

Ureumammonisering van koring-, hawer- en garsstrooi en hawerhooi.

1. Laboratoriumondersoek na die invloed van vogpeil, ureumpeil en behandelingsperiode op die chemiese samestelling en *in vitro*-verteerbaarheid

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 25 Februarie 1988; aanvaar 11 Mei 1988

Urea ammoniation of wheat-, oat- and barley straw and oat hay. 1. A laboratory investigation into the effect of urea- and moisture level and treatment period on chemical composition and *in vitro* digestibility. The effect of treatment on the chemical composition and *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD) of wheat, oat and barley straw and oat hay at 25°C was investigated in a 4×3×2×5 factorial experiment. Apart from the four roughages, urea levels of 30, 50 and 75 g kg⁻¹ roughage, moisture levels of 250 and 400 g kg⁻¹ roughage and treatment periods of 4, 6, 8, 12 and 18 weeks were included as independent variables. The dependent variables included crude protein (CP) content, urea content, cell-wall constituents (CWC) and IVOMD. Hydrolysis of urea to ammonia was significantly ($P \leq 0,05$) improved at the higher moisture level and longer treatment periods. IVOMD values of all treated roughages were increased at all treatment periods investigated. The interaction between treatment period and moisture level as well as urea level indicated that the level of urea ammoniation at low moisture and urea levels may be improved by increasing the treatment period. It is, however, evident that 30 g kg⁻¹ urea was not sufficient for effective treatment, and that extending the treatment period provided no further advantage. CWC values of the cereal straws and oat hay decreased during each of the treatment periods investigated. In the case of the 3% urea treatment, CWC remained constant from 12 to 18 weeks of treatment.

Die invloed van behandelingskondisies op die chemiese samestelling en *in vitro* organiese materiaal verteerbaarheid (IVOMV) van koring-, hawer-, en garsstrooi en hawerhooi teen 25°C is in 'n 4×3×2×5- faktoriaal-eksperiment ondersoek. Benewens die vier ruvoere is ook ureumpeile van 30-, 55- en 75 g kg⁻¹ ruvoer, vogpeile van 250- en 400 g kg⁻¹ ruvoer en behandelingsperiodes van 4-, 6-, 8-, 12- en 18 weke, ingesluit. Die afhanklike veranderlikes het totale stikstof-, ureum- en selwand(SW)-inhoud sowel as IVOMV ingesluit. Die omsetting van ureum na ammoniak is betekenisvol ($P \leq 0,05$) verhoog by die hoër vogpeil en langer behandelingsperiode. Die IVOMV van al die behandelde ruvoere is verhoog by al vyf behandelingsperiodes. Die interaksies van behandelingsperiode met vogpeil en ureumpeil toon dat die vlak van ureumammonisering by 'n lae vog- en ureumpeil verhoog kan word deur 'n langer periode van behandeling. Dit blyk egter dat 30 g kg⁻¹ ureum onvoldoende was vir effektiewe behandeling, en dat die verlenging van die behandelingsperiode dus geen voordeel sal inhou nie. Die SW-inhoud van al die tipes strooi en hooi is verlaag by al vyf behandelingsperiodes. By die 3%-ureumbehandeling het die SW-inhoud egter onveranderd gebly vanaf die 12- tot 18-weke-behandelings.

Keywords: Barley straw, oat hay, oat straw, treatment conditions, urea ammoniation, wheat straw

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

* Aan wie korrespondensie gerig moet word

Inleiding

Verskillende tipes ruvoere reageer verskillend op ammoniakbehandeling (Horton, 1981; Lufadeju, Blackett & Ørskov, 1985; Tuah, Lufadeju, Ørskov & Blackett, 1986). Dit blyk dat die omvang van die verhoging in verteerbaarheid deur middel van alkali-behandeling omgekeerd verwant is aan die aanvanklike voedingswaarde van die ruvoer (Kernan, Crowle, Spurr & Coxworth, 1979; Kiangi, Kategile & Sundstøl, 1981). Volgens Kernan *et al.* (1979) is die effektiwiteit van ammonisering duideliker waarneembaar by behandeling van ruvoere en oesreste van 'n baie lae kwaliteit. Kernan, Coxworth, Crowle & Spurr (1984) en Ramazin,

Ørskov & Tuah (1986) skryf die verskille in voedingswaarde wat tussen verskillende kultivars voorkom toe aan die variasie in verspreiding en/of verteerbaarheid van die botaniese fraksies. Die vlak van ammonisering wat by verskillende tipes ruvoere en oesreste bereik kan word, is verder ook afhanklik van die behandelingskondisies, naamlik, behandelingspeil, vogpeil, temperatuur en behandelingsperiode waaronder ammonisering uitgevoer word.

Gesien teen dié agtergrond is die invloed van ureumpeil, vogpeil en behandelingsperiode op die chemiese samestelling en *in vitro* verteerbaarheid van gemaalde koring-, hawer- en garsstrooi en hawerhooi ondersoek.

Aard en Omvang

Proefontwerp

Die invloed van behandelingskondisie op die chemiese samestelling en *in vitro* organiese materiaal verteerbaarheid (IVOMV) van koring-, hawer- en garsstrooi en hawerhooi is in 'n $4 \times 3 \times 2 \times 5$ -faktoriaaleksperiment ondersoek. Die onafhanklike veranderlikes het benewens die ruvoere, ook ureumpeile van 30, 55 en 75 g kg⁻¹, vogpeile van 250 en 400 g kg⁻¹ ruvoer en behandelingsperiodes van 4, 6, 8, 12 en 18 weke ingesluit.

