

Invloed van dieetenergiekonsentrasie op die prestasie van braaikuikens

L.G. Ekermans¹, H.H. Meissner*, C. Maree en Linda du Plessis²

Departement Veekunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria 0002, Republiek van Suid-Afrika

Ontvang 1 Desember 1987; aanvaar 26 April 1988

Effect of dietary energy concentration on the performance of broilers. The effect of varying ME content between 11,5 and 14,2 MJ/kg feed was studied with broilers in an 8-week trial. Ten treatments were used with dietary ME levels of 11,5; 11,7; 11,8; 12,1; 12,2; 12,5; 12,9; 13,2; 13,4 and 14,2 MJ/kg feed. Rate of gain and efficiency of feed utilization in terms of g feed/g gain were better on the higher energy levels. The response was linear. Feed intake, in terms of g feed, was linearly but negatively associated with energy level but constant in terms of KJ ME intake. Efficiency of feed utilization in terms of KJ ME intake/g gain also approached constancy. Values of 1050 KJ ME/day and 30 KJ ME/g mass gain appear to apply within a fairly wide range of dietary energy concentrations and consequently may be used in production prediction models. It should be economical to use cheaper low-energy content feedstuffs, such as sunflower oilcake and wheaten bran, in broiler diets provided fibre specifications are met.

Die invloed van verskillende ME-konsentrasies, tussen 11,5 en 14,2 MJ/kg voer, is bestudeer in 'n 8-weke-ondersoek met braaikuikens. Tien behandelings is gebruik met dieet-ME-peile van 11,5; 11,7; 11,8; 12,1; 12,2; 12,5; 12,9; 13,2; 13,4 en 14,2 MJ/kg voer. Die tempo van massatoename en doeltreffendheid van voerverbruik in terme van g voer/g toename was beter op die hoër energiepeile en die responsie was lineêr. Voerinname in terme van g voer was lineêr maar negatief verwant aan energiepeil, terwyl dit konstant was in terme van KJ ME-inname. Die doeltreffendheid van voerverbruik in terme van KJ ME inname/g toename was ook benaderd konstant. Dit blyk dat waardes van 1050 KJ ME/dag en 30 KJME/g massatoename tussen betreklik wye grense van dieetenergiekonsentrasies geld. Hierdie waardes kan gevolglik in produksievoorspellingsmodelle gebruik word. Weens 'n koste-voordeel, sal dit meer ekonomies wees om goedkoper grondstowwe van laer energiewaarde, soos sonneblomoliekoek en koringsemels, in braaikuikendiëte in te sluit, mits die beperkinge van ruvesel in gedagte gehou word.

Keywords: Broilers, dietary energy content, performance

Gedeelte van 'n D.Sc.(Agric.)-proefskrif deur die senior outeur aan die Universiteit van Pretoria voorgelê

* Aan wie korrespondensie gerig moet word

¹ Huidige adres: Silgro Voere (Edms) Bpk., Posbus 31, Silverton 0127, Republiek van Suid-Afrika

² Huidige adres: Departement Landbouwetenskappe, Technikon Pretoria, Kerkstraat 420, Pretoria 0002, Republiek van Suid-Afrika

Inleiding

Dit is algemeen bekend dat prestasie van braaikuikens in terme van groeitempo en doeltreffendheid van voerverbruik, afhanklik is van die energiedigtheid van die dieet, mits die verhouding van ander nutriënte tot die energiekonsentrasie van die dieet binne perke konstant bly. Farrel, Cumming & Hardaker (1973) het getoon dat voerinname negatief gekorreleer is met die energiekonsentrasie van die dieet, terwyl energie-inname per eenheid massatoename binne perke konstant bly. Die groeitempo sowel as doeltreffendheid van voerverbruik het verbeter met 'n styging in energiekonsentrasie. Laasgenoemde is 'n algemeen-aanvaarde beginsel (sien oorsig van Fisher & Wilson, 1974). Ander navorsers (Hill & Dansky, 1954; Sell, Horani & Johnson, 1976) stem hiermee saam en maak voorts die afleiding dat pluimvee daartoe neig om hul voerinname te wissel oor 'n wye reeks dieetenergiekonsentrasies ten einde hul energiebehoefte te bevredig. Resultate in hierdie verband is egter variërend (Fisher & Wilson, 1974).

Hoë energiekonsentrasies, en daarmee saam hoër konsentrasies van ander nutriënte, gaan dikwels gepaard met 'n styging in dieetkoste wat 'n verskil kan veroorsaak tussen maksimum prestasie en optimum ekono-

miese prestasie (Greig, Hardaker, Farrel & Cumming, 1977). Verskeie voorspellingsmodelle is dan ook ontwikkel om ekonomiese braaikuikenproduksie te beskryf. Van die veranderlike koste-items wat ingesluit is, is gegrond op aannames van biologiese responsies van braaikuikens op verskillende behandelings van nutriënt-konsentrasies van diëte. Betroubare plaaslike inligting om hierdie aannames te ondersteun ontbreek egter nog.

