산란계 사료 내 칼슘의 수준별 첨가 급여가 생산성 및 계란 품질에 미치는 영향

강환구 · 강근호 · 김동욱 · 나재천 · 유동조 · 이상진 · 김상호
농촌진흥청 축산과학원 가금과

Effects of Feeding High and Low Ca Additive on Laying Performance and Egg Quality in Laying Hens

Hwan Ku Kang, Geun Ho Kang, Dong Wook Kim, Jae Cheon Na, Dong Jo Yu, Sang Jin Lee and Sang Ho Kim
Poultry Science Division, Livestock Resource Development, National Institute of Animal Science, RDA

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the effect of feeding limestone to high and low Ca layer diets on laying performance and eggshell quality in laying hens. Five hundred and twenty-eight HyLine brown layer allotted to six treatments consisting of high and low Ca diets. Limestone added to two kinds of basal diet with 1, 2 and 3 fold compared to conventional diet. Egg production was not different regardless Ca level and amount of added limestone in overall periods. However, the increment of egg observed in high Ca diet and added 10g limestone group during later period. Ca and limestone intake were increased as increasing feeding limestone. Eggshell strength and thickness were improved in high Ca consumption group.

It was concluded that feeding Ca sources to conventional diets was helpful improving eggshell quality and reducing feed cost per egg mass by increasing proportion of Ca intake.
(**Key words :** Ca, Laying hens, Egg quality, Egg production)

Ⅰ. 서 론

산란계는 난각을 형성하기 때문에 칼슘의 요구량이 타 축종에 비하여 매우 높다. 또한 난각은 약 98%의 calcium carbonate와 2%의 glycoprotein으로 이루어져 있기 때문에, 산란계 사료 내 충분한 양의 Ca 공급은 매우 중요하며 산란율 및 주령을 고려하여 적절하게 공급하여야 한다 (Simkiss와 Taylor, 1975). 또한, 산란계에 있어서 난각형성 및 난각질에 영향을 미치는 인자가 매우 다양하기 때문에, 여러 영향에 대해 다양한 연구가 이루어지고 있는데 이중 Ca의 경우 난각질에 가장 큰 영향을 미치는 영양적 요인 중 하나로 산란계 사료 내 Ca 공급원 및 공급수준은 난각질의 변화에 매우 중요하다 할 수 있다 (Roland, 1986). 하지만 칼슘 함량을 달리한 사료를 이원화하여 급여하기는 현실적으로 쉽지 않다. 따라서 산란계에 있어 칼슘 적정 수준에 대한 기초 자료와 급여 체계를 설정하는 것이 무엇보다 중요하며 이에 NRC (1962)는 산란계에 대한 칼슘급여수준에 관한 연구 결과를 종합하여 기존 칼슘급여 수준 2.25%를 2.75%로 높인 바 있고 1971년 개정판에서도 2.75%를 산란계에 대한 적정 칼슘공급

Corresponding author : S. H. Kim, National Institute of Animal Science, RDA.
Tel : 041-580-6709, Fax : 041-580-6719, E-mail : shkim@rda.go.kr

수준으로 정한 바 있으며 NRC (1994)에서도 사료 내 칼슘 수준을 2.71%로 정한 바 있다. 또한 Harms와 Waldroup (1961) 등도 정상적인 산란율과 난형성을 위해 칼슘은 2.75% 이상 공급해 주어야 한다고 하였다.

현재까지 난각질의 개선을 위해 패분, 탄산칼슘, 인산칼슘 및 석회석 등의 다양한 공급원을 이용한 연구가 이루어지고 있으나 난각질 내 Ca의 함량의 뚜렷한 개선효과에 대한 보고는 미흡한 실정이며 대부분이 석회석을 대체하기 위한 연구보고에 대한 부분이었을 뿐 적정 급여 수준 및 급여방법에 대한 연구는 매우 적다.

