

Verteerbaarheid van katoensaadbevattende diëte en die effek van lanolienbyvoeging daarop by skape

W.A. Smith*

Departement Veekunde, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch 7600, Republiek van Suid-Afrika

L.P. Vosloo

Posbus 6047, Uniedal, Stellenbosch 7612, Republiek van Suid-Afrika

Ontvang 10 Februarie 1989; hersien 29 Januarie 1990; aanvaar 26 Julie 1990

Digestibility of diets containing cottonseed and the effect of supplementary lanolin thereon in sheep. The apparent digestibility of nutrients in four diets (A, B, C and D) containing 0, 10, 15 and 20% whole cottonseed respectively, was determined in sheep at a feeding level of 45 g DM/W^{0.75}/d. The apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), crude fibre (CF), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), nitrogen free extract (NFE) and gross energy (GE) all decreased significantly ($P < 0,05$) or highly significantly ($P < 0,01$) in the cottonseed diets. This was apparently due to depressed fibre digestibility. The digestibility of the ether extract (EE) fraction, however, increased significantly ($P < 0,05$) and highly significantly ($P < 0,01$) in the cottonseed-containing diets. This was probably due to the high digestibility of cottonseed oil. Nitrogen retention also increased highly significantly ($P < 0,01$) with increases in the whole-cottonseed content, probably due to more efficient bacterial protein synthesis (BPS). In an attempt to alleviate the negative effects of cottonseed oil on rumen metabolism, lanolin was supplemented as an emulsifier to five diets (0%, 1%, 2%, 4% and 8% lanolin to diets 1, 2, 3, 4 and 5, respectively). The diets contained 23—25% whole cottonseed. The apparent digestibility of nutrients was determined by feeding the diets to five groups of wethers (four per group) at 45 g DM/W^{0.75}/d. Because of the promising results obtained with the 2% lanolin inclusion, the work was repeated with Rations 1 and 3 (with 0 and 2% lanolin respectively) using 10 wethers per group. The apparent digestibilities of the NDF (DNDF) and the nitrogen (DN) were significantly ($P < 0,05$) and highly significantly ($P < 0,01$) higher for Ration 3 (2% lanolin) than for Ration 1 (0% lanolin). The small increase in the total digestibility of nutrients with the inclusion of 2% lanolin, seems too small to justify its inclusion in diets containing high percentages of whole cottonseed.

Die skynbare verteerbaarheid van voedingstowwe in vier diëte (A, B, C en D) wat onderskeidelik 0, 10, 15 en 20% heel katoensaad bevat, is by skape op 'n voedingspeil van 45 g DM/W^{0.75}/d bepaal. Die skynbare verteerbaarheid van droë materie (DM), organiese materie (OM), totale ruproteïen (TRP), ruvesel (RV), neutraalbestande vesel (NBV), suurbestande vesel (SBV), stikstofvrye ekstrak (NVE) en bruto energie (BE) is progressief betekenisvol ($P < 0,05$) en hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) verlaag met die insluiting van groter hoeveelhede heel katoensaad. Dit is waarskynlik te wyte aan die verlaging in ruveselverteerbaarheid. Die verteerbaarheid van die eterekstrakfraksie (EE) is egter betekenisvol ($P < 0,05$) en hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) verhoog deur die insluiting van katoensaad. Dit is waarskynlik toe te skryf aan die hoë verteerbaarheid van katoensaadolie. Stikstofretensie is ook hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) verhoog deur die insluiting van katoensaad wat waarskynlik aan doeltreffender bakterie-proteïensintese (BPS) toegeskryf kan word. In 'n poging om die negatiewe effekte van katoenolie op rumenmetabolisme op te hef, is lanolien as emulsifiseerder by vyf diëte (0%, 1%, 2%, 4% en 8% lanolien by diëte 1, 2, 3, 4 en 5 onderskeidelik) gevoeg. Die diëte het 23—25% heel katoensaad bevat. Die skynbare verteerbaarheid van die voedingstowwe is bepaal deur die diëte teen 45 g DM/W^{0.75}/d aan vyf groepe van vier hamels elk te voer. Na aanleiding van die gunstige resultate wat met die 2% lanolienbehandeling verkry is, is die werk met Rantsoene 1 en 3 (0 en 2% lanolien) met 10 hamels per groep herhaal. Die skynbare verteerbaarheid van die NBV (VNBV) en van die stikstof (VN) was betekenisvol ($P < 0,05$) en hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) hoër vir Rantsoen 3 (2% lanolien) as vir Rantsoen 1 (0% lanolien). Die klein verbetering wat in die totale verteerbaarheid van die voedingstowwe verkry is met die insluiting van 2% lanolien, is te gering om van praktiese waarde te wees.

Keywords: *In vivo* digestibility, N retention, sheep, whole cottonseed.

* To whom correspondence should be addressed.

Verskeie navorsers het gevind dat die insluiting van lipiede in diëte van skape die verteerbaarheid van die ruveselfraksie verlaag (Brooks, Garner, Gehrke, Muhrer & Pfancer, 1954; Ward, Taft, Sirney, Edwards & Tillman, 1957; Davison & Woods, 1960; Kowalczyk, Ørskov, Robinson & Stewart, 1977; Knight, Sutton, McAllen & Smith, 1978; Bird & Dicko, 1987). In teenstelling hiermee het Grainger, White, Baker & Stroud (1957) en Dijkstra (1969) gevind dat die insluiting van lipiede in die diëte van skape geen nadelige invloed op die verteerbaarheid van die ruveselfraksie van die gevoerde rantsoene gehad het nie.

