

# 해조분의 첨가가 산란계의 생산성 및 칼슘·인의 배설량 저감에 미치는 영향<sup>1)</sup>

김동균·박정래\*·정인학\*  
상지대학교 응용동물과학부

## Effect of Seaweeds Addition to Layer's Ration on Egg Productivity and Reduction of Calcium·Phosphorus Excretion

Kim, D. K., J. R. Park\* and I. H. Jeong\*

Division of Applied Animal Science, Sangji University Wonju, Korea 220-702

### Summary

Over-grown seaweeds in Donghae(east sea of Korea peninsula) may impeded ocean environment, however, they can be a good nutrient resources for poultry feeds if they are utilized properly. In this study, seaweeds powder were tested for laying hens' ration to investigate the effects on egg production rete, egg quality and calcium phosphorus excretion. One hundred 65wks-old brown layers were fed for 5 weeks allotted with seaweeds powder addition to experimental diet by 0(control), 0.5, 1.0 and 2.0%, respectively, and obtained following results;

1. Seaweeds proved a mid-protein low-energy feed resources with plenty of K, Na, Ca, Mg, Sr and Fe.
2. Seaweeds addition by 0.5% and 1.0% improved egg production rate and egg-mass output markedly( $p<0.05$ ) than control. Seaweeds addition did not alter cholesterol level of yolk and yolk index, however egg shell thickness showed increasing trend by increasing seaweeds addition level.
3. Protein absorption and digestibility in seaweed addition treatments were significantly higher( $p<0.05$ ) than control group and protein contents of excreta in 0.5% and 1.0% treatments were reduced( $p<0.05$ ), which suggests effective protein metabolism for egg production. Increasing seaweeds addition reduces Ca and P contents in rectum and excreta, suggesting Ca and P utilization improvement in laying hens and lessening soil pollution.
4. In conclusion, seaweeds addition in layers' diet by 1.0% level improves egg-mass production and might be egg quality by increasing metabolism of protein, calcium and phosphorus,

(Key words : Seaweeds addition, Layer ration, Egg productivity, Ca and P utilization)

<sup>1)</sup> 본 연구는 한국과학재단 지정 강릉대학교 동해안해양생물자원연구센터의 연구비 지원에 의하여 수행 되었으며 "동해안 해조종의 칼슘 검색 및 그 유효이용방법에 관한 연구"의 일부임.

\* 강릉대학교 해양생명공학부(Faculty of marine bioscience and technology, Kangnung Univ.)

## 서 론

## 재료 및 방법

동해안에는 식용해조 이외에도 사람이 이용하기 곤란한 해조들이 다량 발생하여 해양 환경의 오염요인이 되고 있으나 이들을 적절히 활용할 경우 해양환경의 개선효과와 농어민의 소득증대효과를 동시에 기할 수 있을 것이다.

해조를 닭에게 급여할 때 산란율과 난질을 향상시킨다는 속설이 있어 왔으나 구체적인 연구사례는 없었다. 닭은 산란을 위하여 매일 3.6g~4.8g의 칼슘을 섭취하여야 하며, 시간당 최소한 100mg의 칼슘을 축적하여야 한다(Scott, 1982). 따라서 산란계 사료는 다른 어떠한 동물의 사료보다 칼슘의 권장량이 높게 설정되어 있다. NRC(1994) 사양표준은 산란계에 대한 칼슘의 권장량을 3.25%로 설정하였으나 이 수준은 사료섭취량이 적은 닭의 경우 불충분하다고 알려졌다(Scott, 1982, BASF, 1989). 칼슘이 부족할 경우, 난각의 형성이 부실하여 연란의 생산과 함께 파란율이 증가한다. 만일 식란의 파란율을 2%만 감소시키더라도 국가적으로는 연간 100억원 이상의 수익이 발생하게 되므로 해조를 이용하여 산란율을 증가시키거나 난질을 개선시킬 수 있다면 해조 과잉발생으로 인한 해양오염문제를 해결함과 동시에 국내의 양계농가에 큰 이익을 가져올 수 있다. 또한, 해조분의 사료 자원적 효과가 입증될 경우 향후 해조분의 활용범위도 증대될 수 있을 것이다.

본 연구는 해조의 칼슘 함유 건강보조식품 개발의 일환으로 산란계에서의 칼슘흡수 촉진효과를 시험하고 해조분이 산란율 및 계란의 품질에 미치는 영향을 구명하여 해조가 기능성 식품의 생산에 활용될 수 있는지를 시험하기 위하여 실시하였다.

