

Die effek van stygende konsentrasies vismeel op die ware lisienbeskikbaarheid by Wit Leghornhane met en sonder sekums

J.S. Duckitt, J.P. Hayes, J.J. du Preez en M.J. Paulse

Departement Pluimveekunde, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch

The effect of increasing levels of fish-meal on true lysine availability in intact and caecotomized White Leghorn roosters. Protein-free diets containing increasing levels (0, 20, 40, 60, 80, and 99%) of normal and heat-damaged fish-meal were force-fed to intact and caecotomized White Leghorn roosters. True lysine availability for the normal fish-meal amounted to 92,9% and for the heat-damaged fish-meal to 52,3%. No difference in true lysine availability value was found between the various levels of fish-meal intake. Caecectomy had a significant effect on true lysine availability of heat-damaged fish-meal — lower values being obtained than with intact roosters (41,9% vs. 52,3%). Lysine availability according to a chick growth assay on the normal fish-meal corresponded fairly well with the rooster assay, the value for the heat-damaged fish-meal, however, was even lower than the value found with caecotomized roosters viz, 34,9 vs. 41,9%. Using chromic oxide as indicator to calculate lysine availability produced values which corresponded well with the total collection method. However, at high levels of fish-meal, the chromic oxide method overestimated lysine availability. The DSQ method for TME determinations was also tested for its applicability to determine amino acid availability. The values obtained for lysine corresponded very well to those obtained with the force-feeding technique.

S. Afr. J. Anim. Sci. 1986, 16: 202–208

'n Proef is met wit Leghornhane uitgevoer waarin stygende peile vismeel (onverhit en hittebeskadig) toegedien is. Die vismeel is in verskillende verhoudings met 'n proteïenvrye dieet gemeng (0, 20, 40, 60, 80 en 99%). Dit het geblek dat die ware lisienbeskikbaarheid van normale vismeel op sowat 92,9% en die vir hittebeskadigde vismeel op 52,3% te staan gekom het en dat die peil waarteen die vismeel by die proteïenvrye dieet ingesluit was geen effek op die lisienbeskikbaarheid gehad het nie. In hane waarvan die sekums egter verwyder was, was die lisienbeskikbaarheid van hittebeskadigde vismeel betekenisvol laer as die waardes wat gevind is by normale hane (41,9% teenoor 52,3%). Die lisienbeskikbaarheid is ook met 'n kuikengroei-toets bepaal en goeie ooreenstemming is tussen hierdie metode en die metode met die hane gevind behalwe dat die waarde vir hittebeskadigde vismeel nog laer was as die syfer vir hane sonder sekums (34,9 vs 41,9%). Aangesien die rantsoene ook chroomoksied as merker bevat het was dit moontlik om die lisienbeskikbaarheid hiervolgens bereken met die totale-kolleksiemetode te vergelyk. Goeie ooreenstemming is gevind behalwe waar hoë peile hittebeskadigde vismeel gevoer is. In hierdie eksperiment is die DSQ-tegniek wat oorspronklik vir die bepaling van ware metaboliseerbare-energiebepalings ontwikkel is, ook gebruik om die toepasbaarheid daarvan op aminosuurbeskikbaarheidsbepalings te ondersoek. Baie goeie ooreenstemming is met die geforseerde-voedingsmetode verkry.

S.-Afr. Tydskr. Veek. 1986, 16: 202–208

Keywords: Fish-meal levels; amino acid availability; caecectomy; roosters, bio-assay

J.S. Duckitt*, J.P. Hayes, J.J. du Preez

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

M.J. Paulse

Meadow Voere, Rosebank, Johannesburg, 2196 Republiek van Suid-Afrika

*Aan wie korrespondensie gerig moet word

Ontvang 19 September 1985

Inleiding

Ten spyte van verskeie pogings om 'n vinnige en akkurate prosedure vir die meting van aminosuurbeskikbaarheid te verkry soos byvoorbeeld biotoetse met hane (Sibbald, 1979a), chemiese toetse soos FDNB (Carpenter & Ellinger, 1955) en ensiematiese toetse (Bujard, Handwerck & Mauron, 1967), word daar in baie gevalle nog gebruik gemaak van totale aminosuurwaardes waar die aminosure slegs met behulp van suurhidrolise verkry is. Die traagheid van die veevoervervaardiger om beskikbaarheidswaardes te gebruik is verstaanbaar as gekyk word na die vele metodes van bepaling en die variasie wat binne en tussen metodes bestaan (Carpenter, MacDonald & Miller, 1972; Milner & Westgarth, 1973). McNab (1979) het beweer dat sommige van die metodes selfs verskillende antwoorde gee wanneer dit in dieselfde laboratorium deur twee verskillende persone toegepas word. Die huidige eksperiment was derhalwe 'n poging om faktore wat aanleiding kan gee tot variasie te identifiseer sodat dit moontlik gestandaardiseer kan word. Die metode waarvolgens aminosuurbeskikbaarheid bepaal is, was 'n verteerbaarheidsbepaling, maar met die insluiting van die urinefraksie by die mis. Aminosuurbeskikbaarheid in hierdie publikasie moet gesien word as die verskil tussen die aminosure ingeneem en die aminosure in die ekskreta (mis + urine) uitgeskei, uitgedruk as persentasie van die hoeveelheid wat ingeneem is.

Aminosuurverteerbaarheid daarenteen is eintlik die verskil tussen die aminosure ingeneem en die aminosure in die mis uitgeskei, die urine-fraksie moet derhalwe nie in aanmerking geneem word nie.

