

## 비타민과 미네랄 첨가가 육용종 암탉의 생산능력에 미치는 영향

윤병선 · 강보석 · 김상호 · 최철환 · 나재천 · 서옥석  
축산기술연구소 대전지소

### Effects of Vitamine and Mineral Supplements on the Performances of Broiler Breeder Hens

B. S. Yoon, B. S. Kang, S. H. Kim, C. H. Choi, C. H. Na and O. K. Suh  
Daejeon Branch Institute, National Livestock Research Institute, R.D.A,  
Gyesan-dong 253, Yusung-Gu, Daejeon, Korea, 305-365

**ABSTRACT** : This work was designed to investigate the performances of broiler breeder hens upon the addition were vitamin and mineral supplements in feeds. Animals were divided into four feed groups such as control, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> and T<sub>3</sub>, and each treatment has four replications. All broiler breeder hens were housed individually, and were fed with identical *iso* - metabolic energy and *iso* - protein, except for vitamins and minerals. Different sources and levels of vitamins and minerals were added to the basic feeds according to the treatments. At the end of the experiments, general laying rate (hen day), average egg weight, hatching egg laying rate (Hen day) every day, Hatching egg weight, sterility, embryo mortality, hatching rate and chick weight were examined. Although, early laying rate in all treatment groups were reduced during cold term management, general egg laying rate was increased only T<sub>3</sub> group which was containing vitamin C. However, similar results were obtained in the rates of general and hatching egg laying. General egg laying rate were somewhat higher of Control, T<sub>2</sub> and T<sub>3</sub> groups than that of T<sub>1</sub> group. In addition, the laying rates of general and hatching eggs slightly improved in the T<sub>3</sub> group rather than those of Control group. Egg weight was reduced with the increasing of laying rate, showing the highest in the T<sub>3</sub> group. The laying rate showed significantly lower value than those of any other groups. Egg weight was about 65 g in T<sub>3</sub> group. The results of hatching performance for production ability of Broiler breeder hens were fed experimental diet, although the rates of non - hatched and hatched eggs increased in order of Control, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> and T<sub>3</sub> groups. However, the rate of embryo mortality was declined in order Control, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> and T<sub>3</sub> groups.

(Key words: broiler breeder, vitamins and minerals, laying rate, production performance)

## 서 론

우리 나라의 육계산업은 '90년대를 지나면서 대규모 사육형태와 사육시설의 자동화 및 현대화를 도입하여 외형적으로 많은 발전이 있어 왔다. 육계의 생산성 향상을 위하여 외국으로부터의 육용종계의 수입도 활발하게 이루어져 육계의 증체 또한 크게 발전되었다.

그러나, 우리 나라의 육계 사육비중에서 차지하는 초생 추 구입비는 생산비 감소에 있어 해결해야 할 커다란 장애

요인으로 인식되고 있고, 우리와는 닭고기 수출 경쟁국인 태국이나 중국의 육용종계 1수당 병아리 생산능력이 우리나라보다 높은 것이 현실이다. 이들 주변국가 역시 원료사료는 외국으로부터의 수입에 의존하고 있어 사료공급 면에서는 우리와 크게 다르지 않지만, 종계 1수당 병아리 생산능력이 우리나라보다 높다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 육용종계의 종란 생산과 부화율의 개선을 통한 병아리 생산비를 낮추는 기술이 필요하다.

