

産卵鶏와 非産卵鶏의 에너지代謝 比較 試驗

李 榮 哲

江原大學校

(1986. 5. 15接授)

Comparison of Energy Metabolisms between Laying and Non-laying Hen

Yong Chull Rhee

Kangwon National University

(Received May 15, 1986)

SUMMARY

The energy metabolism with the normal laying hen and progesterone injected non-laying hen are compared.

1. The FHP of 109.7 Kcal for laying hen was 25.5 percent higher than the 87.4 Kcal found for non-laying hen.

2. The MEM's of laying hen and non-laying hen were 149, and 135 Kcal / Kg^{0.75} / day and NAME's of the diets were 77 and 83 percent, respectively. For the laying hen shown negative retention in body energy during the experiment, the 77 percent NAME was the value of supporting egg production. For the non-laying hen shown the positive retention in body energy and zero egg production, the 83 percent NAME was of growth.

3. A change in body weight of 1g was comparable to 3.54 Kcal for laying hen, and 5.0 Kcal for non-laying hen, when calculated on regression equations between body weight change and body energy retention(BE). The figures indicate that the tissue energy is used with an efficiency of 70 percent for egg production.

4. Plasma level of triiodothyronine(T3) for the laying hen is appeared to be higher than that of non-laying hen, although the levels of thyroxine (T4) are equal both in laying and non-laying hen.

5. Activities of four hepatic enzymes(ATP citrate lyase, fructose diphosphate aldolase, isocitrate dehydrogenase and glutamate pyruvic transaminase) were significantly greater in the laying hen than in the non-laying hen.

I. 序 論

産卵鶏의 維持 및 卵生産을 위한 에너지 要求量

에 관한 지금까지의 研究를 綜合하여 보면, 研究者에 따라 커다란 差異가 있다. 즉, 산란계의 1日 ME 要求量은 代謝體重當 85 ~ 148 Kcal 이며 ME 利用效率도 60 ~ 89 %란 比較的 넓은 範圍의 要

求량을 報告하고 있다. 여기에는 첫째, 研究者에 따라 에너지 代謝의 測定方法이 다른 理由를 들 수 있다. 卽, Waring과 Brown (1965, 1967), Tasaki와 Sakurai(1969), Farrell (1975) 등은 에너지 代謝測定에 있어서 閉鎖式 呼吸代謝裝置를 利用하였는데 比하여 Burlacu와 Baltac (1967, 1971), Grinbergen (1970), van Es 등 (1969), Romijn과 Vreugolenhil (1969) 등은 開放式 裝置를 使用하였으며 또, Hoffmann과 Schiemann (1973)은 呼吸試驗과 더불어 屠體分析試驗 方法을 실시하고 있다.

둘째로, 에너지 蓄積量 (ER)의 계산방법이 研究者에 따라 그 기준을 달리 하고 있다. 卽, Shannon과 Brown(1970), Burlacu와 Baltac (1971), Farrell (1975) 등 大部分의 研究者들은 ER 計算을 ME 攝取量에서 열발생량 (HP)을 公제하고 있는데 비하여 Grinbergen (1970)은 ER이 마이너스가 되는 경우, 體에너지 (BE)로부터 卵生產을 위해 소비한 에너지 部分을 補正하기 위해 BE의 20%를 HP에 加算하고 있다.

셋째, ME 攝取量에 대한 ER의 回歸式을 計算할 때 Shannon과 Brown (1970), O'Neill 등 (1971)은 절식계의 HP를 포함하고 있는데 반하여 大部分의 다른 研究者들은 이를 제외하고 있다. 卽, 前者들은 維持飼料量 以下の ER을 포함하고 있는데, 後者들은 維持飼料量 以下에서의 ER성적을 갖고 計算하고 있다. 결국 產卵鷄의 維持時 ME 要求量이나 또는 ME 利用效率의 성적이 研究者에 따라 크게 다른 사실은 에너지 代謝의 測定條件의 差에도 一部 原因이 있을지 모르나 그보다는 오히려 에너지 蓄積成績 또는 回歸式의 計算기준에 문제가 있는 것으로 생각되는 것이다. 닭의 體內 代謝에 있어서 產卵率에 따라 卵巢 또는 輸卵管에 대한 영양소 공급을 또는 이들 組織內的 卵形成을 위한 에너지 손실량의 差異가 생기는 것은 충분히 豫測되는 일이다. 따라서 產卵을 많이 할수록 產卵器管에 대한 영양소 공급이나 卵中 榮養素 合成을 위한 에너지 소비량이 크게되며 그만큼 열생산량도 증가할 것이다. 또한 一般的으로 卵生產을 위한 에너지 要求量을 測定할때 단순히 維持를 위한 에너지 要求量을 초과한 量을 卵生產을 위한 要求量으로 간주하고 있으나 현실적으로는 維持量 以上으로 攝取한 에너지량은 卵에너지로 전환될뿐 아니라 닭 增體를 위하여도 利用된다. 또 한편 卵生產을 위해

利用된 에너지는 그 전체가 飼料에너지에 의하여 形成될뿐 아니라 體內的 蓄積에너지도 一部 利用되는데 現在로서 이들 要因別 에너지 利用效率은 分明히 되어있지 않다.