## 1. 공시동물 및 시험설계

먼저 해조의 첨가가 닭의 생산성에 영향을 미칠지의 여부를 확인할 목적으로 산란 중기의 산란계 20수를 공시하여 해조의 관행적 첨가수준인 1.0%를 첨가한 조건에서 switch-over method를 이용하여 1개월간 예비시험(10일 무처리 사료 급여 + 10일 해조 첨가사료 적응기간 + 10일 시험사료 급여성적 측정)을 실시하였던 바 해조 첨가구에서 산란율, 난중 및 난각 두께가 증가하였고 난황 및 난백 계수가 개선되는 점을 확인한 후 이 수준을 전후한 첨가수준을 처리구로 하여 본시험을 설계하였다.

해조가 산란계의 생산능력과 계란의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 산란 말기에 접어든 65주령의 갈색 산란계(Hiline Brown®) 100수를 5주간 공시하여 사양시험을 실시하였다. 산란 후기의 닭을 대상으로 선택한 이유는, 산란초기의 닭은 생산생리가 왕성하여 처리간 난질의 구별이 어려운 반면 닭의 연령이 증가할수록 Ca 축적능력이 저하되어 생산량과 난질의 차이를 정확히 반영할 수 있기 때문이다.

공시사료로는 NRC사양표준(1994)의 영양소 요구량에 가장 근접하게 조제된 시판 배합사료를 선택하여 사양시험의 기초사료로 이용하였던 바 공시사료의 배합내역과 성분 분석결과는 table 1과 같다. 대조구에는 기초사료만을 급여하고 시험구에는 해조분을 각각 0.5%, 1.0% 및 2.0% 수준으로 첨가배합한 시험사료를 급여하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of experimental basal diet(as-fed basis)

Ingredient	% in ration	Chemical composition and energy concentration	
Ground yellow corn	70.05	Protein(%)	15.96
Alfalfa meal(CP17%)	1.25	Methionine+cystine(%)	0.53
Soy bean meal, dehulled	17.04	Fat(%)	4.20
Meat & bone meal(CP47%)	2.5	Fiber(%)	3.68
DL-Methionine	0.05	Calcium(%)	3.24
Dicalcium phosphate	0.4	Total Posphorus(%)	0.52
Ground limestone	7.84	Available Phosphorus(%)	0.45
Iodized salt	0.35	Vitamin A(IU/kg)	12,852
Tallow	0.35	Vitamin D3(IU/kg)	2,200
Antioxidant	trace	Choline(mg/kg)	1,101
Vitamin-mineral supplements <sup>a</sup>	0.2	Niacin(mg/kg)	34.1
Total	100.00	Metabolizable Energy(kcal/kg)	2,890

<sup>a</sup> supplemental nutrients per kg : Calcium pantothenate 9,900mg, Manganese 114.5g, Zinc 35g, Vitamin A 13,230,000IU, Vitamin D 2,425.000IU, 508.2g, Niacin 26g, Riboflavin 4,400mg, Vitamin B<sub>12</sub> 13.2mg.

## 2. 사양관리

환경요인의 편차를 줄이기 위하여 특수설계한 시험용 계사를 신속한 후 케이지를 3단으로 설치하고, 케이지 열을 시험구의 수에 따라 수직으로 4분하여 공기축을 임의배치하였다. 공시계 입식후 1주일간 기초사료만을 공급한 다음 시험사료 적용기간으로 1주일을 부여한 후 적응이 완료된 나머지 3주간의 계란을 채취하여 난질을 분석하였으며, 생산시험을 종료한 다음날부터 48시간동안 시험계군에서 total collection method를 이용하여 대사시험을 실시하였다.

분석용 계란은 처리구별 각 16수(총 64수)를 대상으로 3주간 수집·분석하였으며 나머지 36수는 예비계로 병행 사육하되 분석에는 이용하지 않았다. 산란을 유지할 위한 점등

의 조건은 자동 점멸장치를 가설하여 L17:D7의 수준을 유지하였다. 급이, 급수 및 체란관리는 대한양계협회 능력검정소의 일상관리방법을 적용하였고, 전체 시험기간중 전문관리자 1인이 관리케 함으로써 human factor로 인한 stress가 작용하지 않도록 하였다.

