Die metaboliseerbare energiewaarde van erdwurmmeel (*Eisenia fetida*, *Oligochaeta*) as potensiële proteïenbron vir dierevoeding

J.N. Alberts, A.J. Reinecke* en J.M. Venter

Departement Dierkunde, PU vir CHO, Potchefstroom 2520

UITTREKSEL

Die komposwurm, Eisenia fetida, kan op groot skaal op organiese afval geteel word. Dit is dus potensieel moontlik om dierlike afvalproteïene te herwin indien E. fetida as proteïenbron in gebalanseerde veerantsoene aangewend kan word. Daarom is die proteïenwaarde van die erdwurmspesie ondersoek deur die metaboliseerbare energiewaarde te bepaal. WME-waardes was relatief hoog vir erdwurmmeel, nl. 15,51 en 15,3 MJ kg⁻¹. Dit stem goed ooreen met dié van vismeel en karkasmeel.

ABSTRACT

The metabolizable energy value of earthworm meal (Eisenia fetida, Oligochaeta) as a potential protein source in animal feeds

The compost worm, Eisenia fetida can be reared in large numbers on organic waste. This opens up the possibility to recover waste protein if E. fetida could be used as a protein source in animal feeds. The value of the protein was therefore researched by determining the metabolizable energy. The TME (true metabolizable energy) was relatively high viz. 15,51 and 15,3 MJ kg⁻¹. This compared favourably with that of fish meal and carcas meal.

1. INLEIDING

Suid-Afrika produseer relatief min veevoerproteïene en moet proteïene vir veevoeding invoer. 'n Ernstige tekort word in die nabye toekoms volgens Cloete,¹ Griesel,² Cloete³ en Ekermans⁴ verwag. Navorsing oor die gebruik van alternatiewe proteïenbronne vir toekomstige voorsiening van proteïene vir veevoeding is dus van kardinale belang.

Nuwe proteïenbronne wat deur Cloete³ oorweeg word, sluit in enkelselproteïene en proteïenryke dier-

plant- en industriële neweprodukte. Onder enkelselorganismes wat aandag geniet as moontlike proteïenbronne, tel bakterieë, fungi, gisse en alge. Volgens Cloete³ is die oes, smaaklikheid, verteerbaarheid, hoë vlakke van nukleïensure, die akkumulering van pestisiede en swaarmetale vanuit die groeimedium en die produksie van toksiene in die mikrobiiese sel van die vernaamste probleme wat ondervind word met enkelselproteïene. Die outeurs meen dat solank as wat konvensionele proteïenbronne vrylik en teen 'n redelike prys beskikbaar is, sal enkelselorganismes as proteïenbron 'n redelike twyfelagtige alternatief wees. In die lig van hulle hoë proteïeninhoud en

* Outeur aan wie korrespondensie gerig kan word.

metaboliseerbare energiewaarde ($14,56 \text{ MJ kg}^{-1}$) en die potensiele bydrae wat enkelselproteïene tot die al groter wordende proteïentekort vir veevoeding kan lewer, moet die verhoogde produksie van enkelselproteïene egter oorweeg word.

Vir die sinvolle evaluering van 'n potensiele proteïenbron is dit nodig om aan verskeie aspekte aandag te gee. Reinecke en Alberts⁵ het die algemene chemiese samestelling en aminosuursamestelling van *Eisenia fetida* bepaal en wys op die noodsaaklikheid van energiebepalings. Volgens Dennison en Gous⁶ is die metaboliseerbare energiewaarde en aminosuursamestelling die bruikbaarste aanduiding van 'n voedingstof se voedingswaarde. Metaboliseerbare energie vorm dan ook die basis vir die formulering van pluimveerantsoene.

Die doel van hierdie studie was om die erdwurm, *E. fetida* in 'n verwerkte meelvorm as proteïenbron te ondersoek deur die ware metaboliseerbare energiewaarde van die erdwurmmeel te bepaal en dit met konvensionele proteïenbronne te vergelyk.