Chah (1972)는 난각형성에 필요한 칼슘은 주로 오후에 집중적으로 이루어지는데 이를 이용한 오전 무칼슘, 오후 고칼슘 사료 급여 시 산란율과 난각질이 개선되는 것으로 보고하였다. 이는 계란 형성일의 사료 섭취량은 오후 3~4시 이후에 크게 증가하는데 이것은 난각이 형성되기 시작하는 오후 3~4시 이후에 Ca 요구량이 급격히 증가하고 필요한 Ca을 섭취하기 위해 Ca이 배합된 사료의 섭취량이 증가하는 것이다. 하지만, 오전 및 오후용 사료의 교대 급여는 기술적 문제와 추가비용이 요구되기 때문에 현실적으로 어려움이 많다 (김상호 등, 2006; 이규호와 정연종, 1996a,b, 이규호와 이덕수, 1994; Lesson와 Summer, 1979).

따라서, 본 연구에서는 좀 더 실용적인 방법을 제시하고자 기초사료를 고칼슘사료와 무칼슘사료로 구분하고 칼슘 함량을 별도의 공급원으로 추가 급여함으로써 산란계 사료 내 칼슘의 적정수준 및 급여체계를 구명하고자 시험을 실시하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

본 시험은 26주령 HyLine brown 산란계 528수를 공시하였으며, 축산과학원 시험계사에서 12주간 사양시험을 실시하였다. 처리내용은 총 6처리 4반복, 반복당 22수씩 공시하였으며 사료 내 칼슘 및 무칼슘의 두 가지 수준을 기본처리로 두고 3 수준의 석회석을 각각 10, 20 그리고 30 g씩 공급해줌으로써 처리를 구분하였다.

2. 시험사료 및 사양관리

기초사료는 옥수수－대두박 위주의 가루사료 형태로 NRC (1994) 요구량을 충족하도록 대사에너지는 2,800 kcal/kg, 조단백질은 16% 수준으로 하였으며, 칼슘의 공급원으로는 석회석을 이용하였다 (Table 1). 배합사료는 자유채식하였으나 1일 섭취량에 충족하도록 급여하면서 오

Table 1. Formula and chemical composition of basal diet

Ingredients	Ordinary diet (3.7%)	Low Ca diet (0.3%)
Corn	64.00	63.80
Soybean meal (CP 44%)	16.30	16.80
Corn gluten meal (CP 60%)	4.94	1.70
Soybean Oil	0.37	0.37
Wheat bran	3.60	16.58
DL-methionine (50%)	0.07	0.11
L-lysine (80%)	0.08	0.04
Tricalciumphosphate	0.95	0.85
Limestone	8.94	－
Salts	0.25	0.25
Vit.-min. premix[1)]	0.50	0.50
SUM	100.00	100.00
Chemical composition[2)]		
ME, kcal/kg	2,801	2,803
CP, %	16.17	16.13
Lysine, %	0.766	0.767
Methionine, %	0.325	0.326
Ca, %	3.702	0.298
Non phytate P, %	0.279	0.279

[1)] Contained per kg diet : Vit. A 1,600,000 IU, Vit. D3 300,000 IU, Vit. E 800 IU, Vit. K3 132 mg, Vit. B2 1,000 mg, Vit. B12 1,200 mcg, 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, iodide 250 mg.

[2)] Calculated values.

후 3~4시 사이에 처리구 반복당 정량의 석회석을 정확히 칭량한 후 배합사료 위에 고루 뿌려 주면서 사양시험을 실시하였다. 공시계는 전 시험기간 동안 니플이 설치된 3단 케이지에서 사육하였으며 환경변이를 최소화하고자 처리반복간의 배치를 조정하였으며 점등은 17시간으로 고정하였다.

3. 생산성 및 계란품질조사

산란수와 난중은 매일 15:00시에 측정하였으며, 사료섭취량은 시험 종료시까지 2주 간격으로 조사하였다. 산란율은 hen day로 표시하였으며, 평균난중은 기형란을 제외한 정상란에 대하여 칭량하였다. 1일 산란량은 총산란율과 평균난중을 곱하여 계산하였다. 사료섭취량은 수당 섭취량으로 표시하였으며, 사료요구율은 수당 1일 사료섭취량으로 1일 산란량을 나누어 계산하였다.

