

## 産卵鶏에 대한 午前用 飼料와 午後用 飼料의 別途 給與가 卵殼質에 미치는 影響

李奎浩 · 鄭然鍾

江原大學校 飼料生産工學科

### Effect of Feeding Split Diets for a.m. and p.m. on Egg Shell Quality

K. H. Lee, and Y. J. Jeong

Department of Feed Science and Technology,  
Kangweon National University, Chuncheon, Korea 200-701

#### ABSTRACT

An experiment was conducted to investigate the effect of feeding split diets for a.m. and p.m. in laying hens on egg shell qualities, and to study the relationship among the methods of measuring shell quality with 480 ISA Brown layers during 32~36, 52~56 and 72~76 wk of age, respectively. A total of 1,080 eggs were collected from 6 treatment groups in every laying period and weighed individually. Egg specific gravity, egg breaking strength, shell thickness and shell percentage of eggs were measured, and then correlation coefficients( $r$ ) and regression equations were calculated.

By feeding the split diets for a.m. and p.m. differing in ME, CP, and Ca levels, and as the Ca level of the p. m. diet increased, eggshell qualities were improved( $P < 0.05$ ). The correlation coefficient values indicate that shell percentage, shell thickness and egg specific gravity are highly correlated with the egg breaking strength( $P < 0.01$ ).

(Key words : split diets, egg specific gravity, egg breaking strength, eggshell quality, correlation coefficient, regression equation.)

#### 서 론

채란 양계산업에서 난각질 불량과 난각 파손은 경제적 손실의 가장 중요한 요인이 되어 왔다. 미국에서의 연구 결과에 의하면 10%이상의 계란이 산란시부터 소비자에 이르는 과정에서 파손된다고 한다. 우리 나라에서도 정확한 통계자료는 없으나 10% 이상의 난각 파손이 있을 것으로 볼 때 파란에 의한 손실을 짐작할

수 있다. 채란 양계에서 난각의 파손은 계란 생산비가 모두 투입된 후의 손실이므로 파란을 줄이는 일은 산란율을 높이는 일보다 더 중요하며, 강한 난각질의 계란을 생산하여 파란을 줄이는 것이 수익성을 높이는 첩경이다.

산란계가 난각을 형성하기 위하여는 16시간 동안 매 시간 약 125 mg의 Ca를 사료를 통해 공급받아야 한다고 한다. 그러나 산란계는 난각이 형성되는 밤 시간에 사료 섭취를 중단하게 되므로 닭에게는 독특한 소화기

이 연구는 1995년도 한국과학재단 연구비지원에 의한 결과임.

관(소낭과 근위)과 골격이 부여되어 난각이 형성되는 동안 추가로 필요한 Ca를 공급받을 수 있도록 되어 있다고 한다(Simkiss, 1961; Taylor, 1970). 즉 소낭은 낮 시간 동안 섭취된 사료와 Ca를 저장하여 밤 시간 동안 서서히 하부 소화기관으로 내려 보낸다고 한다. 이와 같은 소낭의 중요성은 산란계에서 소낭을 제거했을 때 정상적인 닭과 같은 난각질을 유지할 수 없었다는 Voitle 등(1974)과 Stonerock 등(1975)의 연구 결과로 증명된 바 있다.