Vorbereiding van monsters

Strooi- en hooibale is vooraf gemaal deur 'n 18 mm-sif. Hierna is verteenwoordigende monsters met ureumoplossings behandel om bogenoemde peile van ureumbehandeling en vog te verkry. Die monsters is in lugdigte 2 000 ml plastiese houers behandel in 'n temperatuurgekontroleerde kamer by 25°C.

Ontledings

Al die monsters is voor ontleding gedroog tot 'n konstante massa in 'n waaieroond by 59°C. Die totale N-inhoud van die monsters is bepaal volgens die Makro Kjeldalmetode (AOAC, 1970). Die ureuminhoud is bepaal volgens die AOAC (1970) se metode soos gewysig deur Kritzinger & Franck (1981). Die IVOMV is bepaal volgens die metode beskryf deur Tilley & Terry (1963) en aangepas deur Engels & Van der Merwe (1967). Die metodes van Van Soest & Wine (1967) is gebruik vir die bepaling van die SW-inhoud van die monsters.

Statistiese ontleding

Weens betekenisvolle interaksies tussen die onafhanklike veranderlikes is die verskille tussen die gemiddeldes nie vir betekenisvolheid getoets nie. Weens die kompleksiteit en moeilike interpretasie van die drie- en vierfaktor-interaksies, is besluit om nie te poog om hierdie interaksies te bespreek nie, maar eerder op die betekenisvolle tweefaktor-interaksie te konsentreer. Die statistiese model wat gebruik is het die data so goed gepas dat daar min onverklaarde variasie oorgebly het. Weens die klein gemiddelde kwadrate vir fout is dit moontlik dat relatief onbelangrike effekte in sulke analyses statisties betekenisvol is (Bezuidenhout, J.deV., Privaatsak X5013, Stellenbosch 7600, 1987, persoonlike mededeling). Die betekenisvolle tweefaktor-interaksies wat voorgekom het, is grafies voorgestel.

Tabel 1 Chemiese samestelling (%) van die koring-, hawer- en garsstrooi sowel as hawerhooi voor ammonisering (DM-basis uitgesluit DM)

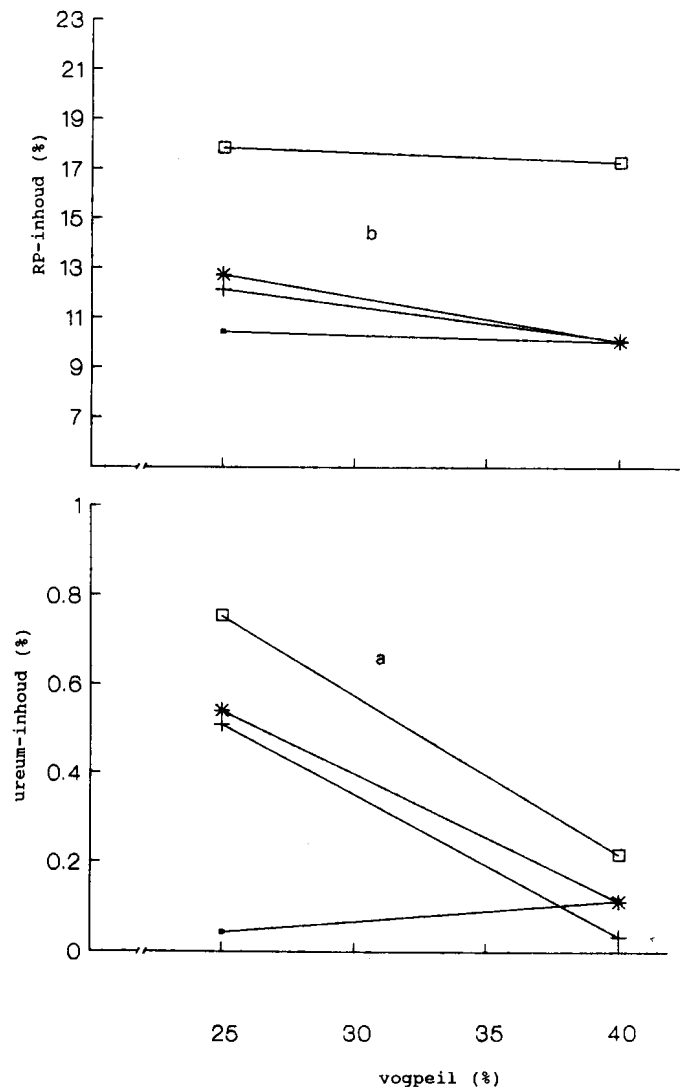
Komponent	Koringstrooi	Hawerstrooi	Garsstrooi	Hawerhooi
DM	93,0	91,7	92,5	90,6
RP	2,1	3,3	3,1	6,8
SW	77,9	76,9	80,2	64,7
IVOMV	38,9	39,5	32,9	53,5

Resultate en Bespreking

Ruproteïen- en ureuminhoud

Die chemiese samestelling van die koring-, hawer-, en garsstrooi en hawerhooi voor ammonisering is vir verwysingsdoeleindes ingesluit in Tabel 1. Die statistiese ontleding op die RP- en ureuminhoud word in Tabel 2 opgesom. Volgens Tabel 2 is die RP- en ureuminhoud van die geammoniseerde ruvoer hoogs betekenisvol ($P \leq 0,01$) beïnvloed deur die tipe ruvoer, vogpeil en ureumpeil. Die ureuminhoud is ook hoogs betekenisvol ($P \leq 0,01$) beïnvloed deur die behandelingsperiode. Die interaksies van tipe strooi met vog- en ureumpeil en van vogpeil met ureumpeil was hoogs betekenisvol ($P \leq 0,01$) ten opsigte van RP- en ureuminhoud.

