

BENUTTING VAN RANTSOENE MET BATTERYHOENDERMIS AS PROTEÏENBRON*

H.J. van der Merwe**, P.S. Pretorius en J.E.J. du Toit*** *Ontvangs van MS 5.8.74*

Departement Kleinveekunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein

SUMMARY: UTILISATION OF RATIONS CONTAINING POULTRY MANURE AS A PROTEIN SOURCE

Poultry manure (22,5% crude protein on dry basis) obtained from a battery operation was included in rations consisting of lucerne hay, maize meal and molasses. The control ration contained no manure. In three experimental rations, poultry manure replaced the nitrogen equivalent of lucerne hay in the control ration to an extent of 33,0, 66,0 and 100% resulting in rations containing 14,0, 29,0 and 47,0% poultry manure respectively. From metabolism studies conducted on 28 Merino wethers it was found that: (a) The voluntary intake of dry matter and organic matter, with the exception of the 100% replacement of the nitrogen equivalent of the lucerne hay in the control ration by poultry manure showed no statistical significant differences between the remaining rations. (b) The daily intake of gross energy decreased significantly ($p < 0,01$) as the percentage of manure in the ration increased from 14 to 47%. No significant differences in energy intake occurred between the control ration and the ration which contained 14% manure. (c) No significant differences occurred among the various treatments for the dry matter digestibility of the rations, although the digestibility of the organic matter, crude-protein, ether extract, nitrogen-free extract, fibre as well as gross energy increased with increasing levels of poultry manure. (d) With increasing levels of poultry manure, the digestible fibre content tended to decrease and together with the higher ash content of the poultry manure rations explained most of the observed decrease in total digestible nutrient and digestible energy values of rations with an increased level of poultry manure. (e) No significant differences occurred in the nitrogen balance of wethers on any of the treatments. (f) The results indicate that the most effective levels of poultry manure included in ration for purposes of production may lie between 14 and 29%.

OPSOMMING:

Batteryhoendermis (22,5% ru-proteïen op droë basis) is in 'n basiese rantsoen bestaande uit lusern, meliemeel en melasse ingesluit. Die kontrolerantsoen het geen hoendermis bevat nie, terwyl batteryhoendermis die stikstof in lusern op 'n basis van 33, 66 en 100% stikstof-ekwivalent in die drie proefrantsoene vervang het. Dit het rantsoene met 0, 11, 29 en 47% batteryhoendermis gegee. Die verteerbaarheid en metabolisme van die voedingstowwe in die onderskeie rantsoene is met behulp van 'n vertering- en stikstofbalansstudie met 28 Merinohamels bepaal en die volgende is gevind: (a) Die daaglikse vrywillige inname van droë materiaal en organiese materiaal het met die uitsondering van die rantsoen waar 100% van die lusernstikstof met dié van hoendermis vervang is, nie statisties betekenisvol van mekaar verskil nie. (b) Die daaglikse vrywillige bruto energie-inname het egter statisties betekenisvol ($P < 0,01$) afgeneem namate die persentasie hoendermis in die rantsoen vanaf 14 tot 47% vermeerder het. Die rantsoen wat 14% hoendermis bevat het, het nie betekenisvol van die kontrolerantsoen verskil nie. (c) Die verteerbaarheid van droë materiaal het nie statisties betekenisvol tussen die onderskeie rantsoene verskil nie, terwyl die verteerbaarheid van organiese materiaal, ru-proteïen, eterekstrak, ruvesel, stikstofvrye-ekstrak en bruto-energie toegeneem het met 'n toename in hoendermishoud van die rantsoen. (d) In teenstelling met die ander voedingstowwe het die verteerbare veselinhoud van die rantsoen opmerklik afgeneem namate die persentasie hoendermis in die rantsoen vermeerder het. Dit blyk tesame met die verhoogde asinhoud van die hoendermisrantsoene die vernamekste redes te wees vir die afname in die totaal verteerbare voedingstowwe - (TVV) asook die verteerbare energie-inhoud van die rantsoen met 'n toename in die hoendermishoud van die rantsoen. (e) Geen betekenisvolle verskil is ten opsigte van die daaglikse stikstofbalans van die skape tussen die onderskeie behandelings waargeneem nie. (f) Die resultate dui aan dat die doeltreffendste insluiting van hoendermis in 'n rantsoen vir produksiedoelindes tussen 14 en 29% blyk te wees.

