

養鷄飼料의 TME 測定에 영향을 주는 要因에 관한 試驗

I. AME, AME_F 및 TME 測定法 比較試驗

李 榮 哲 · 姜 道 煥
(江 原 大 農 大)

Factors Affecting True Metabolizable Energy Determination of Poultry Feedingstuffs

I. Comparative study on the measuring methods of AME, AME_F and TME value of feedingstuffs.

Yong-C. Rhee and Do W. Kang
(College of Agriculture, Kang Weon National University)

SUMMARY

This experiment was performed to compare the techniques of the metabolizable energy determination and to examine the problems associated with metabolizable energy determination of poultry feedingstuffs.

The feedingstuffs evaluated, herein, were corn, sorghum, barley, fish meal and soybean meal.

The results obtained were as followings;

1. When comparing AME and AME_n values of five feedingstuffs(measured)by Total Collection and Index Methods there was no significant difference ($P > .05$) between two methods except fish meal.
2. The AME_F values of feedingstuffs were not different ($P > .05$) from AME values, which implied that bioassay of AME_F be applicable to rapid measure AME value

of feedingstuffs for poultry and the problems connecting to AME_F determination were discussed.

3. The AME_{FC} and TME values of corn, sorghum and barley were significantly higher ($P < .05$) than AME and AME_F values but those of fish meal and soybean meal were similar or lower than AME and AME_F values. This fact was indicative that the techniques measuring AME_{FC} and TME has some depressing factors when fish meal and soybean meal were determined.
4. Comparing of TME, AME_{FC} and T- AME values the TME values of corn, sorghum and barley were significantly higher ($P < .05$) than AME_{FC} and T- AME values. But that of fish meal and soybean meal was much lower ($P < .05$) comparing with AME_{FC} and T- AME values. Accordingly, it might be concluded that the relationship among the values of TME, AME_{FC} and T- AME was shown great variation according to the feedingstuffs, especially in the protein diets.

I. 緒 論

代謝에너지(Metabolizable Energy)란 總에너지(G. E)에서 糞, 尿 및 可燃性가스(Combustible gases)로 損失된 에너지를 공제한 에너지價를 말한다.

鳥類는 可燃性가스로의 損失이 매우 적어 고려할 부분이 못되며 특히 總배설강을 통하여 糞과 尿가 同時に 배설됨으로 測定이 간편한 長點이 있다.

또한 飼料의 ME價는 Productive Energy(PE) Net Energy(NE)보다 變異의 폭이 적고 再現性(Repeatability)이 있으며(Hill과 Anderson, 1958; Dale과 Fuller, 1981) 또한 加算性(Additive)이 있음이 立證되었으며(Sibbald, 1977; Tenesaca와 Sell, 1979; Dale과 Fuller, 1980) 試驗動物에 상관없이 비교적 일정하다는 利點이 있다.

代謝에너지의 測定은 Mitchell(1926), Daikow(1932), Axelson(1937), Fraps(1937), Halman(1950) 등에 의해 시작된 이래 Hill과 Anderson(1958, 1959), Sibbald(1960), Fisher와 Shannon(1973), Farrell(1978) 등 많은 研究者에 의해 研究, 檢討되어 왔다.

最近까지 밝혀진 家禽에 있어 代謝에너지價에 영향을 하는 要因으로 供試鳥의 ①品種 및 血統(Sibbald와 Slinger, 1963; Slinger 등, 1968; Foster, 1968) 즉 White Leghorn은 White Rock보다 에너지 利

用率이 높다는 것과 ②年齡(Bayley 등, 1968; Zelenka, 1968; Lodhi 등, 1969; Renner와 Hill, 1960) 즉 成鳥의 경우가 초생추에 비해 높으며 ③家禽의 種(Slinger 등, 1964; Bayley 등, 1968; Fisher와 Shannon, 1973)에 따라 ④性別의 差(Sibbald와 Slinger, 1964; Thayer, 1961), 즉 수탉이 에너지 利用率이 높다. 또한 ⑤飼料의 섭취수준(Sibbald 1975; Potter 등, 1960)은 AME 價에 크게 영향을 한다는 등 많은 要因이 報告된 바 있다.

그리고 이들 要因에 의한 ME價의 變異는 주로 糞中の 代謝糞에너지(Metabolic Fecal Energy: FEm)와 內因性尿에너지(Endogenous Urinary Energy: UEe)의 損失量의 誤差에 起因한다고 한다(Sibbald, 1975).

한편 가금에 대한 ME測定法으로는 Total Collection Method(TCM)와 Index Method(IM)가 가장 널리 이용되고 최근 TME測定法이 제시된 바 있다. Index Method의 지시제로 가장 널리 利用되는 것은 Cr_2O_3 로 Dansky와 Hill(1952)은 Cr_2O_3 의 回收率이 95%에 달한다고 한 반면 Vohra와 Kratzer(1968)은 回收率이 87.55%로 $BaSO_4$ 의 97.75%보다 낮다고 하였다. 指示物로서 Cr_2O_3 의 使用上 短點으로 정전기적 性質(Vohra와 Kratzer, 1968)과 分析上 誤差가 심하며(Halloran, 1972), 均 한 配合가 어렵다는 것을(Reid, 1971) 들 수 있는 반면

TCM 利用時와 같이 섭취량 배분량의 측정이 없고 (Hill 등, 1960) 糞을 수거할 필요가 없는 (Sibbald 1960) 長點을 들고 있다. 반면 TCM은 糞에 飼料의 混入과 이에 의한 糞成分의 變化 등 단점이 있으나 섭취량과 배분량 만으로 ME 價를 간단히 측정할 수 있는 장점이 있다 (Sibbald와 Slinger, 1961) 또한 ME의 間接測定法은 飼料의 化學的 組成과 消化率, 總에너지로부터 算出하는 것으로 Fraps 등 (1940), Titus (1955, 1957), Carpenter과 Clegg (1956), Lockhart 등 (1961), Rolton (1962), Davidson 등 (1961), Sibbald 등 (1963) 등에 의한 間接測定이 시도된 바 있으나 특정한 사료를 제외하곤 化學적 組成이 供試飼料間 심하여 폭넓게 적용할 수 없다고 하였다 (Sibbald, 1963).

