

## 산란종계 육성기 사료의 에너지 및 단백질 수준이 성장에 미치는 영향

노성래 · 유선종 · 김성권 · 김은집 · 안병기 · 강창원\*  
건국대학교 축산대학 동물자원연구센터

### Effects of Dietary Energy and Protein Levels on Growth of Egg Breeder Pullets

S. R. Noh, S. J. Ryu, S. K. Kim, E. J. Kim, B. K. Ahn and C. W. Kang\*

*Animal Resources Research Center, College of Animal Husbandry,  
Konkuk University, 1 Hwayang-Dong, Kwangjin-Gu, Seoul 143-701*

**ABSTRACT** : This experiment was conducted to investigate the effects of dietary energy and protein levels on the growth rate of egg breeder pullets. A total of 360 Hy-Line Brown pullets aged 2 to 6 weeks (Phase I) were fed 5 rations differing in dietary protein (17, 19 and 20%) and energy (2,800, 2,950 and 3,050 kcal/kg, TME<sub>n</sub>) levels for a period of 5 weeks and those aged 6 to 10 weeks (Phase II) were fed 5 rations differing in dietary protein (15, 16 and 17%) and energy (2,800, 2,900 and 3,000 kcal/kg, TME<sub>n</sub>) levels in order to evaluate the optimum dietary energy and protein levels for egg breeder pullets reared in cages. Their body weight gains were significantly influenced by the dietary protein levels ( $P < 0.05$ ). The dietary energy levels did not greatly affect the growth performances throughout the experimental period. The low energy and protein regimen based on NRC requirement (control) was found to produce smaller pullets and lower tibia bone measurements as compared to the higher regimen groups. With the increase in dietary energy and protein levels, tibial bone strength and ash content also gradually increased ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in the flock uniformity among the treatments. These results indicate that increases in dietary energy and protein levels above the NRC requirements appeared to be more effective in obtaining the optimal growth and bone developments of egg breeder pullets reared in cage.

(Key words : growth rate, tibia, bone measurements, flock uniformity, egg breeder pullets)

## 서 론

난용 및 육용종계에서 육성기의 영양관리는 성성숙 이후의 전 산란기간 동안의 난 생산성에 지대하게 영향을 미친다(Christmas와 Harms, 1982; Walsh와 Brake, 1997). 육성기의 영양 관리는 성장 단계별로 적절한 수준의 에너지, 단백질 및 필수 영양소를 공급함으로써 정해진 목표 체중에 도달에 초점이 맞추어져 왔다. 실제로 육성기의 체중은 이후의 산란 성적에 중요한 영향을 미치는데, Keshavarz (1984)는 실용 산란계에서 20주령의 체중이 낮으면 산란 초기의 난 생산성이 감소된다고 하였으며, Summers와 Leeson (1983)은 육성기 체중이 산란기 초기 난중을 좌우하는 주된 요인이라고 하였다.

육성기 성장의 중요성이 강조되는 만큼 사료 내 에너지 및 단백질 수준의 변화가 성장 및 이후의 산란 능력에 미치는 영향에 대해 많은 연구가 수행되었지만, 그 결과는 매우 다양하다. Berg 등(1963)은 난용종 육성계에서 사료 내 에너지 수준이 사료 섭취량과 증체에 영향을 미치지 않았다고 하였다. 그러나 Leeson과 Summers (1982)는 단백질 수준이 동일한 사료에서 대사에너지(ME) 수준을 증가시켰을 때 18주령의 체중에는 큰 영향이 없었지만, 저 에너지 사료 급여구에서 사료 섭취량이 증가한다는 대조적인 결과를 관찰하였다. 이규호와 정연종(1994)은 갈색계통의 난용종 육성계를 공시한 연구에서 ME 수준이 2,600 kcal/kg에서 3,200 kcal/kg 인 실험사료를 18주령까지 급여했을 때 2,600 kcal/kg 사료

\* To whom correspondence should be addressed : kkucwkang@kkucc.konkuk.ac.kr

급여구에서 총 ME 섭취량과 18주령 체중이 유의적으로 감소되었지만, 사료내 ME를 2,900 kcal/kg보다 높은 수준으로 급여하면 14주령 체중에 큰 변화가 없었다고 하였다. 이러한 결과에 비하여 육성기 사료의 에너지 수준을 증가시켰을 때 산란율에는 영향이 없었지만 난중이 증가했다는 연구 결과도 보고되었다(Hochereich 등, 1978). Leeson과 Caston (1991)은 육성기 체중이 사료 내 에너지 수준의 증가에 비례적으로 변화한다고 하였으며, Leeson과 Summers (1989) 역시 20주령까지 약 1kg의 양질의 단백질을 섭취할 수 있다면 사료 내 에너지 수준에 따라 체중이 변화할 수 있다고 하였다.