Die interaksie van tipe strooi met vogpeil ten opsigte van die RP- en ureuminhoud word onderskeidelik in Figure 1a en 1b aangedui. Die RP- en ureuminhoud van die hawer- en garsstrooi sowel as hawerhooi was deurgaans hoër by die laer vogpeil. Hierdie hoër waardes kan



Figuur 1 Ureuminhoud (a) en RP-inhoud (b) van ureumbehandelde koringstrooi (■—■), hawerstrooi (+—+), garsstrooi (*—*), en hawerhooi (□—□), by vogpeile van 250 g kg⁻¹ en 400 g kg⁻¹ ruvoer.

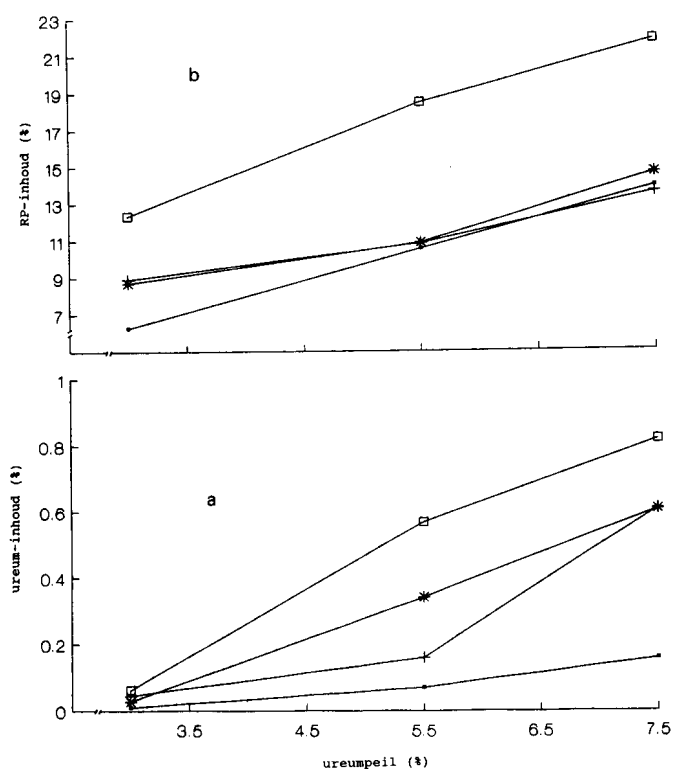
Tabel 2 Aantal vryheidsgrade (Vg), gemiddelde som van kwadrate (GSK) en peil van betekenisvolheid (BV) van die statistiese ontleding van die RP-, ureum- en SW-inhoud en IVOMV

Bron	Vg	RP		Ureum		IVOMV		SW	
Onafhanklike veranderlikes:									
		GSK	BV	GSK	BV	GSK	BV	GSK	BV
Tipe ruvoer (R)	3	676,54	**	1,68	**	73,46	**	973,65	**
Vogpeil (V)	1	119,41	**	7,03	**	542,31	**	1,00	nb.
Ureumpeil (U)	2	962,56	**	5,30	**	242,44	**	549,49	**
Behandelingsperiode (P)	4	1,09	nb.	0,22	**	129,29	**	63,42	**
Interaksies									
R × V	3	18,71	**	1,17	**	16,60	*	51,13	**
R × U	6	28,50	**	0,44	**	8,61	nb.	20,06	**
V × U	2	28,69	**	1,98	**	108,01	**	3,52	nb.
R × P	12	1,62	nb.	0,03	nb.	8,64	*	3,64	**
V × P	4	1,21	nb.	0,09	**	28,60	**	1,78	nb.
U × P	8	2,08	nb.	0,05	nb.	29,44	**	8,98	**
R × V × U	6	17,08	**	0,44	**	27,30	**	15,35	**
R × V × P	12	2,70	nb.	0,03	nb.	6,65	nb.	2,84	*
R × U × P	24	2,56	nb.	0,02	nb.	7,85	nb.	1,92	nb.
V × U × P	8	4,88	**	0,04	nb.	10,27	*	7,20	**
R × V × U × P	24	3,31	*	0,02	nb.	8,33	nb.	—	—
Fout	119	1,77		0,01		4,35		1,53	

nb. = nie betekenisvol.

hoofsaaklik aan die groter persentasie onveranderde ureum wat by 25% vogpeil verkry is (0,46 vs 0,12%) toegeskryf word. Die meer volledige afbraak van ureum by die 40% vogpeil dui aan dat die effektiwiteit van ureumammonisering afhanklik is van die voginhoud van die materiaal. Williams, Innes & Brewer (1985) en Cloete & Kritzinger (1985) het ooreenstemmend bevind dat die tempo en proporsie ureum wat gehidroliseer word, toeneem met 'n toename in vogpeil tot vogpeile van 550 g kg⁻¹ strooi. Solaiman, Horn & Owens (1979), en Sundstøl (1983/84) het ook bevind dat die tempo en doeltreffendheid van ammonisering verhoog kan word deur 'n verhoging van die voginhoud van koringstrooi vanaf 100 tot 500 g kg⁻¹ droë strooi. In teenstelling met die ander ruvoere is by geammoniseerde koringstrooi egter 'n ietwat hoër persentasie onafgebreekte ureum by die 40% vogpeil gemeet (Figuur 1a). Hierdie resultate dui op 'n doeltreffender omsetting van ureum na ammoniak, moontlik as gevolg van 'n hoër urease aktiwiteit by koringstrooi.