Hoewel teenstrydige resultate in die literatuur verskyn, is die meer algemene bevinding dat die insluiting van lipiede in

die diëte van herkousers die verteerbaarheid van die ruveselfraksie onderdruk (Devendra & Lewis, 1974). Die omvang van die onderdrukking hang af van die bestanddele in die rantsoen asook van die tipe lipied wat gebruik word (Clapperton & Steele, 1983). Steele & Moore (1968) het gevind dat kortkettingvetsure 'n groter onderdrukking as langkettingvetsure op ruveselverteerbaarheid gehad het. Macleod & Buchanan-Smith (1972) het gevind dat onversadigde vetsure weer 'n groter onderdrukking op ruveselverteerbaarheid as versadigde vetsure tot gevolg gehad het, terwyl vrye vetsure 'n groter onderdrukking as die ooreenstemmende trigliseriedes tot gevolg gehad het. Hoewel Devendra & Lewis (1974) vier moontlikhede bespreek het, is

die spesifieke redes waarom lipiede die verteerbaarheid van die ruveselfraksie verlaag tans nog nie volledig bekend nie.

Dit is moontlik dat oppervlakaktiewe bestanddele in rantsoene wat hoë persentasies lipiede bevat, by herkouters voordele mag inhou veral wat die verteerbaarheid van die selwandbestanddele betref (Devendra & Lewis, 1974). In 'n reeks verteringsproewe het Devendra & Lewis (1974) dan ook gevind dat nie-ioniese oppervlak-aktiewe middels wel 'n nie-betekenisvolle neiging getoon het om die verteerbaarheid van vesel in rantsoene met 'n hoë lipiedinhoud te verhoog in vergelyking met rantsoene wat nie oppervlak-aktiewe middels bevat het nie.

Lanolien se emulsifiseringsvermoë word deur Tiedt & Truter (1952), soos aangehaal deur Becher (1957), hoofsaaklik aan die vry alkoholgroepe, asook tot 'n mindere mate aan die karboksielgroepe daarin toegeskryf. Truter (1956) het gevind dat cholesterol en isocholesterol ook oor emulsifiseringskragte beskik indien dit teen 'n sekere konsentrasie ingesluit word. Lanolien bevat 14—16% cholesterol (Von Bergen & Mauersbergen, 1948). Conrad (1954), soos aangehaal deur Becher (1957), het gevind dat die hidroksi-esters in lanolien ook kan bydra tot die emulsifiseringsvermoë daarvan.

Die doel van hierdie studie was om te bepaal wat die invloed van verskillende peile (10%, 15% en 20%) heel katoensaad in volledige rantsoene op die verteerbaarheid daarvan deur skape is. Omdat 'n verlaging in verteerbaarheid gevind is, is lanolien as 'n moontlike emulsifiseerder om die verlaging in verteerbaarheid te voorkom, ondersoek.

Proefmateriaal en Metodes

Die verteerbaarheid van die voedingsfraksies in vier diëte wat 0%, 10%, 15% en 20% heel katoensaad onderskeidelik bevat het, is bepaal deur die rantsoene opeenvolgend aan dieselfde 15 volwasse SA Vleismerinohamels, met 'n gemiddelde massa van $74,40 \pm 5,3$ kg, te voer. Daar is tussen diëte voorsiening gemaak vir drie weke aanpassing om moontlike oordragingseffekte uit te skakel.

In 'n poging om die negatiewe effek wat die heel katoensaad op die verteerbaarheid van die voedingsfraksies gehad het op te hef, is lanolien as emulsifiseerder by die katoensaadrantsoene gevoeg. Dié studie is in twee fases uitgevoer.

In Fase 1 is die verteerbaarheid van die voedingsfraksies in vyf diëte, wat 23—25% heel katoensaad bevat het en waarin onderskeidelik 0%, 1%, 2%, 4% en 8% lanolien as emulsifiseerder ingesluit was, met vier SA Vleismerinohamels per rantsoen bepaal. Die 20 SA Vleismerinohamels met 'n gemiddelde massa van $73,9 \pm 4,6$ kg is in vyf vergelykbare massagroepes ingedeel en ewekansig aan een van die vyf behandelings toegeken. Die verteerbaarheid van lanolien is beraam deur die verteerbaarheid van die eterekstrak van Rantsoen 1 as standaard vir die verteerbaarheid van die eterekstrak van plante-oorsprong te neem.

Op grond van die gunstige resultate wat met die 2%-lanolienbehandeling verkry is, is die werk in 'n opvolgproef (Fase 2) met meer diere per behandeling herhaal. Die bepaling van die verteerbaarheid van die voedingsfraksies in Rantsoene 1 en 3 (met 0 en 2% lanolien onderskeidelik) is met 10 SA Vleismerinohamels per rantsoen herhaal. Die 20 hamels met 'n gemiddelde massa van $72,6 \pm 4,8$ kg is in

twee vergelykbare massagroepes ingedeel en ewekansig aan een van die twee behandelings toegeken.

