

Invloed van langdurige behandeling van koringstrooi met ureum of 'n ureum/bytsoda-kombinasie tydens die baalproses op die voedingswaarde daarvan vir skape

A.A. Brand en S.W.P. Cloete*

Elsenburg Landbousentrum, Privaatsak, Elsenburg 7607, Republiek van Suid-Afrika

J. Coetzee

Departement Skaap- en Wolkunde, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch 7600, Republiek van Suid-Afrika

Ontvang 11 Januarie 1988; aanvaar 14 Junie 1988

Effect of prolonged treatment of wheat straw with urea or a urea/caustic soda combination during baling on the nutritional value thereof for sheep. A study was undertaken to investigate the treatment of wheat straw with urea or urea plus caustic soda (combined treatment) during baling. Wheat straw treated as above, as well as wheat straw ammoniated with urea using a stack method, was evaluated in an intake and *in vivo* digestibility study with sheep following 2, 4, 8, 12 and 18 weeks of treatment. Untreated wheat straw was evaluated solely for reference purposes. Voluntary intake of all three treatments tended to be at its lowest level after two weeks of treatment. The voluntary intake of the combined treatment straw was higher ($P \leq 0,05$) than that of the urea ammoniated straw, whether treated in the stack or in the baler (38,7 and 28,5% respectively). The organic matter (OM) digestibility of all three treatments increased by 22,7 to 28,9% after 2 weeks of treatment. The OM digestibility was significantly improved ($P \leq 0,05$) by increasing the treatment period from 2 to 12 weeks. The combined treatment with urea/caustic soda did not show any additive effect with regard to OM digestibility. The neutral detergent fibre, acid detergent fibre and hemicellulose digestibilities tended to improve as the treatment period increased. The crude protein digestibility of the urea ammoniated straw was significantly ($P \leq 0,05$) lower after 12 and 18 weeks treatment compared to a treatment period of 2 weeks. The nitrogen balance of sheep fed all three treated straw diets varied around zero, and no significant differences occurred.

'n Ondersoek na die behandeling van koringstrooi met ureum of 'n ureum/bytsoda-kombinasie tydens die baalproses is onderneem. Bogenoemde behandelings sowel as ureumbehandelde koringstrooi (miedmetode) is in 'n inname- en *in vivo*-verteringsstudie met skape 2, 4, 8, 12 en 18 weke na behandeling geëvalueer. Onbehandelde koringstrooi is slegs vir verwysingsdoeleindes geëvalueer. Vrywillige inname het by al drie behandelings geneig om die laagste te wees by die koringstrooi wat vir slegs 2 weke behandel is. Die vrywillige inname van die kombinasie-behandelde koringstrooi was hoër ($P \leq 0,05$) as by ureum-geammoniseerde strooi, hetsy dit behandel is volgens die miedmetode of in die baler (38,7% en 28,5%, onderskeidelik). Die organiese materiaal(OM)-verteerbaarheid is 2 weke na behandeling van die strooi verhoog met 22,7 tot 28,9% vir die onderskeie behandelings. Die OM-verteerbaarheid van al drie behandelings is verder betekenisvol ($P \leq 0,05$) verhoog met 'n verhoging in behandelingsperiode vanaf 2 tot 12 weke. Die kombinasiebehandeling met ureum/bytsoda het geen additiewe effek getoon met betrekking tot die OM-verteerbaarheid nie. Die selwand-, suurbestande vesel- en hemisellulose verteerbaarheid het geneig om toe te neem met toename van die behandelingsperiode. Die ruproteïenverteerbaarheid van die ureum-geammoniseerde strooi was betekenisvol ($P \leq 0,05$) laer na 12- en 18-weke behandeling in vergelyking met 2-weke behandeling. Die stikstofbalans van skape op al drie behandelde strooidiëte het rondom nul gevarieer en nie betekenisvol verskil nie.

Keywords: Ammoniation, caustic soda, *in vivo* digestibility, treatment period, urea

Gedeelte van 'n M.Sc.-tesis aangebied by die Universiteit van Stellenbosch deur AAB

* Aan wie korrespondensie gerig moet word

Inleiding

Die belangrikste voordele van ammoniakbehandeling van laegraadse ruvoere met ureum, is dat die behandeling baie eenvoudig is, feitlik onder enige plaastoestand uitgevoer kan word en dat dit goedkoop en onafhanklik van ammoniakafleweringdienste en elektriese kragtoevoer is. 'n Belangrike nadeel van dié ammoniseringsmetode is egter dat dit arbeidsintensief is en die verspreiding van ureum nie altyd homogeen is nie. In gevalle waar die strooi baie styf gebaal is, kan 'n swakker behandeling as gevolg van swakker penetrasie van die vog en ammoniakgas verwag word. Om die ekstra hantering van die strooi by ureumbehandeling uit te skakel en om 'n meer homogene behandeling te bewerkstellig, is die moontlikheid ondersoek om die ureumoplossing tydens die baalproses op die strooi te

sput en hierna die strooi in 'n mied te pak en lugdig te verseël totdat dit gebruik word.

Belowende resultate is gerapporteer deur Homb (1984) en Wanapat, Sundstøl & Garmo (1986) waar strooi met behulp van die 'dip treatment' met bytsoda en ureum behandel is. 'n Additiewe verhoging in die voedingswaarde van koringstrooi, behandel met ureum en bytsoda is ook in 'n laboratoriumstudie verkry (Brand, Cloete & Coetzee, 1989). Ooreenstemmend hiermee het Shah, Zia-ur-Rheman, Khan & Firdos (1981) ook gevind dat ammoniak plus bytsodabehandeling die *in vitro*-VOM van koringstrooi additief verhoog. Teenstrydig hiermee het Fahmy & Ørskov (1984) en Dias-Da-Silva & Sundstøl (1986) in inname- en *in vivo*-verteerbaarheidsstudies, waar

enkelvoudige en kombinasiebehandelings van onderskeidelik 4% ureum, 1% bytsoda en 3,1% NH_3 , en 6% bytsoda toegepas is, geen of 'n geringe voordeel ten opsigte van die kombinasiebehandelings gerapporteer.

