

産卵鶏에 對한 夏節期 飼料 開發에 關한 研究

吳世正·姜京來

建國大學校 畜産大學

(1988. 9. 15. 接受)

Studies on Development of Optimum Laying Hen Diet during Summer Period

Sea Jung Oh and Kyung Rae Kang

College of Animal Husbandry, Kon-kuk University

(Received September. 15, 1988)

SUMMARY

These studies were conducted to investigate the effects of dietary protein and metabolizable energy(ME) levels on layer performance during summer period.

Total 480 ISA Brown egg-type layers ageing 49 weeks housed 2 birds per cage with 4 replicates of 20 birds were employed in this study. Mean environmental temperature over experimental period ranged from 22.3° to 29.5°.

The treatments consisted of dietary ME levels of 2500, 2700, 2900kcal/kg of diet containing 15% and 17% protein, respectively, to provide 3×2 factorial design.

As metabolizable energy level increased from 2500 to 2900 kcal/kg of diet, daily feed and protein intake, egg production, egg weight, egg mass decreased, but the reverse was true for the daily energy intake, energy requirement and feed costs per kg egg. Feed conversion(kg feed/kg egg) and viability were not affected by the dietary energy levels. However, there were no significant differences in egg production, protein requirement per kg egg, and egg weight between those hens fed 2500 kcal ME/kg diets and those fed 2700 kcal ME/kg diets, and no difference was found in egg weight between those fed 2700 kcal ME/kg and those fed 2900 kcal ME/kg, either. In addition, no specific trend was observed in protein requirement per egg by the different level of metabolizable energy in diets.

On the other hand, as dietary protein level increased from 15 to 17%, daily protein intake, egg production, egg weight, egg mass, and protein requirement and feed costs per kg egg increased, but feed and energy requirement per kg egg decreased, and no significant difference in the daily feed and energy intake and viability were observed among dietary protein levels.

It was concluded that metabolizable energy level of 2500 kcal/kg of diet and 17% dietary protein level were considered to be adequate to support the optimum productivity of layers during summer period.

I. 緒 論

닭의 營養素 要求量과 飼料攝取量은 環境溫度, 飼料의 에너지 含量, 닭의 品種 및 生産能力等에

따라 크게 달라진다. 産卵鶏의 代謝에너지와 蛋白質 要求量은 NRC(1984), 日本(1984), ARC (1975), AEC (1978) 등의 飼養標準에서 各各 2,700 ~ 2,900 Kcal / kg와 14 ~ 16 %를 勸奨하고 있으나, 이러한 에너지와 蛋白質 要求量은 産

* 이 研究는 建國大學校 學術研究 支援金에 의하여 遂行되었음.

卵鷄가 1日 一定量의 飼料을 攝取한다는 것을 前提로 設定한 것이므로 飼料攝取量이 달라지면 飼料의 營養水準도 달라져야 한다.

우리나라와 같이 季節에 따라 氣溫差가 큰 環境條件下에서 同-한 營養水準의 飼料을 年中給與하면 夏節期에는 飼料攝取量의 減少로 必要한 營養素의 絶對量이 不足하게 된다. 이와같은 飼料攝取量의 差異에서 發生하는 營養素의 不足現象을 補完해 주기 위해서는 季節에 따라 飼料의 各種 營養素 含量을 調節하여 飼料攝取量의 變化에 관계없이 蛋白質, 維生素 및 礦物質等的 營養素가 不足되지 않도록 產卵鷄飼料의 營養水準을 맞추어 주어야 한다.

따라서 우리나라와 같이 에너지飼料源인 穀類를 거의 輸入에 依存하고 있고, 또한 季節에 따른 環境의 氣溫의 差異가 큰 狀態下에서 產卵鷄에 對한 夏節期 季節飼料의 開發은 產卵鷄의 生産性 向上은 물론 飼料資源의 節約이라는 側面에서 매우 重要한 問題라 할 수 있다.

1. 環境溫度와 產卵鷄의 生産性

氣溫, 濕度, 日照時間 및 빛의 強度, 氣壓과 酸素 및 炭酸가스의 分壓, 風速, 공기과 물의 質, 飼育密度等은 일반적으로 產卵鷄의 生産性에 影響을 미치는 環境的 要因들이다. 특히 氣溫의 變化가 生産性에 미치는 影響은 그 어느것 보다 크다고 할 수 있으며, 이러한 環境溫度의 影響은 여러가지 要因들에 의해 다양하게 나타난다.

家禽은 새로운 環境에 順應할 수 있다(Arieli 등, 1979; Sykes, 1983). 그러나 高溫에 있어서 닭은 體溫의 上昇을 豫防할수 없는 環境에서는 일반적으로 "熱性스트레스(Heat stress)"라고 하는 스트레스 症狀이 나타난다. 熱性스트레스의 어느 段階에서 生産에 影響을 미치게 되는데 이러한 스트레스의 機序가 正確히 어떻게 發生하고 그리고 어떤 成分이 스트레스의 機序에 關與하는지는 알려져 있지 않다(Sykes, 1983 b). Sykes(1983, a, b)는 順應되지 않은 닭은 深部 體溫이 더운 氣候에 露出된 뒤 1시간에 4°C나 上昇하였다고 하였고 Arad等(1981)은 일반적으로 生産能力은 順應된 뒤 더 좋아진다고 報告한바 있다. 또한 熱에 對한 順應은 熱損失의 증가보다는 熱生産의 減少에 의해 나타나기 때문에(Sykes and Fataftah, 1986), 代謝率에

變化를 주는 要因은 닭의 熱에 대한 耐性에 影響을 미칠 수 있다(Sykes and Salih, 1986). 環境溫度가 上昇할수록 基礎代謝率과 維持에너지 要求量은 減少하며 (Shannon and Brown, 1969), 維持에너지는 適溫에서 1°C 上昇하면 4%가 減少한다(Leeson 등, 1973).

環境溫度가 上昇하면 飼料攝取量이 減少하며 (Strominger and Brobeck, 1953; Campos 등, 1960; Prince 등, 1965; Balnave 등, 1978; Vohra 등, 1979; Heken 등, 1982; Cowan and Michie, 1983), 높은 環境溫度는 產卵鷄의 生産能力과 逆의 相關關係를 가진다(Payne, 1968; Sykes, 1977; Carr and Carter, 1985; Leeson, 1986) 즉, 環境溫度가 營養素의 要求量을 變化시킨다기 보다는 飼料 또는 營養素의 攝取量에 影響을 미치므로서 生産能力에 影響을 미친다(NAS-NRC, 1982; Sauveur and Picard, 1987). 또한 飼料內 에너지水準은 飼料攝取量을 調節하는 主要因子이며(Yamamoto and Brobeck, 1965; NRC, 1977), 環境溫度의 上昇에 따라 에너지攝取量이 減少되므로서 生産에 必要한 에너지가 減少한다(Reid and Maiorino, 1984). 酷暑常態下에서는 食欲이 減退되고 體溫維持를 위해 熱性多呼吸(Panting)이 일어나며, 代謝熱生産量과 에너지要求量도 增加하겠지만, 부분적으로는 維持에너지가 낮음을 意味한다(Austic, 1982; Hillman 등, 1985).

高溫環境下에서 닭은 飼料攝取로 인한 熱量增加를 줄임으로써 體溫調節을 容易하게 하기 위하여 飼料攝取量을 줄인다(Sykes, 1977), NRC(1984)에 의하면 熱의 中性域(18~25°C)을 基準으로 하여 飼料攝取量의 變異幅과 環境溫度와의 相關關係를 조사한 結果, 溫度間 1°C變化함에 따라 飼料攝取量은 1.58%의 變異를 보인다고 하였으며, Jones and Barnett(1974)는 20~21°C를 基準으로 했을때 1°C變化에 대하여 1.5%가 變化한다고 하였다. Vohra等(1979)은 15.6~26.7°C 環境溫度條件下에서 溫度가 1°C 上昇함에 따라 飼料攝取量은 1,980 Kcal/kg水準의 飼料에서는 1.21%, 2,830 Kcal/kg水準의 飼料에서는 1.41%가 各各 減少했다고 보고했다. 그러나 Smith and Oliver(1972, a, b)는 溫度上昇에 따라 飼料攝取量이 直線적으로 變하는 것이 아니라, 30°C이상에서는 1°C上昇에 따라 飼料攝取量 減少率은 1.6%이상이며, 따라서 넓은 범위에서 볼때 그

反應은 曲線形態로 나타난다고 보고했다.

飼料內 에너지水準을 增加시킴으로써 ME攝取量은 增加될지라도 그에 따라 體內 熱量增加가 상당한 水準으로 增加되기 때문에 실제로 産卵에 利用될 수 있는 에너지는 오히려 減少한다 (Leeson 等, 1975). 그러나 de Andrade 等(1977)은 長期間 熱性스트레스하에서는 飼料內 營養素 含量을 增加시킴으로써 卵殼質을 除外한 産卵形質에 改善效果가 나타났다고 보고했다.