In al die verteringsproewe is die diere individueel gehuisves met vrye toegang tot water en een maal per dag gevoer teen $45 \text{ g DM/W}^{0,75} / \text{d}$ om moontlike voedingsteurnisse en reste uit te skakel.

Die afweeg en monsterring van die daaglikse voerbenedigdhede, asook die versameling en monsterring van mis en urine is volgens standaard prosedures (Schneider & Flatt, 1975; AOAC, 1985) uitgevoer en alle monsters is vir latere ontledings gevries.

Die droë materie (DM), organiese materie (OM), totale ruproteïen (TRP), eterekstrak (EE) en ruvesel (RV) is volgens die voorskrifte van die AOAC (1985) bepaal. Suurbestande vesel (SBV) en neutraalbestande vesel (NBV) is volgens die metodes van Van Soest (1963) en Van Soest & Wine (1967) bepaal. Die bruto energiewaardes van die voere en die mis is met behulp van 'n outomatiese adiabatiese bomkalorimeter bepaal. Die koëffisiënte van verteerbaarheid van die verskillende voedingsfraksies sowel as die N-balans is volgens standaard metodes (Schneider & Flatt, 1975) beraam.

Die resultate is statisties ontleed aan die hand van standaard variansie-analiseprosedures. Verskille tussen gemiddeldes is met behulp van die *D*-toets van Tukey bepaal (Snedecor & Cochran, 1967).

Resultate en Bespreking

Die samestelling van die vier proefrantsoene vir Fase 1 word in Tabel 1 aangetoon.

Uit Tabel 2 is dit duidelik dat daarin geslaag is om die chemiese samestelling van die onderskeie rantsoenfraksies, met uitsondering van die eterekstrakinhoud, so vergelykbaar as moontlik te verkry. Rantsoenspesifikasies is saamgestel ten einde optimale rumenfermentasie te verseker met genoegsame vesel om die effek van katoenolie daarop te kan evalueer. Die toename in die eterekstrakinhoud en die bruto-energiewaardes is in ooreenstemming met die hoër peile heel katoensaad in Rantsoene B, C en D.

Die gemiddelde skynbare verteerbaarheid (%) van die verskillende fraksies van die vier rantsoene word in Tabel 3 aangetoon.

Tabel 1 Persentuele samestelling van die proefrantsoene (lugdroë basis) met verskillende peile heel katoensaad

Bestanddele (%)	Rantsoene			
	A	B	C	D
Heel katoensaad	0,00	10,00	15,00	20,00
Mieliemeel	37,85	33,45	33,45	33,45
Hawerhooi	33,20	31,42	28,42	25,42
Katoensaadoliekoek	20,00	16,18	14,18	12,18
Ureum	0,80	0,80	0,80	0,80
Melasse	5,00	5,00	5,00	5,00
Voerkalk	2,00	2,00	2,00	2,00
Sout	0,40	0,40	0,40	0,40
Natriumbikarbonaat	0,50	0,50	0,50	0,50
Minerale en vitamienes	0,25	0,25	0,25	0,25

Tabel 2 Chemiese samestelling van die proefrantsoene (DM-basis, behalwe DM) met verskillende peile heel katoensaad

	Rantsoene			
	A	B	C	D
Droë materie (%)	93,24	92,96	93,04	93,17
Organiese materiaal (%)	93,75	93,60	93,66	93,59
Totale ruproteïen (%)	16,86	16,85	16,84	16,83
Eterekstrak (%)	3,00	4,85	5,81	6,77
Ruvesel (%)	14,08	14,69	14,35	14,00
Stikstofvrye ekstrak (%)	59,80	57,21	56,70	55,99
Neutraalbestande vesel (%)	30,60	31,79	31,16	30,50
Suurbestande vesel (%)	16,88	18,18	18,09	18,00
Bruto energie (MJ/kg)	18,53	18,72	18,73	18,83
Metaboliseerbare energie* (MJ/kg)	10,19	10,44	10,55	10,71
Kalsium (%)	0,94	0,95	0,96	0,94
Fosfor (%)	0,41	0,43	0,43	0,43

* Beraam volgens grondstofwaardes soos aangegee deur Van der Merwe (1983).

Die verteerbaarheid (%) van die DM, OM, RV, NBV, SBV, NVE en BE van Rantsoen A (0% katoensaad) was hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) hoër as dié van Rantsoen B (10% katoensaad) en Rantsoen C (15% katoensaad). Die verteerbaarheid van die verskillende fraksies van Rantsoen B was ook hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) hoër as dié van Rantsoene C en D (behalwe DM). Die verlaging in DM- en OM-verteerbaarheid met verhoogde eterekstrakinhoud in die rantsoene is in ooreenstemming met die resultate van verskeie navorsers (Brooks *et al.*, 1954; Devendra & Lewis, 1974; Kowalczyk *et al.*, 1977) en is hoofsaaklik te wyte aan die verlaging in veselverteerbaarheid. 'n Verlaging in veselverteerbaarheid is deur verskeie navorsers gevind (Devendra & Lewis, 1974; McAllen, Knight & Sutton, 1983; Bird & Dicko, 1987). Devendra & Lewis (1974) bespreek vier moontlike teorieë waarvolgens lipiede rumenfermentasie kan beïnvloed, naamlik:

- die fisiese bedekking van vesel met lipiede,
- 'n verandering in die samestelling van die mikrobepopulasie in die rumen as gevolg van vergiftiging deur die lipiede,
- die inhibering van mikrobe-aktiwiteit as gevolg van die oppervlak-aktiewe effekte van vetsure op selmembrane, en
- verlaagde kationbesikbaarheid as gevolg van die vorming van onoplosbare komplekse met langkettingvetsure.

