

# 사료의 급여시간 및 급여회수가 육용종계의 산란능력에 미치는 영향

이규호 · 이상진 · 이종선\* · 정선부  
축산시험장  
(1988. 5. 11. 接受)

Effects of Feeding Time and Frequency on the Performances of Broiler Breeder Hens

Kyu Ho Lee, Sang Jin Lee, Jong Seon Lee\* and Sun Boo Chung

Livestock Experiment Station  
(Received May. 11, 1988)

## SUMMARY

In order to study the effects of feeding time (08:00 and 14:00 hours) and frequency (once a day, twice a day and once every other day) on the performances of broiler breeder hens, two experiments were conducted with 1,248 hens of Maniker strain during 24-42 weeks (Experiment 1) and 42-60 weeks (Experiment 2) of age. The results obtained are summarized as follows:

1. No significant differences were observed in hen-day egg production and feed conversion rate between feeding times or among feeding frequencies through the entire experimental period.
2. Mean egg weight during the age of 24-42 weeks was significantly increased by feeding in the afternoon ( $p < 0.01$ ). But it was not significantly affected by feeding time or frequency during 42-60 weeks of age.
3. Fertility and hatchability of eggs at 36 weeks and 60 weeks of age were not significantly different among treatments.
4. By feeding in the afternoon egg breaking strength at 60 weeks of age was significantly improved ( $p < 0.05$ ), but not at 36 weeks of age.
5. In diurnal distribution of egg production, hens fed in the afternoon produced more eggs in the afternoon than hens fed during the morning ( $p < 0.01$ ).

## I. 緒 論

계란의 卵殼質에 관한 研究는 주로 卵用鷄를 對象으로 많이 이루어졌으나, 肉用種鷄는 卵用鷄에

비해 尙적으로도 적고 研究에 더 많은 努力과 經費가 所要되기 때문에 研究가 尙疎히 되어왔다.

그러나 肉鷄産業에서 種鷄의 重要性과 肉用種鷄 飼育에서 卵殼質問題의 重要性으로 미루어 볼 때 肉用種鷄에서 卵殼質을 向上시키기 위한 研究는

\* 처호부화장 (Chunho Hatchery Co., LTD)

産卵率을 向上시키는 것과 똑같이 중요하다고 할 수 있다.

産卵鷄가 卵殼을 形成하기 위하여는 16時間 동안 매시간 약 125mg의 칼슘을 飼料를 통해 供給받아야 하지만, 卵殼形成의 初期段階인 밤에 飼料(칼슘)攝取를 중단하게 되므로, 自然은 産卵鷄가 卵殼을 形成하는 동안 追加로 必要한 칼슘을 供給할 수 있도록 獨特한 消化器管(소낭과 筋胃等)과 骨格構造를 부여 하였는데 (Simkiss, 1961; Taylor, 1970), 소낭은 낮에 攝取된 飼料(칼슘)를 貯藏하였다가 밤새도록 下部 消化器管으로 내려보낸다. 이러한 소낭의 중요성은 Voitle 등 (1974)과 Stonerock 등 (1975)이 産卵鷄에서 소낭을 제거한 결과 正常的인 닭과 같은 卵殼質을 유지할 수 없었다고 함으로서 증명된 바 있다.

