

養鷄飼料의 TME 測定에 영향을 要因에 관한 試驗

II. 飼料投入量 및 飼料給與形態가 옥수수와 大豆粕의
代謝 에너지價에 미치는 影響

李 榮 哲 · 姜 道 煥
(江 原 大 農 大)

Factors Affecting True Metabolizable Energy Determination of Poultry Feedingstuffs

Effect of level of feed input and diet types on apparent and true metabolizable energy of corn and soybean meal.

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

SUMMARY

The study was carried out to examine factors affecting metabolic plus endogenous energy (FEm+UEe) losses by adult roosters.

Experiment one was performed to examine the effect of excreta collecting period and Experiment two, of feeding soluble carbohydrates (corn starch and glucose) to birds on FEm+UEe losses.

The results obtained were as follows:

1. The excreta voided, energy and energy losses by the roosters during collecting period II (24-48hr) were generally higher than those of period I, although there was no significant difference ($P > .05$).

2. There was not found correlationship between body weight (X) and excreta voided, energy and nitrogen losses (Y) ($P > .05$). The fact supported that body weight of birds did not affect the losses of FEm+UEe by adult rooster.
3. The feeding of glucose and mixture (corn starch+glucose) decreased excreta voided, energy and nitrogen losses significantly ($P < .05$) comparing with those of unfed birds.
4. The excreta voided, and nitrogen loss of birds fed corn starch were much lower than those of unfed birds. Fact that FEm+UEe losses was not significantly different ($P > .05$) between birds fed corn starch and unfed birds was indicative that apparent digestibility of corn starch was much lower than that of glucose and mixture.
5. Nitrogen loss of fed birds was greatly reduced comparing with that of unfed birds. The finding was indicative that the carbohydrates input was utilized to supplemented energy loss through the catabolism of body tissue during fasting.

I. 緒 論

飼料의 ME 價를 측정하기 위한 Rapid bioassay 로는 Sibbald(1976)의 True Metabolizable Energy (TME) 測定法과 Farrell (1978)의 훈련제를 이용한 Apparent Metabolizable Energy of Farrell (AME_F) 測定法이 있다.

Hill과 Anderson(1958)은攝取량을 無制限 給餌의 30%까지 制限해도 AME 價는 變異가 없다고 보고한 반면 Potter등(1960)은 섭취량을 制限할때 AME 價는 向上되었다 하였다. 이와관련 Guillaume과 Summers(1970)은 內因性에너지 (FEm+UEe) 損失量은 섭취량과 無關하여 一定하므로 사료섭취량이 증가할 때 全糞中 FEm+UEe 損失部分이 차지하는 比率는 相對的으로 감소하여 따라서 이때 AME 價는 점차 증가한다고 하였다.

供試鷄의 血統 및 品種, 年齡, 性別, 種等の 要因에 依해 AME 價가 影響받는 原因은 주로 內因性에너지 (FEm+UEe) 손실량의 差에 있으며 따라서 FEm+UEe 손실량을 訂正한 TME 價는 섭취수준 뿐 아니라 上記한 諸 要因에 대해서도 影響을 적게 받는다고 한다(Sibbald 1976, 1977).

即 Sibbald(1977)은 給餌량을 10-110gm 에 걸쳐 강제급이 할때 10~30gm 에서 TME 値는 약간 높았으나 전체적으로 有意差는 없었다고 하였고,

Storey와 Allen(1982)은 거위의 경우 給餌량을 10~70gm 증가할시 TME 價는 약간씩 감소하는 경향이 있으나 有意差는 없었다고 보고했다.

한편 AME_F bioassay (Farrell, 1978)의 短點은 飼料의 嗜好性에 따라 攝取量의 變異가 심해 AME 價의 變異가 심하다고 보고한 바 있다. (Muztar와 Slinger, 1980. Schang과 Hamilton, 1982) 따라서 Muztar와 Slinger(1981), Jonsson(1980), Cham 등(1980), Schang과 Hamilton(1982) 등은 AME_F 價에서 FEm+UEe 손실량을 訂正한 AME_{FC} 價를 算出한바 있으며 AME_{FC} 價는 섭취수준에 의해 變異의 폭이 적은 장점이 있다고 報告한 바 있다.