El Hag & Miller (1972) het tot die gevolgtrekking gekom dat die onderdrukking in verteerbaarheid toegeskryf kan word aan die inhiberende effek van langkettingvetsure. Daar is ook aangetoon dat die groei van die sellulolitiese spesies *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus albus* en *Ruminococcus flavefaciens* op sellobiose as substraat deur oleïensuur geïnhibeer word (Maczulak, Dehority & Palmquist, 1981). McAllen *et al.* (1983) het ook tot die gevolgtrekking gekom dat die laer verteerbaarheid as gevolg van onderdrukking van sekere sellulolitiese bakteriespesies is. Katoensaadolie word

Tabel 3 Invloed van verskillende peile heel katoensaad in die rantsoene van skape op die verteerbaarheid (%) van die verskillende fraksies

	Rantsoene			
	A	B	C	D
Heel katoensaad	0	10	15	20
Droë materie (DM)	78,1 ^a ± 0,7*	73,1 ^b ± 0,5	69,2 ^c ± 0,6	71,2 ^{ab} ± 0,6
Organiese materie (OM)	80,0 ^a ± 0,7	74,4 ^b ± 0,6	70,8 ^c ± 0,6	71,7 ^c ± 0,5
Eterekstrak (EE)	80,0 ^b ± 1,3	82,7 ^a ± 0,6	87,9 ^a ± 0,8	89,4 ^a ± 0,6
Ruvesel (RV)	61,1 ^a ± 1,8	51,7 ^b ± 1,2	39,6 ^c ± 1,4	40,9 ^c ± 1,2
Neutraalbestande vesel (NBV)	66,4 ^a ± 0,5	55,0 ^b ± 0,7	50,7 ^c ± 0,4	51,3 ^c ± 0,6
Suurbestande vesel (SBV)	55,6 ^a ± 0,6	46,0 ^b ± 0,5	38,9 ^c ± 0,4	39,6 ^c ± 0,4
Stikstofvrye ekstrak (NVE)	83,4 ^a ± 0,6	78,8 ^b ± 0,4	75,3 ^c ± 0,9	75,8 ^c ± 0,5
Bruto energie (BE)	77,3 ^a ± 0,5	73,9 ^b ± 0,4	74,5 ^b ± 0,4	75,1 ^b ± 0,4

* Standaardfout van die gemiddelde.

^{a-c} Gemiddeldes in dieselfde ry met verskillende boskifte verskil hoogs betekenisvol ($P < 0,01$).

^{a,b} Gemiddeldes in dieselfde ry met verskillende onderskrifte verskil betekenisvol ($P < 0,05$).

gekenmerk deur 'n suurgetal van 0,4, 'n jodiumgetal van 105, en dit bevat gemiddeld 1,4% meristien-, 23,4% palmietien-, 1,1% stearien-, 1,3% arachidien-, 0,1% meristoleïen-, 2,0% palmitoleïen-, 22,9% oleïen- en 47,8% linoleïensuur (Eckey, 1954). Weens die onduidelikheid van die meganisme waarvolgens rumenfermentasie deur lipiede beïnvloed word (Palmquist, 1984), is dit ook nie onwaarskynlik dat meer as een of selfs al die moontlike wyses wat deur Devendra & Lewis (1974) genoem is, betrokke kan wees nie.

Die verhoging in die verteerbaarheid van die eterekstrak (Tabel 3) met 'n verhoging van eterekstrakinhoud in die rantsoen is in ooreenstemming met die bevindings van Smith, Collar, Bath, Dunkley & Franke (1981). Dit kan waarskynlik daaraan toegeskryf word dat die onverteerbare fraksies van die eterekstrak, soos harse en wasse, 'n kleiner persentasie daarvan uitmaak met 'n gevolglike verhoging in die verteerbare lipiedinhoud van 'n dieet.

Die verteerbaarheid van die stikstoffraksie het ook lineêr afgeneem met 'n toename in die persentasie heel katoensaad (Tabel 4). Dieselfde redes wat vir die onderdrukking van die ander fraksies aangevoer kan word, geld volgens Devendra & Lewis (1974) waarskynlik ook vir die afname in die verteerbaarheid van N. Die benutting van dieetstikstof, uitgedruk as stikstofretensie ($\text{g N/kg W}^{0,75}/\text{d}$), het egter hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) toegeneem met die insluiting van heel katoensaad (Tabel 4).

Czerkawski, Christie, Breckenridge & Hunter (1975) het

Tabel 4 Invloed van verskillende peile heel katoensaad in die dieet van skape op die verteerbaarheid van die stikstoffraaksie en die benutting van dieetstikstof (inhoudspersentasie op 'n DM-basis)

	Rantsone			
	A	B	C	D
Heel katoensaad (%)	0	10	15	20
N (rantsoen) (%)	2,7	2,7	2,7	2,7
N-inname (g/kg W ^{0,75} /d)	1,21	1,21	1,21	1,21
Mis-N (g/kg W ^{0,75} /d)	0,23	0,26	0,30	0,31
KVN (%)	81,23 ^a ± 0,58*	78,91 ^{ab} ± 0,41	75,25 ^{bc} ± 0,97	74,41 ^c ± 1,17
Urine-N (g/kg W ^{0,75} /d)	1,04	0,87	0,80	0,85
N-retensie (g/kg W ^{0,75} /d)	0,26 ^b ± 0,02*	0,41 ^a ± 0,03	0,42 ^a ± 0,03	0,37 ^a ± 0,02

* Standaardfout van die gemiddelde.

