% melasse-insluitingspeile verlaag, terwyl melasse-insluiting slegs in die geval van die onbehandelde dieet 'n afname in die persentasie urine-N tot gevolg gehad het. N-retensie is deur beide chemiese behandelings verbeter, terwyl melasse-insluiting 'n variërende effek gehad het.

Gedeelte van 'n MSc(Agric)-studie aan die Universiteit van Pretoria

Keywords: Common reed, NaOH treatment, ammoniation, molasses.

* Aan wie korrespondensie gerig moet word

Inleiding

Weens die lae inname en verteerbaarheid van fluitjiesriethooi is dit nie geskik om as hoofkomponent in onderhoudsdiëte van skape gebruik te word nie. NaOH-behandeling het egter die verteerbare OM-inname van fluitjiesriet met 160% verbeter, hoewel indirekte ammonisering deur ureuminkuiling algeheel ondoeltreffend was (Swiegers, Pienaar & Meissner, 1988). Volgens Todorov (1981) en Sandev, Kozelov & Lazarov (1983) is direkte anhidriese ammonisering doeltreffender as ureuminkuiling en mag dit 'n ekonomiese alternatief vir NaOH-behandeling van fluitjiesriet bied.

Tydens ammonisering vind 'n ammonisereaksie waarskynlik plaas met die gevolglike vorming van 'n amiedverbinding (Krawielitski & Nehring, 1973,

aangehaal deur Vosloo, 1985). Hierdie verbinding word vinnig in die rumen na ammoniak afgebreek, vandaar die relatief hoë rumen NH_3 -konsentrasies wat algemeen met ammonisering geassosieer word (Horton, 1978; Farries & Knutzel, 1983). Doeltreffendheid van mikrobe-proteïensintese hang onder andere af van die mate waartoe energievrystelling met ammoniakvrystelling in die rumen gesinchroniseer kan word (Harrison & McAllan, 1980) en gevolglik is dit moontlik dat mikrobe-proteïensintese vanaf geammoniseerde fluitjiesriet met melasse-aanvulling verhoog kan word.

Hoewel die insluiting van geredelik beskikbare koolhidrate teen lae peile moontlik verteerbaarheid en inname mag stimuleer (Todorov, Zagdsuren, Tserendulam & Badam, 1983), het hoër insluitingspeile

normaalweg 'n negatiewe effek in hierdie verband (Meissner, Liebenberg, Pienaar, Van Zyl & Botha, 1982; Mould, Ørskov & Gould, 1984), en is dit dus noodsaaklik dat die optimum insluitingspeile vasgestel sal word.

Die doel van hierdie studie was eerstens om direk geammoniseerde fluitjiesriet relatief tot NaOH-behandelde en onbehandelde fluitjiesriet ten opsigte van inname, verteerbaarheid en N-retensie te evalueer, en tweedens om ondersoek in te stel na die effek van lae melasse-insluitingspeile op genoemde parameters.

Proefprosedure

Gemaalde fluitjiesriethooi is met 'n 20% (m/v) NaOH-oplossing teen 'n peil van 28 l/100 kg DM bespuit. Ammonisering is soos volg toegepas: Die voginhoud van gemaalde fluitjiesriet is eerstens na 200 g/kg DM verhoog. Nadat die materiaal met plastiek bedek is, is ammoniakgas teen 'n peil van 40 g/kg DM ingelaat, waarna die materiaal vir 28 dae by 'n gemiddelde temperatuur van 19,2°C geammoniseer is. Die materiaal is vervolgens in die son gedroog alvorens die diëte saamgestel is.

Die samestelling van die diëte word in Tabel 1 aangetoon. Met dié samestelling is gepoog om die onbehandelde en NaOH-behandelde diëte op 'n iso-N-basis te vergelyk.