2. METODES EN TEGNIEKE

2.1 Teling

Die erdwurmspesie *Eisenia fetida* is op groot skaal in goedgegreineerde sementputte op beemmis geteel, soos beskryf deur Alberts,⁷ en wat gebaseer is op die bevindinge van Reinecke en Venter⁸ en andere. Die wurms is uit die substraat verwyder en met kraanwater gewas en gesondroog, soos beskryf deur Reinecke en Alberts.⁵

2.2 Bepaling van metaboliseerbare energie

Sibbald⁹ het 'n metode vir die bepaling van ware metaboliseerbare energiewaardes voorgestel. Daarvolgens word volwasse hane in individuele koue aangehou, waar hulle vir 21 uur geen voedsel ontvang nie, maar vrye toegang tot water het. 'n Haan word ewekansig geselekteer en met 'n bekende hoeveelheid toetsmateriaal geforseerd gevoed. Geforseerde voeding vind plaas deur 'n glasbuis met 'n binneste deursnee van 5,5 mm via die esofagus in die krop van die haan te plaas. Die toetsmateriaal in die vorm van korrels word in die buis geplaas en met 'n glasstaaf tot in die krop van elke haan ingeforseer. Na voeding word die haan in die kou teruggeplaas, waarna ekskretaversameling onmiddellik 'n aanvang neem vir 'n periode van 24 uur. Die ekskreta word versamel met behulp van plastiekpanne wat onder die haan geplaas word. 'n Volgende haan met ongeveer dieselfde liggaamsmassa as die eerste haan word geselekteer, geweeg en sonder voeding in die kou teruggeplaas. Ekskretaversameling begin dadelik en hou vir 'n periode van 24 uur aan. Na afloop van die 24 uur versamelperiode word die hane weer geweeg. Die ekskreta word kwantitatief versamel en gevries totdat dit gedroog word vir ontleding. Na droging van die ekskreta word dit toegelaat om in ewewig met atmosferiese lugvog te kom, waarna dit geweeg word en die persentasie voginhoud met 'n Sartorius-vogbepaler bepaal word. Hierna is die bruto energiewaarde van die voedingstof en ekskreta bepaal deur verbranding

in 'n adiabatiese bomkalorimeter. Die ware metaboliese energie (WME) van die voedingstof word bereken as die verskil tussen die bruto energie ingeneem en die bruto energie uitgeskei met 'n korreksie vir metaboliese mis- en endogene urine-energie.

2.2.1 Korreksie vir metaboliese mis- en endogene urine-energie

Die metaboliese mis- en endogene urine-energie is volgens Bell en Freeman¹⁰ en McDonald, Edwards en Greenhalg¹¹ saamgestel uit 'n verskeidenheid afskeidings en sekresies van die spysverteringskanaal. Die stowwe wat ter sprake is, is proteolitiese ensieme, selle vanaf die mukosawand van die spysverteringskanaal, plasma-albumien, mukoproteïene, galsoute, minerale produkte van bakteriële fermentasie en nie-proteïenstikstofprodukte, soos byvoorbeeld ureum. Die endogene urine-energiefraksie is afkomstig vanaf verslete weefsel, nie-bruikbare sekresies en afvalstowwe wat geproduseer word tydens die onomkeerbare reaksies betrokke in die normale katabolisme en hersintese van verskeie proteïenstrukture en weefselproteïene. Dit is dus duidelik dat metaboliese mis- en endogene urine-energie nie direk van die voer afkomstig is nie en daarom afgetrek behoort te word van die energie wat uitgeskei word tydens die berekening van die metaboliseerbare energiewaarde van 'n voer.