^{a-c} Gemiddeldes in dieselfde ry met verskillende boskrifte verskil hoogs betekenisvol ($P < 0,01$).

gevind dat die getalle protozoa in die rumen afneem en die getalle bakterieë in die rumen toeneem wanneer rantsone met 'n hoë olie-inhoud aan skape gevoer word. Knight *et al.* (1978) het gevind dat die byvoeging van 6% lynsaadolie tot die rantsoen van skape die doeltreffendheid van bakterieproteïensintese (BPS) in die rumen met 80% verhoog terwyl Ikwuegbu & Sutton (1982) gevind het dat die byvoeging van 3,9% lynsaadolie tot die rantsoen van skape BPS in die rumen met 80% verhoog. Die verhoogde doeltreffendheid van BPS word aan die defauneringseffek van die katoenolie, op hoofsaaklik die protozoa, toegeskryf.

Die samestelling van die proefrantsone, waarin lanolien as emulsifiseerder gebruik is, word in Tabel 5 aangetoon terwyl die chemiese samestelling van die rantsone in Tabel 6 weergegee word.

Die verskille tussen die persentuele en chemiese samestelling van die rantsone kan toegeskryf word aan die feit dat onderskeidelik 2%, 4%, 6% en 8% van Rantsoen 1 met lanolien vervang is om Rantsone 2, 3, 4 en 5 saam te stel.

Tabel 5 Persentuele samestelling van die proefrantsone (natuurlike vogbasis) met verskillende peile lanolien

	Rantsone				
	1	2	3	4	5
Lanolien	0,00	1,00	2,00	4,00	8,00
Heel katoensaad	25,00	24,75	24,50	24,00	23,00
Mielie-meel	33,45	33,12	32,78	32,11	30,77
Hawerhooi	22,60	22,36	22,15	21,70	20,79
Katoensaadoliekoek	10,00	9,90	9,80	9,60	9,20
Ureum	0,80	0,79	0,78	0,77	0,74
Melasse	5,00	4,95	4,90	4,80	4,60
Voerkalk	2,00	1,98	1,96	1,92	1,84
Sout	0,40	0,40	0,39	0,38	0,37
Natriumbikarbonaat	0,50	0,50	0,49	0,48	0,46
Minerale en vitamienes	0,25	0,25	0,25	0,24	0,23

Tabel 6 Chemiese samestelling van die proefrantsone (DM-basis behalwe DM) met verskillende peile lanolien

Samestelling	Rantsone				
	1	2	3	4	5
DM (%)	92,67	91,95	92,36	92,07	92,48
OM (%)	92,90	92,97	93,04	93,19	93,47
TRP (%)	16,09	15,93	15,78	15,47	14,81
EE (%)	7,20	8,12	9,17	10,98	14,50
RV (%)	14,95	14,87	14,75	14,59	13,85
NBV (%)	30,66	30,72	29,92	29,50	28,24
SBV (%)	21,16	21,22	20,78	20,34	19,51
NVE (%)	54,67	54,05	53,35	52,17	50,30
BE (MJ/kg)	21,11	21,48	21,55	22,17	22,85
ME* (MJ/kg)	10,90	10,79	10,68	10,47	10,03
Ca (%)	0,94	0,96	0,91	0,91	0,89
P (%)	0,45	0,44	0,41	0,42	0,40

* Beraam volgens grondstofwaardes soos aangegee deur Van der Merwe (1983).

Die gemiddelde koëffisiënte van verteerbaarheid van die verskillende fraksies van die vyf rantsone word in Tabel 7 aangetoon.

Uit Tabel 7 is dit duidelik dat die insluiting van 4% en 8% lanolien, in Rantsone 4 en 5 onderskeidelik, te hoog was omdat dit die verteerbaarheid van al die fraksies wat bepaal is onderdruk het. Hierdie effek was soms betekenisvol en selfs hoogs betekenisvol ($P < 0,01$).

Tabel 7 Invloed van verskillende peile lanolien in die rantsone van skape op die verteerbaarheid (%) van die verskillende fraksies (DM-basis, behalwe DM)

	Rantsone				
	1	2	3	4	5
Lanolienpeil (%)	0	1	2	4	8
Organiese materie	76,1 ^a ± 0,4*	75,0 ^a ± 0,7	77,1 ^a ± 1,1	74,2 ^a ± 0,8	69,8 ^b ± 0,2
Eterekstrak	82,6 ^{ad} ± 0,5	83,4 ^{ad} ± 0,5	79,1 ^{cd} ± 0,9	73,2 ^c ± 1,7	62,0 ^b ± 2,3
Lanolien		89,6 ^a ± 0,5	66,9 ^b ± 0,5	56,9 ^c ± 0,7	45,0 ^d ± 0,6
Ruvel	42,6 ^a ± 1,1	42,0 ^a ± 1,2	44,1 ^a ± 1,0	39,5 ^{ab} ± 1,2	32,8 ^b ± 1,7
Neutraalbestande vesel	54,0 ± 1,1	53,6 ± 1,2	56,6 ^a ± 1,4	52,3 ± 1,8	49,8 ^b ± 0,4
Suurbestande vesel	44,0 ± 1,2	40,2 ± 1,3	46,7 ^a ± 1,5	37,1 ± 1,7	32,5 ^b ± 1,8
Bruto energie	73,5 ^{ab} ± 0,6	73,4 ^{ab} ± 0,6	75,3 ^a ± 0,5	71,2 ^b ± 0,4	67,4 ^c ± 0,6

* Standaardfout van die gemiddelde.