한편 thyroxine은 닭의 基礎代謝를 조절하는 중요 요인으로 알려져 있다. 一般的으로 thyroxine 분비가 旺盛할때 代謝率은 增加하고 thyroxine기 能장애가 생길때 代謝率은 減少한다 (Ringer, 1976). 그러나 포유동물과는 달리 鳥類에 있어서는 T_4 , T_3 또는 $T_4 + T_3$ 를 주사할때 代謝率은 주사後, 약 2~3時間間 增加하며 주사後 24시간에는 代謝率이 減少한다고 報告하고 있다 (Singh 등, 1968).

또한, 메추리에 있어서 甲狀腺機能은 體溫調節能力과 밀접한 관계가 있으며 (Spiers 등, 1974) 초생추에 對하여 T_3 또는 T_4 를 주사할때 (300 $\mu\text{g}/\text{kg}$) 熱發生量이 增加한다고 한다 (Freeman, 1970). 甲狀腺 機能障害를 일으킨 닭은 肝中 glycogen이 蓄積되며 (Snedecor, 1968), 이때 T_4 및 T_3 를 급여할때 정상으로 회복되는 것이다 (Raheja와 Snedecor, 1970). 甲狀腺을 除去한 오리는 血糖值가 正常以下로 떨어지며 (Ensor 등, 1970) 肝中 glycogen 蓄積이 增加되는 것은 glucose-6-phosphotase의 감소로 glycogenolysis가 減少하기 때문이라고 報告하고 있다 (Raheja 등, 1971). 또한 甲狀腺 機能이 障害될때 產卵率, 卵重, 卵殼重 및 卵巢重量이 떨어지며 숫닭의 경우 高환증량 및 精虫數가 減少하며 이는 T_4 투여에 의하여 正常으로 된다고 한다 (Ringer, 1976).

그러나 한편 thyroprotein 급여時 닭의 產卵率에는 影響이 없거나 또는 促進效果가 없는 것으로 報告되고 있다 (Ringer, 1976). 결국 T_3 및 T_4 濃度는 닭의 번식기능 및 에너지 代謝와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되는 것이다.

產卵鷄와 非產卵鷄에 있어서 energetic enzyme 活性에 관한 研究報告는 그다지 많지 않다. 그러나 糞處理가 實驗動物의 關係組織 및 효소활성에 미치는 影響에 대하여는 發表者에 따라 그 傾向을 달리하고 있다.

Signal과 Valadaves (1968), Singhal과 Ling (1969), Balnave와 Pearce (1969), Balnave 등 (1978)은 去勢한 흰쥐 또는 產卵鷄에 대하여 testosterone을 주사할때 前立腺과 貯精中の hexokinase, glucose-6-phosphate dehydrogenase 및 phospho fructokinase 등 酵素活性을 增加

시키며 이들 효소 활성 증가 현상은 각 조직 무게의 증가량보다 크며 따라서 이는 효소의 활성 농도 자체가 증가하는 것이라 보고하고 있다. 그러나 Kochakian (1962)은去勢한 흰쥐나 testosterone 주사에 의하여去勢한 흰쥐에 대하여 aspartic alanine transaminase, TCA cycle enzyme들, adenosine tri-phosphotase의 활성을比較測定한結果 효소 활성 자체가 증가하는 것이 아니라 관계臟器의 무게에影響을 미치며 효소 활성은臟器 무게에比例하여 증가한다고 보고하고 있다. 그러나 같은研究者들은 이報告에 앞서 효소 활성이臟器 무게에反比例하여 점차低下한다는報告를 한바 있다 (Kochakian 등, 1959).

따라서本試驗은正常的으로產卵을 하고있는 닭과 卵巢機能을 停止시킨 非產卵鷄에 대하여 첫째, 에너지代謝를比較檢討하고 둘째, 血清中 T_3 및 T_4 그리고 간장中 에너지代謝 關여 효소 활성을比較하기 위하여 실시하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試動物

健康하고 產卵成績이 우수한 白色 레그혼 30 首를 選拔하고 이들을 2 群으로 區分, 一群은 產卵鷄로, 다른 1 群은 非產卵鷄로 供試하였다.

2. 試驗期間

供試鷄는 56 週令부터 65 週令까지의 10 週間 呼吸代謝試驗을 實施하고 後, 臟器重量 및 효소 활성 및 갑상선 ฮอร์โมน 活性를 測定하였다.

3. 供試飼料

Table 1. Feed formula of experimental diet.

Ingredients	Percent
Yellow corn	64.0
Wheat bran	12.7
Defatted rice bran	3.2
Soybean oil meal	11.0
Fish meal (5.0%)	4.8
Limestone	1.5
Dicalciumphosphate	2.0
Salt	0.3
Vitamins & minerals mixture	0.5
Total	100.0
Nutrients content analyzed:	
ME, Kcal/kg	2,859
Crude protein, %	15.18

供試飼料는 NRC 표준 (1977)에 준하여 배합하였는데 그 배합내용은 Table 1과 같다.