## 3. 분석항목 및 방법

가. 해조, 시험사료 및 계분의 영양소 함량

A.O.A.C.(1990)법에 의하여 일반성분을 분석하였고, 주요 무기물은 EPA Method 3050B로 전처리한 후 AA(5100PC, Perkin Elmer)를 이용하여 분석하였다.

나. 산란을 및 난중

생산된 계란은 매일 저녁 4시를 기하여 수집한 즉시 O-house balance를 사용하여 난중을 측정하였다.

다. 계란의 품질검사

계란의 신선도를 비교하려면 신선란을 사용하는 것보다 일정기간이 경과된 것을 비교하는 것이 더욱 효과적이다(한, 1993). 따라서 본 연구에서는 난중을 쥔 계란을 즉시 냉장고에 보관하였다가 7일이 경과한 시점에서 주기적으로 파란하여 난질평가에 사용하였다.

난각 두께는 outside micrometer를 이용하여 측정하였으며, albumen index와 yolk index는 축산기술연구소의 난질측정장치를 이용하여 측정하였고, Hough index는 아래 공식으로 구하였다(Hough, 1937).

$$H.U. = 100 \log \left[ \frac{H - \sqrt{G(30W^{0.37} - 100)}}{100 + 1.9} \right]$$

where, H.U. : Haugh units,

H : albumen height(mm)

G : 32.2

W : egg weight(gram)

라. 난황중의 cholesterol 함량

Colorimetric method를 이용하여 분석하였다.

마. 장관(근위, 십이지장, 직장) 내용물의 영양소 함량 및 난각의 Ca, P 함량

생산성 변화의 원인을 구명하기 위하여 사양시험 종료직후 연속되는 48시간동안 각 구의 시험계를 대상으로 사료섭취량과 배설량을 정밀하게 측정하고 계분 및 계란을 수집하여 일반성분과 Ca, P의 함량을 분석하였다. 동시에 시험종료직후 공시축을 도살하여

근위, 소장 및 대장의 장내용물을 적출 수집하여 일반성분과 Ca 및 P의 함량을 분석하였다.

바. 통계처리

PC SAS program을 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 해조의 사료적 특성

시험에 이용할 해조의 객관적 품질을 알아보기 위하여 봄과 가을에 생산된 해조 2종류에서 8점의 시료를 취하여 사료가치를 평가한 결과는 table 2와 같다.

표에서 보는 바와 같이 해조의 사료적 특성은 단백질 함량이 10% 내외로서 일반 곡류와 비슷한 수준이고 가용무질소물의 함량도 풍부한 편이나 회분 함량이 매우 높아 반추동물에 대한 TDN값은 45.6%에 불과하였다. 이 수준은 양질 벣짚과 비슷하며 화분과 건초보다는 낮은 수준이다. 또한 닭에 대한 대사에너지 수준은 2,258kcal/kg으로 평가되어 일반 곡류의 3/4에 불과한 것으로 나타나 해조분을 닭의 에너지 공급용 단미사료로 이용하기에는 부적절하다는 사실이 확인되었다.

한편, 해조는 회분의 함량이 사료작물 및 곡류의 3~10배에 달하고 그 성분에서 특이 K, Na 및 Sr이 풍부하다. 그러나 본 연구와 관련이 깊은 칼슘의 함량은 일반 목초류의 그것보다 높지 않다. 따라서 만일 해조를 급여한 결과가 칼슘의 이용효율을 증진시킨 것으로 나타난다면 그것은 칼슘의 직접적 공급효과가 아니라 해조중 칼슘 이용효율을 증진시키는 다른 성분의 효과로 보아야 할 것이다.

Table 2. Chemical composition and energy level of seaweeds(dry matter basis)

〈Chemical composition〉					
Dry matter	: 92.35 ± 0.15%,	C. Ash	: 31.6 ± 1.7%,	CP	: 10.2 ± 0.2%,
EE	: 1.25 ± 0.23%,	C. Fibre	: 4.0 ± 0.4%,	NFE	: 54.5 ± 2.5%
Mineral content(mixture)					
K	: 7.17%,	Na	: 1.55%,	Ca	: 0.70%,
Mg	: 0.21%,	Sr	: 625ppm,		
Fe	: 80ppm,	Zn	: 21ppm,	Mn	: 7.5ppm,
				Co	: 0.75ppm
〈Energy concentration(mixture)〉					
TDN(for cattle) <sup>a</sup> : 45.61		ME(for poultry) <sup>b</sup> : 2,258Kcal/kg			

<sup>a</sup> : predicted value from Wardeh(1981)

<sup>b</sup> : predicted value from Leclercq et. al.(1987)

$$ME(Kcal/kg) = 0.95 \times (3,951 + 54.4EE\% - 88.7CF\% - 40.8Ash\%)$$

요컨대, 해조의 사료적 특성은 중단백-저 에너지 자원이면서 특정 무기물의 공급원으로서의 성격을 지니는 것으로 판명되었다.