한편 사료 내 조단백질(CP) 수준과 성장이 정의 상관관계를 나타낸다는 논문도 다수 보고되었다. Christmas와 Harms (1982)는 CP 수준이 매우 낮은 사료(9.1%)를 8주령부터 18주령까지 급여하였을 때 체중 감소, 성성숙 지연 및 사료 섭취량의 감소가 나타난다고 하였으며, Wilson 등(1971)도 CP 수준이 9.1%이었을 때 육용종계 병아리에서 체중 및 성성숙이 지연된다고 하였으며, 실용난용계 병아리에서도 단백질 수준이 낮은 사료를 급여했을 때 체중의 감소와 성성숙이 늦어진다는 결과를 보고하였다(Harms 등, 1967; Waldroup 등, 1966). 육성 초기의 체중을 세 그룹으로 나누어 고 단백질 사료를 급여한 연구에서도 체중이 가벼운 개체에서는 성장 반응이 상대적으로 명확하게 나타나면서 12주령의 체중이 유의하게 증가하였다(Leeson과 Summers, 1984b). 비교적 최근에 백색 Leghorn 실용계를 이용한 연구에서도 고에너지, 고 단백질 사료를 급여했을 때 18주령의 체중이 유의하게 증가하였지만, 유사한 반복 실험에서는 고에너지 사료에 대한 체중 증가 반응은 나타나지 않았다(Keshavarz, 1998).

NRC 사양표준(1994)에서는 갈색계통의 ME 수준 및 CP 요구량을 0에서 6주령까지는 각각 2,800 kcal/kg과 17%, 6에서 12주령까지는 2,800 kcal/kg과 15%, 그리고 12에서 18주령까지는 2,850 kcal/kg과 14% 수준을 권장하고 있다. 그러나 사양표준에 명시된 단백질 및 기타 영양소 요구량은 영양소 결핍을 예방하는 수준, 성장 및 체내 대사를 최대로 하기 위한 최소 요구량이며, 위생적이고 깨끗한 실험적 환경조건에서 정제사료 및 옥수수-대두박과 같은 비교적 양질의 사료 원료를 이용하여 얻어진 결과이기 때문에 이를 실제 사양조건에 그대로 적용하기 어려운 점이 있다. 그러나 국내에서는 육성기에 종계회사의 영양소 권장 수준을 그대로 적용한다. 계통에 따라 약간의 차이는 있지만, Hy-Line Variety Brown (2000)의 경우를 예로 들면 전 육성기간의 ME 수준을 약 3,000 kcal/kg 정도로 권장하고 있으며, CP 권장 수준은 0에서 6주령까지는 20%, 6주령에서 12주령까지는 17~18%,

그 이후에는 16%로 NRC 사양표준(1994)에 비해 상당히 높은 수준을 제시하고 있다. 그러나 병아리 생산비 중 사료비가 차지하는 비율이 매우 높기 때문에 사료 내 에너지와 단백질 수준을 증가시킬 때 경제적인 문제를 고려하지 않을 수 없다. 또한 사양표준과 종계 회사의 영양소 권장 수준 역시 외국의 실험자료를 근거로 하였으므로 우리의 조건에 그대로 적용하기 어려울 것이다. 즉 국내 산란종계 육추·육성은 케이지에서 이루어지나 평사에 의존하는 외국의 산란종계들은 사육밀도, 환기, 온도 관리가 발육에 유리하다. 이외에도 최근에는 실용 난용계와 산란종계는 육성기부터 질병 예방의 중요성 때문에 다양한 백신 프로그램이 강화되어 사양 표준에 근거한 에너지 및 단백질 영양 수준으로는 정해진 일령에 목표로 하는 표준체중에 도달하지 못하는 문제가 제기되고 있다. 특히 육성 초기에 정상체중에 미치지 못할 때 골격발달 역시 불충분하게 이루어져서 육성 후기 및 이후의 산란기간까지 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다(Leeson과 Summers, 1984b). 또한 성장 단계별로 표준체중을 잘 유지하면서 특히 전 계군의 균일한 성장이 강조되고 있다. 육성기의 체중 균일도 역시 실용 난용계, 산란종계 및 육용종계에서 생산성을 예측할 수 있는 중요한 요인이다(Hy-Line Variety Brown, 2000). 이와같이 사료 내 에너지 및 단백질 수준이 육성기의 성장 성적에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구가 수행되었으나 육성기의 골격 발달 및 계군의 성장 균일도를 조사한 국내외 연구자료는 거의 없다.

따라서 본 연구는 케이지에서 육추·육성되는 갈색 산란종계에서 사료 내 에너지 및 단백질 수준이 산란종계 병아리의 육성기 성장 성적 뿐 아니라 육성기 성장과 골격 발달 그리고 성장 균일도에 미치는 영향을 규명함으로써 우리의 현실에 적합한 산란종계의 육성 사료를 위한 적정 영양소 수준을 제시하기 위한 목적으로 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물

Hy-Line Variety Brown 갈색계 암평아리 초생추 500수를 7일령까지 종계 병아리용 시판사료로 예비 사육하였다. 실험 개시일인 8일령에 체중이 유사한 개체를 선별한 후 5개 처리에 처리당 4반복, 반복별로 18수씩 총 360수를 공시하여 실험에 이용하였다. 각 공시계는 개체별로 체중을 측정하여 날개표시기를 사용하여 개체표시를 하였으며, 반복별로 체중이 동일하도록 완전임의 배치하였다.

2. 실험기간

2002년 5월 13일부터 일주일동안 예비사육을 거쳐 2002년 5월 21일부터 2002년 7월 23일까지 총 9주간 경기도 평택 시 소재 종계 농장 실험사육장에서 실시하였다.