4. 非產卵鷄의 作出

非產卵鷄는 產卵鷄와 同一한 鷄群中의 個體에 대하여 progesterone을 주사하여 產卵을 強制로 中止시킨 것을 供試하였다. Progesterone 處理는 progesterone 10 mg을 含有하는 propylene glycol 1 ml를 1 週 1 回 주사하였으며 주사한 닭은 約 2 週 後부터 產卵을 中止하였고 產卵中 止後 1 週間이 經과한 時點에서 本試驗에 供試하였다.

5. 呼吸代謝 試驗

呼吸代謝 試驗은 開放式 呼吸代謝試驗裝置 2 台를 사용하여, 1 台에는 產卵鷄를, 다른 1 台에는 非產卵鷄를 各各 3 首씩 수용하였다. 呼吸代謝試驗은 制限 飼料給與區, 無制限 飼料給與區, 絶食區의 順으로 測定하였다. 또한 呼吸代謝室의 室內溫度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 濕度 $65 \pm 5\%$, 照明時間 16 時間, 索燈시간 8 時間으로 維持하였으며, 呼吸室로 부터 공기流出量은 1 分當 6 l로 維持하였다.

6. 肝抽出液의 調製

Enzyme activity 測定을 위하여 產卵 및 非產卵鷄 各 5 首를 도살 放血한 다음 肝을 채취하였다. 냉각한 肝은 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.0) 4 倍量을 加한後 냉각상태의 Waring blender에서 교반하였다.

Homogenate는 다시 $0^\circ\text{C} \sim 4^\circ\text{C}$ 의 遠心分離器에서 isocitrate dehydrogenase는 100,000rpm에서 1 時間, 그밖의 효素는 20,000 rpm에서 30 分間 處理하여 상등액을 取하여 供試하였다.

7. Enzyme activity의 測定

A. ATP-citrate lyase [E.C.4.1.3.8]

ATP-citrate lyase는 Balnave와 Pearce(1969)의 方法에 준하여 測定하였다.

즉, NADH 및 malate dehydrogenase의 存在下에 citrate로 부터 oxaloacetate의 反應을 測定하는 方法이다. 反應液 3 ml에는 다음 시약을 함유 (μ mole)토록 하였다.

Potassium phosphate buffer pH 7.0 200, MgCl_2 10, ATP 5, Coenzyme A 0.3, NADH 0.3, cell-free extract (1.0 ~ 2.5 mg protein 相當),

malate dehydrogenase 50 μ l, citrate 10 μ mole 을添加함으로써 反應이 시작되도록 하였으며 recording spectrophotometer(Shimazu) 340 nm에서 optical density를 測定하였다.

B. Isocitrate dehydrogenase (E.C.1.1.1.42)

Ochoa (1948)의 方法에 따라 isocitrate 存在 下에 NADP의 환원율을 測定하였다.

Cuvettes中에는 다음 試藥이 함유되도록 하였다 (μ mol./2.7 ml).

Potassium phosphate buffer (pH7.0)200, MgCl₂ 10, NADP 0.5, cell free extract (단백질 0.1~0.25 mg 상당량), isocitrate 10 μ mol 添加에 의하여 反應이 시작되었으며, spectrophotometer 390 nm에서 NADP의 환원율을 測定하였다.

C. Fructose diphosphate aldolase (Aldolase E.C.4.1.2.13)

Aldolase測定은 Sigma Chemical 製品인 Aldolase diagnostic kit를 사용하여 被檢 肝 抽出液 0.2 ml를 處理한후 spectrophotometer 340 nm에서 optical density를 測定하였다.

D. Glutamic-pyruvate transaminase (GPT: E.C.4.1.2.2.13)

G.P.T. 測定은 和光 (日本) 製品인 G.P.T. Diagnostic kit를 사용하되 肝抽出液 0.2 ml를 處理後 spectrophotometer 366 nm에서 2分間 O.D.를 測定하였다.

8. 甲狀腺ホル몬의 測定

A. Thyroxine (T₄)의 測定

Thyroxine (T₄)의 測定은 enzyme immuno assay (EIA法)에 의하여 Boehringer Mannheim 製品인 Enzymun-Test ® T₄ kit를 사용하여 測定하였다. 本法의 原理는 血清 T₄와 peroxidase (POD) 표식 T₄가 tube coating T₄ 抗體에 대하여 競合反應한후 生成되는 抗體-T₄-POD 複合物 量은 血清中의 T₄量 指標로 하는것이다. 즉 內壁에 T₄ 抗體를 코팅한 test-tube에 被檢血清 또는 T₄ 표준血清을 20 μ l 添加하고 다시 POD 표식 T₄ 용액을 1 ml 分注하여 25°C에서 30分間 incubation 한후 4°C 水道水로 抗體에 結合하지 않은 POD 표식 T₄를 除去하고 基質 및 發色液 (di-ammonium 2, 2'-azino-bis)를 1 ml 添加하고 다시 25°C에서 30分 incubation 한후 420 nm에서 酵素活性을 비

色定量하였다.

B. Triiodo thyronine (T₃)의 測定

T₃ 測定은 榮研化學會社 製品인 Tri iodo thyronine Radio immuno assay kit를 사용하여 測定하였다.

