

# 産卵鶏 飼料의 에너지와 蛋白質 水準이 産卵率과 卵重에 미치는 影響

이 을 연 · 최 진 호  
전북대학교 농과대학 축산학과  
(1987. 3. 24. 接受)

Effects of Dietary Protein and Energy Levels on Egg  
Production and Egg Weight of Laying Hens

Eul Yeon Lee and Jin Ho Choi

Department of Animal Science, Jeonbuk National University

(Received March 24, 1987)

## SUMMARY

Three experiments were conducted to investigate effects of dietary energy and protein levels on performance of laying hens. A total of 360 hens each of 352-day old Manina Brown (Exp. 1), 280-day old Brown Warren (Exp. 2) or 317-day old Brown Warren (Exp. 3) was divided into 20 pens of 18 birds. Each pen was assigned to one of the four dietary treatments with 5 replications according to a 2 x 2 factorial design, consisting of all possible combinations of two levels of metabolizable energy (2,500 and 2,800 kcal/kg of diet) and two levels of crude protein (13 and 16%). All hens were housed two birds per cage. Exp. 1 and 2 were conducted for four weeks and hens were fed experimental diets *ad libitum*, and Exp. 3 lasted two weeks and feed consumption was restricted to 130g/hen/day.

In Exp. 1 and 2, increasing either energy or protein level in the diet numerically improved egg production. However, in Exp. 3, where feed consumption was restricted, egg production was affected significantly ( $P < 0.05$ ) by the energy levels and numerically by the protein levels. Neither protein nor energy level influenced egg weight in Exp. 1 and 2, but in Exp. 3 the higher level of energy improved egg weight numerically.

In all three experiments increasing either protein or energy level increased egg mass. Higher levels of either protein and energy tended to decrease feed consumption and improve feed conversion rate numerically. It should also be noted that the higher level of energy improved egg mass produced per unit intake of protein and the higher level of protein improved egg mass produced per unit intake of energy.

## I. 緒 論

産卵鶏飼料의 에너지水準과蛋白質水準을 달리 하였을 때産卵率과卵重에 미치는影響에對하여 많은研究報告가發表되어 왔다.

Deaton (1965), Patel과 McGinnis(1977), Leeson과 Summers (1979), Valencia等 (1980), Nordstrom과 Ousterhout (1983)은飼料의蛋白質水準을增加시켰을 때産卵率은改善되지 않았으나卵重은改善되었다고發表하였다. 그러나 Berg (1952), Stockland와 Blaylock (1974), Miller와 Smith (1975), Hoche-reich等 (1978)은飼料의蛋白質水準을 높였을 境遇卵重은改善되지 않았으나産卵率이改善되었다고發表하였다. Aitken等 (1973)은飼料의蛋白質水準을 12, 14, 및 16%水準으로, Coligado와 Quisenberry (1961)는 14, 16 및 18%水準으로 하여比較한結果高蛋白質飼料에서産卵率과卵重이 모두改善되었다고發表하였다. Quisenberry와 Bradey (1962), Balloun (1969), Doran等 (1980)도蛋白質水準을增加시켰을 때産卵率과卵重이 모두改善되었다고報告하였다. 그러나 Adams等 (1970)은 18%水準의蛋白質飼料를繼續給與한區와 14, 16 및 18%蛋白質飼料를 1週間隔으로 교대로給與한區를比較한結果産卵率과卵重에 있어서處理間의差異가 없었다고報告하였다. Fernandez等 (1973), Hamilton (1978), Olomu와 Offiong (1983)도飼料의蛋白質水準은産卵率과卵重에影響을 미치지 않았다고報告하였다.

Reid와 Weber (1975)는蛋白質水準을 17.7%로固定시키고에너지水準을 높였더니産卵率이改善되었다고發表하였으며 Hill等 (1956), McDaniel等 (1957), Frank와 Waibel (1959), Kurnick等 (1960), Hubbel等 (1968)은飼料에牛脂를添加하여에너지水準을 높인結果産卵率이改善되었다고發表하였다. 한편, Treat等 (1960), Hochereich等 (1978)은飼料의에너지水準을 높였을 때産卵率은改善되지 않았으나卵重이改善되었다고發表하였다. Anderson (1957), March와 Biely (1963), Farouk과 Sell (1977)은産卵率과卵重은에너지水準에 의해서影響을 받지 않았다고報告하였으나 Qu-

isenberry와 Bradley (1962), Doran等 (1980), Olomu와 Offiong (1983)은에너지水準을 높여 주었을 때産卵率과卵重이改善되었다고報告하였다.