'n Ander probleem van hoë energiediëte vir braaikuikens is dat dit buigbaarheid in rantsoenformulering kortwiek. Volgens Farrel *et al.* (1973) kan grondstowwe soos semels en hawer, as gevolg van hul relatief lae energiekonsentrasies en hoë veselinhoud, nie maklik in hoë energiediëte ingesluit word nie. Hierdie beginsel is ook geldig vir goedkoper plantaardige proteïenbronne, soos ontwaterde lusern en sonneblomoliekoekmeel, weens die hoë veselinhoud daarvan (Ekermans, 1984).

Die doel van hierdie studie was om onder plaaslike omgewings- en bestuursfaktore, die verwantskap tussen energiepeil in die dieet en die prestasie van braaikuikens vas te stel. Die gerealiseerde groeipatroon en voerinnames kan dan gebruik word om 'n keuse te maak tussen energiepeile afhange van die prys en beskikbaarheid van grondstowwe.

Omrede plantaardige proteïenbronne weens hul laer energiewaardes groter toegang vind in die laer energie-diëte, het hierdie ondersoek ook die geleentheid gebied om meer inligting oor hul benuttingsdoeltreffendheid te bekom.

Proefprosedure

Aanvaarde bestuursbeginsels is nagevolg tydens 'n agt-weke-produksieproef met kommersiële braaikuikens. Vier herhalings van 48 Ross-braaikuikens elk is ewekansig toegeken aan 10 behandelingskombinasies bestaande uit diëte met stygende energiekonsentrasies, gemeet as die peil van ME in MJ ME/kg voer. Die proef is uitgevoer in 'n geïsoleerde geforseerde ventilasiehuus wat verdeel is in proefhokke, elk voorsien van eie voer- en drinkbakke en 'n hittebron.

Met die aanvang van die proef is elke groep kuikens geweeg. Die weging is weekliks herhaal en die massa-verandering aangeteken. Tussentydse wegings is uitgevoer wanneer daar mortaliteite voorgekom het om sodoende 'n akkurate waarde vir die gemiddelde massa-toename per kuiken te verkry. Voerinnome is ook weekliks aangeteken deur die oorblywende voer na sewe dae terug te weeg en die werklike inname te bepaal. Met

mortaliteite is dieselfde prosedure as met massa-toename uitgevoer.

'n Driefasevoerstelsel is gebruik. Hiervolgens is 'n aanvangsdiëet vir die eerste 21 dae gevoer, daarna 'n groeiëet vir nog 21 dae, gevolg deur 'n afrondingsdiëet vanaf dag 43 tot dag 53. Die spesifikasies van die driefasevoerstelsel was volgens dië van die NRC (1977). Hiervolgens kon die diëte met 'n energiekonsentrasie van 13,4 MJ ME/kg as standaard beskou word. Die samestelling van die res van die behandelings was sodanig dat die energie-nutriëntverhouding binne perke konstant gehou is. Die behandelings het gevolglik uit 10 diëte met stygende ME-konsentrasies van 11,50 tot 14,22 MJ ME/kg voer bestaan, met die res van die nutriënte in verhouding tot die wisseling in energiekonsentrasie.

Die samestelling en analise van die aanvangsdiëte word in Tabel 1 aangedui. Die samestelling van die groei- en afrondingsdiëet was soortgelyk, en daarom word slegs die beraamde analise in Tabel 2 getoon.

Die ME-waardes van die grondstowwe is volgens die metode van Hill en Anderson (1958) bepaal, terwyl die ruproteïen(N × 6,25)-, Ca-, P- en ruveselwaardes volgens konvensionele analisemetodes bepaal is (AOAC,

Tabel 1 Samestelling van die aanvangsdiëet (% lugdroog)