3. 실험사료

본 실험에서는 에너지와 단백질 수준을 달리하는 실험설계를 하였다. Phase I의 기간 중에 대조구는 NRC (1994)에서 명시하는 대사에너지 수준(2,800 kcal/kg) 및 단백질 요구량(17%)으로 설정하였으며, T1 처리구는 대조구의 에너지 함량에 단백질 수준을 국내 산란종계 육성사료의 평균 수준인 19%로 증가시켰고, T2 처리구는 대조구의 단백질 수준에 에너지 수준을 국내 산란종계 육성사료의 평균 수준인 2,950 kcal/kg으로 증가시켰다. T3 처리구는 에너지와 단백질 수준을 함께 증가시켰고, T4 처리구에서는 외국 종계회사에서 권장하는 에너지(3,050 kcal/kg)와 단백질 수준(20%)으로 하였다. Table 1에 명시한 바와 같이 Phase II 기간 중에도 Phase I과 유사하게 처리별로 실험 사료 내 에너지와 단백질 수준을 조정하였으며, 사료 내 제한아미노산의 수준도 단백질 수준에 비례하여 증감시켰다.

실험사료는 기별 급여에 따라 Phase I (2~6주) 및 Phase II (6~10주)로 나누어 각각의 실험사료를 제조하였다. 옥수수·대두박 위주의 실험사료는 각 처리구별로 손 배합하였으며, 영양 수준의 조절에 필요한 첨가제 외에 항생제 및 기타 첨가제는 일체 사용하지 않았다. 본 연구에 사용된 실험사료의 조성을 Table 2와 3에 나타내었다.

4. 사양관리

공시계는 각 반복별로 18수씩 실험용 종계 병아리 케이지에 수용하였고, 반복구별로 사료 급여기 및 급수기의 수는 동일하도록 배치하였다. 사육밀도는 Phase I에서는 수당 270cm<sup>2</sup>, Phase II에서는 수당 540cm<sup>2</sup>로 하였고, 병아리의 성장에 맞추어 Phase II에서는 병아리의 마리 수를 조절하여

Table 1. The experimental design

Treatments	2~6 wk (Phase I)		6~10 wk (Phase II)	
	ME, kcal/kg	CP,%	ME, kcal/kg	CP,%
Control	2800	17	2800	15
T1	2800	19	2800	16
T2	2950	17	2900	15
T3	2950	19	2900	16
T4	3050	20	3000	17

Table 2. Formula and chemical composition of the experimental diet (Phase I)

Ingredients	Treatments				
	Control	T1	T2	T3	T4
Yellow corn	61.14	56.89	68.54	64.99	61.84
Soybean meal	22.85	24.85	23.65	25.70	28.80
Corn gluten meal	0.45	2.8	1	3.4	3.9
Wheat bran	10	10	1.7	0.8	-
Rice bran	2	2	2	2	-
Tallow	-	-	-	-	2.35
Dicalcium phosphate	1.4	1.35	1.5	1.5	1.5
Limestone	1.6	1.55	1.05	1.05	1.05
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Choline-chloride (25%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Vitamin E	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mineral mix <sup>1</sup>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Vitamin mix <sup>2</sup>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100	100	100	100	100
Calculated Analysis					
CP, %	17	19	17	19	20
TMEn, kcal/kg	2800	2800	2950	2950	3050
Ca, %	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Avail.P, %	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Lysine, %	0.80	0.89	0.80	0.89	0.94
Met + Cys, %	0.59	0.66	0.59	0.66	0.69

<sup>1</sup> Mineral mixture provided following nutrients per kg of diet: Fe, 35mg; Zn, 60mg; Mn, 85mg; Cu, 70mg; I, 1.6mg; Se, 0.1mg.

<sup>2</sup> Vitamin mixture provided following nutrients per kg of diet: Vitamin A, 12000IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 2500IU; Vitamin E, 25mg; Vitamin K<sub>3</sub>, 0.7mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 1mg; Vitamin B<sub>2</sub>, 12mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 2mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.03mg; Niacin, 35mg; Pantothenic acid, 10mg; Biotin, 0.05mg; Folic acid, 0.5mg; Ethoxyquin, 1700mg.

처리별 및 반복구별로 동일하게 유지하였다. 이는 외국의 종계회사에서 권장하는 수준인 10주령까지의 사육밀도가 수당 560cm<sup>2</sup>, 이후 18주령까지의 750cm<sup>2</sup>에 비해 높은 수준으로, 본 연구에서는 국내의 산란종계 사육농장의 일반적인 사육조건을 고려하여 사육밀도를 결정하였다. 실험사료와 물의 섭취는 자유로 하였으며, 시험기간 초기 6주 동안은 24시간 종일점등으로 하였다. 실험기간 중 백신 프로그램과 모든

**Table 3.** Formula and chemical composition of the experimental diet (Phase II)

Ingredients	Treatments				
	Control	T1	T2	T3	T4
Yellow corn	53.60	53.85	62.85	63.13	72.08
Soybean meal	14.33	17.45	16.36	19.55	23.89
Corn gluten meal	-	-	-	-	0.26
Wheat bran	28.61	25.23	17.23	13.79	-
Rice bran	-	-	-	-	-
DL-Methionine	-	0.03	-	-	0.14
Dicalcium phosphate	1.64	1.70	1.91	1.97	2.27
Limestone	1.34	1.28	1.17	1.10	0.88
Salt	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35
Choline-chloride (25%)	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02
Vitamin E	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mineral mix <sup>1</sup>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Vitamin mix <sup>2</sup>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100	100	100	100	100
Calculated Analysis					
CP, %	15	16	15	16	17
TMEn, kcal/kg	2800	2800	2900	2900	3000
Ca, %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Avail. P, %	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lysine, %	0.56	0.59	0.56	0.59	0.79
Met + Cys, %	0.49	0.52	0.49	0.52	0.70

<sup>1</sup> Mineral mixture provided following nutrients per kg of diet: Fe, 35mg; Zn, 60mg; Mn, 85mg; Cu, 70mg; I, 1.6mg; Se, 0.1mg.