한편 第1報 試驗結果에서 AME_F 測定時 가장 큰 문제점은 訓練鷄라도 사료섭취량이 一定치 않고 특히 이는 사료의 嗜好性에 의해 문제가 되는 것으로 판단 되었고, TME 測定時에는 單味飼料를 投與하기 때문에 사료의 物理的, 化學的性狀이 變 증되기 쉽고 이를 사료의 消化器 通過速度, FEm+UEe 損失量 등에 影響을 미쳐 精確한 TME 價의 측정기 어려운 것으로 믿어진다. 따라서 AME_F 法과 TME 測정을 精確하여 強制給餌 하되 供試飼料는 單味飼料가 아닌 配合飼料 形態로 측정하는 것도 可能한 측정방법으로 생각된다.

따라서 本 試驗은 配合飼料의 給與水準을 20, 50, 75gm 로 強制給餌 할때 육수수와 人乳의 AME_{FC}

TME와 AME, AME_F 값에 미치는 영향과 사료의 급여형태가 옥수수 TME 값에 미치는 영향을 검토코자 실시하였다.

II. 試驗材料 및 方法

1. 試驗期間 및 場所

本 試驗은 1982年 9月 20日 부터 11月 16日 까지 江原大學校 畜産學科 飼養學實驗實에서 實施하였다.

2. 供試動物

친호 부화장에서 1982年 3月 11日 부화한 Maninar 白色 産卵鷄 系統의 体重이 一定한 수탉(27週齡) 24首를 선발하여 使用하였다.

3. 試驗飼料

本 試驗에서는 TME 測定法(Sibbald, 1976)을 약간 변경하여 單味飼料代身 配合飼料를 급여하되 여 기사용한 基礎飼料로는 Sibbald(1963)의 경우 에 너지사료와 蛋白質사료用 等 二種의 사료를 이용했으나 本 試驗에서 이를 區別하지 않고 一種의 基礎飼料를 利用했는데 그 化學的 組成과 配合率은 表 1 와 같다. 試驗飼料는 乾物重으로 50%씩 옥수수와 대두박을 代置하여 使用하였다.

Table 1. 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

4. 飼養管理 및 調査項目

a. AME_F, AME_{FC} 의 測定: 혼련鷄를 利用, 攝取時間을 1日 1時間으로 制限했고 飼料給餌量

도 25, 50, 75mg 으로 制限飼養 하였다.

b. TME의 測定: Sibbald(1976)의 方法에 따라 強制給餌 하였고, 섭취량이 높을 때 嘔吐를 防止하기 위하여 50, 75mg 給餌區는 2時間 間격으로 25mg 씩 강제급이 하였다. 本 試驗前 7日間 牙 備飼養后 24時間 絶食시킨 다음 供試飼料를 급이 하였다. 採糞時間은 24시간 實施하되 3日間 연속 하였다(單味사료區(4首)도 같음) 물은 全試驗期間 동안 自由給水 했고 其他 飼養管理는 本 大學 慣行法에 準하였다.

5. 試驗設計

給餌水準을 25, 50, 75mg 으로 固定 했고 各 水準間 4首씩 任意配置 하였으며 試驗飼料에 대한 各 水準 共히 代照區를 두었다. 單味飼料區(4首)는 옥수수 25mg 씩 정량적이고 강제급이 하였다.

6. 化學分析

Wiley cutting mill로 試料의 직경이 0.05mm 로 分碎하여 밀봉, 저장하여 시료로 사용 했으며, N 定量은 Macro-Kjeldahl法으로 定量했고 G.E는 Adiafatic oxygen bomb calorimeter로 測定하였 으며 一般分析은 A. O. A. C法(1975)에 準하여 分析하였다.

III. 結果 및 考察

本 試驗은 사료의 給與水準이 옥수수 및, 大豆粕의 TME(AME_{FC})와 AME(AME_F)값에 미치는 영향을 檢討하고자 實施한 바 그 分析結果와 成績은 表 2, 3, 4와 같다.

本 試驗에서는 TME 測定을 爲하여 單味飼料 대신 試驗飼料를 基礎飼料에 50%(W/W)씩 代치 하여 使用하였다.

