

미네랄 및 비타민 강화제의 첨가가 산란노계의 생산성, 계란 품질 및 혈청 내 Ca, P 농도에 미치는 영향

신승오 · 조진호 · 진영걸 · 유종상 · 김효진 · 왕윈 · 황염 · 김인호[†]

단국대학교 동물자원학과

Effects of Mineral- and Vitamin- Enhanced Supplementation on Egg Production, Egg Quality and Concentration of Calcium and Phosphorus in Serum of Spent Laying Hens

S. O. Shin, J. H. Cho, Y. J. Chen, J. S. Yoo, H. J. Kim, Y. Wang, Y. Huang and I. H. Kim[†]

Department of Animal Resource & Science, Dankook University

ABSTRACT This study was conducted to evaluate the effects of mineral and vitamin-enhanced supplementation on egg production, egg quality and concentrations of calcium and phosphorus in serum of spent laying hens. A total of 240 (72-wk-old) Hy-line brown commercial hens were used in the current trial for 4 weeks. Dietary treatments included 1) CON (basal diet), 2) ESS1 (basal diet + Egg shell strengthen 0.1%), 3) ESS2 (basal diet + Egg shell strengthen 0.2%) and 4) FESS (basal diet + Fe egg shell strengthen 0.2%). During the overall period, egg production was increased in CON and ESS2 treatments compared with ESS1 treatment ($P<0.05$). Egg shell breaking strength and final egg shell thickness were significantly higher in ESS2 treatment than CON and FESS treatments ($P<0.05$). Egg yolk color index was significantly lower in ESS1 treatment than other treatments ($P<0.05$). Moreover, Haugh unit was significantly lower in ESS1 and FESS treatments than CON treatment ($P<0.05$). Mineral- and vitamin-enhanced supplementation did not affect either egg shell color or calcium and phosphorus concentration in serum. In conclusion, mineral- and vitamin- enhanced supplementations of laying hens diet are helpful in improving egg shell breaking strength and thickness by supplementation of Egg shell strengthener 0.2%.

(Key words : mineral, vitamin, egg shell quality, egg shell strengthen, spent laying hens)

서 론

양계 산업에 있어서 일반적으로 산란계의 수익성을 높이기 위해서는 양적으로 닭의 산란수를 증가시키는 것도 중요하나, 현 소비자의 추세에 비추어 볼 때 질적으로 높은 계란을 생산하는 것 또한, 중요 과제 중 하나이다. 난각질은 계란의 주요한 외관적 품질 항목이며, 난각질의 불량은 경제적인 손실을 유발하는 가장 큰 요인이다. 여름철에는 이러한 현상이 더욱 두드러지고, 산란 말기에 이른 노계의 경우 더욱 심화된다. Hester 등(1980)은 실용 산란계에서 4.77%의 계란이 얇거나 약한 것으로 보고한 바 있으며, 생산된 계란의 7.77%가 계사 내에서 파손되어(Roland, 1977), 생산자에게도 큰 손실이 발생한다(Austic와 Nesheim, 1990).

난각질에 영향을 미치는 요인은 유전적 인자에 의한 영향

(Kang 등, 1996), 사양 관리, 생리적 요인, 영양적 요인 및 질병 등의 환경적 요인이 있으며(Roland, 1988), 난각질에 영향을 미치는 영양적인 원인으로는 Ca, P, Mn 및 Zn 등의 미네랄과 비타민을 들 수 있다.