Die vooruitgang van die pluimveenywerheid het die gevolg dat groot hoeveelhede hoendermis in gelokaliseerde areas geproduseer word. Navorsing ten opsigte van die waarde van hoendermis het nie tred met die vinnige produksiepeil gehou nie. Meeste studies in verband met hoendermis was slegs tot die bepaling van die waarde van hoendermis as bemestingstof beperk. Die hoë ru-proteïeninhoud en groot hoeveelhede hoendermis wat geproduseer word, laat egter die gedagte ontstaan dat dit as 'n nuttige veevoer gebruik kan word indien dit die regte behandeling soos droging en insluiting in gebalanseerde rantsoene ontvang. Navorsing wat in verband met die chemiese samestelling van hoendermis uitgevoer is, het aan die lig gebring dat daar 'n groot variasie in die samestelling tussen die verskillende monsters bestaan. Volgens Bhat-tacharya & Fontenot (1966) is hoendermis hoofsaaklik 'n bron van potensieële proteïen waarvan die voedingswaarde

goed met die van 'n duurder proteïenbron, soos lusern vergelyk. Hierdie ondersoek het dan ten doel gehad om die voedingswaarde van hoendermis as 'n proteïenbron met dié van lusern in 'n gebalanseerde rantsoen vir hoë produksie-doeleindes te vergelyk, met inagneming van inname, verteerbaarheid en benutting van rantsoene.

Prosedure

Batteryhoendermis is van 'n kommersiële eierprodu-sent verkry. 'n Verteenwoordigende monster is geneem en afgesien van die bepaling van die as-, eterekstrak-, kalsium-, fosfor-, stikstof- (A.O.A.C., 1965), bruto-energie- en vesel-inhoud, is die vesel- en stikstoffraksies in die hoendermis verder ondersoek. Vir die bepaling van suurvesel is van die metode soos deur Van Soest (1963) beskryf, gebruik ge-maak. Lignien en sellulose is volgens die permangenaat me-

* Uittreksel uit 'n gedeelte van 'n verhandeling ingedien vir die M.Sc. Agric.-graad aan die Universiteit van die Oranje-Vrystaat,

** Landbounavorsingsinstituut van die Hoëveldstreek, Potchefstroom.

*** Departement Kleinveekunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

tode van Van Soest & Wine (1965) bepaal. Ware proteïen, ammoniakstikstof en oorblywende stikstof is volgens die metode van Winter (1962), soos aangehaal deur Potgieter (1971) bepaal. Urinesuurstikstof is spektrofotometries volgens die metode van Buys & Potgieter (1959) bepaal. Bruto-energiebepalings is gedoen met behulp van 'n adiabiese bomkalorimeter.

Inname-, verteerbaarheid- en stikstofbalansstudies is met 28 volwasse Merinohamels uitgevoer. Daar dit bekend is dat volwasse diere nie so geskik is as groeiende diere vir stikstofbalansstudies nie, is van diere in swak kondisie gebruik gemaak en kan dit tog as maatstaf dien vir wat by groeiende skape verwag kan word. Die proefperiode het bestaan uit 'n aanpassingsperiode van 10 dae opgevolg deur 'n kolleksieperiode van 10 dae.

Vier rantsoene is volgens die standaard van National Research Council (1968) opgestel. Die kontrolerantsoen het bestaan uit lusern, mieliemeel en melassemeel in die verhoudings soos aangedui in Tabel 1. In die drie ander rantsoene het batteryhoendermis die stikstof van lusern op 'n basis van 33, 66 en 100 persent stikstofekwivalent vervang.

Tabel 1
Samestelling van proefrantsoene

Voerbestanddele	Rantsoen			
	1	2	3	4
	%	%	%	%
Lusern	55	38,91	20,94	—
Mieliemeel	30	31,66	33,51	35,67
Melassemeel	15	15,83	16,75	17,83
Batteryhoendermis	—	13,60	28,79	46,50

Resultate en Bespreking

Chemiese samestelling van batteryhoendermis

Alhoewel chemiese samestelling nie as 'n betroubare maatstaf van die voedingswaarde van 'n voer beskou kan word nie gee dit tog 'n aanduiding daarvan. Die resultate van die chemiese ontleding van die hoendermis in die huidige proef gebruik word in Tabel 2 aangegee.

