한국가금학회지 제 35권 제 4호, 367~373 (2008)
Korean J. Poult. Sci. Vol. 35, No.4, 367~373 (2008)

유기 산란계 에너지·단백질 수준이 산란 생산성 및 계란 품질에 미치는 영향

유동조† · 나재천 · 최희철 · 방한태 · 김상호 · 강근호 · 강환구 · 서옥석
축산과학원 축산자원개발부 가금과

Effects of Varying Levels of Dietary Metabolizable Energy and Crude Protein on Performance and Egg Quality of Organic Laying Hens

Dong Jo Yu†, Jae Cheon Na, Hee Chul Choi, Han Tae Bang, Sang Ho Kim,
Geun Ho Kang, Hwan Ku Kang and Ok Suk Suh
National Institute of Animal Science, R.D.A

ABSTRACT This experiment was conducted to determine optimum dietary levels of dietary energy and protein for laying performance and egg quality in organic laying hens. In a 2 × 3 factorial arrangement, 360 Hy-Line pullets (21 wk of age) were randomly assigned to experimental diets with 2,800, 3,080, and 3,360 kcal of ME/kg of diet, each containing 16 and 18% CP, respectively. Each dietary treatment was replicated 4 times, and feed and water were provided *ad libitum*. Experimental birds were raised in floor and received 14h of light throughout 52 weeks of experimental period. The birds were observed for feed consumption, egg production, egg weight, egg mass, feed conversion ratio, Haugh unit, shell thickness, and shell color at 30, 50, and 70 wk of age. Egg production, egg weight, and egg mass were higher (P<0.05) in hens receiving diets with 2,800 kcal/kg of ME/kg of feed than those fed diets containing 3,080 and 3,360 kcal of ME/kg of diets. Eggshell breaking strengths were not significantly different among the dietary ME and CP concentrations. Eggshell thickness was higher (P<0.05) in hens receiving diets with 3,360 kcal of ME/kg of feed than those fed diets containing 2,800 and 3,080 kcal of ME/kg of diets at 50 and 70 week. With increasing in dietary energy levels, the concentrations of blood total cholesterol were also significantly increased. Overall, the laying hens fed organic diet of 2,800 kcal ME/kg and 16% CP showed superior egg production than those of other dietary regimens.

(Key words : organic hens, egg production, dietary energy and protein, egg quality)

서 론

국민 소득의 증가와 안전한 축산물에 대한 관심이 높아지면서 유기 축산물의 수요가 점차로 늘어가고 있고, 최근 백화점 식품 코너에는 유기 축산물 판매 코너가 따로 마련되고 있는 실정이다. 이러한 시대적 변화에 발 맞춰 몇 년 전부터 국내에 유기 양계를 하고자 하는 농가와 관련 단체들이 점차 늘어나고 있고, 유기 인증을 받아 유기 계란과 닭고기를 생산하고 있다. 우리보다 일찍 시작된 유럽의 경우 독일과 덴마크에서는 유기 계란 소비량이 계속해서 증가하고 있는데, 최근에는 전체 계란 소비량의 약 16% 정도를 차지하고 있다(Hammershøj and Steenfeldt, 2005).

EU는 1991년 유기 농산물의 생산과 표시에 관한 규정을 채택하여 유기 축산물 생산과 유통에 대한 철저한 관리 감독이 이루어지고 있다. 또한, 2005년부터는 유기 계란에 생산되는 사료는 100% 유기 사료를 사용하여야 하며 합성아미노산 제제는 더 이상 허용되지 않고 있다(Commission Regulation (EC) 2277, 2003). 이런 EU 회원국간의 자체 규정을 통해 유기 농축 산업이 급성장 추세를 보이고 있으며, 유기 축산물의 높은 생산성과 좋은 품질의 생산물을 생산하기 위해서는 유기 원료 사료의 선택과 배합에 세심한 주의가 필요해졌다. 한편, 중국과 러시아 등의 아직 화학 비료 사용이 덜한 지역에서는 전략적으로 유기 농산물을 생산하여 수출하고 있으며, 유기 식품의 수출이 확대될 가능성이 더욱 높아지고 있다.