<sup>2</sup> Vitamin mixture provided following nutrients per kg of diet: Vitamin A, 12000IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 2500IU; Vitamin E, 25mg; Vitamin K<sub>3</sub>, 0.7mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 1mg; Vitamin B<sub>2</sub>, 12mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 2mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.03mg; Niacin, 35mg; Pantothenic acid, 10mg; Biotin, 0.05mg; Folic acid, 0.5mg; Ethoxyquin, 1700mg.

사양관리는 일반 종계농장과 동일하게 관행적 방법에 준하여 실시하였다. 실험개시 후 2주에 한 차례씩 오전 11시부터 공시계의 체중과 정강이 길이를 개체별로 조사하였다.

## 5. 조사항목

### 1) 사료섭취량, 증체량 및 정강이 길이

사료섭취량은 2주마다 측정하였으며, 증체량은 실험 종료

시에 개체별로 측정된 체중에서 개시 시의 체중을 제한 값으로 하였다. 실험 2주째부터 매 2주마다 6주까지 닭의 오른쪽다리 정강이 길이를 caliper를 이용하여 개체별로 측정하였으나, 이후 4주 동안은 병아리의 성장에 따른 측정시간의 증가로 인한 스트레스의 부가를 고려하여 실험종료주인 10주째 경골의 길이로 대체하였다.

### 2) 경골의 길이, 중량, 파쇄 강도 및 경골 내 회분 함량

실험종료 시에 반복구별로 체중이 유사한 2수씩을 선발하여 희생시킨 후 오른쪽 경골을 적출하여 경골 길이와 중량을 측정하였으며, 뼈의 손상이 가장 적은 -20℃에서 보관하였다(Seldin, 1965). INSTRON (Model 4465, Instron standard Testing Machine)을 이용하여 경골 중심부분의 파쇄 강도를 측정(Zhang과 Coon, 1997)하였으며, 경골강도는 Newton (N)으로 표시하였다.

경골 강도를 측정된 후 부러진 경골을 잘게 세절하고 회화실에서 600℃로 24시간 회화시킨 후(Chang과 Coon, 1990), 무게를 측정하여 회분함량을 조사하였다.

### 3) 성장 균일도

병아리 체중을 매 2주마다 개체별로 측정하여 평균체중을 구한 다음 평균체중의 ±10% 범위 내에 포함되는 공시 병아리의 수를 %로 환산하여 나타내었다(Hy-Line Variety Brown, 2000).

## 6. 통계분석

모든 얻어진 결과에 대한 통계 분석은 Statistical Analysis System (SAS, 1985)의 General Linear Model (GLM) Program을 이용하여 실시하였다. 분산분석 상에 유의차가 인정된 경우 Duncan의 다중검정에 의해 처리간의 유의성을 검정하였다(Duncan, 1955).

## 결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 정강이 길이에 미치는 영향  
사료 내 에너지와 단백질을 달리하여 급여했을 때 증체량, 사료섭취량 및 정강이 길이에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 4에 나타내었다.

증체량은 Phase I 과 Phase II, 두 기간에서 사료 내 에너지 및 단백질 수준이 증가함에 따라 유의하게 증가하거나

**Table 4.** Effects of dietary energy and protein levels on weight gain, feed intake and shank length of egg breeder pullets<sup>1,2</sup>

Traits	Control	T1	T2	T3	T4
Phase I <sup>1</sup>					
BW gain, g/bird	338± 6.77 <sup>b</sup>	378±7.54 <sup>a</sup>	352±13.49 <sup>b</sup>	381±4.73 <sup>a</sup>	382±1.93 <sup>a</sup>
Feed intake, g/bird	964± 1.19 <sup>ab</sup>	999±0.84 <sup>a</sup>	920± 1.25 <sup>b</sup>	969±1.32 <sup>ab</sup>	937±1.14 <sup>ab</sup>
Shank length, cm	6.54± 0.08 <sup>c</sup>	6.70±0.04 <sup>ab</sup>	6.64± 0.04 <sup>bc</sup>	6.79±0.03 <sup>a</sup>	6.75±0.03 <sup>ab</sup>
Phase II <sup>2</sup>					
BW gain, g/bird	407±10.46 <sup>b</sup>	424±9.71 <sup>a</sup>	408±20.24 <sup>b</sup>	420±7.40 <sup>a</sup>	442±6.34 <sup>a</sup>
Feed intake, g/bird	1467± 0.77	1488±0.54	1421± 1.08	1421±1.46	1388±0.36

<sup>1</sup> T1=19%, 2800kcal/kg; T2=17%, 2950kcal/kg; T3=19%, 2950kcal/kg; T4=20%, 3050kcal/kg

<sup>2</sup> T1=16%, 2800kcal/kg; T2=15%, 2900kcal/kg; T3=16%, 2900kcal/kg; T4=17%, 3000kcal/kg