Drie (melassepeile) 3 × 3 Latynse vierkante is gebruik. Nege volwasse Merinohamels is ewekansig aan die kolomme van die vierkante toegeken. Elk van die drie periodes het bestaan uit 'n 14-dae-aanpassingsperiode gevolg deur 'n 7-dae-metingsperiode waartydens voerinnamings en mis- en urine-uitskeiding bepaal is. Die skape is om 08h00 en 14h00 elke dag teen 'n peil van *ad libitum* plus 10% gevoer. Verteenwoordigende mismonsters is daagliks geneem, saamgevoeg en

Tabel 1 Samestelling van proefdiëte op 'n DM-basis (%)

Bestanddeel	Dieet									
	KO	K3	K8	AO	A3	A8	NO	N3	N8	
Onbehandelde fluitjiesriet	95,9	92,9	87,9							
Geammoniseerde fluitjiesriet				97,4	94,4	98,4				
NaOH-behandelde fluitjiesriet							95,9	92,0	87,9	
Ureum	1,5	1,5	1,5	-	-	-	1,5	1,5	1,5	
Melasse-poeier	-	3,0	8,0	-	3,0	8,0	-	3,0	8,0	
Dikalsiumfosfaat	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
NaCl	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Kommersiële mineraal- en vitamienmengsel	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Droë materiaal	92,1	92,3	92,1	91,5	91,5	91,7	91,2	90,8	90,2	
Ruproteïen (%N × 6,25)	11,3	11,2	10,5	12,5	12,3	11,3	11,1	12,1	11,0	

Waar K, A en N verwys na onbehandelde, ammoniakbehandelde en NaOH-behandelde diëte en 0,3 en 8 verwys na 0,3 en 8% melasse-insluitingspeile

gevriesdroog vir verdere chemiese analise. Daaglikse urine-uitskeiding is met 'n 20% HCl-oplossing gepreserveer. Saamgestelde monsters is in 'n koel plek vir latere chemiese ontledings geberg.

Voer-, mis- en urinemonsters is ontleed vir Kjeldahl-N, terwyl voer- en mismonsters ook ontleed is vir DM (AOAC, 1970), NBV (Van Soest, 1967) en NBV-N (Van Soest, 1983).

Skynbare *in vivo* verteringskoëffisiënte en N-retensie is volgens die konvensionele wyse bepaal. Metaboliese Mis-N as persentasie van OM-inname en ware N-verteerbaarheid is bereken volgens die formule soos voorgestel deur Van Soest (1983). In hierdie berekenings word die aanname gemaak dat alle onverteerbare diëet-N in die NBV-fraksie voorkom.

Die kleinstevierkant-analise van Harvey (1977) is gebruik om die data statisties te ontleed.

Resultate en Bespreking

Verteerbaarheid

Die skynbare *in vivo* NBV- en OM-verteerbaarheid van die proefdiëte word onderskeidelik in Tabel 2 en 3 aangetoon.

Beide ammonisering en NaOH-behandeling het hoogs betekenisvolle ($P < 0,01$) verbeterings in NBV-verteerbaarheid tot gevolg gehad, waarskynlik as gevolg van die ammonise en hidrolise van die esterbindings tussen hemisellulose en lignien (Tarkov & Feist, 1969). Hoewel nie-betekenisvol ($P > 0,05$) nie, was die verbetering by al drie melassepeile groter in die geval

Tabel 2 Gemiddelde *in vivo* NBV-verteerbaarheid (%)

	Kontrole	NaOH	NH ₃
Melassepeil			
0	40,0 ^a ₁	52,0 ^b ₁	55,6 ^b ₁
3	34,4 ^a ₁	46,2 ^b _{1,2}	52,5 ^c _{1,2}
8	35,1 ^a ₁	41,6 ^b ₂	45,4 ^b ₂

Kleinste vierkant SA van die gemiddeld (KVSA) = ° 2,8%

Koëffisiënt van variasie (KV) = 6,32%

Chemiese behandeling: a ≠ b ($P < 0,05$)

Melasse-insluiting: 1 ≠ 2 ($P < 0,05$)

Tabel 3 Skynbare *in vivo* OM-verteerbaarheid van proefdiëte (%)

	Kontrole	NaOH	NH ₃
Melassepeil			
0	39,0 ^a ₁	50,5 ^b ₁	51,4 ^b ₁
3	35,6 ^a ₁	46,0 ^b _{1,2}	47,5 ^b _{1,2}
8	37,3 ^a ₁	41,8 ^a ₂	42,9 ^a ₂

KVSA = ± 2,76%

KV = 6,36%

Chemiese behandeling: a ≠ b ($P < 0,05$)

Melasse-insluiting: 1 ≠ 2 ($P < 0,05$)

van ammonisering as met NaOH-behandeling. Soortgelyke nie-betekenisvolle verskille het ook voorgekom in skynbare *in vivo* OM-verteerbaarheid en -inname (Tabel 3 en 4).