Volgens die interaksie van tipe strooi × ureumpeil, voorgestel in Figuur 2, is die RP- en ureuminhoud van al die geammoniseerde strooi, sowel as geammoniseerde hawerhooi, verhoog met 'n verhoging van die peil van ureumbehandeling. Die verhoging van die RP-inhoud met toename van die peil van ureumbehandeling is in ooreenstemming met die resultate van Kritzinger & Franck (1981) en Kiangi *et al.* (1981). Die ureuminhoud van die hawerhooi was weens die swakker hidrolise van



Figuur 2 Ureuminhoud (a) en RP-inhoud (b) van ureum-behandelde koringstrooi (■—■), hawerstrooi (+—+), garsstrooi (*—*) en hawerhooi (□—□) behandel met 3,0, 5,5 en 7,5% ureum.

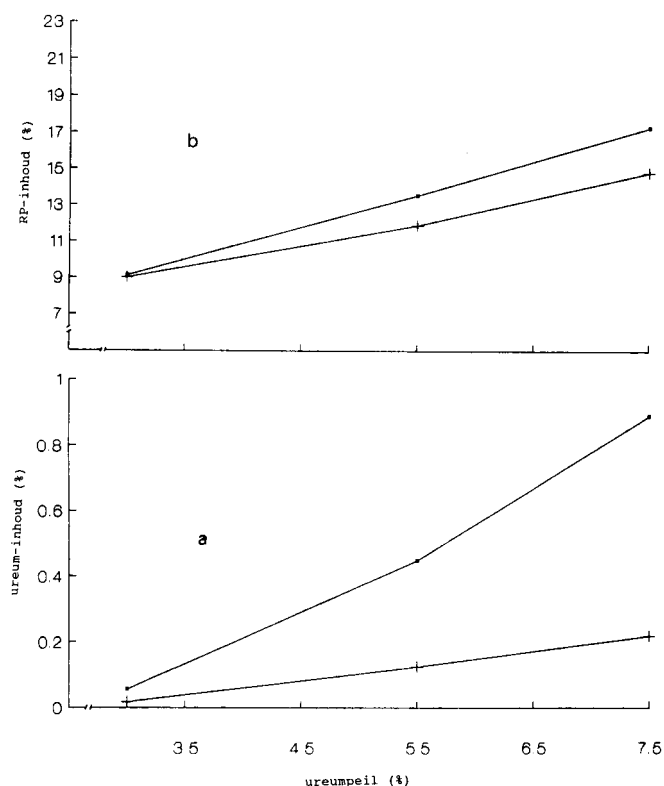
ureum hoër as by die graanstrooie. Die hoër natuurlike proteïeninhoud van die hawerhooi het verder bygedra tot die waargenome verskil ten opsigte van RP-inhoud in vergelyking met die graanstrooie.

Die invloed van die interaksie van vogpeil \times ureumpeil op die RP- en ureuminhoud word in Figuur 3 aangedui. Die RP- en ureuminhoud by beide vogpeile neem toe met 'n toename van peil van ureumbehandeling. 'n Groter toename is verkry by die 25% voginsluitingspeil. Hierdie resultate is in ooreenstemming met die resultate van Cloete & Kritzinger (1985) en toon dat die hidrolise van ureum vinniger plaasvind by hoër vogpeile. Die verskil in residuele ureum tussen die twee vogpeile neem toe met toename van peil van ureumbehandeling.

In vitro organiese materiaal verteerbaarheid (IVOMV)

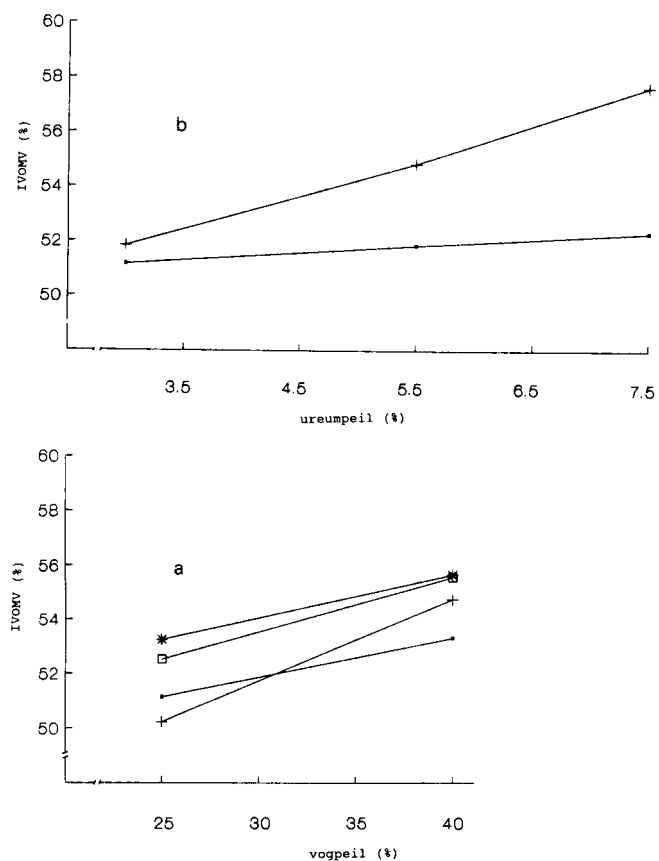
Die resultate in Tabel 2 dui aan dat die IVOMV hoogs betekenisvol ($P \leq 0,01$) beïnvloed is deur tipe ruvoer, vogpeil, ureumpeil en behandelingsperiode. Die twee-faktorinteraksies van tipe ruvoer met vogpeil en behandelingsperiode was betekenisvol by die 5% peil terwyl die interaksies van vogpeil met ureumpeil en behandelingsperiode sowel as die interaksie tussen ureumpeil en behandelingsperiode hoogs betekenisvol ($P \leq 0,01$) was.