그러나 비록 닭이 독특한 消化器管과 骨格構造를 가지고 있어서 代謝的인 必要에 따라 칼슘의 攝取 (Taylor, 1970; Hughes and Wood-Gush, 1971; Roland 등, 1972; Holcombe 등, 1975)와 吸收 (Taylor와 Kirkley, 1967; Hurwitz와 Bar, 1969)를 調節할 수 있다고 하더라도, 1970年代初의 몇몇 學者들 (Scott 등, 1971; Roland 등, 1973)은 아직도 産卵鷄가 밤동안에 칼슘缺乏狀態가 되어 最高의 卵殼質을 얻는데 次要인 된다고 믿고, 粒子가 큰 貝粉을 급여하므로써 卵殼質이 改善된다는 報告들 (Soctt 등, 1971; Roland와 Harms, 1973; Sauveur와 Mongin, 1974; Parkhurst와 Garlich, 1975; Miller와 Sunde, 1975; Muir 등, 1975; Kuhl 등, 1977)에 根據하여 産卵鷄에 粒子度가 큰 貝粉을 급여하면 溶解度가 낮아 낮동안에 소낭이나 근위에 오래 남아 있다가 밤에 천천히 溶解되면서 卵殼이 形成되는 기간에 부족한 칼슘을 追加로 供給하게 된다고 하였다. 그러나 Roland 등 (1973)은 소낭이 飼料(칼슘)를 저장할수는 있으나 消化器管으로 내려보내는 것이 일정치 않아서 초저녁에는 늦은 밤시간 보다 많은 칼슘이 내려가고 대부분의 칼슘이 자정이전에 消耗되어서 소낭은 卵殼이 形成되는 동안 일정한 칼슘供給源이 될 수 없다고 하였다.

한편 Lennards와 Roland(1981)는 卵殼形成에서 骨格의 役割을 理解하기 위하여 2~3日 分의 칼슘을 하루에 모두 給與하고 다음 1~2日

間 칼슘缺乏飼料를 給與할때 正常的인 卵殼質을 유지하기에 충분한 量의 칼슘이 骨格에 貯藏되고 利用될 수 있는지 與否를 알아보기 위해 實驗한 結果 骨格中の 칼슘만으로는 단 하루도 正常的인 卵殼質을 유지할 수 없고 卵殼形成에 必要한 칼슘은 매일 飼料를 통해 供給되어야 한다고 하였다.

産卵鷄가 卵殼을 形成하는데 必要한 칼슘은 매일 供給하는것이 重要한데 1일중 어떤 時間에 給與하는 것이 유리할 것인가를 알아보기 위해 Lennards와 Roland (1981)가 試驗한 結果 産卵鷄의 卵殼形成을 위하여는 칼슘의 攝取時間이 重要하여 午前보다 午後에 攝取하는 것이 유리하다고 하였고, 이러한 사실은 Summers와 Leeson (1985)의 産卵鷄選擇採食試驗에 의한 時間帶別 칼슘攝取量 調査에서 1日 칼슘攝取量의 대부분이 午後3~4時以後에 集中됨으로서 立證되고 있다.

위에서 說明한바와 같이 낮시간동안 飼料를 自由로 攝取하는 卵用種 産卵鷄가 밤에 칼슘缺乏狀態가 된다면, 1日飼料量이 制限되고 새벽에 1日 1回만 飼料를 給與하여 午前中에 주어진 飼料를 모두 먹어 버리는 肉用種鷄에서는 칼슘給與時間이 더욱 중요한 것이라는데 着眼하여 Farmer 등 (1983)이 肉用種鷄의 칼슘給與時間과 卵殼質의 關係를 調査한 結果 肉用種鷄에서도 칼슘給與時間이 卵殼質에 重要한 役割을 하며 가장 좋은 칼슘의 給與時間은 卵殼形成이 始作되는 午後라고 하였다.

그러나 肉用種鷄에서 無칼슘飼料와 칼슘供給制를 別途로 給與하는 일은 時間的 努力的으로 어려운 일이며 또한 칼슘의 效率的인 吸收利用이나 卵殼質改善 效果도 충분치 못하므로 (Farmer와 Roland, 1982), Farmer 등 (1983)은 충분한 칼슘을 含有하는 正常的인 種鷄飼料의 給與時間을 午前과 午後로 區分하여 試驗한 結果 午後에 飼料를 給與한 肉用種鷄의 卵殼質과 卵中 및 卵殼重量이 優秀하였다고 하였고 이러한 사실은 Hellwig 등 (1982)와 Bootwella 등 (1982)에 의해서도 報告된 바 있다.