우선 代謝糞 및 內因性尿에 너지(FEm+UEe) 損失을 訂正하지 않은 AME, AME_F 價를 比較해보 면 옥수수의 AME, AME_F 價는 乾物狀態로 50gm 給餌區일때 가장 높은 성적을 보였고 25gm 水準과 有意差(P<.05)가 있는 반면 75gm 水準에선 50gm 水準과 統計的인 有意差는 없으나(P>0.5) 약간 減少하는 傾向을 보이고 있다. 75gm 급여區의 AME_F 値는 試料處理에 착오가 생겨 測定에서 除外 되었다. 또한 大豆粕의 AME 및 AME_F 値는 各 飼料 攝取水準 間 현저한 有意差(P<0.5)가 있었다. 卽 50gm 水準에선 AME, AME_F 値는 各 各 25mg 水準

Table 2. Analytical data for the AME_{FC} Value of diet

	FEED				EXCRETA			
	DM	Intake (mg)	N (%)	GE (kcal)	DM excreta (mg)	N (%)	GE (kcal)	AME _{FC} of diet
Basal	25*	22.86 ^a	3.23	4.1189	10.80 ^a	14.20	2.8277	3.3154
	50	43.57	3.23	4.1189	13.94	9.41	2.9076	3.4748
	75	-	-	-	-	-	-	-
Basal+Corn (50 : 50)	25	23.08	2.21	4.2244	8.65	13.93	2.9822	3.6326
	50	43.95	2.21	4.2244	10.05	8.90	3.2190	3.7652
	75	-	-	-	-	-	-	-
Basal	25*	22.49	3.29	4.1376	10.27	14.36	2.7261	3.4519
	50	46.96	3.29	4.1376	16.37	9.71	2.7434	3.4392
	75	65.26	3.29	4.1376	19.87	9.60	2.8846	3.4615
Basal+Soybean meal (50 : 50)	25	21.52	6.43	4.5297	14.61	17.23	2.8841	3.1277
	50	46.21	6.43	4.5297	19.30	12.67	3.0574	3.5943
	75	62.85	6.43	4.5297	27.10	13.39	3.3002	3.3083

a. No. replication is 12

* Feed intake on as-fed basis (gm/per bird)

Table 3. Analytical data for the TME value of diet

	FEED				EXCRETA			
	DM intake (mg)	N (%)	GE (kcal/mg)	DM excreta (gm)	N (%)	GE (kcal)	TME of diet	
Basal	25*	22.41**	3.33	3.9322	8.73	13.75	2.6920	3.4256
	50	44.83	3.33	3.9322	14.45	10.73	2.7154	3.3281
	75	67.24	3.33	3.9322	20.12	9.06	2.7440	3.2925
Basal +Corn (50 : 50)	25	21.89	2.53	4.1935	7.33	12.15	2.9625	3.7878
	50	43.79	2.53	4.1935	10.46	8.91	2.9912	3.7568
	75	65.68	2.53	4.1935	15.81	8.89	3.0405	3.6527
Basal	25*	22.52	3.37	4.1334	10.01	10.31	2.3809	3.4138
	50	45.05	3.37	4.1334	19.41	9.71	2.7242	3.2285
	75	67.57	3.37	4.1334	22.61	10.43	2.7735	3.3670
Basal+Soybean meal (50 : 50)	25	22.46	6.06	4.5193	15.35	17.16	2.9786	3.0484
	50	44.92	6.06	4.5193	24.95	14.32	2.9505	3.3484
	75	67.38	6.06	4.5193	33.48	12.92	2.9838	3.2230

* Feed intake on as-fed basis.

** No. of replication: 12 birds

Table 4. Effect of level of feed intake on AME, AME_F, AME_{FC}, and TME values** of corn and soybean meal.

Feedingstuffs Feed intake (gm)	Corn			Soybean meal		
	25	50	75	25	50	75
AME _F	3.528±.202 ^b	3.801±.078 ^a	-	2.313±.070 ^c	3.327±.047 ^a	2.972±.037 ^b
AME	3.606±.088 ^b	3.999±.019 ^a	3.809±.013 ^a	2.366±.062 ^c	3.175±.081 ^a	2.842±.120 ^b
AME _{FC}	4.035±.053 ^a	4.046±.050 ^a	-	2.803±.090 ^c	3.594±.045 ^a	3.172±.041 ^b
TME	4.148±.029 ^a	4.183±.019 ^a	4.002±.012 ^a	2.683±.059 ^c	3.468±.081 ^a	3.079±.106 ^b

*Feed intake on as-fed basis.