環境溫度가 産卵能力에 미치는 影響에 관해서는 많은 報告가 있는데 (Mueller, 1961; Payne, 1966, a, b; Smith and Oliver, 1972, a, b; Moubray and Sykes, 1971; Miller and Sunde, 1975; de Andrade 等, 1977), 높은 環境溫度는 産卵率, 卵重, 그리고 卵殼두께를 減少시킨다 (Miller and Sunde, 1975; de Andrade 等, 1976, 1977; Cowan and Michie, 1980). 그러나, Polin and Wolford (1972)와 Snetsinger and Zimmerman (1974) 等은 高溫環境下에서 營養素 攝取가 不足되더라도 닭은 때때로 體內 蓄積된 營養素를 利用하여 정상적으로 産卵率을 維持할 수 있다고 보고했다.

Marsden 等 (1987)은 30°C 環境溫度條件下에서는 高에너지, 高蛋白飼料를 給與하더라도 産卵量을 維持하기는 不可能하다고 보고한 반면, de Andrade 等 (1976, 1977), Tanor 等 (1984)은 에너지와 다른 營養素들을 強化시킴으로써 高溫環境下의 産卵能力 低下를 豫防할 수 있다고 보고했다. 그러나 이에 따라 高溫環境下에서 營養障害 常態의 産卵雞의 産卵能力은 向上된다고 할 수 있으나, 低溫環境下에서 나타나는 産卵率과 比較할 만큼 産卵率을 維持할 수는 없다 (Scott and Balnave, 1988). 따라서, 高溫環境條件下에서는 飼料의 營養素 濃도를 높이는 것이 重要한데 Hurwitz 等 (1980)과 Austic (1985)은 대략 環境溫度 30°C까지는 溫度上昇에 따라 飼料內 아미노산 濃도를 높여야 하며 그 이상의 溫度에서는 增加 給與가 必要치 않다고 보고했으며, Reid and Weber (1975)는 脂肪은 體內 熱量增加가 낮기 때문에 24~35°C 環境에서 脂肪을 産卵雞 飼料에 添加함으로써 産卵能力에 우수한 效果를 나타냈다고 보고했다.

2. 産卵雞의 蛋白質 水準과 溫度의 影響

産卵 peak 期の 一日 蛋白質 要求量은 16~18 g 정도이며 (Berg and Bearse, 1957; Milton and Ingram, 1957; Hochreich 等, 1958; Touchburn and Naber, 1962; Tonkinson 等, 1968; Nivas and Sunde, 1969; Aitken 等, 1973; Bushman and Joyo, 1977), 그 後半部 生産段階에서는 期別飼養 試驗結果 蛋白質 要求量은 減少하는 정도로 나타났다. (Quisenberry, 1965; Nivas and Sunde, 1969; Fernandez 等, 1973). 또한 産卵期 동안 蛋白質 水準을 낮추어도 급격하게 낮추어 給與할 때를 除外하고는 産卵率에 거의 影響이 없으며 (Owings, 1964; Deaton and Quisenberry, 1965; Fisher and Morris, 1967; Aitken 等, 1973; Fernandez 等, 1973; Hamilton, 1978), 低蛋白 飼料 給與가 産卵效率面에서 經濟的일 수도 있다 (Harms 等, 1962; Blaylock 等, 1967; Smith, 1967; Manoukas and Young, 1969; Fernandez 等, 1973, Thayer 等, 1974). Reid (1976)는 14.6% 蛋白質 水準에서 日當 16.54 g의 蛋白質 攝取로 適正 産卵率과 産卵量을 維持할 수 있었다고 보고했다. Thayer 等 (1974)은 産卵雞의 一日 蛋白質 要求量은 14~15 g 內外라고 밝힌 반면 Aitken 等 (1973)은 17 g 水準이 적당하며 系統間 要求量 差異는 없다고 보고했다. 이러한 研究者들간의 差異는 아미노산 攝取水準을 바탕으로 說明될 수 있는데 産卵率은 蛋白質 水準이 낮더라도 制限 아미노산이 追加로 供給되면 適正水準을 維持할 수 있으며 (Johnson and Fisher, 1959; Quisenberry, 1965; Peterson 等, 1971; March and Biely, 1972), 飼料內 制限 아미노산이 不足될 경우 에너지 浪費가 增加된다 (March and Biely, 1972) Fernandez 等은 lysine과 methionine이 追加로 供給된 13% 蛋白質 飼料는 15, 17 또는 18% 蛋白質 飼料와 産卵能力面에서 거의 同一한 效果를 나타냈다고 보고했으며, Reid and Weber (1974)는 0.55% 總黃含硫 아미노산 (TSAA)을 함유한 14% 蛋白質 飼料를 給與했을 때 最高의 産卵率을 나타냈다고 보고했다. Morris and Gous (1988)는 蛋白質 供給이 極도로 制限될 때 나타나는 主反應은 産卵率

의 減少이며, 蛋白質 攝取가 不充分할지라도 아미노산 攝取가 適正水準의 50%이하로 내려갈때까지는 卵重은 90%이하로 떨어지지 않는다고 보고했으며, Holcombe等(1976)은 産卵鷄는 飼料的 蛋白質 含量이 不足하여 産卵을 위한 要求量을 充足시키지 못할때 蛋白質 攝取를 調節할 수 있는 能力을 지닌다고 하였다. 多數의 研究에서 볼 때 飼料內 蛋白質 水準을 增加시켜도 높은 環境溫度에 의한 産卵能力의 減少를 豫防하는 效果는 크지 않다(Reid and Weber, 1973; El Jack and Blum, 1978; de Andrade等, 1976, 1977; Valencia等, 1980). 1935年 Forbes等은 飼料內 蛋白質 水準의 過多하거나 缺乏되었을 경우 熱量增加를 높인다고 했으며, Valencia等(1980)은 21°C 또는 32°C의 環境溫度 條件下에서 産卵鷄의 蛋白質 攝取量과 熱量增加는 拋物線 形態의 相關關係를 가진다고 보고하였다. 이러한 熱量增加를 最少化하기 위해서는 飼料內 아미노산 均衡을 改善시킴으로써 可能하다고 하였는데(Guillaume and Summers, 1970; Latschaw, 1981), Reid and Maiorino(1984)는 Methionine 水準을 0.47%에서 0.51%로 增加시킴으로써 32.2°C의 環境溫度에서 熱量增加가 70.2 Kcal/bird/day에서 37.0 Kcal/bird/day로 減少했으며, 結果의 으로 ME가 NE로 轉換되는 效率이 52.1%에서 63.8%로 改善되었다고 보고했다.

環境溫度가 上昇함에 따라 飼料攝取量의 減少는 結果의 으로 必須營養素의 攝取에 影響을 미치는데 産卵鷄의 경우 대부분 에너지:蛋白質 比率을 利用하여 研究가 進行되어 왔다.(Hochreich等, 1958; Combs and Heibecka, 1960; Brown等, 1965), Slagter and Waldroup(1984)는 各各의 環境溫度에서 一連의 適正 에너지:아미노산 比率을 계산하여 試驗했을때 高營養素 水準을 給與하여 처리한 것과 比較할만한 生産水準을 나타내어, 이 方法은 夏節期 飼料攝取量의 變化를 補完하기 위해 妥當性있는 方法이라고 보고했다. 그러나 Morris(1968)는 飼料內 에너지含量과 比例의 으로 變하지 않는다고 했으며, Emmans(1981)는 飼料攝取量은 飼料內 첫번째 制限營養素의 水準에 의해 調節되며 단지 때때로 에너지가 制限營養素가 될 뿐 아니라 보고했다. 이것은 適正 아미노산의 要求量과 에너지의 比率이 飼料內 모든 에너지 水準에서 同一하지 않음을 意味한다. 즉, 아미노산

의 要求量은 에너지와의 比率 또는 %로 일정하게 表現되어서는 안되며, 飼料內 營養素의 水準이 결정되어지고 飼料攝取量이 豫見되어진 다음, 적정 아미노산 攝取량과 에너지 水準이 결정되어져야 한다(Gous等, 1987)

Austic(1982)은 蛋白質 또는 아미노산 要求量은 産卵率이 일정한 한 環境溫度가 上昇해도 變하지 않는다고 보고했으며, 熱帶地方의 適正 蛋白質 水準으로서 Sugandi等(1975)은 15%의 水準과 比較했을때 18%給與時 産卵率과 飼料要求率이 有意하게 優秀했다고 보고했으며 Chawla等(1976)은 熱帶地方의 夏節期에는 19%, 冬節期에는 15~16%가 가장 적합하다고 하였다.

3. 産卵鷄의 에너지水準과 溫度의 影響

飼料內의 에너지水準 그 자체가 産卵能力에 미치는 效果에 대한 보고는 일정하지 않으며, 많은 研究에서 볼때 에너지水準이 變함에 따라 칼로리 蛋白質 또는 營養素의 濃度도 多樣하다. 飼料攝取量은 에너지 要求에 의해 調節되기 때문에 또한 蛋白質과 다른 營養素의 攝取量도 多樣하며 結果도 일정하지 않다(Carew等, 1976). 그러나 칼로리 단백질이 일정할 경우 일반적으로 에너지水準이 增加되어도 産卵能力에는 아무런 影響을 미치지 않는다(Touch and Naber, 1962; March and Biely, 1963; Carew等, 1980).