시험 개시 시, 6주 그리고 12주시 반복 별 임의로 5개씩 90개를 수집하여 계란품질 조사를 실시하였다. QCM+(Technical Services and Supplies, York, England)를 이용하여 Haugh unit를 조사하였고, 난각질은 난각강도계와 난각두께측정기 (FHK, Japan)로 측정하여 나타내었다.

4. 경골조사

대사시험이 종료된 후 각 개체의 경골부위를 채취하여 근육, 지방, 인대 등을 제거하고 105℃에서 24시간 건조 후 에테르로 2일간 탈지한 후 회분, 칼슘과 인을 sequential plasma emission spectrometer (ICP-7510, SHIMADZU, Japan)을 이용하여 분석하였다.

5. 혈청 생화학 성분 분석

사양시험 도중 처리 별로 체중이 비슷한 개체를 20수를 선발하여 익하정맥에서 혈액을 채취하였다. 채취된 혈액은 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 혈청을 분리하였으며, 분석 전까지 −72℃에서 보관하였다. 혈청은 자동생화학분석기 (Cobas Mira plus, Roche, Switzerland)를 이용하여 분석을 실시하였다.

6. 통계 분석

실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계분석은 Statistical Analysis System (SAS release ver 9.1, 2002)의 General Linear Model (GLM) procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구간에 유의성은 Duncan's multiple range-test (Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 기간별 생산성

산란계 사료 내 칼슘함량을 달리 하였을 때 기간 별 생산성 및 사료섭취량의 결과는 Table 2, 3, 4에서 보는 바와 같다. Table 2에서는 시험 시작 후 6주차까지의 생산성을 나타내었다. 전체적인 총산란율은 각 처리구간 차이가 없었으며 난중은 T2 처리구에서 가장 높고 T5처리구가 가장 낮았다 ($p<0.05$). 1일산란량 및 사료섭취량에서는 처리간 유의적 차이는 나타나지 않았다.

섭취량 중 Ca 섭취량은 칼슘공급 수준별로 차이가 있었는데 같은 석회석 급여량일지라도 3.7% 칼슘구가 0.3% 칼슘구에 비하여 증가하는 것으로 나타났다 ($P<0.05$).

석회석 섭취량은 공급수준에 따라 유의적인 차이가 인정되어 Ca 0.3% + 석회석 30g 첨가구에서 가장 높게 나타났다 ($P<0.05$). 사료요구율은 칼슘 3.7% 급여구가 가장 개선되는 결과를 보였고 동일 Ca 공급수준에서 0.3% Ca 급여구가 3.7% Ca 급여구에 비하여 요구율이 높은 결과를 나타내었으며 결과적으로 6주까지의 생산성에서는 관행적인 Ca 수준의 공급에서 사료요구율이 개선되는 효과를 나타내었다($P<0.05$).

Table 3에서는 6주차 이후 종료 시까지의 생산성을 나타내었다. 산란율은 전체적으로 0.3% Ca + 석회석 10 g 첨가구인 T3 처리구에서 가장 높은 산란율을 나타내었고 ($p<0.05$), 3.7% Ca 처

Table 2. Effect of feeding differential Ca amount adjusted with limestone on laying performance and feed consumption in laying hen during first to sixth week

Ca	Ordinary diet (3.7%)			Low Ca diet (0.3%)			SEM
Limestone	0 g	10 g	30 g	10 g	20 g	30 g	
Egg production, %	99.2	99.2	97.2	98.2	98.4	99.1	0.41
Normal eggs, %	98.4	98.7	96.7	96.9	97.8	98.5	0.48
Egg weight, g	62.4^{a}	62.5^{a}	62.0^{a}	61.4^{ab}	62.0^{a}	60.5^{b}	0.21
Egg mass, g/d	61.8	62.1	60.2	60.4	61.0	60.0	0.35
Feed intake, g/d/hen	116	115	111	109	109	110	1.10
Ca, g/d/hen	4.29^{e}	8.09^{c}	10.52^{a}	4.49^{e}	6.68^{d}	9.64^{b}	0.50
Limestone, g/d/hen	4.05^{d}	8.69^{c}	14.6^{b}	9.10^{c}	14.9^{b}	23.8^{a}	0.78
Feed conversion ratio	1.86^{e}	2.00^{cd}	2.09^{b}	1.96^{d}	2.05^{bc}	2.20^{a}	0.02

C; Ca 3.7% + Limestone 0 g, T1; Ca 3.7% + Limestone 10g, T2; Ca 3.7% + Limestone 20g, T3; Ca 0.3% + Limestone 10g, T4 ; Ca 0.3% + Limestone 20g, T5; Ca 0.3% + Limestone 30 g.
[a-e] Means with different superscripts within a column differ at $p<0.05$.