유기 축산에 대한 국제 규격은 CODEX에서 규정하고 있으며, 국내에서는 우리 실정에 맞게 한국형 유기 축산 규정을

† To whom correspondence should be addressed : djyu@rda.go.kr

2001년 친환경농업육성법의 시행 규칙으로 제정하였다. 또한, 현재 한국 실정에 적합한 유기 축산의 사양 체계를 개발하여 이를 적극적으로 추진하고 있으며 일부, 농장에서 닭고기, 계란, 돼지고기, 우유가 유기 축산물로 인증 받아 유통, 판매되고 있고 가격은 일반 축산물의 2~3배의 수준에서 판매되고 있으나 판매량은 극히 제한적이다. 유기 양계의 빠른 정착을 위해서는 가축에게 양질의 유기 사료를 제공하는 것 이외에도 적정 사육 밀도, 동물복지, 친환경농업육성법에 맞는 사양 시설 및 방역위생이 필요하겠고, 항생제 및 성장 촉진제의 사용 금지에 따른 생산성 저하 및 질병 예방을 위해 적절한 항생제 대체제의 사용이 필요한 시점이다. 그동안 산란계 생산성에 대한 사료의 영양소 요구량에 대해서는 많은 연구가 수행되었다(Hughes, 1983, Peguri and Coon, 1988, Keshavarz and Nakajima, 1995). 그러나 유기 산란계의 영양소 요구량에 대한 연구는 아직 제한적이다.

따라서 본 연구는 최근 새로이 정착 단계에 있는 유기 양계 관련 기술을 확립하고 국내 생산 기반을 조성하기 위하여 유기 산란계의 산란 생산성과 계란 품질에 미치는 최적의 사료 에너지 및 단백질 수준을 구명하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시계 및 시험 기간

본 시험의 공시계는 산란계(Hy-Line) 360수이었으며, 시험 전기간 평사에서 사육하였다. 시험 기간은 2006년 10월 13일부터 2007년 10월 5일(21~72주)까지 사양 시험을 실시하였다.

2. 시험 설계 및 시험 사료

본 시험의 시험구 배치는 Table 1에서 보는 바와 같이 에너지 수준 3수준(2,800, 3,080, 3,360kcal/kg), 단백질 수준 2수준(16, 18%)인 6처리 4반복, 반복 당 15수씩 공시하였다. 시험 사료는 중국에서 유기적으로 재배하여 농산물품질관리원에서 유기 인증을 받은 옥수수, 대두박, 대두유 및 글루텐 밀 등을 수입하여 유기 원료 단미사료가 유기 배합 사료의 조건인 80% 이상이 되도록 배합하였다. 사료 배합은 유지사료 산패를 고려하여 7일 간격으로 배합하였으며, 수직형 배합기를 이용하여 4분씩 배합하였다. 본 연구에 이용된 시험 사료의 성분 함량 및 화학적 조성은 Table 2에 나타낸 바와 같다.

3. 사양 관리

본 시험의 계사는 개방계사인 평사에서 사육하였으며, 각 pen의 크기는 210 × 164 cm(3.44 m^2)였다. 시험 사료는 입추 이후 시험이 끝날 때까지 자유채식시켰고 물은 자유로이 마시도록 하였다. 본 시험에 공시된 산란계는 입추시부터 유기 사료를 공급하여 산란기에 시험에 착수하였다. 산란기는 횃대와 산란 상자를 설치해 주었다. 사육 면적은 유기 사양 규정에 맞는 0.22 m^2/수 이상으로 하였고, 자연 일조 및 점등을 14시간 이하로 하였으며, 바닥은 흙바닥으로 하여 10 cm 이상의 왕겨를 깔아주었다. 백신은 산란계 백신 프로그램에 맞추어 백신(ND, IB, IBD, ILT, FP 및 가금티프스 백신)을 하였고 부리자르기, 익대 및 항생제 사용을 전면 금지하였다.

4. 주요 조사 항목 및 조사 방법

1) 난중 및 사료 섭취량

계란은 매일 오후 3시에 채란하여 난중 및 산란율을 조사하였고, 사료 섭취량은 매 2주마다 조사하여 사료 요구율을 계산하였다.

2) 계란의 품질

난각 및 난질 분석은 30, 50, 70주령에 각 반복별로 난중이 비슷한 5개씩의 계란을 선발하여 조사하였다. 난각 파열강도 및 난각 두께는 FHK(Fujihara Co. LTD, Saitama, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 계란 내부 품질인 호우유니트는 QCM+(Technical Services and Supplies, York, England)를 이용하여 측정하였다.