그러나 비록 닭이 독특한 소화기관과 골격 구조를 가지고 있어서 요구량에 따라 Ca의 섭취와 흡수를 조절할 수 있다고 하더라도, 1970년대 초기의 몇몇 학자들(Scott 등, 1971; Roland 등, 1973)은 산란계는 밤 시간 동안에 Ca 결핍 상태가 되어 최고의 난각질을 얻는데 저해 요소가 된다고 믿었다. Roland 등 (1973)의 시험결과에 의하면 산란계에서 소낭이 사료와 Ca를 일시적으로 저장할 수 있기는 하나, 난각이 형성되는 동안 일정한 양의 Ca를 지속적으로 공급할 수 없다고 하였다. 한편 Lennards 와 Roland(1981)은 난각형성에 있어서 뼈의 역할을 이해하기 위하여 2~3일분의 Ca를 하루에 모두 급여하고, 다음 1~2일간 Ca결핍 사료를 급여할 때 정상적인 난각질을 유지하기 위한 충분한 양의 Ca이 뼈에 저장, 이용될 수 있는지의 여부를 알아보기 위하여 실험을 실시하였다. 이 실험에서 대조구는 3.4% Ca 사료를 매일 급여하고, 시험 1구는 6.4%와 0.4% Ca 사료를 매일 교체 급여하였으며, 시험 2구는 9.4% Ca 사료를 1일간 급여한 후 0.4% Ca사료를 2일간 급여하는 것을 12일간 계속하여 3개구가 1일 평균치로 볼 때 모두 3.4%의 Ca사료를 섭취하게 했다. 그 결과 2~3일분의 Ca를 1일에 모두 급여한 구는 3.4%의 정상적인 Ca사료를 매일 섭취한 대조구에 비하여 정상적인 난각중량, 계란비중 등 난각질을 유지할 수 없었으며, 특히 Ca이 결핍된 사료(0.4% Ca 사료)를 섭취하는 날에는 사료섭취량이 증가하는 경향을 보였다. 즉 이상의 결과는 산란계는 골격 중의 Ca 만으로는 단 하루도 정상적인 난각형성을 할 수 없음을 보여준다고 하겠다.

이상에서 살펴본 바와 같이 산란계가 난각을 형성하는데는 Ca를 매일 급여하는 것이 중요하다. 한편 1일 중 어떤 시간에 Ca를 급여하면 더욱 유리할 것인가를

알아보기 위하여 Lennards와 Roland (1981)이 실험을 실시하였는데, 대조구는 3.4%의 정상적인 Ca사료를 매일 06:00~20:00 사이에 급여하였으며, 시험 1구와 시험 2구는 0.4%의 Ca 결핍 사료를 같은 시간 내에 급여하되, 각각 08:00와 16:00에 Ca 3g을 강제 투여하여 1일 Ca 섭취량을 모두 갖게 하였다. 이 결과 Ca 결핍사료를 급여한 산란계에 08:00에 3g의 Ca를 투여하였을 때는 대조구에 비하여 사료 섭취량이 감소하고 난각중량 및 계란 비중도 감소하였으나, 같은 양의 Ca를 16:00에 투여하였을 때는 사료 섭취량이나 난각질에서 모두 대조구에 비해 떨어지지 않았다. 즉 산란계의 난각형성을 위하여는 Ca의 섭취시간이 중요하며 午前보다는 오후에 섭취하는 것이 유리하다고 할 수 있다.

이러한 사실은 Chah (1972), 이규호와 이상진(1986), 이규호와 이덕수(1994) 등의 산란계 선택채식 시험에 의한 시간대별 Ca 섭취량 조사에서 1일 Ca 섭취량의 대부분이 15:00~16:00 이후에 집중됨으로서 입증되고 있다. 즉 산란계의 Ca 요구량은 난각이 형성되기 시작하는 15:00~16:00 이후에 집중되고 있으나, 일정한 Ca 수준의 단일 배합사료를 급여하는 현재의 산란계 사양형태에서는 1일 중 Ca 요구량의 주기적인 변화에 효과적으로 대처할 수 없으며, Ca 요구량이 거의 없는 오전과 Ca 요구량이 크게 증가하는 오후에 영양수준이 다른 별도의 사료를 급여하는 것이 효과적이라 생각된다. 본 연구는 산란계에 대한 고에너지고 단백질-저Ca의 오전용 사료와 저에너지-저단백질고 Ca의 오후용 사료의 별도 급여가 난각질에 미치는 영향을 규명하고자 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험동물 및 기간

본 시험에는 '이사브라운' 갈색산란계 480수를 반복 당 20수씩 6처리 4반복으로 완전임의 배치하였으며, 30~36주령과 50~56주령 및 70~76주령에 각각 2주간의 예비시험과 4주간의 본시험을 실시하였다.