本試驗은 이른 아침시간에 1日 1回 飼料를 給與하는 肉用種鷄飼養에서 飼料의 給與時間 (08:00時 14:00시)과 給與回數 (1日 1回, 1日 2回, 2日 1回)가 肉用種鷄의 産卵能力과 種卵의 卵殼質 및 受精率, 孵化率 등에 미치는 影響을 調査하기 위하여 실시하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 供試動物, 試驗期間 및 場所

24 週齡에 到達한 마니커系統의 肉用種鷄 1,248 數를 供試하여 1985年 10月 23日부터 1986年 7月 2日까지, 肉用種鷄 24 週齡부터 60 週齡까지 36 週間に 걸쳐 경기도 포천군 가산면 所在 천호孵化場 育幼농장에서 사양試驗을 實施하였다.

### 2. 試驗設計 및 試驗飼料

24~42 週齡의 產卵初期 및 產卵피크期間의 試驗 1에서는 1日分 飼料를 08:00 時와 14:00 時에

각각 1日 1回 給與하는 2個 處理로 구분하고 各 處理當 13個 反覆을 두었으며 反覆當 48수씩의 肉用種鷄를 配置하였다.

42 週齡 以後부터 60 週齡까지의 產卵後期에 實施된 試驗 2에서는 다음 表 1에서 보는 바와 같이 08:00시 1日分 1回給與區 (Control)와 08:00時와 14:00時 1日分 2回 分離給與區 (T<sub>1</sub>), 14:00時 1日分 1回給與區 (T<sub>2</sub>) 및 14:00時 2日分 隔日給與區 (T<sub>3</sub>)等 4個 處理로 區分하고 各處理當 13個 反覆을 두었으며 反覆當 24 首씩의 肉用種鷄를 配置하였다.

試驗期間中 試驗飼料는 各處理 共히 同一한 種鷄飼料를 給與하였으며, 1日 1數當 代謝에너지 供

Table 1. Feeding times and frequencies of broiler breeder hens

Treatments	Feeding times and frequencies	Remark
Control	Once a day at 08:00 hour	a day's meal
T <sub>1</sub>	Twice a day at 08:00 and 14:00 hours	"
T <sub>2</sub>	Once a day at 14:00 hour	"
T <sub>3</sub>	Once every other day at 14:00 hours	two day's meal

給量이 24~26 週齡에 325 Kcal, 26~28 週齡에 350 Kcal, 28~30 週齡에 375 Kcal, 30~32 週齡에 400 Kcal, 32~42 週齡에 437 Kcal, 42~50 週齡에 425 Kcal, 그리고 50~60 週齡에는 400 Kcal가 되도록 대사에너지 水準이 2,750 Kcal/kg 인 試驗飼料의 1日 給與量을 調節하였으며, 1日飼

料給與量이 週齡에 따라 달라져도 1日 粗蛋白質 供給量은 20 g, 칼슘供給量은 4 g, 有效磷 供給量은 0.6 g으로 全 試驗期間中 變化가 없도록 試驗飼料의 含量을 調節하였다. 1日 1數當 대사에너지 供給水準別 試驗飼料의 성분과 1日 給與量은 다음 表 2와 같다.

Table 2. Daily nutrients allotment and chemical composition of experimental diets supplying different metabolizable energy intake levels

Items	Daily energy allotment (ME Kcal/day)					
	325	350	375	400	425	437
Daily nutrient allotment (g)						
Crude protein	20	20	20	20	20	20
Calcium	4	4	4	4	4	4
Available phosphorus	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Chemical composition						
ME, Kcal/kg	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
Crude protein, %	16.92	15.71	14.67	13.75	12.94	12.59
Calcium, %	3.38	3.14	2.93	2.75	2.59	2.52
Available phosphorus, %	0.51	0.47	0.44	0.41	0.39	0.38
Daily feed allowed, g	118.18	127.27	136.36	145.45	154.55	158.91

### 3. 飼養管理

供試 肉用種雞는 無窓雞舍에서 2首用 肉用種雞 産卵케이지에 收容하고, 試驗飼料는 週齡別 소정량 을 처리별 給與時間에 反覆別로 定量 給與 하였으며, 給水와 點燈 및 人工受精능 기타 一般管理는 천호孵化場 유교농장의 관행방법에 準하였다.