3) 혈액생화학 분석

혈액생화학 성분 분석은 사양 시험이 종료되는 시점에 반복별로 체중이 비슷한 개체 5수를 선발하여 익정맥에서 혈

Table 1. Experimental design

Treatments		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Layer (21~70 weeks)	ME (kcal/kg)	2,800	2,800	3,080	3,080	3,360	3,360
	CP (%)	16	18	16	18	16	18

Table 2. Experimental diets and their chemical composition

Ingredients	T1	T2	T3	T4	T5	T6
			---------- (%) ----------			
Yellow corn	60.30	56.06	64.69	61.09	67.16	63.73
Soybean meal (CP 44%)	9.00	9.00	13.00	13.00	–	–
Corn gluten meal (CP 60%)	9.74	13.44	9.08	12.83	17.20	20.96
Soybean oil	0.50	0.50	2.80	2.60	4.79	4.54
Wheat bran	10.04	10.66	0.09	0.22	–	–
DL-Methionine (50%)	0.10	0.08	0.09	0.07	0.16	0.14
L-Lysine (80%)	0.26	0.24	0.20	0.17	0.54	0.52
Tricalciumphosphate	0.81	0.74	0.84	0.77	0.84	0.77
Limestone	8.49	8.53	8.47	8.51	8.56	8.60
Salts	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Vit.-min. premix*	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
SUM	100	100	100	100	100	100
Chemical composition**						
ME (kal/kg)	2,800	2,800	3,080	3,080	3,360	3,360
CP (%)	16	18	16	18	16	18
Lysine (%)	0.83	0.97	0.83	0.97	0.83	0.97
Methionine (%)	0.35	0.39	0.35	0.39	0.35	0.39
Ca (%)	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Available P (%)	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53

*Supplied followings per kg of diet: vit. A, 1,600,000 IU; vit. D_3, 300,000 IU; vit. E, 800 IU; vit. K_3, 132 mg; vit. B_2, 1,000 mg; Vit. B_{12}, 1,200 mg; niacin, 2,000 mg; pantothenate calcium, 800 mg; folic acid, 60 mg; choline chloride, 35,000 mg; dl-methionine, 6,000 mg; iron, 4,000 mg; copper, 500 mg; manganese, 12,000 mg; zinc, 9,000 mg; cobalt, 100 mg; BHT, 6,000 mg; iodine, 250 mg.
**Calculated values.

액을 채취하였다. 채취된 혈액을 37℃에서 12시간 정도 보관 후 2,500 rpm으로 원심분리하여 혈청을 분리하였으며, 분석 전까지 −70℃에서 보관하였다. 혈청은 자동생화학분석기(Cibacoring, USA)를 이용하여 total protein, albumin, total cholesterol, triglyceride, glucose, blood urea nitrogen, calcium, inorganic phosphorus를 분석하였다.

5. 통계 분석

본 시험에서 수집된 자료의 분석은 GLM(SAS Institute, 1996)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리별 유의성 분석은 Duncan's new multiple range test를 이용하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

유기 산란계의 에너지와 단백질 함량을 달리 했을 때 산란성적은 Table 3에 나타내었다. 산란계의 산란 기간 동안 높은 산란 성적을 얻기 위해서는 육성 기간 중에 높은 균일도를 유지하여야 하고 사료 내 적정 에너지·단백질 함량이 중요하다. 따라서 본 시험에 이용된 산란계는 입추시부터 유기적으로 육성한 닭으로 비슷한 균일도의 성계를 공시하여 산란 전 기간에 걸쳐 시험을 하였다. 본 시험 결과, 에너지 수준을 달리 했을 때 산란율은 NRC 수준과 비슷한 2,800 kcal/kg 수준이 3,080 및 3,360 kcal/kg 수준에 비해 시험 전 기간에 걸쳐 높은 산란율을 보였다(P<0.05). 일반 케이지에

Table 3. Effects of dietary energy and protein levels on production of laying hens

Item	Egg production (%)	Egg weight (g)	Egg mass (g/bird)	Feed intake (g/day/bird)	Feed conversion
ME, kcal/kg of diet					
2,800	83.8[a]	63.9[a]	53.4[a]	128.3	2.44[b]
3,080	80.2[b]	62.9[a]	50.7[b]	128.2	2.56[b]
3,360	77.0[b]	61.9[b]	47.6[c]	126.0	2.72[a]
SEM	1.064	0.313	0.843	0.701	0.047
CP (%)					
16	82.1	62.8	51.5	128.4	2.52
18	78.8	63.0	49.6	126.6	2.62
SEM	0.868	0.107	0.546	0.820	0.032
	P-value				
ME	0.05	0.01	0.01	NS	0.01
CP	NS	NS	NS	NS	NS
ME×CP	NS	NS	NS	NS	NS

[a~c]Means with different superscripts within columns differ significantly ($P<0.05$).