本法은 I¹²⁵를 tracer로 하고 8-anilino 8-anilino naphthalene sulfonic acid(ANS)를 TBG 結合阻害劑, 第2 抗體를 B, F 分離劑로한 radio immuno assay 法이다. 먼저 供試鷄의 血清 50 μ l에 T₃ 抗血清 및 I¹²⁵표식 T₃를 各各 200 μ l 加하여 恒溫器에서 24시간 저장하였다. 다시 第2 抗體 10 μ l씩을 加하여 잘 혼합한 다음 室溫에서 24時間 incubate하고 冷却遠心分離器 (3,000 rpm)에 의해 分離하여 上清液을 吸引除去함으로써 B, F. 分離를 實施하였다. 그리고 沈澱部分의 放射能量을 cintillation counter에서 測定하였다. 먼저 I¹²⁵ 표식 T₃量에 대한 結合%를 산출하고 同時에 作成한 標準曲線에 準하여 結合% (B/T %)은 다음式에 의하여 檢體中 T₃ 농도를 求하였다. 結合% (B/T %)은 다음式에 의하여 산출하였다.

$$B/T \% = \frac{\text{試料中의 count}}{\text{Total count}} \times 100$$

III. 結果 및 考察

1. 呼吸代謝 試驗

產卵鷄와 非產卵鷄에 대하여 에너지 代謝를 測定한 成績은 Table 2와 같다.

絕食時 RQ는 兩區 共히 0.77을 보임으로서 體內 熱發生이 兩區 同一한 營養素 分解패턴에 의하여 이루어 지고 있음을 시사하고 있다. 다음 產卵鷄와 非產卵鷄의 絕食時 熱生産量 (FHP)은 代謝 體重當 各各 109.7 및 87.4 Kcal로 產卵鷄의 FHP가 約 25.5% 높은 傾向을 보이고 있다. Waring과 Brown (1965), Tasaki와 Sasa (1970) 등은 產卵鷄의 FHP는 非產卵鷄 또는 숫닭에 比하여 約 20~26% 높은 것으로 보고하고 있다. 또 Balnave 등 (1978)은 卵巢手術에 의하여 產卵을 中止시킨 경우, 非產卵鷄는 產卵鷄보다 約 27% 낮은 것으로 보고하고 있다. 따라서 產卵時의 FHP가 非產卵時보다 約 25.5% 높은 본試驗 成績은 이들과 傾向을 같이 하는 것이라 하겠다.

Table 2. Comparison of energy metabolism between laying and non-laying hens.

		Laying hen			Non-laying hen		
		Starving.	Ad libitum	Restrict.	Starving.	Ad libitum	Restrict.
Av. body wt.	Kg	1,520	1,548	1,578	1,520	1,530	1,548
Daily body gain	g	-64	-4.9	-30	-32.7	+10.2	-15.3
Laying rate	%	51.9	91.9	77.1	-	-	-
Egg wt. per day	g	32.2	57.5	46.4	-	-	-
ME intake	Kcal	-	264.9	119.5	-	276.3	120.6
ME/Kg 0.75	Kcal	-	190.9	87.3	-	200.8	87.0
CO ₂ elimination	ℓ	25.0	43.0	31.6	19.3	37.3	30.0
O ₂ consumption	ℓ	32.4	44.6	36.0	25.1	39.1	33.6
R.Q.		0.77	0.97	0.88	0.77	0.95	0.85
H.P.*	Kcal	150.2	222.6	184.0	119.7	193.3	164.5
H.P./Kg 0.75	Kcal	109.7	160.4	134.4	87.4	140.5	118.7
E.R.**	Kcal	-	42.3	-64.5	-	83.0	-43.9
E.R./Kg 0.75	Kcal	-	30.5	-47.1	-	60.3	-31.7
E.E.*	Kcal	51.5	92.0	74.2	-	-	-
E.E./Kg 0.75	Kcal	37.6	66.3	54.2	-	-	-
B.E.***	Kcal	-	-49.7	-138.7	-	83.0	-43.9
B.E./Kg 0.75	Kcal	-	-35.8	-101.3	-	60.3	-31.7

* The letters abbreviated are as following: H.P.: Heat production, E.R.: Energy retention, E.E.: Egg energy, B.E.: Body energy, Restrict: Restricted feeding level.

** E.R.: values are obtained by subtracting the H.P. from the ME intake.

*** B.E.: values are obtained by subtracting the H.P. and E.E. from the ME intake.

本試驗에 있어서 産卵鶏와 非産卵鶏의 飼養條件은 完全히 同一하다. 따라서 産卵鶏의 FHP가 높은 현상은 주로 産卵作用 그자체에 起因하는 것으로 생각된다. 本試驗에 있어서 産卵鶏는 絶食時에 있어서도 産卵을 계속 하였으므로 卵巢나 輸卵管에서는 各種 榮養素의 移動 또는 卵形成機能이 계속되어 이들 代謝作用에 의하여 熱生産이 보다 높게 나타난 것으로 생각된다.

다음, 飼料를 無制限 및 制限給與할때의 에너지 代謝를 보면 RQ는 産卵鶏일때 0.97 및 0.88, 非産卵鶏는 0.95 및 0.85로서 飼料量이 많은 無制限 給與時 RQ가 높으며 또한 産卵鶏가 非産卵鶏에 比하여 약간 높은 傾向을 보이고 있다.