### 2. 시험설계 및 사료

Table 1에서 보는 바와 같이 대조구(C)는 오전과

**Table 1.** ME, CP, and Ca levels of experimental diets

Treatment	a.m. diets			p.m. diets		
	ME, kcal /kg	CP,%	Ca,%	ME, kcal /kg	CP,%	Ca,%
C	2,700	16.0	3.5	2,700	16.0	3.5
T <sub>1</sub>	2,810	16.5	2.0	2,590	15.5	5.0
T <sub>2</sub>	2,920	17.0	0.5	2,480	15.0	6.5
T <sub>3</sub>	2,920	17.0	0.5	2,370	14.5	8.0
T <sub>4</sub>	2,920	17.0	0.5	2,260	14.0	9.5
T <sub>5</sub>	2,920	17.0	0.5	2,150	13.5	11.0

**Table 2.** Formula and chemical composition of experimental diets

	a.m. diets			p.m. diets					
	C	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> -T <sub>5</sub>	C	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Ingredients(%):									
Yellow corn	60.80	63.40	66.00	60.80	58.24	55.68	53.12	50.56	48.00
Wheat bran	12.55	14.35	16.15	12.55	10.77	8.99	7.21	5.43	3.65
Fish meal(60%)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Soybean meal(45%)	5.60	5.60	5.60	5.60	5.54	5.48	5.42	5.36	5.30
Corn gluten meal(60%)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Limestone	8.80	4.40	—	8.80	13.20	17.60	22.00	26.40	30.80
Tricalcium phosphate	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Lysine(98%)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Choline chloride	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Vit.-min. mix <sup>1</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition <sup>2</sup> :									
ME, kcal /kg	2706	2816	2926	2706	2596	2486	2376	2266	2156
CP, %	16.12	16.61	17.09	16.12	15.62	15.11	14.61	14.10	13.60
Ca, %	3.50	2.01	0.52	3.50	4.99	6.48	7.98	9.47	10.96
P, %	0.61	0.64	0.66	0.61	0.58	0.56	0.53	0.51	0.48
Methionine, %	0.37	0.38	0.39	0.37	0.36	0.35	0.35	0.34	0.33
Lysine, %	0.73	0.75	0.76	0.73	0.71	0.69	0.68	0.66	0.64
Feed cost, won /kg	153.2	157.5	161.9	153.2	148.8	144.5	140.1	135.7	131.3

<sup>1</sup> Contained per kg: vit. A, 8,000,000IU; vit. D<sub>3</sub>, 1,600,000IU; vit. E, 1,000mg; vit. K<sub>3</sub>, 2,200mg; vit. B<sub>1</sub>, 400mg; vit. B<sub>2</sub>, 3,800mg; niacin, 16,000mg; pantothenic acid, 7,600mg; biotin, 80mg; folic acid, 130mg; vit. B<sub>6</sub>, 2,060mg; vit. B<sub>12</sub>, 9,600 $\mu$ g; Ca, 12,000mg; Fe, 40,000mg; Zn, 45,000mg; Mn, 50,000mg; Se, 150mg; Co, 450mg; I, 1,000mg.

<sup>2</sup> Calculated values.

오후에 동일한 배합사료를 급여하고, 시험구(T<sub>1</sub>~T<sub>5</sub>) 들은 오전과 오후에 에너지와 단백질 및 Ca함량이 서

로 다른 전용사료를 급여하였다. 처리별 오전사료와 오후사료의 ME, CP 및 Ca의 수준은 Table 1과 같으

며, 본 시험에 사용된 시험사료의 사료배합율과 영양 성분 계산치는 다음 Table 2에서 보는 바와 같다.

### 3. 공시축 사양관리

공시 산란계는 cage에 수용하고 04:00부터 21:00 까지 17시간 고정점등 하였으며, 오전사료와 오후사료는 13:00~14:00와 20:00~21:00 사이에 교체 급여 하였다. 처리별 오전사료와 오후사료는 각각 자유채식 시키고 별도로 섭취량을 조사하였으며, 물도 자유로이 마시도록 하였고, 기타 사양관리는 시험농장의 관행 사양관리 방법에 준하였다.

### 4. 조사 항목과 조사 방법

본 시험의 각 처리에서 생산된 계란의 난각질을 비교 평가하기 위하여, 36주령과 56주령 및 76주령에 각각 처리별로 60개씩 총 1080개의 계란을 채취하여 일정기간 냉장실에 보관한 후 다음과 같은 방법으로 난각질을 조사하였다.