서 사육할 때보다 활동량이 많아 에너지 단백질 요구량이 많을 것으로 예상하였으나, 본 시험에서는 NRC 수준과 비슷한 2,800 kcal/ kg 수준에서 더 높은 산란율을 보였다. 단백질 수준은 산란율에서 16%에서 82.1%, 18%에서 78.8%로 단백질 수준이 낮은 16%에서 높은 산란율을 보였으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. 난중과 산란량에서는 단백질 수준의 증가에 통계적으로 유의적인 영향을 받지 않았지만 에너지 수준의 증가에 따라 유의적인 차이를 보였다. Nahashon et al.(2007)은 에너지 수준을 2,800 kcal/kg과 2,900 kcal/kg으로 두 수준의 사료를 급여했을 때 에너지 수준의 증가와 함께 산란율은 7%, 난중은 5%, 산란량은 12% 각각 증가하였다고 보고 하였다. 그러나 Austic et al.(1975)은 에너지 수준이 낮아지면 체중과 성성숙이 지연되지만 산란율이 좋아졌다고 보고한 바 있고, 안 등(1980)은 NRC 수준보다 낮은 에너지 사료를 급여했을 때 산란율에 큰 차이가 없었다고 보고하였다. 신 등(1989)은 대사 에너지를 3수준(2,900, 2,700, 2,500 kcal/kg), 단백질 수준을 3수준(13, 15, 17%)으로 급여했을 때 산란율, 난중, 사료 섭취량 및 사료 요구율에 있어서 단백질 수준과 대사 에너지 수준을 달리해도 처리간의 통계적 유의차가 없었다고 보고하였다. Rosenboim et al.(1999)은 과도하게 에너지를 섭취하게 되면 닭은 과체중에 이르게 되어 산란율을 감소시킨다고 하였는데, 본 시험에서도 이와 비슷한 결과를 보였다. 사료 요구율에서는 산란율이 높았던 NRC 수준과 비슷한 에너지 2,800 kcal/kg, 단백질 16%의 처리구가 가장 좋은 사료 요구율을 보였다. Grobas et al.(1999)은 사료 내 대사 에너지 함량을 2,680 kcal/kg에서 2,810 kcal/kg으로 증가시키면 4%의 사료 섭취량을 감소시켜 사료 요구율을 개선시켰다고 보고하였고, 에너지 수준의 차이가 적을 경우 산란 생산성에는 큰 차이를 보이지 않지만 에너지 수준이 너무 차이가 나면 산란 생산성이 떨어질 수 있다고 하였으며, Harms et al.(2000)도 이와 비슷한 결과를 보고하였다. 한편, 육계의 경우 Sterling et al.(2002)은 단백질 함량이 증가할수록 증체량이 증가한다고 보고하였으며, Nahashon et al.(2005)도 사료내 에너지 함량이 증가할수록 증체량이 증가한다고 보고하였다. Leeson et al.(1993)의 연구 결과에서 사료 섭취량은 CP 14%에서 보다 18%의 처리구에서 3% 많아 단백질 수준에 따라 차이가 있다고 하였으며, 단백질 이용율은 계란 생산에 필수적이기 때문에 산란율에 영향을 미친다고 하였다. Novak et al. (2008)은 단백질 수준이 감소하게 되면 증체량, 난중, 산란량이 감소하게 되고 사료 요구율이 나빠진다고 하여 단백질 수준이 산란계 생산성에 영향을 미친다는 결론을 내렸다.