Table 3. Effect of feeding differential Ca amount adjusted with limestone on laying performance and feed consumption in laying hen during seventh to twelfth week

Ca	Ordinary diet (3.7%)			Low Ca diet (0.3%)			SEM
Limestone	0 g	10 g	30 g	10 g	20 g	30 g	
Egg production, %	90.2^{bc}	92.2^{ab}	88.2^{bc}	94.2^{a}	89.4^{bc}	87.5^{c}	0.68
Normal eggs, %	89.7^{bc}	91.7^{ab}	87.9^{bc}	94.1^{a}	88.9^{b}	87.3^{c}	0.68
Egg weight, g	59.2	60.0	60.0	60.0	60.4	60.0	0.19
Egg mass, g/d	53.4^{b}	55.3^{ab}	52.9^{b}	56.6^{a}	54.2^{ab}	52.3^{b}	0.46
Feed intake, g/d/hen	92.9	93.4	92.8	94.0	91.7	88.5	0.9
Ca, g/d/hen	3.55^{d}	7.64^{b}	10.50^{a}	5.14^{c}	8.00^{b}	10.91^{a}	0.55
Limestone, g/d/hen	3.59^{d}	11.8^{c}	15.5^{b}	10.6^{c}	16.8^{b}	23.0^{a}	0.79
Feed conversion ratio	1.75^{d}	1.87^{c}	2.05^{b}	1.85^{c}	2.00^{b}	2.14^{a}	0.03

[a-d] Means with different superscripts within a column differ at $p<0.05$.

리구 사이에서는 칼슘공급수준에 의한 유의적인 차이는 없었다. 0.3% Ca 처리구 사이에서는 칼슘공급수준이 증가할수록 산란율이 감소하는 결과를 보였다 ($P<0.05$). 평균난중은 처리간 차이가 없었으며 1일산란량은 산란율과 유사한 경향을 나타내어 T3 처리구에서 56.6으로 유의적으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 칼슘섭취량은 칼슘공급수준별로 차이가 나타났는데 3.7% Ca 급여구가 0.3% Ca 급여구에 비하여 상대적으로 칼슘섭취량이 낮은 경향을 보였으며 T5 처리구인 Ca 0.3% + 석회석 30 g 첨가구와 T2 처리구인 Ca 3.7% + 석회석 30 g 첨가구에서 유의적으로 가장 높았다 ($p<0.05$). 칼슘을 제외한 섭취량은 처리간 다소 차이가 있었으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 석회석 섭취량은 3.7% Ca 급여구가 0.3% Ca 급여구에 비하여

Table 4. Effect of feeding differential Ca amount adjusted with limestone on laying performance and feed consumption in laying hen overall period

Ca	Ordinary diet (3.7%)			Low Ca diet (0.3%)			SEM
Limestone	0 g	10 g	30 g	10 g	20 g	30 g	
Egg production, %	94.7	95.7	92.7	96.2	93.9	93.3	0.72
Normal eggs, %	94.1	95.2	92.3	95.5	93.4	92.9	0.71
Egg weight, g	60.8	61.3	61.0	60.7	61.2	60.2	0.20
Egg mass, g/d	57.6	58.7	56.6	58.5	57.6	56.2	0.57
Feed intake, g/d/hen	107	104	102	101	100	99.2	1.10
Ca, g/d/hen	3.92^{d}	7.87^{b}	10.51^{a}	4.81^{c}	7.34^{b}	10.27^{a}	0.37
Limestone, g/d/hen	3.87^{d}	10.3^{c}	15.0^{b}	9.82^{c}	15.8^{b}	23.4^{a}	0.56
Feed conversion ratio	1.81^{d}	1.93^{c}	2.07^{b}	1.91^{c}	2.03^{b}	2.17^{a}	0.02

$^{a-d}$ Means with different superscripts within a column differ at p<0.05.