Ca은 난각질에 가장 큰 영향을 미치는 영양적 요인이며(Roland, 1986), Ca이 부족하면 산란율이 저하되고 난각이 얇아지는 문제가 발생한다(Bar 등, 2002). Bar 등(2002)은 사료 내 Ca을 5% 수준까지 증가시켜도 생산성에 영향을 미치지 않으면서 난각질이 향상되었다고 보고하였다. NRC(1962)의 Ca 권장 수준은 2.25%로 낮은 수준이었으나, NRC 개정판(NRC, 1994)에서는 Ca 권장 수준이 3.3% 수준이며, 한국사양표준(2002)의 경우 산란 후기의 Ca 요구량을 3.8%로 산란계의 산란 능력 향상과 더불어 점차 증가하는 경향을 나타내고 있다. P은 Ca 흡수 이용률을 증가시키며, Mabe 등(2003)

[†] To whom correspondence should be addressed : inhokim@dankook.ac.kr

은 산란노계에 Mn, Cu 및 Zn과 같은 필수 미량 광물질을 추가 공급해 주면 후기 난각질의 개선 효과를 기대할 수 있다고 하였다. 비타민 D₃은 Ca 흡수 및 체내로의 운반에 도움을 주는 영양 성분이며(Cohen 등, 1978), 뼈에 축적되어 있는 Ca와 P의 혈액으로의 유리를 조절하는 것으로 알려져 있다(Holick 등, 1972). 또한, 비타민 A는 뼈 등의 골격강화에 도움을 주며, Fe은 난각질에 직접적인 영향을 미치지 않으나, 체내에서 여러 가지 기능을 하는 필수 광물질이며, 생리적으로 중요한 영향을 미친다.

난각질은 산란계의 주령과 계통 및 기타 유전적인 영향을 받으며(Hamilton 등, 1979), 일반적으로 산란계의 주령이 증가할수록 난중은 커지나 연란의 출현율이 높아지고 난각질이 저하된다(Garlich 등, 1984). 이러한 난각질의 저하는 장내 Ca흡수의 감소 및 난중의 증가가 가장 큰 원인이며, 산란노계의 생산성을 단축시키는 결과를 나타낸다.

따라서, 본 시험은 산란노계 사료 내 난각 형성에 필수적인 성분인 Ca, P과 필수 미량광물질인 Zn, Mn, Cu 및 난각 형성에 도움을 주는 비타민 A, 비타민 D₃ 및 Fe의 추가적인 공급이 산란노계의 생산성, 계란 품질 및 혈청 내 칼슘, 인 농도에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 시험을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험 동물 및 시험 설계

본 시험은 72주령 Hy-line Brown 갈색계 240수를 공시하였고, 4주간 사양 시험을 실시하였다.

시험 설계는 1) CON(basal diet), 2) ESS1(basal diet + Egg shell strengthener 0.1%), 3) ESS2(basal diet + Egg shell strengthener 0.2%) 및 4) FESS(basal diet + Fe Egg shell strengthener 0.2%)로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 12수씩 산란율을 기초로 하여 완전임의 배치하였다.

2. 시험 사료와 사양 관리

시험 사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 NRC(1994) 사양 표준을 기초로 하여 2,904 kcal ME/kg, 15.45% CP, 0.70% lysine, 3.23% Ca, 0.61% P을 함유토록 하였으며(Table 1), 본 시험에 사용한 미네랄 및 비타민 강화제(난각 강화제)의 주요 성분 및 함량은 Table 2에 나타내었다. 시험 사료는 가루 형태로 산란율과 체중을 고려하여 일정한 양을 급여하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록

Table 1. Diet composition (as-fed basis)

Ingredient	%
Corn	50.36
Soybean meal (CP 46%)	18.70
Wheat grain	10.00
Limestone	7.50
Wheat bran	5.00
Animal fat	4.44
Corn gluten meal	2.00
Tricalcium phosphate	1.40
Salt	0.30
DL-methionine	0.10
Mineral premix ¹⁾	0.10
Vitamin premix ²⁾	0.10
Chemical composition ³⁾	
ME (kcal/kg)	2,904
Crude protein (%)	15.45
Lysine (%)	0.70
Methionine (%)	0.32
Calcium (%)	3.23
Phosphorus (%)	0.61
Available P (%)	0.35

¹⁾ Provided per kg of premix: 25,000 mg Cu, 40,000 mg Fe, 60,000 mg Zn, 80,000 mg Mn, 1,500 mg I, 300 mg Co and 150 mg Se.