2.2.2 Stikstofkorreksie

Die onvolledige oksidasie van liggaamstikstof tydens die katabolisme daarvan vir energieverkaffing, lei meesal tot die ekskresie van energiebevattende stikstofverbindinge soos byvoorbeeld uriensuur. Teoreties sal die beskikbare energiewaarde van 'n voedingstof varieer na gelang van die fisiologiese toestand van die proefhaan, dit wil sê 'n hoër waarde by hane in 'n positiewe, as in 'n negatiewe stikstofbalans. Om die variasie in energiewaardes te oorkom, kan alle waardes gekorrigeer word tot 'n zero-stikstofbalans. Sodoende kan data dan op 'n ekwivalente basis vergelyk word.¹²

$$\begin{aligned} \text{Stikstofkorreksie} &= \text{Stikstofbalans} \times K \\ &= (\text{gram stikstof ingeneem} - \text{gram stikstof uitgeskei}) \times K \end{aligned}$$

waar die waarde van die konstante (K) $34,4 \text{ MJ kg}^{-1}$ (bruto energiewaarde van uriensuur) is.¹³

2.2.3 Gebruik van gesekatomeerde hane

By die hoender (*Gallus domesticus*) bestaan die agterste gedeelte van die spysverteringskanaal uit die rektum, kloaka en 'n paar blindeindigende en buisvormige strukture, naamlik sekas. Verskeie funksies waaronder waterabsorbering, vitamien-sintese en vertering van proteïene en koolhidrate word aan die sekas toegedig.

Nesheim en Carpenter¹⁴ het tydens 'n ondersoek na die vertering van vismeel, voor en na hittebeskadi-ging, gevind dat 'n betekenisvolle gedeelte van die proteïene en peptiede wat nie in die dunderm

afgebreek en geabsorbeer word nie, in die sekas opgeneem word. In die sekas vind proteïenafbraak plaas op so 'n wyse, dat stikstof vrygestel word as ammoniak en ander verbindings wat geen voedingswaarde vir die hoender het nie. Volgens Nitsan en Alumot¹⁵ vind proteïenvertering in die sekas slegs plaas wanneer die normale verteringsprosesse nie in die dunderm kan plaasvind nie.

Daar is bewyse dat die sekas wel 'n verteringsrol het, maar dat vertering dan slegs plaasvind indien normale vertering verhoed word (byvoorbeeld in die teenwoordigheid van hittebeskadigde proteïene). Verder wil dit voorkom of die produkte van die sekondêre vertering nie enige voedingswaarde vir die hoender self inhou nie. Aangesien ware metaboliese energie bereken word as die verskil tussen bruto energie ingeneem en bruto energie uitgeskei, kan die sekondêre afbraak in die sekas 'n invloed hê op die berekening van die ware metaboliseerbare energie-waarde van 'n voedingstof. Die invloed van die sekondêre vertering kan uitgeskakel word deur gebruik te maak van proefhane waarvan die sekas verwyder is.

2.2.4 Bepaling van die ware metaboliseerbare energie van erdwurmmeel

Proefprosedure

Die metode wat gevolg is om ware metaboliseerbare energie (WME) te bepaal, is gebaseer op die metode van Sibbald⁹, hoewel enkele veranderings aangebring is. Twee en twintig volwasse Amber-link hane met 'n gemiddelde massa van $3,19 \pm 0,24$ kg en veertien gesekatomeerde Amber-link hane met 'n gemiddelde massa van $3,28 \pm 0,20$ kg is vir die studie gebruik. Vir die bepaling van endogene energieverlies is ses hane uit die groep met sekas en drie uit die groep sonder sekas gebruik. Die spesifieke prosedure was soos volg:

DAG 1: Om 07h00 is alle voer van die voorafgeweegde hane wat in individuele koue gehuisves is, verwyder. Water is deurgaans *ad lib* beskikbaar gestel. Om 15h00 is elke haan met 25 g dekstrose gedoseer.

DAG 2: Om 15h00 is elke haan met 25 g dekstrose gedoseer.

DAG 3: Om 07h00 is die proefhane met 50 g erdwurmmeel gedoseer, terwyl die groep hane wat gebruik is om endogene verliese te bepaal, 50 g dekstrose ontvang het. Direk na dosering is begin met die ekskretaversameling.

DAG 4: Om 15h00 is elke haan met 50 cm³ water gedoseer.