無制限 給與時의 ME 攝取量은 産卵鶏가 264.9 Kcal 攝取한데 比하여, 非産卵鶏는 276.3 Kcal로 약간 많이 攝取함으로써 이 현상은 progesterone 주사에도 불구하고 ME 攝取量에는 하등의 影響이 없음을 시사하였다. 또, 産卵鶏와 非産卵鶏에 있어서 熱生産量 (HP)은 各各 222.6 Kcal와 193.3

Kcal로 에너지 蓄積量 (ER)은 42.3 Kcal와 83.0 Kcal가 되어 非産卵鶏가 比較的 높다. 즉, 非産卵鶏는 卵生産을 위해 소비된 에너지量 만큼 體內에 蓄積된 結果가 된다. 이것은 無制限 給餌를 한 供試鶏의 1日當 增體量에서 産卵鶏가 -4.9g인데 比해 非産卵鶏 10.2g 增體하고 있으며 制限給餌時엔 産卵鶏 -30.0g인데 比하여 非産卵鶏는 -15.3g을 나타내고 있는 點에서도 알수 있다. 다음 ME 攝取量에 대한 ER의 回歸式과 이관계식에서 ER이 零이 될때의 維持를 위한 ME 要求量 (MEM)을 算出하던 다음과 같다.

$$\text{産卵鶏 } Y = 0.77X - 115 \quad \text{ME} = 149W^{0.75} + 130$$

$$\text{非産卵鶏 } Y = 0.83X - 112 \quad \text{ME} = 135W^{0.75} + 120$$

即, 産卵鶏와 非産卵鶏의 MEM은 1日 닭의 代謝體重當 各各 149 Kcal와 135 Kcal로 産卵鶏가 約 10% 높다. 또 ME의 正味利用 效率 (net availability of metabolizable energy: NAME)은 各各 77%와 83%가 되어 産卵時의 NAME이 約 7% 낮은 效率를 보이고 있다. 이와같이 産卵

鶏의 MEM이 높은 事實은 維持時라 하더라도 卵生産을 계속하고 있는 이상, 體內에서의 卵巢 또는 輸卵管에서의 代謝作用이 계속되고 있기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 産卵鶏의 경우 MEM에는 사실상 生産作用인 卵形成을 위해 必要한 에너지가 一部 包含하고 있음을 시사하게 된다.

한편, NAME은 ME攝取量中 增體 및 産卵을 위해 利用된 에너지의 比率(NE/ME)을 표시하는 것이거니와, 體에너지 蓄積이 마이너스인 産卵鶏의 경우 NAME 77%란 값은 주로 卵生産을 위한 ME 利用效率이며 또 産卵을 中止시킨 非産卵鶏의 경우 NAME 83%는 주로 增體를 위한 ME 利用效率에 해당되는 것이다.

또 産卵鶏는 無制限 給餌의 경우 産卵日量 57.2g (92.0 Kcal)을 生産하기 위해 1日 體에너지 49.7 Kcal를 損失하였으며 이는 體重 4.9g을 減量하는 結果가 되었다. 또 制限 給餌時에는 産卵日量 46.4g (74.2 Kcal) 生産을 위하여 體에너지 138.7 Kcal와 體重 30g을 減少시켰다.

그에 對하여 非産卵鶏는 無制限 給餌時, 體에너지 83.0 Kcal와 體重 10.2g을 增加하고 있으며 또 制限 給餌時에는 體에너지 -43.9 Kcal와 體重 15.3g을 減少시키고 있다. 이와같은 産卵鶏와 非産卵鶏의 體重과 體에너지의 關係를 回歸式으로 求하면 다음과 같다.

$$\text{産卵鶏 } Y = 3.53X - 32.2 \quad (r=0.94)$$

$$\text{非産卵鶏 } Y = 5.04X - 37.6 \quad (r=0.93)$$

이 關係式에서 X는 體重 增減量(g), Y는 體에너지 增減量(Kcal)을 나타내는데, 非産卵鶏의 경우 體重 1g 增減함에 따라 體에너지는 約 5.04 Kcal 增減하는 것이 된다. 그러나 産卵鶏의 경우에 産卵을 위해 體重 1g 減量함에 따라 3.53 Kcal의 에너지를 發生한 結果가 되며, 이는 非産卵鶏의 경우에 비하여 約 70.6%에 相當하는 에너지值이다. 즉 體에너지가 卵生産을 위해 利用되는 경우에는 增體를 위한 경우에 비하여 體에너지 利用效率는 約 70%의 效率를 나타내는 것으로 생각된다. 産卵鶏의 경우 維持 및 生産을 위한 ME 利用效率를 산출하는 方法은 아직 確實히 되어 있지 않다. Grinbergen (1970)은 體에너지에서 卵 에너지를 形成하는 경우의 效率를 80%로 推定하고 있으며 Hoffmann과 Schiemann (1973)은 60%, van Es 등(1970)은 90%의 效率를 報告하고 있다. 본 試驗에서 얻은 70%란 效率는 Gr-

inbergen (1970)과 Hoffmann과 Schiemann (1973)의 中間值에 해당되며 이 效率이 正確하다면 ER이 마이너스 狀態인 産卵鶏에 대하여는 體에너지의 30%를 補正할 必要가 있게 된다.