以上에서 본 바와 같이飼料의에너지水準이나蛋白質水準이産卵率과卵重에 미치는影響은 서로 다르게 나타나고 있다. 따라서飼料의에너지水準과蛋白質水準간의交互作用이産卵率과卵重에 어떠한影響을 미치는가에對한關心이 높아졌다 (Berg와 Bearse, 1957; Thornton과 Whittet, 1960; Sugandi等, 1975; Reid와 Maiorino, 1980). Thornton과 Whittet (1960)는低에너지水準에서蛋白質水準을增加시켰을 때는産卵率이減少하나高에너지水準의飼料에서蛋白質을 높였을 때는産卵率이增加하였다고報告하였으며低蛋白質飼料에에너지水準을 높였을 境遇에는産卵率이減少하고高蛋白質水準의飼料에에너지水準을 높였을 境遇에는産卵率이增加하였다고發表하였다. Berg와 Bearse (1957), Reid와 Maiorino (1980)는同一한試驗設計하에서試驗을實施하였는데,低蛋白質水準의飼料(14%)에에너지水準을 높였을 때는産卵率이減少하였으나高蛋白質飼料(16 및 18%)에에너지水準을 높였을 때는産卵率이增加하였다고 하였다. Sugandi等 (1975)도 비슷한結果를報告하였다. 本研究은飼料의에너지와蛋白質水準 및 두가지의交互作用이産卵率과卵重에 미치는影響을調査하기爲하여實施하였다.

## II. 材料 및 方法

同一한設計下에 3회의試驗을實施하였다. 試驗 1은 352日齡의 마니나 브라운 種으로 1986年 5月 16일부터 6月 12일까지 4週間實施하였으며 試驗 2는 280日齡의 갈색 외렌 種으로 1986年 9月 17일부터 10月 14일까지 4週間, 試驗 3은 317日齡의 갈색 외렌 種으로 1986年 11月 7일부터 11月 20일까지 2週間實施하였다. 各試驗에서 共히産卵鶏 360首를 4個處理, 5反復, 反復當 18首씩 完全任意配置하였다.

試驗飼料는 2가지水準의蛋白質(13%와 16%)과 2가지水準의에너지(2500 및 2800 kcal ME/kg)를 조합한 4가지飼料를準備하였으며 (Table 1), 2×2 factorial design에 依

하여 試驗을 實施하였다. 이때 蛋白質 13% 飼料에서는 NRC (1984) 飼養標準에 比하여 methionine 과 lysine 이 약간 不足하였으며 蛋白質 水準에서는 모든 必須아미노酸이 充足되는 水準이었다.

Table 1. Composition of experimental diets

Metabolizable energy(kcal/kg)	2500	2500	2800	2800
Protein (%)	13	16	13	16
<b>Ingredient</b>				
Corn	57.99	53.69	70.65	66.68
Soybean meal	11.33	18.53	14.54	21.07
Wheat bran	19.93	15.53	4.06	-
Fish meal	-	1.50	-	1.50
Limestone	9.00	9.00	9.00	9.00
NaCl	0.20	0.20	0.20	0.20
Tricalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00
Vit. min. mixture <sup>1</sup>	0.45	0.45	0.45	0.45
Zn-bacitracin <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Composition</b>				
Calcium(%)	3.48	3.56	3.48	3.55
Phosphorus(%)	0.64	0.66	0.51	0.54
Methionine(%)	0.22	0.28	0.24	0.29
Lysine(%)	0.59	0.83	0.64	0.85

<sup>1</sup> Vitamin-mineral mixture supplied per kg of diet; vit. A, 7,200 IU; vit. D<sub>3</sub>, 1,350 IU; vit. E, 3.6 IU; vit. K<sub>3</sub>, 0.594 mg; vit. B<sub>2</sub>, 4.5 mg; vit. B<sub>12</sub>, 5.4 μg; Ca-d-Pantothenate, 3.6 mg; niacin, 90 mg; choline chloride, 157.5 mg; folic acid, 60 mg; DL-methionine, 27 mg; B. H. T., 27 mg; Mn, 54 mg; Zn, 40.5 mg; Fe, 18 mg; Cu, 2.25 mg; I, 1.125 mg; Co, 0.45 mg.