Hinner等(1977)은 3,000, 2,925, 2,850, 2,775 그리고 2,625 Kcal ME/kg을 처리했을 때 2,775 Kcal ME/kg 水準에서 産卵率이 最高로 높았으며, 生存率 飼料要求率, 産卵生産當 ME消耗量等이 가장 낮았고 日當 飼料攝取量은 最高에너지 處理區에서, 日當 ME攝取量은 最低에너지 處理區에서 가장 낮았다고 보고했다.

Robinson and Sheridan(1982)은 64주의 試驗期間에 걸쳐 最高의 生産性을 위한 ME攝取量은 1.23~1.36 MJ/d 이었다고 보고했는데, 이것은 Balnave(1976), Connor(1980). 그리고 Robinson等(1978)이 보고한 것 보다는 높은 것이었으며, Mowbray and Sykes(1971), 그리고 Auckland and Wilson(1975)의 보고와는 일치하는 것이었다.

Ivy and Gleaves(1976)은 産卵率이 80% 또는 그 이상의 경우 一日 蛋白質과 에너지 要求量은 各各 15g과 299Kcal, 70%였을 경우 13.5

♂, 269 Kcal, 그리고 50%였을 경우 1.25 ♂과 250 Kcal로 충분하다고 보고했다. Olomu(1974)는 高温環境下에서는 충분한 飼料攝取와 産卵率을 기대하기 위해서는 2,400Kcal/kg이하의 代謝에너지가 적당하다고 했다.

Olomu and Offiong(1983)은 26.8~35.2°C 環境溫度에서 16,18,20% Cp와 2,400, 2,600, 2,800Kcal ME/kg의 에너지水準을 處理하여 給與했을때 蛋白質水準에 의한 産卵率, 卵重, 飼料攝取量, 에너지攝取量 등의 變化는 없었으나, 에너지攝取水準이 높을수록 (2,800 Kcal ME/kg) 産卵率과 飼料 및 蛋白質攝取량이 減少하여 結果적으로 16% CP와 2,400Kcal ME/kg의 에너지水準이 가장 적합하다고 보고 하였다. Sugandi等(1975)은 25.6°C~26.9°C의 溫度條件下에서는 17.5%의 CP水準과 2,850Kcal ME/kg의 에너지水準에서 가장 우수한 生産能力을 발휘했다고 보고했다. 이와같이 産卵鷄의 蛋白質 및 에너지 要求量이 研究者에 따라 서로 다른 것은 飼料 蛋白質을 構成하고 있는 아미노산의 組成이 相異하고 또 供試鷄의 産卵率, 體重, 年齡 및 닭의 品種間의 差異에 의한 것이라 생각된다.

以上에서 살펴본바와 같이 高温環境下에서의 産卵鷄의 生産能力은 여러가지 要因들에 의해 影響을 받는다. 특히 産卵鷄 飼料內의 에너지와 蛋白質의 適正水準은 産卵鷄의 生産能力을 決定하는 重要한 要因이라 할수 있다. 따라서 本試驗은 우리나라 實情에 비추어 夏節期 産卵鷄의 生産性 低下防止 및 飼料效率 改善을 위한 産卵鷄의 效率인 夏節期 飼料를 究明하기 위해 實施하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗期間, 場所 및 供試動物

本試驗은 1988年 6月10일부터 1988年 9月1일까지 12週間에 걸쳐 畜産試驗場에서 實施하였으며 49주령된 ISA Brown系統의 褐色 産卵鷄 480首를 供試하였다.

2. 試驗設計

本試驗의 處理方法은 3개의 代謝에너지水準 (2,500, 2,700, 2,900 Kcal/kg)과 2개의 蛋白質水準 (15.17%)을 組合한 6개 營養水準의 處

理를 두었으며 各 處理當 4反覆에 反覆當 20首씩 總 480首를 供試하였다.

3. 試驗飼料

本試驗에 使用된 試驗飼料의 配合率과 營養素含量 및 試驗飼料의 kg當 單價는 Table 1에서 보는 바와 같다.

4. 飼養管理

供試鷄는 2首用 2段鐵製케이지에서 飼育하였으며, 試驗飼料와 물은 自由攝取할수 있도록 하였고 點燈 및 其他 飼養管理는 試驗場 慣行方法에 準하였다.

5. 環境溫度變化

最高最低溫度計로 試驗 12週間에 測定된 環境溫度의 變化는 Figure 1에 나타나 있다. 平均 22.3~29.5°C를 기록했다.

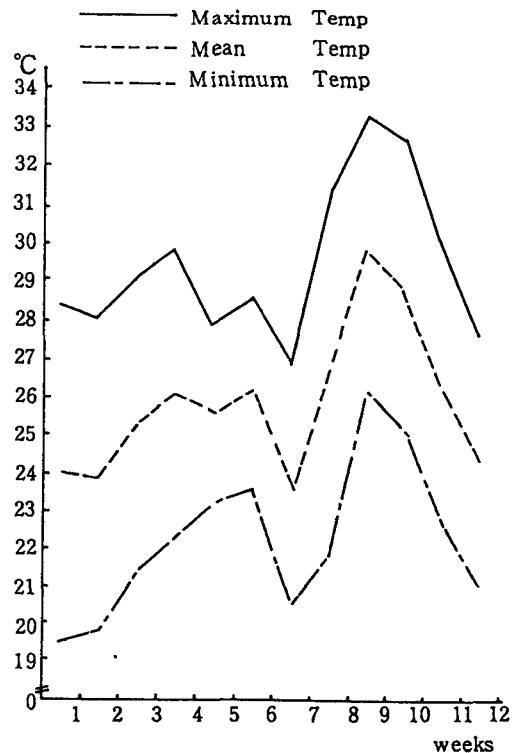


Figure 1. Changes of Environmental Temperature over Experimental Period

Table 1. Formula and diet composition

Items	ME, Kcal/kg	2,500		2,700		2,900	
	CP, %	15	17	15	17	15	17
Ingredients (%);							
Yellow Corn		54.3	51.1	62.4	59.2	70.5	67.3
Wheat bran		22.3	20.3	12.75	10.75	3.2	1.2
Soybean meal		9.8	13.6	10.2	14.0	10.6	14.4
Corn gluten meal		2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0
Fish meal		2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5
Limestone		7.9	7.8	7.85	7.75	7.8	7.7
Tricalcium Phosphate		0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
Salt		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Vit. -Min. Mix*		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Antibiotice**		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Total		100	100	100	100	100	100
Diet composition:							
Metabolizable energy (Kcal/kg)		2501.3	2501.5	2701.1	2701.3	2900.9	2901.1
Crude protein (%)		15.02	17.01	15.01	17.01	15.01	17.00
Ca (%)		3.41	3.40	3.41	3.40	3.42	3.41
Ava. P (%)		0.326	0.336	0.326	0.335	0.326	0.335
Methionine (%)		0.2614	0.2975	0.2753	0.3112	0.2890	0.3250
Lyeine (%)		0.5317	0.7785	0.6498	0.7646	0.6359	0.7507
Costs. (won/kg)		119.77	128.55	123.89	132.76	128.01	136.79

* Contained per kg: Vit. A 1,500,000IU; Vit. D₃ 250,000IU; Vit. E 250 IU; Vit. K₃ 250mg; Vit. B₂ 1,000mg; Vit. B₁₂ 1,000mg; Cholinechloride 35,000mg; Niacin 5,000mg; Ca pantothenate 1,000mg; Folacin 20mg; B.H.T 6,000mg; Mn 12,000mg; Zn 9,000mg; Fe 4,000mg; Cu 500mg; I 250mg; Ca 7,150mg; UGF 200,000mg.

** Contained per kg: Kitasamycin 10g; Colistin sulfate 3g.

III. 結果 및 考察

1. 生存率

産卵鷄飼料의 代謝에너지 및 蛋白質水準이 生存率에 미치는 影響은 Table 2에서 보는바와 같이 98.75~100%로 處理間에 有意性이 없었으며 代謝에너지水準이나 蛋白質水準間에도 일정한 傾向이나 큰 差異가 없었다 (Table 3).

Carew等(1980)은 産卵鷄飼料內 에너지水準이 增加됨에 따라 生存率이 減少했다고 보고했으며, Olomu and Offiong(1983)은 蛋白質水準이 增加됨에 따라 生存率이 向上되었다고 보고한 바 있다.

2. 産卵率

産卵鷄飼料內 代謝에너지 및 蛋白質水準이 産卵率에 미치는 影響은 Table 2에서 보는바와 같이 代謝에너지 2,500Kcal/kg, 蛋白質 17%水準에서 84.37%로 가장 높았으며 2,900Kcal/kg, 15%

水準에서 가장 낮았고 處理間에 統計的인 有意差가 認定되었다 ($p < 0.05$).