Gesien teen hierdie agtergrond is die praktiese uitvoerbaarheid en doeltreffendheid van die behandeling van strooi met ureum en ureum + bytsoda, tydens die baalproses, ondersoek. Op grond van die resultate verkry in die laboratoriumondersoek, waar gevind is dat bytsodabehandelde koringstrooi tekens van muf met opberging toon, is 'n suiwer bytsodabehandeling nie in die eksperiment ingesluit nie. Die behandelings is met vrywillige inname-, 'n *in vivo*-verteringsstudie en 'n N-balans geëvalueer teenoor ureumbehandelde strooi wat volgens die miedmetode (Sundstøl, Coxworth & Mowat, 1978) behandel is. Die invloed van langdurige opberging van die behandelde strooi onder behandelingskondisies is terselfdertyd ondersoek. Onbehandelde strooi is slegs vir verwysingsdoeleindes ingesluit.

Materiaal en Prosedure

Behandeling van die strooi

Honderd-en-vyftig bale koringstrooi is volgens die miedmetode met 55 g voergraadureum en 400 g water kg^{-1} strooi behandel soos beskryf deur Cloete & Kritzinger (1984). Ureum- en ureum / bytsoda-kombinasiebehandeling is terselfdertyd in 'n baler, tydens die baalproses toegepas. Die ureum / bytsoda is in 'n oplossing toegedien om die gewenste vogpeil (40%) by behandeling te verseker. By die ureumbehandeling is 55 kg ureum opgelos in 400 l water en gespuit teen 400 l t^{-1} strooi. By die kombinasiebehandeling is 55 kg ureum en 45 kg bytsoda per 400 l oplossing oor die strooi gespuit teen 400 l t^{-1} strooi. Die presiese behandelingspeil kon nie vasgestel word nie, aangesien 'n gedeelte van die oplossing in die baalkamer uitgedruk is. Die oplossings is met behulp van 'n diafragmapomp, wat deur 'n V-band vanaf die vliegwiël van die baler aangedryf is, op die strooi gespuit. Die ureumoplossing en die ureum/bytsoda-oplossing is uit 'n 500 l-glasveseltenk, wat op die baler gemonteer is, gepomp. Die oplossings is met behulp van sproeiers, wat aan 'n ysterraam aan die voorkant van die baalkamer gemonteer is, op die strooi gespuit. Die sproeiers is so geplaas dat die strooi behandel is terwyl dit oor die optellervingers deur die baalkamer beweeg. Die toevoer van die chemikalieë is gereguleer deur die grootte van die sproeiers te verander en die toevoer vanaf die pomp deur middel van 'n drukmeter, wat op die trekker gemonteer was, te beheer. Sproeiers wat met 'n hoek van ongeveer 45° spuit en baie fyn sproei, is gebruik om 'n eweredige behandeling te bewerkstellig. Die gemiddelde strooi-toevoer is vooraf verkry deur die massa strooi wat per tydseenheid gebaal is te bereken. Vyf-en-sewentig bale van elke behandeling is direk na baal in afsonderlike miedens gepak en lugdig verseël met 'n plastiese seil.

Inname en verteringseksperiment

Die effekte van behandelingsmetode en langdurige

behandeling op die doeltreffendheid van chemiese behandeling is in die ondersoek ingesluit. Die behandelingsperiodes wat ingesluit is, was onderskeidelik 2, 4, 8, 12 en 18 weke. Beperkte fasiliteite het die evaluasie van al die rantsoene in een vrywillige inname- en verteringsproef onmoontlik gemaak. Die rantsoene is gevolglik aan die einde van elke behandelingsperiode met vyf ewekansig-gekose SA-Vleismerinohammels per rantsoen geëvalueer. Daar is aanvaar dat die gestandaardiseerde toestande waaronder die metaboliese studies uitgevoer is die variasie as gevolg van die verskillende tye uitkanselleer, en dat verskille tussen behandelingsperiodes slegs die gevolg van langer inkuilingsperiodes was. Teen dié agtergrond is besluit om die proefontwerp as 'n 3×5 faktoriaalontwerp te aanvaar.

'n Onbehandelde kontrolerantsoen van koringstrooi is saam met die 2-weke behandelings in die inname- en verteringsproef met 5 hamels geëvalueer. Die resultate is slegs vir verwysingsdoeleindes gebruik, en nie in die statistiese ontwerp ingesluit nie.

Tydens die kolleksieperiode van 10 dae is die proefdiere teen 15% laer as vrywillige inname gevoer. Verteenwoordigende monsters van die proefrantsoene, sowel as die mis en uriene van elke individuele dier is daaglik geneem. Die monsters is volgens die metodes van die AOAC (1970) ontleed vir die droë materiaal(DM)-, organiese materiaal(OM)- en ruproteïen(RP)-inhoud. Die ureuminhoud van die strooi is bepaal volgens die metode van Kritzinger & Franck (1981). Die selwand (SW)-, suurbestandige vesel(SBV)- en hemisellulose(HS)-inhoud is volgens die metodes van Van Soest (1963) en Van Soest & Wine (1967) bepaal. Die verteringskoeffisiënte van die DM, OM, RP, SW, SBV en hemisellulose sowel as die N-balans is bereken.

