

Die evaluasie van rioolslik as proteïenbron vir groeiende varke

J.N. Swart*, H.J. van der Merwe en A. Smith

Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Posbus 301, Bloemfontein, 9300 Republiek van Suid Afrika

Ontvang 27 Februarie 1986

The evaluation of sewage sludge as protein source for growing pigs. The utilization of sewage sludge (28% CP) as a protein source in pig growth diets was investigated. Fish meal was replaced by sewage sludge at three levels (0%, 25% and 50%) on a mass basis in growth diets formulated to be equal in nitrogen, lysine and DE content. The inclusion of sewage sludge significantly decreased the dry matter, nitrogen and energy digestibility of the diets. Nitrogen retention (g per day and % of N intake) was also significantly ($P < 0,05$) decreased. Nitrogen retention (% of digested N) was, however, not affected. No difference in dry matter intake could be detected between diets. Sewage sludge had a negative effect on live mass gains and feed utilization but not on DE (MJ/kg gain) or digestible N (g/kg gain) utilization. The C + K and P2 back fat measurements on the carcasses of pigs, fed sewage sludge-containing diets, were lower than the measurements of the control diet pigs.

Die benutting van munisipale rioolslik (28% RP) as 'n proteïenbron, is in varkgroeiende ondersoek. Vismeele is teen drie peile (0%, 25% en 50%) op 'n massabasis, met rioolslik in stikstof-, lisien- en VE-ekwivalente diëte vervang. Die insluiting van rioolslik het die droëmateriaal-, stikstof- en energieverteerbaarheid hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) laat daal. Stikstofretensie (g per dag en % van N-inname) het ook betekenisvol ($P < 0,05$) gedaal. Stikstofretensie (% van verteerde N-inname) het egter feitlik geen verskil tussen die proefdiëte getoon nie. Alhoewel nie-betekenisvol, het energieretensie ook met die insluiting van rioolslik gedaal. Geen verskil in droëmateriaalinname het tussen die behandelings in die groeistudie voorgekom nie. Rioolslik het die massatoename en die voerbenutting van varke nadelig beïnvloed. Die benutting van verteerde energie en stikstof is nie deur die insluiting van rioolslik beïnvloed nie. Die C + K- en P2-vetmates van die karkasse van varke wat rioolslikbevattende proefdiëte ontvang het was laer as dié van varke wat die kontroledieet ontvang het.

Keywords: Sewage sludge, protein source, pigs

* To whom correspondence should be addressed

Inleiding

In die lig van huidige groeiende stuur Suid-Afrika op 'n groot proteïentekort teen die jaar 2 000 af. Teen die huidige proteïenproduksie van 0,52% per jaar en verwagte populasiegroei van 2,7% per jaar sal daar teen die jaar 2 000 'n tekort van 226 000 ton proteïen vir dierevoeding ondervind word (Cloete, 1981). Tans is die enkelmaagdierbedryf in Suid-Afrika grootliks afhanklik van industriële byprodukte soos vismeel, karkasmeel en bloedmeel vir dierlike proteïen en van oliekoekmele vir plantaardige proteïen (Mordant, 1981).

Kompetisie tussen die mens en dier vir beskikbare proteïenbronne sal ook in die toekoms toeneem. Die vraag na beskikbare en alternatiewe proteïenbronne, metodes om proteïenbenutting te verhoog en strategiese proteïenvoeding sal in belangrikheid toeneem om intensiewe diereproduksie te stimuleer en aan die vraag vir voedselproteïen te voldoen.

Die mees algemene tegniek waarop munisipale rioolslik en industriële afval behandel word is die geaktiveerde sliksproses. Voedingsproewe wat in verskeie lande onderneem is het getoon dat goed voorbereide, geaktiveerde sliks in die diëte van pluimvee, varke, beeste en ander diere ingesluit kan word. Die proteïeninhoud van gedroogte, geaktiveerde rioolslik wissel tussen 25 en 40% en is verder ook 'n goeie bron van die B-groep vitamienes (Beszedits, 1981).