Die ruproteïeninhoud van die hoendermis wat in die huidige proef gebruik is, was 22,51 persent op absolute droë basis. In vergelyking met die gemiddelde ruproteïeninhoud van lusern van ongeveer 18 persent, soos aangegee deur McDonald, Edwards & Greenhalgh (1966), het die hoendermis dus 'n hoër ruproteïeninhoud gehad. In die literatuur word ruproteïenwaardes vir hoendermis aangefind wat wissel van slegs 9 persent tot soveel as 48 persent (El Sabban, Bratzler & Frear, 1970; Bishop, Wilke, Nash, Nell, MacDonald, Compaan, Grobler & Kingsman, 1971).

Tabel 2

Chemiese samestelling van batteryhoendermis op absolute droë basis

Bestanddeel	%
Vog	8,61
Droë materiaal	91,39
Persentasie samestelling van droë materiaal:	
Ruproteïen	22,51
Ruvel	21,29
Lignien	9,91
Sellulose	11,38
Eterekstrak	1,45
Stikstofvrye-ekstrak	13,56
As	41,19
Kalsium	6,25
Fosfor	2,30
Bruto-energie (MJ/kg)	11,82
Stikstoffraksie, g N/100 g totale N:	
Ware proteïen	66,67
Ammoniakstikstof	13,34
Urinesuurstikstof	17,41
Oorblywende stikstof	2,58

Eersgenoemde waarde is dié vir batteryhoendermis wat soos kompos behandel is, dit wil sê ontbinde mis, terwyl laasgenoemde die van mis was wat spesiale droging en behandeling ondergaan het. Dit blyk belangrik te wees dat waar hoendermis as veevoer bestem is, spesiale aandag daaraan ten opsigte van droging en opberging gegee behoort te word.

Volgens die huidige ontledingsresultate maak ware proteïen dus 'n groot gedeelte uit van die totale proteïen in batteryhoendermis, naamlik 66,7 persent. As verder in ag geneem word dat rumen mikro-organismes in staat is om urinesuur en ammoniakstikstof te gebruik as 'n stikstofbron vir die sintese van mikrobeproteïen, kan 'n doeltreffende benutting van die proteïen in batteryhoendermis verwag word (Belasco, 1954; Jurtschuk, Doetsch & Shaw, 1955; Rodrigues Guedas, 1966; Oltjen, 1969).

Die bruto-energie waarde van 11,82 MJ/kg vir batteryhoendermis is laer as dié van lusern. Dit kan deels gewyt word aan die feit dat batteryhoendermis, in teenstelling met kuikenhokmis, besonder baie minerale bevat wat nie energie verskaf nie. Verder is dit belangrik om in gedagte te hou dat ureum en moontlik ook urinesuur geen energiewaarde vir die dier het nie en 17 persent van die totale proteïen waarde in hierdie vorm voorkom.

Samestelling van proefrantsoene

Volgens die data van Tabel 1 is dit duidelik dat kleiner hoeveelhede hoendermis as lusern benodig word om dieselfde proteïenekwivalent in die rantsoen aan te vul. Hierdie faktor is belangrik aangesien hoendermis aansienlik goed-

Tabel 3

Chemiese samestelling van proefrantsoene op lugdroë basis

Voedingsbestanddele	Rantsoen			
	1	2	3	4
Vog %	9,83	10,47	9,37	9,98
Droë materiaal %	90,17	89,53	90,63	90,02
Ru-proteïen %	12,09	12,68	13,70	13,75
Energie (MJ/kg)	16,22	15,50	14,57	13,30
Eterekstrak %	1,95	1,74	1,99	1,50
Ruvesel %	23,16	18,07	14,75	11,04
Stikstofvrye-ekstrak %	45,27	45,84	46,04	45,42
As %	7,70	10,65	13,70	18,31

koper is as lusern en dit kan 'n belangrike invloed op die uiteindelijke voerkoste uitoefen, afhangende van die inname en verteerbaarheid van die verskillende voedingsbestanddele.