국내의 육용종계의 에너지 요구량은 연구를 통하여 1일

대사 에너지 요구량이 이미 밝혀진 상태이며(이 등, 1988), 단백질 요구량은 1일 20 g이면 충분하다고 보고 되어 있다(Waldroup 등, 1976; 이 등, 1985). 한편 비타민과 미네랄의 요구량은 NRC(1994)와 한국표준가축사료 급여기준(축산기술연구소, 1994)에서 제시한 사용하고 있으나, 원료사료의 수입운반 기간이 길고 외국으로부터 증체가 우수한 품종의 육용종계가 도입되고 있으며 사용 중인 비타민과 미네랄 혼합제의 종류가 다양한 상태이다. 따라서, NRC와 현재 사용되고 있는 육용종계용 비타민과 미네랄의 종류와 수준이 적정한지를 알아보기 위하여, 사료중의 비타민과 미네랄의 종류와 첨가수준을 변경하고 육용종계 사료에 첨가하여 육용종계의 생산능력의 변화를 살펴보고자 이 연구를 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험설계 및 공시동물

육용종계 사료의 비타민과 미네랄의 종류 및 첨가수준에 따라 Control(대조구), T<sub>1</sub>(NRC), T<sub>2</sub>(비타민과 미네랄의 첨가수준을 관행구보다 증가시킨 것) 및 T<sub>3</sub>(T<sub>2</sub>대비 비타민 종류의 증가)의 4개 처리를 두었으며, 28 주령된 로스(Ross)종육용종계를 처리구당 4반복, 반복당 7~8수를 공시하여 전체 처리구별 사육수수를 동일하게 배치하였다. 실험기간은 1999년 12월 15일부터 2000년 2월 17일까지 축산기술연구소 대전지소에서 수행하였다.

### 2. 실험사료 및 사양관리

실험사료는 옥수수과 대두박을 주원료로 하여 대사에너지, 단백질 및 아미노산을 Table 1과 같이 동일하게 배합하였고, Table 2와 같이 처리구별로 비타민과 미네랄의 종류와 첨가수준이 다른 혼합첨가제를 배합사료에 각각 0.5%씩 첨가하였다.

시험계는 육용종계용 3단 케이지에 1수씩 수용하였으

며, 배합사료는 주령별 영양소 요구량에 맞추어 1일 1수당 제한급여 프로그램에 따라 급여하였고, 물은 자유롭게 음수토록 하고 점등은 새벽 4시부터 오후 9시까지 17시간 동안 실시하였으며, 기타 사양관리는 축산기술연구소 대전지소의 관행에 준하였다.

### 3. 육용종계의 생산능력 조사

육용종계 암탉의 생산능력을 조사하기 위하여 시험종료 시기에 인공수정을 실시하였으며, 인공수정에 공시한 수탉은 모두 동일한 환경조건과 사료로 사육하였다. 수집한 종란은 수정율, 발육중지란, 부화율 등을 연구하기 위하여 저장하였다가, 처리구별로 구분하여 부화에 사용하였다.

### 4. 조사항목 및 조사방법

#### 1) 산란율

육용종계의 산란율은 구배치 후 관행사료 급여기간과 시험사료 급여기간으로 나누었고 시험사료기간은 2주 간격으로 나누어 2주, 4주, 6주 및 8주로 정하였다. 산란율은 시험 종료시까지 전기간 동안 매일 매일의 정해진 시간에 반복별 전체 산란수를 개체수로 나누어 구하고 4반복의 평균으로 처리구별로 구하였다.

#### 2) 종란의 산란율

시험기간 동안 2주, 4주, 6주 및 8주로 나누어 수집한 종란중에서 연란, 파란 및 난중이 70 g을 넘는 기형란을 제외하여 입란이 가능한 정상란만을 골라 종란으로 취급하였다. 이러한 종란은 2주간 단위로 종란의 무게를 구하고 같은 기간의 사육수수 무게로 나누어 일일 종란의 산란율을 구하였다.