^{a-d} Gemiddeldes in dieselfde kolom met verskillende boskrifte verskil hoogs betekenisvol ($P < 0,01$).^{a,b} Gemiddeldes in dieselfde kolom met verskillende onderskrifte verskil betekenisvol ($P < 0,05$).

Geen betekenisvolle verskille in die verteerbaarheid van enige van die fraksies is tussen die kontrolerantsoen en die 1%- en 2%-lanolienbehandelings gevind nie. Nogtans was daar 'n waarneembare tendens vir 'n verhoging in die verteerbaarheid (%) van DM, OM, TRP, RV, NBV, SBV en BE ten gunste van Rantsoen 3 wat 2% lanolien bevat het. Veral die verhoging in die verteerbaarheid van die vesel-fraksies kan beskou word om 'n moontlike emulsifisering van die katoenolie te weerspieël.

Op grond van die gunstige tendens wat met die 2% lanolienbyvoeging gevind is, is die werk vervolgens met Rantsoene 1 en 3, met 10 diere per behandeling, herhaal. Die persentuele en chemiese samestellings van Rantsoene 1 en 3 was soos in Tabele 5 en 6 aangetoon. Die gemiddelde verteerbaarheid van sommige fraksies van die twee rantsoene word in Tabel 8 aangetoon. Uit Tabel 8 blyk dit dat die verteerbaarheid (%) van NBV van Rantsoen 3 betekenisvol ($P < 0,05$) hoër as dié van die kontrolerantsoen was. Die verteerbaarheid van die suurbestand vesel- en ruvesel-fraksies het dieselfde tendens as in die vorige verteringstudie getoon.

Hoewel die insluiting van 2% lanolien verhogings in die verteerbaarheid van verskeie voedingstoffraksies teweeg gebring het, het dit nie die onderdrukkende effek van katoensaadolie betekenisvol opgehef nie. Dit is moontlik dat lanolien nie die beste emulsifiseerder vir katoenolie in die rumen is nie, of dat dit moontlik ander effekte tot gevolg gehad het (Devendra & Lewis, 1974). Dit is egter ook moontlik dat die negatiewe effek van die olie op die verteer-

Tabel 8 Invloed van 0% of 2% lanolien op die verteerbaarheid (%) van die verskillende fraksies van rantsoene wat heel katoensaad bevat (DM-basis)

	Rantsoene	
	1	3
Lanolienpeil (%)	0	2
Organiese materie	75,6 ± 0,6*	74,6 ± 0,7
Eterekstrak	88,7 ^a ± 0,3	79,9 ^b ± 0,7
Lanolien		48,9 ± 0,6
Ruvesel	43,0 ± 1,2	45,1 ± 1,4
Neutraalbestande vesel	56,0 _a ± 1,0	60,3 _b ± 4,3
Suurbestand vesel	45,1 ± 1,3	48,3 ± 2,1
Bruto energie	73,7 ± 0,6	73,6 ± 0,5

* Standaardfout van die gemiddelde.

^{a,b} Gemiddeldes in dieselfde kolom met verskillende boskifte verskil hoogs betekenisvol ($P < 0,01$).

^{a,b} Gemiddeldes in dieselfde kolom met verskillende onderskifte verskil betekenisvol ($P < 0,05$).

Tabel 9 Invloed van 0% of 2% lanolien op die verteerbaarheid en benutting van die proteïenfraksie in diëte wat heel katoensaad bevat (inhoudspersentasies op DM-basis)

	Rantsoene	
	1	3
Lanolien (%)	0	2
Heel katoensaad (%)	25,00	24,50
N (rantsoen) (%)	2,57	2,52
N-inname (g/kg W ^{0,75} /d)	1,16	1,13
Mis-N (g/kg W ^{0,75} /d)	0,34	0,26
KVN (%)	70,7 ^a ± 1,3*	77,0 ^b ± 1,3
Urine-N (g/kg W ^{0,75} /d)	0,76	0,77
N-retensie (g/kg W ^{0,75} /d)	0,38 ± 0,01*	0,42 ± 0,02

* Standaardfout van die gemiddelde.

^{a,b} Gemiddeldes in dieselfde ry met verskillende boskifte verskil hoogs betekenisvol ($P < 0,01$).

baarheid van sekere rantsoenkomponente as gevolg van 'n inhiberende effek van die vetsure op die rumenbakterieë en protozoa kan wees (McAllen, Knight & Sutton, 1983) en dat die moontlike emulsifisering nie hierdie inhiberende effek kon ophef nie.

Uit Tabel 9 blyk dit dat die verteerbaarheid van stikstof (N) van Rantsoen 3 (2% lanolien) hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) hoër as dié van die kontrolerantsoen was. Dit het aanleiding gegee tot 'n nie-betekenisvolle hoër stikstof-retensie op Rantsoen 3.