<sup>2</sup> Supplied 50 ppm of Zn-bacitracin.

모든 供試鷄는 產卵鷄用 cage 에 cage 당 2 隻 收容하여 全 試驗期間동안 試驗 1 과 2 에서는 물과 飼料를 자유로이 給與하였으며 試驗 3 에서는 물은 자유로이 給與하였으나 飼料攝取量을 1 日 首當 180 g 으로 制限하여 給與하였다. 試驗期間中 每日

午後 3 時 30 分에 集卵하여 產卵率과 卵重을 測定하였으며 飼料攝取量은 1 週 間隔으로 測定하였다.

本 研究에 供試된 닭은 똑같이 0~6 週齡에 18% 蛋白質, 7~12 週齡에 16% 蛋白質, 13 週齡~ 產卵率 5% 到達時까지 13% 蛋白質 飼料를 給與한 後 產卵率 5%에 到達한 以後부터 試驗에 供試되기까지는 蛋白質 含量 16%인 產卵飼料를 1 日 首當 約 130 g 씩 給與하였다.

本 試驗에서 얻어진 모든 데이터는 Steel 과 Torrie (1981) 의 方法에 의하여 分散分析을 實施하였다.

### III. 結果 및 考察

3 回의 試驗 結果는 各各 Table 2-4 에서 보는 바와 같다. 試驗 1 에서 飼料의 蛋白質 水準은 產卵率에 影響을 미치지 않았으며 에너지 水準을 높였을 境遇에는 平均 3.61%의 產卵率이 改善되었으나 統計的인 有意性은 없었다 (Table 2). 卵重은 蛋白質과 에너지 水準에 의해서 影響을 받지 않았다.

蛋白質 水準이나 에너지 水準을 높여 주었을 때 egg mass 가 增加하였으나 energy 水準間에만 有意性이 ( $P < 0.01$ ) 認定되었다. 에너지 水準이나 蛋白質 水準을 높였을 때 飼料攝取量은 減少하였으며 飼料效率은 改善되었으나 統計的인 有意差가 없었다.

試驗 2 에서는 에너지 水準이나 蛋白質 水準을 높여 주었을 때 產卵率이 多少 改善되었으나 統計的인 有意差는 없었다 (Table 3). 卵重은 蛋白質과 에너지 水準에 의해서 影響을 받지 않았다. Egg mass 는 飼料의 蛋白質 水準을 높여 주었을 때 약간 改善되었으나 에너지 水準에 의해서는 影響을 받지 않았다. 飼料의 에너지 水準이나 蛋白質 水準을 높였을 境遇 飼料攝取量은 약간 減少하고 飼料效率은 약간 改善되었으나 統計的인 有意差가 없었다.

試驗 3 에서는 에너지 水準을 높임으로써 產卵率이 平均 5.39% 改善되었으며 ( $P < 0.05$ ) 蛋白質 水準을 높였을 境遇에는 平均 4.37%가 改善되었으나 有意性은 없었다 (Table 4). 卵重은 에너지 水準과 蛋白質 水準을 높임으로써 약간 改善되었으나 統計的인 有意差는 없었다. Egg mass 는 에너지 水準間 ( $P < 0.01$ ) 및 蛋白質 水準間 ( $P < 0.05$ ) 에 有意差가 있었다. 飼料의 에너지 水準이나 蛋白質 水準을 높였을 때 飼料效率이 약간 改

Table 2. Effects of dietary energy and protein levels on performance of laying hens (Exp. 1)

Treatments	Egg	Egg	Egg	Feed	Feed/	Protein	ME	Egg mass/	Egg mass/	
Energy	Protein	production	weight	mass	consump-	egg	intake	protein	ME	
(kcal ME/kg	(%)	(%)	(g/hen/day)	(g/hen/day)	(g/g)	(g/hen/day)	(kcal/hen	(g/g)	(g/kcal)	
(%)	(%)	(g/hen/day)	(g/hen/day)	(g/g)	(g/hen/day)	(kcal/hen	(g/g)	(g/kcal)		
2500	13	76.15	61.25	46.64	160.10	3.43	20.81	400.26	2.242	0.116
2500	16	76.43	62.13	47.48	149.27	3.14	23.89	373.17	1.992	0.128
2800	13	79.84	61.73	49.29	155.25	3.15	20.18	434.70	2.482	0.117
2800	16	79.96	61.78	49.39	146.30	2.96	23.41	409.75	2.038	0.121
Effects of energy level over all protein levels										
2500		76.29	61.69	47.06 <sup>A</sup>	154.69	3.29	22.35	386.72 <sup>A</sup>	2.117 <sup>a</sup>	0.122
2800		79.90	61.76	49.34 <sup>B</sup>	150.78	3.06	21.80	422.23 <sup>B</sup>	2.260 <sup>b</sup>	0.119
Effects of protein level over all energy										
	13	78.00	61.49	47.96	157.68	3.29	20.50 <sup>A</sup>	417.48 <sup>A</sup>	2.362 <sup>A</sup>	0.117 <sup>a</sup>
	16	78.20	61.96	48.45	153.26	3.05	23.65 <sup>B</sup>	391.46 <sup>B</sup>	2.015 <sup>B</sup>	0.125 <sup>b</sup>
Energy × protein	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
interaction										