Die resultate is volgens standaard statistiese metodes vir 'n faktoriaalontwerp ontleed (Snedecor & Cochran, 1967). Verskille tussen en binne behandelings is volgens Bonferroni se metode vir betekenisvolheid getoets (Van Ark, 1981).

Resultate en Bespreking

Chemiese samestelling

Die chemiese samestelling van die onbehandelde strooi ingesluit vir kontroledoelindes en die drie tipes behandelde strooi by toenemende behandelingsperiodes word in Tabel 1 uiteengesit. Die RP-inhoud van al die tipes behandelde strooi is deur die ureum- en kombinasiebehandelings verhoog. Die ureuminhoud van die kombinasiebehandelde strooi was laer as wat verwag is. Die lae ureuminhoud kan moontlik aan die verliese tydens die baalproses toegeskryf word. Met uitsondering van die 4-weke behandeling, het die ureuminhoud van die kombinasiebehandelde strooi min of meer konstant gebly met 'n toename van behandelingsperiode, terwyl die ureuminhoud van die ander twee behandelings afgeneem het met toename van behandelingsperiode. Die stadige hidrolise van ureum in die teenwoordigheid van bytsoda is in ooreenstemming met die resultate wat verkry is in 'n laboratoriumstudie (Brand *et al.*, 1989).

Alhoewel daar meestal geen duidelike tendense was nie, het die SW- en veral die hemisellulose-inhoud van die strooi in die meeste gevalle geneig om laer te wees by al drie die behandelings. 'n Verlaging van die HS-inhoud van koringstrooi deur ureumbehandeling word algemeen in die literatuur gerapporteer (Cloete, De Villiers & Kritzinger, 1983; Ibrahim & Pearce, 1983; Cloete & Kritzinger, 1984; Dias-Da-Silva & Sundstøl, 1986). Streeter & Horn (1982) het gevind dat die HS-inhoud van koringstrooi met 0,82% verlaag per 10,0 g NH₃ kg⁻¹ droë strooi byvoeging. Die SBV-inhoud van die strooi behandel vir twee weke, het gevarieer vanaf 45,37 tot 46,03%. Hierdie waardes is ooreenstemmend met die SBV-inhoud van die onbehandelde strooi (Tabel 1). Dit blyk vanuit Tabel 1 dat die SBV-inhoud egter verhoog is tot ongeveer 50% by latere behandelingsperiodes. Die verhoging van die SBV-inhoud van die strooi met alkali-behandeling is in ooreenstemming met die resultate van Oji & Mowat (1979) en Solaiman, Horn & Owens (1979), en kan aan die oplossing van hemisellulose tydens ammonisering toegeskryf word (Solaiman *et al.*, 1979; Horton, 1981).

Tabel 1 Die chemiese samestelling van die onbehandelde-, ureum- en ureum/bytsodabehandelde koringstrooi by verskillende behandelingsperiodes (uitgedruk op DM-basis)

Tipe behandeling en behandelingsperiode (weke)	Komponente					
	Vog	RP	SW	SBV	Hem. ^a	Ureum
Onbehandelde koringstrooi	5,5	2,6	78,1	45,1	33,0	0,05
Ureumbehandeling (miedmetode)						
2	6,8	13,6	76,4	45,4	31,0	2,9
4	5,5	13,0	76,9	51,0	26,0	2,4
8	5,6	13,3	79,0	50,3	29,7	2,4
12	8,3	10,2	74,5	49,7	24,8	1,0
18	7,6	12,0	75,6	50,7	24,9	1,4
Ureumbehandeling (in baler)						
2	7,0	15,0	77,3	45,6	31,7	3,1
4	5,4	14,0	74,6	49,3	25,3	2,6
8	5,3	13,0	81,2	50,0	31,5	2,5
12	7,8	11,9	80,3	50,8	29,5	1,2
18	7,7	9,9	79,3	51,6	27,7	1,5
Ureum/bytsoda-behandeling (in baler)						
2	6,1	11,1	73,9	46,0	27,8	2,3
4	5,6	8,7	74,3	49,2	25,1	1,7
8	5,9	9,1	74,5	49,6	25,0	1,9
12	7,9	8,4	78,5	51,7	26,7	1,9
18	8,1	8,1	76,1	51,3	24,8	2,1

^a Hemisellulose

Vrywillige inname

Gemiddelde vrywillige inname (DMi) (g kg⁻¹ W^{0,75} dag⁻¹) op die onbehandelde en behandelde strooi word in Tabel 2 uiteengesit. Die algehele gemiddelde DMi van skape op die kombinasiebehandelde koringstrooi (68 g kg⁻¹ W^{0,75} dag⁻¹) was hoër (P ≤ 0,05) as by skape op koringstrooi wat volgens die mied- en baalmetode met ureum behandel was (52,4 en 48 g kg⁻¹ W^{0,75} dag⁻¹ onderskeidelik). Volgens Tabel 2 blyk dit duidelik dat die DMi van die kombinasiebehandelde strooi by al die behandelingsperiodes hoër geneig het as by die ander behandelingsmetodes. Fahmy en Ørskov (1984) het gevind dat die inname van ammoniakbehandelde garsstrooi en dié wat na ammoniakbehandeling van drie weke, met 6,0% bytsoda behandel is, dieselfde was. Wanapat *et al.* (1986) het ook gevind dat die inname van bytsoda- en ureumbehandelde garsstrooi ietwat hoër was as by ureumbehandelde garsstrooi.