그리고 代謝에너지水準이 2,500, 2,700 및 2,900 Kcal/kg 으로 增加할수록 産卵率은 점차 減少하였으나 ($p < 0.05$; Table 8), 2,500Kcal/kg과 2,700 Kcal/kg水準間에는 有意성이 認定되지 않았다 (Table 3).

이러한 結果는 熱帶地方에서 産卵鶏飼料의 에너지水準이 높을수록 産卵率이 減少했다는 Olomu and Offiong (1983)과 Sugandi等(1975)의 結果와는 일치하는 것이었으나, 飼料內 에너지水準이 增加할수록 産卵率도 增加하였다는 Owings(1964), Palafox(1970), 및 Doran等(1980)의 보고와 産卵率은 代謝에너지水準에 影響을 받지 않았다는 Carew等(1980) 및 Gous等(1987)의 보고와는 相異한 結果였다.

本試驗에서 飼料內 에너지水準이 增加함으로써 産卵率이 減少된것은 비록 에너지攝取量은 增加되었을지라도 그에 따라 體內 熱量增加가 相當하게 增加되었으며 (Leeson等, 1975), 飼料攝取量 減少로 인해 營養素攝取가 不足되었기 때문으로 料된다. Scott(1974)는 高溫環境下에서는 충분한

飼料攝取와 産卵率을 기대하기 위해서는 飼料內 2,400 Kcal/kg이하의 代謝에너지가 適當하다고 했다.

Morris and Gous(1988)는 蛋白質 供給이 極度로 制限될때 나타나는 主要反應은 産卵率의 減少라고 보고했는데, 本試驗에서는 蛋白質水準이 15%에서 17%로 增加함에 따라 産卵率이 有意하게 增加함을 보였다 ($p < 0.05$; Table 3). 이러한 結果는 높은 環境溫度下에서 産卵率을 維持하기 위해서는 高蛋白質飼料가 要求된다고 보고한 Sugandi等(1975), Chawla等(1976) 및 Marsden等(1987)의 결과와 일치한 반면, Reid and Weber(1973) El Jack and Blum(1978), de Andrade(1976, 1977) 및 Valencia等(1980)은 飼料內 蛋白質水準을 增加시켜 단백질 섭취를 向上시켜도 高溫이 産卵率에 미치는 逆效果를 단지 부분적으로 緩和시킬 뿐이라고 했다. Forbes等(1935)은 蛋白質水準이 要求量보다 過多하거나, 不足되었을 경우 熱量增加를 높인다고 했는데, 이것은 아미노산均衡을 改善시키면 最少化 될 수 있다고 示唆된바 있다 (Guillaume and Summers, 1970; Latshaw, 1981).

Table 2. Effect of dietary protein and energy levels on laying performance

Energy Protein	2,500 Kcal (ME/kg)		2,700Kcal (ME/kg)		2,900 Kcal (ME/kg)	
	15 %	17 %	15 %	17 %	15 %	17 %
Viability (%)	98.75	100	98.75	100	98.75	98.75
Egg production (%)	82.32 ^{ab}	84.37 ^a	80.57 ^{bc}	82.15 ^{ab}	77.60 ^c	79.93 ^{bc}
Egg weight (g)	61.52 ^{bc}	62.29 ^a	61.07 ^{cd}	62.16 ^a	60.70 ^d	61.96 ^{ab}
Egg mass (g)	50.64 ^b	52.55 ^a	49.19 ^b	51.06 ^{ab}	47.10 ^c	49.53 ^b

* Values with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

3. 卵重

試驗期間中の 平均卵重은 Table 2에서 보는바와 같이 代謝에너지 2,500Kcal/kg과 蛋白質 17%水準에서 62.29 g으로 가장 무거웠고, 2,900 Kcal/kg과 蛋白質 15%水準에서 가장 가벼웠으며, 處理間 有意성이 認定되었다 ($p < 0.05$)

飼料中 代謝에너지水準이 增加할수록 卵重은 점차 가벼워졌으나 ($p < 0.05$; Table 8), 代謝에너지 2,500Kcal/kg과 2,700Kcal/kg 및 2,700 Kcal/kg과 2,900 Kcal/kg水準間에는 큰 차이가 없었다 (Table 3).

Vohra等(1979)은 環境溫度의 上昇에 따른 卵重의 低下는 飼料內 代謝에너지水準을 높인다해도 變化되지 않았다고 보고했으며, Olomu and Offiong (1983)은 熱帶地方에서 飼料內 에너지水準은 卵重에 아무런 影響을 미치지 않는다고 보고한 바 있다.

또한 蛋白質水準이 15%에서 17%로 增加함으로써 卵重은 有意하게 증가되었는데 ($p < 0.05$; Table 3), 이러한 結果는 Quisenberry等(1960, 1962, 1964), Deaton等(1964) 및 Keshavarz (1984) 등의 보고와는 일치하는 반면 飼料內 蛋白質水準이 增加해도 卵重에는 變함이 없었다는

Summers等(1969)과 Hamilton(1978)의 보고와는 相異한 結果였다. Morris and Gous(1988)은 아미노산의 攝取가 適正水準의 50%이하로 내려갈때 까지는 난중은 90%이하로 떨어지지 않는다고 보고한 바 있다. 이것은 高溫環境下에서 營

養素 攝取가 不足되더라도 體內 蓄積된 營養所를 이용하여 일시적으로 生産性을 維持할 수 있기 때문으로 思料된다(David等, 1972; Polin and Wolford, 1972; Snetsinger and Zimmerman, 1974).

Table 3. Effect of dietary protein or energy levels on laying performance

	Protein (%)		ME (kcal/kg)		
	15	17	2,500	2,700	2,900
Viability (%)	98.75	99.53	99.38	99.38	98.75
Egg production (%)	80.17 ^b	82.15 ^a	83.35 ^a	81.36 ^a	78.77 ^b
Egg weight (g)	60.10 ^b	62.14 ^a	61.90 ^a	61.61 ^{ab}	61.33 ^b
Egg mass (g)	48.98 ^b	51.04 ^a	51.60 ^a	50.13 ^b	48.32 ^c

* Values with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$)

4. 産卵量

試驗期間中 平均 産卵量은 Table 2에서 보는 바와 같이 代謝에너지 2,500Kcal/kg, 蛋白質 17%水準에서 52.55g으로 가장 높았으며 2,900 Kcal/kg, 15%水準에서 가장 낮았고 處理間에는 有意性이 認定되었다($p < 0.05$).

代謝에너지水準이 增加함에 따라 産卵量은 有意하게 減少했으나($p < 0.05$; Table 8), 이와는 반대로 蛋白質水準이 增加함으로써 産卵量은 有意하게 增加하였다($p < 0.05$; Table 3).

Scott and Balnave(1988)는 室溫(10~24°C), 또는 低溫(6~10°C)에서는 飼料內 代謝에너지水準에 의해 産卵量은 有意한 差異가 없었으나, 高溫(25~35°C)環境下에서는 高에너지飼料보다는 低에너지飼料를 給與했을때 日當産卵量이 有意하게 감소했다고 보고했는데 이것은 本試驗의 結果와는 相反되는 結果였다. Marsden等(1987)은 30°C 環境溫度下에서는 高에너지, 高蛋白質飼料를 給與하더라도 産卵量을 維持하기는 不可能하다고 보고했다.

5. 飼料攝取量

試驗期間中 平均 一日飼料攝取量은 Table 4에서 보는 바와 같이 代謝에너지 2,500Kcal/kg, 蛋白質 15%水準에서 118.28g으로 가장 높았고, 代謝에너지 2,900Kcal/kg, 蛋白質 17%水準에서

111.35g으로 가장 낮았으며 處理間에는 有意性이 認定되었다($p < 0.05$).

代謝에너지水準이 增加함에 따라 飼料攝取量은 有意하게 減少했으나($p < 0.05$; Table 8), 飼料中 蛋白質水準에 따라서는 큰 차이가 없었다(Table 5).

이러한 結果는 飼料中の 에너지水準이 增加할수록 飼料攝取量이 減少하였다는 Palafox(1970), Olomu and Offiong(1983), Reid and Maiorino(1980), Emmans(1981) 및 Gous等(1987)의 보고와 일치하는 것이었다. NAS-NRC(1982)와 Sauveur and Picard(1987)는 環境溫度가 營養素의 要求量을 變化시킨다기 보다는 營養素의 攝取量에 影響을 미침으로서 生産能力에 影響을 미친다고 보고했으며, Yamamoto and Brobeck(1965), 및 NRC(1977)은 飼料攝取量을 調節하는 主要因子는 飼料內 에너지水準이라고 보고했다. 그러나 Emmans(1981)는 飼料攝取量은 飼料內 첫번째 制限營養素의水準에 따라 결정되며 단지 때때로 에너지가 飼料內 첫번째 制限營養素가 될 뿐이라고 했다. 本試驗에서는 飼料內 에너지水準이 增加함으로써 飼料攝取量이 有意하게 減少함에 따라 에너지水準이 飼料攝取量을 調節하는 因子임을 認知할 수 있었다.