<sup>a-c</sup> Means±SE within a row with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

(P<0.05) 또는 증가하는 경향이 관찰되었다. 특히 에너지 수준보다는 단백질 수준을 높인 T1, T3 및 T4 처리구에서 대조구에 비해 유의하게 증체량이 높아졌다(P<0.05). 그러나 에너지 수준만을 높인 T2 처리구는 대조구에 비해 증체량이 다소 증가하였지만, 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

사료섭취량은 Phase I에서는 에너지 수준이 상대적으로 낮았던 대조구와 T1 처리구에서 유의하게 증가하였다(P<0.05). Phase II에서는 처리구간에 사료섭취량의 차이는 나타나지 않았으나, 사료 내 에너지 수준의 증가와 함께 섭취량은 다소 감소하는 결과가 관찰되었다.

사료 내 에너지와 단백질 수준이 증가함에 따라 정강이 길이에서도 유의한 차이가 관찰되었다(P<0.05). 에너지와 단백질을 같이 높여 준 T3 및 T4 처리구에서는 대조구에 비해 정강이 길이가 유의하게 증가하였다(P<0.05). 정강이 길이의 경우 사료 내 에너지 수준에 따른 영향보다 단백질 수준의 증감에 따른 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

본 연구에서는 사료 내 에너지 및 단백질 수준이 증가함에 따라 증체량이 유의하게 증가하거나 또는 증가하는 경향을 나타내었다. Leeson 등(1993)은 산란계 초생후 병아리 사료의 에너지와 단백질을 2,500 kcal/kg과 18%에서 3,000 kcal/kg과 21.6%로 높인 처리구에서 40일령의 체중이 유의하게 높아졌다는 결과를 보고하였고, Newcombe와 Summers (1985)는 Leghorn을 공시한 연구에서 에너지 수준을 2,480 kcal/kg에서 3,100 kcal/kg으로 증가시켰을 때 병아리의 성장률이 29% 개선되었다고 하였다. 대조적으로 Berg 등(1963)과 Keshavarz (1998)는 사료 내 에너지의 증가에 대한 증체 반응이 없었다는 연구 결과를 보고하였다. 본 연구에서는 육성기 증체량의 변화에서 에너지 수준에 대한 반응보다는 단백질 수준의 증감에 따른 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

산란계 병아리에서 동일한 사료 내 에너지 수준(2,750 kcal/kg)에서 단백질을 각각 13.5%와 15.5% 수준의 사료를 급여한 연구에서 증체량의 차이는 나타나지 않았다(Lilburn 과 Smith, 1987). 그러나 일반적으로 사료 내 단백질 수준과 성장이 정의 상관관계를 나타낸다는 연구 결과가 다수이다 (Leeson과 Summers, 1982; 1984b). Hussein과 Johnson (1996) 역시 단백질 수준이 높은 사료를 급여할 때 14주령의 체중이 유의하게 더 높았다고 하였는데, 이는 본 연구의 증체 성적과 잘 일치하는 결과이다.

본 연구에서 Phase I 기간 중에는 저 에너지 사료를 급여한 처리구에서 사료섭취량이 유의하게 증가하였고(P<0.05), Phase II에서는 처리구간에 큰 차이가 나타나지 않았다. Fuller와 Chaney (1974), Wolf 등(1969)은 육성 기간 중 에너지 수준이 낮은 사료를 급여했을 때 사료섭취량이 유의하게 증가한다는 결과를 보고하였다. 대조적으로 Berg 등(1963)은 사료 내 에너지 수준이 증체 및 사료섭취량에 크게 영향을 미치지 않았다고 하였다.

Phase I에서는 사료 내 단백질 수준이 증가함에 따라 정강이 길이 역시 유의하게 증가하거나(P<0.05) 증가하는 경향이 관찰되었다. 이것은 Lesson과 Summers (1979; 1984a)가 고 단백질 사료를 급여했을 때 체중이 증가함에 따라 정강이 길이도 증가한다는 보고와 잘 일치하는 결과이다. 본 연구에서 조사한 공시계의 정강이 길이는 공시계의 체중 증가에 상응하는 결과가 시사되었다. 따라서 NRC 사양표준 (1994)에서 Phase I 과 Phase II의 에너지 및 단백질 요구수준인 2,800 kcal/kg, 17%와 2,800 kcal/kg, 15%, 그리고 종계회사 권장수준(Hy-Line Variety Brown, 2000)인 3,050 kcal/kg, 20%와 3000 kcal/kg, 17%를 본 연구의 결과와 비교할 때 Phase I에서는 에너지와 단백질 수준을 NRC (1994)요구량

보다 높고 종계회사 권장치 수준보다 낮은 에너지 2800~2950 kcal/kg, 단백질 19% 정도인 T3구가 육성초기 가장 적합한 영양수준이고, Phase II에서도 T3, 즉 에너지 2800~2950 kcal/kg, 단백질 16% 수준이 가장 육성중기 병아리 발달에 가장 적합한 영양수준인 것으로 시사되었다.

## 2. 경골의 길이, 중량, 파쇄 강도 및 경골 내 회분 함량에 미치는 영향

Table 5에는 사료 내 에너지 및 단백질 수준의 변화가 경골의 길이, 중량, 경골 내 회분 함량 및 경골 파쇄 강도에 미치는 영향에 대한 결과를 명시하였다.