#### 3) 종란의 난중

종란의 난중변화는 종란의 산란율과 같이 2주, 4주, 6주 및 8주로 나누어 종란의 무게를 측정하였으며, 시험기간

Table 1. Composition of the experimental diets

Ingredients contents	%	Ingredients contents	%
Corn	74.17	Methionine	0.04
Soybean oil meal	8.94	Lysine	0.24
Corn gluten meal	6.57	Salt	0.25
Limestone	7.83	Antibiotics	0.03
Tricalcium phosphate	1.43	Vitamin + mineral	0.50

**Table 2.** The premix of vitamin and mineral in the experimental diets

Ingredients contents	Unit	Control	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Vitamin A	IU	1,600,000	300,000	2,000,000	2,000,000
Vitamin D	IU	300,000	60,000	400,000	400,000
Vitamin E	IU	800	1,000	900	900
Vitamin K	mg	132		200	200
Vitamin B <sub>1</sub>	mg		160		100
Vitamin B <sub>2</sub>	mg	1,000	440	1,200	1,200
Vitamin B <sub>6</sub>	mg		600		200
Vitamin B <sub>12</sub>	mg	1.2	0.8	1.5	1.5
Niacine	mg		2,200		2,000
Pantothenic acid	mg	800	2,000	1,500	1,500
Biotin	mg		50		20
Choline chloride	mg	35,000	100,000	30,000	30,000
Folic acid	mg	60		90	90
Vitamin C	mg				20,000
Antioxide	mg	6,000		12,500	12,500
Fe	mg	4,000	12,000	4,000	4,000
Cu	mg	500	800	500	500
Mn	mg	12,000		12,000	12,000
I	mg		70	1,250	1,250
Zn	mg			7,000	
Co	mg	1,000		1,000	1,000
Se	mg		20		10

동안은 반복별로 수집한 종란의 무게를 종란수로 나누어 종란의 평균난중을 구하였다.

#### 4) 무정란과 발육중지란 수

종란을 처리구당 150개씩 부화기에 입란하여 부화하던 중 검란을 실시하여, 배 발생이 되지 않아 중심부가 투명한 미수정란은 무정란으로 구분하였고, 혈관이 뭉쳐있는 것은 발육 중지란으로 구분하여 각각의 수를 구하였다.

#### 5) 부화율

발생한 병아리 수를 부화중에 조사하여 구한 수정란수로 나누어 수정란 대 부화율로 병아리 발생률을 구하였다.

#### 6) 초생추 무게

종란을 부화기에 넣어 부화당일 발생한 병아리 100 수의 무게를 병아리 수로 나누어 평균 무게를 구하였다.

### 5. 통계분석

시험사료를 급여하여 얻어진 각각의 성적을 SAS/PC system의 ANOVA를 이용하여 분산분석을 실시하고 (SAS/STAT, 1996), Duncan으로 처리구별 유의성 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 산란율

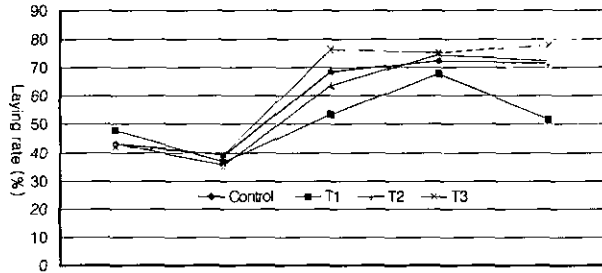
여러 학자들의 연구결과에 의하여 밝혀진, 에너지와 단백질의 급여량을 충족시키면서 미량성분인 비타민과 미네랄의 종류와 첨가수준을 변화시켜 육용종계에게 급여하여 얻어진 시험결과 중에서 산란 성적은 Table 3 및 Fig. 1과 같다.

본 시험에서 시험사료를 급여하기 전의 전 처리구의 산란율이 일반적인 성적보다는 다소 낮지만 그중에서 Control의 산란성적은 다른 처리구보다 높았다. 이와 같이 전 시험구의 산란율이 낮은 이유는 겨울철 환경온도 하강과

**Table 3.** Hen day egg production of broiler breeder hens fed the current and experimental diets<sup>1</sup>

Diets	Control	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Current	47.84±3.8	43.16±3.0	43.15±4.2	32.96±3.8
Experimental	70.86±3.0	57.63±3.3 <sup>b</sup>	69.95±2.6 <sup>a</sup>	76.49±2.0 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>. Values are Mean ± SE. The values with different superscripts in the same rows are significantly different (P<0.05).