In 'n soeke na 'n vinnige metode om aminosuurbeskikbaarheid te bepaal het verskeie navorsers van verteerbaarheidstudies gebruik gemaak (Kuiken & Lyman, 1948; Nesheim & Carpenter, 1967; Bragg, Ivy & Stephenson, 1969; Shannon & McNab, 1973). Deur met verteerbare aminosure te werk is dit moontlik om met ander metodes soos die ileumtegniek (Payne, Combs, Kifer & Snyder, 1968) te vergelyk en kan verskillende spesies soos rotte en varke ook vergelyk word. Om egter met verteerbare aminosure by pluimvee te werk is dit nodig dat die diere chirurgies gemodifiseer moet word om die aparte kolleksie van mis en urine moontlik te maak. Carpenter (1973) het sy bedenking uitgespreek of verteerbaarheid as die beste maatstaf van aminosuurbeskikbaarheid moet dien, aangesien nie alle geabsorbeerde aminosure noodwendig teruggehou word nie. Salter & Coates & Hewitt (1974) het inderdaad gevind dat van die geabsorbeerde stikstof in die geval van beskadigde kabeljoumeel nie in die liggaam teruggehou is nie deurdat die stikstofuitskeiding hoër was as by gewone meel. Gegewens waaroor ons beskik (Hayes, ongepubliseerde data) toon bv. aan dat die hoeveelheid lisien wat in

die urine uitgeskei word die verteerbaarheidswaarde van hittebeskadigde vismeel met sowat 6 persentasie-eenhede verlaag. Dit wil dus voorkom asof die gebruik van normale hane, d.w.s. met insluiting van die urine-fraksie by die mis, nie slegs geregverdig is nie, maar inderdaad noodsaaklik is.

Daar is verskeie aanduidings in die literatuur dat die mikroflora in die sekums en kolons van hoenders ook 'n faktor is wat tot variasie in aminosuurbeskikbaarheidswaardes aanleiding kan gee, hoofsaaklik deurdat onverteerbare aminosuurreste gedeamineer word na produkte wat min of geen voedingswaarde vir die hoender het nie. Die werk van Nesheim & Carpenter (1967) asook die van Salter & Coates (1971) en Shannon & McNab (1973) het aangetoon dat mikrobiële degradasie van onverteerbare proteïene in die laer spysverteringskanaal daartoe aanleiding gegee het dat 'n oorberaming gemaak is van aminosuurverteerbaarheidswaardes. Dit is veral waargeneem as met 'n hittebeskadigde proteïenbron gewerk is.

'n Ander aspek wat kan lei tot variasie is die moontlike invloed wat die vlak van proteïeninname op aminosuurbeskikbaarheidswaardes kan hê. Dit geld veral ten opsigte van die tegniek wat Sibbald (1976) ontwikkel het om ware metaboliseerbare energie te bepaal en waar dieselfde ekskretamonters dan ook vir aminosuurontleding gebruik kan word (Likuski & Dorrel, 1978 en Sibbald & Morse, 1983). Shannon & McNab (1973) het bv. gevind dat die doeltreffendheid van aminosuurabsorpsie hoër was by laer vlakke van proteïeninname as by hoër vlakke. Kimura, Sadag & Akira (1978) het vasgestel dat die ensiemaktiwiteit by rotte grootliks geaffekteer word deur aminosuur- en proteïenvlakke in die dieet en dat daar 'n afname was in ensiemaktiwiteit by rotte wat 'n valientekort-rantsoen gekry het. Erbersdobler (1976) het beweer dat die tempo waarteen die maaginhoud van rotte verminder stadiger is as groot hoeveelhede proteïene gevoer word as wanneer klein hoeveelhede gevoer word.

Die huidige studie het derhalwe ten doel gehad om die effek van soveel as moontlik van bogenoemde faktore wat aminosuurbeskikbaarheid kan beïnvloed te bepaal. Die invloed van die mikroflora op proteïenverteerbaarheid is ondersoek deur hane te gebruik waarvan die sekums verwyder is. Voorts is stygende peile (0–100%) van normale en hittebeskadigde vismeel gevoer ten einde die effek van die vlak van proteïeninname op aminosuurbeskikbaarheid te bepaal. Dit het dus die moontlikheid geskep dat aminosuurbeskikbaarheid volgens die totale-kolleksiemetode vergelyk kon word met die aminosuurbeskikbaarheid deur middel van die sogenaamde regressiemetode. 'n Verdere aspek was om te bepaal tot watter mate resultate wat met 'n totale kolleksie van ekskreta verkry word ooreenstem met waardes wat bereken word wanneer 'n inerte verwysingstof soos chromoksied by die voer ingesluit sou word. Die inerte verwysingstof is verder ingesluit om die effek van vomering uit te skakel.

Ten einde aminosuurbeskikbaarheidswaardes van dieselfde vismeel te vergelyk met waardes wat met behulp van ander tegnieke vasgestel is, is 'n biologiese groeitoets met kuikens (Hayes, Du Preez & Randall, 1977) en die DSQ-metode van Du Preez, Minnaar & Duckitt (1984) ook uitgevoer.

Materiaal en Metodes

Diere en bestuur

Twee groepe van 12 Wit Leghornhane gehuisves in individuele draadkoue is in die eerste gedeelte waar die invloed van mikroorganismes op vismeelvertering ondersoek is, gebruik. Sowat 2 maande voor die aanvang van die eksperiment is die sekums van die een groep hane verwyder volgens die beskrywing van Payne, Kifer, Snyder & Combs (1971) en teen die tyd dat die

eksperiment begin is, het hulle volkome herstel van die operasie en is alle verlore liggaamsmassa herwin.

Die proefdiëte is drie maal per dag, 20 g per keer, as 'n waterige suspensie aan die hane toegedien met behulp van 'n tregeter en rubberbuis in die krop. Dosering het plaasgevind oor 'n tydperk van 5 dae, maar slegs die laaste 3 dae se ekskreta is vir aminosuurontleding versamel. Ekskreta is in plastiese sakkies opgevang volgens die metode van Hayes & Austic (1982) wat die moontlikheid van enige kontaminasie met voer en vere uitgeskakel het. Die sakkies is twee keer per dag vervang en die inhoud gevriesdroog voordat ontledings daarop gedoen is. Om moontlike vermorsing te meet is panne direk na dosering onder die proefdiere geplaas sodat dit ook in berekening gebring kon word.