#### 1) 난 중

32주령과 56주령 및 72주령에 각각 처리당 60개씩 6 처리구에서 360개의 계란을 무작위로 추출하여 각각의 계란에 번호를 부여하고 1개씩 별도로 난중을 측정 하였다. 그리고 성적정리를 위해 처리당 60개의 계란을 다시 10개씩 6 반복으로 나누어 각 반복별로 평균 난중을 계산하였으며, 난중에 대한 난각중량의 비율 계산에 이용하였다.

#### 2) 계란비중

계란비중 측정에 이용된 NaCl용액은 순도 99.5%의 시약용 NaCl을 20 L의 물에 각각 1,442 g, 1,764 g, 2,096 g, 2,436 g 및 2,790 g의 비율로 용해시켜 비중 1.050, 1.060, 1.070, 1.080 및 1.090의 용액을 제조하였으며, 비중계를 이용하여 비중을 측정하고 물과 NaCl을 추가로 첨가하여 정확하게 비중을 조정하였다. 계란의 비중 측정은 10개씩 6반복으로 나눈 계란을 10개씩 비중이 낮은 NaCl용액으로부터 차례로 담그어 계란이 뜰 때의 NaCl 용액의 비중을 계란의 비중으로 기록하고, 반복당 10개의 계란 비중 측정치를 평균하여 반복별 비중을 계산하였다.

#### 3) 난각 강도

계란비중을 측정한 후 계란을 1개씩 FN 597 유압식 난각 강도계(0~6kg/cm<sup>2</sup>)을 이용하여, 계란의 중단부를 위로하여 수직으로 고정하고 압력을 가하여 난각이 파괴되는 순간의 압력을 측정하였다.

#### 4) 난각 후도

난각 강도계에 의해 난각 강도를 측정한 후 깨어진 계란을 이등분하여 내용물을 제거한 뒤, 계란의 적도 부분에서 난각 파편을 채취하여 FN 595 난각 후도계(0.01~10mm)를 이용하여 후도를 측정하였다.

#### 5) 난각 중량 및 비율

계란의 내용물을 제거한 후 난각막을 제거하지 않은 상태로 실내에서 충분히 건조한 후, 계란 1개별 난각 중량을 칭량하고 난중에 대한 난각 중량의 백분율을 계산하였다.

#### 6) 시험성적의 통계처리 및 난각질 조사항목간의 상호관계

처리별 난각질 조사 결과의 통계처리는 SAS®(SAS Institute, 1992)의 GLM Procedure에 의해 5%수준에서의 유의성 검정을 하였고, Duncan(1955)의 다중검정방법에 의해 평균치간 유의성 검정을 하였다.

각 산란기별로 360개의 계란을 수집하여 조사된 각 조사 항목별 자료는 SAS®(SAS Institute, 1992)의 프로그램인 Proc stepwise를 이용하여 계란비중, 난각강도, 난각후도 및 난각비를 상호간의 상관관계수(correlation coefficient, r)를 계산하였으며, 또한 난각강도를 종속변수로 하고 기타 조사항목을 독립변수로 하였을 때의 단순회귀방정식과 다중회귀방정식을 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 계란 비중, 난각 강도, 난각 후도 및 난각 비율

산란초기(32~36주령)와 산란중기(52~56주령) 및 산란말기(72~76주령)에 각각 4주간 고에너지-고단백

질-저Ca의 오전사료와 저에너지-저단백질-고Ca의 오후사료를 별도로 급여하고, 36주령과 56주령 및 76주령에 각각 처리별로 60개의 계란을 수집하여 계란 비중과 난각 강도, 난각 후도 및 난중에 대한 난각 중량의 비율을 조사한 결과는 Table 3, Table 4, Table 5 및 Table 6과 같다.

각 산란기마다 처리별로 60개의 계란을 10개씩 6반복으로 나누고, 1개 반복(10개)씩 비중 1.050, 1.060, 1.070, 1.080, 1.090의 식염수에 차례로 담그어 계란이 뜰 때의 식염수 비중을 계란의 비중으로 기록하는 방법으로 10개의 비중을 조사하고 평균하여 반복별 비중을 계산하였으며, 6개 반복별 비중을 다시 평균하여 처리별 비중을 계산한 결과는 Table 3과 같다. 즉 계란의 비중은 산란계의 나이가 많을 수록 감소하는 경향을 보였으며, 각 산란기에서 모두 오전사료와 오후사료를 별도로 급여한 시험구들이 단일 사료를 급여한 대조구보다 계란 비중이 높아지는 경향이었고, 오후사료의 Ca 수준이 높아질수록 계란 비중은 증가하는 경

향을 보였다( $P < 0.05$ ).