Aangesien geaktiveerde rioolslik betekenisvolle vlakke van patogeeniese mikroorganismes, swaarmetale, gifstowwe en ander ongewensde bestanddele kan bevat moet

dit met omsigtigheid in dierevoeding aangewend word. Patogeeniese mikroorganismes kan suksesvol gedisinfecteer word (Melmed & Comnino's, 1977; Osborn & Hatting, 1977) en swaarmetale bereik gewoonlik nie vlakke in die liggaam wat die gebruik van rioolslik ontmoedig nie. (Kinzell, Cheek & Chen, 1976; Beszedits, 1981; Johnson, Kienholtz, Baxter, Spangler & Ward, 1981).

Groothoeveelhede rioolslik word in Suid-Afrika geproduseer. 'n Stad soos Johannesburg produseer ongeveer 365 000 ton rioolslik per jaar. Dit is 'n per kapita-produksie van ongeveer 15 kg per jaar. Geen literatuur oor die gebruik van geaktiveerde rioolslik in Suid-Afrika kon gevind word nie. In die lig van die dringende behoefte aan proteïenbronontgunning en die potensiele waarde wat geaktiveerde rioolslik as proteïenbron inhou, is rioolslik in groeidiëte vir varke geëvalueer.

Eksperimentele prosedure

Die rioolslik wat in hierdie studie gebruik is, is volgens die verlengde belugtingsmetode behandel. Die chemiese samestelling van rioolslik en vismeel wat in hierdie studie gebruik is, word in Tabel 1 aangetoon. Die rioolslik is ondersoek vir patogeeniese bakterieë (kultuurgroei) en wurm ova (ascari, mikroskopies). Enkele normale patogeeniese bakterieë in lae konsentrasies en geen wurmova is in die rioolslik gevind nie. As voorsorgmaatregel is 'n breëspektrum antibiotika by al drie diëte gevoeg om moontlike besmetting te voorkom. Die gedroogde rioolslik is deur 'n 2,5 mm-sif gemaal en in die verskillende

Tabel 1 Chemiese samestelling^a van rioolslik en vismeel op 'n lugdroë basis.

Item	Bron	
	Rioolslik	Vismee
Ruprotelen (%)	28,77	68,75
Vesel (%)	10,77	0,45
As (%)	43,29	22,17
Eterekstrak (%)	1,05	4,10
Bruto energie (MJ/kg)	12,98	19,19
Verteerbare energie	10,38 ^b	13,73 ^c
Essensiële aminosure		
Arginien	0,91	4,12
Histidien	0,40	1,77
Isoleusien	0,88	3,07
Lisien	0,88	4,93
Metionien + sistelen	0,28	3,06
Fenielalanien + tirosien	1,55	5,15
Treonien	1,37	2,94
Valien	1,37	3,75
Stikstofverdeling ^d		
Essensiële aminosure	26,56	41,88
Minerale		
Kalsium	1,49	5,49 ^c
Fosfor	2,05	2,81 ^c
Swaarmetale (mg/kg)		
Yster	8800	560 ^c
Sink	930	150 ^c
Koper	123	8,4 ^c
Mangaan	260	25,7 ^c
Aluminium	9000	-
Lood	260	-

^a Laboratoriumbepaal behalwe waar anders aangedui

^b Bruto energie - 20% (Maynard & Loosli, 1979)

^c Volgens NRC, 1979

^d As persentasie van totale stikstofinhoud

proefdiëte vermeng.

Die bestanddeel- en berekende chemiese samestelling van die proefdiëte word in Tabel 2 aangetoon.

Verteringsproef

Die proefdiëte (Tabel 2) is in 'n verteringsproef aan nege Landrasburgies met 'n gemiddelde lewende massa van $53,19 \pm 1,78$ kg gevoer. Elke dier het daaglik 11% van sy metaboliese massa ($W^{0,75}$) droëmateriaal ontvang. Vars, skoon drinkwater was deurgaans beskikbaar. Die studie het uit 'n 8-dae-aanpassingsperiode en 'n 7-dae-kolleksieperiode bestaan. Laasgenoemde periode het bestaan uit die bepaling van die totale inname van die proefdiëte en die totale uitskeiding van mis en urine van elke proefdier volgens die metode van Maynard & Loosli (1979). Verteenwoordigende monsters van die diëte, mis en urine is geneem en die droëmateriaal- en stikstofinhoud is volgens die metodes van AOAC (1970) bepaal. Die bruto-energie van die diëte, mis en urine is met behulp van

