

## 산란계 사료내 Sea Shell 첨가로 인한 난각질 향상에 미치는 효과

권오석 · 김인호 · 홍종욱 · 황일환 · 홍의철 · 이상환  
단국대학교 동물자원학과

### Effects of Sea Shell Supplementation on Egg Quality in Diets of Laying Hens

O. S. Kwon, I. H. Kim, J. W. Hong, I. H. Hwang, E. C. Hong and S. H. Lee  
*Department of Animal Resource & Science, Dankook University*

**ABSTRACT** : This experiment was conducted to determine the effect of replacing limestone by sea shell on digestibility, egg strength and thickness, Ca and P of serum and Ca and P of tibia in layer hens. A total of 54 brown layers was assigned to the treatments. There were six layers per replicate with three replicate per treatment. Treatments were layer diet with 7.5 % limestone as control, 7.0 % limestone and 0.5 % sea shell in diet (SS0.5) and 6.5 % limestone and 1.0 % sea shell in diet (SS1.0). Digestibility of DM was significantly difference between SS0.5 and SS1.0 ( $P < 0.05$ ). Digestibilities of Ca and P were not affected by treatments ( $P > 0.05$ ), however, SS1.0 tended to increase Ca and P digestibility compared to control. Egg thickness and egg strength were no differences among the treatments ( $P > 0.05$ ). Differences of initial and final period on Ca of plasma were significantly affected in the a.m. between SS0.5 and SS1.0 ( $P < 0.05$ ). However, there was no difference in Ca of plasma in the p.m. among the treatments and Ca of plasma in control had a tendency to decrease in the p.m. compared to that of treatments ( $P > 0.05$ ). Also, there was no difference in P of plasma in the a.m. and p.m. among the treatments ( $P > 0.05$ ). Ca of tibia was significantly increased by SS1.0 compared to control ( $P < 0.05$ ). However, there was no difference in P of tibia among the treatments ( $P > 0.05$ ). Based on these results, dietary supplemental sea shell may have a role to improve the egg quality of layer hens.

(**Key words**: laying hens, sea shell, limestone, egg strength, egg thickness, plasma mineral)

## 서 론

동물의 정상적인 성장과 생명유지를 위해 칼슘과 인은 매우 중요한 역할을 한다. 칼슘은 성장하는 동물의 골격형성을 위한 주요 영양소일 뿐 아니라 혈액의 응고, 심장박동을 비롯한 근육수축운동, 체내 산염기의 평행에 관계하며 계란의 난각형성에도 중요한 역할을 담당한다. 가축이 정상적인 생산활동을 위하여 각종 광물질이 필요하며 일반적으로 사료원료에는 칼슘과 인의 함량이 낮기 때문에 가축의 요구량을 충족시키기 위하여 칼슘과 인의 공급제를 별도로 첨가해 주는 것이 보통이다. 특히 산란계의 경우에는 난각형성을 위해 다른 가축보다 월등히 많은 칼슘을 필

요로 한다.

산란계에 있어서 칼슘은 정상적인 난각형성과 골격유지에 중요한 광물질의 하나로 일반적인 사료원료에는 그 함량이 적으며 이용성 역시 낮다. 이런 이유로 인해 요구량의 대부분을 무기물 형태로 공급하는데 주요 공급원으로는 패분, 탄산칼슘, 석회석, 석고를 들 수 있다. 현재 우리나라에서 가장 많이 사용되고 있는 칼슘 공급제는 석회석이다.

일찍이 Buckner 등(1923)에 의하면 석회석과 패분은 산란계에 있어 칼슘공급원으로 동등한 가치를 갖는다고 하였으며 Betheke 등(1929)과 Waldroup 등(1964) 역시 탄산칼슘, 황산칼슘, 인산칼슘 및 석회석의 칼슘 이용성을 비교한 바 차이가 없다고 하였다. 한편, Dougherty와

Gossman(1923)은 석회석이 패분보다 산란에 더욱 효과적이라고 하였으나 Kennard(1925)는 패분이 오히려 석회석보다 우수하다고 하였고 육(1968)과 Brister 등(1981)도 석회석보다 패분이 우수하다고 하였다.