## 2. 해조분 첨가가 산란계의 생산능력에 미치는 영향

해조분의 첨가가 산란계의 생산생리에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시험기간중 공식계로부터 생산된 529개의 계란으로 산란율과 난중을 측정하여 이를 분석한 결과는 table 3에 나타낸 바와 같다.

표에서 보는 바와 같이 해조 첨가는 닭의 산란율을 현저하게 향상시켰다. 즉, 해조를 0.5% 및 1% 첨가한 구의 산란율은 대조구보다 유의적으로 높았으며(p<0.05), 2.0%를 첨가한 구에서는 산란율이 증가하지 않았다.

이것은 해조 첨가가 생산효율을 증진시키는 속설과 일치한 결과이지만 구체적으로 어떠한 요인에 의한 것인지는 더욱 정밀한 연구가 필요하다.

한편, 평균 난중은 1.0% 첨가구에서 대조구보다 유의적으로 증가하였으며(p<0.05) 다른 구간에서는 차이가 없었다. 닭의 생산성은 품종이나 계통 및 개체의 유전적 자질에 따라 다소 차이가 있으나 현대 양계업에서 산란계의 평균 난중이 60g 수준인 점(Rose, 1997)을 고려할 때 본 시험의 난중이 일반 계란보다 약 10% 가량 높게 나타난 것은 산란말기의 계란이기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 또한 해조 첨가수준 1.0%구의 난중이 대조구보다 2.5%가량 증가한 것은 유전적 자질이 동일한 계군을 임의배치한 점을 고려할 때 의미를 부여할만하다고 하겠다.

Table 3. Effect of seaweeds addition on egg productivity(as-is basis)

Item	Addition level			Control
	0.5%	1.0%	2.0%	
Egg production rate (ea/day/bird)	0.63 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.64 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.55 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.54 ± 0.09 <sup>a</sup>
Average egg weight (g/ea)	67.40 ± 4.01 <sup>a</sup>	70.15 ± 4.30 <sup>b</sup>	68.67 ± 4.38 <sup>a</sup>	68.45 ± 4.33 <sup>a</sup>
Egg-mass output (g/day/bird)	42.16 ± 2.53 <sup>b</sup>	44.79 ± 2.75 <sup>b</sup>	37.45 ± 2.41 <sup>a</sup>	35.99 ± 2.34 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> : means significantly different in the treatments (p<0.05).

산란계의 생산성을 검정함에 있어 산란수와 난중을 함께 평가한 수당 1일 평균 산란량(egg mass output)은 가장 중요한 현실적 지표이다(Scott, 1982 ; Rose, 1997). 본 시험에서 얻은 각 구간의 수당 1일 평균 산란량(g/day/bird)은 1.0% 첨가구 및 0.5% 처리구가 각각 44.79g 및 42.16g으로서 대조구 35.99g에 비하여 24.45% 및 17.14%가 증가하였다( $p < 0.05$ ). 그러나 2.0% 첨가구는 37.45g으로 대조구에 비하여 4% 증가하였음에도 통계적 유의성은 없었다.

한편, 시험기간중 사료섭취량을 측정한 근거로 사료효율을 분석한 결과를 보면 table 4와 같다. 사료효율은 해조분을 0.5% 및 1.0% 첨가한 구가 대조구와 2.0%구에 비하여 20% 이상 개선된 것으로 나타났는데( $p < 0.05$ ), 그 원인은 계란생산량이 크게 증가한 부분이 작용하였기 때문으로 해석된다.

본 연구의 결과는 비록 시험기간이 짧기는 하였으나 개선의 폭이 현저하여 효과를 부정하기 어렵다. 그런데 젓소의 경우, 산유촉진제로 해조 성분과 유사한 iodinated casein을 사용하면 산유량이 15~20% 정도 증가할 수 있으나 급여를 중단하면 생산성이 현저히 저하될 뿐 아니라 급여기간중 사료급여량이 증가하여 결과적으로는 경제적 이익을 기대하기 어렵다는 연구결과가 있다(Schmidt 등, 1971). 따라서 급번의 성적으로 해조의 첨가

가 사료효율을 현저히 개선시킨다는 결론을 내리기는 어렵다고 보며, 경제성을 고려한 결론을 얻으려면 좀 더 심도있는 연구가 진행될 필요가 있다고 사료된다.