	Dieet no.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Grondstof										
Mielie-meel	57,66	47,17	59,24	58,29	60,22	53,78	57,57	51,67	48,72	44,65
Soja-oliekoek	—	1,04	—	2,03	—	—	—	—	—	—
Vismeele	21,51	16,85	20,04	15,90	15,83	12,63	14,42	9,24	11,35	13,12
Sonneblomoliekoek	1,73	22,87	3,60	17,23	18,10	20,06	17,45	28,77	19,68	18,31
Grondbone-oliekoek	12,11	4,76	30,27	4,76	5,30	12,98	6,97	4,98	8,44	4,98
Koringsemels	—	—	—	—	—	—	1,43	2,29	10,11	16,72
Plantolie	6,37	6,75	6,29	1,24	—	—	—	—	—	—
Sintetiese lisien	—	—	—	—	—	—	0,19	0,20	0,13	—
Sintetiese metionien	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Voerkalk	—	—	—	—	—	—	1,42	2,29	1,02	1,67
Sout	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Vit. en minerale ^a	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Chemiese samestelling (g/kg, tensy anders vermeld)										
ME (MJ/kg)	14,22	13,42	13,15	12,86	12,50	12,22	12,13	11,79	11,70	11,50
Ruproteïen (min.)	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Ca	9,27	8,74	8,54	8,38	8,15	7,96	7,90	7,68	7,61	7,48
P	6,37	6,01	5,87	5,76	5,60	5,48	5,43	5,28	5,23	5,15
Metionien	5,66	5,35	5,22	5,12	4,98	4,86	4,83	4,70	4,65	4,57
Lisien	13,90	13,11	12,81	12,56	12,21	11,94	11,85	11,52	11,43	11,24
Arginien	15,10	14,24	13,92	13,82	13,27	12,97	12,88	12,51	12,42	12,21
Triptofaan	2,75	2,59	2,53	2,49	2,42	2,35	2,34	2,27	2,25	2,22
Met. & sist.	10,30	9,71	9,49	9,31	9,04	8,84	8,78	8,53	8,46	8,32
Isoleusien	10,12	9,54	9,33	9,15	8,89	8,69	8,63	8,38	8,32	8,18
Vesel (maks.)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

^a Samestelling van vitamien-mineraalvoormengsel: Vit. A 5×10^6 IE; Vit. D₃ 1×10^6 IE; Vit. E 2500 IE; Vit. B₁ 1,5 g; Vit. B₂ 3,0 g; Vit. B₁₂ 5,0 mg; Vit. K₃ 1,0 g; Niasien 25 g; Pantoteensuur 7,0 g; Foliensuur 0,5 g; Mn 60 g; Cu 2,0 g; Zn 30 g; I 1,0 g; Ethoxyquin 114 g.

Tabel 2 Chemiese samestelling van die groei- en afrondingsdiët (g/kg, tensy anders vermeld)

	Dieët no.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Groei-diët										
ME (MJ/kg)	14,22	13,42	13,15	12,86	12,50	12,22	12,13	11,79	11,70	11,50
Ruproteïen (min.)	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210
Ca	8,80	8,31	8,11	7,96	7,73	7,56	7,50	7,30	7,23	7,12
P	5,99	5,65	5,51	5,36	5,26	5,15	5,10	4,96	4,91	4,83
Metionien	5,66	5,35	5,22	5,13	4,98	4,86	4,83	4,70	4,65	4,57
Lisien	12,35	11,65	11,38	11,17	10,85	10,61	10,53	10,24	10,16	9,99
Arginien	14,24	13,43	13,12	12,88	12,52	12,24	12,14	11,81	11,71	11,51
Triptofaan	2,06	1,94	1,90	1,86	1,81	1,77	1,76	1,71	1,70	1,66
Met. & sist.	9,95	9,39	9,17	9,00	8,74	8,55	8,49	8,25	8,18	8,05
Isoleusien	9,78	9,23	9,01	8,85	8,59	8,41	8,34	8,11	8,04	7,01
Vesel (maks.)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Afrondingsdiët										
ME (MJ/kg)	14,22	13,42	13,15	12,86	12,50	12,22	12,13	11,79	11,70	11,50
Ruproteïen (min.)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Ca	8,49	8,01	7,83	7,68	7,46	7,30	7,24	7,04	6,98	6,86
P	5,41	5,10	4,98	4,89	4,75	4,64	4,61	4,48	4,44	4,37
Metionien	4,46	4,20	4,11	4,03	3,92	3,83	3,81	3,70	3,66	3,60
Lisien	9,43	8,90	8,70	8,54	8,29	8,11	8,04	7,82	7,76	7,62
Arginien	11,66	11,00	10,72	10,56	10,26	10,03	9,95	9,67	9,59	9,43
Triptofaan	1,88	1,78	1,74	1,71	1,66	1,62	1,61	1,57	1,55	1,52
Met. & sist.	8,05	7,61	7,43	7,29	7,09	6,93	6,87	6,68	6,63	6,51
Isoleusien	7,89	7,45	7,28	7,14	6,93	6,78	6,73	6,54	6,48	6,38
Vesel (maks.)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

1975). Die aminosuurinhoud is geneem as die gemiddelde waardes soos bepaal deur Dennison & Gouws (1980).