<sup>A, B</sup> Mean values with different superscripts within columns are significantly different (P < 0.01).

<sup>a, b</sup> Mean values with different superscripts within columns are significantly different (P < 0.05).

<sup>NS</sup> Represents "Not significant".

Table 3. Effects of dietary energy and protein levels on performance of laying hens (Exp. 2)

Treatments	Egg	Egg	Egg	Feed	Feed/	Protein	ME	Egg mass/	Egg mass/	
Energy	Protein	production	weight	mass	consump-	egg	intake	protein	ME	
(kcal ME/kg	(%)	(%)	(g)	(g/hen/day)	(g/hen/day)	(g/g)	(g/hen/day)	(kcal/hen	(g/g)	(g/kcal)
(%)	(%)	(g)	(g/hen/day)	(g/hen/day)	(g/g)	(g/hen/day)	(kcal/hen	(g/g)	(g/kcal)	
2500	13	77.54	65.62	50.88	170.00	3.34	22.13	425.50	2.304	0.120
2500	16	78.21	65.83	51.49	170.48	3.31	27.28	426.20	1.888	0.121
2800	13	77.50	64.93	50.32	168.29	3.34	21.88	471.21	2.305	0.107
2800	16	81.27	65.63	53.33	166.11	3.11	26.58	465.12	2.008	0.115
Effects of energy level over all protein levels										
2500		77.88	65.72	51.19	170.24	3.33	24.71	425.85 <sup>a</sup>	2.096	0.121
2800		79.38	65.28	51.83	167.20	3.23	24.23	468.16 <sup>b</sup>	2.157	0.111
Effects of protein level over all energy levels										
	13	77.52	65.28	50.60	169.15	3.34	22.01 <sup>A</sup>	448.35	2.305 <sup>A</sup>	0.114 <sup>A</sup>
	16	79.74	65.73	52.41	168.30	3.21	26.93 <sup>B</sup>	445.66	1.948 <sup>B</sup>	0.118 <sup>B</sup>
Energy × protein	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
interaction										

<sup>A, B</sup> Mean values with different superscripts within columns are significantly different (P < 0.01).

<sup>a, b</sup> Mean values with different superscripts within columns are significantly different (P < 0.05).

<sup>NS</sup> Representy "Not significant".

Table 4. Effects of dietary energy and protein levels on performance of laying hens (Exp.3)

Treatments	Egg	Egg	Egg	Feed/	Protein	ME	Egg mass/	Egg mass/	
Energy	Protein	production	wight	mass	egg mass	intake	protein	ME intake	
(kcal ME/kg)	(%)	(%)	(g)	(g/hen/day)	(g/g)	(g/hen/day)	(g/g)	(g/kcal)	
2500	13	63.26	64.80	40.99	3.17	16.90	325	2.425	0.126
2500	16	66.59	65.34	43.51	2.98	20.80	325	2.094	0.134
2800	13	67.62	66.01	44.64	2.91	16.90	364	2.641	0.123
2800	16	73.02	66.71	48.71	2.67	20.80	364	2.342	0.134
Effects of energy level over all protein levels									
2500		63.93 <sup>a</sup>	65.07	42.25 <sup>A</sup>	3.08	18.85	325	2.260 <sup>A</sup>	0.130
2800		70.32 <sup>b</sup>	66.36	46.67 <sup>B</sup>	2.79	18.85	364	2.492 <sup>B</sup>	0.129
Effects of protein level over energy levels									
	13	65.44	65.41	42.81 <sup>a</sup>	3.04	16.90	345	2.533 <sup>A</sup>	0.125 <sup>A</sup>
	16	69.81	66.03	46.10 <sup>b</sup>	2.83	20.80	345	2.218 <sup>B</sup>	0.134 <sup>B</sup>
Energy × protein interaction		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>A, B</sup> Mean values with different superscripts within columns are significantly different ( $P < 0.01$ ).