²⁾ Provided per kg of premix: 12,500,000 IU vitamin A, 2,500,000 IU vitamin D₃, 10,000 mg vitamin E, 2,000 mg vitamin K₃, 50 mg biotin, 500 mg folic acid, 35,000 mg niacin, 10,000 mg Ca pantothenate, 1,000 mg vitamin B₆, 5,000 mg vitamin B₂, 1,000 mg vitamin B₁ and 15 mg vitamin B₁₂.

³⁾ Calculated values.

조절하였다. 총 점등 시간은 일일 17시간이 되도록 조절하였다.

3. 조사 항목 및 방법

1) 산란율

산란율은 사양 시험 기간 중 매일 채집하여 처리구별로 총 산란수를 사육수수로 나누어 백분율로 표시하였다.

Table 2. Composition of egg shell strengthener

Ingredients	Egg shell strengthener	Fe egg shell strengthener
Mineral (g/kg)		
Calcium	67.0	67.0
Phosphorus	55.0	55.0
Zinc amino peptide chelate	40.0	40.0
Manganese amino peptide chelate	40.0	40.0
Copper amino peptide chelate	7.0	7.0
Iron amino peptide chelate	-	20.0
Vitamin (IU/kg)		
Vitamin A	2,500,000	2,500,000
Vitamin D ₃	500,000	500,000

2) 계란 품질

계란 품질을 측정하기 위하여 시험 개시시, 2주 및 종료시에 30개씩 집란하여 측정에 이용하였다. 난각 강도는 난각 강도계(Egg shell force gauge model II; Robotmation Co. Ltd., Japan)를 이용하였으며, 난각 두께는 Dial pipe gauge(Ozaki MFG. Co. Ltd., Japan)를 이용하여 난각의 예단부, 중앙부 및 둔단부를 측정하였다. 난각색은 Eggshell Color fan((주)삼양사 배합 사료)을 이용하여 측정하였다. 난황색은 Yolk color fan(Roche, Switzerland)을 이용하여 난황의 색도를 측정하였다. 난황계수는 Ozaki사의 캘리퍼스 노란황의 높이와 직경을 측정하여 Sauter 등(1951)의 방법에 의하여 난황의 높이를 난황의 직경으로 나누어 계산하였다. Haugh unit은 Haugh (1937)의 방법($HU = 100 \times \log(H - (1.701 \times W^{0.37}) + 7.57)$)으로 난백고(H)와 난중(W)을 공식에 대입하여 구하였다.

3) 혈액 성분

혈청 내 Ca과 P함량을 측정하기 위하여 시험 개시시와 종료시에 처리당 임의로 10수씩을 선발하여 익정맥에서 vacuum tube (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액을 5 mL 채취한 후 4 °C에서 2,000× g로 30분간 원심 분리하여 얻은 혈청을 분석에 이용하였다. 분리된 혈청 내 Ca 및 P의 함량은 자동 생화학 분석기(ADVIA 120, Bayer, USA)로 측정하였다.

4. 통계 처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model procedure

를 이용하여 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 평균 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율 및 난중

산란노계에 있어서 미네랄 및 비타민 강화제의 첨가가 산란율의 산란율 및 난중에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 0~2주 시험 기간 동안 산란율은 처리구간에 유의적인 차이가 없었으나, 2~4주 및 전체시험 기간 동안 산란율은 대조구 및 ESS2 처리구가 ESS1 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 난중은 전체 시험 기간 동안 처리구 간에 유의적인 차이가 없었다. 이규호 등(2005)은 일반적인 사료에 칼슘 공급제를 추가 급여시 산란율은 처리구 간에 유의적인 차이가 없었다고 보고하였으며, 난중에서는 처리구 간에 유의적으로 개선되었으나($P<0.05$), 칼슘 공급량 증가에 따른 효과는 나타나지 않았다고 보고하였다. Kuhl 등(1977)은 칼슘 수준(2.5~3.0%)에 따른 산란율 및 난중에 차이가 없었다고 보고하였으며, Castillo 등(2004)의 연구에서도 칼슘 수준(2.96~4.82%) 및 주령에 따른 산란율의 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 3. Effect of mineral and vitamin enhanced supplementation on hen-day egg production and egg weight in spent laying hens