Die behandelings is statisties vergelyk met behulp van 'n eenrigting variansie-analise en Duncan se t-toets vir individuele gemiddeldes. Van die data is ook aan regressie-analise onderwerp. Die vryheidsgrade van 10 behandelingskombinasies met 4 herhalings elk is bereken.

Resultate

Gemiddelde massatoename per braaikuiken binne elke energiebehandeling word in Tabel 3 aangetoon. Die gemiddelde aanvangsmassa was $40 \pm 2,28$ g en geen statistiese verskille is tussen energiepeile waargeneem nie.

By 0- tot 3-weke-ouderdom was die verskille in massatoename klein en het die hoër energiebehandelings 'n neiging getoon om hoër massatoenames te lewer, met die energiepeil van 13,15 MJ ME/kg voer die beste. Die tendens ten opsigte van die drie hoogste energiepeile is by 3- tot 6-weke-ouderdom en 6- tot 8-weke-ouderdom gehandhaaf, alhoewel nie besonder oortuigend nie, omdat die verskille slegs in enkele gevalle statisties betekenisvol was. Die swak verwantskap tussen energiepeil van die diët en die massa van braaikuikens word ook weerspieël in die lae r^2 -waarde van die lineêre regressieverwantskap tussen hierdie twee veranderlikes

Tabel 3 Invloed van energiepeil op 8-weke-massa en massatoename van braaikuikens

Energiepeil (MJ ME/kg)	Massa (g)	Massatoename (g/kuiken/dag)			
		0-3 weke	3-6 weke	6-8 weke	0 weke
14,22	2075 ^a	21,7 ^{ab}	47,8 ^a	52,5 ^a	38,4 ^a
13,42	2020 ^a	20,0 ^b	47,4 ^a	51,4 ^a	37,4 ^a
13,15	2008 ^{ab}	22,4 ^a	46,1 ^a	48,2 ^{ab}	37,1 ^a
12,86	1783 ^{bc}	21,0 ^{ab}	39,8 ^b	42,4 ^{bc}	32,9 ^c
12,50	1777 ^c	21,0 ^{ab}	40,8 ^b	39,9 ^c	32,8 ^c
12,22	1762 ^c	20,05 ^{ab}	41,2 ^b	38,6 ^c	32,5 ^c
12,13	1913 ^{abc}	21,1 ^{ab}	43,4 ^{ab}	47,0 ^{abc}	35,3 ^b
11,79	1887 ^{abc}	19,5 ^b	43,5 ^{ab}	47,5 ^{abc}	34,8 ^{bc}
11,70	1894 ^{abc}	19,9 ^b	43,3 ^b	47,8 ^{abc}	35,0 ^b
11,50	1864 ^{abc}	19,8 ^b	43,0 ^b	46,0 ^{abc}	34,4 ^{bc}
SF _m *	64,1	0,56	1,02	1,56	0,95

^{a-c} Syfers binne dieselfde kolom met dieselfde boskrif verskil nie betekenisvol by die 5% betekenispeil nie.

* SF_m = Standaardfout van algehele gemiddelde.

soos onderskeidelik bereken vir die 6- en 8-weke-gegewens:

$$Y_6 = 722 + 53,30X; \quad r^2 = 0,51 \quad (P < 0,01)$$

$$Sy.x = 65,4 \text{ g}$$

$$Y_8 = 915 + 78,32X; \quad r^2 = 0,42 \quad (P < 0,01)$$

$$S_{y.x} = 128 \text{ g}$$

waar

$$Y_6 \text{ en } Y_8 = \text{massa (g) by 6 en 8 weke onderskeidelik,}$$

$$X = \text{energiepeil (MJ ME/kg voer).}$$

Dit wou voorkom asof die middelste energiepeile van 12,86; 12,50 en 12,22 MJ ME/kg voer selfs swakker presteer het as die laer energiepeile in terme van massa-toename en 8-weke-massa. Die passing van kwadratiese- en derdemagpolinoomfunksies tussen energiepeil en massa kon egter nie die r^2 -waarde verbeter nie, met die gevolg dat die skynbaar swakker prestasie van hierdie groepe nie die lineêre verband tussen massa en energiepeil statisties verander het nie. Dié waarnemings is derhalwe aanvaar as normale biologiese variasie.