### Ⅲ. 結果 및 考察

1日分の 飼料를 午前8時와 午後2時에 각각 1日 1回에 給與한 試驗1에서 24~32週齡의 産卵

初期와 32~42週齡의 産卵피크期間의 處理別 肉用種雞의 産卵率, 平均卵重, 一日産卵量 및 飼料要求率과 1日中 時間帶別 産卵分布는 다음 表3에서 보는 바와 같다.

즉 1日 飼料給與量은 같아도 飼料의 給與時間을 午前과 午後로 달리할때 24~32週齡과 32~42週齡間의 肉用種雞의 産卵率과 飼料要求率은 飼料給與時間間에 統計的인 有意差가 인정되지 않았으나 平均卵重은 飼料를 午後에 給與함으로써 무거워지는 傾向을 보였으며 ( $p < 0.01$ ), 1日中 産卵分布는 飼料를 오후에 給與함으로써 午後(12~16時) 産卵數가 많아지는 傾向( $p < 0.01$ )을

Table 3. Egg laying performances of broiler breeder hens affected by feeding time (Experiment 1)

Age (weeks)	Feeding time	Egg production	Mean egg weight		Feed		Distribution of egg production		
			%	g	g/day	per kg egg	per egg	08~12	12~16
24~32	08:00	53.9	51.7	27.8	4.77	247	50.4	19.2	30.4
	14:00	54.6	52.3	28.6	4.66	244	52.3	23.0	24.7
	Significance	NS	**	**	NS	NS	*	**	**
32~42	08:00	74.9	57.9	43.4	3.66	212	50.7	29.7	19.6
	14:00	74.0	58.8	43.5	3.64	214	47.8	32.0	20.2
	Significance	NS	**	NS	NS	NS	**	**	NS

보였는데, 여기서 肉用種雞의 飼料給與時間을 午後로 할때 卵重이 무거워졌던 試驗結果는 Farmer 等 (1983), Hellwig 等 (1982) 및 Bootwella 等 (1982)의 보고와 일치하는 것이다.

한편 肉用種雞의 飼料給與時間을 午前과 午後로 달리할때 肉用種雞 36週齡時에 調査한 種卵의 受精率과 孵化率 및 卵殼質은 다음 表4에서 보는 바와 같이 飼料給與時間間에 統計的인 유의차가 없

었는데 여기서 肉用種雞의 飼料給與時間間에 卵殼質의 差異가 없었던것은 Farmer 等 (1983) 이나 Hellwig 等 (1982) 및 Bootwella 等 (1982)의 報告와 다른 것이나 이것은 36週齡이 産卵피크기로 卵殼質이 좋은 나이 이기 때문인것으로 생각되며, 産卵率이나 受精率 및 孵化率에 差異가 없었던것은 이들의 研究報告와 일치하는 結果였다.

Table 4. Fertility, hatchability and egg shell quality of eggs produced by broiler breeder hens at 36 weeks of age (Experiment 1)

Feeding times	Fertility	Hatchability		Egg shell quality		
		of total eggs	of fertilized eggs	Breaking strength	Thickness of shell	
	%	%	%	kg/cm <sup>2</sup>	μ	
08:00	98.09	87.57	89.34	4.10	365.4	
14:00	97.19	87.31	89.87	4.16	367.5	

42週齡以後의 試驗2에서는 肉用種鷄의 飼料 給與時間 및 給與回數를 08:00時 1回給與區, 08:00時와 14:00時 2回給與區, 14:00時 1回給

與區 및 14:00時 隔日給與區로 나누어 產卵能力 과 飼料要求率 및 1日中 產卵分布를 調査하였는바 試驗結果는 다음 表5와 같다.