IVOMV van koring-, hawer- en garsstrooi en hawerhooi, behandel vir 18 weke, is onderskeidelik met 12,7%, 8,8%, 11,4% en 5,2% verhoog deur ammonisering.

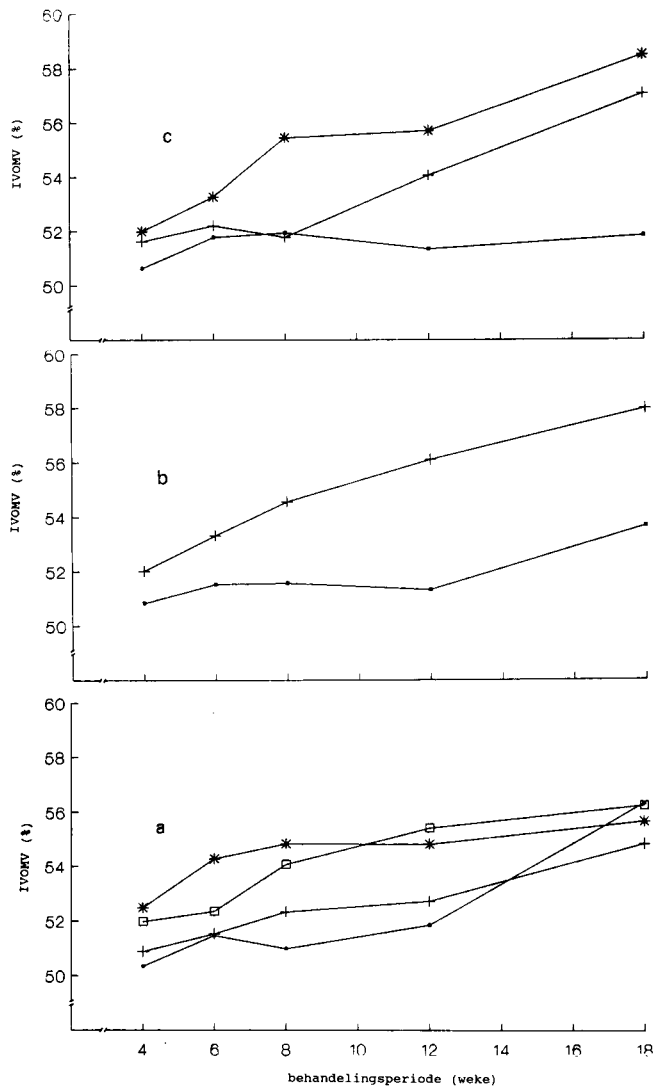


Figuur 3 Ureuminhoud (a) en RP-inhoud (b) van die ureumbehandelde ruvoere behandel by vogpeile van 250 g kg⁻¹ (■—■) en 400 g kg⁻¹ (+—+) strooi met 3,0, 5,5 en 7,5% ureum.

Vanuit Figure 4 en 5 is dit duidelik dat die IVOMV voordelig beïnvloed is deur die toenemende vog- en ureumpeile sowel as langer behandelingsperiode. Die IVOMV van die geammoniseerde strooie en hawerhooi is met 2,14 tot 4,48 persentasie-eenhede verbeter deur die vogpeil vanaf 250 tot 400 te verhoog (Figuur 4a). Die vinniger en meer doeltreffende ammonisering verkry by die hoogste vogpeil is in die algemeen ooreenstemmend met resultate gerapporteer deur Oji & Mowat (1979), Solaiman, *et. al.* (1979) en Kritzinger & Franck (1981). Figuur 5a toon dat die IVOMV van al die geammoniseerde strooie en hawerhooi tot by die 18-weke-behandelingsperiode steeds geneig het om te verbeter. By die hawerhooi is slegs 'n geringe verhoging in die IVOMV verkry na 6 weke behandeling. By die koringstrooi is die IVOMV verhoog vanaf 51,8% na 12 weke behandeling tot 56,6% na 18 weke behandeling. Kritzinger & Franck (1981) is van mening dat die minimum behandelingsperiode vir optimale reaksie van ureumammonisering by omgewingstemperatuur, 6 tot 8 weke is. Sundstøl, Coxworth & Mowat (1978) het 'n positiewe effek op die doeltreffendheid van behandeling verkry deur verlenging van behandelingsperiode by lae temperature (4 — 20°C). Cloete & Kritzinger (1985) rapporteer 'n



Figuur 4 IVOMV van (a) ureumbehandelde koringstrooi (■—■), hawerstrooi (+—+), garsstrooi (*—*) en hawerhooi (□—□) by vogpeile van 250 g kg⁻¹ en 400 g kg⁻¹ ruvoer en (b) IVOMV van die ureumbehandelde ruvoere behandel by vogpeile van 250 g kg⁻¹ (■—■) en 400 g kg⁻¹ (+—+) strooi met 3,0, 5,5 en 7,5% ureum.