Tabel 2 Bestanddele en chemiese samestelling van proefdiëte op lugdroë basis

Item	Dieet		
	1	2	3
Bestanddeel (%)			
Rioolslik	-	8	26
Vismee	12	9	6
Mieliemeel	71	70,1	68,3
Sonneblomoliekoekmeel	2,0	2,3	2,5
Koringsemels	3,0	-	-
Koringstrooi	4,8	3,4	-
Melassemeel	5,0	5,0	5,0
Voerkalk	0,30	0,48	0,70
Monokalsiumfosfaat	0,85	0,53	0,20
Vitamien-mineraal voormengsel ^a	0,3	0,3	0,3
Sout	0,5	0,5	0,5
Lisien ^b	-	0,10	0,17
Metionien ^c	0,15	0,19	0,23
Antibiotika ^d	0,1	0,1	0,1
Berekende chemiese samestelling (%)			
Ruprotelen	16,16	16,09	16,25
Verteerbare ruprotelen ^e	13,59	12,69	11,01
Lisien	0,83	0,84	0,83
Metionien + sistelen	0,75	0,72	0,69
Vesel	4,09	4,04	3,54
As	5,28	7,79	9,53
Verteerbare energie (MJ/kg) ^e	13,39	13,36	13,40
Verteerbare energie (MJ/kg)	13,31	12,94	12,18
Kalsium	0,78	0,78	0,80
Fosfor	0,65	0,66	0,68
Vervanging van vismeel met rioolslik (%)			
Massabasis	0	25	50
Ruproteienbasis	0	27,90	55,80
Stikstofverdeling (%) ^f			
Aminosuur	77,60	70,29	65,23
Nie-proteien	22,40	29,70	34,77

^a Kommersiële vitamien-mineraal voormengsel

^b Sinteties in die vorm van lisien - HCL

^c Sinteties in die vorm van D,L-metionien

^d Linco-Spectin

^e Bepaal met verteringsstudie

^f As persentasie van totale stikstofinhoud

'n adiabatiese bomkalorimeter bepaal. Die aminosuurinhoud van rioolslik, vismeel en die proefdiëte is met behulp van 'n Beckman-model 120c-aminosuurontleider bepaal.

Groeistudie

Ses en dertig burgies (18 Landras en 18 Landras × Grootwit) met 'n aanvangsmassa van $21,82 \pm 1,90$ kg is ewekansig in drie groepe verdeel. Die diere is individueel, elk met 'n selfvoerder vir *ad libitum* voeding, vir die duur van die studie gevoer. Vars, skoon drinkwater was deurgaans beskikbaar. Die lewende massa (volpens) is

weekliks bepaal.

Die diere is by 'n lewende massa van $70,63 \pm 1,84$ kg geslag. Die karkasse is vir 24 uur by 4°C afgekoel waarna die volgende karkaseienskappe, naamlik koue karkasmassa, C + K-mate, P2-mate en oogspieroppervlakte bepaal is.

Statistiese analise

Die data in die vertering- en groeistudie is onderskeidelik volgens 'n eenrigting- en tweerigting (behandeling en tipe diere)-variensie-analise statisties ontleed. Die gemiddeldes is volgens Tukey se variensie-breedteprosedure (Steel & Torrie, 1960) met mekaar vergelyk.

Resultate en Bespreking

In Tabel 3 word resultate van die verteringstudie aange- toon. Die droëmateriaalverteerbaarheid het hoogs be- tekenisvol ($P < 0,01$) met die vervanging van 25% en 50% van die vismeel met rioolslik, gedaal. Hierdie daling kan gedeeltelik aan die hoër asinhoud van die diëte met 'n hoër rioolslikinhoud (Tabel 2) asook hoogs betekenisvolle ($P < 0,01$) daling in die ruproteïenverteerbaarheid van die- selfde diëte toegeskryf word. Hierdie daling in die stikstof- verteerbaarheid kan grootliks aan die styging in nie- proteïenstikstof (Tabel 2) van die diëte met 'n hoër rioolslikinhoud toegeskryf word.