DAG 5: Die ekskretaversameling is om 07h00 gestaak.

Die versamelde ekskreta is na elke versameling gevries. Elke haan se ekskreta is saamgevoeg voordat dit by 65°C vir 48 uur in 'n geforseerde lugvloei-oond

gedroog is. Die massa en voginhoud van die ekskreta is bepaal, nadat dit toegelaat is om in vogbalans met die omgewing te kom. Hierna is die ekskreta fynge-maal en die hoeveelheid droë materiaal, stikstofinhoud en bruto energiewaarde van die ekskreta asook as dié van die erdwurmmeel bepaal. 'n Sartorius-vogbepaler is gebruik.

Afwykinge van die voorgestelde metode

- (1) Die hane het vir 48 uur gevas en die ekskreta is vir 48 uur versamel volgens die aanbeveling van Gous en Dennison.¹⁶
- (2) Om die hane in 'n positiewe energiebalans te hou het Gous en Dennison¹⁶ aanbeveel dat die hane tydens die vasperiode met glukose gedoseer word. Gedurende die huidige studie is dekstrose vir die doel gebruik.
- (3) Ekskreta is deurgaans in plastieksakkies volgens die aanbeveling van Hayes en Austic¹⁷ opgevang. 'n Plastiekbuis van ongeveer 2 cm lank en 2 cm in deursnee is om die kloaka vasgewerk. Die plastieksakkies is van binddraad voorsien waarmee dit aan die buis vasgebind is.
- (4) Die erdwurmmeel is in meelvorm en nie as korrels nie, toegedien. Elke haan het 50 g erdwurmmeel ontvang, nadat daar tydens proeflopies vasgestel is dat die hoeveelheid met redelike gemak aan 'n haan toegedien kan word.

Berekening van die ware metaboliseerbare energie (WME), stikstof gekorrigeerde ware metaboliseerbare energie (WME_n) en ware metaboliseerbare energie met stikstofkorreksie met inagneming van endogene stikstof (WME_{nc})

Die volgende vergelykings^{9, 12} is gebruik vir die berekening van WME, WME_n en WME_{nc} -waardes:

$$\begin{aligned} \text{WME} &= \frac{\text{BEv} - (\text{BEe} - \text{BEee})}{V} \\ \text{WME}_n &= \frac{\text{BEv} - [(\text{BEe} - \text{BEee}) - N]}{V} \\ \text{WME}_{nc} &= \frac{\text{BEv} - (\text{BEe} - N) + (\text{BEee} - N)}{V} \end{aligned}$$

waar: BEv = Bruto energie ingeneem (KJ)
 Bruto energie van voer (KJ g⁻¹) x voer-massa (g)
 BEe = Bruto energie uitgeskei (KJ)
 Bruto energie van ekskreta (KJ g⁻¹) x ekskreta massa (g)
 BEee = Endogene energieverlies (KJ)
 Bruto energie van ekskreta van gevaste haan (KJ g⁻¹) x ekskreta massa (g)
 V = Voermassa (g)
 N = Stikstofkorreksie
 Stikstofretensie x 0,75 x 34,4
 Stikstof ingeneem (g) - stikstof uitgeskei (g) x 0,75 x 34,4

By die berekening van die stikstofkorreksie is 0,75 volgens Hill en Anderson¹³ die gemiddelde persentasie wat uriensuur van die totale hoeveelheid stikstof

uitgeskei, uitmaak en 34,4 die bruto energiewaarde van uriensuur gemeet in MJ kg⁻¹.

2.3 Chemiese ontledings

2.3.1 Analise van ekskreta

Om WME-waardes van die erdwurmmeel te bepaal, is vog, stikstof en bruto energiebepalings op die ekskreta van die proefhane uitgevoer. Vogbepalings is gedoen deur die monster in 'n oond by 105°C vir ten minste 16 uur te droog.¹⁸ Stikstof is met 'n makro-Kjeldahl-apparaat volgens die metode van die AOAC¹⁹ bepaal. Die bruto energiewaardes van die ekskreta is bepaal na verbranding van ongeveer 0,5 g lugdroë monster in 'n bomkalorimeter (CP 400 Calorimeter system).