**Fig. 1.** Hen-day egg production of broiler breeder hens fed the current and experimental diets.

이에 따른 보온관리로 인한 산란감소에 기인한 것이며, 시험사료 급여기간 동안 다른 처리구와는 반대로 T<sub>3</sub>의 산란율이 시험사료 급여 후 약간 개선되었는데, T<sub>3</sub>에는 다른 처리구에 첨가하지 않은 비타민 C가 포함되어 있다. 일반적으로, 닭은 정상적인 건강과 생리적인 비타민C의 요구량을 충족시킬 수 있도록 합성된다고 생각하여 사료내에 비타민C를 첨가하지는 않았다.

그러나, Sykes(1978) 및 Kafri와 Cherry(1984)는 여러 가지 환경적, 병리적, 영양적인 상황이 닭의 혈장과 조직중의 비타민 C 수준을 낮춘다고 하였으며, Perke와 Kendler(1963)는 어떠한 스트레스 환경에서 체내 비타민 C의 생합성을 초과하는 이용율은 비타민 C의 증대한 결핍증을 유발할 수 있고, 혈장과 조직중의 비타민 C 수준을 변화시키는 중요한 환경적 요인으로 보통 보고되는 것이 환경온도라고 하였다. 이와 같은 내용을 종합해 보면 비타민 C의 첨가는 겨울철의 스트레스 환경에서도 유효하게 작용하는 것으로 사려된다.

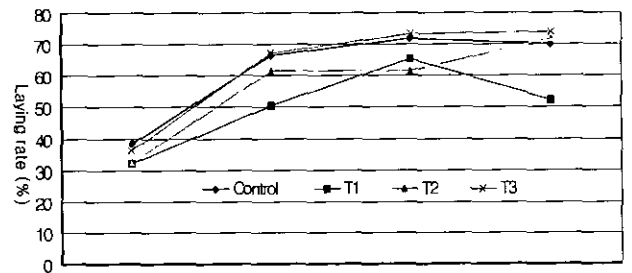
시험기간 동안 Waldroup 등(1976)이 발표한 단백질 요구량과, Sparrt 등(1987)의 대사 에너지 요구량에 충족하도록 사료를 급여하였으나, 미량성분인 비타민과 미네랄의

수준을 다르게 공급한 이번 연구에서 비타민과 미네랄의 혼합첨가제 종류와 수준이 가장 낮은 T<sub>1</sub>이 다른 처리구에 비하여 산란율이 낮아 유의한 감소를 보였으며, 또한 Control과 T<sub>3</sub>는 유의한 차이가 인정되지는 않았지만 비타민과 미네랄의 종류와 첨가수준이 많은 T<sub>3</sub>의 산란율이 개선된 것으로 나타나, 이들 미량성분의 하나하나의 연구결과를 기본으로 혼합첨가제로서의 첨가종류와 수준에 폭넓은 검토가 필요하다고 생각된다.

## 2. 종란 산란율

중계의 산란율(H.D)과 종란 산란율은 같은 경향을 보였다. 시험초기의 겨울철 온도관리로 인하여 산란율이 낮았기 때문에 시험초기 전체의 종란 산란율이 낮았고, 그 중에서 T<sub>1</sub>의 종란 산란율이 가장 낮았으며 유의한 차이는 없었으나 T<sub>3</sub>가 Control 보다 산란율과 함께 종란 산란율도 개선되었다(Table 4, Fig. 2).