Sykes(1977)는 高溫環境下에서 닭은 飼料攝取로 인한 熱量增加를 줄이므로써 體溫調節을 용이하게 하기 위해 飼料攝取量을 줄인다고 보고했

다. Reid and Maiorino(1980)은 飼料內 代謝 에너지水準이 220Kcal/kg 增加함에 따라 日當飼

料攝取量은 5.1~8.3g이 減少했다고 보고했다.

Table 4. Effect of dietary protein and energy levels on feed and nutrient intake of layer

Energy Protein	2,500 Kcal (ME/kg)		2,700 Kcal (ME/kg)		2,900 Kcal (ME/kg)	
	15%	17%	15%	17%	15%	17%
Feed Intake (g/day)	118.28 ^a	117.55 ^{ab}	116.64 ^{ab}	115.78 ^b	111.55 ^c	111.35 ^c
ME Intake (Kcal/day)	295.85 ^c	294.04 ^c	315.06 ^b	312.75 ^b	323.60 ^a	323.04 ^a
CP Intake (g/day)	17.76 ^b	19.99 ^a	17.50 ^b	19.69 ^a	16.74 ^c	16.70 ^c

* Values with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$)

6. 代謝에너지 攝取量

試驗期間中 平均 一日代謝에너지攝取量은 Table 4에서 보는 바와 같이 代謝에너지 2,900Kcal/kg, 蛋白質 15%水準에서 326.60Kcal로 가장 높았고, 代謝에너지 2,500Kcal/kg, 단백질 17%水準에서 294.04 Kcal로 가장 낮았으며 處理間에는 有意성이 認定되었다($p < 0.05$).

飼料中 代謝에너지水準이 增加함에 따라 代謝 에너지攝取量은 有意하게 增加되었으나($p < 0.05$

; Table 8), 飼料中 蛋白質水準에 따라서는 有意한 差異가 없었다 (Table 5).

이러한 結果는 高溫環境下에서 飼料內 代謝 에너지水準을 增加시켰으므로 代謝에너지 攝取量이 增加되었다는 Leeson等(1975), Olomu and Offiong(1983), Tanor等(1984) Marsden等(1987) 및 Scott and Balnave(1988)의 보고와 일치되는 傾向이었다.

Table 5. Effect of dietary protein or energy levels on feed and nutrient intake of layer

	Protein (%)		ME (kcal/kg)		
	15	17	2,500	2,700	2,900
Feed Intake (g/day)	115.49 ^a	114.89 ^a	117.91 ^a	116.21 ^b	111.45 ^c
ME Intake (g/day)	311.50 ^a	309.95 ^a	294.95 ^c	313.91 ^b	323.32 ^a
CP Intake (g/day)	17.33 ^b	18.80 ^a	18.88 ^a	18.60 ^b	16.72 ^c

* Values with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$)

7. 蛋白質 攝取量

試驗期間中 平均 一日 蛋白質攝取量은 Table 4에서 보는바와 같이 代謝에너지 2,500 Kcal/kg, 蛋白質 17%水準에서 19.99g으로 가장 높았고, 代謝에너지 2,900Kcal/kg, 蛋白質 17%水準에서 16.70g로 가장 낮았으며 處理水準間에 有意성이 認定되었다($p < 0.05$).

그리고 飼料中 蛋白質水準이 15%에서 17%로 增加함에 따라 蛋白質攝取量은 有意하게 增加되었는데 ($p < 0.05$; Table 5), 이러한 結果는 蛋白質攝取量은 飼料內 蛋白質水準과 直接的으로

關聯이 있다고 보고한 Newcombe and March(1988)과 Olomu and Offiong(1983)의 結果와 일치하는 것이었다.

또한 Table 5에서 보는바와 같이 飼料內 에너지水準이 增加함으로써 蛋白質攝取量은 有意하게 減少하였는데 ($p < 0.05$; Table 8), 이러한 結果는 Sugandi等(1975), Reid and Maiorino(1980), Olomu and Offiong(1983) 및 Scott and Balnave(1988) 등의 보고와 일치하는 것이었다. Valencia等(1980)은 高溫環境下에서 蛋白質攝取量과 體內 熱量增加는 拋物線 形態의 相關關係를 가진다고 보고한 바 있다.

8. 飼料要求率

試驗期間中 飼料要求率은 Table 6에서 보는바와 같이 代謝에너지 2,500Kcal/kg과 蛋白質 17%水準에서 2.24로 가장 낮았으며 2,700Kcal/kg, 15%水準에서 2.37로 가장 높았고, 處理水準間 有意性이 認定되었다 ($p < 0.05$).

그리고 飼料中 蛋白質水準이 15%에서 17%로 增加함에 따라 飼料要求率은 有意하게 改善되었는데 ($p < 0.05$; Table 7), 이러한 結果는 Quisenberry等(1960,1962), Owings(1964), Deaton等(1965), Sugandi等(1975), Doran等

(1980) 및 Keshavarz (1984) 등의 보고와는 일치되는 結果였으나, Hamilton(1978)과 Olomu and Offiong (1983)의 보고와는 다소 相異되는 結果였다.

飼料中 代謝에너지水準間에는 飼料要求率의 差異가 없었는데 (Table 7), 이러한 結果는 飼料中에 에너지水準이 增加함에 따라 飼料要求率이 改善되었다는 Heywang等(1962), Owings(1964), Doran等(1980), Carew等(1980), 및 Reid and Maiorino(1980) 등의 보고와는 다소 差異가 있는 結果였다.

Table 6. Effect of dietary protein and energy levels on feed and nutrient requirement, and feed costs required per kilogram of egg mass

Energy Protein	2,500Kcal (ME/kg)		2,700Kcal (ME/kg)		2,900Kcal (ME/kg)	
	15%	17%	15%	17%	15%	17%
Feed conversion	2.34 ^a	2.24 ^b	2.37 ^a	2.27 ^b	2.37 ^a	2.25 ^b
ME requirement (kcal/kg egg)	5844.31 ^d	5597.36 ^e	6410.65 ^b	6126.08 ^c	6871.64 ^a	6524.92 ^b
CP requirement (g/kg egg)	350.94 ^b	380.62 ^a	356.24 ^b	385.76 ^a	355.56 ^b	337.37 ^c
Feed costs (won/kg egg)	279.84 ^d	287.64 ^{cd}	294.03 ^{bc}	300.87 ^{ab}	303.23 ^{ab}	307.66 ^a

* Values with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

9. 産卵kg當 代謝에너지와 蛋白質 要求量 및 飼料費

産卵kg當 代謝에너지 要求量은 Table 6에서 보는 바와 같이 代謝에너지 2,900Kcal/kg, 蛋白質 15%水準에서 6871.64Kcal로 가장 높았으며 2,500Kcal/kg, 17%水準에서 5597.36Kcal로 가장 낮았고, 處理水準間 有意性이 認定되었다 ($p < 0.05$).

그리고 飼料中의 에너지水準이 增加함수록 産卵

kg當 代謝에너지 要求量은 有意하게 增加하였으나 ($p < 0.05$; Table 8), 蛋白質水準이 15%에서 17%로 增加함에 따라 産卵kg當 代謝에너지 要求量은 有意하게 減少하였다 ($p < 0.05$; Table 7).

産卵kg當 蛋白質 要求量은 飼料中의 代謝에너지 2,700Kcal/kg, 蛋白質 17%水準에서 385.76g으로 가장 높았으며, 2,900Kcal/kg, 17%水準에서 337.37g으로 가장 낮았고 處理水準間 有意性이 認定되었다 ($p < 0.05$).

Table 7. Effect of dietary protein or energy levels on feed and nutrient requirement, and feed costs required per kilogram of egg mass

	Protein (%)		ME (kcal/kg)		
	15	17	2,500	2,700	2,900
Feed conversion	2.36 ^b	2.25 ^a	2.29 ^a	2.32 ^a	2.31 ^a
ME requirement (kcal/kg egg)	6375.54 ^a	6082.79 ^b	5720.83 ^c	6268.36 ^b	6698.28 ^a
CP requirement (g/kg egg)	354.25 ^b	367.91 ^a	365.78 ^a	371.00 ^a	346.46 ^b
Feed costs (won/kg egg)	292.37 ^b	298.72 ^a	283.74 ^c	297.45 ^b	305.44 ^a

* Values with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

또한 飼料內 에너지水準이 增加함에 따라 産卵 kg當 蛋白質 要求量은 一定한 傾向을 보이지는 않았으나 2,900Kcal/kg 處理區에서 가장 낮았으며 (Table 8), 飼料中 蛋白質 水準이 15%에서 17%로 增加함에 따라 産卵kg當 蛋白質 要求量은 有意하게 增加하였다 ($p < 0.05$; Table 7).