'n Negatiewe verwantskap is tussen energiepeil en *ad lib.* voerinname waargeneem. Soos aangetoon in Tabel 4, het 'n styging in die energiepeil gepaard gegaan met 'n hoogs betekenisvolle daling in voerinname. Die volgende lineêre regressies is vir die periodes 0—6 en 0—8 weke onderskeidelik bereken:

$$Y_{0-6} = 5290 - 192X; \quad r^2 = 0,90$$

$$S_{y.x} = 166 \text{ g}$$

$$Y_{0-8} = 8646 - 337X; \quad r^2 = 0,91$$

$$S_{y.x} = 201 \text{ g}$$

waar

$$Y_{0-6} \text{ en } Y_{0-8} = \text{voerinname (g) tot 6 en 8 weke onderskeidelik,}$$

$$X = \text{energiepeil (MJ ME/kg voer).}$$

Tabel 4 Invloed van energiepeil op voerinname van braaikuikens

Energie (MJ ME/kg)	Voerinname (g/kuiken/dag)			Totale voer (g)
	0-3 weke	3-6 weke	6-8 weke	0-8 weke
14,22	37,0 ^d	88,6 ^{cd}	124 ^d	4004 ^d
13,42	37,7 ^d	86,5 ^d	127 ^d	4002 ^d
13,15	38,3 ^d	92,3 ^c	139 ^c	4278 ^{cd}
12,86	40,9 ^c	95,2 ^{bc}	121 ^d	4195 ^{cd}
12,50	41,9 ^{bc}	93,0 ^c	129 ^{cd}	4256 ^{bc}
12,22	42,9 ^{bc}	96,8 ^{abc}	141 ^{bc}	4482 ^{bc}
12,13	43,5 ^b	96,0 ^{abc}	157 ^a	4657 ^{ab}
11,79	45,4 ^a	98,6 ^{ab}	157 ^a	4754 ^{ab}
11,70	46,6 ^a	101 ^a	152 ^{ab}	4774 ^a
11,50	46,7 ^a	101 ^{ab}	153 ^{ab}	4777 ^a
SF _m *	5,54	4,68	12,3	101

^{a-d} Syfers binne dieselfde kolom met dieselfde boskrif verskil nie betekenisvol by die 5% betekenispeil nie.

* SF_m = Standaardfout van algehele gemiddelde.

Die doeltreffendheid van voerverbruik van braaikuikens gevoer met diëte van toenemende energiepeile word in Tabel 5 aangetoon.

Tabel 5 Invloed van energiepeil op die doeltreffendheid van voerverbruik by braaikuikens

Energiepeil (MJ ME/kg)	Doeltreffendheid van voerverbruik (g/g)			
	0-3 weke	3-6 weke	6-8 weke	0-8 weke
14,22	1,71 ^d	1,85 ^{cd}	2,36 ^c	1,96 ^c
13,42	1,89 ^c	1,82 ^d	2,47 ^c	2,02 ^{bc}
13,15	1,71 ^d	2,00 ^c	2,88 ^{bc}	2,17 ^b
12,86	1,95 ^{bc}	2,39 ^a	2,85 ^{bc}	2,42 ^{ab}
12,50	1,99 ^{bc}	2,28 ^{ab}	3,23 ^{ab}	2,45 ^a
12,22	2,09 ^b	2,35 ^{ab}	3,65 ^a	2,59 ^a
12,13	2,06 ^b	2,21 ^b	3,34 ^{ab}	2,48 ^a
11,79	2,33 ^a	2,27 ^{ab}	3,31 ^{ab}	2,57 ^a
11,70	2,34 ^a	2,33 ^{ab}	3,18 ^b	2,57 ^a
11,50	2,36 ^a	2,35 ^{ab}	3,33 ^{ab}	2,61 ^a

^{a-d} Syfers binne dieselfde kolom met dieselfde boskrif verskil nie betekenisvol by die 5% betekenispeil nie.

Die hoër energiepeile het statisties beter gevaar as die res, terwyl die laer energiepeile nie betekenisvol van mekaar verskil het nie. Die volgende negatiewe lineêre verwantskappe tussen energiepeil en doeltreffendheid van voerverbruik is onderskeidelik bereken vir die periodes 0—6 en 0—8 weke:

$$Y_{0-6} = 4,87 - 0,22X; \quad r^2 = 0,84$$

$$S_{y.x} = 0,08 \text{ g/g}$$

$$Y_{0-8} = 5,74 - 0,27X; \quad r^2 = 0,93$$

$$S_{y.x} = 0,07 \text{ g/g}$$

waar

$$Y_{0-6} \text{ en } Y_{0-8} = \text{doeltreffendheid van voerverbruik}$$

$$\text{gemeet as g voerinname/g massatoename oor die onderskeie periodes,}$$

$$X = \text{energiepeil (MJ ME/kg voer).}$$

Vir voerinname sowel as doeltreffendheid van voerverbruik kon die kwadratiese- of derdemagpolinoom geen addisionele variasie verklaar nie en 'n lineêre verband is gevolglik aanvaar.