3. RESULTATE

3.1 Ware metaboliseerbare energiewaarde van erdwurmmeel

Tydens hierdie studie is die ware metaboliseerbare energie van die erdwurmmeel met behulp van volwasse Amber-link hane met en sonder sekas bepaal. Stikstofkorreksies met en sonder inagneming van endogene stikstof is op die ware metaboliseerbare energiewaardes aangebring. 'n Samevatting van die verwerkte gegewens word in tabelle 1 en 2 aange-
toon.

TABEL 1

'n Samevattende tabel van die metaboliseerbare energiewaarde (MJ. kg⁻¹ droë materiaal) van erdwurmmeel, met en sonder inagneming van stikstof in die metaboliese mis en endogene urine. ($\bar{x}$ = gemiddeld, S.A. = standaardafwyking, S.F. = standaardfout)

	WME ¹	WME _n ²	WME _{ne} ³
$\bar{x}$	15,508	15,579	14,962
S.A.	0,397	0,459	0,455
S.F.	0,099	0,114	0,113

1. Ware metaboliseerbare energie sonder stikstofkorreksie.
2. Ware metaboliseerbare energie met stikstofkorreksie.
3. Ware metaboliseerbare energie met stikstofkorreksie, inagnemend endogene stikstof.

TABEL 2

'n Samevattende tabel van die metaboliseerbare energiewaarde (MJ. kg⁻¹ droë materiaal) van erdwurmmeel, met en sonder inagneming van stikstof in die metaboliese mis en endogene urine, soos bepaal met behulp van Amber-link hane waarvan die sekas verwyder is

	WME	WME _n	WME _{ne}
$\bar{x}$	13,877	13,833	13,170
S.A.	0,426	0,579	0,582
S.F.	0,128	0,174	0,175

TABEL 3

Vergelyking van die metaboliseerbare energiewaardes (MJ. kg⁻¹) van erdwurmmeel, met dié van 'n aantal voerbstanddele, met en sonder inagneming van stikstofkorreksie

Bestanddeel	WME	WME _n
Erdwurmmeel	15,51	15,58
Bloedmeel ¹	16,18	15,09
Karkasmeel ¹	15,72	14,36
Vismee ²	15,43	15,66
Sojaboonoliekoekmeel ²	11,66	12,14
Sonneblomoliekoekmeel ²	12,26	13,46
Mieliemeel ²	17,28	18,07

1. Gous en Dennison¹⁶
2. Dunn²²

Tydens die ondersoek is gevind dat die WME_n-waardes soms hoër en soms laer was as die WME-waardes, afhangende of die stikstofbalans positief of negatief was. Die WME_{ne}-waardes was deurgaans laer as die WME-waardes. Minnaar en Erasmus²⁰ het dieselfde tendens waargeneem tydens die bepaling van energiewaardes vir 'n aantal voerbstanddele. Analise van die data in tabel 1 toon geen betekenisvolle verskille ($p = 0,05$) tussen WME-, WME_n- en WME_{ne}-waardes nie, net so met die data in tabel 2. Stikstofkorreksie het dus soos Fisher²¹ en Dunn²² beweer het, geen verbetering van ME-waardes gelever nie. Die WME-, WME_n- en WME_{ne}-waardes wat verkry is deur gebruik te maak van hane sonder sekas, verskil betekenisvol ($p = 0,05$) van die ME-waardes soos verkry met die hane met sekas. 'n Betekenisvolle gedeelte van die erdwurmmeel is dus nie in die dunderm afgebreek en geabsorbeer nie, maar wel daarna in die sekas opgeneem. Aangesien die sekondêre vertering wat in die sekas plaasvind, geen voedingswaarde vir die hoender self inhou nie, kan die gebruik van proefhane waarvan die sekas verwyder is, die presiesheid waarmee ME-waardes van die erdwurmmeel bereken word, verbeter.