'n Afname in veselverteerbaarheid met die insluiting van geredelik beskikbare koolhidrate is ook waar-geneem deur onder andere Henning, Van der Linden, Mattheyse, Nauhaus & Schwartz (1980) en Mould, *et al.* (1984). Mertens & Loften (1980) het aangetoon dat die insluiting van stysel 'n toename in die vertraging-konstante tot gevolg het en dat die afname in verteerbaarheid nie deur 'n laer tempokonstante vir fermentasie *per se* veroorsaak is nie.

In teenstelling met die chemies behandelde diëte het melasse-insluiting geen betekenisvolle effek op die skynbare *in vivo* OM- en NBV-verteerbaarheid van onbehandelde fluitjiesriet gehad nie (Tabel 2 en 3). Hierdie differensiële effek, naamlik dat die negatiewe effek groter is by ruvoere van 'n hoër kwaliteit is ook deur Blaxter & Wilson (1963) en Vadiveloo & Holmes (1979) aangetoon.

Inname

In teenstelling met ureumbehandeling (Swiegers, *et al.*, 1988), het direkte ammonisering inname by alle melasse-insluitingspeile hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) verbeter (Tabel 4).

Tabel 4 Gemiddelde daaglikse OM-inname/kg $W^{0,75}$ (g)

	Kontrole	NaOH	NH ₃
Melassepeil			
0	16,2 ^a ₁	45,7 ^b ₁	48,9 ^b ₁
3	22,4 ^a ₁	45,7 ^b _{1,2}	55,9 ^b ₁
8	26,1 ^a ₁	59,9 ^b ₂	54,6 ^b ₁

KVSA = ± 5,4 g

KV = 13,0%

Chemiese behandeling: a ≠ b ($P < 0,05$)

Melasse-insluiting: 1 ≠ 2 ($P < 0,05$)

Hierdie verbetering was soos in die geval van NaOH-behandeling aansienlik groter as wat algemeen vir ander ruvoere aangetoon is (Buettner, 1979; Fahmy & Ørskov, 1984). Die toename met ammonisering kan moontlik aan 'n toename in fermentasietempo (Graham & Aman, 1984), uitvloeitempo van die partikelfase (Nelson, Klopfenstein & Britton, 1984) en/of 'n toename in die massa OM in die rumen (Swiegers, *et al.*, 1988) toegeskryf word.

Ten spyte van 'n verlaagde verteerbaarheid het melasse-insluiting in die algemeen skynbaar geen nadelige effek op inname gehad nie (Tabel 4). Agt persent melasse-insluiting het selfs 'n positiewe effek op die inname van die NaOH-behandelde dieet gehad. In ooreenstemming met resultate van Fahmy, Lee & Ørskov (1984) blyk dit dus dat 'n verhoogde smaaklikheid wat skynbaar met melasse-insluiting

gepaard gaan, moontlik in staat was om vir die negatiewe effek op fermentasie-dinamiek te kompenseer.

Stikstofmetabolisme

NaOH-behandeling het skynbaar geen betekenisvolle effek op skynbare N-verteerbaarheid, metaboliese mis-N en ware N-verteerbaarheid gehad nie (Tabel 5, 6 en 7).