Figuur 5 IVOMV van (a) ureumbehandelde koringstrooi (■—■), hawerstrooi (+—+), garsstrooi (*—*) en hawerhooi (□—□) by toenemende behandelingsperiodes, (b) IVOMV van die ureumbehandelde strooie en hawerhooi behandel by vogpeile van 250 g kg^{-1} (■—■) en 400 g kg^{-1} (+—+) ruvoer en toenemende behandelingsperiodes en (c) IVOMV van die ureumbehandelde strooie en hawerhooi met ureumpeile van 3,0% (■—■), 5,5% (+—+) en 7,5% (*—*) by toenemende behandelingsperiodes.

verhoging in die verteerbaarheid van graanstrooi tot 48 weke behandeling.

Die interaksie van vogpeil \times behandelingsperiode, aangedui in Figuur 5b, toon dat die IVOMV by 25% voginsluiting slegs 'n geringe verhoging getoon het vanaf 4 tot 18 weke behandeling, terwyl dit by die 40% vogpeil reglynig toegeneem het met 'n toename van behandelingsperiode tot by 18 weke. Die interaksie van vogpeil met ureumpeil en met behandelingsperiode beklemtoon die belangrikheid van vogpeil by ureumammonisering. By beide direkte (Waiss, Guggolz, Kohler, Walker & Garret, 1972; Borhami & Sundstøl, 1981) en indirekte

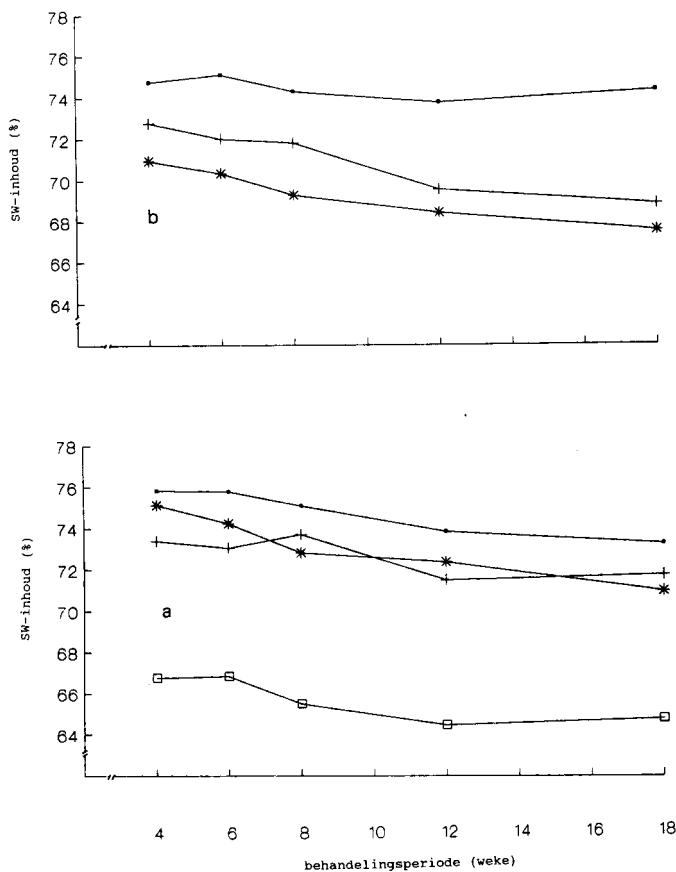
ammonisering (Kritzinger & Franck, 1981) word 'n voginhoud van minstens 30% vir optimale reaksie voorgestel. Sundstøl *et al.* (1978) rapporteer egter 'n toename in die doeltreffendheid van ammonisering tot by 'n voginhoud van 50%. Die interaksie van vogpeil met ureumpeil (Figuur 4b) en behandelingsperiode (Figuur 5b) lewer 'n bewys dat ureumomsetting na ammoniak asook die doeltreffendheid van ureumammonisering by hoër ureum- en vogpeile doeltreffender verloop, maar dat die reaksie grootliks afhanklik is van vog. Die gebrek aan 'n respons in IVOMV met toename van die behandelingsperiode by 25% voginsluiting kan waarskynlik toegeskryf word aan die stadige omsetting van ureum na ammoniak by die 5,5- en 7,5% ureumpeile by 25% vog (Figuur 3).

Figuur 5c toon aan dat die doeltreffendheid van behandeling by 5,5- en 7,5% ureuminsluiting toegeneem het met toename van behandelingsperiode tot by 18 weke. Dit is verder ook vanuit Figuur 5c duidelik dat die IVOMV by 3% ureumbehandeling min of meer konstant gebly het met 'n toename van behandelingsperiode vanaf 4 tot 18 weke. By die 7,5% ureumbehandeling het die IVOMV vinnig toegeneem vanaf 4 weke tot 8 weke behandeling waarna dit stadiger toegeneem het tot 18 weke behandeling. Ulloa, Craig, Watkins & Nelson (1986) het ook gerapporteer dat die IVOMV van ureumbehandelde Bermuda-grashooi toegeneem het tot 60 dae behandeling. Resultate gerapporteer deur Waiss *et al.* (1972) en Hadjipanayiotou (1982), waar ammoniakbehandeling tot 90 dae toegepas is, toon dat slegs 'n geringe verhoging in verteerbaarheid na 30 tot 45 dae behandeling verkry is.