In tabel 3 word die berekende energiewaardes van erdwurmmeel (volgens die waardes in tabel 1) vergelyk met die metaboliseerbare energiewaardes^{16,22} van 'n aantal voerbstanddele.

Uit tabel 3 kan gesien word dat die metaboliseerbare energiewaardes van erdwurmmeel ooreenstem met die energiewaardes van bloed-, karkas- en vismeel. Wat die plantaardige voerbstanddele aanbetref, het erdwurmmeel hoër WME- en WME_n-waardes as dié van sowel sojaboon- as sonneblomoliekoekmeel, terwyl die energiewaardes van mielie-meel hoër is as dié van die erdwurmmeel. Mieliemeel is dan ook die vernaamste bron van energie in pluimveerantsoene, terwyl die ander bestanddele as proteïenbronne in rantsoene aangewend word. Wat ware metaboliseerbare energiewaardes aanbetref, is erdwurmmeel dus geensins ondergeskik aan ander beskikbare proteïenbronne nie.

4. BESPREKING

Vir maksimum groei en doeltreffende voeromset benodig braaikuikens 'n rantsoen met 'n hoë energiegehalte. Wanneer daar voorsien is in al die ander voedingsbehoefte, sal die doeltreffendheid van die braaikuikenrantsoen afhang van die energie-inhoud, omdat groeiende kuikens hulle voerinnome hoofsaaklik reguleer om in hulle energiebehoefte te voorsien.

In moderne dierevoeding is die akkurate bepaling van die energiewaarde van voerbestanddele van groot belang vir rantsoenformulering, veral as daar van liniêre programmering gebruik gemaak word. Wanneer minimum kosterantsoene – gebaseer op metaboliseerbare energiewaardes (ME) – saamgestel word, word die aanname gemaak dat die ME-waarde wat aan die voer toegeken word, additief van aard is, sodat die som van die individuele ME-waardes verteenwoordigend sal wees van die ME-waarde van die rantsoen. Alle voerbestanddele, ongeag die primêre doel waarvoor dit in die rantsoen ingesluit word, speel dus 'n praktiese rol in die verskaffing van energie.

Die minimum energiepeil vir maksimum groei-spoed sal afhang van die volume van die rantsoen wat die braaikuiken moet inneem om in sy energiebehoefte te voorsien. Indien die volume van die voer wat die braaikuiken per eenheid massa moet inneem, te groot is, kan die kapasiteit van die spysverteringskanaal die groeispoed beperk. Vir die daarstelling van 'n minimum energiepeil is dit dus deurgaans noodsaaklik om van bestanddele met hoë metaboliseerbare energiewaardes gebruik te maak. Die maksimum energiepeil is afhanklik van ekonomiese oorwegings, terwyl praktiese implikasies ook 'n rol speel, aangesien daar in 'n rantsoen ook ruimte gelaat moet word vir bestanddele wat aminosure en minerale bydra.

In braaikuikenrantsoene maak die proteïenbron, naas die energiebron wat meestal geelmielies is, die grootste persentasie van die voermengsel uit. Behalwe vir die verskaffing van essensiële aminosure lewer die proteïenbron dus ook 'n aansienlike bydrae tot die energiepeil van die rantsoen. Waar braaikuikenrantsoene geformuleer word om hoë energiewaardes per eenheid massa te bevat, sal die besit van 'n hoë metaboliseerbare energiewaarde 'n belangrike oorweging wees by die keuse van 'n proteïenbron. Die gebruik van 'n proteïenbron met 'n hoë metaboliseerbare energiewaarde sal nie net die energiepeil van die rantsoen kan verhoog nie, maar ook lei tot laer insluitingsvlakke van die primêre energiebron. Aangesien braaikuikens die vinnigste massatoename en hoogste doeltreffendheid van voergebruik by die hoër energiepeile bereik en die laer insluiting van bestanddele wat groot hoeveelhede energie bevat, kostebesparend is, kan die gebruik van hoë-energie proteïenbronne ekonomies voordelig wees.