계란비중 측정이 끝난 후, 유압식 난각강도계에 계란의 둔단을 위로 가게 수직으로 고정하고 압력을 가하여 난각이 파괴되는 순간의 압력( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )을 측정 한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 계란의 난각 강도도 계란 비중에서와 같이 산란계의 주령이 경과할 수록 현저히 약화되는 경향이였으며, 오후사료의 Ca 수준이 증가할수록 난각 강도가 증가하는 경향을 보였다( $P < 0.05$ ).

난각 강도 측정이 끝난 후 계란의 적도부분에서 난각파편을 채취하여 난각의 두께( $\mu\text{m}$ )를 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 계란의 난각 후도도 계란 비중이나 난각 강도와 같이 산란계의 나이가 많아질 수록 낮아지는 경향을 보였으며, 오전사료와 오후사료를 별도로 급여함으로써 대조구보다 두꺼워졌다. 또한 오후사료의 Ca 수준이 증가함에 따라 두꺼워지는 경향을 보였다( $P < 0.05$ ).

난각강도를 측정 한 후, 계란의 내용물만 제거하고

**Table 3.** Effect of split diets for a.m. and p.m on egg specific gravity

Treatment	Laying period(wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	1.0847 ± .004 <sup>1c</sup>	1.0795 ± .001 <sup>b</sup>	1.0777 ± .006 <sup>c</sup>	1.0806 ± .002 <sup>d</sup>
T <sub>1</sub>	1.0848 ± .002 <sup>c</sup>	1.0803 ± .002 <sup>b</sup>	1.0793 ± .008 <sup>bc</sup>	1.0815 ± .003 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub>	1.0858 ± .003 <sup>b</sup>	1.0837 ± .002 <sup>a</sup>	1.0815 ± .003 <sup>ab</sup>	1.0836 ± .002 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	1.0858 ± .006 <sup>b</sup>	1.0855 ± .003 <sup>a</sup>	1.0847 ± .003 <sup>ab</sup>	1.0853 ± .003 <sup>ab</sup>
T <sub>4</sub>	1.0863 ± .003 <sup>ab</sup>	1.0857 ± .003 <sup>a</sup>	1.0852 ± .003 <sup>ab</sup>	1.0857 ± .002 <sup>ab</sup>
T <sub>5</sub>	1.0867 ± .003 <sup>a</sup>	1.0863 ± .003 <sup>a</sup>	1.0855 ± .002 <sup>a</sup>	1.0862 ± .001 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Values(mean ± SD) with different superscripts in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

**Table 4.** The effect of split diets for a.m. and p.m. on egg breaking strength( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

Treatment	Laying period(weeks of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	3.539 ± .097 <sup>1</sup>	3.310 ± .386	3.160 ± .200	3.336 ± .136 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub>	3.565 ± .355	3.417 ± .223	3.243 ± .413	3.408 ± .276 <sup>bc</sup>
T <sub>2</sub>	3.648 ± .409	3.560 ± .373	3.348 ± .352	3.519 ± .225 <sup>abc</sup>
T <sub>3</sub>	3.696 ± .216	3.560 ± .157	3.448 ± .236	3.568 ± .105 <sup>ab</sup>
T <sub>4</sub>	3.823 ± .162	3.680 ± .435	3.493 ± .152	3.666 ± .171 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	3.887 ± .266	3.570 ± .179	3.505 ± .150	3.654 ± .074 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Means ± SD with different superscripts in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