처리구별로 이와 같은 차이를 나타낸 것은 미량성분인 비타민과 미네랄 혼합첨가제의 첨가수준의 차이에 기인한 것으로, 양계산업의 기업화와 대규모화로 인한 스트레스 증가로 비타민과 미네랄의 급여수준이 증가하였으며

**Fig. 2.** Hatching egg production of broiler breeder hens fed experimental diets.**Table 4.** Hatching egg production of broiler breeder hens were fed experimental diets<sup>1</sup>

Items	Control	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Early-Experiment	38.89±2.9	32.02±3.9	32.47±1.8	36.32±3.9
Whole Experiment	69.27±1.6	56.05±2.8 <sup>b</sup>	65.06±2.4 <sup>ad</sup>	71.45±1.9 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>. Values are Mean ± SE. The values with different superscripts in the same rows are significantly different (P<0.05).

(Scott, 1976), 가금의 장내 미생물은 비타민 합성이 거의 없어 비타민의 공급이 필수이며, 따라서 NRC 요구량보다 비타민과 미네랄의 공급능력이 우수한 Scott 권장량 시험구에서 좋은 성적을 보인 연구(한과 오, 1982)와 동일한 결과이며, 또한 한과 이의 보고에서도 NRC 요구량의 2배 수준이 Scott 권장량과 같은 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 이러한 미량물질에 대한 산란계의 연구에서도(송 등, 1982) 비타민과 미네랄의 첨가수준이 높은 혼합 첨가제를 사용하였다.

비타민과 미네랄의 급여량은 급여사료와 밀접한 관계를 가지고 있으며(Scott, 1976), 식물성 박류의 이용이 증가할수록 비타민 B군이 부족하기 쉽다(Patric, 1953; 정과 하, 1971)는 주장을 고려할 때, 우리 나라에서와 같이 옥수수-대두박을 기본으로 배합한 사료를 이용하는 사육방법에서는 사용중인 미량물질 혼합 첨가제의 수준을 점검할 필요가 있다고 생각한다.

### 3. 종란의 난중

부화에 적당한 종란의 난중은 55~65 g 사이의 무게가 적당한 것으로 알려져 있으며, 본 시험의 결과는 Table 5

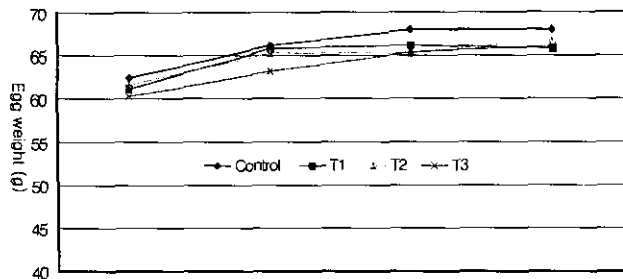


Fig. 3. Hatching egg weight of broiler breeder hens were fed experimental diets.

와 Fig. 3에 나타난 바와 같이 시험기간 중 Control의 난중이 T<sub>1</sub>과 T<sub>2</sub>와는 차이가 없었으나 T<sub>3</sub>에 비하여 무거워 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 미량성분을 제외하고 대사에너지나 단백질 및 아미노산의 수준을 동일하게 급여하여 이와 같은 결과를 보인 것은, Table 3에서 나타난 것처럼 시험초기의 낮은 산란율을 고려할 때 산란율의 개선에 의한 것으로 생각된다. 이러한 이유는 Pinchsov 등(1993)이 발표한 대로 산란율이 낮을 때에는 난중이 유의하게 증가하지만 시험사료의 급여에 의하여 산란율이 개선되었을 때에는 난중이 감소하였기 때문이며, 따라서 본 시험에서도 입란한 종란의 난중이 작은 것으로 생각된다.

### 4. 육용종계의 생산능력

처리구별 생산능력에 관련된 사항을 Table 6에 나타내었다. 시험기간 중에 일정기간 동안 수집한 종란 중에서 입란한 수는 T<sub>2</sub>와 T<sub>3</sub>가 가장 많았고 Control구가 가장 적었다. 무정란은 T<sub>1</sub>, Control, T<sub>2</sub> 및 T<sub>3</sub> 순으로 증가하여 각각 2.10 %에서 10.53 %까지로 차이를 보였다. 그러나, 발육중지란 감소율과 부화율은 Control, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> 및 T<sub>3</sub> 순으로 증가하여 비타민과 미네랄의 종류와 첨가수준이 높을수록 좋은 결과를 보였다.