Die chemiese samestelling van die proefrantsoene word in Tabel 3 aangedui. Dit blyk dat die insluiting van hoendermis verskille in die energie-, vesel- en asinhoud van die verskillende proefrantsoene tot gevolg gehad het. Die afname in veselinhoud vanaf Rantsoen 1 tot 4 kan 'n toename in verteerbaarheid tot gevolg hê namate die persentasie hoendermis in die rantsoen toeneem. Aan die ander kant kan die toenemende asinhoud die teenoorgestelde invloed uitoefen en die voedingswaarde van die rantsoen nadelig beïnvloed. Belangrik is die afname in bruto-energie-waarde namate die hoendermisinhoud van die proefrantsoene toeneem. Dit kan 'n afname in die verteerbare energie-inhoud van die proefrantsoene veroorsaak en dus verlaagde toenames in liggaamsmassa by diere.

Inname

Die vrywillige inname van die rantsoene word in Tabel 4 verstrekk. Dit blyk dat te hoë insluiting van hoendermis in die rantsoen (46,5 persent) 'n nadelige invloed op die inname van die rantsoen uitgeoefen het. Geen betekenisvolle afname in lugdroë, droë materiaal – en organiese materiaal-inname het in die geval van Rantsoene 1 tot 3 voorgekom nie. Die insluiting van 29 persent hoendermis (Rantsoen 3) in die rantsoen blyk dus nie die inname nadelig te beïnvloed nie. Bosman (1973) het geen betekenisvolle verskil in voer-inname gevind met rantsoene bestaande uit mieliemeel, lusernmeel en 0, 20 en 40 persent kuikenhokmis nie. Laasgenoemde blyk egter smaakliker as batteryhoendermis te wees. Thomas, Yu, Yu, Tinnimitt & Zindell (1972) het 'n toename in voer-inname gevind namate die hoeveelheid batteryhoendermis van 0 tot 50 persent in die rantsoen toeneem. Die batteryhoendermis deur laasgenoemde gebruik

is oor 'n tydperk van verskeie maande versamel en dadelik deur middel van 'n kommersiële droër gedroog. Die vooraf behandeling van batteryhoendermis blyk dan ook tot gevolg te hê dat dit meer aanneemlik is vir die dier.

Soos reeds genoem is daar 'n afname in die beskikbare bruto energie-inhoud per kg voer namate die persentasie hoendermis in die rantsoene toeneem. Daar kan dus 'n aansienlike afname in die bruto energie-inname deur skape van Rantsoene 1 tot 4 verwag word. Hierdie afname kan duidelik in Tabel 4 waargeneem word. Dit mag ook die voedingswaarde van die rantsoen nadelig beïnvloed.

Skynbare verteerbaarheid

Volgens Tabel 4 blyk dit dat die insluiting van hoendermis geen nadelige invloed op die verteerbaarheid van die verskillende voedingsbestanddele uitgeoefen het nie. In teenstelling hiermee het Bhattacharya & Fontenot (1965, 1966) 'n afname in die verteerbaarheid van die rantsoen as gevolg van die insluiting van kuikenhokmis waargeneem. Dit kan toegeskryf word aan die skropmateriaal wat die kuikenhokmis bevat het. Die verteerbaarheid van dié batteryhoendermis vergelyk dus goed met die van lusern. Net soos in die geval van verteerbare energie, was die TVV-waarde van die kontrolerantsoen hoër as dié van die rantsoen wat hoendermis bevat het. Dit is blykbaar hoofsaaklik as gevolg van die afname in die verteerbare veselinhoud vanaf Rantsoen 1 tot 4 asook die verhoogde asinhoud van die hoendermisrantsoene.

Lowman & Knight (1970) wys daarop dat by verteteringstudies van 'n langer voorperiode as net 10 dae gebruik gemaak behoort te word. Die rede hiervoor is dat urinesuur 'n betreklik moeilik oplosbare bron van nie-proteïenstikstof is en dat die rumen mikroörganismes eers genoeg tyd gegee behoort te word om aan te pas. Dit sal 'n verhoging in die verteerbaarheid van ruproteïen van hoendermis tot gevolg hê.