Tabel 2 Die invloed van metode van behandeling en behandelingsperiode op die DMi en die skynbare verteerbaarheid van DM, OM, RP, SW, SBV en hemisellulose

Tipe behandeling behandelingsperiode (weke)	DMi (g kg ⁻¹ W ^{0,75} dag ⁻¹)	Skynbare verteerbaarheid (%)					
		DM	OM	RP	SW	SBV	Hem. ^a
Onbehandelde koringstrooi ^b	41,6	45,3	46,8	-12,7	46,2	40,1	54,5
Ureumbehandeling (miedmetode)							
2	50,0	56,2	57,5	71,7	61,8	52,4	75,3
4	56,6	62,0	63,7	66,9	71,3	63,7	85,5
8	49,0	62,5	64,0	65,9	75,6	62,8	95,3
12	51,5	65,5	67,0	60,5	75,7	66,1	93,2
18	59,8	58,0	58,8	61,7	68,2	58,7	86,4
Ureumbehandeling (in baler)							
2	40,2	56,6	58,2	76,0	61,2	53,9	73,2
4	52,7	57,6	59,0	72,3	63,3	58,4	72,8
8	53,7	60,0	61,0	73,6	68,7	62,5	79,3
12	47,0	59,4	60,8	61,0	65,9	61,8	72,1
18	54,3	60,6	61,8	63,7	68,9	63,6	79,2
Ureum/bytsoda-behandeling (in baler)							
2	63,0	58,4	59,4	65,8	64,2	56,2	76,1
4	71,6	61,6	61,9	61,3	67,4	60,8	80,4
8	73,2	59,0	60,0	62,1	64,6	60,7	77,0
12	66,9	61,3	61,6	53,8	68,2	63,1	77,4
18	66,3	62,5	63,2	59,2	72,2	65,6	79,8
KBV Bonfer-roni _(0,05)	27,4	7,24	7,24	7,10	9,45	7,20	10,91

^a Hemisellulose.

^b Data van onbehandelde koringstrooi is nie ingesluit in die statistiese ontleding nie.

Daar was verder 'n duidelike verhoging in die algehele gemiddelde vrywillige inname in vergelyking met die onbehandelde kontrole wat gevarieer het vanaf 16,6% vir ureumbehandeling volgens die baalmetode tot 63,7% vir die kombinasiebehandeling. Gemiddelde verhogings in inname as gevolg van ureumbehandeling van 40 en 46,7% bo onbehandelde koringstrooi is onderskeidelik deur Hadjipanayiotou (1982) en Cloete & Kritzinger (1984) gerapporteer. Dit is algemeen bekend dat ammonisering die vrywillige inname van laegraadse ruvoere by herkouers verhoog (Morris & Mowat, 1980; Buettner, Lechtenberg, Hendrix & Hertel, 1982). Die hoër innames van die behandelde strooi kan hoofsaaklik aan die verhoging in spoed van deurvloei (Oji & Mowat, 1979) en die hoër N-konsentrasie van die ureumbehandelde strooi (Hadjipanayiotou, 1982) toegeskryf word.

Skynbare verteerbaarhede van droë materiaal, organiese materiaal en ruproteïen

Die skynbare verteerbaarhede verkry by die verskillende behandelingsmetodes en -periodes en die toepaslike kleinste betekenisvolle verskille (KBV) ten opsigte van elk van die parameters, word aangedui in Tabel 2. Die DM- en OM-verteerbaarheid van die strooi is na 2-weke behandeling met 22,7 tot 28,9% verhoog. Geen definitiewe neiging het verder in die DM- en OM-verteerbaarheid van die kombinasiebehandelde strooi voorgekom nie. Die DM- en OM-verteerbaarheid van die ureumbehandelde strooi, behandel tydens baal, het geneig om ietwat toe te neem met 'n toename in behandelingsperiode vanaf 2 tot 8 weke, waarna dit betreklik konstant gebly het. Die DM- en OM-verteerbaarheid van die miedbehandelde strooi het 'n betekenisvolle toename ($P \leq 0,05$) met verhoging in behandelingsperiode vanaf 2 tot 12 weke, getoon. Die lae verteerbaarheid van dié strooi by 18-weke behandeling kan moontlik aan die verwerking van die plastiese seil na 12-weke behandeling, en 'n gevolglike mate van kwaliteitsverlies van die behandelde strooi, toegeskryf word. Die verskille in DM- en OM-verteerbaarheid van ureumbehandelde koringstrooi (baal- en miedmetode) in vergelyking met die onbehandelde kontrole het onderskeidelik vanaf 24,06 tot 44,66% en vanaf 22,7 tot 39,96% bedra. Hierdie resultaat is in die algemeen in ooreenstemming met resultate uit die literatuur waar 'n verhoging in die verteerbaarheid van 'n reeks van ureum-geammoniseerde ruvoere rapporteer word (Dolberg, Saadullah, Haque & Ahmed, 1981; Hadjipanayiotou, 1982; Cloete & Kritzinger, 1984). Soortgelyke resultate is ook met anhidriese metodes verkry (Mira, Kay & Hunter, 1983; Williams, 1983/84; Alibez, Muñoz & Faci, 1984). Dit blyk hieruit dat 'n verhoging van ongeveer 15–20% in verteerbaarheid 'n realistiese verwagting sal wees vir 'n wye reeks van voere en ammoniseringsmetodes. Cloete & Kritzinger (1985) rapporteer 'n voortdurende verhoging van die *in vitro*-OM-verteerbaarheid van koringstrooi wat in 'n laboratoriumstudie tot 48 weke behandel is.