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

**Mean±se without the same superscripts differ significantly. (P<.05)

에 비하여 34% 40%씩 有意的(P<0.5)으로 增加한 成績은 옥수수가 8%, 9%씩 增加한 結果에 比해 현저히 높은 것이다. 또한 옥수수의 AME 值와는 달리 대두박은 75mg 水準에서 AME, AME_F 值는 共히 50mg 水準에 比해 0.333kcal/mg, 0.355 kcal/mg씩 감소한 현상은 주목할 만한 事實이다.

한편 本 試驗에서 飼料給與量은 强制(TME) 또는 훈련에 의해(AME_F) 거이 精確한 量을 給여 하였 거니와 이때 排糞量은 섭취량에 正比例 하여 증가하는 현상을 나타내고 있다. 즉 非糞量과 飼料 攝取量은 옥수수의 AME_{FC} TME 의 경우는 각각 Y=7.692+0.065X 와 Y=2.868+0.191X, 大豆粕 은 Y=3.705+0.297X 와 Y=5.563+0.402X 로 liner regression 의 關係를 나타냈다(Y:排糞量, X:攝取量)

따라서 本 試驗의 옥수수의 경우 50mg 수준까지 AME 나 AME_F 值가 增加하다가 75mg에서 거의 같은 측정치를 보이는 것은 Sibbald(1975)의 報告와 一致하는 현상이라 하겠다. 即 FEm+UEe 損失量 이 일정할 때 糞排泄量은 飼料攝取量에 比해 增加한다. 따라서 AME 나 AME_F 值는 어느 정도 까지 (本 試驗에서는 50mg) 直線의 增加 하고 그후 거의 一定한 측정치를 나타내는 것으로 보인다. 다만 大豆粕 75mg 수준에서 AME 및 AME_F 值가 감소하는 현상은 첫째 DM retention을 計算할 때 AME 57.7%로 이는 옥수수의 78.7% 에 比해 떨어져 TME 는 50.3%로 옥수수의 76.9%보다 낮다. 즉 大豆粕 50% 代置時 供試飼料 는 38~40%의 高蛋白質을 含有하여 이들의 消

化利用率이 떨어진 것과 直接 間接으로 關係가 있는 것으로 보인다.

또한 表 4에서 FEm+UEe 損失量을 訂正한 AME_{FC} 및 TME 測定值를 살펴보면 옥수수 給與區는 飼料攝取量間에 有意差가 없으며(P>0.5) 따라서 여기서는 옥수수 75mg 수준에서 약간 감소한 성적이나 섭취량의 영향이 직접 나타나지 않았다. 그러나 大豆粕區에서는 대체로 AME測定時와 傾向을 같이하고 있다. 即 50mg區는 AME_{FC} 나 TME 值 모두 25mg區에 比해 有意的으로 높는데(P<0.5) 반하여 75mg區에서는 다시 意的으로(P<0.5) 감소하는 현상을 보이고 있다. 따라서 옥수수의 AME_{FC} 및 TME 值는 Sibbald(1976, 1977, 1979), Storey와 Allen(1982)의 報告와 傾向을 같이하는 것으로 생각된다.

즉 섭취한 飼料에너지와 배설糞에너지 間에는 直線的 相關關係가 있으며 따라서 TME 值는 飼料攝取量의 變異에 獨立的으로 作用하여 섭취량이 증가하여도 현저한 영향을 받지 않는것으로 생각된다. 또한 Sibbald(1977)은 섭취량이 증가하여도 TME 는 3.32~3.44kcal/mg로 有意的인 差異는 없으나 섭취량이 증가함에 따라 TME 值의 標準誤差(SE)는 감소한다고 하였다. 그러나 本 試驗中 옥수수 측정 경향은 사료급여 水準을 10~70mg 까지 달리할 때 10mg區의 TME 值가 가장 높았으며 급여수준을 증가함에 따라 有意差는 없으나 점차 감소하는 경향이 있으며 이는 飼料의 種類에 따라 差異가 있다고 한 Storey와 Allen(1982)의 報告와는 傾向을 달리하고 있다.