代謝試驗에 使用하는 基礎飼料中 半精製飼料 (Hill과 Anderson, 1958)는 價用飼料에 비해 腸器의 通過速度가 빨라 消化率이 낮은 點과 미리 측정된 Glucose ME 價를 利用하는 것이 결점이다 (Rao 등, 1971). 이밖에 Glucose가 多糖類에 비해 腸器 통과 속도가 빠르다는 點은 Matterson 등 (1950)에 의해 立證된 바 있다.

또한 ME 價의 變異要因으로 飼料의 均衡度를 들 수가 있는데 Vitamin 및 礦物質의 과잉 내지 결핍 (Sibbald, 1962), 蛋白質水準 (Sibbald 등, 1962), Methionine의 과잉 또는 결핍 (Baldini, 1961) 및 試驗飼料의 代置水準 (Sibbald 등, 1962)를 들 수가 있다.

한편 Sibbald (1976)은 眞正代謝에너지 (True Metabolizable Energy: TME) 測定法을 개발한 바 AME 價는 사료의 섭취수준에 따라 變異가 크나 (Guillaume과 Summer, 1970; Sibbald, 1975) TME 價는 섭취수준에 의해 영향받지 않으며 (Sibbald, 1976, 1977) 其他 變異要因에 의해서도 영향이 적은 것으로 보고되고 있다 (Sibbald, 1975) Muztar 등 (1977)은 부피가 크거나 嗜好性이 낮아 AME 價의 測定에 어려운 點이 있는 사료에 대해서도 TME 價는 測定이 可能하다고 하였으며 FEm + UEe 損失量의 측정은 絶食鷄를 이용하여 測定이 가능하다고 하였다 (Sibbald, 1982).

그러나 FEm + UEe 損失量은 供試鷄의 單位体重 당 BMR 要求量에 따라 (Sibbald와 Price, 1978), 絶食前 飼料의 種類와 量 (Anon, 1978)과 体重 (Sibbald

와 Price, 1980), 品種과 血統에 따라 (Sibbald, 1977), Glucose와 Corn Starch의 Mixture와 같은 탄수화물 사료의 급여에 따라 (Dale과 Fuller, 1982) 變異가 심한 문제점이 있다. 또한 TME 測定時 強制給餌后 採糞時間은 24시간이 적합하나 (Sibbald, 1976; Kessler와 Thomas, 1978) 高纖維 飼料인 경우 採糞時間을 연장해야 된다고 보고된 바 있다 (Jones와 Sibbald, 1978).

Farrell (1978)은 혼련제를 利用한 AME_F assay가 발한 바 이는 1日 사료섭취시간을 1時間으로 제한 함으로써 사료의 허실을 방지할 수 있고 비교적 短時間에 測定할 수가 있으며 이 方法의 長點으로는 既存의 AME 價와 比較할 수 있는 것이라 하였고 TME 價와 AME_F 價間 有意差가 없다고 하였으나 (Arvat 등, 1980) Schang과 Hamilton (1982)은 相異한 結果를 報告한 바 있다. 한편 AME_F assay의 短點으로는 供試鷄를 혼련이 필요하며 (Chami 등, 1980), 飼料攝取水準이 일정치 못하고 (Muztar와 Slinger, 1980; Schang과 Hamilton, 1982), 試驗飼料에 대한 基礎飼料區가 필요하며, 사료의 調理 및 허실을 들 수가 있다 (Schang과 Hamilton, 1982).

결국 現行 ME 測定과 관련하여 ① 根本적으로 Cr₂O₃를 비롯한 各種 化學分析에 대한 標準化가 필요하며 ② 直接測定에서 Total Collection Method과 Index Method에 대한 比較檢討 및 Cr₂O₃, Crude Fiber, Polyethylene 등 Index의 比較檢討 및 ③ 間接測定法의 計算基準으로서 飼料組成成分 또는 動物 成長反應 등에 대한 再檢討가 필요하며, 이밖에 ④ ME 價에 直接, 間接으로 影響하는 年齡, 性別, 品種 등 生物學的 要因과 環境, 溫度, 季節 등 環境要因에 대한 精確한 評價가 要求되는 등 문제점이 있다.

따라서 本 試驗은 代謝에너지 測定技術의 확립을 위하여 첫째, 現行 ME 測定法을 比較하고 ME 測定上의 문제점을 檢討하고자 實施하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗期間 및 場所

本 試驗은 1982년 7월 7일부터 10월 23일까지 江原大學校 畜産學科 家畜飼養學 實驗室에서 實施하였다.

Table 1. Chemical composition of experimental ingredients.