동일 칼슘수준에서 낮은 수준을 보였으나 (P< 0.05). 사료요구율에서는 3.7% Ca 급여구가 0.3 % Ca 급여구에 비하여 동일 Ca 섭취량에서 개선되는 경향을 나타내었다.

Table 4에서는 전체적인 사양시험 결과를 나타내었다. 산란율은 처리간 유의적인 차이가 인정되지 않았으나 석회석을 별도급여 (0.3% Ca + 석회석 10 g) 및 추가급여 (3.7% Ca + 석회석 10 g)가 산란율을 개선시키는 것으로 나타났다. 평균난중과 1일산란량은 처리간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 칼슘섭취량은 대조구인 3.7% Ca + 석회석 0 g 첨가구에서 가장 낮았으며 T4 처리구 및 T5 처리구에서 가장 높았다 (P<0.05). 칼슘을 제외한 사료섭취량은 처리구간 차이가 없었으며, 사료요구율은 3.7% Ca 급여구가 0.3% Ca 급여구에 비하여 동일 Ca 섭취량에서 개선되는 경향을 보였다.

2. 계란품질 조사

Table 5와 6에서는 계란품질 조사 결과를 나타내었다. Haugh unit은 처리간 차이가 나타나

Table 5. Effect of feeding differential Ca amount adjusted with limestone on Haugh unit and egg yolk color in laying hen

Ca	Ordinary diet (3.7%)			Low Ca diet (0.3%)			SEM
Limestone	0 g	1 0g	30 g	10 g	20 g	30 g	
Haugh unit							
4 wk	80^{b}	81.7^{ab}	81.5^{b}	79.7^{b}	77.7^{b}	78.1^{bc}	0.80
8 wk	75.2^{b}	78.9^{b}	76.4^{b}	75.4^{b}	78.7^{b}	75.5^{c}	0.80
12 wk	78^{b}	81.8^{ab}	77.7^{b}	80.6^{b}	78.6^{b}	82.6^{b}	0.70
Egg yolk color							
4 wk	8.32^{b}	8.20^{b}	8.40^{b}	7.35^{b}	7.45^{b}	7.40^{ab}	0.09
8 wk	9.28^{a}	8.63^{b}	8.60^{ab}	7.88^{a}	7.60^{ab}	7.35^{b}	0.07
12 wk	9.45^{a}	9.55^{a}	9.05^{a}	7.75^{ab}	7.95^{a}	7.85^{Ca}	0.10

$^{a-c}$ Means with different superscripts within a row differ at p<0.05.

Table 6. Effect of feeding differential Ca amount adjusted with limestone on eggshell breaking strength and eggshell thickness in laying hen

Ca	Ordinary diet (3.7%)			Low Ca diet (0.3%)			SEM
Limestone	0 g	10 g	30 g	10 g	20 g	30 g	
Eggshell breaking strength(kg/cm^2)							
4 wk	3.97^{A}	4.27^{A}	3.96^{A}	3.41^{Bb}	4.09^{A}	4.21^{A}	0.07
8 wk	3.69^{C}	4.49^{A}	4.32^{AB}	4.03^{BCa}	4.14^{AB}	4.19^{AB}	0.06
12 wk	3.95	4.05	3.97	3.92^{a}	4.02	4.08	0.07
Eggshell thickness, ㎛							
4 wk	371^{Bb}	413^{A}	412^{Ab}	368^{Bb}	410^{Ab}	413^{A}	4.50
8 wk	399^{Bab}	427^{A}	440^{Aa}	423^{Aa}	433^{Aa}	430^{A}	3.00
12 wk	410^{a}	428	423^{b}	417^{a}	423^{ab}	422	2.60

$^{A-C}$ Means with different superscripts within a column differ at $p<0.05$.
^{a,b} Means with different superscripts within a row differ at $p<0.05$.