Die additiewe effek van ureum/bytsoda-behandeling op die OM-verteerbaarheid, soos verkry in die laboratoriumstudie (Brand *et al.*, 1989), is nie in dié geval gevind nie. Dit is egter bekend dat 'n hoër vrywillige inname kan lei tot 'n vinniger spoed van deurvloei en gepaardgaande ondoeltreffender vertering. Daar kan dus verwag word dat die DM- en OM-verteerbaarheid van die kombinasie-behandelde strooi hoër sou wees indien dieselfde innames as by die ureum-behandelings gehandhaaf is. In dié verband het Fahmy & Ørskov (1984) 'n additiewe verhoging in OM-verteerbaarheid verkry by NH_3 en bytsoda-behandelde garsstrooi wat vir 48 h en 72 h *in sacco* geïnkubeer is. Geen additiewe effek is egter verkry by die *in vivo*-verteerbaarheid nie, wat in goeie ooreenstemming is met die huidige studie. Wanapat *et al.* (1986) het daarenteen gerapporteer dat die *in vivo*-OM-verteerbaarheid van strooi wat met 'n ureum / bytsoda-kombinasie behandel is, 32,6% hoër as by ureum-behandelde koringstrooi was.

Die RP-verteerbaarheid van die strooi is deur middel van behandeling verhoog vanaf –12,7% tot waardes wat gevarieer het vanaf 53,8 tot 76% (Tabel 2). Ruproteïen-verteerbaarheid van die ureumbehandelde koringstrooi het afgeneem met 'n toename in behandelingsperiode. By albei behandelings waar slegs ureum gebruik is, was daar statisties betekenisvolle verskille ($P \leq 0,05$) tussen RP-verteerbaarheid na 2 weke en verteerbaarheidssyfers verkry na 12 en 18 weke. Hierdie laer RP-verteerbaarhede hou waarskynlik verband met die afname in onveranderde ureum wat voorgekom het met 'n toename in behandelingsperiode.

Bogenoemde waarneming kan teruggevoer word na die algemene bevinding dat die RP-verteerbaarheid van geammoniseerde strooi weens 'n hoër verlies van N in die mis laer is as by strooi wat tot 'n isostikstofbasis met ureum aangevul is (Cloete *et al.*, 1983; Cloete & Kritzinger, 1984). Die RP-verteerbaarheid van die kombinasiebehandelde koringstrooi, was net soos in die geval van die ander behandelings, die hoogste by 2-weke behandeling. Anders as by die ureumbehandeling was daar geen definitiewe afname in RP-verteerbaarheid na 2-weke behandeling nie. Geen klaarblyklike verklaring kan vir die besondere lae RP-verteerbaarheid van die strooi wat met 'n ureum/bytsoda-kombinasie vir 12 weke behandel is aangevoer word nie, en dit is na alle waarskynlikheid toevallig.

Die algemene verhoging van die RP-verteerbaarheid deur ureumammonisering is in ooreenstemming met die verhoging vanaf 33,8 tot 71,4%, gerapporteer deur Wanapat *et al.* (1986). 'n Verhoging van die skynbare RP-verteerbaarheid van geammoniseerde koringstrooi is ook gerapporteer deur Herrera-Saldana, Church & Kellems (1983) en Zorilla-Rios & Horn (1984). Dias-Da-Silva & Sundstøl (1986) het in 'n eksperiment waar ureum- (40 g ureum kg^{-1}) en ureum/bytsoda-behandelde koringstrooi (40 g ureum en 10 g NaOH kg^{-1}) ingesluit is, gevind dat die skynbare RP-verteerbaarheid deur behandeling verhoog is vanaf 16,5 tot onderskeidelik 38,2 en 34,2%. Die neiging tot 'n ietwat laer RP-verteerbaarheid van die ureum/bytsoda-behandelde strooi is in ooreenstemming met die resultate in Tabel 2.

Skynbare verteerbaarheid van selwande (SW), suurbestande vesel (SBV) en hemisellulose

Die gehele gemiddelde SW-, SBV- en hemisellulose-verteerbaarheid van die strooi is gemiddeld deur behandeling onderskeidelik met 35,2, 35,3 en 37,4% verhoog. Verhoging van die SW-, SBV- en hemisellulose-verteerbaarheid van koringstrooi deur ammonisering is in ooreenstemming met die resultate van Knipfel, Coxworth & Kernan (1981), Cloete & Kritzinger (1984), Kumase, Suzuki, Zhao & Fujita (1984) en Dias-Da-Silva & Sundstøl (1986). Selwand-verteerbaarheid is betekenisvol ($P \leq 0,05$) verhoog vanaf 2 weke tot by die 8-weke-behandelingsperiode in die geval van ureumbehandeling volgens beide die mied- en baalmetodes (Tabel 2). Die SW-verteerbaarheid van dié behandeling is nie verder verhoog met 'n toename van behandelingsperiode nie. By die ureum / bytsoda-kombinasiebehandeling het daar minder variasie tussen behandelingsperiodes voorgekom. Slegs die SW-verteerbaarheid by 2- en 8 weke was betekenisvol ($P \leq 0,05$) verskillend van die waarde by 18 weke. Suurbestande vesel-verteerbaarheid het hy al drie behandelings geneig om toe te neem met 'n toename in behandelingsperiode. By die twee ureumbehandeling is die SBV-verteerbaarheid betekenisvol verhoog ($P \leq 0,05$) met die verlenging van die behandelingsperiode vanaf 2 weke tot 4- en 8 weke onderskeidelik. Wat die kombinasiebehandeling betref, was slegs die verskil in SBV-verteerbaarheid tussen behandelingsperiodes van 2 en 18 weke betekenisvol ($P \leq 0,05$). By die ureumbehandeling, volgens die miedmetode, is die hemiselluloseverteerbaarheid betekenisvol verhoog vanaf 2 tot 8 weke van behandeling. Die hemiselluloseverteerbaarheid by die behandelingsperiodes 4 tot 18 weke is egter buitengewoon hoog, en is aansienlik hoër as die ooreenstemmende hemisellulose-verteerbaarhede van 73,4 tot 80,1% gerapporteer deur Cloete *et al.* (1983), Cloete & Kritzinger (1984) en Dias-Da-Silva & Sundstøl (1986). Hemiselluloseverteerbaarhede van 100 en 90,3% is egter deur Buettner *et al.* (1982) en Seanger, Lemenager & Hendrix (1983) by geammoniseerde garshooi verkry. By ureumbehandeling volgens die baalmetode was daar 'n neiging tot 'n toename in hemiselluloseverteerbaarheid met tyd, maar geen betekenisvolle verskille het voorgekom nie. Die hemiselluloseverteerbaarheid van kombinasiebehandelde strooi het konstant gebly met 'n toename in behandelingsperiode.