Ingredients	Moisture	C. Protein	C. Fat	C. Ash	C. Fiber	Unit: %	
						N F E	G. E(Kcal/gm)
Corn, Yellow	9.15	8.81	2.75	1.37	1.77	76.15	4.0047
Sorghum	11.32	9.71	2.65	1.47	1.18	73.67	3.8216
Barley, groat	11.01	8.73	1.14	0.66	2.60	75.86	3.7979
Fish meal	9.51	54.82	6.69	24.26	0.39	4.33	4.2634
Soybean meal	8.51	47.74	0.62	5.74	2.34	35.05	3.8593

Table 2. Formula and chemical composition of basal diet

Ingredients	Ratio (%)
Corn, Yellow	52.00
Soybean meal(48%)	18.70
Barley, groat	15.30
Fish meal (55%)	7.00
Mineral premix	5.00
Vitamin premix	2.00
Total	100.00
ME.(kcal/kg)	2850.00
C. protein (%)	18.64
Ca (%)	1.297
Ava. P (%)	0.623

2. 供試動物

천호 부화장에서 1982년 3월 11일 孵化한 Maninar 白色 産卵鷄 系統의 体重이 일정한 수탉 (17주령) 24수를 선발하여 使用하였다.

3. 試驗飼料

本 試驗에 使用한 各 單味飼料의 化學的 組成과 基礎飼料의 配合率은 表 1, 2에 있는 바와 같다.

試驗飼料는 乾物重으로 魚粉은 30% 나머지는 各 50%씩 代置하였고, 指示物로 Cr_2O_3 를 0.3% (w/w) 를 잘 混合하여 使用하였다.

4. 飼養管理

Heart(1977)가 닭의 ME측정을 위하여 특별히 設計한 鉄製代謝 Cage에 1首씩 넣어 試驗環境에 적응기간을 15日間 두었고 AME_r 測定을 위하여 8首의 供試鷄는 21日間 1일 1時間씩 制限飼養 하였다. 물은 全試驗期間 自由給水 하였으며 本 試驗前 供試飼料에 대한 적응기간을 5日間씩 두었

다. 또한 腸內 不消化物의 完全한 배설을 유도하기 위하여 36시간 絶食후 本 시험에 착수하였다.

5. 調査項目

a. TME의 測定; Sibbald(1976)의 方法에 따라 Plastic funnel을 利用 單味飼料를 乾物重으로 25mg 씩 定量的으로 소낭 (Crop)에 強制給餌 하였다.

b. AME_r의 測定; Farrell(1978)의 方法에 따라 1日 1時間씩 制限給餌하였고 Pellet 사료 대신 粉粒飼料를 利用했다.

c. FEm+UEe 損失量의 測定: 各 單味飼料의 TME價 測定時마다 36時間 絶食后 24時間동안 측정하였다.

d. AME의 測定; 各 單味飼料 測定時마다 基礎飼料區 試驗飼料區 公히 無制限給餌 狀態下에서 측정하였다.

6. 試驗設計

各 單味飼料에 대해 AME, AME_r, TME 및 TME_e 測定을 위한 絶食區로 4處理 4反復으로 3日間 연속하였으며, AME, AME_r에 대한 對照區를 두어 完全任意配置하였다.

7. 統計分析

試驗結果는 T-test, Regression analysis, Correlation 및 分散分析을 통해 分析하였으며 處理平均間의 有意性 檢定은 Duncan's multiple range test 를 利用하여 檢定하였다.

8. 化學分析

試料의 造製는 75℃의 Forced-draught oven에서 16時間 乾燥후 wiley cutting mill로 직경이 0.05 mm로 粉碎하여 이용하였다.

試料의 一般分析은 A. O. A. C法(1975, 12nd ed)에 準하였고 N定량은 Macro-kjeldahl法으로 Gross energy는 Adiafatic oxygen bomb calorimeter를 利用하여 測定하였다. Cr_2O_3 의 分析은 Hill과 Ander-

son(1958)의 방법에 따라 試料造製后 Spectronic-20 Calorimeter로 波長 430 μ m에서 측정하였으며 이때 Cr₂O₃의 standard reference curve는 Y=0.461X로 여기서 Y : Cr₂O₃ mg/ml고 X은 optical density였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

飼料中 ME價의 測定法을 比較, 考察하기 위하여 우리나라 慣用飼料에 대한 AME, AME_F, TME 値를 측정된 결과는 表 3과 같다.

우선 AME 測定値에서 AME_n는 일률적으로 AME 보다 낮은 경향을 보이고 있다. 본 시험에선 AME_n 算出을 위하여 Titusetal(1959)의 8.73kcal/gmN을 배설된 N量에 곱하여 산출한 결과로 이는 全試驗 期間 供試驗은 positive N balance 狀態였음을 시사하는 것이다. 한편 참고로 본 시험의 IM에 의한 AME_n 値를 同一方法으로 측정된 이남형 등(1973)의 측정치와 비교할 때 모든 공시사료는 약 3~8% 낮은 성적으로 이는 試驗期間, 試驗飼料 및 供試鷄의 年齡, 性別 등 측정조건에 현저한 차이가 있었기 때문으로 생각된다.

또한 AME 測定을 위한 Total Collection Method (TCM)와 Indicator Method(IM)을 비교할 때 魚粉의 AME 値를 제외한 모든 시험사료에서 TCM과 IM 측정치間에는 전체적으로 有意差가 없었다 (p>0.05). 이와 같은 사실은 TCM과 IM은 공히 飼料中 AME를 측정함에 아무런 차이가 없음을 뜻하며 이에 관하여는 이미 Hill과 Anderson(1958), Sibbald(1960, 1963)등 많은 學者에 의하여 立證된 바 있다.