최근, 산란계의 난각질 개선을 위한 물질의 평가는 적은 편이고 이에 대한 사료회사는 석회석에 비해 참고할 만한 자료가 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 산란계에 있어서 난각질 개선을 위한 방법으로 중국산 sea shell(SS)의 첨가로 인한 생체내 Ca과 P 균형을 평가하고 이로 인한 난각 강도 및 난각두께를 평가하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험동물 및 시험설계

60 주령(산란후기)의 유색 산란계(Hy-line계통) 54수를 공시하여 1999년 12월 10일부터 2000년 1월 21일까지 42일간(예비사양 2주, 본 시험 28일) 실시하였다. 시험설계는 일반 산란계를 대조구로서 석회석이 7.5% 함유한 처리구, 석회석 0.5%와 1%을 sea shell 0.5%(SS0.5)와 1.0%(SS1.0)로 대체한 처리구로 하였다. 처리당 3반복, 반복당 6수씩 완전임의 배치하였다.

**Table 1.** Formula and chemical composition of the diet(%)

Ingredient	Control	SS0.5	SS1.0
Corn, Yellow	50.40	50.40	50.40
Wheat grain	10.00	10.00	10.00
Soybean oil meal(CP46%)	18.70	18.70	18.70
Corn gluten meal	2.00	2.00	2.00
Wheat bran	5.00	5.00	5.00
Tallow	4.40	4.40	4.40
Tricalcium phosphate(P18%)	1.40	1.40	1.40
Limestone	7.50	7.00	6.50
sea shell	-	0.50	1.00
Salt	0.30	0.30	0.30
DL - methionine (50%)	0.10	0.10	0.10
Vitamin - mix <sup>a</sup>	0.10	0.10	0.10
Mineral - mix <sup>b</sup>	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00
Chemical composition <sup>c</sup>			
ME, kcal/kg	2,904	2,904	2,923
Crude protein, %	15.45	15.45	15.45
Crude fiber, %	1.80	1.80	1.80
Lysine, %	0.70	0.70	0.70
Methionine, %	0.32	0.32	0.32
Calcium, %	3.25	3.25	3.25
Phosphorus, %	0.61	0.61	0.61
Phos. available, %	0.36	0.36	0.36

<sup>a</sup>. Provided the following per kilogram of the complete diet: Vitamin A, 12,500 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 2,500 IU; Vitamin E, 10 mg; Vitamin - K<sub>3</sub>, 2 mg; Biotin, 0.05 mg; Folic acid, 0.5 mg; Niacin, 35 mg; Ca - Pantothenate, 10 mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 1 mg; Vitamin B<sub>2</sub>, 5 mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 1 mg; and Vitamin B<sub>12</sub>, 0.015 mg.

<sup>b</sup>. Provided the following per kilogram of the complete diet: Co, 0.3 mg; Cu, 25 mg; 1.5 mg; Fe, 40 mg; Mn, 80 mg; Se, 0.15 mg; and Zn, 60 mg.

<sup>c</sup>. Calculated values.

## 2. 사양관리

산란계는 3 단 철제 산란케이지에서 사육하였으며 사료는 연령과 산란율을 고려하여 개체당 130g을 각각 급여하였고, 물은 자유채식토록 하였다.

## 3. 조사항목 및 조사방법

### 1) 건물 이용율 및 영양소 이용율

사양시험이 끝난 후 급여한 사료와 배설된 분을 전분채취법으로 채취하여 60℃의 건조기에서 72시간 건조시킨 다음 분쇄하여 분석에 이용하였다.

소화율과 영양소 이용율의 계산은 다음과 같이 하였다.

건물 이용율 =

$$\frac{[\text{사료의 건물량(g)} - \text{분 중의 건물량(g)}] \times 100}{\text{사료의 건물량(g)}}$$

영양소 이용율 =

$$\frac{[\text{사료의 건물량(g)} \times \text{영양소함량(\%)} - \text{분 건물량(g)} \times \text{영양소함량(\%)}] \times 100}{\text{사료의 건물량(g)} \times \text{영양소함량(\%)}}$$

### 2) 난각강도 및 난각두께

난각강도는 유압식 난각강도계(FHK, Model No. 06101)를 둔단부가 위로 향하게 고정된 뒤, 압력을 가하여 파괴되는 순간의 강도(kg/cm<sup>2</sup>)를 측정하였다. 난각두께는 난각강도 측정 후, 깨어진 계란의 적도 부분의 난각일부를 채취하고 난각후도계(0.01~10mm: PEACOK, OZAKI MFG Inc., Japan)를 이용하여 난각후도(μm)를 측정하였다.