要컨데 産卵鶏에 있어서 産卵을 위한 에너지 利用效率를 보다 確實하게 하기 위하여는 卵構成物 質뿐 아니라, 卵形成作用 自體를 위하여도 一定한 에너지가 必要하며 이에 해당하는 에너지 소비량은 確實히 되어 있지 않다. 또한 닭은 飼料에너지 뿐 아니라 體內的 蓄積에너지를 利用하여 卵生産을 계속할 경우가 많으며 이 경우 ER은 마이너스가 된다. 이때 飼料 또는 體內 에너지에 의한 各各의 熱生産量을 確實히 區分, 測定하는 技術도 아직 確實히 되어 있지 않다. 本 試驗에 있어서 産卵鶏는 非産卵鶏에 비하여 絶食時의 熱生産量(約 25.5%)와 維持를 위한 ME要求量(10%)이 높으며 또, 減體量 1g當 에너지 發生量이 非産卵鶏의 70%에 相當하고 있다. 이들 사실은 적어도 産卵鶏는 卵生産때문에 熱生産量은 增加하고 (10~25.5%) 또한 體內 蓄積된 에너지가 卵生産等を 위해 利用되는 경우 100% 그대로 利用되는 것이 아니라 어느정도 (30%) 利用效率이 減少되는 사실을 시사하는 것이다.

2. 에너지 代謝關與酵素測定試驗

産卵鶏와 非産卵鶏의 生體條件을 比較한 結果는 Table 3과 같다.

즉, 體重 1g當 臟器重量에 있어서 心臟은 産卵鶏와 非産卵鶏間에 有意差가 없는데 반하여 肝重量은 非産卵鶏가 減少하고 있으며 특히 卵巢는 현저한 위축현상을 나타내고 있다. 또한 肝臟의 化學的 組成(DM)을 보면 蛋白質含量은 産卵鶏 36.8%, 非産卵鶏 38.3%로 현저한 差異가 없는데 반하여 脂肪含量은 各各 22.2%와 16.8%로 産卵鶏가 非産卵鶏에 비하여 132% 높은 傾向을 나타내고 있다.

한편, 産卵鶏와 非産卵鶏의 肝抽出液中 에너지 代謝에 관계하는 酵素活性은 Table 4와 같다.

즉, 本實驗에서 測定한 glutamic pyruvic transaminase (GPT), fructose diphosphate aldolase (Aldolase), ATP citrate lyase (ATP lyase) 및 isocitrate dehydrogenase (ICD)의 活性은 肝抽出液中 蛋白質 1mg當 1分間 分解된 基質기준으로 볼때 産卵鶏가 非産卵鶏에 비

Table 3. Effects of progesterone injection on the organs weight and hepatic composition.

	Body weight (Kg)	Organs weight (g/Kg.B.W.)			Hepatic composition (DM %)		
		Liver	Heart	Ovary	Water	Protein	Fat
Laying hen	1.57	25.6	4.07	22.1	36.9	36.8	22.2
Non-laying hen	1.42	21.5**	4.50	1.6**	40.3**	38.3	16.8**

** Values within a same column having the asteriks are significantly different (P 0.01).

Table 4. The Changes in hepatic lipogenic and glycolytic enzyme activity in laying hen and non-laying hen.

		Glutamate pyruvic transaminase	Fructose diphosphate aldolase	ATP-citrate lyase	Isocitrate dehydrogenase
		Laying hen	a	5.15 ± 0.2	152 ± 0.9
	b	0.75 ± 0.05	22.0 ± 0.09	10.96 ± 0.07	41.4 ± 0.8
Non-laying hen	a	4.80 ± 0.1	130.3 ± 0.1**	44.0 ± 1.9**	194 ± 17**
	b	0.81 ± 0.04	21.9 ± 0.04**	7.39 ± 0.06**	32.6 ± 0.6**

* Enzyme specific activities are expressed as (a) n moles substrate metabolized/min /mg protein in the liver extracts and (b) u mole of substrate metabolized/min /g of fresh liver.

** Values within a same column having the asteriks are significantly different (P < 0.01).

Table 5. Changes in the concentration of plasma triiodothyronine(T3) and thyroxine(T4) in laying hen and non-laying hen.

	T4 (ng/ml)	T3
Laying hen	11.83	1.93
Non-laying hen	11.45	1.43**

** Values in the column are significantly different at 1% level.

하여 有意의으로 높은 傾向을 보이고 있다. 그러나 肝 1g 당 1分間 分解基質을 기준으로 할 때 GPT, aldolase 활성은 試驗區間 有意差가 없는데 比하여 ICD 및 ATP lyase는 産卵鶏의 활성이 현저히 增加하는 현상을 나타내고 있다. 특히 本試驗의 경우 amino acid 代謝에 關여하는 GPT 나 glycolysis에 關여하는 aldolase의 活性보다 脂肪合成 또는 에너지 代謝에 關여하는 ATP lyase 및 ICD의 活性이 현저히 增加하고 있는 현상은 흥미있는 事實이다. 즉 이는 産卵鶏는 非産卵鶏에 比하여 전체적인 代謝作用이 增加하며 그 中에도

産卵鶏에서 脂肪合成作用이 특별히 促進되는 事實을 뒷받침하는 것으로 생각되는 것이다.