Die vermoë van 'n proteïen om aan die behoefte van die vark te voldoen is hoofsaaklik 'n funksie van die be- skikbaarheid en balans van die aminosure in verhouding met die vernuwing en sintese van weefselproteïen (Delort- Laval, 1976). Slegs 'n klein persentasie nie- proteïenstikstof word benut vir die sintese van nie-

essensiële aminosure (Cole, 1978). Volgens Low (1982) het die stikstofbalansmetode steeds meriete om die pro- teïenkwaliteit van 'n diëte te bepaal aangesien dit die som van verteerbaarheid, beskikbaarheid en metabolisme in die diere weergee. Hierdie metode is ook sensitief genoeg om tussen diëte met 'n geringe verskil in aminosuur- samestelling te onderskei. In Tabel 3 word die stikstof- retensiesyfers aangetoon. 'n Betekenisvolle ($P < 0,05$) daling in die stikstofretensie kom met 'n 50% vervanging van vismeel met rioolslik voor. As 'n persentasie van die totale stikstofinname het die stikstofretensie hoogs be- tekenisvol ($P < 0,01$) met 'n 50%- en betekenisvol ($P < 0,05$) met 'n 25% vervanging gedaal. Feitlik geen verskil tussen die proefdiëte ten opsigte van stikstof- retensie as 'n persentasie van die verteerbare stikstof- inname het voorgekom nie. Dit dui daarop dat die beskikbaarheid van verteerbare proteïen, wat hoofsaaklik uit essensiële aminosure bestaan (Cole, 1978; Just, 1982), asook die benutting van hierdie aminosure in die liggaam dieselfde was tussen die proefdiëte. Laasgenoemde word hoofsaaklik deur die aminosuurbalans bepaal (Delpont- Laval, 1976). Tabel 4 toon die essensiële-aminosuurbalans van die proefdiëte as 'n persentasie van die mees algemene beperkende aminosuur, lisien (Cole, 1978), in vergelyking met die ideale proteïen-aminosuurbalans (ARC, 1981). Hierdie tabel toon dat daar weinig verskil in aminosuur- balans tussen die proefdiëte was. 'n Oorvoorsiening van sekere aminosure het egter wel voorgekom. Dit dui daarop dat met 'n hoër lisienpeil die aminosuurbenutting, en dus stikstofretensie, van al drie diëte hoër kon gewees het. Hierdie waarneming word deur Cole (1978) ondersteun waar hy 'n lisienbehoefte vir maksimum groei en voeding- stofbenutting van 0,95 - 1,00% voorstel eerder as 0,75 -

Tabel 3 Inname, skynbare verteerbaarheid en retensieresultate van stikstof en energie in die metaboliese studie.

Item	Dieet		
	1	2	3
Lewende massa	$51,73 \pm 2,11^1$	$54,34 \pm 0,43$	$53,49 \pm 2,21$
Inname (per dag)			
Droëmateriaal (g)	2112	2086	1806
Stikstof (g)	$54,62 \pm 1,22$	$53,69 \pm 9,84$	$46,96 \pm 3,72$
Bruto-energie (MJ)	$37,25 \pm 0,84$	$36,50 \pm 6,69$	$30,83 \pm 2,40$
Verteerbare energie (MJ)	$30,86 \pm 0,47$	$29,79 \pm 5,42$	$24,25 \pm 2,15$
Skynbare verteerbaarheid (%):			
Droëmateriaal	$82,93 \pm 0,52$	$80,23 \pm 0,50$	$76,61 \pm 0,71$
Stikstof	$84,11 \pm 3,26^d$	$78,87 \pm 1,60^d$	$67,58 \pm 1,68^*$
Bruto-energie	$82,84 \pm 0,49^{a,d}$	$81,61 \pm 0,16^{b,d}$	$78,67 \pm 0,81^*$
Retensie (per dag)			
Stikstof (g)	$23,80 \pm 1,01$	$21,62 \pm 4,01$	$16,39 \pm 2,02$
Stikstof (% van N-inname)	$43,56 \pm 0,89^d$	$40,49 \pm 2,46^*$	$34,90 \pm 1,79^{b,*}$
Stikstof (% van verteerbare N-inname)	$51,86 \pm 2,99$	$51,13 \pm 3,67$	$51,58 \pm 3,02$
Energie (MJ)	$29,93 \pm 0,51$	$28,85 \pm 5,38$	$23,58 \pm 2,11$

¹ Standaardafwyking

^{a,b} Betekenisvolle ($P < 0,05$) verskil waar letters in ry verskil.