유기 산란계의 에너지와 단백질 수준을 달리 했을 때 계란 품질에 대한 결과는 Table 4와 5에 나타내었다. 계란 품질 조사는 30, 50, 70주령으로 나누어 조사를 하였다. 난각 강도는 산란 전기보다는 산란 후기로 가면서 에너지 수준의 증가에 따라 영향을 받았으나 통계적인 유의차는 없었다. 단백질 수준간에도 유의적인 차이가 없었다. 난각 두께는 단백질 수준간에 통계적인 차이가 없었으나 에너지 수준간에는 유의적인 차이를 보였는데, 산란 후기인 50, 70주령에 에너지 수준이 높은 3,360 kcal/kg에서 유의적으로 두꺼웠다($P<0.05$). 호우유니트에서는 에너지 수준간 단백질 수준간 차이가 없었다. Nahashon et al.(2007)은 에너지 수준을 2,800 kcal/kg과 2,900 kcal/kg으로 급여했을 때 계란 내부 품질인 호우유니트에서 에너지 수준에 따라 통계적인 유의차는 없었으나, 계란 외부 품질인 난각 두께(Shell thickness)에서는 산란 전기에 유의적인 차이가 있었고 산란 후기에는 유의적인 차이가 없었다고 하였다. 신 등(1989)은 에너지와 단백질 수준을 달리 했을 때 난각중의 비율, 난각 두께 모두 통계적인 유의차는 없었으나, 난각 강도의 경우 에너지 수준간을 비교했을 때

Table 4. Effects of dietary energy and protein levels on external egg quality of laying hens

Item	Eggshell breaking strength (kg/cm^2)			Eggshell thickness (μm)		
	30 week	50 week	70 week	30 week	50 week	70 week
ME, kcal/kg of diet						
2,800	3.9	3.7	3.2^{b}	368.1^{ab}	373.0^{b}	379.8^{b}
3,080	4.2	3.9	3.4^{ab}	371.6^{a}	372.3^{b}	377.1^{b}
3,360	3.9	4.0	3.7^{a}	360.7^{b}	391.3^{a}	394.3^{a}
SEM	0.065	0.055	0.100	2.163	2.628	2.833
CP (%)						
16	4.0	3.9	3.6	367.5	377.1	387.9
18	4.0	3.8	3.2	366.1	380.7	379.5
SEM	0.071	0.046	0.099	2.171	1.728	2.335
	P-value					
ME	NS	NS	NS	NS	0.01	0.02
CP	NS	NS	NS	NS	NS	NS
ME × CP	NS	NS	NS	NS	NS	NS

[a,b]Means with different superscripts within columns differ significantly (P<0.05).

Table 5. Effects of dietary energy and protein levels on Haugh unit and eggshell color of laying hens

Item	Haugh unit			Eggshell color		
	30 week	50 week	70 week	30 week	50 week	70week
ME, kcal/kg of diet						
2,800	96.7	94.4	82.0	23.8	24.3	24.9^{b}
3,080	95.9	93.6	83.2	22.0	24.2	27.3^{a}
3,360	98.3	93.8	84.3	23.3	25.6	24.5^{b}
SEM	0.482	0.488	1.346	0.394	0.351	0.484
CP (%)						
16	96.4	93.2	82.3	23.7	25.5^{a}	26.2
18	97.6	94.7	84.0	22.4	23.9^{b}	24.9
SEM	0.591	0.554	1.249	0.376	0.496	0.321
	P-value					
ME	NS	NS	NS	NS	NS	0.03
CP	NS	NS	NS	NS	0.02	NS
ME × CP	NS	NS	NS	NS	NS	NS

[a,b]Means with different superscripts within columns differ significantly (P<0.05).

에너지 함량이 낮을수록 높아지는 경향을 나타내었다고 하여 본 연구와는 다른 결과를 보고하였다. Wu et al.(2005)은 난중의 증가는 주로 난황의 무게가 증가하면 난중이 증가한다고 하였으며, 에너지가 증가함에 따라 호우유니트는 직선적으로 감소한다고 하였고 이는 난중이 증가하기 때문이라고 하였다.

소비자들의 유기 산란계 구입 시 상품적 가치의 판단 기준 중 하나인 난각색은 에너지와 단백질 수준을 달리했을 때 본 시험에서는 단백질 수준이 증가함에 따라 결과 값이 더 낮아지는 것으로 보아 색이 더 진해지는 경향을 보였다. Novak et al.(2008)은 단백질 수준이 낮아질수록 계란 내 난백 함량이 감소하고 난황 함량과 난황색이 증가한다고 하였다. 난황색 및 난각색은 사료 내 xanthophyll의 함량에 영향을 받는데 옥수수에는 대체로 20~25 mg의 xanthophyll을 함유하고 있다(Sikder et al., 1998). 유기 사료 배합 시 옥수수뿐만 아니라 유기곡물 중 xanthophyll이 다량 함유되어 있는 곡물을 사용하는 것도 경제성을 높이는 방법일 것으로 사료된다.