닭에 있어서 卵內容物 乾物中 脂肪含量은 41 ~ 45%로 조지방함량이 높으며 이들 産卵에 要求되는 脂肪은 주로 肝에서 合成되는 것으로 알려져 있거니와 (Leveille 등, 1968) 本試驗에서 卵巢 발달과 肝重量, 肝脂肪含量 및 肝中 酵素活性과는 密接한 關係가 있으며 특히 卵巢機能이 활발할때 전반적인 에너지代謝는 勿論 肝中 脂肪合成作用을 促進하는 것으로 생각되는 것이다. 그러나 本試驗의 경우 非産卵鶏의 각종 測定成績이 단순히 위측된 卵巢機能 自體에 起因하는 것인지, 아니면 卵巢위축을 誘導하기 위하여 注射한 progesterone의 影響인지는 分明히 할 수 없으며 이點 앞으로 더욱 究明할 問題로 생각되는 것이다.

3. 血清中 thyroxine(T₄) 및 triiodothyroine (T₃) 測定試驗

産卵鶏와 非産卵鶏의 血清中 thyroxine(T₄) 및 triiodothyronine(T₃) 測定成績은 Table 5와 같다. 즉, T₄ 測定値는 産卵鶏와 非産卵鶏에 有意差

가 없는데 반하여 T_3 測定値는 産卵鶏가 有意의으로 높은 測定値를 나타내고 있다. 여기에서 T_3 測定値가 有意的으로 높은 현상은 産卵鶏의 FHP가 約 25.5% 높았던 사실과 직접적으로 관련이 있는 것으로 생각된다.

포유동물에 있어서 T_3 의 甲狀腺腫抑制效力은 T_4 에 비하여 4~6倍 強力한 것으로 알려져 있다 (Ringer, 1976). 그러나 가금에 있어서 T_3 와 T_4 가 甲狀腺腫抑制效果나 代謝率에 미치는 效果는 큰 差異가 없으며 (Ringer, 1976; Singh 등 1968) 또 體成長, 벼슬성장, 肝 glycogen 促進 效果에 있어서도 T_3 와 T_4 의 역가는 同一하다는 報告가 있다 (Raheja와 Snedecor, 1970).

本試驗에서 T_3 와 T_4 의 力價差는 分明히 할 수 없다. 그러나 本試驗 結果로 볼때 産卵鶏는 非産卵鶏에 비하여 T_4 보다는 T_3 가 增加하며 T_3 增加는 産卵鶏의 에너지代謝를 상승시키는 原因中 하나로 생각되는 것이다.

IV. 要 約

正常的인 産卵鶏와 卵巢 機能을 停止시킨 非産卵鶏의 에너지代謝를 比較한 結果는 다음과 같다.

1. 絶食時 熱生産量 (FHP)은 産卵鶏 109.7 Kcal/Kg^{0.75}, 非産卵鶏 87.4 Kcal/Kg^{0.75}이며 前者의 FHP가 約 25.5% 높았다.

2. 維持를 위한 ME 要求量 (MEM)에 있어서 産卵鶏 149 Kcal/Kg^{0.75}에 對하여 非産卵鶏는 135 Kcal/Kg^{0.75}이며 産卵鶏가 約 10% 높았다.

V. 引用文獻

- Balnave, D. and J. Pearce. 1969. Adaptation of the laying hen to dietary fat with special reference to changes in liver and ovarian lipid content and liver enzyme activity. *Comp. Biochem. Physiol.* 29:539-550.
- Balnave, D., D.J. Farrel, J.B. Wolfenden, and R.B. Cumming. 1978. The effect of ovariectomy on liver metabolic and maintenance energy requirement of hens. *Bri. Poul. Sci.* 19:583-590.
- Burlace, G. and M. Baltac. 1971. Efficiency of the utilization of the energy of food in laying hens. *Agric. Sci. Camb.* 77:405-411.
- Ensor, D.M., D.M. Thomas, and J.G. Phillips. 1970. The possible role of thyroid in extrarenal secretion following a hypertonic saline load in the duck. *J. Endocrinology.* 46: X.
- Farrell, D.J. 1975. A comparison of the energy metabolism of two breeds of hens

이는 維持時라 하더라도 卵生産을 계속하는 以上 體內에서의 産卵을 위해 代謝作用이 계속되기 때문으로 생각된다.

3. 生産을 위한 ME의 正味利用效率 (NAME)은 産卵鶏 77%, 非産卵鶏 83% 이었다. 이 경우 體에너지 蓄積이 마이너스였던 産卵鶏의 NAME은 主로 卵生産을 위한 ME 利用效率이며 또 産卵이 中止된 非産卵鶏의 NAME은 增體를 위한 利用效率에 해당된다고 생각된다.

4. 産卵鶏와 非産卵鶏에 있어서 各各 體重과 體에너지 蓄積의 回歸式으로 求한 體重 1g 增減할 때의 에너지值는 産卵鶏 3.54 Kcal, 非産卵鶏 5.04 Kcal가 된다.

즉, 産卵鶏는 非産卵鶏에 비하여 約 70%의 에너지價를 나타내어 이들은 體에너지가 卵生産을 위해 利用되는 경우의 利用效率을 나타내는 것이라 생각된다.