^{d,e,f} Hoogs betekenisvolle ($P < 0,01$) verskil waar letters in ry verskil

Tabel 4 Aminosuurbalans^a van rioolslik, vismeel en proefdiëte

Aminosure	Ideale Proteïen (ARC,1981)	Riool-slik	Vismeeel	Diëte		
				1	2	3
Arginien	85	103,41	83,57	94,92	98,16	86,25
Histidien	40 ^b	45,45	35,90	55,59	53,99	49,72
Isoleusien	55	100,00	62,27	87,81	89,11	80,83
Lisien	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Metionien & sistelen	50	31,82	62,07	50,65	71,63	60,97
Fenielalanien en tirosien	96	176,14	104,46	134,69	138,50	125,28
Treonien	60	155,68	59,63	92,74	69,94	44,17
Valien	70	155,68	76,06	110,30	119,02	102,92

^a As persentasie van lisien, mees algemeen beperkende aminosuur.

^b Cole (1978)

0,8% soos deur ARC (1967,1981) voorgestel.

Die skynbare energieverteerbaarheid van die proefdiëte het onderskeidelik betekenisvol ($P < 0,05$) en hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) gedaal met 'n 25% en 50% vervanging van vismeel met rioolslik. Weer eens kon die laer organiese materiaalinhoud (droëmateriaal minus as) van rioolslik in vergelyking met vismeel (Tabel 1) in die proefdiëte hierdie daling veroorsaak het. Die effektiwiteit van aminosuurbenutting is nie slegs 'n funksie van die aminosuursamestelling van 'n dieet nie. Die lipied- en koolhidraatinhoud van die dieet kan bepalende faktore wees waar energievoorsiening beperk is. Aminosure kan vir energievoorsiening in plaas van proteïensintese aangewend word (Fuller & Crofts, 1977; Low, 1980).

Onder laasgenoemde omstandighede sal die stikstofbalans negatief beïnvloed word. Volgens die stikstofretensie as persentasie van die verteerbare stikstofinname is die aminosure in al drie diëte nie vir energievoorsiening aangewend nie. Met 'n konstante aminosuurinname maar verhoging in energie-inname verhoog die lipiedsintese in die liggaam soos die energieretensieresultate ook in hierdie studie aantoon. Beide die effektiwiteit en peil van aminosuurbenutting word nie hierdeur beïnvloed nie (Low, 1980).

Statisties is 'n tweerigting-variëansie-analise op die groei-data, naamlik dieetbehandelings en tipe dier (suiwer of kruisings) toegepas. Geen betekenisvolle ($P < 0,01$) interaksie het voorgekom nie.

Tabel 5 Inname, groei, benutting en karkasresultate in die groeistudie vir die massa-interval 22 - 70 kg

Item	Dieet		
	1	2	3
Inname (per dag)			
Droëmateriaal (g)	1880,32 ± 152,65	1791,08 ± 175,91	1856,96 ± 96,57
Stikstof (g)	48,62 ± 3,95	46,11 ± 4,53	48,27 ± 2,51
Verteerbare stikstof (g)	40,89 ± 3,32 ^d	36,37 ± 3,57 ^{a,e}	32,62 ± 1,70 ^{b,e}
Verteerbare energie (MJ)	27,63 ± 2,34 ^a	25,59 ± 2,51	24,93 ± 1,30 ^b
Beginmassa (kg)	21,83 ± 1,85	21,75 ± 1,98	21,88 ± 1,86
Eindmassa (kg)	70,92 ± 2,14	70,37 ± 1,72	70,58 ± 1,64
Lewendemassa-toename(g/dag)	786,14 ± 0,11 ^{a,d}	709,73 ± 88,48 ^b	691,24 ± 40,76 ^{b,e}
Voedingstofbenutting (per kg lewendemassa-toename)			
Droëmateriaal (kg)	2,40 ± 0,11 ^{a,d}	2,54 ± 0,17 ^b	2,69 ± 0,12 ^{c,e}
Verteerbare energie (MJ)	35,25 ± 2,23	36,25 ± 2,48	36,12 ± 1,62
Stikstof (g)	61,98 ± 2,95 ^{a,d}	65,32 ± 4,50 ^{b,d}	69,92 ± 3,13 ^e
Verteerbare stikstof (g)	52,13 ± 2,48 ^d	51,49 ± 3,53 ^d	47,25 ± 2,12 ^e
Karkaseienskappe			
Uitslag (%)	72,90 ± 1,53	72,67 ± 1,96	71,56 ± 2,49
C + K-mate (mm)	37,42 ± 8,49	30,22 ± 8,15	29,75 ± 7,74
P2-mate (mm)	18,63 ± 4,67	15,64 ± 3,96	14,87 ± 3,72
Oogspieroppervlakte (mm)	2175,08 ± 230,55	2315,67 ± 276,15	2111,50 ± 247,13