경골의 길이는 대조구에 비해 사료 내 에너지 및 단백질 수준을 증가시킨 모든 처리구에서 유의하게 증가하거나 ( $P<0.05$ ) 증가하는 경향을 나타내었다. 경골 중량에서도 유사한 결과가 관찰되었는데, 사료 내 에너지 수준보다는 단백질 수준의 증가에 따른 영향이 더 명확하게 나타났다. 에너지와 단백질 수준이 가장 높았던 T4 처리구에서는 대조구와 T2 처리구에 비해 경골 중량이 유의하게 증가하였다 ( $P<0.05$ ). 특히 경골 중량은 전 실험기간 동안의 증체 수준과 매우 유사한 경향이 나타났다. 경골 내 회분 함량은 T4 처리구에서 가장 높았으며, T2 및 T3 처리구에서도 대조구에 비해 경골 내 회분 함량이 유의하게 증가하는 ( $P<0.05$ ) 결과가 관찰되었다. 경골 파쇄 강도에서는 T4 처리구가 T2 처리구에 비해 유의하게 ( $P<0.05$ ) 높았으며, 사료 내 단백질 수준이 상대적으로 높았던 T2, T3 및 T4 처리구에서 증가하는 경향을 보여주었다.

뼈의 파쇄 강도(Ruff와 Hughes, 1985)와 회분 함량(Garlich 등, 1982)은 다양한 사료적 처리에 있어서 골격의 상태를 예측하는 지표가 될 수 있다. 본 연구에서도 T2, T3 및 T4 처리구에서는 경골 내 회분 함량과 경골의 파쇄 강도에 상응해

증가하는 결과를 관찰할 수 있었다. 또한 경골의 중량과 경골 내 회분함량이 단백질 수준이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 것은 사료 내 단백질 수준이 높아질수록 골격 크기와 경골 내 회분함량이 증가한다는 Lesson과 Summers (1984a)의 보고와 잘 일치하는 결과였다. 대체적으로 경골에 관한 측정 항목들은 병아리의 성장 성적이 증가함에 따라 경골 측정항목들도 증가하는 경향이 나타났다. 본 실험 결과를 바탕으로 살펴볼 때 사료 내 에너지 및 단백질 수준이 경골에 미치는 영향은 NRC (1994)요구량과 국내 산란종계 육성사료의 평균 수준보다 높은 종계회사수준의 영양수준이 경골의 발달에 적합한 것으로 생각된다. 골격 상태에 영향을 미치는 영양 성분과 경골 발달 및 강도에 미치는 영향에 대해서는 많은 결과보고가 있지만(Ruff와 Hughes, 1985; Watkins와 Southern, 1992), 육성기의 성장 및 경골의 강도와 관계에 대한 연구 결과는 그리 많지 않았다. 그리고 단백질 및 에너지 수준이 육성기 성장에 긍정적인 영향을 미친다고 할 때 경골 발달 및 강도의 상관관계에 대해서도 폭넓은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 3. 성장 균일도에 미치는 영향

사료 내 에너지와 단백질을 달리하여 급여했을 때 주별 성장 균일도에 미치는 영향에 대한 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

사료 내 에너지 및 단백질 수준의 증가에 따라 성장 균일도가 Phase I 기간 중에는 대조구와 T1 처리구가 성장 균일도가 다소 높았지만, Phase II기간인 실험 마지막 10주째 사료 내 에너지 및 단백질 수준이 가장 높았던 T4 처리구가 다른 처리구에 비해 성장 균일도가 비교적 높은 것으로 나타났다. 하지만, 처리구간 유의한 큰 차이는 인정되지 않았다. 이 결과는 육용종계에서 사료 내 단백질 수준을 증가시킬 때

**Table 5.** Effect of dietary energy and protein levels on tibia length, weight, ash content, and bone strength of tibia of egg breeder pullets<sup>1,2</sup>

Traits	Control	T1	T2	T3	T4
Tibia length, cm	9.14±0.09 <sup>d</sup>	9.48±0.09 <sup>ab</sup>	9.21±0.07 <sup>cd</sup>	9.41±0.10 <sup>bc</sup>	9.74±0.09 <sup>a</sup>
Tibia weight, g	5.32±0.07 <sup>c</sup>	6.01±0.18 <sup>ab</sup>	5.59±0.12 <sup>bc</sup>	5.96±0.19 <sup>ab</sup>	6.35±0.17 <sup>a</sup>
Tibia ash content, g	4.01±0.03 <sup>c</sup>	4.25±0.22 <sup>bc</sup>	4.68±0.12 <sup>ab</sup>	4.78±0.17 <sup>a</sup>	5.01±0.17 <sup>a</sup>
Bone strength, N	106.3 ±4.19 <sup>ab</sup>	101.2 ±1.07 <sup>b</sup>	112.0 ±5.64 <sup>ab</sup>	115.6 ±2.46 <sup>ab</sup>	118.3 ±8.38 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> T1=19%, 2800kcal/kg; T2=17%, 2950kcal/kg; T3=19%, 2950kcal/kg; T4=20%, 3050kcal/kg.

<sup>2</sup> T1=16%, 2800kcal/kg; T2=15%, 2900kcal/kg; T3=16%, 2900kcal/kg; T4=17%, 3000kcal/kg.