5. 血清中 T_3 및 T_4 測定結果 T_4 濃度는 유의차가 없는데 비하여 T_3 濃度는 産卵鶏가 非産卵鶏에 비하여 有意적으로 높았다.

6. 肝抽出液中 에너지代謝에 關여하는 酵素, ATP citrate lyase, fructose diphosphate aldolase, isocitrate dehydrogenase 및 glutamic pyruvic transaminase 活性을 測定한 結果 肝抽出液 1mg 1分間當 分解基質을 기준으로 할때 測定한 4個 酵素活性은 産卵鶏가 非産卵鶏에 比하여 有意적으로 增加한다. 그러나 肝 1g當 1分間 分解基質을 기준으로 할때 ICD와 ATP citrate lyase 만이 産卵鶏의 活性이 현저히 增加하였다.

- and their cross using respiration calorimetry. *Bri. Poul. Sci.* 16:103-113.
6. Freeman, B.M. 1970. Thermoregulatory mechanism of the neonate fowl. *Comp. Biochem. Physiol.* 33:219.
 7. Grimbergen, A.H.M. 1970. The energy requirements for maintenance and production of laying hens. *Neth. J. Agri. Sci.* 18:195-206.
 8. Kochakian, C.D. 1962. Intracellular regulations in the kidney by androgens. *Am. Zool.* 2:361-366.
 9. Kochakian, C.D., B.R. Findahl, and G.L. Endahl. 1959. Influence of androgens on the transaminases and glutamic dehydrogenase of tissues. *Am. J. Physiol.* 197:129-134.
 10. Leveille, G.A., E.K. Ohea, and K. Chakrabarty. 1968. In vivo lipogenesis in the domestic chicken. *Proceeding of the Soci. for Expt. Biol. and Med.* 128:398-401.
 11. Ochoa, S. 1948. Biosynthesis of tricarboxylic acids by carbon dioxide fixation. I. isolation and properties of an enzyme from pigeon liver catalyzing the reversible oxidative decarboxylation of L-malic acid. *J. Biol. Chem.* 174:979-1000.
 12. Raheja, K.L. and J.G. Snedecor. 1970. Comparison of subnormal multiple dose of L-thyroxine and L-triiodothyronine in propylthiouracil-fed and radiothyroidectomized chicks. *Comp. Biochem. Physiol.* 37:555.
 13. Raheja, K.L., J.G. Snedecor, and R.A. Freedland. 1971. Effect of propylthiouracil feeding on glycogen metabolism and malic enzyme in the liver of the chick. *Comp. Biochem. Physiol.* 39:833.
 14. Pearce and Brown. 1971. A comparison of liver lipogenic enzyme activity in the immature female fowl treated with gonadal hormones and in the mature fowl. *Int. J. Biochem.* 2:337-344.
 15. Ringer, R.K. 1976. Thyroids. in "Avian Physiology", 3rd Ed, P.D. Sturkie Ed. Ithaca N.Y. Cornell Univ. Press. Chapter 18.
 16. Romijn, C. and E.L. Vreugdenhil. 1969. Energy balance and heat regulation in white leghorn fowl. *Neth. J. Vet. Sci.* 2:32-58.
 17. Shannon, D.W.F. and W.O. Brown. 1969. Calorimetric studies on the effect of dietary energy source and environmental temperature on the metabolic efficiency of energy utilization by mature light sussex cockerels. *J. Agric. Sci. Comb.* 72:479-489.
 18. Singh, A., E.P. Reinke, and R.K. Ringer. 1968. Influence of thyroid status of the chick on growth and metabolism with observations on several parameters of thyroid function. *Poul. Sci.* 47:212.
 19. Singhal, R.L. and G.M. Ling. 1969. Metabolic control mechanisms in mammalian systems. IV. Androgenic induction in hexokinase and glucose-6-phosphate dehydrogenase in rat seminal vesicles. *Can. J. Physiol. Pharmac.* 47:233-239.
 20. Singhal, R.L. and J.E. Valadaves. 1968. Metabolic control mechanisms in mammalian systems. Hormonal regulation of phosphofructokinase in the rat prostate and seminal vesicles. *Biochem. J.* 110:703-711.
 21. Snedecor, J.G. 1968. Liver hypertrophy, liver glycogen accumulation and organ weight change in radiothyroidectomized and goitrogen treated chicks. *Gen. Comp. Endocrinology.* 10:277.
 22. Spiers, D.E., R.A. McNabb, and F.M.A. McNabb. 1974. The development of thermoregulatory ability, heat seeking activities and thyroid function in hatching Japanese

- quail. *Comp. Physiol.* 89:159.
23. Tasaki, I. and H. Sakurai. 1969. *Memoirs of the laboratory of animal nutrition.* Nagoya Univ. No.4.
 24. Van Es, A.J., L. Vik-Mo, J. Janssen, W. Spreeuwenberg, J.E. Vogt, and H.P. Nijkamp. 1970. Balance trial with laying hens. In: *Energy metabolism in farm animal.* pp. 201-204. Ed. by Schurch A. and C. Wenk. Zurich.
 25. Waring, J.J. and W.O. Brown. 1965. A respiration chamber for the study of energy utilization for maintenance and production in the laying hen. *Agri. Sci. Camb.* 65: 139-146.