産卵kg當 所要되는 飼料費는 Table 6에서 보는바와 같이 代謝에너지 및 蛋白質 水準이 각각 2,500Kcal/kg, 15%일때, 279.84 won으로 가장 적었으며 代謝에너지 (Table 8)와 蛋白質 水準이 增加할수록 增加되었고, 代謝에너지와 蛋白質 水準間에 有意성이 認定되었다 ($p < 0.05$; Table 7).

Table 8. The regression analysis of different energy levels (2,500, 2,700, 2,900 ME kcal/kg) on performance of layer

	regression equation	correlation coefficient
Egg production	$Y = 109.64 - 0.011 X$	$r = -0.62$
Egg weight	$Y = 70.31 - 0.0073 X$	$r = -0.63$
Feed intake	$Y = 157.21 - 0.016 X$	$r = -0.88$
ME intake	$Y = 133.62 + 0.066 X$	$r = 0.90$
CP intake	$Y = 31.29 - 0.0049 X$	$r = -0.62$
ME requirement	$Y = 137.55 + 2.26 X$	$r = 0.85$
CP requirement	$Y = -2490.20 + 2.1653 X - 0.00041 X^2$	$r = 0.58$
Feed costs	$Y = 155.21 + 0.052 X$	$r = 0.77$

IV. 摘 要

本試驗은 夏節期 産卵鷄의 生産性 低下 防止 및 飼料效率改善을 目的으로 夏節期 産卵鷄飼料의 適正 에너지水準 및 蛋白質水準을 究明하기위해 代謝에너지 3水準 (2,500, 2,700, 2,900Kcal/kg) 과 蛋白質 2水準 (15%, 17%)을 組合한 6개 處理에 49週齡된 産卵鷄 480首를 供試하여 1988年 6月 10日 부터 1988年 9月 1日 까지 12週間에 걸쳐 試驗을 實施하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 生存率은 全處理區에서 98.75~100%로 處理間에 有意성이 없었으며, 代謝에너지水準이나 蛋白質水準間에도 일정한 傾向이나 큰 차이가 없었다.

2. 産卵率, 卵重 및 産卵量은 代謝에너지 2,500Kcal/kg, 蛋白質 17%水準에서 각각 84.37%, 62.29g, 그리고 52.55g으로 가장 우수했으며 代謝에너지水準이 增加함으로써 점차 낮아졌고, 飼料內 蛋白質水準이 增加함으로써 有意하게 높아졌으나 ($p < 0.05$), 産卵率은 代謝에너지 2,500Kcal/kg과, 2,700Kcal/kg, 卵重은 2,500Kcal/kg과 2,700Kcal/kg 및 2,700Kcal/kg과 2,900Kcal/kg水準間에는 有意한 差異가 없었다.

3. 飼料攝取量은 代謝에너지 2,500Kcal/kg, 蛋

白質 15%水準에서 118.28g/day으로 가장 낮았으며, 代謝에너지水準이 增加함에 따라 飼料攝取量은 有意하게 減少했으나 ($p < 0.05$), 飼料中 蛋白質水準에 따라서는 큰 차이가 없었다.

4. 代謝에너지攝取量은 代謝에너지 2,900Kcal/kg, 蛋白質 15%水準에서 326.60Kcal/day로 가장 높았으며 代謝에너지水準이 增加함에 따라 有意하게 增加되었으나 ($p < 0.05$), 飼料中 蛋白質水準에 따라서는 有意한 차이가 없었다.

5. 蛋白質攝取量은 代謝에너지 2,500Kcal/kg, 蛋白質 17%水準에서 19.99g/day로 가장 높았으며 代謝에너지水準이 增加함에 따라 有意하게 減少하였으나, 飼料中 蛋白質水準이 增加함에 따라 有意하게 增加하였다 ($p < 0.05$).

6. 飼料要求率은 代謝에너지 2,500Kcal/kg과 蛋白質 17%水準에서 2.24로 가장 낮았으나, 飼料中 代謝에너지水準에 따라서는 큰 차이가 없었으나, 蛋白質水準이 增加함에 따라 有意하게 改善되었다 ($p < 0.05$).

7. 産卵kg當 代謝에너지와 蛋白質 要求量은 2,900Kcal/kg과 15% 및 2,700Kcal/kg과 17%의 代謝에너지와 蛋白質水準에서 各各 6871.64Kcal과 385.76g으로 가장 높았으며 飼料中の 에너지水準이 增加할수록 産卵kg當 代謝에너지 要求量은 有意하게 增加하였으나 ($p < 0.05$), 蛋

質要求量은 一定한 傾向을 보이지 않았고, 飼料中 蛋白質水準이 增加함에 따라 産卵kg當 代謝에너지 要求量은 有意하게 減少한 반면 産卵kg當 蛋白質 要求量은 有意하게 增加하였다($p < 0.05$). 産卵 kg當 飼料費는 2,500 Kcal / kg과 15 %의 代謝에 너지와 蛋白質水準에서 279.84 won으로 가장 적

었다.

以上の 結果를 綜合하여 볼때, 우리나라 實情에 맞는 夏節期 産卵雞飼料의 適正 代謝에너지 및 蛋白質水準은 各各 2,500 Kcal / kg과 17 %가 가장 적 合할 것으로 思料된다.

V. 引用 文 獻

1. A. E. C., 1978. Energy-amino acid balance, layers. Societe de chimie organique et biologique. France. Document No. 4 : 5-8.
2. Aitken, J. R., G.E. Dickerson, and R. S. Gowe. 1973. Effect of intake and source of protein on laying performance of seven strains under single and double cage housing. Poult. Sci. 52 : 2127-2134.
3. Arad, Z., Aarder, J., and Soller, M. 1981. Effect of gradual acclimation to temperature up to 44°C on productive performance of the desert Beouim fowl, the commercial white leghorn and the reciprocal cross breeds. Br. Poult. Sci. 72 : 511-520.
4. A. R. C. 1975. The Nutrient Requirements of Farm Livestock. No. 1 Poultry, 2nd ed. London, Her Majesty's Stationery Office.
5. Arieli, A., Meltzer, A. 2nd Berman, A. 1979. Seasonal acclimatization in the hen. Brit. Poult. Sci. 20 : 505-513.
6. Auckland, J. N. and Wilson, S. B. 1975. Effects of moderate energy restriction on light and medium hybrid laying hens. British Poultry Science, 16 : 23-29.
7. Austic, R.E. 1982. Feeding poultry in the tropics, in : M.Y.Yousef(Ed.) Animal Production in the Tropics, pp. 277-288(New York, Praeger).
8. Austic, R. E. 1985. Feeding in hot and cold climates, in : M. Y. Yousef(Ed.) Stress Physiology in Livestock Volume III. Poultry, pp. 123-136(Florida, CRC Press).
9. Balnave, D. 1976. The effect of low-protein grower diets on the subsequent response of pullets to quantitative food restriction during lay. British Poultry Science, 17 : 145-150.
10. Balnave, D., D. J. Farrell and R. B. Cumming. 1978. The minimum metabolizable energy requirement of laying hens. World's Poultry Sci.J. 34 : 149-154.
11. 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.
12. Blaylock, L. G., L. A. Neaglae, G. E. Poley and J. H. Gohl. 1967. Studies on the daily protein requirement of laying hens. Poultry Sci. 46 : 1235.
13. Brown, W. O., J. J. Waring, and E. Squance. 1965. A study of the effect of variation in the calorie-protein ration of a medium energy diet and a high energy diet containing sucrose on the efficiency of egg production in caged layers. Br. Poult. Sci 6 : 59-66.
14. Bushman, D. H., and G. A. Joyo. 1977. Problems in practical implementation of phase feeding in developing countries. Poult. Sci. 56 : 498-505.
15. Campos, A. C., F. H. Wilcox, and C. S. Shaffner. 1960. The influence of fast and slow resies in ambient temperature on production traits and mortality of laying pullets. Poultry Sci. 39 : 119-129.
16. Carew, Jr., L. B., D. C. Foss, and D. E. Bee. 1976. Effect of dietary concentration on performa-