Diëte

Die samestelling van die proefdiëte word in Tabel 1 aangedui. Normale en hittebeskadigde vismeel is teen ses vlakke by 'n proteïenvrye voer ingesluit. Daar was ses herhalings van elke behandeling en herhalings is verkry deur weekliks verskillende hane te gebruik vir 'n betrokke behandeling. Chromoksied is deurgaans by die voere ingesluit.

Die vismeel wat gebruik is, was 'n monster van 'n kommersiële bron en dit is na ontvangs in twee verdeel. Die een helfte is in dun lagies uitgesprei in panne en vir 15 uur by 121°C in 'n outoklaaf verhit. Dit is daarna geëkwilibreer sodat die vogtigheidsgraad van die twee dele weer identies was. Metaboliese mis- en endogene urine-aminosuurwaardes is verkry deur die proteïenvrye dieet (Tabel 1) aan die hane te voer.

Tabel 1 Samestelling (%) van die toetsdiëte

Bestanddeel	Diëte					
	N-vry	20%	40%	60%	80%	99%
Mieliestysel	42,74	32,74	22,74	12,74	2,74	–
Suiker	42,73	35,76	25,76	15,76	5,76	–
Sellulose	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	–
Mielie-olie	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	–
Vismeel	–	20,0	40,0	60,0	80,0	99,0
Dikalsiumfosfaat	1,9	–	–	–	–	–
Kalkklip-poeier	0,75	–	–	–	–	–
Vitamiën minerale mengsel	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	–
NaCl	0,38	–	–	–	–	–
Cr ₂ O ₃ -brood ^a (30% Cr ₂ O ₃)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Totaal	100	100	100	100	100	100

^aGemaak deur 'n pasta van 70 dele meliestysel en 30 dele Cr₂O₃ met water aan te maak, goed te meng en te droog by 50°C. Daarna is dit fyn gemaal en was dit gereed vir insluiting by die toetsrantsoene.

Ontledings en berekenings

Alle monsters is op 'n lugdroë basis ontleed, dit wil sê na vriesdroging is monsters toegelaat om met atmosferiese vog te ekwilibreer, waarna dit geweeg is en die massas genoteer is. Hierna is dit gemaal en die verskillende monsters van elke haan is saamgevoeg in een houder en deeglik vermeng. Aminosuurontleding is gedoen volgens die metode van Spackman, Stein & Moore (1958) nl. suurhidrolise in 'n versëelde glasbuis in 'n stikstofatmosfeer. Chromoksiedbepalings is na verassing van die monsters volgens die metode van Christian & Coup (1954) gedoen.

Vanweë die groot hoeveelheid analitiese werk en die tyd wat 'n volledige aminosuurskeiding in beslag sou neem is die monsters slegs vir die sogenaamde basiese aminosure naamlik lisien, histidien en arginien ontleed. Die resultate word ook alleenlik vir lisien gerapporteer aangesien met die groeistudie ook slegs lisienbeskikbaarheid bepaal is.

Ware lisienbeskikbaarheid in die vismeel is as volg bereken: Volgens die totale-kolleksiemetode

$$= 100 \left[1 - \frac{a \times b - e}{c \times d} \right]$$

waar a = totale massa van die ekskreta; b = persentasie lisien in die ekskreta; c = massa voer toegedien; d = persentasie lisien in die voer; e = hoeveelheid endogene lisien uitgeskei deur hane wat slegs die proteïenvrye voer ontvang het, d.w.s. massa ekskreta \times persentasie lisien in endogene ekskreta.

Volgens die merkermetode

$$= 100 \left[1 - \left(\frac{b}{f} - \frac{k}{r} \right) \left(\frac{C_f}{C_c} \right) \right]$$

waar k en r = persentasie lisien en Cr_2O_3 respektiewelik in die ekskreta van hane wat die proteïenvrye voer ontvang het; C_f = persentasie Cr_2O_3 in rantsoene wat vismele bevat; en C_c = persentasie Cr_2O_3 in ekskreta van hane op toetsvoere.

Die lisienbeskikbaarheidsgegevens volgens die totalekolleksie- en Cr_2O_3 -metode is aan 'n algemene variansie-analise onderwerp. Die regressies van lisieninname op lisienabsorpsie is gedoen volgens die meervoudige regressiemetode van Finney (1951) en die hellings van die regressielyn is getoets vir betekenisvolle verskille volgens 'n metode beskryf deur Snedecor & Cochran (1967).

Groeitoets vir beskikbare lisien

Die groeitoetsprosedure soos voorgestel deur Hayes, Du Preez, & Randall (1977) is as basis van hierdie studie gebruik. Die vismele is elk teen vyf gelyke inkremente by die basiese (lae-lisien) dieet ingesluit. Terselfdertyd is vyf peile sintetiese lisien ook by die basiese dieet gevoeg om diëte met ongeveer soortgelyke lisienwaardes as dié van die toetsdiëte te gee. Die proefdiëte is 8 dae lank aan 10-dae-oue kuikens gevoer en vyf herhalings van vier kuikens elk is per behandeling gebruik. Die statistiese geldigheid en die beskikbare lisienwaardes is bereken volgens die hellingsverhoudingsmetode van Campbell (1966). Die verband tussen massatoename van die kuikens teenoor lisieninname is gebruik vir die berekening van die lisienbeskikbaarheid.