본 연구에서 무정란의 수는 T<sub>2</sub>와 T<sub>3</sub>에서 높았지만, 반대로 T<sub>2</sub>와 T<sub>3</sub>의 발육중지란과 수정란대 부화율은 다른 시험구보다 높았다. 부화율에 관여하는 비타민과 미네랄의 종류도 많고 수준 또한 다양하기 때문에 어느 한가지만의 영향으로는 해석할 수 없지만, 지금까지 사용해온 미량성분 혼합 첨가제보다는 비타민과 미네랄의 첨가수준이 높은 Zuidhof 등(1995)이 연구에 사용한 미량성분의 사료가 육용종계의 수정율, 발육중지란 감소율 및 부화율이 높았던 것을 고려해 볼 때 당연한 결과이다. 다만, 수정율이 반대

Table 5. Hatching egg weight of broiler breeder hens were fed experimental diets<sup>1</sup>

Items	Control	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Early - Experiment	62.45 ± 1.1	61.21 ± 0.8	61.72 ± 1.1	60.27 ± 1.2
Whole Experiment	67.36 ± 1.6	66.11 ± 1.2 <sup>ad</sup>	65.81 ± 1.4 <sup>ad</sup>	64.89 ± 1.4 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>, Values are Mean ± SE. The values with different superscripts in the same row are significantly different (P<0.05).

Table 6. The production ability of Broiler Breeder hens fed experimental diets

Items	Control	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Sterility (%)	5.19	2.10	7.90	10.53
Mortality (%)	7.03	5.71	2.14	1.47
Hatching (%)	90.63	92.14	94.29	96.32
Chick weight (g)	48.60	45.90	46.60	46.88

의 결과를 나타낸 것은 본 연구의 수행 중 인공수정 실시에 의한 차이로 생각되지만 확실한 원인 연구가 필요하다. 초생추의 무게는 종란의 무게와 같이 Control에서 가장 무거웠으나, 다른 처리구에서는 미량성분의 수준이 가장 낮았던 것과는 달리 T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, 및 T<sub>3</sub>순으로 증가되어, 미량성분의 첨가수준이 종란의 무게보다는 초생추의 무게에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 모두 종합해 볼 때, 현재 사용하고 있는 단백질과 대사에너지 수준보다는 혼합 첨가제의 미량성분인 비타민과 미네랄의 첨가 종류와 수준이, 육용종계의 산란율과 종란산란율, 발육중지란, 부화율 및 초생추 무게에 영향을 주었으므로, 아미노산의 연구와 함께 더 많은 연구를 통한 육용종계의 생산성 향상을 위한 연구가 필요하다고 생각된다.

## 적 요

육용종계의 사료에 혼합첨가제로 사용되고 있는 비타민과 미네랄이 육용종계의 생산능력에 미치는 영향을 조사하기 위하여, Control, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> 및 T<sub>3</sub>로 각각의 처리구를 설정하였으며 육용종계의 사육수수를 동일하게 수용하여 처리구별 4반복으로 시험계를 배치하였고, 옥수수-대두박을 주원료로 배합한 사료의 대사에너지와 단백질 요구량을 동일하게 급여하되 비타민과 미네랄의 첨가 종류와 수준을 다르게 첨가하여 수행하였다. 물은 자유롭게 마실 수 있도록 하였다. 시험사료 급여 후 산란율, 평균난중과 종란의 산란율을 구하였고, 수집한 종란을 부화에 사용하여 생산능력을 연구하기 위해 입란난중, 무정란과 발육중지란, 초생추 무게 및 수정란대 부화율을 조사하였다. 시험결과 산란율과 종란 산란율은 유사한 경향을 보였다. 시험사료 급여초기 전체의 산란율은 겨울철 사육관리에 따른 산란율 감소가 있었으나, 비타민 C가 첨가된 T<sub>3</sub>에서는 오히려 증가하였으며, 산란율은 T<sub>1</sub>보다 모든 시험구에서 유의한 증가를 보였다. 또한 산란율과 종란 산란율은 Control과 T<sub>3</sub>의 비교에서도 비타민과 미네랄의 첨가가 많은 T<sub>3</sub>에서 산란율의 개선이 나타났다. 난중의 변화는 산란율의 개선과 함께 감소하여 산란율이 가장 높았던 T<sub>3</sub>에서 가장 낮아 다른 처리구보다 유의한 차이를 보였고, T<sub>3</sub>의 시험기간 중 난중은 65 g 정도였다. 육용종계의 생산능력을 조사하기 위하여 부화를 실시한 결과 무정란의 발생은 Control, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> 및 T<sub>3</sub>의 순으로 증가하였지만, 발육중지란 감소율 및 수정란대 부화율은 반대로 감소하였다.