<sup>a, b</sup> Mean values with different superscripts within columns are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>NS</sup> Representy "Not significant".

善되었으나 統計的인 有意差가 없었다.

모든 試驗에서 蛋白質 水準과 에너지 水準의 交互作用은 發見되지 않았다. 以上の 結果를 綜合해 보면 各 蛋白質 水準에서 에너지 水準을 높였을 境遇 試驗 1, 2, 3에서 모두 產卵率이 改善되었으나 (Quisenberry와 Bradley 1962, Hubbel 등 1968, Doran 등 1980; Olomu와 Offiong, 1983) 各 에너지 水準에서 蛋白質 水準을 높였을 境遇에는 試驗 1에서는 改善되지 않았으며 (Valencia 등 1980; Olomu와 Offiong, 1983) 試驗 2와 3에서는 產卵率이 改善되었다 (Quisenberry와 Bradley, 1962; Balloun 1969; Hochereich 등 1978; Doran 등 1980). 試驗 1과 2에서 蛋白質 水準이나 에너지 水準에 의해서 卵重이 影響을 받지 않았으나 試驗 3에서는 高 에너지 水準에서 卵重이 약간 改善되었으며 蛋白質 水準에 의해서는 影響을 받지 않았다.

모든 試驗에서 에너지 水準이나 蛋白質 水準을 높여 줌으로써 一般的으로 egg mass가 增加하는 傾向을 보였는데 이 傾向은 特히 試驗 3에서 뚜렷이 나타났다. 飼料攝取量은 飼料의 에너지나 蛋白質

水準을 높였을 境遇 試驗 1과 2에서 모두 減少하였다.

飼料效率은 試驗 1, 2, 3에서 모두 에너지 水準이나 蛋白質 水準을 높여 주었을 때 改善되는 傾向을 보였다. McDaniel 등 (1957), Thornton과 Whittet (1960), Quisenberry와 Bradley (1962), Hochereich 등 (1978), Doran 등 (1980), Reid와 Maiorino (1980)는 에너지 水準이나 蛋白質 水準을 높였을 境遇 飼料效率이 改善되었다고 發表하였는데 本 研究의 結果와 一致한다. 그러나 Olomu와 Offiong (1983)은 에너지 水準이나 蛋白質 水準에 의해서 飼料效率이 影響을 받지 않았다고 報告한 바 있다.

飼料를 無制限 給與한 試驗 1과 2에서는 飼料의 에너지 水準을 높였을 때 에너지 攝取量은 增加하였으나 飼料攝取量이 減少함으로써 蛋白質 攝取량이 多少 減少하는 傾向이 있었으며 飼料의 蛋白質 水準을 높였을 때 蛋白質攝取量은 增加하였으나 에너지 攝取량이 減少하였다 (Table 2와 3). 한편, 에너지와 蛋白質의 單位 攝取量으로부터 生産된 egg mass로부터 에너지와 蛋白質의 效率을計

算한 결과 (Table 2-4) 飼料의 에너지水準이 增加할 때 에너지效率은 低下되었으나 蛋白質效率이 改善되었으며 飼料의 蛋白質水準이 增加할 때 蛋白質效率은 低下되었으나 에너지效率이 改善되었다.

結論적으로 産卵鷄飼料의 에너지와 蛋白質水準은 卵重보다는 産卵率에 더 크게 影響을 미쳤으며 飼料를 無制限 給與한 試驗 1과 2에서는 에너지나 蛋白質水準이 卵重에 影響을 미치지 못하였으나 制限 給與한 試驗 3에서는 統計的인 有意性은 없었으나 에너지水準이 卵重에 어느정도 影響을 미쳤다.