TCM은 試驗開始時와 終了時의 消化管内 不消化物 含量이 원칙적으로 同一하다는 것을 전제로 하거나(Carpenter와 Clegg, 1956) 실제 측정시 分析을 위한 代表되는 試料를 採取하는데 難點이 있다.

한편 IM은 Cr₂O₃ 등 指示物을 使用함으로써 飼料의 섭취량, 배분량을 定量的으로 수집할 필요성이 없으나(Hill과 Anderson, 1958; Sibbald, 1963), Cr₂O₃의 分析上 정확성이 문제가 되고 있다.

Halloran(1972), Vohra(1972), Carew. Tr(1973)은 9個 研究所의 Cr₂O₃의 分析値를 比較한 報告에서 이들 분석치間에는 약 30~37%의 차이가 있었다고 했다. 또한 Potter(1972) 및 Childs(1972)도 IM에 의하여 AME를 측정할 때 飼料와 糞中의 이와 관련하여 본 試驗의 TCM 測定의 경우 특별히 設計된 代謝cage를 使用함으로써 飼料의 虛失, 糞中混入을 比較의 완전히 防止하는 同時, 糞의 定量的 收集에도 크게 도움이 되었다. 한편 IM에서 標示物로 使用한 Cr₂O₃의 分析値를 보면 回收率이 平均 90.6%, 飼糞 및 糞中 Cr₂O₃ 分析値의 標準 誤差는 $\pm 0.027 \sim 0.031\%$ 로 본 시험에서 Cr₂O₃의 분석상의 문제 보다도 回收率에 문제가 있었으며 GE, N, Cr₂O₃의 分析上 誤差를 비롯하여 飼料攝取量, 供試飼料의 代置水準, 飼料의 加工 및 處理, 環境條件, 年齡 등 많은 要因에 의하여 AME 値는 영향받는 點을 지적하고 있다.

따라서 본 試驗에서는 TCM과 IM에 의한 Classical ME와 Corrected ME 測定値를 보면(表 3) 大体로 測定方法間에는 有意差(p>0.05)가 없었다.

그러나 穀類飼料 보다는 單백질사료에서 變異가

Table 3. The Classical and Corrected ME determined by Total Collection and Indicator Method.

Ingredients	Classical ME			Corrected ME		
	Total collection	Indicator	T-test	Total collection	Indicator	T-test
Corn, Yellow	3.869 \pm 0.031	3.763 \pm 0.031	N. S ^a	3.677 \pm 0.043	3.627 \pm 0.026	N. S
Sorghum	3.850 \pm 0.082	3.805 \pm 0.008	N. S	3.737 \pm 0.034	3.732 \pm 0.011	N. S
Barley, groat.	3.265 \pm 0.031	3.084 \pm 0.051	N. S	3.218 \pm 0.034	3.022 \pm 0.041	N. S
Fish meal(55%)	3.244 \pm 0.081	2.915 \pm 0.055	P<.05	3.062 \pm 0.036	2.858 \pm 0.071	N. S
Soybean meal(48%)	3.187 \pm 0.084	3.162 \pm 0.054	N. S	3.049 \pm 0.089	3.043 \pm 0.059	N. S

All figures (mean \pm se) expressed on DM basis (Kcal/gm)
a: Nonsignificantly different at P<.05

Table 4. Comparison of AME, AMEn, AME_F, AME_{FC} and TME values* of five feedingstuffs.

Feedingstuffs	AMEn**	AME**	AME _F	AME _{FC}	TME	X****
Corn, yellow	3.677±.031 ^d	3.069±.031 ^c	3.747±.021 ^c	3.994±.050 ^b	4.162±.010 ^a	1.132
Sorghum	3.737±.034 ^d	3.850±.082 ^c	3.622±.039 ^d	3.974±.015 ^b	4.282±.046 ^a	1.146
Barley, groat	3.218±.034 ^c	3.265±.031 ^c	3.356±.059 ^c	3.568±.051 ^b	3.753±.035 ^a	1.166
Fish meal(55%)	3.062±.036 ^b	3.244±.081 ^a	3.168±.062 ^{ab}	3.315±.032 ^a	3.054±.048 ^b	1.229
Soybean meal(48%)	3.049±.089 ^c	3.187±.084 ^b	3.205±.068 ^b	3.504±.057 ^a	3.203±.072 ^b	1.051

* All figures (mean±se) expressed on a dry matter basis, (Kcal/gm)

** AMEn AME values determined by Total Collection Method.

*** Without common superscripts the same row differ significantly. (P < .05)

**** X=TME/AMEn

더 크게 나타났

이는 주로 飼料配合過程에서 Cr_2O_3 의 靜電氣의 性質로 인한 均一한, 配合이 어려운 點에 起因한 것으로 보인다. 따라서 IM 보다는 TCM에 依한 代謝에너지의 測定이 보다 誤差를 減少시킬 수 있는 것으로 판단된다.

한편 最近 代謝에너지 測定法으로 새로이 제시되고 있는 AME_F 및 TME 測定值를 從前의 AME 値와 比較하면 表 4와 같다.

우선 AME_F 측정성적을 AME價와 비교할 때 옥수수 (3,747vs 3,869kcal/gm), 大麥 (3,356vs 3,265 kcal/gm), 魚粉 (3,168vs 3,244kcal/gm), 大豆粕 (3,205vs 3,187kcal/gm)은 모두 有意差가 없다 (p > .05). 이는 두 측정치의 測定方法이 서로 다른 메도 불구하고 測定值間 현저한 차이가 없는 것이다. Farrell(1978)은 AME_F值 측정의 長點으로 종전의 AME價와 比較할 수 있다는 點이라고 보고하고 있거니와, 본 시험에서 옥수수, 大麥, 魚粉 및 大豆粕의 AME_F 價는 이와 잘 일치한다고 하겠다.