N-balans

Die N-innames, N-uitskeiding en N-balans van die proefdier op die drie tipes behandelde strooi by die onderskeie behandelingsperiodes en die onbehandelde kontrole word uiteengesit in Tabel 3. Die hoë mis-N in vergelyking met die N-inname by die onbehandelde strooi bevestig die lae beskikbaarheid van die N wat hoofsaaklik aan die veselfraksie gebind is (Hogan & Lindsay, 1979; Dryden & Kempton, 1983/84). Soos verwag kon word, het ureum- en kombinasie-behandeling, N-inname 5 tot 8 maal verhoog in

Tabel 3 Die invloed van metode van behandeling en behandelingsperiode op die N-balans van die proefdier

Tipe behandeling en behandelingsperiode	Komponente (g/skaap/dag)			
	N-inname	N-mis	N-uriene	N-balans
Onbehandelde koringstrooi ^a	2,9	3,3	1,9	-2,7
Ureumbehandeling (miedmetode)				
2	19,3	5,5	13,1	0,6
4	17,0	5,6	12,0	-0,6
8	13,2	4,5	8,4	0,2
12	23,6	9,2	12,0	2,5
18	20,6	7,8	7,1	3,7
Ureumbehandeling (in baler)				
2	17,4	4,0	11,3	2,0
4	18,2	5,0	10,6	2,6
8	18,8	4,9	11,1	2,6
12	10,7	6,4	11,3	-1,0
18	14,6	5,2	8,6	3,8
Ureum/bytsoda-behandeling (in baler)				
2	18,6	6,4	10,8	1,6
4	22,5	6,8	14,1	1,6
8	15,5	6,1	7,5	1,8
12	18,8	9,2	11,7	-2,2
18	14,9	6,3	7,8	0,7
KBV Bonferroni _(0,05)	9,46	3,28	8,54	7,15

^a Data van onbehandelde koringstrooi is nie uitgesluit in die statistiese ontleding nie.

vergeljking met die kontrole. Die N vanaf ureum- en kombinasiebehandelde strooi was meer beskikbaar vir vertering as by die onbehandelde strooi en die N in die mis uitgedruk as persentasie N ingeneem was dus baie laer.

Die N-uitskeiding in die mis is hoogs betekenisvol ($P \leq 0,01$) beïnvloed deur die tipe behandeling en behandelingsperiode terwyl die N-uitskeiding in die uriene slegs deur die behandelingsperiode betekenisvol ($P \leq 0,05$) beïnvloed is. Daar was 'n neiging vir N-uitskeiding in die mis om toe te neem met 'n toename in behandelingsperiode veral by die ureumbehandeling. Dié resultaat hou verband met die laer verteerbaarheid van RP by die ureumbehandeling namate behandelingsperiode toeneem (Tabel 2). Die neiging tot 'n verhoudelike kleiner verlies van N in die uriene namate die behandelingsperiode toegeneem het, het hoofsaaklik daartoe bygedra dat die N-balans van die meeste diere rondom nul gevarieer het en dat geen betekenisvolle verskille voorgekom het nie.

Dit blyk dus dat die verhoging van inname asook die N-inhoud van strooi deur ammonisering aanleiding gegee het tot 'n aansienlike verhoging van N-inname. Die totale hoeveelheid N beskikbaar vir die metabolisme van die dier neem egter slegs tot 'n geringe mate toe in vergelyking met die onbehandelde kontrole. Volgens Huber, Smith & Stiles (1980) is die bygevoegde N gebind aan onoplosbare organiese verbindings wat 'n gedeeltelike verklaring vir die hoë N-vlakke in die mis bied. In die algemeen blyk dit uit die literatuur dat ammonisering 'n netto verlies aan N op onbehandelde strooi omskep in 'n positiewe balans (Cloete & Kritzinger, 1984; Zorilla-Rios & Horn, 1984), soos ook in die huidige ondersoek gevind. Dit blyk egter dat daar omstandighede voorkom waaronder die algemene reël nie geld nie. Alibez *et al.* (1984) het gevind dat anhidriese ammoniakbehandeling (35 g NH₃ kg⁻¹ strooi) van garsstrooi die N-balans van die diere verlaag het. Grotheer, Gross & Grimes (1985) het ook gevind dat die N-balans van die diere op onbehandelde Bermudagrashooi en grashooi behandel met 3% NH₃ onderskeidelik 1,4 g en 1,0 g N dag⁻¹ was. Aangesien die minimum N-balans vir produksie volgens die NRC standaard 5—7 g N dag⁻¹ is, is daar in die meeste gevalle op geammoniseerde laegraadse ruvoere egter nog steeds onvoldoende N vir produksiefunksies soos groei, dragtigheid en laktasie beskikbaar (NRC, 1985).