In ooreenstemming met resultate van Morris & Mowat (1980) en Farries & Knutzel (1983) het ammonisering egter die skynbare N-verteerbaarheid verlaag, hoewel die verskil by die 0%-insluitingspeil nie betekenisvol was nie (Tabel 5). Hierdie verlaging kan uitsluitlik aan 'n toename in die metaboliese mis-N toegeskryf word (Tabel 6). Ware N-verteerbaarheid is

Tabel 5 Gemiddelde skynbare verteerbaarheid van N (%)

	Kontrole	NaOH	NH ₃
Melassepeil			
0	60,9 ^a ₁	63,8 ^a ₁	59,4 ^a ₁
3	63,4 ^a ₁	69,5 ^a ₁	53,2 ^b _{1,2}
8	60,6 ^a ₁	63,2 ^a ₁	47,0 ^b ₂

KVSA = ± 3,44%

KV = 5,73%

Chemiese behandeling: a ≠ b ($P < 0,05$)

Melasse-insluiting: 1 ≠ 2 ($P < 0,05$)

Tabel 6 Gemiddelde metaboliese mis-N-uitskeiding as persentasie van OM-inname

	Kontrole	NaOH	NH ₃
Melassepeil			
0	0,66 ^a ₁	0,66 ^a ₁	0,78 ^a ₁
3	0,65 ^a ₁	0,72 ^a ₁	0,90 ^b ₂
8	0,66 ^a ₁	0,67 ^a ₁	0,98 ^b ₂

KVSA = ± 0,08%

KV = 11,28%

Chemiese behandeling: a ≠ b ($P < 0,05$)

Melasse-insluiting: 1 ≠ 2 ($P < 0,05$)

Tabel 7 Die gemiddelde ware N-verteerbaarheid van proefdiëte (%)

	Kontrole	NaOH	NH ₃
Melassepeil			
0	92,6	95,0	94,4
3	93,8	94,6	94,5
8	94,5	94,6	94,0

KVSA = ± 1,3%

KV = 1,4%

gevolglik nie deur ammonisering en melasse-insluiting beïnvloed nie (Tabel 7). Die gemiddelde waarde van ware N-verteerbaarheid van 94% stem ooreen met 'n gemiddelde waarde van 93% wat deur Holter & Reid (1959) en Van Soest (1967) vir 'n wye reeks ruvoere aangetoon word.

Metaboliese mis-N uitskeiding word deur mikrobiëse fermentasie in die caecum bevorder (Ørskov, Mayes & Mann, 1972) en hierdie fraksie bestaan hoofsaaklik uit bakteriese afbraak en N vasgevang in mikrobies wat in die caecum gesintetiseer word. Die toename in metaboliese mis-N met ammonisering hou dus moontlik verband met 'n groter vloeï van N na die laer spysverteringskanaal (SVK) en fermentasie in die caecum. Die herkouer is egter nie in staat om proteïen wat in die laer SVK gesintetiseer is goed te benut nie (Thornton, Bird, Somers & Moir, 1970) en gevolglik hou hierdie effek waarskynlik geen voordeel in nie.

Die toename in metaboliese mis-N (Tabel 6) en die gevolglike afname in skynbare N-verteerbaarheid (Tabel 5) met 'n verhoging in melasse-insluitingspeil in die geammoniseerde diëte, kan waarskynlik ook aan 'n toename in mikrobe-proteïensintese in die caecum toegeskryf word. Thornton, *et al.* (1970) het byvoorbeeld aangetoon dat die infusie van glukose in die terminale ileum tot 'n toename in mikrobe-proteïensintese in die laer SVK gelei het, terwyl Faichney (1965) 'n toename in mis-N met sukrose-insluiting in die diëet aangetoon het. Die betekenisvolle behandelings-melassepeilinteraksie in die geval van skynbare N-verteerbaarheid (Tabel 5) kan derhalwe moontlik aan 'n additiewe effek van ammonisering en melasse-insluiting ten opsigte van mikrobe-proteïensintese in die caecum toegeskryf word.

Urine-N uitskeiding en die gemiddelde N-retensie vir die verskillende behandelings word onderskeidelik in Tabel 8 en 9 aangetoon.