<sup>a-d</sup> Means±SE within a row with no common superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

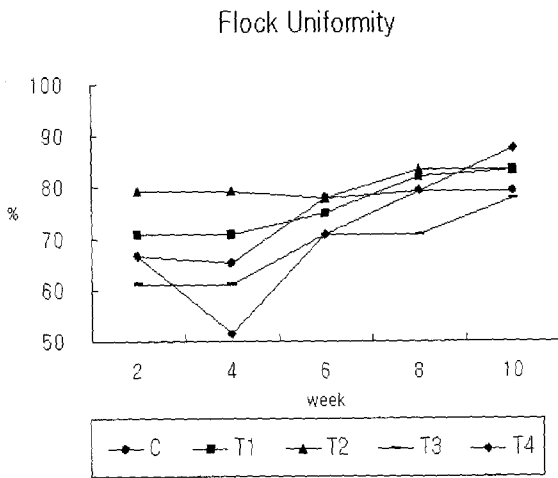


Fig. 1. Effect of dietary energy and protein levels on the flock uniformity of egg breeder pullets.

계군의 균일도가 개선된다고 한 내용(Cobb 500 Breeder, 1998)과 Petite 등(1981)이 보고한 결과와는 차이가 있지만, Keshavarz (1998)의 난용종 실용계 병아리에서 육성기 사료 내 에너지 및 단백질 수준이 계군의 성장 균일도에 영향을 주지 않는다고 보고한 결과와 유사하였다. 즉 본 연구에서는 사료 내 에너지 및 단백질 수준의 증가가 성장 균일도에는 큰 영향을 미치지 않았는데, 사료 내 에너지 및 단백질에 대한 반응의 차이가 육용종계와 산란종계의 유전적인 차이에서 기인하는지는 분명하지 않다.

일반적으로 성장 균일도는 계군의 평균체중 범위에서  $\pm 10\%$  내에 포함되는 개체의 비율로서 나타내는데, 적어도 80% 이상일 때 균일 성장이 이루어진 것으로 판단한다 (Hy-Line Variety Brown, 2000). 육성기간 중 계군의 균일도는 이후의 산란 기간의 난 생산성적에 영향을 미치기 때문에 (Keshavarz, 1998), 육성기간 중의 균일도를 높게 유지하는 것이 중요하다. 그러나 육성기간 중의 성장이 매우 빠르다는 면에서 균일도를 유지하기가 어려우며, 현재까지는 사료 내 영양 수준과의 관계도 분명히 밝혀져 있지 않다. 따라서 육성기간 중의 성장 균일도를 높이기 위해서는 영양적인 연구, 특히 사료 내 에너지 및 단백질 수준에 대한 반응 등을 앞으로도 더 많은 수의 공시계를 이용한 장기적인 사양실험을 통해 규명할 필요가 있을 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 산란종계 육성 사료 내의 에너지 및 단백질 수

준이 육성기 성장에 미치는 영향을 규명하고자 실시하였다. 8일령의 Hy-Line Variety Brown 갈색 산란종계 암평아리 360수를 5개 처리에 처리당 4반복, 반복당 18수씩 완전 임의 배치하여 에너지와 단백질 수준이 다른 실험 사료를 9주간 급여하였다.

실험 기간 중 2주 간격으로 사료섭취량과 공시계의 생체중, 정강이 길이를 개체별로 측정하였고, 성장 균일도를 조사하였다. 실험 종료 시에 반복별로 평균체중에 해당하는 개체를 2수씩 희생시킨 후 우측 경골을 적출하여 경골 중량, 길이, 파쇄 강도 및 경골 내 회분 함량 등을 조사하였다.

실험종료 시, 증체량과 정강이 길이에서는 대조구에 비해 단백질 함량을 증가시킨 처리구에서 유의하게 증가하는 ( $P < 0.05$ ) 결과가 관찰되었다. 사료섭취량에서는 처리간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

경골 길이 및 중량은 성장 성적의 증가와 상응해 증가하는 결과가 관찰되었고, 경골 강도 및 경골 내 회분 함량 역시 에너지 및 단백질 수준의 증가에 따라 증가하는 결과 ( $P < 0.05$ )가 나타났다.

성장 균일도는 에너지 및 단백질 수준이 높은 처리구에서 실험 종료시인 10주째 증가하는 경향이 관찰되었으나, 처리간에 통계적 유의성 있는 차이는 인정되지 않았다.

본 연구에서 국내의 산란종계 병아리의 육성에서 NRC (1994) 사양표준의 권장 수준보다 대사에너지와 단백질 수준을 높인 육성 사료 또는 중계회사의 권장 수준에 가까운 에너지 및 단백질 수준의 육성 사료가 산란종계 병아리의 성장에 가장 적합한 영양 수준인 것으로 나타났다. 즉 Phase I 은 에너지 2800~2950 kcal/kg, 단백질 19%정도인 T3구가 육성초기 가장 적합한 영양수준이고, Phase II에서도 T3, 즉 에너지 2800~2950 kcal/kg, 단백질 16% 수준이 가장 육성중기 병아리 발달에 가장 적합한 영양수준인 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발 사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

인용문헌

Berg LR, Hansen RS, Berse GE 1963 Effect of photoperiod on the response of developing pullets to different nutritional treatments. Poultry Sci 42:1346-1355.