Items	CON ¹	ESS1 ¹	ESS2 ¹	FESS ¹	SE ²
Egg production (%)					
0~2 weeks	80.48	79.05	80.71	82.02	1.51
2~4 weeks	75.71 ^a	70.60 ^b	74.79 ^a	72.38 ^{ab}	1.24
Overall	78.10 ^a	74.82 ^b	77.75 ^a	77.20 ^{ab}	0.98
Egg weight (g)					
Initial	63.24	65.53	64.68	64.44	0.79
2 weeks	62.51	61.21	60.47	61.18	1.23
Final	62.04	63.80	62.39	62.08	1.09
Difference (0~4 wks)	-1.20	-1.73	-2.09	-2.36	1.39

¹ Abbreviated CON; basal diet, ESS1; basal diet added egg shell strengthener 0.1%, ESS2; basal diet added egg shell strengthener 0.2%, FESS; basal diet added Fe egg shell strengthener 0.2%.

² Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with difference superscripts differ ($P<0.05$).

Han 등(1981)은 사료 내 인의 공급 수준(0.43~0.81%)에 따른 산란율의 차이는 나타나지 않았다고 하였다. 또한, Ousterhout(1980)의 연구에서도 사료 내 칼슘과 인의 공급 수준에 따른 산란율과 난중에 유의적인 차이가 없었다. 양철주 등(2004)은 산란계에 황산 제 1철($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)을 첨가한 시험에서 Fe의 첨가 수준(45~180 mg/kg)에 따른 산란율 및 난중에 미치는 영향이 없었다고 보고하였다.

본 시험의 결과, 산란율에 있어서 난각 강화제 0.1%의 첨가 처리구에서는 산란율의 저하가 나타났으며, Fe의 추가 급여는 산란율 및 난중에 영향을 미치지 않았다. 이러한 결과는 미네랄 및 비타민의 수준에 따른 상호 불균형에 의한 역효과에 산란율의 저하가 크게 나타난 것으로 사료된다.

2. 난각 강도 및 난각 두께

산란계에 있어서 미네랄 및 비타민 강화제의 첨가가 산란계의 난각 강도와 난각 두께에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 난각 강도는 시험 2주에서 FESS 처리구가 ESS2 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며, 종료시에는 ESS2 처리구가 대조구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 변화량에 있어서는 ESS2 처리구가 대조구 및 FESS 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$).

난각 두께는 시험 개시시 및 시험 2주에서 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 종료시에 예단부의 난각 두께는 ESS2 처리구가 대조구 및 FESS 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며, ESS1 처리구는 FESS 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 중앙부 및 둔단부의 난각 두께는 ESS2 처리구가 대조구 및 FESS 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$).

Jackson 등(1987)은 Ca 수준을 3~9%까지 1.5%씩 증가시킨 사료 급여시 산란기간의 평균 난각의 강도가 유의적으로 증가하였다고 보고하였으며, Bar 등(2002)은 사료 내 Ca 수준을 2.4~2.5%에서 3.6~4.0%로 증가시켰을 때 난각 두께가 개선되었다고 하였다. 사료 내 적정 수준까지 Ca를 증가시킬 때 난각질이 유의적으로 개선되었다는 보고(Mehring와 Titus, 1964; Walter 와 Aitken, 1962)는 본 시험과 유사한 결과를 나타내었다. 양철주 등(2004)은 산란계에 황산 제 1철($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)을 첨가한 시험에서 Fe의 첨가(45~180 mg/kg)에 따라 유의적인 차이는 없었으나, 난각질이 개선되는 경향을 나타내었다고 보고하여 본 시험과 상이한 결과를 나타내었다.