Uit Tabel 8 is dit duidelik dat beide NaOH-behandeling en ammonisering hoogs betekenisvolle verlaging ($P < 0,01$) in die urine-N as persentasie van N-inname tot gevolg gehad het. 'n Oormaat rumen-NH₃ word deur die rumenwand geabsorbeer en met die bloedstroom na die lewer vervoer waar dit na ureum omgesit word. Die grootste persentasie ureum word in die urine uitgeskei (Maynard, Loosli, Hintz & Warner, 1979), hoewel 'n sekere gedeelte ook na die rumen of

Tabel 8 Urine-N as persentasie van N-inname

	Kontrole	NaOH	NH ₃
Melassepeil			
0	81,1 ^a ₁	51,6 ^b ₁	37,7 ^b ₁
3	65,7 ^a _{1,2}	37,3 ^b ₁	32,7 ^b ₁
8	56,9 ^a ₂	37,3 ^a ₁	38,2 ^a ₁

KVSA = ± 9,9%

KV = 20,4%

Chemiese behandeling: a ≠ b ($P < 0,05$)

Melasse-insluiting: 1 ≠ 2 ($P < 0,05$)

Tabel 9 Gemiddelde N-retensie (g/dag)

	Kontrole	NaOH	NH ₃
Melassepeil			
0	-1,41 ^a ₁	2,08 ^b ₁	3,99 ^b ₁
3	-0,30 ^a ₁	5,65 ^b ₂	4,04 ^b ₁
8	0,76 ^a ₁	3,56 ^b ₁	1,48 ^a ₁

KVSA = ± 1,27g/dag

KV = 57,4%

Chemiese behandeling: a ≠ b ($P < 0,05$)

Melasse-insluiting: 1 ≠ 2 ($P < 0,05$)

caecum gehersirkuleer word (Nolan, Norton & Leng, 1973). Die afname in urine-N as persentasie van N-inname wat met NaOH-behandeling en ammonisering verkry is (Tabel 8), is dus waarskynlik die gevolg van 'n afname in die absorpsie van NH₃ deur die rumenwand, moontlik as gevolg van 'n toename in mikrobe-proteïensintese. Hierdie tendens hou dus waarskynlik verband met die afname in rumen-NH₃ verkry met die NaOH-behandeling van fluitjiesriet (Swiegers, *et al.*, 1988).

Die afname in die persentasie urine-N met melasse-insluiting in die onbehandelde diëte (Tabel 8) is derhalwe ook 'n weerspieëling van 'n toename in mikrobe-proteïensintese, waarskynlik as gevolg van 'n meer gesinchroniseerde vrystelling van energie en NH₃ vanaf ureum. Church (1974) het aangetoon dat die benutting van ureum vir mikrobe-proteïensintese van 22 na 52% toegeneem het met sukrose-aanvulling van 'n lae ruproteïendieet. Chongo & Thivend (1983) het ook 'n afname in rumen-NH₃-konsentrasie met melasse-insluiting waargeneem.

Die feit dat die persentasie urine-N nie ook in die geval van die chemies behandelde diëte deur melasse-insluiting verlaag is nie is 'n aanduiding dat mikrobe-proteïensintese waarskynlik reeds tot 'n groot mate deur chemiese behandeling geoptimaliseer is, waarskynlik weens 'n toename in ATP beskikbaar (Harrison & McAllan, 1980) en 'n groter verdunningstempo van water (Prins & Clarke, 1980). Hart & Ørskov (1979) het aangetoon dat die doeltreffendheid van mikrobe-proteïensintese met NaOH-behandelde strooi en sukrose onderskeidelik 33 en 23 g mikrobe N/kg OM gefermenteer was.

Die afname in die persentasie urine-N met chemiese behandeling was verantwoordelik vir 'n betekenisvolle ($P < 0,05$) verbetering van N-retensie (Tabel 9), hoewel die toename in metaboliese mis-N by die 8% melassepeil van die geammoniseerde diëte meegebring het dat verskille tussen die onbehandelde en geammoniseerde diëte by hierdie peil nie betekenisvol was nie.