한편 大豆粕의 경우 飼料給與水準이 50mg 일때 TME 및 AME_{FC} 値가 가장 높고 25mg과 79mg 일때 各各 有意的으로 (P<0.5) 감소하는 현상을 보이고 있거니와 이에 관한 精確한 原因은 本 試驗만으로 分明히 하기는 어렵다. 그러나 적어도 大豆粕 에너지의 体内利用傾向이 옥수수와는 差異가 있음을 立證하고 있다.

Sibbald(1979)는 사료섭취수준은 TME 價에 영향하지 않으나 肉骨粉, 魚粉, 알팔파粉未 같은 飼料는 消化器 通過速度가 늦기 때문에 측정코자 하는 사료의 種類와 섭취수준에 따라 採糞時間을 달리하여야 된다고 보고하고 있으며 Schang과 Hamilton(1982)는 大豆粕, 채종박, 羽毛粉 등과 같은 사료는 採糞時間은 48時間으로 연장하는 것이 安全하다고 하였다. 그러나 本 試驗의 경우 Sibbald(1976)과는 달리 配合飼料의 형태로 給餌한 點, 그리고 75mg수준의 AME_F 및 TME 値가 50mg수준에 비하여 오히려 떨어지는 현상을 보이는 點에서 TME測定時 採糞時間이 문제가 된것으로는 생각지 않는다. 이와는 별도로 최근 FEm+UEe 損失量은 飼料의 給여량이나 性狀에 관계없이 一定한 것이 아니라 飼料中 粗纖維含量과 같은 要因에 의하여 影響하는 것으로 알려져 있다.(Farrell, 1978).

한편 AME_F 價는 섭취수준에 따라 變異가 심하여 Farevll(1978)은 70mg 以上에서, Schang 과 Hamilton(1982)은 30mg 以上에서 AME_F 價를 측정해야 된다고 주장하고 있으며 그 理由로는 30mg 以下の 섭취수준에서는 AME_F 價에 FEm+UEe損失量이 미치는 影響이 크다는 것이다. 따라서 Muztor와 Slinger(1981) Jonsson(1980) Chami 등(1980) Schang과 Hamilton(1982)은 AME_F 價에서 FEm+UEe損失量을 訂正한 AME_{FC} 價를 산출한 바 있다.

요컨대 飼料攝取量이 너무 적을 때는 비록 미량의 採糞量 誤差라도 TME나 AME_{FC} 値를 過大 評價하기 쉽고 또 지나치게 많을 시도 역시 嘔吐 등으로 因한 精確한 評價가 어려워진다. 本 試驗 結果 만으로 보면 옥수수나 대두박의 AME_{FC} 및 TME 價 共히 50mg 給여수준에서 가장 安定된 測定値를 나타낸 것으로 보아 50mg 給여수준이 적당하다고 생각된다. 그리고 50mg은 單味飼料로 볼때 25mg으로 이는 Sibbald(1976)가 권장하는 安全給與量과 一致하는 量이다.

또한 本 시험에서는 配合飼料 形態로 給여함으로써 營養素含量, 嗜好性, 物理的性狀等 單味飼料에서 編重되기 쉬운 欠點을 회색시킬 수 있으며 따라서 이와관련 사료의 消化器 通過速度, 排糞量 또는 FEm+UEe 損失量을 어느정도 均一하게 할 수 있는 것으로 생각된다.

한편 TME 측정의 경우 옥수수 및 대두박을 單味飼料 形態와 配合飼料(50:50) 形態로 측정한 TME 値를 보면 表3와 같다.

옥수수의 경우 單味飼料로 給餌할때 TME 價는 4.162kcal/mg인데 비하여 配合飼料는 4.111kcal/mg이며 大豆粕은 3.203kcal/mg과 3.297kcal/mg 로 有意差가 없었다(P>0.5) 즉 TME 價는 給餌飼料의 形態에 관계없이 一定하며 따라서 TME價는 單味飼料는 물론 配合飼料 形態로 측정가능 함을 뜻한다. 이는 TME 價는 加算性(Additive)이 있다고 한 Dale과 Fuller(1981, 1982) 및 Sibbald(1979)의 報告와 一致하는 結果라 생각된다. Dale과 Fuller(1981)는 大豆粕을 配合飼料에 混合해 줄때 TME 値가 9.38~9.40kcal/mg로 거의 一致했다고 하였다. 또한 Dale과 Fuller(1982)는 실제 Broiler 飼料에 대하여 AMEn, TME 値를 측정한 결과 飼料 效率等 병아리의 能力은 AMEn보다 TME値에 더

Table 5. Effect of types of experimental diet on TME* Value by adult rooster.