사료 내 Mg 수준이 너무 낮으면 난각질의 저하를 보이며(Waddell 등, 1991), Mabe 등(2003)의 보고에서도 산란노계에 Mn, Cu 및 Zn 등의 필수 미량 광물질을 추가 공급시 후기

Table 4. Effect of mineral and vitamin enhanced supplementation on egg shell breaking strength and egg shell thickness in spent laying hens

Items	CON ¹	ESS1 ¹	ESS2 ¹	FESS ¹	SE ²
Egg shell breaking strength (kg/cm ²)					
Initial	3.51	3.54	3.47	3.72	0.14
2 weeks	3.31 ^{ab}	3.27 ^{ab}	3.10 ^b	3.72 ^a	0.16
Final	3.28 ^b	3.42 ^{ab}	3.78 ^a	3.45 ^{ab}	0.14
Difference (0~4 wks)	-0.23 ^b	-0.12 ^{ab}	0.31 ^a	-0.27 ^b	0.17
Egg shell thickness (mm)					
Initial					
Sharp end	0.362	0.362	0.361	0.368	0.005
Middle	0.368	0.367	0.363	0.367	0.005
Large band	0.362	0.359	0.359	0.369	0.005
2 weeks					
Sharp end	0.352	0.364	0.352	0.358	0.005
Middle	0.350	0.350	0.341	0.347	0.005
Large band	0.347	0.346	0.344	0.352	0.004
Final					
Sharp end	0.341 ^{bc}	0.353 ^{ab}	0.364 ^a	0.331 ^c	0.005
Middle	0.345 ^b	0.353 ^{ab}	0.364 ^a	0.340 ^b	0.004
Large band	0.347 ^b	0.351 ^{ab}	0.362 ^a	0.340 ^b	0.005

¹ Abbreviated CON; basal diet, ESS1; basal diet added egg shell strengthener 0.1%, ESS2; basal diet added egg shell strengthener 0.2%, FESS; basal diet added Fe egg shell strengthener 0.2%.

² Pooled standard error.

^{a-c} Means in the same row with difference superscripts differ ($P<0.05$).

난각질의 개선 효과를 기대할 수 있다고 보고하였다. 비타민 D₃에 대한 연구결과에서 Shen 등(1981)은 4주 정도 부족이 지속되면 산란율이 30%까지 저하되고, 난각이 없거나 매우 얇은 계란이 생산되었다는 보고가 있었다.

본 시험의 결과, 난각 강화제 0.2% 첨가 처리구는 시험 개시 및 2주에서는 난각질 개선 효과가 나타나지 않았으나, 시험 종료시 난각질이 개선되는 결과를 나타내어 4주후에 난각 강화제의 급여 효과가 나타난 것으로 사료된다. Fe의 급여는 같은 수준의 난각 강화제를 첨가한 ESS2 처리구보다 낮게

나타나 오히려 난각질의 개선 효과가 감소되어 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

3. 난각색, 난황색 및 호우유닛

산란계에 있어서 미네랄 및 비타민 강화제의 첨가가 난각색, 난황색 및 호우유닛에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 난각색은 시험 2주에서 대조구가 ESS1 처리구 및 ESS2 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으나($P<0.05$), 시험 종료 시 및 변화량은 처리구간에 유의적인 차이가 없었다. 난황색은 시험 2주에서 대조구가 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 가장 낮게 나타났으나($P<0.05$), 시험 종료시

Table 5. Effect of mineral and vitamin enhanced supplementation on egg shell color, egg yolk color and Haugh unit in spent laying hens

Items	CON ¹	ESS1 ¹	ESS2 ¹	FESS ¹	SE ²
Egg shell color					
Initial	9.83	9.93	9.56	10.07	0.21
2 weeks	9.67 ^a	8.29 ^b	8.41 ^b	9.09 ^{ab}	0.31
Final	10.56	10.94	10.28	10.44	0.30
Difference (0~4 wks)	0.73	1.01	1.08	0.01	0.32
Egg yolk color					
Initial	7.92	8.08	7.78	7.87	0.10
2 weeks	6.35 ^b	7.48 ^a	7.40 ^a	7.43 ^a	0.13
Final	7.85	7.45	7.66	7.74	0.20
Difference (0~4 wks)	-0.07 ^a	-0.63 ^b	-0.12 ^a	-0.13 ^a	0.17
Haugh unit					
Initial	80.68	86.20	82.30	84.98	2.40
2 weeks	85.16	87.23	85.68	86.22	1.64
Final	87.45	84.28	84.00	84.48	1.30
Difference (0~4 wks)	6.77 ^a	-1.93 ^b	1.71 ^{ab}	-0.51 ^b	2.11