- nance of heavy egg-type hens at various densities in cages. *poultry Sci.* 55 : 1057-1066.
17. Carew, L. B. Jr., D. C. Foss, and D. E. Bee. 1980. Dietary energy concentration effect on performance of white leghorn hens at various densities in cages. *Poult. Sci.* 59 : 1090-1098.
 18. Carr, L. & Carter, T. 1985. Housing management of poultry in hot and cold climates, in : M. Y. Yousef(Ed) *Stress Physiology in Livestock. Volumelll. Poultry*, pp. 73-110 (Florida, CRC Press).
 19. Chawla, J. S., G. N. Lodhi, and J. S. Icchponani. 1976. The protein requirement of laying pullets with changing seasons in the tropics. *Br. Poultry Sci.* 17 : 275-283.
 20. Combs, G. F., and N. V. Helbacka. 1960. Studies with laying hens. 1. Effect of dietary fat, protein levels and other variables in practical rations. *Poultry Sci.* 39 : 271-279.
 21. Connor, J.K.1980. Prediction of energy intake of poultry models in an south-east Queensland environment. *Recent Developments in Coccidiostats and Energy Evaluation of Poultry diets, Symposium.*
 22. Cowan, P. J. and W. Michie. 1980. Increasing the environmental temperature later in lay performance of the fowl. *Br. Poult Sci.* 21 : 339-343.
 23. Cowan, P. J. and W. Michie. 1983. Raised environmental temperature and feed rationing as means of restricting growth of the replacement pullet. *Brit. Poult Sci.* 24 : 11-19.
 24. Daniel, M., and D. Balnave. 1981. Response of laying hens to gradual and abrupt increases in ambient temperature and humidity. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 21 : 189-195.
 25. De Andrade, A. N., J. C. Rogler, W. R. Featherston, and C. W. Alliston, 1976. Influence of constant elevated temperature and diet on egg production and shell quality. *Poultry Sci.* 55 : 685-693.
 26. De Andrade, An N., J. C. Rogler, W. R. Featherston, and C. W. Alliston. 1977 Interrelationships between diet and elevated temperature (cyclic or constant) on egg production and shell quality. *Poultry Sci.* 56 : 1178-1188.
 27. Deaton, J. W. and J. H. Quisenberry. 1964. Effects of protein level and source and grain source on performance of egg production stock. *Poultry. Sci.* 43(5) : 1214-1219.
 28. Deaton, J. W., and J. H. Quisenberry. 1965. Effects of dietary protein level on performance of four commercial egg production stocks. *Poultry Sci.* 44 : 396-942.
 29. 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. *Poult. Sci.* 59 : 1082-1089.
 30. EL Jack, M. H. & Blum, J. C. 1978. The influence of high constants environmental temperature and energy level in the diet on the performance of the laying hen. *Archiv fur Geflugelkunde.* 42 : 216-220.
 31. Emmans, G. C. 1981. A method for the growth and feed intake of and libitum fed animals, particularly poultry. *Computers in Animal Production. Occasional publication No. 5, British Society of Animal Production.*
 32. Fernandez, R., A. J. Salman and J. McGinnis. 1973. Effect of feeding different protein levels and of changing protein level on egg production. *Poult. Sci.* 52 : 64-69.
 33. Fisher, C., and T. R. Morris. 1967. Some effects of changing protein levels during the pullet laying year. *Brit. Poultry Sci.* 8 : 153-161.
 34. Forbes, E. B., R. W. Swift. A. Black, and O. J. Kahlenberg. 1935. The utilization of energy producing nutrient and protein as affected by individual nutrient deficiencies. III. The effects of the plane of protein intake. *J. Nutr.* 10 : 461-479.

35. Gleaves, E. W. 1961. Establishing precise daily untrient requirements for laying hens. Master's Thesis, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma.
36. Gleaves, E. W., H. Hochstatter and H. Benitez. 1973. Maintenance levels of protein and energy and the effect of egg production upon feed consumption of laying hens. *Poultry Sci.* 52 : 1406-1414.
37. Gous, R. M., M. Griessel and T. R. Morris. 1987. Effect of dietary energy concentration of the response of laying hens to amino acids. *Brit. Poult. Sci.* 28 : 427-436.
38. Guillaume, J., and J. D. Summers. 1970. Influence of amino acid excess on energy utilization in the growing chick. *Can. J. Anim. Sci.* 50 : 355-362.
39. Hamilton, R. M. G. 1978. the effects of dietary protein level on production and egg quality of four strains of white leghorns hens. *Poult. Sci.* 57 : 1355-1364.
40. Harms, R. H., C. R. Douglas and P.W. Waldroup. 1962. Methionine supplementation of laying hen diets. *Poultry Sci.* 41 : 805-812.
41. Hanken, A. M., A. M. J. Groote Schaarsberg and W. van der. Hel. 1982. The effect of environmental temperature on immune response and metabolism of the young chicken. 4. Effect of environmental temperature on some aspects of energy and protein metabolism. *Poult. Sci.* 62 : 59-67.
42. Heywang, B. W. and M. G. Vavich. 1962. Energy level of sixteen percent protein diet for layers in a semiarid, subtropical climate. *Poultry Sci.* 41(5) : 1389-1393.
43. Hillman, P.E., Scott, N. R. & Van Tienhoven. a. 1985. Physiological responses and adaptations in hot and cold environments, in : M. Y. Yousef (Ed.) *Stress Physiology in Livestock*. Volume III Poultry, pp. 1-72 (Florida, CRC Press).
45. Hochreich, H. J., C. R. Douglas, I. H. Kidd, and R. H. Harms. 1958. The effect of dietary protein and energy level upon production of Single Comb White Leghorn hens. *Poultry Sci.* 37 : 949-953.
46. Holcombe, D. J., D. A. Roland, Sr. and R. H. Harms. 1976. The ability of hens to regulate protein intake when offered a choice of diets containing different levels of protein. *Poult. Sci.* 55 : 1731-1737.
47. Hurwitz, S., Weiselberg, M., Eisner, V., Riesenfeld, G., Sharva, M., Niv, A. & Bornstein, S. 1980. The energy requirements and performance of growing chickens and turkey as affected by environmental temperature. *Poultry. Science.* 59 : 2290-2299.
48. Ivy, R. E. and E. W. Gleaves. 1976. Effect of egg production level, dietary protein and energy on feed consumption and nutrient requirements of laying hens. *Poult. Sci.* 55 : 2166-2171.
49. Johnson, D., Jr., and H. Fisher. 1959. The amino acid requirement of laying hens. 4. Supplying minimal levels of essential amino acids from natural feed ingredients. *Poultry Sci.* 38 : 149-152.
50. Jones, J. E., and B. D. Barnett. 1977. Effect of changing dietary energy and environmental temperature on feed consumption of brood breasted white turkey hens. *Poult. sci.* 53 : 335.
51. Keshavarz, K. 1984. The effect of different dietary protein levels in the rearing and laying periods on performance of white leghorn chickens. *Poult. Sci.* 63 : 2229-2240.
52. Latshaw, J. D., 1981. the primary importance of amino acid levels and secondary importance of protein levels in practical layer feeds. *Nutr. Rep. Int.* 23 : 71-79.
53. Leeson, S. D. Lewis, and D. H. Shampton. 1973. Multiple linear regression equations for the prediction of food intake in the laying fowl. *Br. Poult. Sci.* 14 : 595.
54. Leeson, S., Summers, J. D. and Bayley, H. S. 1975. Influence of diet on energy metabolism of laying hens at an elevated environmental temperature. 59th Annual Meeting. FASEB. Atlan-

tic City. N. J.

55. Leeson, S. 1986. Nutritional considerations of poultry during heat stress. *World's Poultry Science Journal*. 42 : 69-81.
56. Manoukas, A. G., and R. J. Young. 1969. The performance of laying hens fed various levels of protein and non-essential amino acid mixture. *Poultry Sci.* 48 : 2037-2044.
57. 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.
58. March, B. E. and J. Biely. 1972. The effects of protein level and amino acid balance in wheat-based laying rations. *Poultry Sci.* 51 : 547-557.
59. Marsden, A., T. R. Morris. and A. S. Cromarty. 1987. Effects of constant environmental temperatures on the performance of laying pullets. *Brit. Poult. Sci.* 28 : 361-380.
60. Miller, P. C., and M. L. Sunde. 1975. The effects of precise constant and cyclic environments on shell quality and other lay performance factors with Leghorn pullets. *Poultry Sci.* 54 : 36-46.
61. Milton, J. E., and G. R. Ingram. 1957. The protein requirement of laying hens as affected by temperature, age, breed, system of management and rate of lay. *Poultry Sci.* 36 : 1141-1142.
62. Morris, T. R. 1968. The effect of dietary energy level on the voluntary calorie intake of laying birds. *British Poultry Science.* 9 : 285-295.
63. Morris, T. R., and R. M. Gous. 1988. Partitioning of the response to protein between egg number & egg weight. *Brit. Poult. Sci.* 29 : 93-99.
64. Mowbray, R. M., and Sykes, A. H. 1971. Egg production in warm environmental temperatures. *British Poultry Science.* 12 : 25-29.
65. Mueller, W. J., 1961. The effect of constant and fluctuating environmental temperatures on the biological performance of laying pullets. *Poultry Sci.* 40 : 1562-1571.
66. NAS-NRC. 1982. Subcommittee Report to NAS-NRC, in : *Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals*, pp. 109-133 (Washington, D. C., National Academy of Science).
67. Newcombe, M., and B. E. March. 1988. Food intake and abdominal adipose tissue in white leghorn hens fed diets of different protein and energy concentrations. *Brit. Poult. Sci.* 29 : 311-323.
68. Nivas, S. C., and M. L. Sunde. 1969. Protein requirement of layers per day and phase feeding. *Poultry Sci.* 48 : 1672-1678.
69. N. R. C. 1977. Nutrient requirements of poultry. No. 1. *Nutrient Requirements of the Domestic Animals*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D. C.
70. N. R. C. 1984. *Nutrient Requirement of Poultry*. 8th Ed. National Academy Press, Washington, D. C.
71. Olomu, J. N., 1978. Protein and energy nutrition of poultry in Nigeria. In *Breeds and Nutrition of Poultry in Nigeria*. World's Poultry Sci. Assoc., Nigeria Branch.
72. Olomu, J. M., and S. A. Offiong. 1983. The performance of brown egg-type layers fed different protein and energy levels in the tropics. *Poult. Sci.* 62 : 345-352.
73. Owings, W. J. 1964. The effects of lowering dietary protein level of laying hens during the production period. *Poultry Sci.* 43(4) : 831-833.
74. Palafox, A. L., and C. J. Flegal, 1970. Effect of dietary energy level on efficiency of egg production of S. C. White leghorn pullets raised under subtropical conditions. *Poult. Sci.* 49(5) : 1424 (Abstract).