Tabel 4

Verteerbaarheid- en stikstofbalans data

Item	Rantsoene				Peil van betekenis (PO,05 =*PO,01=**)
	1	2	3	4	
Voeriname:					
Lugdroë voeriname (kg/dag)	1,27	1,35	1,29	1,16	2> 4** : 1,3> 4*
Droë materiaalname (kg/dag)	1,14	1,22	1,17	1,05	2> 4** : 3> 4*
Organiese materiaalname (kg/dag)	1,00	1,07	1,05	,83	1,2,3,> 4**
Bruto energie-inname (MJ/dag)	20,58	20,88	18,79	15,47	1,2,3,> 4** : 2,1> 3*
Skynbare verteerbaarheidskoeffisiënte:					
Droë materiaal (%)	68,45	65,75	66,13	68,88	
Organiese materiaal (%)	70,12	69,79	74,04	77,03	4> 2,1**
Ru-proteïen (%)	71,89	70,44	72,29	75,71	4> 2** : 4> 1*
Eterekstrak (%)	58,35	57,15	74,10	71,13	3> 2,1** : 4> 2,1**
Ru-vesel (%)	48,59	40,39	47,70	51,57	4> 2** : 1,3> 2*
Stikstofvrye-ekstrak (%)	82,82	80,93	83,43	83,52	
Bruto-energie (%)	67,44	66,69	70,35	74,47	4> 2,1**
Verteerbare voedingstowwe:					
Verteerbare proteïen (%)	9,64	10,02	10,93	11,56	
Verteerbare ru-vesel (%)	12,48	8,33	7,76	6,32	
Verteerbare stikstofvrye-ekstrak (%)	41,58	41,44	42,37	42,15	
Verteerbare eterekstrak (%)	3,04	2,50	3,68	2,71	
Totaal verteerbare voedingstowwe (TVV)	66,74	62,29	64,74	62,74	1> 2** : 1> 4*
Verteerbare energie (MJ / kg)	12,14	11,47	11,30	11,01	1> 4,3*
Daaglikse stikstofretensie (g / dag)	9,71	10,35	10,98	10,07	
Verhouding van stikstofretensie:					
Stikstofinname (%)	39,62	37,38	38,78	39,31	

Proteïenmetabolisme

Uit Tabel 4 blyk dit dat daar geen betekenisvolle verskille in daaglikse stikstofretensie tussen die onderskeie rantsoene was nie. Hierdie resultate stem ooreen met dié van El-Sabban, Bratzler, Long, Frear & Gentry (1970) en Tinnimitt, Yu Yu, McGuffey & Thomas (1972). Navorsers soos Bhattacharya & Fontenot (1965) het gevind dat die daaglikse stikstofretensie van die kontrolegroep hoogs-betekenisvol hoër was as dié rantsoen waar al die stikstof deur hoendermis verskaf is. Tussen die rantsoene met laer peile van hoendermis was daar geen betekenisvolle verskille nie.

Volgens Grey (1969) blyk dit asof stikstofretensie uitgedruk as 'n persentasie van stikstofinname die mees betroubare maatstaf vir proteïenevaluasie kan wees. Ten einde verskille in stikstofinname as faktor te probeer uitskakel is stikstofretensie as 'n persentasie van die stikstofinname uitgedruk en word in Tabel 4 aangedui.

Netsoos in die geval van stikstofretensie blyk daar geen statisties betekenisvolle verskil tussen die onderskeie rantsoene te wees nie. Die vervanging van lusernproteïen in

die rantsoen met dié van hoendermis het dus geen verlaging in die benutbaarheid van proteïen tot gevolg gehad nie.

Gevolgtrekking

Volgens die resultate blyk dit dat die insluiting van tot 29 persent hoendermis in die rantsoen geen betekenisvolle afname in voeriname getoon het nie. Verder blyk die verteerbaarheid en benutting van proteïen van hoendermis goed met dié van lusern te vergelyk. Belangrik is die afname in bruto energie-inname en dus verteerbare energie-inhoud van die rantsoen namate die persentasie hoendermis in die rantsoen toeneem. Die verhouding proteïen tot energie in die rantsoen is 'n belangrike faktor wat die doeltreffendheid van stikstofmetabolisme bepaal. Die rede waarom die energiepeil van die rantsoen 'n belangrike faktor is wat die doeltreffendheid van stikstofmetabolisme bepaal, is dat wanneer die energie 'n beperkende faktor relatief tot proteïen word, proteïen as energiebron gedeamineer word. Die gebruik van proteïen as energiebron vind teen 'n laer doeltreffendheid plaas as wanneer vlugtige vetsure daarvoor gebruik sou word. Dus kan die maksimum doeltreffendheid