Selwand (SW)-inhoud

Volgens Tabel 2 is die SW-inhoud hoogs betekenisvol ($P \leq 0,01$) beïnvloed deur tipe ruvoer, ureumpeil en behandelingsperiode. Vogpeil het egter nie 'n betekenisvolle invloed op die SW-inhoud gehad nie. Die gemiddelde verlaging van die SW-inhoud vanaf 74,9 tot 71,6% wat verkry is met al die ruvoere oor alle vog- en ureumpeile met ureumbehandeling is soortgelyk aan resultate van die meeste navorsers (Horton, 1981; Felix & Diarra, 1984) by die behandeling van laegraadse ruvoere en hooi. In gevalle waar Fescue-hooi (Buettner, Lechtenberg, Hendrix & Hertel, 1982) met ammoniak behandel is, is daar 'n verhoging van die SW-inhoud gerapporteer.

Die interaksie van tipe ruvoer met behandelingsperiode (Figuur 6a) toon dat die SW-inhoud van die koringstrooi en garsstrooi afgeneem het met toename in behandelingsperiode. Die SW-inhoud van die hawerstrooi en hawerhooi het afgeneem tot 12 weke behandeling waarna dit konstant gebly het. Volgens Saenger, Lemenager & Hendrix, (1983) vind die afname in SW plaas as gevolg van die oplossing van HS wat dan deel raak van die selinhoud. Solaiman *et al.* (1979) en Urias, Delfino & Swingle (1984) was van mening dat 90% van die verhoging in IVOMV met ammoniakbehandeling toegeskryf kan word aan die oplossing van HS en verlaging van SW. Die interaksie van ureumpeil met behandelingsperiode, voorgestel in Figuur 6b, dui



Figuur 6 SW-inhoud (a) van ureumbehandelde koringstrooi (■—■), hawerstrooi (+—+), garsstrooi (*—*) en hawerhooi (□—□) by toenemende behandelingsperiodes en (b) SW-inhoud van ureumbehandelde strooie en hawerhooi met ureumpeile van 3,0% (■—■), 5,5% (+—+) en 7,5% (*—*) by toenemende behandelingsperiodes.

moontlik op 'n meer doeltreffende behandeling met 'n toename in behandelingsperiode by die hoër ureumpeile en 'n lae peil van ammonisering by 3% ureumbehandeling. Die verlaging oor tyd was min of meer dieselfde by die 5,5- en 7,5% ureumbehandelings.

Gevolgtrekking

Die vlak van ammonisering wat bereik is met ureumbehandeling van al die ruvoere was afhanklik van die behandelingskondisies wat toegepas is. Die interaksie van behandelingsperiode met vogpeil en ureumpeil toon dat die vlak van ammonisering met ureum by 'n lae vog- en ureumpeil verhoog kan word deur 'n langer periode van behandeling. Alhoewel 'n klein verhoging in die doeltreffendheid van ammonisering verkry is deur die ureumpeil vanaf 5,5% tot 7,5% te verhoog, moet die toename in behandelingskoste ook in gedagte gehou word. Dit blyk egter dat 3% ureum nie voldoende was vir effektiewe behandeling en dat die verlenging van die behandelingsperiode by dié peil geen voordeel inhou nie. Die hoër tempo van ammoniakvrystelling by koringstrooi kan moontlik aan hoër urease-aktiwiteit toegeskryf word. Die resultate wat verkry is, toon dat alhoewel die persentasie onveranderde ureum afneem

met 'n toename in behandelingsperiode, die RP-inhoud konstant gebly het. Dit blyk dus dat meer N gebind is met langer behandeling.

Vanuit die studie is dit duidelik dat, alhoewel ureumammonisering 'n voordelige effek op die verteerbaarheid van al vier ruvoere gehad het, die respons op ammonisering vir 18 weke groter by die graanstrooi (8,8 — 12,7%) as by die hawerhooi (5,2%) was. By die graanstrooi is die grootste respons by koringstrooi, met die laagste verteerbaarheid voor behandeling, verkry. Gesien teen hierdie agtergrond moet die geammoniseerde ruvoere dus aan evaluasie in diere op *in vivo*-vlak onderwerp word.

Erkenning

Die outeurs spreek hulle opregte dank uit teenoor F. Franck en sy laboratoriumpersoneel vir voorbereiding en ontleding van monsters.

Summary

The effect of treatment on the chemical composition and *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD) of wheat, oat and barley straw and oat hay was investigated in a 4×3×2×5 factorial experiment. Apart from the four roughages, urea levels of 30, 50 and 75 g kg⁻¹ roughage, moisture levels of 250 and 450 g kg⁻¹ roughage and treatment periods of 4, 6, 8, 12 and 18 weeks were included as independent variables. The dependent variables included total crude protein (CP) content, urea content, cell wall constituents (CWC) and IVOMD. Hydrolysis of urea to ammonia was significantly ($P \leq 0,05$) improved at the higher moisture level and longer treatment periods. IVOMD values of all treated roughages were increased during each of the treatment periods investigated. The interaction between treatment period and moisture level indicated that the efficiency of urea ammoniation at low urea and moisture levels can be improved by increasing the treatment period. It is evident, however, that 30 g kg⁻¹ urea is not sufficient for effective treatment, even when the treatment period is extended. CWC values of the cereal straws, and of oat hay decreased during each of the treatment periods investigated. In the case of the 3% urea treatment CWC remained constant from 12 to 18 weeks of treatment.