### 3) 혈액 채취

사양 시험 개시일 오전(9시)과 오후(4시), 시험 개시후 2주 및 4주 오전(9시)과 오후(4시)에 각 처리구당 임의로 6 수씩 채혈한 후 분석에 이용하였다. 이때 주사기를 이용하여 마리당 4.0ml씩 익정맥에서 채혈하였고 채혈된 즉시 4℃의 냉장고에 보관한 다음 1 시간 이내에 3,000rpm(4

℃)에서 30분간 원심분리하여 혈청을 채취하였다(Hodges, 1970).

### 4) 경골의 채취

사양시험 후 각 처리구에서 6마리씩 임의 선발하여 경골을 채취하였고, 왼쪽 경골을 끊는 물에 4분간 넣어 붙은 근육을 제거한 후 60℃에서 72시간 건조시켰다. 건조된 뼈는 분쇄하여 Soxhlet 장치에서 탈지한 후 분석에 이용하였다.

### 5) 화학성분 분석

시험사료 및 계분의 일반성분, 경골의 칼슘 및 인의 성분 분석은 AOAC(1990)방법에 준하였다.

## 4. 통계처리

모든 자료는 SAS(1988)의 GLM Procedure를 이용 Duncan's multiple range test(1955)로 처리 평균간의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 소화율 및 난각강도, 난각두께

산란계에 있어 칼슘공급원으로서 SS의 첨가가 소화율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 건물의 소화율은 SS0.5 처리구와 SS1.0 처리구 사이에서 유의적인 차이(P<0.05)를 보였다. Ca과 P의 소화율에서 처리간의 유의적인 차이는 없었으나(P>0.05) SS1.0 처리구에서 대체적으로 높은 경향을 보였다. 이는 Han 등(1981)이 산란계 사료의 칼슘을 어떤 공급제로 공급하던지 건물, 조단백질, 조지방, 탄수화물의 이용율 및 칼슘 및 인의 이용율에도 차이가 없었다는 결과와는 조금 상이한 결과이다.

Table 3은 SS 첨가에 따른 난각강도와 난각두께에 미치는 효과를 보여주고 있다. 난각두께의 경우, SS를 첨가한 처리구에서 대조구보다 개선의 효과가 나타났으나 각 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다(P>0.05).

Table 2. Effects of sea shell supplementation on digestibility of laying hens<sup>1</sup>

Items	Control	SS0.5	SS1.0	SE
DM, %	76.00 <sup>ab</sup>	73.69 <sup>b</sup>	79.63 <sup>a</sup>	0.76
Ca, %	47.85	52.79	54.31	2.57
P, %	23.20	25.15	29.68	1.39

<sup>1</sup>. Means with the different superscripts in the same row differ significantly (P<0.05).

**Table 3.** Egg thickness and egg strength of laying hens<sup>1</sup>

Items	Control	SS0.5	SS1.0	SE
Egg thickness, $\mu\text{m}$				
d0	416.6	398.2	408.4	0.68
d14	447.3	444.3	451.2	0.65
difference	+30.7	+46.1	+42.8	0.74
Egg strength, $\text{kg}/\text{cm}^2$				
d0	3.34	3.08	3.39	0.15
d14	3.44	3.08	3.33	0.20
difference	+0.10	0	-0.06	0.18

<sup>1</sup>. Means with the different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

Han 등(1981)에 의하면 난각두께는 패분, 석회석, 방해석의 순으로 낮은 경향을 보여 유의적인 차이( $P < 0.05$ )를 보였다고 하였다. 이는 본 시험의 난각두께에서 유의성은 없었지만 SS 처리구에서 난각두께가 증가하는 경향을 보인 것으로 보아 Han 등(1981) 연구와 유사한 결과였다.