여기서 AME測定은 供試飼料를 無制限給餌한 데 반하여 AME_F는 供試鷄의 훈련을 통하여 給餌時間을 1時間으로 制限한 點만이 다르다.

즉 Farrell(1978)은 供試鷄에 대한 給餌時間制限方法(1日 1時間)은 14日間이면 充分하다고 보고하고 있다. 그러나 本試驗에서 AME_F測定을 위하여 供試鷄를 21日間 훈련하였는데도 불구하고 飼料攝取量은 43~64 gm 범위로 AME測定區에 比하여 옥수수는 -70gm, 수수 -41gm, 大麥 -16gm 魚粉 -39gm, 大豆粕 -32gm씩 전체적으로 無制

限給餌區에 미치지 못하고 있다. 이는 Schang 과 Hamilton(1982) 및 Muztar와 Slinger(1980) 等の 報告와 一致하는 것이다. 즉 14日間 훈련만으로 飼料攝取量이 無制限給餌區에 미치지 못하며 특히 嗜好性이 낮거나 組織維含量이 높은 사료인 경우 이러한 現象이 더욱 문제가 되는 것이다.

AME測定法の 結점중 하나는 基礎飼料에 供試飼料를 混合함으로써 닭의 사료섭취량을 감소시키기 쉬우며, 섭취량에 큰 變異를 갖게하는 點이다.

그리고 이와같은 狀況은 AME_F 측정을 위한 制限給餌時 더욱 擴大되는 것으로 보인다.

Muztar와 Slinger(1980)은 훈련에는 1.25시간동안 試驗飼料區는 55gm 以下로 섭취하였다고 했다.

요컨대 飼料攝取量 문제는 단순히 1일 1시간 씩 섭취토록 하는 것만으로 充分치 못하며 이밖에도 制限飼養을 할때 일종의 Feed-back機轉과 같은 사료섭취량을 調節하는 기능이 있는 것으로 보인다. 따라서 신뢰할 수 있는 AME_F 測定值를 얻기 위해서는 最小飼料攝取量에 관한 基準이 필요하다 하겠다. 이와 관련하여 Farrell(1978)은 供試鷄에 대한 훈련에도 불구하고 사료섭취량이 70gm 以下인 Data는 FEm+UEe 損失量의 영향이 相對적으로 크게 됨으로 폐기토록 하고 있으나 이는 供試鷄의 体重이 3.5kg일때 얻은 결과이며 Schang과 Hamilton(1982)은 体重 2.5kg인 닭의 경우 사료섭취량 30gm 以上の Data를 이용하도록 지적하고 있다. 本試驗에서 AME_F測定區의 飼料攝取量은 43~64gm의 범위로 이는 최소한 TME測定區의 섭취량(25gm) 이상이며, Schang과 Hamilton(1982)의

30gm 以上으로 일단 AME_F 측정에는 지장이 없는 것으로 생각된다. 그러나 사료섭취량이 무제한 급이구에 미치지 못하고 또 個別 섭취량의 變異가 큰 사실은 AME_F 측정에 多小間 영향을 미친 것으로 생각된다.

본시험에서 특히 수수의 AMF_F 値가 낮은 현상은 供試飼料인 수수를 50% 代置함으로써 수수中 Tannin 成分이 嗜好性を 떨어트렸고 또 短時間에 多량의 수수를 섭취할 때 Tannin에 의하여 에너지 利用성이 저하될 가능성을 생각할 수 있다 (Vohra and Kratzer, 1980).

한편 Sibbald (1976)가 제시한 TME 測定値를 AME 및 AME_F 値와 비교할 때 에너지 飼料인 옥수수 (4,162kcal/g), 수수 (4,282kcal/g) 및 大麥 (3,753kcal/g)의 TME 値는 각각의 AME 와 AME_F 値에 비해 有意적으로 높다 ($p < .05$). 그러나 單質사료의 경우 魚粉 (3,054kcal/g) 및 大豆粕 (3,203kcal/g)은 AME 및 AME_F 에 비해 동일하거나 약간 낮은 경향을 보였다.

TME 價는 닭의 糞에너지에서 代謝糞과 內因性 尿에너지 (FEM+UEe)를 공제하여 얻은 測定値이다. 따라서 TME 算出時엔 순전히 食餌性 糞에너지 損失量만을 고려함으로 理論적으로 TME 價가 AME 値보다 높은 경향은 당연하다.

Sibbald (1977)은 TME 價와 ME_N 價 間에는 直線的인 相關이 있다고 하며 TME 價는 ME_N 價에다 1.097 factor를 곱하여 推定値를 얻을 수 있다고 하였다. 本試驗에서도 TME 値와 $AMEN$ 値 間에는 같은 傾向을 보이며 TME/ $AMEN$ Ratio를 산출할

때 平均 1.145로 Sibbald (1977)의 factor 보다 약간 높은 數値를 보인다. 특히 TME/ $AMEN$ Ratio는 에너지사료인 경우는 1.132-1.166의 범위로 飼料間差異가 비교적 적는데 반하여 單質사료에선 1.051-1.229의 넓은 변이를 나타내고 있다. 이와 관련하여 Muztar와 Slinger (1980, 1981)은 각종 사료에 대한 TME/ $AMEN$ Ratio를 비교한 시험에서 factor는 1.12-1.16으로 飼料에 따라 變異가 심하며 따라서 同一 飼料라도 한 試料에서 얻은 factor는 다른 試料에 적용할 수 없다고 하였거니와 본 시험 성적도 이와 傾向을 같이하는 것이라 생각된다.