Gevolgtrekking

Indien verteerbare OM-inname as maatstaf gebruik word vir die doeltreffendheid waarmee chemiese behandeling die beskikbare energie verbeter het, blyk dit dat beide NaOH-behandeling en ammonisering

hoogs doeltreffend was hoewel ammonisering geneig het om meer doeltreffend as NaOH-behandeling te wees. In 'n groeistudie was die langtermyn OM-inname van NaOH-behandelde fluitjiesriet 67 g/kg $W^{0,75}$ /dag (Swiegers, ongepubliseerde data). Indien 'n gemiddelde OM-verteerbaarheid van 50,5% vir die NaOH-dieet aanvaar word (Tabel 3) en 1 kg VOM = 15,49 MJ ME (Jaqusch & Coop, 1971), dan volg dit dat die berekende ME-inname van 0,524 MJ/kg $W^{0,75}$ voldoende is vir onderhoud. NaOH-behandelde en waarskynlik ook geammoniseerde fluitjiesriet blyk derhalwe geskik te wees om as die hoofkomponent in onderhoudsrantsoene vir skape gebruik te word en kan dus as plaasvervanger vir lusern in droogtesituasies gebruik word. NaOH-behandelde en geammoniseerde fluitjiesriet sal egter waarskynlik nie in staat wees om goeie kwaliteit lusernhooi op 'n gelyke ME-basis te vervang nie. Bezuidenhout (1983) het 'n berekende ME-inname van 0,623 MJ/kg $W^{0,75}$ vir lusernhooi verkry wat dus sowat 19% hoër is as dié van NaOH-behandelde fluitjiesriet.

Melasse-insluiting hou binne die aanvaarde insluitingsperke skynbaar geen betekenisvolle voordele ten opsigte van verteerbare OM-inname en stikstofbenutting by behandelde fluitjiesriethooi, in nie.

Verwysings

- AOAC, 1970. Official methods of analysis (11th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- BEZUIDENHOUT, A.G., 1983. Die benutting van lusern (*Medicago sativa*) deur reproducerende Merino-ooie. MSc(Agric)-tesis. Universiteit van die Oranje Vrystaat.
- BLAXTER, K.L. & WILSON, R.S., 1963. The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. *Anim. Prod.* 5,27.
- BUETTNER, M.R., 1979. Effect of ammoniation on the composition and digestion of forage fiber. *Diss. Abstr.* 39,4134.
- CHONGO, B. & THIVEND, P., 1983. Digestion of carbohydrates in molasses in the large intestine of infant calves. *Ind. J. Anim. Sci.* 53, 587.
- CHURCH, D.C., 1974. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 1. Oregon: O & B Books.
- FAHMY, S.T.M., LEE, N.H. & ØRSKOV, E.R., 1984. Digestion and utilization of straw. 2. Effect of different supplements on the digestion of ammonia-treated straw. *Anim. Prod.* 38, 75.
- FAHMY, S.T.M. & ØRSKOV, E.R., 1984. Digestion and utilization of straw. 1. Effect of different chemical treatments on degradability and digestibility of barley straw by sheep. *Anim. Prod.* 38, 60.
- FAICHNEY, G.J., 1965. The effect of sucrose on the utilization of straw plus urea by sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 16, 159.
- FARRIES, E. & KNUTZEL, U., 1983. Ammonia-treated moist hay for dairy cows. *Wirt. Fut.* 29, 150.
- GRAHAM, H. & AMAN, P., 1984. A comparison between degradation *in vitro* and *in sacco* of constituents of untreated and ammonia-treated barley straw. *Anim. Fd Sci. Tech.* 10, 199.
- HARRISON, D.G. & McALLAN, A.V., 1980. Factors affecting microbial growth yields in the reticulo-rumen. In: Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Ed. Ruckebusch, Y. & Thivend, P. Westport: AVI Publishing Company Inc. p. 205.
- HART, F.J. & ØRSKOV, E.R., 1979. Effect of type of carbohydrate on the production of microbial nitrogen in the rumen. *Proc. Nutr. Soc.* 38, 130 A.
- HARVEY, W.R., 1977. User's guide for LSML 76-mixed model least squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University.
- HENNING, Penelope, A., VAN DER LINDEN, Yvonne, MATTHEYSE, Mary, E., NAUHAUS, W.K. & SCHWARTZ, Helen, M., 1980. Factors affecting the intake and digestion of roughage by sheep fed maize straw supplemented with maize grain. *J. Agric. Sci., Camb.* 94, 565.
- HOLTER, J.A. & REID, J.T., 1959. Relationship between concentration of crude protein and apparently digestible protein in forages. *J. Anim. Sci.* 18, 1339.
- HORTON, G.M.J., 1978. The intake and digestibility of ammoniated cereal straws by cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 58, 471.
- JAQUSCH, K.T. & COOP, I.E., 1971. The nutritional requirements of grazing sheep. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 31, 224.
- MAYNARD, L.A., LOOSLI, J.K., HINTZ, H.F. & WARNER, R.G., 1979. The proteins and their metabolism. In: Animal Nutrition. New York: McGraw-Hill Book Company. p.136.
- MEISSNER, H.H., LIEBENBERG, L.H.P., PIENAAR, J.P., VAN ZYL, A.B. & BOTHA, Brenda, 1982. Effects of physical form and alkali treatment of maize grain supplements on hay intake and utilization by steers. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 12, 119.
- MERTENS, D.R. & LOFTEN, J.R., 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. *J. Dairy Sci.* 63, 1437.
- MORRIS, P.J. & MOWAT, D.N., 1980. Nutritive value of ground and/or ammoniated corn stover. *Can. J. Anim. Sci.* 60, 327.
- MOULD, F.L., ØRSKOV, E.R. & GOULD, SHIRLEY, A., 1984. Associative effects of mixed feeds. II. The effect of dietary addition of bicarbonate salts on the voluntary intake and digestibility of diets containing various proportions of hay and barley. *Anim. Fd Sci. Tech.* 10, 31.
- NELSON, M.L., KLOPFENSTEIN, T.J. & BRITTON, R.A., 1984. Protein supplementation of ammoniated roughages. *J. Anim. Sci.* 59, 1601.
- NOLAN, J.V., NORTAN, B.W. & LENG, R.A., 1973. Nitrogen cycling in sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 32, 93.
- ØRSKOV, E.R., MAYES, R.W. & MANN, S.O., 1972. Post-ruminal digestion of sucrose by sheep. *Br. J. Nutr.* 28, 425.
- PRINS, R.A. & CLARCKE, R.J.J., 1980. Microbial ecology of the rumen. In: Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Ed. Y. Ruckebusch & P. Thivend. Westport: AVI Publishing Comp. Inc., p. 179.
- SANDEV, S., KOZELOV, L. & LAZAROV, V., 1983. Digestibility of straw treated with ammonia under different conditions. *Zhiv. Nauk.* 20, 94.