Tydens metaboliseerbare energiebepalings is WME- en WME_{nc}-waardes van onderskeidelik 15,51 en 14,96 MJ kg⁻¹ vir erdwurmmeel bereken. Hierdie

waardes is in noue ooreenstemming met die onderskeidelike WME- en WME_{nc}-waardes van 15,3 en 13,9 MJ kg⁻¹ wat met 'n tweede, onafhanklike evaluering vir erdwurmmeel verkry is. In Suid-Afrika is geelmielies die vernaamste bron van energie in pluimveerantsoene, aangesien dit geredelik beskikbaar is en uit die aard van die saak 'n hoë WME-waarde van 17,28 MJ kg⁻¹ besit. Word die energiewaarde van erdwurmmeel met dié van geelmieliemeel vergelyk, dan is dit duidelik dat die erdwurmmeel 'n aansienlike hoeveelheid energie bevat. Verder stem die WME-waarde van erdwurmmeel baie goed ooreen met dié van dierlike proteïenbronne soos vismeel (15,43 MJ kg⁻¹) en karkasmeel (15,72 MJ kg⁻¹).

Met die bepaling van die metaboliseerbare energiewaarde vir erdwurmmeel is gevind dat die WME- en WME_{nc}-waardes van onderskeidelik 13,87 en 13,1 MJ kg⁻¹, wat met behulp van gesekatomeerde hane bepaal is, statisties betekenisvol laer was as die vooraangenoemde waardes wat met hane met sekas bepaal is. Dit wil dus voorkom asof 'n gedeelte van die erdwurmmeel deur die sekas opgeneem en daar verteer word. Dieselfde tendens is deur Kessler en Thomas²³ waargeneem tydens die bepaling van WME-waardes vir sojaboonmeel en veremeel ('n proteïenryke nuweprodukt van die pluimveebedryf). Hulle skryf die hoër WME-waardes wat verkry is met hane met sekas toe aan laer energie-uitskeidings deur die hane met sekas as dié sonder sekas. Dit dui daarop dat, net soos in die geval van erdwurmmeel, 'n gedeelte van die uitgeskeide toetsmateriaal in die sekas opgeneem word. Aangesien daar bewyse is dat vertering wat in die sekas plaasvind, geen voordeel vir die hoender self inhou nie, dui hierdie waardes wat verkry is met gesekatomeerde hane, op 'n meer akkurate energiebepaling.

Uit hierdie ondersoek na die metaboliseerbare energiewaarde en die ondersoek van Reinecke en Alberts⁵ na die chemiese samestelling van erdwurmmeel is dit duidelik dat erdwurmmeel, behalwe vir 'n lae kalsium en fosforinhoud, dieselfde hoë voedingswaarde het as vismeel, wat algemeen beskou word as die belangrikste verskaffer van kwaliteit proteïene aan die gebalanseerde veevoerbedryf. Erdwurmmeel behoort dus 'n goeie bron van energie en proteïene vir pluimveerantsoene te wees, indien die wurms op 'n groot genoeg skaal ekonomies geteel kan word. Produksiestelsels om dit moontlik te maak verdien dus besondere aandag.

BEDANKINGS

Ons betuig graag ons dank teenoor mnre. J.J. Prinsloo, F.D.C. Labuschagne en prof. J. Hayes vir hulp met energiebepalings. Finansiële steun deur SNO (Nasionale Program vir Afvalbestuur) word met dank erken.

Ontvang 2 Julie 1987; aanvaar 3 Augustus 1987.