## 2. 혈청내 Ca과 P의 함량

혈청내 Ca과 P의 함량은 Table 4에서 보는 바와 같이 혈청내 Ca의 경우 0, 14, 28일 오전(9 시), 오후(4 시)의 각 처리간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 하지만, 전체적인 차이를 보면 SS0.5 처리구와 SS1.0 처리구간에 오전의 Ca함량에서 유의적인 차이를 보였다( $P < 0.05$ ). 오후의 경우 유의적인 차이는 보이지 않았지만 대조구만이 감소하는 경향을 보였다.

**Table 4.** Effects of sea shell supplementation on Ca and P levels in plasma of laying hens<sup>1</sup>

Items	Control	SS0.5	SS1.0	SE
Ca, mg/dl				
d0 a.m(9:00)	27.38	29.10	25.58	2.36
p.m(4:00)	28.15	28.08	24.62	2.47
d14 a.m	25.60	24.90	26.90	2.11
p.m	27.20	29.03	28.72	1.74
d28 a.m	27.76	25.97	29.68	3.09
p.m	27.30	29.60	29.75	1.60
difference, (d14+d28) - d0				
a.m	-0.7 <sup>ab</sup>	-3.67 <sup>a</sup>	+2.71 <sup>b</sup>	1.36
p.m	-0.9	+1.24	+4.62	1.83
P, mg/dl				
d0 a.m	3.92	4.95	4.18	0.44
p.m	4.05	4.35	5.03	0.89
d14 a.m	4.72	3.87	4.68	0.58
p.m	4.85	4.48	4.83	0.36
d28 a.m	5.48	5.58	5.76	0.49
p.m	5.74	5.10	5.00	0.42
difference, (d14+d28) - d0				
a.m	+1.18	-0.23	+1.04	0.33
p.m	+1.25	+0.44	-0.12	0.65

<sup>1</sup>. Means with the different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

오전중에 비교적 많은 양의 칼슘을 함유하고 있었는데 이는 난각의 형성과 밀접한 관련이 있는 것으로 추정된다. 즉 배란된 계란이 난각 분비부(shell gland)에 진입하기까지는 약 4시간 15분 정도가 소요되며 이 시간 동안에는 난각형성이 거의 이루어지지 않다가 난각분비부에 들어간 후 약 4시간에 걸쳐 칼슘이 서서히 분비되다가 이후 13~14시간 동안 본격적인 난각형성이 이루어진 후 산란하기 1~2 시간 전에 난각의 cuticle 층에 칼슘을 축적하는 것으로 난각형성은 완료된다(Solomon, 1975; Baird 등, 1980). 따라서 대부분의 닭이 오전 10:00시에 산란하므로 plasma내 칼슘이 많이 요구되는 시각은 난각이 칼슘을 CaCO<sub>3</sub>의 형태로 활발히 합성하는 22:00~04:00시 사이이며, 04:00~10:00 시 사이에도 칼슘이 많이 요구되는 것은 cuticle층에 난각을 형성하기 때문인 것으로 여겨진다.

본 시험 결과에서는 SS의 혈청 Ca 수준은 limestone에 비해 칼슘의 체내 축적량과 더 밀접하게 비례하는 것으로 사료된다.

혈청내 P의 경우에는 0, 14, 28일 오전(9시), 오후(4시)의 각 처리간의 유의적인 차이는 나타나지 않았고 전체적인 차이에서도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 하지만, 오전의 경우 대조구와 SS1.0 처리구에서는 증가하였고, 오후의 경우에는 SS1.0 처리구만이 감소하는 경향을 보였다.

### 3. 경골내 Ca과 P의 함량

경골의 Ca 및 P의 분석결과는 Table 5에서 보는 바와 같이 경골내 Ca의 경우 대조구와 SS1.0 처리구간에는 유의적인 차이를 보였다. 하지만 P의 경우 각 처리구간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 Han 등(1981)의 시험결과에서 Ca 공급원의 종류에 관계없이 Ca은 20% 내외, P은 8% 내외의 일정한 함량을 나타내었다. 즉, 경골의 Ca 및 P의 함량은 Ca 공급원에 따라 영향을 받지 않았다는 결과와 본 시험에서 보여주는 Ca함량이 SS1.0 처리구에서 높았다는 결과와는 상이한 결과를 나타내었다.