#### IV. 摘 要

飼料의 에너지와 蛋白質水準이 産卵鷄의 能力에 미치는 影響을 調査하기 爲하여 3회의 試驗을 實施하였다. 試驗 1에서는 352日齡의 마니나 브라운種을, 試驗 2에서는 280日齡의 갈색 와렌種을, 試驗 3에서는 317日齡의 갈색 와렌種을 各各 利用하였다. 各 試驗에서 共히 總 360首의 供試鷄를 18首씩 20個區로 나누어 4個處理에 5反復으로 配置하였다. 試驗 設計는 2가지 水準의 에너지 (2500과 2800 kcal ME/kg)와 2가지 水準의 蛋白質 (13% 및 16%)을 조합한 2×2 要

因試驗을 實施하였다. 모든 供試鷄는 産卵鷄用 cage에 cage 당 2首씩 收容하였으며 試驗 1과 2에서는 4週間の 試驗期間동안 試驗飼料와 물을 自由로 이 給與하였고 試驗 3에서는 2週間の 試驗期間동안 飼料攝取量을 1日 首當 130g으로 制限하여 給與하였다.

試驗 1과 2에서 高에너지 飼料를 攝取한 닭이 産卵率이 多少 높았으나 有意性은 없었다. 그러나 試驗 1에서는 蛋白質水準이 産卵率에 影響을 미치지 못하였다. 飼料를 制限 給與한 試驗 3에서는 高에너지 飼料에서 産卵率이 改善되었으며 ( $P < 0.05$ ) 蛋白質水準도 産卵率에 影響을 미쳤으나 有意性은 없었다. 試驗 1과 2에서 卵重은 에너지水準이나 蛋白質水準에 의하여 影響을 받지 않았으나 試驗 3에서는 高에너지水準에서 卵重도 약간 改善되는 傾向을 보였다. 3회의 試驗 모두에서 飼料의 蛋白質이나 에너지水準이 增加할 때 egg mass가 增加하는 傾向을 보였다. 飼料의 에너지나 蛋白質水準이 增加할 때 飼料攝取量은 減少하고 飼料效率이 改善되는 傾向을 보였다. 또한 飼料의 에너지水準이 增加할 때 蛋白質效率 (egg mass / 蛋白質攝取量)이 改善되었으며 飼料의 蛋白質水準이 增加할 때 에너지效率 (egg mass / ME 攝取量)이 改善되었다.

#### V. 引用文獻

1. Adams, A.W., C.W. Devoe and A.J. Kahrs, 1970. Effect of frequent short - term dietary protein variations on performance of laying hens. Poultry Sci. 49: 1138-1140.
2. Aitken, J.R., G.E. Dickerson and R.S. Gave, 1973. Effect of intake and source of protein on laying performance of seven strains under single and double housing. Poultry Sci. 52: 2127-2134.
3. Anderson, G.J., C.F. Peterson, A.C. Wiese and C.E. Lampmann, 1957. The effect of high level vitamin supplementation of high and low energy rations on egg production and egg shell quality. Poultry Sci. 36: 1369-1376.
4. Berg, L.R., and G.E. Bearse, 1956. The effect of water-soluble vitamins and energy level of the diet on the performance of laying pullets. Poultry Sci. 35: 945-951.
5. Berg, L.R. and G.E. Bearse, 1957. The effect of protein and energy content of the diet on the performance of laying hens. Poultry Sci. 36: 1105 (abstr).
6. Berg, L.R., G.E. Bearse, J. McGinnis and C.F. McClary, 1952. Vitamin B<sub>12</sub> in the nutrition of the laying hen. Poultry Sci. 31: 488-496.
7. Balloun, S.L., 1969. Protein requirement of layers-effect of housing rate. Poultry Sci. 48: 1782 (abstr.).
8. Coligade, E.C., and J.H. Quisenberry, 1961. Effects of protein level, source and change of level during the laying period on performance of incross egg production stock. Poultry Sci. 40: 1388 (abstr.).