지 않았으나, 난황색에서는 3.7% Ca 급여구가 0.3% Ca 급여구에 비하여 개선되는 결과를 보였다. 난각강도 및 난각두께는 칼슘을 관행수준대비 추가 공급하는 급여구에서 개선되는 결과를 보였는데 이는 산란계 사료 내 칼슘 수준이 증가 함에 따라 난각 내 칼슘함량이 증가하고 난각두께 역시 증가한다는 보고와 일치하였다(Pepper 등, 1959; Walter와 Aitken, 1962; Hurwitz와 Bornstein, 1963).

3. 경골 내 칼슘 및 인 함량

Table 7에서는 칼슘급여수준이 다른 사료 급여 시 난각형성에 필요한 칼슘공급에 직접적인 영향을 미치는 경골 내 칼슘과 인의 함량을 나타내었다. 전반적으로 경골 내 칼슘과 인의 함량에 있어서 3.7% Ca 급여구가 0.3% Ca 급여구에 비하여 동일수준 칼슘공급수준에 있어서 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 이는 산란계에 있어 경골 내 Inorganic P의 함량은 Ca 급원에 영향 받지 않는다는 현화진 등(1990)의 보고와 유사한 결과로 사료된다.

4. 혈청 생화학 분석

Table 8에서는 혈청 내 생화학 결과를 나타내었다. glucose는 관행수준의 칼슘을 급여한 처리구에서 석회석을 추가로 급여한 처리구보다 높은 수준을 보였다($P<0.05$). Total protein은 3.7% Ca 급여구가 0.3% Ca 급여구에 비하여 높은 수준을 보였으며 Inorganic P은 고칼슘 급

Table 7. Effect of feeding differential Ca amount adjusted with limestone tibial Ca and P contents in laying hen

Ca	Ordinary diet (3.7%)			Low Ca diet (0.3%)			SEM
Limestone	0 g	10 g	30 g	10 g	20 g	30 g	
Ca, %	18.7	18.6	18.8	18.7	17.0	18.4	0.30
P, %	8.83	8.82	8.83	8.76	7.89	8.49	0.15

$^{a-c}$ Means with different superscripts within a column differ at $p<0.05$.

Table 8. Effect of feeding differential Ca amount adjusted with limestone on serum chemicals in laying hen

Ca	Ordinary diet (3.7%)			Low Ca diet (0.3%)			SEM
Limestone	0 g	10 g	30 g	10 g	20 g	30 g	
Glucose, mg/dl	269[a]	202[b]	211[b]	258[a]	227[b]	227[b]	4.10
Total protein, mg/dl	5.70[a]	4.88[b]	5.16[ab]	4.48[b]	4.65[b]	4.65[b]	0.10
Inorganic P, mg/dl	8.18[bc]	11.59[b]	16.35[a]	10.75[b]	6.02[c]	6.02[c]	0.60

[a-c] Means with different superscripts within a column differ at $p<0.05$.

여구에서 전반적으로 높았으나 ($p<0.05$), 처리구간 비교 시 일정한 경향을 나타내지 않았다.

Ⅳ. 요 약

본 연구는 산란계에 있어 오전오후 사료 분리급여를 위한 실용적 방법을 모색하고자 고칼슘수준 (칼슘 3.7%) 사료와 저칼슘사료 (칼슘 0.3%) 2가지 기초사료에 석회석을 정확히 칭량한 후 배합사료 위에 고루 뿌려 주면서 0, 10 g 및 20 g씩을 각각 급여하여 산란생산성 및 계란품질에 미치는 효과를 구명하였다.

시험 전기간 동안 산란율, 난중 및 1일 산란량에서는 처리구간 유의적 차이는 나타나지 않았으나 시험 기간이 지나면서 칼슘 3.7% 수준에서 석회석을 10 g 추가 급여한 처리구와 무칼슘 사료에 칼슘 10 g 별도 급여 처리구에서 산란율이 개선되는 것으로 나타났다.

칼슘 및 석회석 섭취량은 공급수준이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났는데 고칼슘 급여구가 저칼슘에 비하여 다소 낮은 경향을 보였다. 난각강도 및 난각두께는 석회석을 추가 급여한 처리구에서 개선되는 것으로 나타났다.