'Dual-semi-quick (DSQ)'-metode vir beskikbare lisien

Die metode is vir die eerste keer bekend gestel deur Du Preez, Minnaar & Duckitt (1984) vir die bepaling van metaboliseerbare energie (ME) en ware metaboliseerbare energie (WME) van voedingstowwe. Een van die doelstellings van hierdie studie was om te bepaal of hierdie tegniek ook gebruik kon word om beskikbare aminosure van voedingstowwe te bepaal. Die metode bestaan hoofsaaklik daaruit dat twee groepe hane toegelaat word om *ad lib.* van 'n basiese dieet (wat net uit mieliemeel bestaan) of 'n dieet wat uit sewe dele mieliemeel en drie dele van die toetsmateriaal bestaan, te vreet. Na 'n 2-dae-aanpassingsperiode word ekskreta vir 3 dae gekollekteer waartydens voerinnname ook bepaal word. Dit word dan aanvaar dat die aminosuurverteerbaarheid van die toetsmateriaal nie beïnvloed word deur die teenwoordigheid van die mieliemeel nie. 'n Derde groep hane word gebruik om die endogene aminosuurskeiding te bepaal, d.w.s. wanneer 20 g van 'n proteïenvrye voer aan die hane toegedien word. Die

berekenings word dan as volg gedoen: persentasie lisienbeskikbaarheid

$$= \left(1 - \frac{\text{LUT} - \text{LUB} - \text{LEN}}{\text{LIM}} \right) \times 100$$

waar LIM = hoeveelheid lisien ingeneem (g) uit die vismeel d.w.s. 0,3 x voerinnname op die $\frac{30}{70}$ -mengsel \times persentasie lisien in die vismeel; LUT = lisien uitgeskei deur hane op die $\frac{30}{70}$ -mengsel van vismeel en mieliemeel; LUB = onbeskikbare lisienfraksie afkomstig van die mieliemeel in die mis van hane wat die $\frac{30}{70}$ -mengsel ontvang het, i.e. 0,7 $(1 - a) \left(\frac{A \times b}{100} \right)$ met a = ware beskikbaarheid van lisien in die graan(mieliemeel)-dieet (g/g), A = voerinnname op die $\frac{30}{70}$ -mengsel (g), b = lisien in graandieet, (g/100 g); en LEN = endogene lisienuitskeiding van die groep wat die proteïenvrye dieet gekry het (g).

Resultate en Besprekings

Soos verwag het verhitting van die vismeel 'n groot verlaging in lisienbeskikbaarheid tot gevolg gehad. Dit het gegeld vir waardes bereken met behulp van totalekolleksie-, Cr_2O_3 -, regressie-, groeitoets- of DSQ-metode (Tabel 2) Vir normale hane het dit afgeneem van sowat 93% tot ongeveer 50%. Strukturele veranderinge in die proteïene en die ontstaan van ensiemweerstandbiedende bindings soos voorgestel deur Bjarnason & Carpenter (1970) was waarskynlik daarvoor verantwoordelik. Trouens, verskeie navorsers (Salter & Coates, 1971 en Varnish & Carpenter, 1975a) het soortgelyke waarnemings gemaak en 'n verlaging van 93,6% na 63,7% in beskikbare lisien is aangetoon in vismeel wat vir 15 ure lank in 'n outoklaaf verhit is (Hayes, Austic & Scott, 1984).

Effek van die mikroflora

Die verwydering van die sekums van die hane het volgens al die verskillende metodes van berekening 'n betekenisvolle verlaging in lisienbeskikbaarheid van die hittebeskadigde vismeel tot gevolg gehad. Dit blyk uit Tabel 2 dat die grootste verskil aangedui word deur die totale-kolleksiemetode se resultate nl. 52,3% vir hane met sekums en 41,9% vir hane sonder sekums. Daar kan dus sonder twyfel aanvaar word dat die mikro-organismes in die sekum verantwoordelik was vir die degradasie van onverteerbare proteïene. Hierdie resultate bevestig die vroeëre werk van Hayes, *et al.* (1984) asook dié

Tabel 2 Ware lisienbeskikbaarheid (%) van normale en hittebeskadigde (HB) vismele soos bepaal met normale Wit Leghornhane en Wit Leghornhane waarvan die sekums verwyder is

Behandeling	Totale kolleksie**	Cr_2O_3 **	Regressie*
Normale hane			
Normale vismeel	92,86 ^a ± 2,74	98,22 ^a ± 4,79	93,11 ^a
HB vismeel	52,31 ^b ± 6,16	60,23 ^b ± 5,78	45,92 ^b
Hane sonder sekums			
Normale vismeel	98,98 ^a ± 2,07	100,79 ^a ± 5,77	93,56 ^a
HB vismeel	41,88 ^c ± 7,3	55,48 ^c ± 10,46	38,56 ^c
Koëffisient van variasie (%)	7,30	6,90	

Waardes binne kolomme met verskillende boskryfte verskil betekenisvol van mekaar ($P \leq 0,01$)

**Ware lisien beskikbaarheid bereken met stikstofvrye dieet

* Regressie van lisien ingeneem oor lisien geabsorbeer

van verskeie ander oorsese groepe. Nesheim & Carpenter (1967) was waarskynlik van die eerste persone wat die moontlikheid van mikrobiële degradasie van hittebeskadigde proteïene by kuikens genoem het asook dat dit tot 'n oorberaming van aminosuurbeskikbaarheid kon lei. Latere werk in dié verband is die van Salter & Coates (1971) en Payne, *et al.* (1971), alhoewel die invloed van die mikro-organismes nie so duidelik deur hierdie persone geïllustreer is nie. Varnish & Carpenter (1975b) het in hul studies met ge-outoklaafde kuikenspier gevind dat die lisienverteerbaarheid met die miskolleksiemetode 61% was, teenoor 52% met die ileummetode. Met laasgenoemde metode word onverteerde voedselreste uit die ileum geneem vir ontleding en daarmee word derhalwe aanvaar dat mikrobiële degradasie nog nie plaasgevind het nie. Payne, *et al.* (1968) was van die eerste navorsers wat aangevoer het dat die aminosuurinhoud van die ileum as 'n indeks van proteïenkwaliteit kan dien.