¹ Abbreviated CON; basal diet, ESS1; basal diet added egg shell strengthener 0.1%, ESS2; basal diet added egg shell strengthener 0.2%, FESS; basal diet added Fe egg shell strengthener 0.2%.

² Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with difference superscripts differ ($P<0.05$).

에는 처리구간에 유의적인 차이가 없었다. 하지만, 변화량에 있어서는 ESS1 처리구가 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 가장 낮게 나타났다($P<0.05$). 호우유닛은 전체 시험 기간 동안 처리구간에 유의적인 차이가 없었으나, 변화량에 있어서 대조구가 ESS1 처리구 및 FESS 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$).

김상호 등(2006)은 산란계 사료 내 Ca을 3.7% 추가 급여한 시험에서 난황색은 3.7% Ca을 급여한 처리구가 대조구와 비교하여 높은 결과를 나타내었으며, 호우유닛은 처리구간에 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 본 시험에서는 미네랄과 비타민 강화제를 첨가한 처리구가 대조구와 비교하여 호우유닛이 낮게 나타났으며, ESS1 처리구는 난황색이 가장 낮게 나타나 Ca을 단독으로 첨가 급여한 시험과는 상이한 결과를 나타내었다.

본 시험의 결과, 미네랄과 비타민 강화제의 첨가 급여는 호우유닛이 감소 및 난각 강화제 1% 첨가 처리구에서 난황색이 감소하는 결과로 나타났다.

4. 혈청 내 Ca 및 P 함량

산란계에 있어서 미네랄 및 비타민 강화제의 급여가 산란계의 혈청 내 Ca 및 P 함량에 미치는 영향은 Table 6에 나타내었다. Ca 및 P 함량의 변화량은 처리구간에 유의적인 차이

Table 6. Effect of mineral and vitamin enhanced supplementation on calcium and phosphorus concentration of serum in spent laying hens

Items	CON ¹	ESS1 ¹	ESS2 ¹	FESS ¹	SE ²
Calcium (mg/dL)					
Initial	28.20	26.12	25.18	26.62	1.31
Final	26.97	23.80	25.59	25.05	1.55
Difference	-1.23	-2.32	0.41	-1.57	1.80
Phosphorus (mg/dL)					
Initial	7.13	6.61	6.03	6.65	0.37
Final	5.77	4.62	5.68	5.40	0.47
Difference	-1.36	-1.99	-0.35	-1.25	0.58

¹ Abbreviated CON; basal diet, ESS1; basal diet added egg shell strengthener 0.1%, ESS2; basal diet added egg shell strengthener 0.2%, FESS; basal diet added Fe egg shell strengthener 0.2%.

² Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with difference superscripts differ ($P<0.05$).

가 없었다.

유종상 등(2006)은 산란계에 천연 미네랄을 0.25~0.50% 첨가 급여 시 혈청 내 Ca 함량은 유의적인 차이가 없었다고 보고하였으며, 또한, 민병준 등(2005)은 P과 Ca의 수준이 낮은 사료에 미생물 phytase를 첨가하여 P과 Ca의 이용성을 연구한 시험에서 혈청 내 P과 Ca의 함량은 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. Bölükbasi 등(2005)은 Lohman LSL 산란계에 Ca를 0~2.5% 추가 급여 시 혈장 내 Ca 함량이 유의적으로 증가하였으며, P의 함량은 1.5% 이상 급여한 처리구에서 낮은 농도를 나타내었다.