한편 AME 및 AME_F 値를 TME 測定時와 같은 條件에서 검토하기 위하여 各各의 糞에너지에서 FEM+UEe 損失量을 訂正한 T- AME , AME_{FC} 値를 계산하여 TME 値와 비교하면 表 5와 같다.

즉 Muztar와 Slinger (1980) 및 Chami 등 (1980)은 AME_F 測定時 배설분에서 FEM+UEe 손실량을 공제해 줌으로서 訂正 AME_F (AME_{FC}) 値를 계산토록 하고 있다. 또한 T- AME 는 FEM+UEe 손실량을 AME 로부터 訂正한 것이다. 즉 表 5에서도 옥수수, 수수, 大麥 등 에너지사료의 TME 値는 AME_{FC} 나 T- AME 에 비하여 有意的 ($p < .05$)으로 높은 반면 AME_{FC} 와 T- AME 値間에는 有意差 ($p > .05$)가 없었다. 이와 반대로 어분 및 대두박 등 單質사료에 있어서는 TME 價가 AME_{FC} 나 T- AME , 値에 비하여 有意的 ($p < .05$)으로 낮은 한편 여기서도 AME_{FC} 와 T- AME 値間에는 有意差 ($p > .05$)가 인정되지 않았다.

Table 5. Comparison of TME, AME_{FC} and T- AME values* of feedingstuffs.

Feedingstuffs	TME	AME_{FC}	T- AME **	X_1 ***	X_2 ***
Corn, yellow	4.162 ± .010a	3.994 ± .050b	3.987 ± .031b	1.044	1.042
Sorghum	4.282 ± .046a	3.974 ± .015b	3.993 ± .033b	1.072	1.078
Barley, groat	3.753 ± .035a	3.558 ± .051b	3.568 ± .053b	1.052	1.055
Fish meal (55%)	3.054 ± .048b	3.315 ± .032a	3.302 ± .051a	0.925	0.921
Soybean meal (48%)	3.203 ± .072b	3.504 ± .057a	3.386 ± .106b	0.946	0.914

* All figures (mean+se) expressed on a dry matter basis. (Kcal/gm)

** AME values corrected FEM+UEe losses

*** $X_1 = TME/T-AME$, $X_2 = TME/AME_{FC}$

**** Without common superscripts in the same row differ significantly. ($P < .05$)

이들 성적을 종합해 보면 첫째, 본 시험에 사용한 全飼料는 AME_{Fc} 値와 T-AME 値는 거의 一致하였으며 둘째, 에너지사료의 TME 値는 AME_{Fc} 나 T-AME 値보다 높았고 셋째, 단백질사료의 TME 値는 이들 보다 낮은 특징을 보이고 있다. 여기에서 각 사료의 AME_{Fc} 와 T-AME 値가 一致하는 사실은 실제 AME_F 와 AME 値의 相關보다 더욱 變異가 감소하고 있다. 이는 AME_{Fc} 나 T-AME 値가 각각 일정한 FEm+UEe 損失量을 訂正해 줄때 나타난 현상으로 일정한 FEm+UEe 損失量을 訂正할때 ME 測定値의 變異는 감소하며 (Farrell, 1981), FEm+UEe 損失量은 사료섭취량에 관계없이 일정하여 AME 値는 섭취량이 증가할수록 증가하는 경향을 보이거나 TME 價는 사료섭취량에 관계없이 一定하다고 한 Guillaume와 Summers(1970), Sibbald(1975) 등의 報告와 傾向을 같이 하는 것으로 볼 수 있다. 또한 에너지사료의 TME 値가 AME_{Fc} 나 T-AME 値보다 높은 사실은 이들의 사료급여량이 각각 25gm, 50gm, 90gm임을 감안할 때 이는 섭취량이 維持量 以下로 少量 급여할때 에너지 利用率이 向上되기 때문으로 보이며 이와 같은 사실은 飼料攝取量 30gm 内外에서 TME 値가 가장 높다고 한 Sibbald(1977)의 보고나 사료섭취량이 10~70gm 범위에서 섭취량이 감소할수록 TME 値는 점차 증가한다는 Storey와 Allen(1982)의 보고와 경향을 같이하는 것이다.

그러나 이는 병아리의 경우 섭취량을 無制限給餌時의 30%까지 감소하더라도 ME 價는 변하지 않았다는 Hill과 Anderson(1958)의 보고와 相異한 성적이며 또 최근 FEm+UEe 損失量은 항상 一定한 것이 아니라 飼料의 種類 組成分, 攝取量에 따라 영향을 받는다는 報告가 (Van Es, 1980) 있어 이 點 再檢討할 問題로 생각한다.

또한 本 試驗에서 단백질사료의 TME 値가 일률적으로 낮게 측정된 것은 첫째, 供試飼料中 단백질함량이 AME나 AME_F 區가 34% (DM basis) 인데 반하여 單味飼料를 급여하도록 된 TME 區는 52~60%에 達함으로써 正常的인 谷類사료의 범위와 현저한 차이가 있었으며 둘째, 固型分蓄積率 (Dry Matter Retention)을 計算할때 AME 區가 約 60% 以上인데 반하여 魚粉 21%, 大豆粕 30%로 異狀의 原因이 있는 것으로 생각된다

다. 즉 지나친 고단백질사료를 短時間內에 급여할 때 供試鷄는 이를 正常的으로 消化, 利用할 수 없으며 따라서 이는 측정상의 問題점으로 생각된다.