Dit is moeilik om aan die hand van die huidige resultate waar met erg beskadigde vismeel gewerk is, te bespiegel oor die effek wat mikro-organismes op 'n matig beskadigde vismeel of enige ander proteïenbron sal hê. Volgens die werk van Payne, *et al.* (1971) was die lisienverteerbaarheid van vismeel by kuikens 73% voor die verwydering van die sekums en sowat 64% daarna. Oënskynlik was die vismeel waarmee hierdie navorsers gewerk het dus alreeds tot 'n mate beskadig aangesien dit gereedelik aanvaar kan word dat 'n goeie kwaliteit vismeel 'n aminosuurbeskikbaarheid van meer as 90% sal hê. Dit wil derhalwe voorkom of mikrobiële degradasie ook 'n effek kan hê op 'n sogenaamde 'swak' kwaliteit vismeel al is dit nie so erg beskadig soos die vismeel wat in hierdie studie gebruik is nie.

Effek van vismeelpeil op lisienbesikbaarheid

'n Belangrike waarneming wat vanuit die gegewens gemaak kan word (Tabel 3) is dat die ware lisienbesikbaarheid met die totale-kolleksiemetode bereken, by die verskillende vlakke van vismeelinsluiting nie betekenisvol van mekaar verskil het nie. Dit het geblyk dat die lisienbesikbaarheid feitlik deurgaans dieselfde was hetsy dit ingesluit was teen 20% of 99% van die toetsdiët. Die regressie-vergelyking (Tabel 5) toon inderdaad 'n lineêre verwantskap tussen lisieninname en

lisienabsorpsie. Dit het gegeld ten opsigte van normale hane sowel as hane waarvan die sekums verwyder was. Volgens die huidige resultate blyk dit dus of lisienabsorpsie dieselfde was by alle vlakke van insluiting. Hierdie bevinding is teenstrydig met dié van Shannon & McNab (1973) wat gevind het dat die doeltreffendheid van aminosuurborsie hoër was by laer vlakke van proteïenvoorsiening as by die hoër vlakke. Lisienbesikbaarheid volgens die chroomoksiedmetode het egter aangetoon dat vlakke van vismeelinsluiting betekenisvol van mekaar (Tabel 3) verskil het. By die normale vismeel was die ware lisienbesikbaarheid vir die eerste twee vlakke gemiddeld ongeveer 95% teenoor 102,5% vir die laaste drie vlakke. Dieselfde tendens het bestaan vir die hittebeskadigde vismeel nl. ongeveer 51% vir die eerste twee vlakke en 62,5% vir die laaste drie vlakke. Die resultate toon desnieteenstaande dat die waardes van die eerste twee vlakke redelik goed ooreenstem met die van die totale-kolleksiemetode. Die laaste drie vlakke was egter deurgaans hoër. Die resultate van Hayes, *et al.* (1984) het werk van Sibbald, Summers & Slinger (1960) ondersteun waarin goeie ooreenstemming tussen waardes met die totale-kolleksiemetode en Cr₂O₃ verkry is. Eersgenoemde groep het vismeel teen 'n vlak van 36,6% ingesluit wat ongeveer gelyk is aan die tweede vlak van insluiting van die huidige eksperiment. 'n Moontlike verklaring waarom die lisienbesikbaarheidswaardes volgens die Cr₂O₃-metode hoog was vir die laaste drie vlakke, moet miskien gesoek word by 'n waarneming wat tydens die eksperiment gemaak is, naamlik dat 'n groter voguitskeiding in die ekskreta voorgekom het soos die vlak van vismeelinsluiting verhoog het. Dit is dus moontlik dat chroomoksied vinniger as die onverteerde vaste materiaal uitgeskei is. Herd & Dawson (1984) het in hul studies met emu's gevind dat die vloeistoffase van 'n diët vinniger deur die spysverteringsstelsel beweeg as die partikulêre fase. In die lig van die bevindinge van hierdie werkers is dit moontlik dat die Cr₂O₃ saam met die vloeistof vinniger deur die spysverteringsstelsel beweeg het en dus nie 'n goeie indikasie gee het van onverteerbaarheid nie. Sover die huidige resultate betref word daar van Sibbald, *et al.* (1960) en Hayes, *et al.* (1984) verskil, in soverre die aminosuurbeskikbaarheidswaardes volgens die Cr₂O₃-metode bepaal, nie juis akkurrater was as waardes wat met die totale-kolleksiemetode bepaal is nie.

Tabel 3 Ware lisienbesikbaarheid (%) van normale en hittebeskadigde (HB) vismeel teen verskillende insluitingspeile by Wit Leghornhane

Behandelings	Vismeeelinsluitingspeile				
	20%	40%	60%	80%	99%
Normale hane					
Normale vismeel:					
Totale kolleksie ^a	93,8 ± 3,8 ^a	90,8 ± 3,0 ^a	93,7 ± 1,9 ^a	93,3 ± 1,5 ^a	92,7 ± 2,9 ^a
Cr ₂ O ₃	93,1 ± 2,8 ^a	94,2 ± 3,2 ^a	99,1 ± 1,6 ^a	101,8 ± 2,9 ^a	102,9 ± 4,1 ^a
HB Vismeeel:					
Totale kolleksie	55,6 ± 3,3 ^b	54,5 ± 4,0 ^b	51,3 ± 5,9 ^b	54,3 ± 6,7 ^b	46,0 ± 6,9 ^b
Cr ₂ O ₃	54,5 ± 6,6 ^b	56,7 ± 2,2 ^b	61,6 ± 3,2 ^b	66,8 ± 3,4 ^b	61,6 ± 4,4 ^b
Hane sonder sekums					
Normale vismeel:					
Totale kolleksie	95,6 ± 2,9 ^a	92,8 ± 2,0 ^a	94,2 ± 1,5 ^a	94,4 ± 1,2 ^a	92,9 ± 1,5
Cr ₂ O ₃	94,7 ± 3,6 ^a	97,3 ± 2,9 ^a	101,5 ± 4,0 ^a	104,6 ± 5,5	105,8 ± 6,0
HB Vismeeel:					
Totale kolleksie	43,2 ± 2,4 ^c	40,2 ± 5,6 ^c	45,9 ± 38,5 ^b	38,5 ± 10,6 ^c	41,5 ± 6,4 ^b
Cr ₂ O ₃	47,2 ± 7,2 ^c	45,7 ± 8,4 ^c	61,4 ± 6,0 ^b	62,4 ± 5,1 ^b	60,8 ± 6,5 ^b