Table 5. Egg laying performances of broiler breeder hens during 42-64 weeks of age (Experiment 2)

Feeding time	Egg production %	Mean egg weight g	Egg mass g/day	Feed		Distribution of egg production		
				per kg egg	per egg	08-12 %	12-16 %	16-08 %
08:00	67.4	62.4	42.0	3.67 kg	229 g	51.4	34.5	14.1
08:00/14:00	68.1	62.8	42.8	3.61	227	49.7	37.3	13.0
14:00	67.4	63.0	42.5	3.63	29	44.1	39.5	16.4
14:00*	66.3	62.4	41.4	3.73	33	50.1	35.0	14.9
Significance.	NS	NS	NS	NS	NS	**	**	**
L.S.D						2.49	3.03	1.93

\* Every other day

즉 42週齡以後에는 飼料의 給與時間이나 給與回數에 따라 產卵率이나 平均卵重 및 飼料要求率 등이 모두 處理間에 統計的인 유의 差가 없었으나, 產卵率과 飼料要求率이 모두 08:00時나 14:00時 1日1回給與區에 비해 1日2回區는 약간 우수한 傾向이었고 隔日給與區는 약간 不良한 傾向이었다.

여기서 處理間에 卵重의 差異가 없었던것은 42週齡以前의 試驗1의 結果와는 差異가 있는 것이다. 1日中의 產卵分布는 試驗1에서와 비슷한 傾向을

보여 隔日給與區를 除外하고는 午後에 飼料를 給與한 區들은 오전에 飼料를 給與한 區들에 비하여 午前(08-12時) 產卵數는 적고 午後(12~16時) 產卵數는 많은 傾向이었다( $p < 0.01$ ).

한편 42週齡以後의 試驗2에서 60週齡에 調査한 飼料給與時間 및 給與回數에 따른 種卵의 受精率 孵化率 및 卵殼質의 調査結果는 다음 表6에서 보는 바와 같다.

즉 種卵의 受精率이나 孵化率은 全般的으로 飼

Table 6. Fertility, hatchability and egg shell quality of eggs produced by broiler breeder hens at 60 weeks of age(Experiment 2)

Feeding times	Fertility %	Hatchability		Egg shell quality		
		of total eggs %	of fertilized eggs %	Breaking strength kg/cd	Thickness of shell μ	
08:00	98.5	76.7	77.9	3.49	348.4	
08:00/14:00	96.9	83.6	86.2	3.50	352.3	
14:00	96.9	84.6	87.2	3.70	354.0	
14:00*	97.4	84.1	86.2	3.43	351.1	
Significance	NS	NS	*	*		NS
L.S.D			6.09	0.18		

\* Every other day

料의 給與時間이나 給與回數에 따라 差異를 나타내지 않았으며 다만 受精卵의 孵化率에서 08:00時 1回 給與區가 기타 處理에 비해 孵化率이 낮았던 것은 確實한 原因을 알 수 없으며 단순한 우연이

거나 試驗誤差에 의한것이 아닌가 보여진다. 卵殼質 調査項目中 卵殼強度는 午前給與區나 隔日給與區에 비하여 午後 1回給與區가 훨씬 강한 傾向을 보였고 ( $p < 0.05$ ), 卵殼厚度도 處理間에 유의

차는 인정되지 않았으나 역시 午後給與區가 午前給與區에 비하여 두꺼운 편이었다. 여기서 60週齡時에 生産된 種卵의 卵殼質이 種鷄의 飼料를 午後에 給與함으로써 改善된 結果는 36週齡時에 調査한 試驗 1의 結果와는 다른 것이나 肉用種鷄의 飼料를 午後에 給與 함으로서 産卵率이나 種卵의 受精率에 나쁜 影響이 없이 卵重이나 卵殼質이 改善되었다고 한 Farmer等 (1983)이나 Bootwella等 (1982) 및 Hellwig等 (1982)의 報告와는 일치하는 것이다.