Bespreking

Die resultate van hierdie ondersoek ondersteun die algemene bevinding dat, in terme van groeitempo en doeltreffendheid van voerverbruik, braaikuikens beter presteer op diëte met hoër energiekonsentrasies – mits die verhouding van ander nutriënte tot die energiekonsentrasie konstant gehou word. Uitspraak kan egter nie gegee word indien laasgenoemde vereiste nie geld nie, omdat die energiepeil nie onafhanklik gevarieer is nie. Onder sulke omstandighede kan interaksie te wagte wees (Fisher & Wilson, 1974). Soos blyk uit Tabelle 1 tot 3 is gepoog om die verhoudings van nutriënte tot mekaar en tot die energiepeil binne perke konstant te hou. Die uitsondering was ruproteïen waar die beleid nie gevolg is nie, omdat dit onmoontlik was om die regte verhoudings tussen aminosure te handhaaf en steeds binne die grense van NRC (1977)-spesifikasies vir ruproteïen te bly. Gevolglik is meer ruproteïen ingesluit

op grond van die veronderstelling dat indien ruproteïen nie beperkend is nie, *aminosuurpeile* en verhoudings tot mekaar beslissend is (Fisher & Wilson, 1974; Boorman, 1979).

Die resultate soos blyk uit Tabel 6 ondersteun die bevindinge van sommige navorsers (Hill & Dansky, 1954; Farrel *et al.*, 1973; Sell *et al.*, 1976) dat energie-inname binne 'n praktiese reeks van energiekonsentrasies konstant bly en dat voerinnome lineêr daal met energiekonsentrasie. Fisher & Wilson (1974) het egter tot die gevolgtrekking gekom dat hierdie bevindinge nie universeel is nie. By ontleding van resultate van 52 eksperimente was die gemiddelde regressiekoëffisiënte van voerinnome teenoor ME-konsentrasie in hul ondersoek $-1,287 \pm 2,221$ en die van energie-inname teenoor ME-konsentrasie $23,534 \pm 23,806$. Hierdie waardes toon dat albei verwantskappe positief en negatief kan wees, alhoewel die algehele gemiddelde regressiekoëffisiënt vir voerinnome negatief was en dië van energie-inname, positief. Die gemiddelde regressieverwantskappe soos deur Fisher & Wilson (1974) gepas, val egter ver buite die datagrense van hierdie studie en dit is interessant dat die verwantskappe in hul Figure 4 en 5 wat ooreenstem met die huidige datagrense, 'n sterk negatiewe verband vir voerinnome aandui en 'n bykans konstante waarde vir energie-inname tussen die grense 11,5 en 14,5 MJ ME/kg.

Dit is voorts uit Tabel 6 ook duidelik dat energie-inname per eenheid-massatoename relatief konstant is, ofskoon die hoër energiepeile geneig het om 'n beter ME-verbruik te induseer. Dit is in ooreenstemming met Farrel *et al.* (1973) se bevindinge. Die doeltreffendheid

van ME-verbruik vir massatoename was net betekenisvol beter by diëte 1 tot 3 wat opvallend meer vismeel bevat het (Tabel 6). Ekermans, Meissner, Maree & Du Plessis (1988) het bevind dat diëte wat groot hoeveelhede vismeel bevat het, tot beter prestasie gelei het as ekwivalent-geformuleerde diëte gebaseer op plantaardige proteïenbronne.

Met normale biologiese variasie in ag geneem, is dit geregverdig om die volgende produksienorme vir 6- en 8-weke-groeisiklusse voor te stel:

6 weke:	860 KJ ME – inname per braaikuiken per dag.
	27 KJ ME – verbruik per gram massatoename.
8 weke:	1050 KJ ME – inname per braaikuiken per dag.
	30 KJ ME – verbruik per gram massatoename.

Dit moet egter beklemtoon word dat aangesien die huidige proef vir 'n 8-weke-siklus ontwerp is, bogenoemde norme vir 'n 6-weke-groeisiklus nie dieselfde akkuraatheid toon nie.

Die voerinnames van braaikuikens op die standaard-energiepeil van 13,4 MJ ME/kg (NRC, 1977) was onderskeidelik 38 g/dag vir die periode 0 tot 3 weke, 87 g/dag vir die periode 3 tot 6 weke en 127 g/dag vir die periode 6 tot 8 weke. Dit vergelyk goed met die waardes van Jensen (1982), soos aangehaal deur Church (1984), van onderskeidelik 37, 87 en 129 g/dag, maar dit is ietwat hoër as die verwagte NRC-waardes van 35, 73 en 100 g/dag, oor dieselfde periode. Die massas van hul braaikuikens by ooreenstemmende ouderdomme is egter laer en gevolglik