**Table 5.** The effect of split diets for a.m. and p.m. on egg shell thickness ( $\mu\text{m}$ )

Treatment	Laying period (wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	368.1 $\pm$ 15.9 <sup>1b</sup>	355.3 $\pm$ 6.79 <sup>b</sup>	349.5 $\pm$ 13.5	357.6 $\pm$ 4.66 <sup>b</sup>
T <sub>1</sub>	374.5 $\pm$ 9.81 <sup>ab</sup>	366.5 $\pm$ 6.36 <sup>ab</sup>	357.0 $\pm$ 19.7	366.0 $\pm$ 7.09 <sup>ab</sup>
T <sub>2</sub>	375.3 $\pm$ 10.3 <sup>ab</sup>	369.2 $\pm$ 13.7 <sup>ab</sup>	359.2 $\pm$ 13.7	367.9 $\pm$ 9.90 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	377.5 $\pm$ 12.8 <sup>ab</sup>	364.7 $\pm$ 14.6 <sup>ab</sup>	361.7 $\pm$ 11.4	368.0 $\pm$ 8.14 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	378.8 $\pm$ 8.67 <sup>ab</sup>	371.8 $\pm$ 13.3 <sup>a</sup>	364.0 $\pm$ 21.3	371.5 $\pm$ 5.25 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	383.0 $\pm$ 5.80 <sup>a</sup>	374.9 $\pm$ 15.2 <sup>a</sup>	366.0 $\pm$ 8.85	374.6 $\pm$ 6.16 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Means  $\pm$  SD with different superscripts in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

**Table 6.** The effect of split diets for a.m. and p.m. on shell percentage (%)

Treatment	Laying period (wk of age)			Mean
	32~36	52~56	72~76	
C	9.680 $\pm$ 0.27 <sup>1c</sup>	9.512 $\pm$ 0.16 <sup>b</sup>	9.320 $\pm$ 0.40 <sup>b</sup>	9.486 $\pm$ 0.15 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub>	9.839 $\pm$ 0.51 <sup>b</sup>	9.632 $\pm$ 0.18 <sup>ab</sup>	9.372 $\pm$ 0.34 <sup>ab</sup>	9.616 $\pm$ 0.23 <sup>bc</sup>
T <sub>2</sub>	9.901 $\pm$ 0.37 <sup>ab</sup>	9.766 $\pm$ 0.43 <sup>ab</sup>	9.498 $\pm$ 0.42 <sup>ab</sup>	9.710 $\pm$ 0.27 <sup>abc</sup>
T <sub>3</sub>	10.06 $\pm$ 0.25 <sup>ab</sup>	9.874 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>	9.627 $\pm$ 0.33 <sup>ab</sup>	9.830 $\pm$ 0.20 <sup>ab</sup>
T <sub>4</sub>	10.12 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	9.810 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	9.632 $\pm$ 0.21 <sup>ab</sup>	9.810 $\pm$ 0.23 <sup>ab</sup>
T <sub>5</sub>	10.12 $\pm$ 0.23 <sup>a</sup>	9.890 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>	9.79 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>	9.907 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Means  $\pm$  SD with different superscripts in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

난각막은 제거하지 않은 상태로 실내에서 충분히 건조한 후 칭량하고, 난중에 대한 난각중량의 백분율을 계산한 결과도 Table 6에서 보는 바와 같다. 그 결과 산란계의 주령이 경과함에 따라 감소하는 경향이었고, 단일 사료를 급여한 대조구에 비해 오전사료와 오후사료를 별도 급여함으로써 증가하고, 또한 오후사료의 Ca 수준이 높아질수록 증가하는 경향이었던 ( $P < 0.05$ ).

이상에서 산란계에게 고에너지-고단백질-저Ca의 오전사료와 저에너지-저단백질-고Ca의 오후사료를 별도로 급여한 결과, 오전과 오후에 동일한 배합사료를 급여했을 때보다 계란 비중, 난각 강도, 난각 후도 및 난각 비율 등 난각질이 모두 향상된 것은 Ca요구량이 거의 없는 오전에는 저Ca사료를 급여하고 난각 형성이 시작되면서 Ca 요구량이 급격히 증가하는 오후에 충분한 Ca를 공급함으로써 얻어진 결과라 생각된다. 이러한 결과는 Lennards 와 Roland(1981)가 산란계에게 0.4%의 Ca 결핍 사료를 급여하면서 08:00시와 16:00시에 각각 3 g의 Ca를 강제 투여한 결과, 08:00

에 Ca를 투여한 구는 대조구에 비하여 난각질이 낮았으나, 16:00에 Ca를 투여한 구는 난각질이 떨어지지 않았다는 보고와 비교할 때, Ca를 오후에 공급하는 것이 유리하다는 점에서는 비슷하나, 정상적인 배합사료를 급여한 대조구보다 난각질이 개선된 것은 다른 결과였다.