9. Deaton, J.W., 1965. Effect of dietary protein level on performance of four commercial egg production stocks. *Poultry Sci.* 44: 936-942.
10. Doran, B.H., J.H. Quisenberry, W.F. Krueger and J.W. Bradley, 1980. Response of thirty egg-type stocks to four layer diets differing in protein and caloric levels. *Poultry Sci.* 59: 1082-1089.
11. Fernandez, R., A.J. Salman and J. McGinnis, 1973. Effect of feeding different protein levels and of changing protein on egg production. *Poultry Sci.* 52: 64-69.
12. Farouk, H., and J.L. Sell 1977. Effect of feed grade animal fat on laying hen performance and on metabolizable energy of rations: *Poultry Sci.* 56: 1972-1980.
13. Farouk, H., and J.L. Sell, 1977. The modifying effect of C:P ratio on laying hen performance and on the "extra metabolic effect" of added fat. *Poultry Sci.* 56: 1981-1988.
14. Hamilton, R.M.G., 1978. The effect of dietary protein level on productive performance and egg quality of four strains of white leghorn hens. *Poultry Sci.* 57: 1355-1364.
15. Hubbel, E., C.K. Harman and R.H. Thayer, 1968. Protein and energy interrelationships in laying hens. *Poultry Sci.* 46: 1462 (abstr.).
16. Hochereich, H.J., C.R. Douglas, I.H. Kidd and R.H. Harms, 1958. The effect of dietary protein and energy levels upon production of single comb white leghorn hens. *Poultry Sci.* 37: 949-953.
17. Hill, F.W., D.L. Anderson and L.M. Dansky, 1956. Studies of the energy requirement of chicks. 3. The effect of dietary energy level on the rate and gross efficiency of eggproduction. *Poultry Sci.* 35: 54-59.
18. Kurnick, A.A., H.B. Hinds, M.W. Pasvogel and B.L. Reid, 1960. Dietary energy level for laying hens as related to age and environmental temperatures. 1. Effect on egg production, body weight and feed conversion. *Poultry Sci.* 40: 1483-1491.
19. Leeson, S., and J.D. Summers, 1979. Step-up protein diets for growing pullets. *Poultry Sci.* 58: 681-686.
20. Miller, R.I., and L.T. Smith, 1975. The effects of four different feeding programs of varying protein levels on performance of brown egg-type birds. *Poultry Sci.* 54:964-969.
21. March, B.E., and J. Biely, 1963. The effects of dietary fat and energy levels on the performance of caged laying birds. *Poultry Sci.* 42: 20-24.
22. McDaniel, A.H., J.D. Price, J.H. Quisenberry, B.L. Reid and J.R. Reid and J.R. Couch, 1957. Effect of energy and protein level on cage layers. *Poultry Sci.* 36: 850-854.
23. Nordstrom, J.D., and L.E. Outsterhour, 1983. A hemeral light cycles and protein levels for older laying hens. *Poultry Sci.* 63: 525-531.
24. NRC, 1984. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of poultry (18th ed.). National Research Council, Nat. Acad. Sci., Washington, DC.
25. Olomu, J.M., and S.A. Offion, 1983. The performance of brown egg type layers fed different protein and energy levels in the tropics. *Poultry Sci.* 62: 345-352.
26. Patel, M.B., and J. McGinnis, 1977. The effect of levels of protein and vit. B<sub>12</sub> in hen diets on egg production and hatchability of eggs and on livability and growth of chicks. *Poultry Sci.* 56: 45-53.
27. Quisenberry, J.H., and J.W. Bradley, 1962. Effects of dietary protein and changes in energy levels on the laying house performance of egg production stocks. *Poultry Sci.* 41: 717-724.

28. Reid, B.L., and C.W. Weber, 1975. Supplemental dietary fat and laying hen performance. *Poultry Sci.* 54: 422-428.
29. Reid, B.L., and P.M. Maiorino, 1980. Interaction of dietary metabolizable energy and protein in laying hen diets. *Poultry Sci.* 59: 1451-1454.
30. Stockland, W.L., and L.G. Blaylock. 1974. The influence of ration protein level on the performance of floor reared and cage reared replacement pullets. *Poultry Sci.* 53: 790-800.
31. Sugandi, D., H.R. Bird and D. Atmadilaga, 1975. The effect of different energy and protein levels on the performance of laying hens in floor pens and cages in the tropics. *Poultry Sci.* 54: 1107-1114.
32. Steel, R.G.D., and J.H. Torrie, 1981. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 2nd. ed. McGraw-Hill Kogakusha. Tokyo, Japan.
33. Treat, C.W., B.L. Reid, R.E. Davies and J.R. Couch, 1960. Effect of animal fat and mixtures of animal and vegetable fats containing varying amounts of free fatty acids on performance of cagy layers. *Poultry Sci.* 39: 1150-1555.
34. Thornton, P.A., and W.A. Whittet, 1960. Protein requirement for egg production as influenced by management genetic background and dietary energy level. *Poultry Sci.* 39: 919-921.
35. Valencia. M.E., P.M. Maiorino and B.L. Reid, 1980. Energy utilization in laying hens. III. Effect of dietary protein level at 21 and 32 C. *Poultry Sci.* 59: 2508-2513.