Tabel 6 Invloed van energiepeil op die gemiddelde daaglikse voerinnome, ME-inname en die doeltreffendheid van ME-verbruik vir massatoename van die braaikuikens oor 6 en 8 weke onderskeidelik

Energiepeil (MJ ME/kg)	Voerinnome (g/dag)		ME-inname (KJ/dag)		KJ ME-verbruik (g massatoename)	
	6 weke	8 weke	6 weke	8 weke	6 weke	8 weke
14,22	62,7 ^a	75,5 ^a	891	1074	25,6 ^{ab}	28,0 ^{ab}
13,42	62,1 ^a	75,5 ^a	833	1013	24,7 ^a	27,1 ^a
13,15	65,3 ^{ab}	80,7 ^{ab}	859	1062	25,1 ^a	28,6 ^{ab}
12,86	68,1 ^b	79,2 ^{ab}	876	1018	28,8 ^b	31,1 ^b
12,50	67,4 ^{ab}	80,3 ^{ab}	843	1004	27,3 ^b	30,6 ^b
12,22	69,8 ^{bc}	84,6 ^b	853	1033	27,6 ^b	31,8 ^b
12,13	69,8 ^{bc}	87,9 ^{bc}	847	1066	26,3 ^{ab}	30,2 ^b
11,79	72,0 ^{bc}	89,7 ^{bc}	849	1058	26,9 ^b	30,4 ^b
11,70	73,8 ^c	90,1 ^c	863	1054	27,3 ^b	30,1 ^b
11,50	73,7 ^c	90,1 ^{bc}	848	1037	27,0 ^{ab}	30,1 ^b
Gemiddeld	68,5	83,4	856	1042	26,7	29,8
SF _m *	5,11	6,60	32,0	41,2	1,33	1,56

^{a-c} Syfers binne dieselfde kolommet met dieselfde boskryf verskil nie betekenisvol by die 5% betekenispeil nie.

* SF_m = Standaardfout van algehele gemiddelde.

is 'n direkte vergelyking nie moontlik nie. Oor die 8-weke-periode was die totale hoeveelheid voer op die 13,4 MJ ME/kg dieet, volgens die regressievergelyking in hierdie studie, 4123 g – teenoor 4190 g volgens Jensen (1982) soos aangehaal deur Church (1984). Dit vergelyk goed met Farrel *et al.* (1973) se bevinding van 4007 g in een studie, maar in 'n ander studie is 3792 g bereken wat 8% minder is. Die twee studies het egter verskil ten opsigte van fisiese digtheid van die diëte en dit is bekend dat fisiese digtheid voerinnome beïnvloed (Fisher & Wilson, 1974; Cherry, 1979). Die voorspellingsvergelyking van voerinnome teenoor energiekonsentrasie in Farrel *et al.* (1973) se ondersoek van $Y = 8790 - 373X$, waar $Y =$ totale voerinnome in g en $X =$ ME-konsentrasie in MJ/kg, vergelyk ook besonder goed met die voorspellingsfunksie in hierdie studie van $Y = 8646 - 337X$. Omdat die groeivermoë en doeltreffendheid van voerverbruik van braaikuikens grootliks 'n funksie van genetiese samestelling is (Fisher & Wilson, 1974), is 'n vergelyking met ander studies in hierdie verband nie geregverdig nie. Die gevolgtrekking kan egter algemeen gemaak word dat, in die lig van die voerinnome-ooreenkomste, die braaikuikens in hierdie studie volgens internasionale standaard gepresteer het en dat die aanvaarding van voorgenoemde produksienorme aanvaarbaar is.

Ofskoon braaikuikenprestasie in terme van groeitempo en doeltreffendheid van voerverbruik beter sou wees op hoër energiepoule, sal dit gewoonlik gepaard gaan met 'n styging in dieetkoste omdat grondstowwe noodwendig gebruik moet word. Grondstofkoste kan uiteraard aansienlik fluktueer van jaar tot jaar en selfs maand tot maand, wat meebring dat 'n koste-indeks voortdurend bepaal moet word. Die ondersoek het egter duidelik geïllustreer dat, vir doeleindes van winsmaksimering, die hoogste prestasie nie noodwendig ooreenstem met optimale produksie nie. Vir winsmaksimering kan die voorgestelde produksienorme gebruik word om onder verskillende omstandighede optima te voorspel.

Diëte met hoër konsentrasies van sonneblomoliekoek en semels, wat 'n laer energiewaarde en hoër veselinhoud bevat, het die laagste dieetkoste per eenheid-massa-toename gelewer (met grondstofkoste wat ten tye van hierdie ondersoek gegeld het), terwyl diëte met hoër insluitingspele van vismeel en plantolie, ofskoon van 'n hoër energiewaarde, nie so goed gepresteer het nie weens hul hoë koste. Dit toon dat die insluiting van plantaardige bronne met laer energiewaardes van tyd tot tyd winsgewend kan wees.