Met 10 hamels per groep was die gemiddelde verteerbaarheid van lanolien, met insluitingspeil van 2%, 48,9% (sien Tabel 8) wat heelwat laer is as die 66,9% (Tabel 7) wat met vier hamels per groep gevind is. Geen verklaring kon hiervoor gevind word nie en die waarde van 48,9% moet as die mees waarskynlike verteerbaarheid van lanolien, teen 'n insluitingspeil van 2%, beskou word. Die relatief lae verteerbaarheid van die lanolien het verder tot 'n hoogs betekenisvolle ($P < 0,01$) laer verteerbaarheid vir die eterekstrakfraksie, met verhoogde lanolieninsluiting, gelei.

Gevolgtrekkings

Die skynbare verteerbaarheid van DM, OM, TRP, RV, NBV, SBV, NVE en BE is progressief betekenisvol ($P < 0,05$) en hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) verlaag met die insluiting van groter hoeveelhede heel katoensaad in volledige rantsoene wat aan skape gevoer is. Dit is waarskynlik as gevolg van die fisiese bedekking van die vesels met die katoenolie en/of die moontlike nadelige uitwerking daarvan op die rumenmikrobes (Devendra & Lewis, 1974; Palmquist & Jenkins, 1980). Die verteerbaarheid van die EE-fraksie is egter betekenisvol verhoog in die diëte wat hoër persentasies katoensaad bevat het. Dit kan waarskynlik aan die hoër verteerbaarheid van katoensaadolie toegeskryf word.

Die N-retensie van skape het hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) toegeneem met die insluiting van 10% katoensaad,

maar geen betekenisvolle verskille het voorgekom tussen die diëte wat 10%, 15% en 20% heel katoensaad bevat het nie. Die defaunering van hoofsaaklik die protozoa in die rumen, wat waarskynlik vir die verhoogde N-retensie verantwoordelik is (Czerkawski *et al.*, 1975; Knight *et al.*, 1978; Ikwuegbu & Sutton, 1982; Sutton *et al.*, 1983), word dus blykbaar nie verder deur die hoër peile van katoensaad beïnvloed nie.

Die insluiting van 2% lanolien in 'n volledige rantsoen wat 23—25% heel katoensaad bevat, het tot 'n mindere mate die negatiewe effek van katoenolie op die verteerbaarheid van veral die veselkomponente en die stikstoffraaksie uitgeskakel. Die wolvet (lanolien) het waarskynlik die katoenolie gemulsifiseer en die fisiese bedekking van die vesels met die katoenolie verminder (Devendra & Lewis, 1974).

Dit wil voorkom asof die klein verbetering in die verteerbaarheid van voedingstowwe in hoë-lipiedrantsoene met 'n byvoeging van 2% lanolien waarskynlik nie genoegsaam is nie en dus nie as 'n praktiese oplossing aanbeveel kan word nie.

Summary

The negative effect of lipids on rumen fermentation in sheep has received considerable research attention in the past (Brooks *et al.*, 1954; Kowalczyk *et al.*, 1977; Bird & Dicko, 1987). Devendra & Lewis (1974) discussed four possible hypotheses on the mechanism for the interaction between lipids and fibre which results in a reduced digestibility of fibre.

Surface-active agents could enhance the digestibility of cell wall ingredients in high-lipid diets for ruminants (Devendra & Lewis, 1974). Lanolin is an emulsifier (Von Bergen & Mauerbergen, 1948; Truter, 1956) with possibilities in this regard.

The apparent digestibility of nutrients in four diets (A, B, C and D) containing 0%, 10%, 15% and 20% whole cottonseed respectively, was determined in sheep at a feeding level of 45 g DM/W^{0.75}/d. The apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), crude fibre (CF), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), nitrogen free extract (NFE) and gross energy (GE), all decreased significantly ($P < 0,05$) and highly significantly ($P < 0,01$) in the cottonseed diets. This was apparently due to depressed fibre digestibility. The digestibility of the ether extract (EE) fraction, however, increased significantly ($P < 0,05$) and highly significantly ($P < 0,01$) in the cottonseed-containing diets. This was probably due to the high digestibility of cottonseed oil. Nitrogen retention also increased highly significantly ($P < 0,01$) with increases in the whole cottonseed content, probably due to more efficient bacterial protein synthesis (BPS). In an attempt to alleviate the negative effects of cotton oil on rumen metabolism, lanolin was supplemented as an emulsifier to five diets (0%, 1%, 2%, 4% and 8% lanolin to diets 1, 2, 3, 4 and 5 respectively). The diets contained 23—25% whole cottonseed. The apparent digestibility of nutrients was determined by feeding the diets to five groups of wethers (four per group) at 45 g DM/W^{0.75}/d. Because of the promising results obtained with the 2% lanolin inclusion, the work was repeated with Rations 1 and 3 (0 and 2% lanolin respectively) using 10 wethers per

group. The apparent digestibilities of the NDF (DNDF) and the nitrogen (DN) were significantly ($P < 0,05$) and highly significantly ($P < 0,01$) higher for Ration 3 (2% lanolin) than for Ration 1 (0% lanolin). The small increase in the total digestibility of nutrients with the inclusion of 2% lanolin, seems too small to justify its inclusion in diets containing high percentages of whole cottonseed.