Gevolgtrekking

Die inname- en verteringsresultate verkry, toon dat ureumbehandeling in die baler net so doeltreffend was as die ureumbehandeling volgens die miedmetode. Ureumbehandeling volgens beide metodes het die vrywillige inname en verteerbaarhede van koringstrooi opmerklik verhoog bo 'n onbehandelde kontrole. Ten spyte van die vermorsing van die ureumoplossing, wat nie gekwantifiseer kon word nie, is 'n bevredigende behandeling verkry. Ander praktiese nadele wat by die behandeling in die baler voorgekom het, was die groot hoeveelheid water wat benodig word, en die noodsaaklikheid dat die bale daagliks na behandeling lugdig verseël moet word.

Die langdurige behandeling het nie 'n nadelige effek gehad op die aanneemlikheid en voedingswaarde van die behandelde strooi nie. Intendeel, dit het 'n neiging tot verdere verbetering meegebring, veral met betrekking tot veselverterbaarheid. Strooi kan dus direk na stroop, voordat verlies aan voedingswaarde weens verwerking en verrotting voorkom, behandel word vir ten minste 18 weke sonder gevaar van verlies in voedingswaarde. Omdat daar met 'n nat produk gewerk word, is die gevaar van verrotting groot. Dit is daarom belangrik dat die behandelde produkte goed verseël word en die ammoniakgas wat gevorm word en nodig is vir preserving, nie ontsnap nie. 'n Belangrike praktiese beperking in die huidige ondersoek was die verwerking van die plastiese seil na 12 weke.

Die kombinasiebehandeling van koringstrooi met ureum en bytsoda het nie 'n additiewe effek op die verteerbaarheid van die strooi gehad nie. Die gemiddelde vrywillige inname was egter heelwat hoër as

by die enkelvoudige ureumbehandeling. Die koste van die dubbele behandeling sal egter die toepaslikheid daarvan in praktiese herkouervoeding bepaal.

Dankbetuiging

Die outeurs spreek hulle opregte dank uit teenoor Mnr F. Franck en sy laboratoruimpersoneel vir voorbereiding en ontledings uitgevoer.

Summary

A study was undertaken to investigate the treatment of wheat straw with urea or a urea/caustic soda combination during baling. The above treatments, and wheat straw ammoniated with urea in a stack, were evaluated in an intake and *in vivo* digestibility study with sheep after 2, 4, 8, 12 and 18 weeks of treatment. Untreated wheat straw was evaluated solely for reference purposes. Voluntary intake on all three treatments tended to be at its lowest level after two weeks of treatment. The voluntary intake of the combination-treated straw was higher ($P \leq 0,05$) than that of the urea-ammoniated straw treated either by the stack or the baler methods (38,7% and 28,5% respectively). The OM digestibility of all three treatments increased by 22,7 to 28,9% after 2 weeks of treatment. The OM digestibility was increased ($P \leq 0,05$) by prolonging the treatment period from 2 to 12 weeks. The combined treatment with urea/caustic soda did not show any additive effect with regard to DM and OM digestibility. Neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) and hemicellulose digestibilities tended to improve as the treatment period increased. The crude protein digestibility of the urea ammoniated straw was lower ($P \leq 0,05$) after 12 and 18 weeks compared to a treatment period of 2 weeks. The nitrogen balance of sheep fed all three of the treated straw diets varied around zero, and no significant differences occurred. The intake and digestibility results suggested that the urea treatment in the baler was as effective as the urea treatment according to the stack method, in spite of the wastage of urea solution. Practical disadvantages of this method are the large amount of water needed as well as the requirement that the bales be covered daily after treatment. An important practical disadvantage of the prolonged treatment was the deterioration due to weathering of the plastic canvas used to cover the straw, particularly after 12 weeks. The lack of improvement in the digestibility of the urea/caustic soda treated wheat straw can possibly be ascribed to the higher voluntary intake observed on this treatment. The cost of the combined treatment will, however, determine its application in practical ruminant nutrition.

Verwysings

- ALIBEZ, X., MUÑOZ, F. & FACI, R., 1984. Anhydrous ammonia-treated cereal straws for animal feeding. Some results from the mediterranean area. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10, 239.