Table 6에는 유기 산란계의 산란기 에너지와 단백질 수준을 달리 한 시험에서 시험 종료인 72주령에 채혈한 각 처리구의 혈액을 분석한 결과이다. 본 시험의 자료를 토대로 분석하였을 때, 혈청 성분의 분석 결과에서 total cholesterol의 수치가 에너지 수준의 증가와 함께 유의적으로 높아졌다(P<0.05). 유기 양계와 동물복지에 대한 관심이 고조됨에 따라 유기 양계에 꼭 필요한 사육 밀도와 스트레스 반응뿐만 아니라 사육 밀도와 골밀도간의 여러 연구들이 선행되었는데, 장 등(2005)은 저밀도 사육한 유기 산란계의 경우 내부 장기인 간, 비장 및 회장의 크기가 유의적으로(P<0.05) 증가하였다고 하였으며, 대퇴골 골밀도가 증가하였다고 보고한 바 있다. 에너지 수준의 증가와 함께 체중이 증가(Nahashon et al., 2005, Rosenboim et al., 1999)하게 되는데, 과도하게 에너지를 섭취하게 되면 닭은 과체중과 함께 콜레스테롤 수치가 증가하게 된다. 사육 밀도와 스트레스 반응에서도 스트레스 호르몬인 corticosteroid에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 스트레스의 또 다른 지표로 F낭의 무게를 이용(Heckert et al., 2002)

Table 6. Effects of dietary energy and protein levels on blood characteristic of laying hens

Item	Albumin (g/dL)	AST (IU/L)	ALT (IU/L)	Total cholesterol (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)
ME, kcal/kg of diet					
2,800	1.17	186.9	1.79	70.9[b]	84.2
3,080	1.11	182.8	1.45	77.9[a]	75.5
3,360	1.11	180.4	1.14	81.0[a]	77.2
SEM	0.019	2.676	0.134	1.948	3.199
CP (%)					
16	1.10	188.7	1.49	78.9	81.3
18	1.14	185.3	1.30	75.5	76.6
SEM	0.016	1.756	0.113	1.247	2.346
			P-value		
ME	NS	NS	NS	0.01	NS
CP	NS	NS	NS	NS	NS
ME × CP	NS	NS	NS	NS	NS

[a,b]Means with different superscripts within columns differ significantly ($P<0.05$).

할 수 있는데, 유기 양계와 관련하여 생산성뿐만 아니라 내분비 변화에도 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 유기 산란계의 산란기 영양적 특성을 구명하고 산란기 성장기별 에너지와 단백질의 적정 수준을 설정하기 위해 실시하였다. 시험에 사용된 공시축은 산란계(Hy-Line) 360수이었으며, 시험 전 기간 평사에서 사육하였다. 시험 사료는 옥수수와 대두박 위주의 유기 사료를 이용하였다. 시험구 배치는 에너지 수준 3수준(2,800, 3,080, 3,360 kcal/kg), 단백질 수준 2수준(16, 18%)인 6처리 4반복 반복당 15수씩 총 360수를 공시하였다. 시험 사료는 산란 기간 동안 자유 채식시켰고 물은 자유로이 마시도록 하였으며, 점등은 자연 일조를 포함하여 14시간을 넘지 않도록 하였으며, 횃대와 산란상자를 만들어 주었다. 그 외의 사양 관리는 유기 양계 규정에 맞도록 준수하였다. 산란기 생산성은 에너지 수준을 달리했을 때 산란율, 난중 및 산란량에서 NRC 에너지 수순과 비슷한 2,800 kcal/kg 수준이 3,080 및 3,360 kcal/kg 수준에 비해 시험 전 기간에 걸쳐 유의적으로 높은 생산성을 보였다 ($P< 0.05$). 계란의 난각 강도는 에너지와 단백질 수준간 통계적인 유의차는 없었으나, 난각 두께는 50, 70주령에 에너지 수준이 높은 3,360 kcal/kg에서 유의적으로 두꺼웠다. 혈액생화학은 Total Cholesterol의 수치가 에너지 수준의 증가와 함께 유의적으로 높아졌다($P<0.05$).

본 연구의 결과를 종합해 보면, 유기 산란계의 산란기 적정 에너지와 단백질 수준은 ME 2,800 kcal/kg, CP 16%에서 산란 생산성 및 계란의 품질을 높게 유지하였다.