結論적으로 肉用種鷄의 飼料를 午後에 給與하면 産卵率이나 飼料效率 및 種卵의 受精率과 孵化率에 나쁜 影響이 없이 産卵初期에는 平均 卵重을 增加시키고 産卵後期에는 卵殼質을 改善 할 수 있었으며, 肉用種鷄의 飼料給與回數를 1日 2회로 하거나 隔日給與 하여도 産卵能力, 飼料效率, 種卵의 受精率 및 孵化率, 種卵의 卵殼質에 유의적인 影響이 없었다.

#### IV. 摘 要

本 試驗은 肉用種鷄의 飼料給與時間 및 給與回數

가 産卵率, 卵重 飼料要求率, 1日中 産卵分布와 種卵의 受精率 및 孵化率과 卵殼質 등에 미치는 影響을 調査하기 爲하여, 마니커 肉用種鷄 1,248수를 供試하여, 飼料의 給與時間 (08:00時와 14:00時) 과 給與回數 (1日 1回, 1日 2回, 2日 1回)의 效果를 36週間 比較試驗하였는 바, 얻어진 結果는 다음과 같이 要約된다.

1. 肉用種鷄의 産卵率과 飼料要求率은 飼料의 給與時間이나 給與回數에 影響을 받지 않았고, 卵重은 42週齡以前에는 飼料를 午後에 給與 함으로서 增加하였으나 ( $p < 0.01$ ) 42週齡以後에는 飼料給與時間이나 給與回數에 따라 差異가 없었다.

2. 1日中 産卵分布는 隔日給與區 (試驗 2)를 除外하고 午後飼料給與區는 午前飼料給與區에 비해 午前 産卵數는 적고 午後産卵數는 많은 傾向이었다 ( $p < 0.01$ ).

3. 36週齡과 60週齡에 각각 調査한 種卵의 受精率과 孵化率은 處理間에 差異가 없었고, 種卵의 卵殼質은 36週齡時에는 差異가 없었으나 60週齡時에는 飼料를 午後에 給與함으로써 卵殼強度가 增加하였다. ( $p < 0.05$ ).

#### V. 引用文獻

1. Bootwella, S.M., S.M. Harms, and R.H. Walson, 1982. Effect of feeding time and supplementation with calcium/phosphorus pellets on the performance of broiler breeders. *Poultry Science*, 61 : 1421.
2. Farmer, M. and D.A. Roland, 1982. Calcium utilization in the laying hen. *Poultry Science*, 61 : 1378.
3. Farmer, M., D.A. Roland, Sr., J. Brake, and M.K. Eckman, 1983a. Calcium metabolism in broiler hens. 1. Calcium status of the digestive tract of broiler breeders throughout a 24 hour period. *Poultry Science*, 62 : 459.
4. Farmer, M., D.A. Roland, Sr. and M.K. Eckman, 1983b. Calcium metabolism in broiler breeder hens. 2. The influence of the time of feeding on calcium status of the digestive system and egg shell quality in broiler breeders. *Poultry Science*, 62 : 465.
5. Farmer, M., D.A. Roland, Sr. and A.J. Crark, 1983c. Influence of time of feeding on bone and dietary calcium utilization. *Poultry Science*, 62 : 1418.
6. Farmer, M., D.A. Roland, Sr. and A.J. Diark, 1983d. Interaction of dietary calcium level on bone calcium utilization. *Poultry Science*, 62 : 1419.
7. Hellwig, H.M., J. Slagter, Z.B. Johnson, and P.W. Waldroup, 1982. Potential value of "morning" and "afternoon" feeds for laying hens. *Poultry Science*, 61 : 1381.
8. Holcombe, D.J., D.A. Roland, Sr. and R.H. Harms, 1975. The ability of hens to adjust calcium intake when given a choice of diets containing two different levels of calcium. *Poultry Science*, 54 : 552.
9. Hughes, B.O. and D.G.M. Wood-Gush, 1971. A specific appetite for calcium in domestic chickens. *Animal Behaviour*, 54 : 490.
10. Hurwitz, S. and A. Bar, 1969. Intestinal calcium absorption in the laying fowl and its importance