(색인어 : 육용종계, 비타민과 미네랄, 산란율, 생산능력)

## 인용문헌

- Kafri I, Cherry JA 1984 Supplemental ascorbic and heat stress in broiler chicks. *Poultry Sci* 63: 125(Abstr).
- National Research Council 1994 Nutrient requirements of Poultry, 9th ed. National Academy Press Washington DC USA.
- Patrick H 1953 Deficiencies in a seame meal type ration for chicks. *Poultry Sci* 32: 744 - 749.
- Perek M, Kendler J 1963 Ascorbic acid as a dietary supplement for White Leghorn hens under conditions of climatic stress. *Br Poult Sci* 4: 191 - 200.
- Pinchsov Y, Galili D, Yonash N, Klandorf H 1993 Effect of feed restriction using diets on subsequent performance of broiler breeder females. *Poultry Sci* 72: 613 - 619.
- SAS/STAT 1996 User's guide. Release 6, 12 edition SAS institue Inc Cary NC USA.
- Scott ML, Nesheim MC, Young RJ 1976 Nutrition of the chickens (2nd Ed) ML Scott and Associates Ithaca NY USA.
- Spartt RS, Leeson S 1987 Broiler breeder performance in response to diet protein and energy. *Poultry Sci* 66: 683 - 693.
- Sykes AH 1978 Vitamin C for poultry - some recent research. Roche Symp. London.
- Waldroup PW, Hazen KR, Bussell WD, Johnson ZB 1976 Studies on the daily protein and amino acid needs of broiler breeder hens. *Poultry Sci* 55: 2342 - 2347.
- Zuidhof MJ, Robinson FE, Feddes JJR, Hardin RT 1995 The effect of nutrient dilution on the well-being and performance of female broiler breeders. *Poultry Sci* 74: 441 - 456.
- 송만강 한인규 이규호 1982 산란계 육성란에 대한 제한사양이 난생산에 영향하는 효과. II. 육성란에 대한 제한사양이 난생산 능력 및 경제성에 미치는 영향. *한국축산학회지* 24: 96 - 106.
- 이규호 이상진 김형호 1988 육용종계 산란기의 에너지 요

구량에 관한 연구. 한국영양사료학회지 15: 73 - 79.  
이규호 한인규 1985 육용종계의 영양소 요구량에 관한 연구. Ⅲ. 육용종계의 영양소 요구량 추정에 관한 연구. 한국축산학회지 27: 176 - 182.  
정계완 하서현 1971 병아리 육성에 있어 사료 첨가제의 비교 시험. 한국축산학회지 13: 126 - 131.

한국표준가축사료급여기준 1994 농촌진흥청 축산기술연구소. pp. 18 - 19.  
한인규 오상집 1982 브로일러에 대한 비타민과 광물질 첨가제의 적정 공급수준 결정을 위한 연구. 한국축산학회지 24: 43 - 49.