(색인어 : 유기 산란계, 산란율, 사료 에너지·단백질, 계란 품질)

인용문헌

Austic RE, Praff FE Jr 1975 A new look at restricted feeding of pullets. Cornell Nutr Conf pp. 34.

Commission Regulation 2277 2003 Amending annexes Ⅰand Ⅱ to Council Regulation (EEC) 2092/91 on organic production of agricultural products and indications referring there to agricultural products and foodstuffs. Off J Eur Union L336 46:68-74.

Grobas S, Mendex J, Blas CDe, Mateos GG 1999 Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. Poultry Sci 78:1542-1551.

Hammershøj M, Steenfeldt S 2005 Effects of blue lupin (*Lupinus angustifolius*) in organic layer diets and supplementation with foraging material on egg production and some egg quality parameters. Poultry Sci 84:723-733.

Harms RH, Russell GB, Sloan DR 2000 Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. J Appl Poultry Res 9:535-541.

Heckert RA, Estevez I, Russek-Cohen E, Pettit-Riley R 2002 Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. Poultry Sci 81:451-457.

Hughes BO 1983 The effect of methionine deficiency and egg production on feather loss in caged layers. Br Poultry Sci 24:549-553.

Keshavarz K, Nakajima S 1995 The effect of dietary manipu-

lations of energy, protein, and fat during the growing and laying periods on early egg weight and egg components. Poultry Sci 74:50-61.

Leeson S, Summers JD, Caston L 1993 Growth response of immature brown-egg strain pullet to varying nutrient density and lysine. Poultry Sci 72:1349-1358.

Nahashon SN, Adefope A, Amenyenu A, Wright D 2005 Effect of dietary metabolizable energy and crude protein concentrations on growth performance and carcass characteristics of French guinea broilers. Poultry Sci 84:337-344.

Nahashon SN, Adefope A, Amenyenu A, Wright D 2007 Effect of varying concentrations of dietary crude protein and metabolizable energy on laying performance of Pearl Grey guinea fowl hens. Poultry Sci 86:1793-1799.

National Research Council 1994 Nutrient Requirements of Poultry. 11th ed. National Academy Press, Washington DC.

Novak C, Yakout HM, Remus J 2008 Response to varying dietary energy and protein with or without enzyme supplementation on Leghorn performance and economics. J Appl Poultry Res 17:17-33.

Peguri A, Coon CN 1988 Development and evaluation of models for metabolizable energy and true metabolizable energy intake for Dekalb XL-Link White Leghorn hens. pp 199-211 in 49th Minnesota Nutr Conference. Degussa Technology. Symposium, Bloomington, MN. Univ. Minnesota Press, Minneapolis.

Rosenboim I, Kapkowska E, Robinson B, Uni Z 1999 Effects of fenfluramine on body weight, feed intake, and reproductive activities of broiler breeder hens. Poultry Sci 78: 1768-1772.

SAS 1996 SAS User Guide. release 6.12 edition. SAS Inst Inc Cary NC. USA

Sikder AC, Chowdhury SD, Rashid MH, Sarker AK, Das SC 1998 Use of dried carrot meal(DCM) in laying hen diet for egg yolk pigmentation. Asian Aust J Animal Sci 11:239-244.

Sterling KG, Costa EF, Henry MH, Pesti GM, Bakalli RI 2002 Responses of broiler chickens to cottonseed and soybean meal-based diets at several protein levels. Poultry Sci 81: 217-226.

Wu G, Bryant MM, Voitle RA, Roland DA 2005 Effect of dietary energy on performance and egg composition of Bovans White and Dekalb White hens during phase 1. Poultry Sci 84:1610-1615.

신호용 한인규 최윤재 이규호 1989 산란계용 사료의 계절별 적정에너지 및 단백질 급여수준 결정을 위한 연구. 한국영양사료학회 학술발표회 51-52.

안병홍 김윤환 안동원 1980 산란계의 에너지 요구량에 관한 연구 에너지 수준이 산란계의 산란능력 및 품종별 산란능력에 미치는 영향. 한국축산학회지 22(2):143-152.

장병귀 서옥석 김지혁 강희설 김상호 나재천 이덕수 김인식 유동조 2005 유기 사양방식이 산란계의 장기발달에 미치는 영향. 한국가금학회 제22차 정기총회 및 학술발표회 118-119.

(접수: 2008. 11. 28, 수정: 2008. 12. 28, 채택: 2008. 12. 30)