## 2. 난각질 조사항목들 간의 상호관계

본 시험에서 조사된 계란의 비중, 난각 강도, 난각 후도 및 난각 비율 등 난각질 측정치들 간의 상관계수 ( $r$ )을 계산한 결과는 Table 7과 같다. 즉 각 측정치들 간에는 고도의 유의적인 상관관계가 있었으며 ( $P < 0.01$ ), 난각강도와 난각비율간의 상관계수가  $r=0.90$ 으로 가장 높았고, 난각강도와 난각후도 간에는  $r=0.89$ , 난각강도와 계란비중간에는  $r=0.84$ 로 비교적 상관도가 높았다. Abdallah 등(1993)은 난각 파손율과 난각비율간에  $r=-0.94$ 로 가장 상관도가 높았고, 난각파손율과 계란비중간에도  $r=-0.89$ 로 상관도가 높았으며, 계란비중과 난각비율간에도  $r=0.84$ 로 비교적 상

**Table 7.** Correlation coefficient(r) between egg specific gravity(ESG), egg breaking strength(EBS), shell thickness(ST) and shell percentage(SP) of eggs

	EBS	ST	SP
ESG	0.84**	0.79**	0.87**
EBS		0.89**	0.90**
ST			0.84**

\*\* Significant at 1% level of probability.

관도가 높다고 하였다.

한편 난각질 조사항목 중 계란의 파손과 가장 직접적인 관련이 있는 것으로 생각되는 난각 강도를 종속 변수(Y)로 두고 나머지 조사항목들인 계란 비중, 난각 후도 및 난각 비율을 각각 독립변수(X)로 두어 단순회귀 방정식을 구한 결과는 Table 8과 같다. 즉 난각 강도 (Y)와 계란 비중(X)과의 회귀방정식은  $Y=44.496X-44.792$ 로써 계란 비중이 0.01이 증가할 때, 난각 강도는 0.445 kg/cm<sup>2</sup>가 증가하고, 난각 강도 (Y)와 난각 후도(X)와의 회귀방정식은  $Y=0.0167X-2.555$ 로써 난각 후도가 1 μm 증가할 때 난각 강도는 0.0167 kg/cm<sup>2</sup>가 증가하며, 난각 강도(Y)와 난

**Table 8.** Simple regression equation between egg breaking strength and egg specific gravity, shell thickness, shell percentage of eggs

Regression equation	SE	r <sup>2</sup>	P
• shell breaking strength on egg specific gravity $Y=44.496X-44.792$	5.446	0.6970**	0.01
• shell breaking strength on shell thickness $Y=0.0167X-2.555$	0.519	0.7932**	0.01
• shell breaking strength on shell percentage $Y=0.728X-3.581$	0.588	0.8044**	0.01

\*\* Significant at 1% level of probability.

**Table 9.** Multiple regression equation between egg breaking strength(Y<sub>b</sub>, X<sub>b</sub>), egg specific gravity(Y<sub>s</sub>, X<sub>s</sub>), shell thickness(Y<sub>t</sub>, X<sub>t</sub>) and shell percentage(Y<sub>p</sub>, X<sub>p</sub>) of eggs

Regression equation	R <sup>2</sup>	P
• egg breaking strength on egg specific gravity, shell thickness and shell percentage $Y_b=391.271-1.004X_p-0.999X_s-1.000X_t$	0.995**	0.01
• egg specific gravity on shell breaking strength, shell thickness and shell percentage $Y_s=390.412-0.997X_t-0.994X_b-1.001X_p$	0.995**	0.01
• shell thickness on shell breaking strength, egg specific gravity and shell percentage $Y_t=390.045-0.996X_s-0.993X_b-1.000X_p$	0.995**	0.01
• shell percentage on shell breaking strength, egg specific gravity and shell thickness $Y_p=372.529-0.989X_b-0.996X_s-0.996X_t$	0.995**	0.01

\*\* Significant at 1% level of probability.