또한 魚粉이나 大豆粕은 消化器管 通過速度가 늦기 때문에 採糞時間을 24시간보다 48시간으로 연장하는 것이 바람직 하다는 報告가 있다 (Schang 和 Hamilton, 1982; Muztar와 Slinger, 1980).

本 試驗의 경우 糞採取 時間은 24시간으로 만일 배설량 전체를 수집하지 못하였다면 TME 價는 더 감소할 수 밖에 없거니와 또한 실제 採取時 糞排泄 상황으로 보아 未採取量이 거의 없는 것으로 판단된다.

Schang 和 Hamilton(1982)은 AME_F assay의 短 點으로 試驗飼料區에 대한 基礎飼料區를 두어야 된다는 것과 供試鷄의 훈련에 필요한 시간, 飼料調理 및 러실 등을 들고 있거니와 本 試驗에서도 例 外는 아니었다. 반면 TME assay는 特定的인 사료에 대하여 糞에너지에서 FEm+UEe 損失量을 訂 正함으로써 訂正하지 않은 AME 價에 비해 變異가 적고 따라서 보다 精確한 測定値를 얻을 수 있다 는데 理論的인 長點이 있다. 또 TME는 少量의 試料로 比較的 短時間에 測定할 수 있다는 長點이 있으며, 또한 飼料의 TME 價는 再現性 (Dale 和 Fuller, 1981)과 加算性 (Sibbald, 1977; Tenesaca 和 Sell, 1979; Dale 和 Fuller, 1980)이 있음이 立證된 바 있다. 그러나 本 試驗結果 信賴할 수 있는 TME 價를 測定하기 위하여는 닭의 年齡, 飼料組成分 및 給與量, 採糞時間 等 糞 또는 FEm+UEe 損失量에 영향하는 要因을 分明히 파악하고 그에 따라 TME 測定基準을 確立할 必要가 있는 것으로 보인다. 그리고 測定基準이 再確立 된다면 최근 제시되고 있는 AME_{Fc} 와 TME 測定法 中에서 均 一한 飼料攝取量을 給餌할 수 있고 비교적 測定時間이 빠른 TME 測定法이 有利하다고 생각된다.

IV. 摘 要

本 試驗은 現行 ME 測定方法을 比較 檢討하기 위하여 옥수수·수수·大麥·魚粉·大豆粕에 대하여 TCM, IM과 AME_F , TME bioassay法을 比較 測定한 결과 다음의 成績을 얻었다.

1. TCM 및 IM에 依해 AME 測定時 魚粉을 제

이하곤 각 방법間에는 有意差가 없었으나 ($p > .05$) TCM에 의한 測定値는 다소 높은 경향이였다.

2. AME_F 와 AME 價 間에는 수수를 제외하고는 有意差 ($p > .05$)를 발견할 수 없었으며 이와 관련하여 AME_F bioassay를 利用 AME 測定上 문제점을 검토하였다.

3. 옥수수 · 수수 · 大麥의 AME_{FC} , TME値는 AME , AME_F 値에 比하여 有意的 ($p < .05$)으로 높은 반면 魚粉과 大豆粕은 비슷하거나 낮았다. 이

러한 事實은 AME_{FC} 와 TME測定法은 魚粉 및 大豆粕의 AME_{FC} 나 TME價를 저하시키는 要因이 있음을 지적하는 것이라 하겠다.

4. TME, AME_{FC} 와 T- AME 價를 比較時 옥수수 · 수수 · 大麥의 TME價는 AME_{FC} 나 T- AME 價보다 有意的 ($p < .05$)으로 높았으나 반면 魚粉, 大豆粕은 현저히 낮았다 ($p < .05$). 따라서 TME, AME_{FC} 와 T- AME 間의 關係는 특히 단백질사료와 같은 各 飼料의 種料마다 一定치 않았다.

REFERENCES

1. Association of Official Analytical Chemists. 1975. Official Method of Analysis, 12th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Washington, D.C.
2. Boldaja, F., W. B. Roush, H. S. Nakau, and G. H. Arscott. 1981. True metabolizable energy values of corn and different varieties of wheat and barley using normal and dwarf Single Comb White Leghorn rooster. Poultry Sci., 60; 225-227
3. Carew, L. B., Jr. 1973. Estimating standardized procedure for metabolizable energy determination. Feedstuff; 25-26
4. Chami, D. B., P. Vohra. and F. H. Kratzer. 1980. Evaluation of a method for determination of true metabolizable energy of feed ingredients. Poultry Sci., 59;569-571
5. Dale, N. M., and H. C. Fuller. 1980. Additivity of true metabolizable energy values as measured with rooster, broiler chicks and poults. Poultry Sci., 59;1941-1942
6. Dale, N. M., and H. C. Fuller. 1981a. Effect of carrier on the true metabolizable energy of corn oil. Poultry Sci., 60; 1504-1508
7. Dale, N. M., and H. L. Fuller. 1982. Applicability of the true metabolizable energy system in practical feed formulation. Poultry Sci., 61;351-356
8. Din, M. G., M. L. Sunde., and H. R. Bird. 1979. Measuring metabolizable energy with mature hens. Poultry Sci., 58;441-445
9. Edmundson, I. C. 1980. The true metabolizable energy of meat and bone meal determined at different dose levels Page. 20-25 in Proc. 1980. South. Pacific Poultry Sci, Convention, Newzealand.
10. Farrell, D. J. 1978. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. Brit. Poultry Sci., 19;303-308
11. Hill, F. W., and D. L. Anderson. 1958. Comparison of ME and PE determination with growing chicks. J. Nutrition, 64;587-604
12. Hill, F. W., D. L. Anderson, R. Renner., and L. B. Carew. 1960. Studies of the metabolizable energy of grains and grain products for chicken. Poultry Sci., 39; 573-579
13. Kohler, G. O., and D. D. Kuzmicky. 1970. Problem concerned with determination and interpretation of metabolizable energy values. Feedstuff. 42 (12); 18
14. Lockhart, W. C., R. L. Bryant., and D. W. Bolin. 1967. The effect of B-vitamin deficiencies on the efficiency of metabolizable energy and protein utilization. Poultry Sci., 45; 939-945
15. Mateos, G. G., and J. L. Sell. 1980. True and apparent metabolizable energy values