혈액 생화학분석에서 glucose는 관행수준 칼슘급여량이 칼슘 추가 급여구에 비하여 높은 수준을 보였다 ($P<0.05$). Total protein은 고칼슘 급여구가 상대적으로 높은 수준을 보였으며 Inorganic P은 고칼슘 급여구에서 전반적으로 높았으나 ($p<0.05$), 처리구간 비교 시 일정한 경향을 나타내지는 않았다.

따라서, 결과적으로 본시험에서는 고칼슘 사료 내 석회석의 추가 급여 하였을 때 10g 정도가 적절하였으며 일정기간이 지나면서 생산성 및 계란품질에 있어 개선효과가 나타나는 것으로 알 수 있었다.

(**색인어** : 칼슘수준, 석회석, 산란율, 난각질, 산란계)

Ⅴ. 인 용 문 헌

1. Chah, CC. 1972. A study of the hen's nutrient intake as it relates to egg formation. MSc. Thesis, Univ of Guelph.
2. Dove, WF. 1935. A study of the instincts and of the causes and effects of variation in the selection of food. Amer. Naturalist 69:468-544.
3. Duncan, DB. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.
4. Harms, R. H. and Waldroup, P. W. 1961. The influence of dietary calcium level and supplementary ascorbic acid and/or dienesterol diacetate upon performance of egg production type hen. Poultry Sci. 40:1345-1348.
5. Hurwitz, S. and Bronstein, S. 1963 Effect of calcium and phosphorus in the diet of laying hens of egg production and shell quality Israel J. Agric. RES. 13:147-154.
6. Leeson, S., Summers, JD. 1979. Dietary self-selection by layers. Poultry Sci 19:417-424.
7. National Research Council. 1962. Nutrient requirements of poultry. National Academy Press, Washington, D.C.

8. National Research Council. 1971. Nutrient requirements of poultry. National Academy Press, Washington, D.C.
9. National Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry. National Academy Press, Washington, D.C.
10. Pepper. W. F., Slinger, S. J., Summers, J. D. and Ashton, G. C. 1959. On the phosphorus requirement of chickens for egg production and hatchability. Can. J. Anim. Sci. 3(39):182-192.
11. Roland, DA. Sr. 1986 Eggshell quality Ⅳ: Oystershell versus limestone and the importance of particle size or soubility of calcium source. Poultry Sci. 42:166-171.
12. SAS. institute 1996. SAS/STAT Guide Version 6.12 SAS, Institute Inc., Cary, NC.
13. Simkiss, K. and taylor, T. G. 1975. Shell formation. InPhysilogy and Biochemistry of the domestic fowl. vol. 3. Academic Press. Newyolk. NY.
14. Walter. E. D. and Aitken, J. R. 1962. Phosphorus requirement of laying hens confined to cages. Poultry Sci. 41:386-392.
15. 김상호, 이규호, 조재훈, 장병귀, 나재천, 김지혁, 강희설, 이덕수, 이상진. 2006. 산란계 칼슘 공급 체계에 관한 연구. 23차 한국가금학회 학술발표
16. 이규호, 이덕수. 1994. 난용계 산란기의 선택채식에 관한 연구. 한국가금학회지 21:41-48.
17. 이규호, 정연종. 1996a. 산란계에 대한 오전용사료와 오후용 사료의 별도급여가 산란능력과 경제성에 미치는 영향. 한국가금학회지 23(1):27-37.
18. 이규호, 정연종. 1996b. 산란계에 대한 오전용사료와 오후용 사료의 별도급여가 산란능력과 경제성에 미치는 영향. 한국가금학회지 23(1):39 46.
19. 현화진, 이봉덕, 이석휴, 지설하, 정선부, 이상진. 1990. 고온 환경하의 산란계에 대한 염화칼슘의 급여효과. 한국영양사료학회지 14(6):224-230.

(접수일자 : 2008. 8. 26. / 수정일자 : 2008. 12. 5. / 채택일자 : 2008. 12. 22.)