본 시험에서는 대조구와 비교하여 미네랄을 첨가한 처리구에서 Ca 변화 농도가 높은 경향을 나타내었으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

결과를 종합하면, 산란계 사료에 미네랄 및 비타민의 첨가 급여는 산란율, 난각 강도, 난각 두께, 난황색 및 호우유닛에 영향을 미쳤으며, 난각 강화제 2% 첨가 처리구는 시험 4주에서 난각 강도 및 난각 두께가 높게 나타나 난각질을 개선 효과가 나타났다.

적 요

본 연구는 산란노계 사료 내 광물질 강화제의 추가적인 공급이 산란노계의 생산성, 계란 품질 및 혈청 내 칼슘, 인 농도에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위해 수행하였다. 사양시험은 72주령 Hy-line Brown 240수를 공시하여 4주간 실시하였다. 1) CON(basal diet), 2) ESS1(basal diet + Egg shell strengthener 0.1%), 3) ESS2(basal diet + Egg shell strengthener 0.2%) 및 4) FESS(basal diet + Fe egg shell strengthener 0.2%)로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 12수씩 완전 임의 배치하였다. 전체 시험 기간 동안 산란율은 대조구 및 ESS2 처리구가 ESS1 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.05$), 난각 강도 및 종료시의 난각 두께는 ESS2 처리구가 대조구 및 FESS 처리구보다 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.05$). 계란 품질에서 난황색은 ESS1 처리구가 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 가장 낮게 나타났으며($P<0.05$), 호우유닛은 ESS1 처리구 및 FESS 처리구가 대조구와 비교하여 유의적으로 낮았다($P<0.05$). 미네랄 및 비타민 강화제의 첨가는 혈청 내 Ca 및 P 함량과 난각색에 영향을 미치지 못했다. 결론적으로, 산란노계 사료에 0.2%의 미네랄 및 비타민 강화제를 첨가한 ESS2 처리구는 난각 강도와 두께가 개선되는 효과를 나타내었다.

(색인어: 미네랄, 비타민, 난각질, 난각 강화제, 산란노계)

인용문헌

- Austic RE, Nesheim MC 1990 Poultry Production, 13th ed., Lea & Febiger, Ltd.
- Bar A, Razaphkovsky V, Vax E 2002 Reevaluation of Ca and phosphorus requirements in aged laying hens. Br Poultry Sci 43:21-269.
- Bözükbasi SC, Celebi S, Utlü N 2005 The effect of calcium and vitamin D₃ in diet on plasma calcium and phosphorus, egg-shell calcium and phosphorus levels of laying hens in late laying production period. International J of Poultry Sci 4 (8):600-603.
- Castillo C, Cuca M, Pro A, González, Morales E 2004 Biological and economic optimum level of calcium in White Leghorn laying hens. Poultry Sci 83:868-872.
- Cohen A, Bar A, Eisner U, Hurwitz S 1978 Calcium absorption, calcium-binding protein and egg shell quality in laying hens fed hydroxylated vitamin D derivatives. Poultry Sci 57: 1646-1651.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-14.
- Garlich J, Brake J, Parkhurst CR, Thaxton JP, Morgan GW 1984 Physiological profile of aged layers during one production year, molt and postmolt: Egg production, egg shell quality, liver, femur, blood parameters. Poultry Sci 63:339-343.
- Hamilton RMG, Holland KG, Voisey PW, Grunder AA 1979 Relationship between egg shell quality and shell breakage and factors that affect shell breakage in the field - a review. World's Poultry Sci J 35:177-190.
- Han IK, Lee KH, Lee SJ, Kang TH, Kwon K 1981 Studies on the nutritive values of various calcium supplements in laying hen diets. II. Effect of varying levels of dietary calcium on egg production, feed efficiency and egg shell quality. Korean J Anim Sci 23:193-198.
- Haugh RR 1937 The Haugh unit for measuring egg quality. US Egg Poultry Mag 43:552-555.
- Hester P, Wilson EK, Pierson FW, Fabijanska I 1980 Plasma inorganic phosphate, calcium, and magnesium levels of hens which laid soft-shelled or shell-less eggs. Poultry Sci 59:

- 2336-2341.
- Holick MF, Garabedi M, Deluca HF 1972 1,25-dihydroxy-cholecalciferol: metabolite of vitamin D₃ active on bone in anephric rats. *Science* 176:1146-1147.
- Shen H, Summers JD, Leeson S 1981 Egg production and shell quality of layers fed various levels of vitamin D₃. *Poultry Sci* 60:1485-1490.
- Jackson ME, Hellwig HM, Waldroup PW 1987 Shell quality : Potential for improvement by dietary means and relationship with egg size. *Poultry Sci* 66:1702-1713.
- Kang CW, Nam KT, Olson OE, Carlson CW 1996 Effects of dietary protein level, restricted feeding, strain and age on eggshell quality in laying hens. *Asian-Aust J Anim Sci* 9: 727-735.
- Kuhl HJ Jr, Holder DP, Sullivan TW 1977 Influence of dietary calcium level, source and particle size on performance of laying chickens. *Poultry Sci* 56:605-611.
- Mabe I, Rapp C, Bain MM, Nys Y 2003 Supplementation of corn-soybean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. *Poultry Sci* 82:1903-1913.
- Mehring AL, Titus HW 1964 The effect of low levels of calcium in the diet of laing chickens. *Poultry Sci* 43:1405-1414.
- National Research Council 1962 Nutrient Requirements of poultry. 4th ed. Natl Acad Sci Washington. DC.
- National Research Council 1994 Nutrient Requirements of poultry. 9th ed. Natl Acad Sci Washington. DC.
- Ousterhout LE 1980 Effects of calcium and phosphorus levels on egg weight and egg shell quality in laying hens. *Poultry Sci* 59:1480-1484.
- Roland DA Sr 1977 The extent of uncollectable egg due to inadequate shell. *Poultry Sci* 56:1517-1521.
- Roland DA. Sr. 1986 Egg shell quality III: Calcium and phosphorus requirements of commercial Leghorn. *World's Poultry Sci* 42:154-165.
- Roland DA Sr 1988 Egg shell problem : Estimates of incidence and economic impact. *Poultry Sci* 67:1801-1803.
- SAS 1996 SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst Inc Cary NC.
- Sauter EA, Stadelman WJ, Harns V, McLaren BA 1951 Methods for measuring yolk index. *Poultry Sci* 30:629-630.
- Waddell AL, Board RG, Scott VD, Tullett SG 1991 Role of magnesium in egg shell formation in the domestic hen. *Br Poultry Sci* 32:853-864.
- Walter ED, Aitkin JR 1962 Phosphorus requirement of laying hens confined to cages, *Poultry Sci* 41:386-392.
- 김상호 이규호 조재훈 장병귀 나재천 김지혁 강희철 이덕수 이상진 2006 산란계 칼슘 공급체계에 관한 연구. 23차 한국가금학회 정기총회 및 학술발표회 pp.152-153.
- 민병준 권오석 이원백 손경승 홍종욱 양승주 문태현 김인호 2005 인과 칼슘의 수준이 낮은 산란계 사료 내 미생물 Phytase의 첨가가 생산성 및 영양소 소화율에 미치는 영향. *한국가금학회지* 32(1):15-21.
- 양철주 나상준 고석영 오종일 정대균 김해영 정일병 황보종 정완태 2004 유기철의 첨가가 산란계의 생산성 및 난 성분 에 미치는 영향. *한국가금학회지* 31(2):101-108.
- 유종상 김진동 조진호 진영걸 김해진 민병준 강대경 김인호 2006 사료 내 천연 미네랄과 키토산의 수준별 첨가가 산란계의 산란율 및 계란 품질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 33(4):309-316.
- 이규호 나상원 이우진 2005 산란계 사료에 대한 칼슘 공급제의 추가공급이 산란능력과 사료효율 및 난각질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 32(1):67-72.
- 한국사양표준 2002 농림부. 농촌진흥청 축산기술연구소 26-32.

(접수일자: 2007. 07. 01, 채택일자: 2008. 03. 24)