Feedingstuffs	Fed as single	Fed as balanced	T-test
Corn, yellow	4.162+.010	4.111+.045	N.S**
Soybean meal	3.203+.072	3.297+.068	N.S

* Mean+SE expressed on a dry matter basis. (kcal/mg)

** Nonsignificantly different (P .05)

밀접하였다고 하며 TME 値는 실제 飼料配合에 利用 可能하다고 보고하였다.

그러나 Sibbald(1979)는 Alfalfa 粉粒, 肉粉 및 魚粉을 각각 小麥에 43%와 66%씩 代置, 配合할 때 Alfalfa 粉粒과 肉粉은 대치수준에 관계없이 TME 値엔 差異가 없었으나 魚粉은 대치수준이 낮을 때 有意性은 없으나 감소하였다고 보고했다. 요컨대 共試飼料를 單味 아닌 配合 形態로 급여할 때 營養素가 編重된 사료의 特性을 어느정도 회색시킴으로써 보다 均一한 條件에서 TME를 측정할 수 있는 것으로 생각된다.

IV. 摘 要

飼料給與量이 옥수수과 大豆粕의 TME (AME_F)와 TME (AME_{FC})價에 미치는 영향과 사료의 形

態(單味와 配合)가 옥수수의 TME 價에 미치는 영향을 檢討하고자 실시한 結果는 다음과 같다.

1. 옥수수 大豆粕의 AME, AME_F價는 共히 各 給餌水準間 현저한 有意差 (P < .05)가 있었으며, 특히 50mg·급이水準에서 옥수수, 대두박 共히 가장 높았다. 반면 옥수수의 AME 價는 50과 75mg 給餌水準間에는 有意差 (P > .05)가 없었다.

2. 옥수수의 TME와 AME_{FC}價는 各 給餌水準間 有意差가 없었던 (P > .05) 반면 大豆粕은 各水準間 현저한 差가 (P < .05) 있었다. 5 mg 給餌水準에서 大豆粕의 AME_{FC} TME 價가 가장 높은 사실은 특히 大豆粕의 경우에는 TME 測定上 문제점이 있음을 지적하는 것이다.

3. 單味 또는 配合飼料 形態로 測定한 옥수수의 TME 價는 두 形態間 有意性은 없었다. (P > .05)

References

1. Association of Official Analytical Chemists. 1975. Official Methods of Analysis. 12th ed. Assoc. Offic. Anal Chem., Washington, DC.
2. 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
3. Farrell, D. J., 1978. Rapid determination of metabolizable energy of using cockerels. Brit. Poultry. Sci. 19:303-308
4. Guillaume, J., and J. D. Summers., 1970. Maintenance energy requirement of the rooster and influence of plane of nutrition on metabolizable energy Can. J. Anim. Sci. 50: 363-369
5. Hill, F. W., and D. L. Anderson. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with growing chicks. J. Nutrition 64:587-604
6. Jonsson, G., 1980. Nutritive values of grassmeal for poultry. M. Phil. Thesis Univ. Edinburgh, Scotland
7. Muztar, A. J., and S. J. Slinger. 1980a. Rate of passage of feeds through mature rooster and effect on true metabolizable energy, (Nutr. Int. 22:361-367.)
8. Muztar, A. J., and S. J. Slinger. 1980b. Effect of length, collection period on the metabolizable energy values in short-term assays (Nutr. Rep. Int. 22:589-595)
9. Muztar, A. J., and S. J. Slinger. 1980c. An evaluation of rapid apparent and true metabolizable energy in relation to feed intake using mature energy in relation to feed intake using mature cockerel Nutr. Rep. Int. 22:745-750
10. Potter, L. M., L. D. Matterson, A. W. J. Pudalkiewicz., and E. P. Singser. 1960. Studies in evaluating energy content of feed for the chick 1. The evaluation of metabolizable energy and productive energy of alpha-cellulose. (Poultry. Sci. 39:1166-1187)
11. 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.
12. Sibbald, I. R, 1975. The effect of level of feed intake on metabolizable energy values measured with adult rooster. Poultry. Sci. 54:1990-1997.
13. Sibbald, I. R, 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. Poultry. Sci. 55:303-308