^{a,b,c} Betekenisvolle ($P < 0,05$) verskil waar letters in rye verskil

^{d,e} Hoogs betekenisvolle ($P > 0,01$) verskil waar letters in rye verskil

Die voedingspeil word deur Brody (1945) as die kwosiënt tussen totale metaboliseerbare(ME)-energie-inname en die ME-behoefte vir onderhoud gedefinieer. Indien die voedingspeil styg is 'n groter hoeveelheid energie beskikbaar vir produksie.

Geen betekenisvolle ($P < 0,05$) verskil het in die gemiddelde daaglikse droëmateriaal- en stikstofinname van die proefdiëte in die groeistudie (Tabel 5) voorgekom nie. Die verteerbare stikstof- en verteerbare energie-inname het wel onderskeidelik hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) en betekenisvol ($P < 0,05$) met 'n toename in die rioolslikinhoud van die diëte gedaal. Die ooreenstemmende hoogs betekenisvolle ($P < 0,01$) daling in die gemiddelde daaglikse lewendemassa-toename kan dus aan die laer verteerbare voedingstofinname toegeskryf word.

Die voedingstofbenutting in terme van kg droëmateriaal per kg lewendemassa-toename het 'n hoogs betekenisvolle ($P < 0,01$) daling met 'n toename in rioolslikinsluiting van die proefdiëte getoon. Hierdie daling kan weer eens aan die ooreenstemmende daling in stikstof- maar veral energieverteerbaarheid toegeskryf word. Laasgenoemde word duidelik geïllustreer indien die VE-verbruik in MJ VE/kg massatoename (Wenk, Pfirter & Bickel, 1980) uitgedruk word. Geen betekenisvolle verskil ($P < 0,05$) ten opsigte van laasgenoemde het tussen die proefdiëte voorgekom nie (Tabel 5). Die daling in die hoeveelheid aminosure vir produksie as gevolg van rioolslikinsluiting word ook met die hoogs betekenisvolle ($P < 0,01$) daling in stikstofbenutting (g stikstof per kg lewendemassa-toename) getoon. In terme van verteerbare stikstof het hierdie syfer egter hoogs betekenisvol ($P < 0,01$) verbeter met die vervanging van 50% vismeel met rioolslik (Tabel 5).

'n Nie-betekenisvolle ($P < 0,05$) daling in die uitslagpersentasie met toenemende rioolslikinsluiting is waargeneem. 'n Tendens wat met die minder vet karkasse gepaard gaan. Alhoewel die *F*-verdeling tussen die dieetbehandelings 'n ooreenkomstige betekenisvolle daling in die C + K-mate ($P = 0,047$) tussen die dieetbehandeling getoon het, was hierdie verskil met die *t*-verdeling, volgens Tukey se prosedure, egter nie-betekenisvol ($P > 0,05$) tussen die gemiddeldes van die behandelings gewees nie. Geen betekenisvolle ($P > 0,05$) verskil het in die oogspieroppervlakte voorgekom nie.

Opsommend blyk dit dat rioolslik die skynbare verteerbaarheid van beide stikstof en energie in groeidiëte vir varke verlaag. Alhoewel die totale stikstofinhoud as gevolg van 'n hoë nie-proteïenstikstofinhoud van rioolslik swak verteer word, is die benutting van beskikbare aminosure dieselfde as vir vismeel. Die kwaliteit, beskikbaarheid en balans van rioolslikaminosure vergelyk dus gunstig met dié van vismeel. Rioolslik is dus beslis 'n potensieële proteïenbron in varkvoeding. Verdere navorsing vir die ontgunning van munisipale sowel as industriële slik as proteïenbron in dierevoeding is dus geregverdig.