- of fat for laying hens; Influence of level use. *Poultry Sci.*, 59; 369-37
16. McIntosh, J. I., S. J. Slinger, I. R. Sibbald, and G. C. Ashton. 1962. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds; 7. The effect of grinding, pelleting and grit feeding on the availability of the energy of wheat, corn, oat and barley. *Poultry Sci.*, 42;
 17. Muztar, A. J., and S. J. Slinger. 1979. Effect of length of excreta collection period and feed input level on the true metabolizable energy value of rapeseed meal. *Nutr. Rep. Int.* 19; 689-694
 18. Muztar, A. J., and S. J. Slinger. 1980a. Rate of passage of feedstuffs through mature rooster and effect on the true metabolizable energy. *Nutr. Rep. Int.* 22; 147-156
 19. Parson, C. M., L. M. Potter., and R. D. Brown, Jr. 1981. True metabolizable energy and amino acid digestibility of dehulled soybean meal. *Poultry. Sci.*, 60; 2687-2696
 20. Potter, L. M. 1972. The precision of measuring metabolizable energy in poultry feedstuffs. *Feedstuff*, 545; 28
 21. Rao, P. V., and D. R. Clandinin. 1970. Effect of method of determination on the metabolizable energy of rapeseed meal. *Poultry. Sci.*, 49; 1069-1074
 22. Rojas, S. W., and C. M. Arana. 1981. Metabolizable energy of anchovy fish meal and oil for chicks. *Poultry. Sci.*, 60; 2274-2277
 23. Sibbald, I. R., J. Czarnocki., S. J. Slinger., and G. C. Ashton. 1963. The prediction of the metabolizable energy content of poultry feedingstuffs from a knowledge of their chemical composition. *Poultry. Sci.*, 42; 486-492
 24. Sibbald, I. R. 1975. The effect of level of feed intake on metabolizable energy value measured with adult rooster. *Poultry. Sci.*, 54; 1990-1997
 25. Sibbald, I. R. 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry. Sci.*, 55; 303-308
 26. Sibbald, I. R. 1977. A test of the additivity of true metabolizable energy value of feedingstuffs. *Poultry. Sci.*, 56; 363-366
 27. Sibbald, I. R., and K. Price. 1978. The metabolic and endogenous energy losses of adult roosters. *Poultry. Sci.*, 57; 556-557
 28. Sibbald, I. R. 1979. The effect of the duration of the excreta collection period on the the true metabolizable energy values of feedingstuffs with slow rates of passage. *Poultry. Sci.*, 58; 896-899
 29. Sibbald, I. R. 1979. Passage of feed through the adult roosters. *Poultry. Sci.*, 58; 446-459
 30. Sibbald, I. R. 1980. The effect of dietary cellulose and sand on the combined metabolic plus endogenous energy and amino acid output of adult cockerels. *Poultry. Sci.*, 59; 836-844
 31. Sibbald, I. R., and K. Price. 1980. Variability in metabolic plus endogenous energy losses of adult cockerels and in the true metabolizable energy values and rates of passage of dehydrated alfalfa. *Poultry. Sci.*, 59; 1275-1279
 32. Sibbald, I. R. 1981. Metabolic plus endogenous energy excretion by fowl. *Poultry. Sci.*, 60; 2672-2677
 33. Sibbald, I. R. 1981. Metabolic plus endogenous energy and nitrogen losses of adult cockerels; The correction used in the bioassay for true metabolizable energy. *Poultry. Sci.*, 60; 805-811
 34. Storey, M. L., and N. K. Allen. 1982. The effect of fasting time of mature, nonlaying female emden geese on true metabolizable energy of corn. *Poultry. Sci.*, 61; 101-106

35. Storey, M. L., and N. K. Allen, 1982. Apparent and true metabolizable energy of feedstuffs for mature, nonlaying female emden geese. Poultry. Sci., 61; 739-745
36. Schang, M. J., and R. M. G. Hamilton, 1982. Comparison of two direct bioassays using adult cocks and four indirect methods for estimating the metabolizable energy content of different feedingstuffs. Poultry. Sci., 61; 1344-1353
37. Titus, H. W., A. L. Mehring, D. Johnson, Jr., L. L. Nesbit, and T. Tomas. 1959. An evaluation of M. C. F (Micro-Cel-Fat) a new type of fat product. Poultry. Sci., 38; 1114-1119
38. Vohra, P. 1972. Evaluation of metabolizable energy for poultry. Worlds poultry. Sci., J. 29; 204-214
39. 이남형, 김현수, 육종론, 1973 韓畜誌 15 (1) 29-44