- Chang TK, Coon CN 1990 Sensitivity of various bone parameters of laying hens to different daily calcium intake. *Poultry Sci* 69:2209-2213.
- Christmas RB, Harms RH 1982 The effect of low protein pullet growing diets on performance of laying hens housed in the fall. *Poultry Sci* 61:2103-2106.
- Cobb 500 Breeder Management Guide 1998 Cobb-Vantress Inc, Siloam Springs, AR.
- Duncun DB 1955 Multiple range and multiple F test. *Biomet* 11:1-42.
- Fuller HL, Chaney LW 1974 Effect of delayed maturity of White Leghorn chickens and subsequent productivity. *Poultry Sci* 53:1348-1355.
- Garlich J, Morris C, Brake J 1982 External bone volume, ash-free dry weight and femur of laying hens fed diets deficient or adequate in phosphorus. *Poultry Sci* 61:1003-1006.
- Harms RH, Wright CF, Damron BL 1967 Low protein diets for replacement pullets. *Feedstuffs* 39:29-30.
- Hochereich HJ, Douglas CR, Kidd IH, Harms RH 1978 The effect of dietary protein and energy levels upon production of Single Comb White Leghorn hens. *Poultry Sci* 57:949-953.
- Hussein AS, Johnson TJ 1996 Effect of dietary protein and energy levels on pullet development. *Poultry Sci* 75:973-978.
- Hy-Line VARIETY BROWN 2000 Parent Stock Management Guide.
- Keshavarz K 1984 The effect of different dietary protein levels in the rearing and laying periods on performance of White Leghorn chickens. *Poultry Sci* 63:2229-2240.
- Keshavarz K 1998 The effect of light regimen, floor space, and energy and protein levels during the growing period on body weight and early egg size. *Poultry Sci* 77:1266-1279.
- Leeson S, Caston LJ 1991 Growth and development of Leghorn pullets subjected to abrupt changes in environmental temperature and dietary energy level. *Poultry Sci* 70:1732-1738.
- Leeson S, Summers JD 1979 Step-up protein diets for growing pullets. *Poultry Sci* 58:681-686.
- Leeson S, Summers JD 1982 Use of single-stage low protein diets for growing Leghorn pullets. *Poultry Sci* 61:1684-1691.
- Leeson S, Summers JD 1984a Influence of nutritional modification on skeletal size of Leghorn and broiler breeder pullets. *Poultry Sci* 63:1222-1228.
- Leeson S, Summers JD 1984b Influence of nutrient density on growth and carcass composition of weight-segregated Leghorn pullets. *Poultry Sci* 63:1764-1772.
- Leeson S, Summers JD, 1989 Response of Leghorn pullets to protein and energy in the diet when reared in regular or hot-cyclic environments. *Poultry Sci* 68:546-557.
- Leeson S, Summers JD, Caston LJ 1993 Growth response of immature brown-egg strain pullets to varying nutrient density and lysine. *Poultry Sci* 72:1349-1358.
- Lilburn MS, Smith JH, 1987 Relationships between dietary protein, dietary energy, rearing environment, and nutrient utilization by broiler breeder pullets. *Poultry Sci* 66:1111-1118.
- National Research Council 1994 Nutrient requirements of poultry. National Academy Press, Washington, D.C.
- Newcombe M, Summers JD 1985 Effect of increasing cellulose in diets fed as crumbles or mash on the food intake and weight gains of broiler and Leghorn chicks. *Br Poultry Sci* 26:35-42.
- Petite JN, Hawes RD, Gerry RW 1981 Control of flock uniformity of broiler breeder pullets through segregation according to body weight. *Poultry Sci* 60:2395-2400.
- Ruff CR, Hughes B 1985 Bone strength of height restricted broilers as affected by levels of calcium, phosphorus and manganese. *Poultry Sci* 64:1682-1636.
- SAS 1985. SAS user's guide. Statistical Analysis System Inst. Inc. Cary NC.
- Seldin ED 1965 Arheologic model for cortical bone. *Acta Orthop Scand* 36(Suppi. 83):1-77.
- Summers JD, Leeson S 1983 Factors influencing early egg size. *Poultry Sci* 72:1705-1713.
- Waldroup PW, Damron BL, Harms RH 1966 The effect of low protein and high fiber grower diets on the performance of broiler pullets. *Poultry Sci* 45:393-402.
- Watkins KL, Southern LL 1992 Effect of dietary sodium zeolite A and graded levels of calcium and phosphorus on growth, plasma, and tibia characteristics of chicks. *Poultry Sci* 71:1048-1058.



Walsh TJ, Brake J 1997 The effect of nutrient intake during rearing of broiler breeder females on subsequent fertility. Poultry Sci 76:297-305.

Wilson HR, Rowland LO, Harms RH 1971 Use of low protein growing diets to delay sexual maturity of broiler breeding males. Br Poultry Sci 12:157-163.

Wolf JD, Gleaves EW, Morrison RD 1969 Dietary protein,

energy and volume in pullet grower diets as related to growing and laying performance. Poultry Sci 48: 559-574.

Zhang B, Coon CN 1997 The relationship of various tibia bone measurements in hens. Poultry Sci 76:1698-1701.

이규호 정연중 1994 산란계 육성기 사료의 에너지 수준이 육성기의 성장 및 영양소 섭취량과 산란능력에 미치는 영향. 강원대학교.