## 적 요

본 연구는 산란계에 있어 sea shell의 첨가로 소화율, 난각강도, 난각두께, 혈액내 Ca과 P 함량 및 경골내 Ca과 P 함량을 평가하고자 실시하였다. 처리구는 석회석을 7.5 % 함유한 대조구, 석회석 7 %에 sea shell 0.5 %를 첨가한 구(SS0.5) 및 석회석 6.5 %에 sea shell 1.0 %를 첨가한 구(SS1.0)로 되어 있다. 60 주령의 유색산란계(Hy-line 계통) 54 수를 공시하여 처리당 3 반복, 반복당 6 수씩 완전임의 배치하였다. 건물의 소화율에서 SS0.5 처리구와 SS1.0 처리구 사이에서는 유의적인 차이를 보였다(P<0.05). Ca과 P의 소화율에서 처리간의 유의적인 차이는 없었으나(P>0.05) SS1.0 처리구에서 대체적으로 높은 경향을 보였다. 난각두께와 난각강도의 경우 처리구간에 차이를 보이지 않았다(P>0.05). 혈청내 Ca에 있어 개시시와 종료시와의 차이를 보면 SS0.5 처리구와 SS1.0 처리구간에 오전의 Ca함량에서 유의적인 차이를 보였다(P<0.05). 하지만 오후의 경우 유의적인 차이는 보이지 않았고(P>0.05) 대조구만이 감소하는 경향을 보였다. 혈청내 P에 있어서 오전과 오후 모두 처리간 차이를 보이지 않았다. 경골내 Ca의 경우 대조구와 SS1.0 처리구간에는 유의적인 차이를 보였다(P<0.05). 하지만 각 처리구간 경골내 P의 변화에서는 차이가 없었다. 이상의 시험 결과를 보면 산란계 사료내 sea shell의 첨가는 계란의 품질을 일부 향상시킬 수 있으리라 사료된다.

(색인어: 산란계, sea shell, 석회석, 난각강도, 난각두께, 혈청 광물질)

## 인용문헌

- AOAC 1990 Official methods of analysis(15th Ed). Association of official analytical chemists. Washington DC.
- Baird TR, Reid J, Kennedy SH, Solomon SE 1980 The effect of mercury ingestion on the avian oviduct. In:

Table 5. Effects of sea shell supplementation on Ca and P levels in tibia<sup>1</sup> (%)

Items	Control	SS0.5	SS1.0	SE
Ca	24.41 <sup>b</sup>	25.45 <sup>ab</sup>	27.04 <sup>a</sup>	0.55
P	24.95	25.18	23.67	0.82

<sup>1</sup>, Means with the different superscripts in the same row differ significantly(P<0.05).

- Electron Microscopy Vol 2 pp 411 - 415. Brederoo P and De Priester W (ed).
- Betheke RM, Kennard DC, Kick CH 1929 The availability of calcium in calcium salts and minerals for bone formation in growing chicks. Poul Sci 9:45 - 50
- Brister RD, Linton SS Jr, Creger CR 1981 Effect of dietary calcium sources and particle size on laying hen performance. Poul Sci 60:2648 - 2654.
- Buckner GD, Martin JH, Peter AM 1923 Calcium metabolism in the laying hen. Kentucky Agr Exp Sta Res Bul 250.
- Dougherty JE, Gossman SS 1923 Oystershell vs limestone grit as a source of calcium for poultry. California Ann Rept 225.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1.
- Han IK, Lee KH, Lee SJ, Kang TH, Kwon K 1981 Studies on the nutritive values of various calcium supplements in laying hens diets. I. Comparative studies on the nutritive values of oyster shell, limestone and calcitic limestone. Kor J Anim Sci 23:193 - 198.
- Hodges RD 1970 Blood pH and cation levels in relation to eggshell formation. Anim Biochem Biophys 10:200 - 213.
- Kennard DC 1925 Essential minerals for chicks and laying hen. Poul Sci 4:109 - 117.
- SAS 1988 SAS/STAT<sup>®</sup> User's Guide (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Solomon SE 1975 Studies on the isthmus region of the domestic fowl. Br Poul Sci 16:225 - 258.
- Waldroup PW, Ammerman CB, Harms R.H. 1964. The Utilization by the chick of calcium from difference sources. Poul Sci 43:212 - 216.
- 육종룡 1968 성계에 대한 칼슘공급제의 종류에 따른 사료 가치비교, 한축지 10:42 - 50.