^aWaardes binne kolommetoë met verskillende boskryfte vir 'n betrokke metode verskil betekenisvol van mekaar ($P \leq 0,01$)

Tabel 4 Variansie-analises van ware lisienbesikbaarheidswaardes met die totale-kolleksiemetode en Cr₂O₃-metode

Bron	Vg ^c	SK	GSK	SK	GSK
		Totale kolleksie		Cr ₂ O ₃	
Hane	1	651,27	651,27 ^a	36,83	36,83
Vismeele	1	64376,44	64376,44 ^a	51990,60	51990,60 ^a
Hane x vismele	1	1000,68	1000,68 ^a	405,46	405,46 ^a
Vlakke	4	211,65	52,91	2767,80	691,95 ^a
Hane x vlakke	4	126,62	31,65	126,87	31,72
Vismeele x vlakke	4	83,69	20,92	183,51	45,88
Hane x vismele x vlakke	4	209,18	52,30	122,46	30,62
Fout (totale kolleksie)	94	2473,40	26,31		
Fout (Cr ₂ O ₃ -metode)	95			2796,72	29,44
Totaal	119				

^aHoogs betekenisvol ($P \leq 0,01$)

Tabel 5 Verwantskap tussen lisienabsorpsie en lisien-inname vir hane met en sonder sekums

Behandeling	Regressie-vergelyking	Korrelasie-koëffisiënt
Normale hane — normale vismeel	$Y = {}^a0,9311X - {}^a82,93$	0,9968
Normale hane — HB vismeel	$Y = {}^c0,4592X + {}^c193,1$	0,8923
Hane sonder sekums — normale vismeel	$Y = {}^a0,93565X - {}^a79,01$	0,9993
Hane sonder sekums — HB vismeel	$Y = {}^b0,38557X - {}^b47,2$	0,9234

Hellings met verskillende boskrite verskil hoogs betekenisvol van mekaar

Y-afsnitte met verskillende boskrite verskil hoogs betekenisvol van mekaar

Y = lisienabsorpsie mg/haan/3 dae

X = lisieninname mg/haan/3 dae

Endogene aminosure

By hane waarvan die sekums verwyder is, was daar 'n toename in endogene lisenuitskeiding (Tabel 6). Die resultate van hierdie eksperiment is in ooreenstemming met die van Kessler, Nguyen & Thomas (1981) en Hayes, *et al.* (1984), naamlik dat die verwydering van die sekums lei tot 'n toename van lisien in die ekskreta. Gedurende 'n 24-uur-vasperiode het Kessler, *et al.* (1981) 'n waarde van 28,3 mg lisien/haan gevind teenoor Hayes, *et al.* (1984) se waarde van 18,7 mg/haan terwyl met hierdie studie 'n waarde van 28,14 mg/haan verkry is. Wat normale hane betref vergelyk 21,22 mg/haan, op 'n stikstofvrye rantsoen verkry, gunstig met 23,6 mg/haan met 'n glukose-oplossing verkry. Hierdie waardes vergelyk ook gunstig met dié van Sibbald (1979b) wat 21,4 mg/haan/dag na 'n vasperiode gekry het. Volgens die regressievergelykings in Tabel 5 se afsnitte toon dit dat die endogene lisenuitskeiding by hane wat normale vismeel ontvang het, gewissel het van 26,3 mg/haan/dag (79,01 ÷ 3 dae) vir hane sonder sekums tot 27,6 mg/haan/dag vir normale hane. By die hane wat hittebeskadigde vismeel ontvang het, het die waardes egter gewissel van -15,7 mg/haan/dag vir hane sonder sekums tot -64,6 mg/h/d vir normale hane wat dus aantoon dat dit nie geregverdig was om in die geval van hittebeskadigde vismeel die regressielyne te ekstrapoleer na die nulpunt om endogene lisenuitskeiding te bereken nie. Wat normale produkte en omstandighede betref, lyk dit egter of goeie ooreenstemming

Tabel 6 Endogene lisenuitskeiding van hane op verskillende basiese diëte (mg/haan/24 uur)

Behandeling	Diëte	
	N-vry ³	Glukose-oplossing ⁴
Normale Wit Leghornhane ¹	^a 21,22 ± 5,65	—
Wit Leghornhane sonder sekums ¹	^b 28,14 ± 9,39	—
Normale Amber-Linkhane ²	—	23,6 ± 4,94

¹Gemiddeld van 12 hane; ²Gemiddeld van 8 hane; ³60 g/haan/dag; ⁴50 g glukose/haan/dag

^{a,b}Waardes met verskillende boskrite binne kolomme verskil betekenisvol van mekaar ($P \leq 0,05$)

bestaan vir die endogene lisenuitskeiding ongeag die metode van bepaling, hetsy dit deur vas, 'n N-vrye dieet of 'n glukose-oplossing, of deur regressieberekening verkry word.