각후도(X)와의 회귀방정식은  $Y=0.728X-3.581$ 로써 난각 비율이 1% 증가할 때 난각 강도는 0.728 kg/cm<sup>2</sup>가 증가하는 것으로 추정할 수 있다. 이 때 난각 강도와 난각 비율간의 결정계수가  $r^2=0.804$ 로 가장 높았고( $P<0.01$ ), 난각 강도와 계란 비중 간의 결정계수가  $r^2=0.697$ 로 가장 낮았다. ( $P<0.01$ )

또한 난각 강도, 계란 비중, 난각 두께, 난각 비율을 각각 차례로 종속변수( $Y_b, Y_s, Y_t, Y_p$ )로 두고, 나머지 3가지 난각질 조사항목을 모두 독립변수( $X_b, X_s, X_t, X_p$ )로 둘 때 이들 조사항목간의 다중회귀방정식을 구한 결과는 Table 9 와 같다. 즉 단순회귀방정식에 비해 다중회귀방정식에서 결정계수( $R^2$ )의 값이 훨씬 높았으므로 난각질 조사항목간에 상관계수가 높기는 하나, 난각질을 평가할 때는 어떤 한가지 방법에 의하기보다는 가능한 여러 가지 방법으로 난각질을 조사하여 평가하는 것이 더 정확한 평가라 할 수 있다.

## 적 요

산란기에 대한 오전사료와 오후사료의 별도 급여가 계란의 난각질에 미치는 영향을 조사하고, 난각질 조사항목 상호간의 관계를 조사하기 위해 ISA Brown 갈색산란계 480수를 공시하여 32~36주령과 52~56주령 및 72~76주령에 각각 4주간 사양시험을 실시하였다. 각 산란기별로 처리당 60개씩 모두 1,080개의 계란을 수집하여 난각질을 조사하고 난각질 조사항목 상호간의 관계를 연구한 결과는 다음과 같다.

1. 계란의 비중, 난각 강도, 난각 후도 및 난각 비율 등은 모두 오전사료 와 오후사료를 별도급여한 시 험구들( $T_1-T_5$ )이 대조구(C)에 비해 향상되었으며( $P<0.05$ ), 오후사료의 Ca 수준이 증가할수록 향상되는 경향이였다( $P<0.05$ ).
2. 난각질 조사항목간의 상관계수( $r$ )는 0.79~0.90으로 모두 고도의 유의적인 상관관계가 있었다( $P<0.01$ ).
3. 난각질 조사방법간의 관계를 조사하기 위해 단순 회귀방정식과 다중회귀방정식을 구하였다.

(색인 : 오전 오후 별도 사료, 계란 비중, 난각질, 상관계수, 회귀방정식)

## 인용문헌

- Chah CC 1972 A study of the hens nutrient intake as it relates to egg formation, MSc. Thesis, Univ. Guelph.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- Lennards RM, Roland DA Sr. 1981 The influence of time of dietary calcium intake on shell quality. *Poultry Sci* 60:2106.
- Roland DA Sr, Sloan DR, Harms RH 1973 Calcium metabolism in the laying hen. 4. The calcium status of the hen at night. *Poultry Sci* 52:351.
- SAS Institute 1992 SAS User's Guide : Statistics, Ver 5 ed. SAS Inst Inc, Cary, NC.
- Scott ML, Hull SJ, Mullenhoff PA 1971 The calcium requirement of laying hens and effect of dietary oyster shell upon egg shell quality. *Poultry Sci* 50:1055.
- Simkiss K 1961 Calcium metabolism and avian reproduction. *Biol Rev* 36:321.
- Taylor TG 1970 How an eggshell is made. *Scientific Amer* 222:88.
- Stonerock RH, Roland DA Sr, Voitle RA 1975 The effect of cropectomy on skeletal reproductive and physiological characteristics of laying hen. *Poultry Sci* 54:288.
- Voitle RA, Roland DA Sr, Harms RH 1974 A rapid and effective technique for cropectomy in mature or nearly mature chickens. *Poultry Sci* 53:1247.
- 이규호, 이덕수 1994 난용계 산란기의 선택채식에 관한 연구. *한국가금학회지* 21:41-48.