- in calcium homeostasis. *American Journal Clinical Nutrition*, 22 : 391.
11. Kuhl, H. J. Jr., D. P. Holder, and T. W. Sullivan, 1977. Influence of dietary calcium level, source and particle size on performance of laying chickens. *Poultry Science*, 56 : 605.
  12. Lennards, R. M. and D. A. Roland Sr., 1981. The influence of time of dietary calcium intake on shell quality. *Poultry Science*, 60 : 2106.
  13. Miller, P. C. and M. L. Sunde, 1975. The effect of various particle sizes of oyster shell and limestone on performance of laying leghorn pullets. *Poultry Science*, 54 : 1422.
  14. Muir, F. V., R. W. Gerry, and P. C. Harris, 1975. Effect of various sources and sizes of calcium carbonate on egg quality and laying house performance of RedxRock sex-linked females. *Poultry Science*, 54 : 1898.
  15. Parkhurst, C. R. and J. D. Garlich, 1975. A comparison of hens fed oystershell, hardshell and cage cal. *Poultry Science*, 54 : 1803.
  16. Roland, D. A. Sr., D. R. Sloan, and R. H. Harms, 1972. Calcium metabolism in the laying hen. 3. Pattern of feed calcium intake as influence by time of day and oviposition. *Poultry Science*, 51 : 1388.
  17. Roland, D. A. Sr., D. R. Sloan, and R. H. Harms, 1973. Calcium metabolism in the laying hen. 4. The calcium status of the hen at night. *Poultry Science*, 52 : 351.
  18. Roland, D. A. Sr. and R. H. Harms, 1973. Calcium metabolism in the laying hen. 5. Effect of various sources and size of calcium carbonate on shell quality. *Poultry Science*, 52 : 369.
  19. Sauveur, B. and P. Mongin, 1974. Effects of time-limited calcium meal upon food and calcium ingestion and egg quality. *British Poultry Science*, 15 : 313.
  20. Scott, M. L., S. J. Hull, and P. A. Mullenhoff, 1971. The calcium requirement of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. *Poultry Science*, 50 : 1055.
  21. Simkiss, K., 1961. Calcium metabolism and avian reproduction. *Biological Reviews*, 36 : 321.
  22. Summers, J. D. and S. Leeson, 1985. *Poultry nutrition handbook*. p80-83, Univ. of Guelph, Ontario, Canada N1G2W1.
  23. Taylor, T. G. and Kirkey, Jean, 1967. The absorption and excretion of minerals by laying hens in relation to egg shell formation. *British Poultry Science*, 8 : 289.
  24. Taylor, T. G., 1970. How an eggshell is made. *Scientific American*, 222 : 88.
  25. Taylor, T. G., 1970. The provision of calcium and carbonate for laying hens. In: *Proceedings of the 4th Nutritional Conference Feed Manufacturers*, PP. 108-128. Edit. H. Swan. and D. Lewis. London. Churchill.
  26. Stonerock, R. H., D. A. Roland, Sr. and R. A. Voitle, 1975a. Status of the digestive system and tibiae of cropectomized hens at night. *Poultry Science*, 54 : 466.
  27. Stonerock, R. H., D. A. Roland, Sr. and R. A. Voitle, 1975b. The effect of cropectomy on skeletal reproductive and physiological characteristics of laying hen. *Poultry Science*, 54 : 288
  28. Voitle, R. A., D. A. Roland, Sr. and R. H. Harms, 1974. A rapid and effective technique for cropectomy in mature or nearly mature chickens. *Poultry Science*, 1247.