Vergelyking tussen verskillende metodes

Dit blyk uit Tabel 7 dat behalwe vir die biologiese groeitoets wat 'n waarde van 89,88% getoon het, daar betreklik goeie ooreenstemming was, ten minste sover dit die normale vismeel betref, vir lisienbesikbaarheid tussen die verskillende metodes van berekening en die tipes hane. Die verskille wat bestaan het was nie betekenisvol nie, en dit kan dus aanvaar word dat die lisienbesikbaarheid op tussen 90 en 93% gestel kan word. Dit wil dus voorkom uit die resultate van die huidige eksperiment dat 'n praktyk soos wat deur Sibbald (1979b) toegepas is om slegs die voedingstof toe te dien sonder enige verdunning met bv. 'n proteïenvrye voer, vergelykbare resultate sal gee met gevalle waar 'n voedingstof as deel van 'n dieet ingesluit word. Laasgenoemde is 'n meer natuurlike situasie alhoewel daar skynbaar nie 'n gevaar bestaan dat die spysverteringskanaal se kapasiteit om proteïene te verteer, oorskry word met bv. 30 g vismeel nie.

Dit blyk ook uit Tabel 7 dat dit nie noodsaaklik was om die sekums van die hane te verwyder in die gevalle waar 'n normale produk evalueer word nie. Sover dit egter die hittebeskadigde vismeel betref was die effek van die sekum betekenisvol. Deurgaans het dit geblyk dat mikrobiële degradasie waarskynlik daarvoor verantwoordelik was dat by normale hane 'n hoër beskikbaarheidswaarde gevind word as by hane waarvan die sekums verwyder is. Die feit dat die waarde met die kuikengroei toets verkry ook so laag was en eerder geneig

Tabel 7 'n Vergelyking tussen ware lisienbeskikbaarhede soos bepaal met verskillende metodes

	Totale kolleksie				Cr ₂ O ₃			D.S.Q.-metode
	N-vrye rantsoen		Regressie		N-vrye dieet			
	Normale hane	Hane sonder sekums	Normale hane	Hane sonder sekums	Normale hane	Hane sonder sekums	Groei-toets	
Vismeel								
Normaal	92,86	93,98	93,11	93,56	98,22	100,79	89,88	92,0 ± 2,6
Hittebeskadig	52,31	41,88	45,92	38,56	60,23	55,48	34,93	52,0 ± 7,6

het om ooreen te stem met waardes verkry met hane sonder sekums, laat die gedagte ontstaan dat degradasiëprodukte in die sekum, óf nie geabsorbeer óf nie benut kan word nie. Daar is weliswaar in vroeëre eksperimente (Hayes, ongepubliseerde data) gevind dat die groei-toets hoër waardes gegee het as die wat in beskikbaarheidsbepalings gevind is met hane waarvan die sekums ook verwyder was. Hierdie is 'n aspek wat dus verdere ondersoek regverdig alvorens 'n finale uitspraak gegee kan word.

Met die huidige studie is gevind dat die DSQ-prosedure se waardes goeie ooreenstemming getoon het met die metodes waar geforseerde voeding toegepas is. Die betroubaarheid van ook hierdie metode verg verdere ondersoek veral t.o.v. voedingstowwe met hoë veselinhoud wat geneig is om probleme te skep met die geforseerde voedingstegnieke van die Sibbald-prosedure.

Erkenning

Mnr A. van Rooyen en mev J. Bezuidenhout van die Departement Landbou was behulpsaam met rekenaar- en statistiese programme wat gebruik is. Mnr A. Adams en V. Kriel was behulpsaam met die analitiese werk. Mnr W. Rhoda word bedank vir die toegewyde wyse waarop hy na die proefdiere omgesien het.

Summary

Protein-free diets containing increasing levels (0, 20, 40, 60, 80 and 99%) of normal and heat-damaged fish-meal were force-fed to intact and caecotomized White Leghorn roosters. Each rooster was given 60 g feed (three feedings of 20 g) per day for a period of 5 days and faeces were collected during the last 3 days. True lysine availability for the normal fish-meal amounted to 92,9% and for the heat-damaged fish-meal to 52,3%. No difference in true lysine availability value was found between the various levels of fish-meal intake. This applied to normal or heat-damaged fish-meal and when fed to intact or caecotomized roosters. Caecotomy, however, had a significant effect on true lysine availability of heat-damaged fish-meal — lower values being obtained than with intact roosters (41,9% vs. 52,3%).

Lysine availability according to a chick growth assay on the normal fish-meal corresponded fairly well with the rooster assay, the value for the heat-damaged fish-meal, however, was even lower than the value found with caecotomized roosters viz, 34,9 vs. 41,9%. It is possible that the heat-damaged fish-meal had a growth depressing effect which lead to an underestimation of the lysine availability or even that in the caecotomized rooster the lysine availability was still overestimated.

Using chromic oxide as indicator to calculate lysine availability produced values which corresponded very well with the total collection method. However, at high levels of fish-meal, especially where heat-damaged fish-meal was used, the chromic oxide method overestimated lysine availability.

The so-called DSO method for TME determinations was also tested for its applicability in determining amino acid availability. The values obtained for lysine corresponded very well to those obtained with the force-feeding technique. This applied to the damaged as well as the normal fish-meal.