in die huidige geval verwag word by die rantsoen waar die doeltreffendste proteïenmetabolisme en hoogste voerinnamme verkry word. Aangesien proteïenmetabolisme nie betekenisvol tussen die onderskeie rantsoene verskil het nie, kan daaglikse droëmateriaal-, organiese materiaal- en bruto-energie-inname moontlik as die vernaamste kriteriums beskou word. Tot by 'n peil van 29 persent hoendermis-

insluiting in die rantsoen is geen afname in droë materiaal- en organiese materiaalinnamme gevind nie. Dit was slegs die innamme van bruto-energie wat betekenisvol ($P < 0,05$) tot 'n peil van 29 persent insluiting van hoendermis afgeneem het. Oor die algemeen blyk dit dat die doeltreffendste insluiting van hoendermis in rantsoene vir hoë produksie-doeleindes tussen 14 en 29 persent mag lê.

Verwysings

- A.O.A.C., 1965. *Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*, 10th edn. Washington: A.O.A.C.
- BELASCO, I.J., 1954. New nitrogen feed compounds for ruminants a laboratory evaluation. *J. Anim. Sci.* 13, 601.
- BHATTACHARYA, A.N. & FONTENOT, J.P., 1965. Utilization of different levels of poultry litter nitrogen by sheep. *J. Anim. Sci.* 24, 1174.
- BHATTACHARYA, A.N. & FONTENOT, J.P., 1966. Protein and energy value of peanut hull and wood shaving poultry litters. *J. Anim. Sci.* 25, 367.
- BISHOP, E.J.B., WILKE, P.I., NASH, W.J., NELL, J.A.G., MACDONALD, D.A., COMPAAN, J.P., GROBLER, J. & KINGMAN, E.R., 1971. Hoendermis as veevoer (Deel 1). *Boerd. S. Afr.* 46, 11, 34.
- BOSMAN, S.W., 1973. Chicken litter in fattening rations for cattle and sheep. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 3, 57.
- BUYS, G.S. & POTGIETER, D.J.J., 1959. A spectrophotometric method for the determination of uric acid in poultry excreta. *S. Afr. J. agric. Sci., Camb.* 2, 499.
- EL-SABBAN, F.F., BRATZLER, J.W., LONG, T.A. FREAR, D.E.H. & GENTRY, R.E., 1970. Value of processed poultry waste as a feed for ruminants. *J. Anim. Sci.* 31, 107.
- GREY, J.H., 1969. Evaluasie van proteïen. *Hand. S. Afr. Ver. Diereprod.* 8, 35.
- JURTSHUK, P., DOETSCH, R.N. & SHAW, J.C., 1958. Anaerobic purine dissimilation by washed suspensions of bovine rumen bacteria. *J. Dairy Sci.* 41, 190.
- LOWMAN, B.G. & KNIGHT, D.W., 1970. A note on the apparent digestibility of energy and protein in dried poultry excreta. *Anim. Prod.* 12, 525.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R.A. & GREENHALGH, J.F.D., 1966. *Animal Nutrition*. London: Oliver & Boyd.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL., 1968. *Nutrient requirements of domestic animals V. Nutrient requirements of sheep*. (Publication 1193) Washington: National Academy of Sciences.
- OLTJEN, R.R., 1969. Effects of feeding ruminants nitrogen as the only nitrogen source. *J. Anim. Sci.* 28, 673.
- POTGIETER, J.F., 1971. *Verryking van kuilvoer*. M.Sc. (Agric.)-verhandeling. Universiteit van die Oranje-Vrystaat.
- RODRIGUEZ GUEDAS, J., 1966; Basic studies on the use of poultry droppings in feeds for ruminants. Toxicity, digestibility, N. balance and breakdown of uric acid. *Nutr. Rev.* 38, 283.
- THOMAS, J.W., YU YU, TINNIMITT, P. & ZINDEL, H.C., 1972. Dehydrated poultry waste as a feed for milking cows and growing sheep. *J. Dairy Sci.* 55, 1261.
- TINNIMITT, P., YU YU, MCGUFFEY, R.K. & THOMAS, J.W., 1972. Dried animal waste as a protein supplement for sheep. *J. Anim. Sci.* 35, 431.
- 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. Ass. Off. Agric. Chem.* 46, 928.
- VAN SOEST, P.J. & WINE, R.H., 1965. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. *J. Ass. Off. Agric. Chem.* 51, 780.