Summary

Ross broilers with average mass of 40 g were allocated to one of 10 dietary treatments with ME content 11,5; 11,7; 11,8; 12,1; 12,2; 12,5; 12,9; 13,2; 13,4 and 14,2 MJ/kg feed respectively. All other nutrients were kept in constant ratio to the ME content. A three-phase feeding system according to the specifications of the NRC (1977) was employed, using a starter diet for 21 days, a grower for a further 21 days and a finisher for 11 days.

Rate of gain increased linearly with energy content although the relationship was not particularly convincing ($r^2 = 0,4 - 0,5$). Efficiency of feed utilization as g feed/g gain decreased linearly with energy content, so did feed intake. Both relationships were highly significant ($r^2 > 0,8$), and the regression equations which closely correspond with some others in the literature were respectively:

$$\begin{aligned} \text{g feed/g gain} &= 5,74 - 0,27 \text{ MJME/kg feed.} \\ \text{g total feed intake} &= 8646 - 337 \text{ MJME/kg feed.} \end{aligned}$$

Energy intake in contrast was not significantly associated with energy content of the diet and the average value across all dietary energy levels of $1042 \pm 41,2$ KJME/day showed very little variation. Also, efficiency of feed utilization in terms of KJME intake/g gain approached a rather constant value of $29,8 \pm 1,56$. Both results are in agreement with a number of reports in the literature. Consequently, values of 1050 KJME/day and 30 KJME intake/g gain have been suggested as production norms in prediction models for similar cycles.

High energy diets which favour faster turnover in broiler houses are currently in general very expensive. In this study all diets with ME contents below 13 MJ/kg were more cost effective. This should usually favour usage of lower quality protein and energy sources such as sunflower oilcake and wheat bran instead of fish meal and plant oil, provided fibre specifications are not exceeded.

Verwysings

- AOAC, 1975. Official methods of analysis. (12th edn.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- BOORMAN, J.A., 1979. Regulation of protein and amino acid intake. In: Food intake regulation in poultry. Eds. Boorman, K.N. & Freeman, B.M. British Poultry Science Ltd., Edinburgh. p. 87.
- CHERRY, J.A., 1979. Adaptation in food intake after changes in dietary energy. In: Food intake regulation in poultry. Eds. Boorman, K.N. & Freeman, B.M. British Poultry Science Ltd., Edinburgh. p. 77.
- CHURCH, D.C., 1984. Appendix Table 44. In: Livestock feeds and feeding. O & B Books, Corvallis, Oregon. p. 538.
- DENNISON, C. & GOUWS, R.M., 1980. The amino acid composition of selected South African feed ingredients. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 10, 9.
- EKERMANS, L.G., 1984. Die potensiële bydrae van verwerkte plantaardige proteïenbronne tot toekomstige aminosuurvoorsiening vir veevoer. DSc(Agric)-proefskrif, Departement Veekunde, Universiteit van Pretoria.
- EKERMANS, L.G., MEISSNER, H.H., MAREE, C. & DU PLESSIS, LINDA, 1988. Fraksionering van sonneblomoliekoekmeel en die gebruik van die lae veselfraksie saam met volvetsojaboonmeel as plaasvervanger vir vismeel in braaikuikendiëte. *S. Afr. Tydskr. Veek.* 18, 137.
- FARREL, D.J., CUMMING, R.B. & HARDAKER, J.B., 1973. The effects of dietary energy concentration on growth rate and conversion of energy to weight gain in broiler chickens. *Brit. Poult. Sci.* 14, 329.

- FISHER, C. & WILSON, B.F., 1974. Response to dietary energy concentration by growing chickens. In: Energy requirements of poultry. Eds. Morris, T.R. & Freeman, B.M. British Poultry Science Ltd., Edinburgh. p. 151.
- GREIG, I.D., HARDAKER, J.B., FARRELL, A.J. & CUMMING, R.B., 1977. Towards the determination of optimal systems of broiler production. *Agric. Syst.* 2, 47.
- HILL, F.W. & ANDERSON, D.L., 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with growing chicks. *J. Nutr.* 64, 587.
- HILL, F.W. & DANSKY, L.M., 1954. Studies of the energy level on growth and feed consumption. *Poult. Sci.* 33, 112.
- NRC, 1977. The National Research Council. No. 1. Nutrient requirements of poultry. (7th edn.). National Academy Sci., Washington.
- SELL, J.L., HORANI, F. & JOHNSON, R.L., 1976. The extra caloric effect of fat in laying rations. *Feedstuffs* 48, 28.