75. Payne, C. G. 1966a. Environmental temperature and the performance of light breed pullets. Pages 480-485 in Proc. 13th World's Poultr. Congr., Kiev.
76. Payne, C. G. 1966b. Practical aspects of environmental temperature for laying hens. World's Poultr. Sci. J. 22 : 126-139.
77. Patersen, C. F., E. A. Sauter and E. E. Steele. 1971. Protein and methionine requirements for early egg production. Poultr. Sci. 50(5) : 1617(Abstract).
78. Polin, D., and J. H. Wolford. 1972. The effect of meal eating on egg production and body weight of White Leghorn Chickens. Poultr. Sci. 11 : 1109.
79. Prince, R. P., J. H. Whitaker, L. D. Matterson, and R. E. Luginbuhl. 1965. Response chickens to temperature and relative humidity environments. Poultry Sci. 44 : 73-77.
80. Quisenberry, J. H. and J. W. Bradley. 1960. Protein-energy levels for laying diets. Poultry Sci. 39(5) : 1286(Abstract).
81. 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(3) : 717-724.
82. Quisenberry, J. H., J. W. Bradley, J. W. Deaton, and F. A. Gardner. 1964. Adjustment of protein level to age and stage of production for laying stacks. Poultry Sci. 43(5) : 1354(Abstract).
83. Quisenberry, J. H. 1965. Phase feeding of laying hens. Feedstuffs. 37(2a) : 51-54.
84. Reid, B. L. & Weber, C. W. 1973. Dietary protein and sulphur amino acid levels for laying hens during heat stress. Poultry Science. 52 : 1335-1343.
85. Reid, B. L., and C. W. Weber. 1974. Lack of sulfur amino acid sparing effect with ammonium sulfate and sodium sulfate in laying hen diets. Poultry Sci. 53 : 964-969.
86. Reid, B. L., and C. W. Weber. 1975. Supplemental dietary fat and laying hen performance. Poultry Sci. 54 : 422-428.
87. Reid, B. L. 1976. Estimated daily protein requirements of laying hens. Poultr. Sci. 55 : 1641-1645.
88. Reid, B. L., and P. M. Maiorino. 1984. Dietary sulfur amino acid level and energy utilization in laying hens. Poultr. Sci. 63 : 2408-2413.
89. Robinson, D. 1978. Feeding and light of egg-strain birds in the growth and laying phases. 2nd Australasian Poultry and Stack Feed Convention, Sydney, 131-135.
90. Robinson, D., and A. K. Sheridan, 1982. Effects of restricted feeding in the growing and laying periods on the performance of white leghorn by australorp crossbred and white leghorn strain cross chickens. Brit. Poultr. Sci. 23 : 199-214.
91. Sauveur, B. & Picard, M. 1987. Environmental effects on egg quality, in : R. G. Weills & C. G. Belyavin (Eds) Egg Quality-Current Problems and Recent Advances, pp. 219-234(London Butterworths).
92. Scott, M. L., M. C. Nesheim, and R. J. Young. 1969. Nutrition of the Chicken. M. L. Scott and Associates. Ithaca, New York.
93. Scott, M. L. 1974. Poultry feeding and management in the tropics. In : Animal Production in the Tropics. J. K. Loosli, V. A. Oyenuga, and G. M. Babatunde, ed. Hinemann Educational Books Nigeria. Ltd.
94. Scott, T. A., and D. Balnave. 1988. Influence of dietary energy, untrient density and environmental temperature on pullet performance in early lay. Brit. Poultr. Sci. 29 : 155-165.
95. Shannan, D. W. F., and W. O. Brown. 1969. the period of the fasting temperature from 22°C to 28°C. Br. Poultry sci. 10 : 13.
96. Slagter, P. J., and P. W. Waldroup. 1984. Calculation and evaluation of energy : amino acid

- ratios for the egg- production type hen. *Poultry Sci.* 63 : 1810-1822.
97. Smith, R. E. 1965. Alteration of protein level in laying rations at various stages within the laying cycle and its effect upon performance of laying hens. *Can. J. Animal Sci.* 45 : 211-215.
 98. Smith, R. E. 1967. The utilization of poultry diets containing high, low, and intermediate levels of protein of identical amino acid pattern. *Poultry Sci.* 46 : 730-735.
 99. Smith, A. T., and J. Oliver. 1972a. Some untrifical problems associated with egg production, at high environmental temperature and rationing treatments on the productivity of pullets fed on diets of differing energy content. *Rhod. J. Agric. Res.* 10 : 3-21.
 100. Smith, A. J., and J. Oliver. 1972b. Some nutritional problems associated with egg production at high environmental temperatures on the productivity of pullets fed on high-energy diets. *Rhod. J. Agric. Res.* 10 : 43-60.
 101. Snetsinger, D. C., and R. A. Zimmerman. 1974. Limiting the energy intake of laying hens. In *Energy Requirements of Poultry*. Eds. T. R. Morris and B. M. Freman. *Poultry science Symposium*, No. 9. British Poultry Science Ltd. Edinburgh.
 102. Strominger, J. L., and J. R. Brobeck. 1953. A mechanism of regulation of food intake. *Yale J. Biol. Med.* 25 : 383-390.
 103. Sugandi, D., H. R. Bird, and D. Atmadilaga. 1975. The effect of different energy and protein levels on te performance of laying hans in floor pens and cages in the tropics. *Poult. Sci.* 54 : 1107-1114.
 104. Summers, J. D., W. F. Pepper, and E. T. Moran, Jr., 1969. Use of amino acid imbalanced and low protein starting rations for the rearing of egg production type pullets and subsequent performance of these pullets when placed on alying rations of varying protein levels. *Poultry Sci.* 48(4) : 1351-1358.
 105. Sykes, A. H. 1977. Nutrition-environment interactions in poultry. In : W. Haresign, H. Swan & D. Lewis(eds) *Nutrition and the Climatic Environment* p 17-29(London, Butterworths).
 106. Sykes, A. H. 1983a. Heat stress and acclimatization. *World Poultry*, August, p. 12-13.
 107. Sykes, A. H. 1983b. Heat stress and heat acclimatization of poultry. *Australian poultry Husbandry Research Foundation*, Camden, N. S. W.
 108. Sykes, A. H. & Fataftah, A. R. A. 1986. Effect of a change in environmental temperature on heat tolerance in laying fowl. *British Poultry Science.* 27 : 307-316.
 109. Sykes, A. H., and F. I. M. Salih. 1986. Effect of changes in dietary energy intake and environmental tmeprature on heat tolerance in the fowl. *Brit. Poult. Sci.* 27 : 687-693.
 110. Tanor, M. A., S. Leeson, and J. D. Summers. 1984. Effect of heat stress and diet composition on performace of white leghorn hens. *Poult. Sci.* 63 : 304-310.
 111. Thayer, R. H., G. E. Hubell, J. A. Asbohm, R. D. Morrison and E. C. Nelson. 1974. Daily protein intake requirement of laying hens. *Poultry Sci.* 53 : 354-364.
 112. Tonkinson, L. V., E. W. Gleaves, R. H. Thayer, J. L. Folks, and R. D. Morrison. 1968. Production responses as affected by nutrient intake of laying hens. *Poultry Sci.* 47 : 32-38.
 113. Touchburn, S. P., and E. C. Naber. 1962. Effect of nutrient density and protein energy interrelationships on reproductive performance of the hen. *Poultry Sci.* 41 : 1481-1488.
 114. Valencia, M. E., P. M. Maiorino, and B. L. Reid. 1980. Energy utilization in laying hens. III. Effect of dietary protein level at 21°C and 32°C. *Poultry Sci.* 59 : 2508-2513.
 115. Vohra, P., W. O. Wilson, and T. D. Siopes. 1979. Egg production, feed consumption and maintenance energy requirements of leghorn hens as influenced by dietary energy at temperatures of 15.6 and 26.7°C. *Poultry Sci.* 58 : 674-680.

116. Yamamoto, W. S., and J. R. Brobeck. 1965. *Physiological Controls and Regulations*. W. B. Saunders Co., Philadelphia. PA.
117. 日本飼養標準, 1984. 家禽, 中央畜産會.