Verwysings

- AOAC, 1985. Official methods of analysis (15th edn.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- BECHER, P., 1957. Emulsions: Theory and practice. Reinhold Publ. Corp. New York, USA.
- BIRD, S.H. & DICKO, M., 1987. Cottonseed supplements for sheep. In: Recent advances in animal nutrition in Australia. Ed. Farrell, D.J., University of New England, Armidale, Australia. p. 80.
- BROOKS, C.C., GARNER, G.R., GEHRKE, C.W., MUHRER, M.E. & PFANCER, W.H., 1954. The effects of added fat on the digestion of cellulose and protein by ovine rumen microorganisms. *J. Anim. Sci.* 13, 758.
- CLAPPERTON, J.L. & STEELE, W., 1983. Effects of concentrates with beef tallow on food intake and milk production of cows fed grass silage. *J. Dairy Sci.*, 66, 1032.
- CZERKAWSKI, J.W., CHRISTIE, W.W., BRECKENRIDGE, G. & HUNTER, M.L., 1975. Changes in the rumen metabolism of sheep given increasing amounts of linseed oil in their diet. *Br. J. Nutr.* 34, 25.
- DAVISON, K.L. & WOODS, W., 1960. Influence of fatty acids upon digestibility of ration components by lambs and upon cellular digestion *in vitro*. *J. Anim. Sci.* 19, 54.
- DAVISON, K.L. & WOODS, W., 1963. Effects of calcium and magnesium upon digestibility of a ration containing corn oil by lambs. *J. Anim. Sci.* 22, 27.
- DEVENDRA, C. & LEWIS, O., 1974. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. *Anim. Prod.* 19, 67.
- DIJKSTRA, N.D., 1969. Influence of supplemental animal fats upon digestibility of ration components by ruminants. *Neth. J. Agric. Sci.* 17, 27.
- ECKEY, E.W., 1954. Vegetable fats and oils. Reinhold Publishing Co., New York. p. 654.
- EL HAG, G.A. & MILLER, T.B., 1972. Evaluation of whisky distillery byproducts. *J. Sci. Food Agric.* 23, 247.
- GRAINGER, R.B., WHITE, T.W., BAKER, T.H. & STROUD, J.W., 1957. The interrelationship between calcium and fat in ruminant digestion. *J. Anim. Sci.* 16, 1096 (Abstr.).
- IKWUEGBU, O.A. & SUTTON, J.D., 1982. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.* 48, 365.
- KNIGHT, R., SUTTON, J.D., McALLEN, A.B. & SMITH, R.H., 1978. The effect of dietary lipid supplementation on digestion and synthesis in the stomach of sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 37, 14A (Abstr.).
- KOWALCYZK, J., ØRSKOV, E.R., ROBINSON, J.J. & STEWART, C.S., 1977. Effect of fat supplementation on voluntary food intake and rumen metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.* 37, 251.
- MACLEOD, G.F. & BUCHANAN-SMITH, J.G., 1972. Digestibility of hydrogenated tallow, saturated fatty acids and soyabean oil-supplemented diets by sheep. *J. Anim. Sci.* 35, 890.
- MACZULAK, A.E., DEHORITY, B.A. & PALMQUIST, D.L., 1981. Effects of long chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Appl. Environmental Microbiol.* 42, 856.

- MCALLEN, A.B., KNIGHT, R. & SUTTON, J.D., 1983. The effect of free and protected oils on the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and duodenum of sheep. *Br. J. Nutr.* 49, 433.
- PALMQUIST, D.L., 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. In: *Fats in animal nutrition*. Ed. Wiseman, J., Butterworths, London. p. 357.
- PALMQUIST, D.L. & JENKINS, T.C., 1980. Fat in lactation rations: review. *J. Dairy Sci.* 63, 1.
- SCHNEIDER, B.H. & FLATT, W.P., 1975. The evaluation of feed through digestibility experiments. University of Georgia Press, Athens.
- SMITH, N.E., COLLAR, L.S., BATH, D.L, DUNKLEY, W.L. & FRANKE, A.A., 1981. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 64, 2209.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1967. *Statistical methods* (6th edn.). Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- STEELE, W. & MOORE, J.H., 1968. The digestibility coefficients of myristic, palmitic and stearic acids in the diet of sheep. *J. Dairy Res.* 35, 371.
- SUTTON, J.D., KNIGHT, R., MCALLEN, A.B. & SMITH, R.H., 1983. Digestion and synthesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free and protected oils. *Br. J. Nutr.* 49, 416.
- TRUTER, E.V., 1956. *Wool wax*. Interscience Publishers Inc., New York.
- VAN DER MERWE, F.J., 1983. *Dierevoeding*. Kosmo Uitgewery, Stellenbosch.
- VAN SOEST, P.J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *J. Assoc. Off. Agric. Chem.* 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. Assoc. Off. Agric. Chem.* 50, 50.
- VON BERGEN, W. & MAUERSBERGEN, H.R., 1948. *American wool handbook*. Textile Book Publishers Inc., New York.
- WARD, J.K., TEFT, C.W., SIRNEY, R.J., EDWARDS, H.N. & TILLMAN, A.D., 1957. Further studies concerning the effect of alfalfa ash upon the utilization of low-quality roughages by ruminant animals. *J. Anim. Sci.* 16, 633.