- AOAC, 1970. Official methods of analysis (11th edn.). Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- BRAND, A.A., CLOETE, S.W.P. & COETZEE, J., 1989. 'n Laboratoriumondersoek na die optimum behandelingskondisies vir enkelvoudige- en kombinasiebehandeling van koringstrooi met ureum en bytsoda. *S.-Afr. Tydskr. Veek.* 19, in pers.
- BUETTNER, M.R., LECHTENBERG, V.L., HENDRIX, K.S. & HERTEL, J.M., 1982. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Fistuca arundinacea* cv Schreb) hay. *J. Anim. Sci.* 54, 173.
- CLOETE, S.W.P., DE VILLIERS, T.T. & KRITZINGER, N.M., 1983. The effect of ammoniation by urea on the nutritive value of wheat straw for sheep. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 13, 143.
- CLOETE, S.W.P. & KRITZINGER, N.M., 1984. Urea ammoniation compared to urea supplementation as a method of improving the nutritive value of wheat straw for sheep. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 14, 59.
- CLOETE, S.W.P. & KRITZINGER, N.M., 1985. A laboratory assessment of various treatment conditions affecting the ammoniation of wheat straw by urea. 2. The effect of physical form, moisture level and prolonged treatment period. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 15, 137.
- DIAS-DA-SILVA, A.A. & SUNDSTØL, F., 1986. Urea as a source of ammonia for improving the nutritive value of wheat straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 14, 67.
- DOLBERG, F., SAADULLAH, M., HAQUE, M. & AHMED, R., 1981. Storage of urea-treated straw using indigenous material. *World Anim. Rev.* 38, 37.
- DRYDEN, G. McL. & KEMPTON, T.J., 1983/84. Digestion of organic matter and nitrogen in ammoniated barley straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10, 65.
- 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.* 28, 69.
- GROTHER, M.D., GROSS, D.L. & GRIMES, L.W., 1985. Effect of ammonia level and time of exposure to ammonia on nutritional and preservatory characteristics of dry and high-moisture Coastal Bermuda grass hay. *Anim. Feed Sci. Technol.* 14, 55.
- HADJIPANAYIOTOU, M., 1982. The effect of ammoniation using urea on the intake and nutritive value of chopped barley straw. *Grass. Forage Sci.* 37, 89.
- HERRERA-SALDANA, R., CHURCH, D.C. & KELLEMS, R.O., 1983. Effect of ammoniation treatment of wheat straw on *in vitro* and *in vivo* digestibility. *J. Anim. Sci.* 56, 938.
- HOGAN, T.D. & LINDSAY, J.R., 1979. The digestion of nitrogen associated with plant cell wall in the stomach and small intestine of the sheep. *Aust. J. agric. Res.* 31, 147.
- HOMB, T., 1984. Wet treatment with sodium hydroxide. In: Straw and other fibrous by-products. Eds. Sundstøl, F. & Owen, E., Elsevier, Amsterdam, p. 106.
- HORTON, G.M.J., 1981. Composition and digestibility of cell wall components in cereal straws after treatment with anhydrous ammonia. *Can. J. Anim. Sci.* 61, 1059.
- HUBER, J.T., SMITH, N.E. & STILES, J., 1980. Influence of time after ensiling on distribution of nitrogen in corn silage treated with ammonia. *J. Anim. Sci.* 51, 1387.
- IBRAHIM, M.N.M. & PEARCE, G.R., 1983. Effects of chemical pretreatments on the composition and *in vitro* digestibility of crop by-products. *Agric. Wastes* 5, 135.
- KNIPFEL, J.E., COXWORTH, E.W. & KERNAN, 1981. Ammonia treatment or urea supplementation effects upon digestibility and intake of varying proportions of wheat straw or chaff mixed with oats. *J. Anim. Sci.* 53, 472 (Suppl.).
- KRITZINGER, N.M. & FRANCK, 1981. Die effek van ureum-inkuiling op die *in vitro*-verteerbaarheid van koringstrooi. *Els. J.* 5, 15.
- KUMASE, N., SUZUKI, M., ZHAO, J.Y. & FUJITA, H., 1984. Effects of anhydrous ammonia treatment on nitrogen distribution, chemical composition, nutritive value and intake of wheat straw by sheep. Research Bulletin of Obihiro University, I 1, 81 (Abstr.).
- MIRA, J.J.F., KAY, M. & HUNTER, E.A., 1983. Treatment of barley straw with urea or anhydrous ammonia for growing cattle. *Anim. Prod.* 36, 271.
- MORRIS, P.J. & MOWAT, D.N., 1980. Nutritive value of ground and/or ammoniated corn stover. *Can. J. Anim. Sci.* 60, 327.
- NRC, 1985. Nutrient requirements of sheep (6th revised edn.). National Academy Press, Washington, DC.
- OJI, U.I. & MOWAT, D.N., 1979. Nutritive value of thermo-ammoniated and steam treated maize stover. 1. Intake, digestibility and nitrogen retention. *Anim. Feed Sci. Technol.* 4, 177.
- SAENGER, P.F., LEMENAGER, R.P. & HENDRIX, K.S., 1983. Dry matter intakes of ammoniated crop residues. *J. Anim. Sci.* 55, 115. (Suppl.).
- SHAH, F.H., ZIA-UR-RHEMAN, S.F.H., KHAN, A.D.B. & FIRDOS, T., 1981. Effect of sodium hydroxide and aqueous ammonia on the *in vivo* digestibility of wheat straw. *Pakistan J. Sci. Res.* 24, 111.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1967. Statistical methods (6th edn.). The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- SOLAIMAN, S.G., HORN, G.W. & OWENS, F.N., 1979. Ammonium hydroxide treatment on wheat straw. *J. Anim. Sci.* 49, 802.
- STREETER, C.C. & HORN, G.W., 1982. Effect of treatment of wheat straw with ammonia and peracetic acid on digestibility *in vitro* and cell wall composition. *Anim. Feed Sci. Technol.* 7, 325.
- SUNDSTØL, F., COXWORTH, E. & MOWAT, D.N., 1978. Improving the nutritive value of straw and other low-quality roughages by treatment with ammonia. *World Anim. Rev.* 26, 13.
- VAN ARK, H., 1981. Eenvoudige biometriese tegnieke en proefontwerpe met spesiale verwysing na entomologiese navorsing. Wet. Pamf. Dept. Landb. Vis., Repub. S. Afr., No. 396.
- VAN SOEST, P.J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method of the determination of fibre and lignin. *J.A.O.A.C.* 46, 825.
- VAN SOEST, P.J. & WINE, R.H., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. *J.A.O.A.C.* 50, 50.

WANAPAT, M., SUNDSTØL, F. & GARMO, T.H., 1986.

A comparison of alkali treatment methods to improve the nutritive value of straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 12, 295.

WILLIAMS, P.E.V., 1983/84. Digestibility studies on

ammonia-treated straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10, 213.

ZORILLA-RIOS, J. & HORN, G.W., 1984. Energy supplementation of ammoniated wheat straw diets for sheep. *J. Anim. Sci.* 59, 298. (Suppl.).