- SWIEGERS, J.P., PIENAAR, J.P. & MEISSNER, H.H., 1988. Die potensiaal van chemies-behandelde fluitjiesriet (*Phragmites australis*)-hooi in onderhoudsdiëte vir skape. 1. Die effek van NaOH-behandeling en ureuminkuiling op inname, verteerbaarheid en rumenkinetika. *S.-Afr. Tydskr. Veek.* 18, 101.
- TARKOV, H. & FEIST, W.C., 1969. A mechanism for improving the digestibility of lignocellulosic materials with dilute alkali and liquid ammonia. *Am. Chem. Soc. Adv. Chem.* 95, 197.
- THORNTON, R.F., BIRD, P.R., SOMERS, M. & MOIR, R.J., 1970. Urea excretion in ruminants. III. The role of the hind-gut (caecum and colon). *Aust. J. Agric. Res.* 21, 345.
- TODOROV, N.A., 1981. Effect of feeding dairy cows on wheat straw treated with anhydrous ammonia or ensiled with ammonia solution or urea. *Zhiv. Nauk.* 18, 20.
- TODOROV, N.A., ZAGDSUREN, E., TSERENDULAM, R. & BADAM, C., 1983. Effect of supplementation on the digestibility of roughage diets. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 13, 13.
- VADIVELLOO, J. & HOLMES, W., 1979. The effects of forage digestibility and concentrate supplementation on the nutritive value of the diet and performance of finishing cattle. *Anim. Prod.* 29, 121.
- VAN SOEST, P.J., 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *J. Anim. Sci.* 26, 119.
- VAN SOEST, P.J., 1983. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Oregon : O & B Books, Inc.
- VOSLOO, L.P., 1985. Onlangse ontwikkeling op die gebied van ruvoervoorsiening aan herkouers. *S.-Afr. Tydskr. Veek.* 15, 86.