From this study it is apparent that, although urea ammoniation advantageously affected the nutritional value of all four of the roughages, the response of the cereal straws to ammoniation was better than that of oat hay. Wheat straw, which has the lowest nutritional value before treatment, responded most favourably of all the roughages. Seen against this background the ammoniated roughages should be subjected to evaluation on an *in vivo* basis.

Verwysings

- AOAC, 1970. Official methods of analysis (11th edn.). Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- BORHAMI, B.E.A. & SUNDSTØL, F., 1981. Studies on ammonia-treated straw. 1. The effects of type and level of

- ammonia, moisture content and treatment time on the digestibility *in vitro* and enzyme soluble organic matter of oat straw. *Anim. Fd. Sci. Technol.* 7, 45.
- BUETTNER, M.R., LECHTENBERG, V.L., HENDRIX, K.S. & HERTEL, J.M., 1982. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb) hay. *J. Anim. Sci.*, 54, 173.
- 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.
- ENGELS, E.A.N. & VAN DER MERWE, F.J., 1967. Application of an *in vitro* technique to South African forages, with special reference to the effect of certain factors to the results. *S. Afr. J. Agric. Res.* 10, 983.
- FELIX, A. & DIARRA, 1984. Effect of ammonia hydroxide (NH₄OH) treatment on digestibility of nutrients in soybean straw by steers. *J. Anim. Sci.* 59, 300. (Suppl.)
- HADJIPANAYIOTOU, M., 1982. The effect of ammoniation using urea on the intake and nutritive value of chopped barley straw. *Grass. Forage Sci.* 37, 89.
- 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.
- KERNAN, J.A., CROWLE, W.L., SPURR, D.T. & COXWORTH, E.C., 1979. Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous ammonia. *Can. J. Anim. Sci.* 59, 511.
- KERNAN, J.A., COXWORTH, E.C., CROWLE, W.L. & SPURR, D.T., 1984. The nutritional value of crop residue components from several wheat cultivars grown at different fertilizer levels. *Anim. Fd. Sci. Technol.* 11, 301.
- KIANGI, E.M.I., KATEGILE, J.A. & SUNDSTØL, F., 1981. Different sources of ammonia for improving the nutritive value of low quality roughages. *Anim. Fd. Sci. Technol.* 6, 377.
- KRITZINGER, N.M. & FRANCK, F., 1981. Die effek van ureum-inkuiling op die *in vitro* verteerbaarheid van koringstrooi. *Els. J.* 5, 15.
- LUFADJEU, E.A., BLACKETT, G.A. & ØRSKOV, E.R., 1985. The effect of variety of spring barley straw and of ammonia-treatment on nutritive value. *Proc. Nutr. Soc.* 44, 97A (Abstr.)
- OJI, U.I. & MOWAT, D.N., 1979. Nutritive value of thermo-ammoniated and steam treated maize stover. 1. Intake, digestibility and nitrogen retention. *Anim. Fd. Sci. Technol.* 4, 177.
- RAMAZIN, M., ØRSKOV, E.R. & TUAH, A.K., 1986. Rumen degradation of straw. 2. Botanical fractions of straw from two barley cultivars. *Anim. Prod.* 43, 271.
- SAENGER, P.F., LEMENAGER, R.P. & HENDRIX, K.S., 1983. Dry matter intakes of ammoniated crop residues. *J. Anim. Sci.* 55, 115 (Suppl.)
- SOLAIMAN, S.G., HORN, G.W. & OWENS, F.N., 1979. Ammonium hydroxide treatment on wheat straw. *J. Anim. Sci.* 49, 802.
- SUNDSTØL, F., 1983/84. Ammonia treatment of straw: methods for treatment and feeding experience in Norway. *Anim. Fd. Sci. Technol.* 10, 173.
- SUNDSTØL, F., COXWORTH, E. & MOWAT, D.N., 1978. Improving the nutritive value of straw and other low-quality roughages by treatment with ammonia. *Wld Anim. Rev.* 26, 13.
- TILLEY, J.M.A. & TERRY, R.A., 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18, 104.
- TUAH, A.K., LUFADJEU, E., ØRSKOV, E.R. & BLACKETT, I., 1986. Rumen degradation of straw. I. Untreated and ammonia-treated barley, oat and wheat straw varieties and triticale straw. *Anim. Prod.* 43, 261.
- ULLOA, J.A., CRAIG, W.M., WATKINS, K.L. & NELSON, B.D., 1986. Ammoniation of Alicia Bermuda grasses using urea. *J. Anim. Sci.* 63, 362 (Suppl.)
- URIAS, A.R., DELFINO, F.J. & SWINGLE, R.S., 1984. Crude protein content and *in vitro* digestibility of wheat straw ammoniated under high environmental temperatures. *J. Anim. Sci.* 59, 259 (Suppl.)
- 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.
- WAISS, A.C., GUGGOLZ, J., KOHLER, G.O., WALKER, H.G. & GARRET, W.N., 1972. Improving digestibility of straws for ruminant feed by aqueous ammonia. *J. Anim. Sci.* 35, 109.
- WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M. & BREWER, A., 1985. Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. II. Addition of soyabean (urease), sodium hydroxide and molasses; effects on the digestibility of urea-treated straw. *Anim. Fd. Sci. Technol.* 11, 115.