Summary

In view of the current growth in protein production (0,52% p.a.) compared with the population growth (2,7% p.a.), South Africa is heading for a serious protein shortage. The

demand for available and alternative protein sources, methods to enhance protein utilization, and strategic protein feeding will gain in significance in order to meet with the demand for protein as a nutrient in animal feeds.

The utilization of sewage sludge (28% CP) as a protein source in pig growth diets was investigated. Fish meal was replaced by sewage sludge at three levels (0%, 25% and 50%) on a mass basis in growth diets formulated to be equal in nitrogen, lysine and DE content. Two studies were conducted, (i) a metabolism study to determine dietary effects on nutrient digestibility and on nitrogen and energy retention and (ii) a growth study with 36 (18 Landrace and 18 Landrace x Large White) pigs during the live mass interval 22 - 70 kg.

The inclusion of sewage sludge significantly decreased the dry matter, nitrogen and energy digestibility of the diets. The nitrogen retention (g per day and % of N intake) was also decreased significantly ($P < 0,05$). Nitrogen retention (% of digestible N intake) was, however, not effected. No difference in dry matter intake was detected between diets. Sewage sludge had a negative effect on live mass gains and feed utilization, but not on DE (MJ/kg gain) or digestible N (g/kg gain) utilization. The C + K and P2 back fat measurements on the carcasses of pigs fed sewage sludge-containing diets were lower than the measurements of the control diet pigs.

Verwysings

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1976. The nutrient requirements of pigs. London: Commonwealth Agricultural Bureaux.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1981. The nutrient requirements of pigs. London: Commonwealth Agricultural Bureaux.
- BESZEDITS, S., 1981. Utilising waste activated sludge for animal feeding. *Feedst.* 53 (14), 25.
- BRODY, S., 1945. Bioenergetics and Growth. New York: Reinhold.
- CLOETE, J.G., 1981. New protein feeds and strategies for future animal production. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 11, 139.
- COLE, D.J.A., 1978. Amino acid nutrition of the pig. In: Recent advances in animal nutrition. Eds. Haresign, W. & Lewis, D. London: Butterworths.
- DELORT-LAVAL, J., 1976. Biological criteria of protein evaluation. In: Protein metabolism and nutrition. Eds. Cole, D.J.A., London: Butterworths.
- FULLER, M.F. & CROFTS, R.M.J., 1977. The protein-sparing effect of carbohydrate. 1. Nitrogen retention of growing pigs in relation to diet. *Br. J. Nutr.*, 38, 479.
- JOHNSON, D.E., KIENHOLTZ, E.W., BAXTER, J.C., SPANGLER, E. & WARD, G.M., 1981. Heavy metal retention in tissues of cattle fed high cadmium sewage sludge. *J. Anim. Sci.* 52, 108.
- JUST, A., 1982. The net energy value of balanced diets for growing pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 8, 541.
- KINZELL, J.H., CHEEKE, P.R. & CHEN, R.W., 1976. Activated sewage sludge utilization by rats. *J. Anim. Sci.* 42, 1560 (abstr.)
- LOW, A.G., 1980. Amino acid use by growing pigs. In: Recent advances in animal nutrition. Eds. Haresign, W. & Lewis, D.

- London: Butterworths.
- LOW, A. G., 1982. Digestibility and availability of amino acids from feedstuffs for pigs: a review. *Livest. Prod. Sci.* 9, 511.
- MAYNARD, L. A. & LOOSLI, J. K., 1979. *Animal Nutrition*, 7th ed. New York: McGraw Hill Book Co.
- MELMED, L. N. & COMNINO'S, D. K., 1977. Disinfection of sewage sludge with Gamma Radiation. The National Institute for Water Research - Symposium.
- MORDANT, D. G., 1981. The utilisation of agricultural and industrial by-products by the non-ruminant in South Africa. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 11, 153.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1979. Nutrient requirement of swine. Washington: National Academy of Sciences.
- OSBORN, D. W. & HATTING, W. H. J., 1977. The treatment and disposal of sludges deriving from municipal sewage. The National Institute for Water Research - Symposium.
- STEEL, R. D. G. & TORRIE, 1960. Principles and procedures of statistics. New York: McGraw-Hill Book Co.
- WENK, C., PFIRTER, H. P. & BICKEL, H., 1980. Energetic aspects of feed conversion in growing pigs. *Livest. Prod. Sci.* 7, 483.