LITERATUURVERWYSINGS

1. Cloete, J.G. (1983). Memorandum oor proteïenvoorsiening vir diereproduksie: Ministeriële verslag: Proteïenad-

- vieskomitee.
2. Griessel, M. (1979). A protein utilisation strategy for Southern Africa, *S.A. J. Anim. Sci.*, 9(2), 119-125.
 3. Cloete, J.G. (1981). New protein foods and strategies for future animal production, *S.A. J. Anim. Sci.*, 11(2), 139-152.
 4. Ekermans, L.G. (1984). Die potensiele bydrae van verwerkte plantaardige proteïenbronne tot toekomstige aminosuurvoorsiening vir veevoer (Proefskrif (D.Sc. (Agric.)) – UP, Pretoria. 236 pp.
 5. Reinecke, A.J. & Alberts, J.N. (1987). Die chemiese en aminosuursamestelling van die komposwurm, *Eisenia fetida* (Oligochaeta) as potensiele proteïenbron vir dierevoeding, *S.A. Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 6(4), 144-149.
 6. Dennison, C. & Gous, R.M. (1980). The amino acid composition of selected South African feed ingredients. *S.A. J. Anim. Sci.*, 10, 9-18.
 7. Alberts, J.N. (1987). Die benutting van die komposwurm *Eisenia fetida* (Oligochaeta) as proteïenbron vir braaikuikens. (Verhandeling (M.Sc.)) – P.U. vir C.H.O. Potchefstroom. 78 pp.
 8. Reinecke, A.J. & Venter, J.M. (1986). Moisture preference, growth and reproduction of the compost worm *Eisenia fetida* (Oligochaeta), *Biol. Fert. Soils*, 3, 135-141.
 9. Sibbald, I.R. (1976). A bioassay for true metabolizable energy in feeding stuffs. *Poultry science*, 55, 303-308.
 10. Bell, D.J. & Freeman, B.M. (1971). *Physiology and biochemistry of the domestic fowl*. Volume 1 (Academic Press, London).
 11. McDonald, P., Edwards, R.A. & Greenhalgh, J.F.D. (1981). *Animal nutrition* (Oliver and Boyd, London).
 12. Sibbald, I.R. (1983). The current status of TME. In Farrel, D.J. & Vohra, P. eds. *Recent advances in nutrition* (University of New England, Armidale) p. 286-293.
 13. Hill, F.W. & Anderson, D.L. (1958). Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks, *Journal of nutrition*, 64, 587-603.
 14. Nesheim, M.C. & Carpenter, K.J. (1967). The digestion of heat damaged protein, *British Journal of nutrition*, 21, 399.
 15. Nitsan, Z. & Aljmot, E. (1963). Role of caecum in the utilization of raw soybean in chicks, *Journal of nutrition*, 80, 299.
 16. Gous, R.M. & Dennison, C. (1983). The metabolizable energy content of some South African feeding stuffs evaluated with poultry, *S.A. J. Anim. Sci.*, 13(3), 147-153.
 17. Hayes, J.P. & Austic, R.E. (1982). An easy and accurate technique for feces collection in adult roosters, *Poultry science*, 61, 2294-2295.
 18. Harris, D.E. (1970). *Nutrition research techniques for domestic and wild animals*. Volume 1 (Utha State University Press, Utha) 5501 pp.
 19. AOAC (1984). Official methods of analysis. 14th ed. (Association of Official Analytical Chemists, Washington DC).
 20. Minnaar, A. du P. & Erasmus, J. (1981). Ware metaboliseerbare energiewaardes met stikstofkorreksies om additiwiteit by pluimveediëte te verbeter, *S.A. J. Anim. Sci.*, 11, 279-283.
 21. Fisher, C. (1982). Energy evaluation of poultry rations. In Haresign, W. & Lewis, D. eds. *Recent advances in animal nutrition* (Butterworths, London) p. 113-139.
 22. Dunn, L. (1985). Metaboliseerbare energie vir pluimvee – 'n vergelyking tussen metodes van bepaling (Verhandeling (M.Sc. (Agric.)) – UP, Pretoria.
 23. Kessler, J.W. & Thomas, O.P. (1981). The effect of cecectomy and extension of the collection period on the true metabolizable energy values of soybean meal, feather meal, fish meal and blood meal, *Poultry science*, 60, 2639-2647.