Verwysings

- BJARNASON, J. & CARPENTER, K.J. 1970. Mechanisms of heat damage in proteins. 2. Chemical changes in pure proteins. *Br. J. Nutr.* 24, 373.
- BRAGG, D.B., IVY, C.A. & STEPHENSON, E.L., 1969. Methods for determining amino acid availability of feeds. *Poultry Sci.* 48, 2135.
- BUJARD, E., HANDWERCK, V. & MAURON, J., 1967. The differential determination of lysine in heated milk. 1. In vitro methods. *J. Sci. Fd. Agric.* 18, 52.
- CAMPBELL, R.C., 1966. The chick assay of lysine. *Biometrics* 22, 58.
- CARPENTER, K.J., 1973. The use of ileal content analysis to assess the digestibility of amino acids. In: Proteins in Human Nutrition. (Ch 22). Eds. Porter, J.W.G. & Rolls, B.A. London, Academic Press.
- CARPENTER, K.J. & ELLINGER, G.M., 1959. Protein quality and available lysine in animal products. *Poultry Sci.* 34, 1451.
- CARPENTER, K.J., McDONALD, I. & MILLER, W.S., 1972. Protein quality of feeding-stuffs. 5. Collaborative studies on the biological assay of available methionine using chicks. *Brit. J. Nutr.* 27, 7.
- CHRISTIAN, K.R. & COUP, M.R., 1954. Measurement of feed intake by grazing cattle and sheep. VI. The determination of chromic oxide in faeces. *New Zealand J. Sci. Techn.* December-issue, 328.
- DU PREEZ, J.J., MINNAAR, A. DU P. & DUCKITT, J.S., 1984. An alternative approach to a compulsive change from conventional to rapid methods of evaluating metabolizable energy. *World's Poultry Sci. J.* 40, 121.
- ERBERSDOBLER, H., 1976. Amino acid availability. In: Protein metabolism and nutrition. Eds. Cole, D.J.A., Boorman, K.N., Buttery, P.J., Lewis, D., Neale, R.J. & Swan, H., Butterworths, London. p. 139–158.
- FINNEY, D.J., 1951. The statistical analysis of slope-ratios assays. *J. Gen. Microbiol.* 5, 223.
- HAYES, J.P. & AUSTIC, R.E. 1982. An easy and accurate technique for faeces collection in adult roosters. *Poultry Sci.* 61, 2294.
- HAYES, J.P., AUSTIC, R.E. & SCOTT, M.L. 1984. True lysine digestibility and availability of normal and heat-damaged fishmeal by colostomized and caecotomized roosters. In: Proceedings and Abstracts of the XVII World's Poultry Congress and Exhibition. World's Poultry Science Association Helsinki, Finland. Aug. 8–12 1984. p. 303–305.
- HAYES, J.P., DU PREEZ, J.J. & RANDALL, J.H., 1977. Assaying fishmeal for lysine content by using a maize gluten meal basal diet. *Agroanimalia* 9, 23–26.
- HERD, R.M. & DAWSON, T.J., 1984. Fiber digestion in the Emu, *Dromains Novae hollandiae*, a large bird with a simple gut and high rates of passage. *Physiol. Zool.* 57, 70.
- KESSLER, J.W., NGUYEN, T.H. & THOMAS, O.P., 1981. The amino acid excretion values in intact and caecotomized negative control roosters used for determining metabolic plus endogenous urinary losses. *Poultry Sci.* 60, 1576.

- KIMURA, T., SADAQ, S. & AKIRA, Y.T., 1978. Effect of dietary amino acids on jejunal sucrose and leucine amino peptidase activities in rats. *J. Nutr.* 108, 1098.
- KUIKEN, K.A. & LYMAN, C.M., 1948. Availability of amino acids in some foods. *J. Nutr.* 36, 359.
- LIKUSKI, H.J.A. & DORRELL, H.G., 1978. A bio-assay for rapid determination of amino acid availability values. *Poultry Sci.* 57, 1658.
- McNAB, J.B., 1979. The concept of amino acid availability in farm animals. In: Recent advances in animal nutrition. Eds. Haresign, W. & Lewis, D., Butterworths, London.
- MILNER, C.K. & WESTGARTH, D.R., 1973. A collaborative study on the determination of available lysine in feedingstuffs. *J. Sci. Fd. Agric.* 24, 873.
- NESHEIM, M.C. & CARPENTER, K.J., 1967. The digestion of heat-damaged protein. *Brit. J. Nutr.* 21, 399.
- PAYNE, W.L., COMBS, G.F., KIFER, R.R. & SNYDER, D.G., (1968). Investigation of protein quality. Ileal recovery of amino acids. *Fed. Proc.* 27, 1199.
- PAYNE, W.L., KIFER, R.R., SNYDER, D.G. & COMBS, G.F., 1971. Studies of protein digestion in the chicken. 1. Investigation of apparent amino acid digestibility of fishmeal protein using caecectomized, adult male chickens. *Poultry Sci.* 50, 143.
- SALTER, D.N. & COATES, MARIE E., 1971. The influence of the microflora of the alimentary tract on protein digestion in the chick. *Brit. J. Nutr.* 26, 55.
- SALTER, D.N., COATES, MARIE E. & HEWITT, D.C., 1974. The utilization of protein and excretion of uric acid in germfree and conventional chicks. *Brit. J. Nutr.* 31, 307.
- SHANNON, D.W.F. & McNAB, J.M., 1973. The digestibility of the nitrogen, amino acids, lipid, carbohydrates, ribonucleic acid and phosphorus of an n-Paraffin-grown yeast when given to colostomized laying hens. *J. Sci. Fd. Agric.* 24, 27.
- SIBBALD, I.R., SUMMERS, J.D. & SLINGER, S.J., 1960. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. *Poultry Sci.* 39, 544.
- SIBBALD, I.R., 1976. A bio-assay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Sci.* 55, 303.
- SIBBALD, I.R., 1979a. A bio-assay for available amino acids and true metabolizable energy in feeding stuffs. *Poultry Sci.* 58, 668.
- SIBBALD, I.R., 1979b. Bio-available amino acids and true metabolizable energy of cereal grains. *Poultry Sci.* 58, 934.
- SIBBALD, I.R., & MORSE, P.M., 1983. The effects of feed input on excreta collection time and estimates of metabolic plus endogenous energy losses in the bio-assay for true metabolizable energy. *Poultry Sci.* 62, 68.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1967. Statistical methods. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- SPACKMAN, D.H., STEIN, W.H. & MOORE, S., 1958. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Analyt. Chem.* 30, 1190.
- VARNISH, Shirley A. & CARPENTER, K.J., 1975a. Mechanisms of heat damage in proteins. 5. The nutritional values of heat damaged and propionylated proteins as sources of lysine, methionine and tryptophan. *Brit. J. Nutr.* 34, 325.
- VARNISH, Shirley A. & CARPENTER, K.J., 1975b. Mechanisms of heat damage in proteins. 6. The digestibility of individual amino acids in heated and propionylated proteins. *Brit. J. Nutr.* 34, 339.