### 3. 해조분 첨가가 난각과 계란의 품질에 미치는 영향

예비시험시의 성적에서는 해조를 1% 첨가하였을 때 난각두께가 다소 증가하였으나 본 시험에서는 난각의 무게와 두께에서 대조구와 처리구간에 뚜렷한 차이가 없었다. 그러나 처리구간에서는 해조분의 첨가수준이 증가할수록 난각두께가 증가하는 경향을 보였다(table 5).

한편, 공시란의 난황을 취하여 혼합한 후 난황중 cholesterol 함량을 측정해 본 결과 해조분 처리구가 1,441~1,466mg/100g 수준이었고 대조구는 1,458mg/100g으로 분석되어 통계적 유의성이 없었다. 이 수준은 신선한 난황중 cholesterol 총량이 0.26g이라고 보고한 Cotterill 등(1977)의 성적과, 정상란의 난황중 cholesterol 농도가 1,500mg/100g이라고 적시한 Rose(1997)의 결과와 거의 일치하는 수준이었다. 따라서 본 시험 성적만으로는 해조 첨가가 난황 cholesterol 수준에 영향을 미치는지의 여부를 판단할 수 없었다.

또한, 계란의 신선도를 알아보기 위하여

Table 4. Effect of seaweeds addition on feed efficiency in laying hens(as-is basis)

Items	Addition level			Control
	0.5%	1.0%	2.0%	
Feed consumption(A) (g/day/bird)	134.7	129.3	139.4	138.3
Egg mass output(B) (g/day/bird)	42.2 <sup>b</sup>	44.8 <sup>b</sup>	37.5 <sup>a</sup>	36.0 <sup>a</sup>
Feed efficiency (B/A)	0.313 <sup>b</sup>	0.346 <sup>b</sup>	0.269 <sup>a</sup>	0.260 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> : means significantly different in the treatments ( $p < 0.05$ ).

Table 5. Effect of seaweed addition on egg quality(as-is basis)

Item	Addition level			Control
	0.5%	1.0%	2.0%	
Ave. egg shell weight (g/ea)	5.823 ± 0.52 <sup>a</sup>	6.179 ± 0.66 <sup>b</sup>	6.000 ± 0.36 <sup>ab</sup>	6.243 ± 0.50 <sup>b</sup>
Ave. egg shell thickness (mm)	0.4166 ± 0.039 <sup>a</sup>	0.4245 ± 0.034 <sup>ab</sup>	0.4307 ± 0.023 <sup>b</sup>	0.4272 ± 0.031 <sup>b</sup>
Cholestrol in yolk (mg/100g)	1,448 ± 43.3	1,466 ± 44.5	1,441 ± 47.2	1,458 ± 104.0
Haugh Unit	49.14 ± 8.11 <sup>ab</sup>	46.40 ± 8.61 <sup>ab</sup>	42.78 ± 11.52 <sup>a</sup>	54.20 ± 8.17 <sup>b</sup>
Yolk Index	0.38 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.35 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.34 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.36 ± 0.03 <sup>ab</sup>

<sup>a, b</sup> : means significantly different in the treatments (p<0.05).

측정한 yolk index는 대조구 및 처리구 사이에 차이가 없었으나 Haugh unit는 1.0% 및 2.0% 첨가구가 0.5% 첨가구보다 유의적으로 낮았다. 그러나 예비시험에서는 첨가구가 대조구에 비하여 yolk index(0.4153 vs 0.3789) 및 albumen index(0.0650 vs 0.0474)에서 크게 향상되어 계란의 신선도가 우수하게 나타났었다. 본시험의 결과는, 해조분의 첨가가 난황의 품질을 저하시키지는 않으나 고수준의 첨가는 농후난백의 보존성에 부정적인 영향을 미칠 가능성을 시사한다고 하겠다.

#### 4. 해조분 첨가가 산란계의 사료섭취 및 단백질 이용율에 미치는 영향

전항에서 해조분의 첨가로 산란능력이 개선된 점을 발견하였으나 그 원인을 규명하려면 영양소의 체내 이용과정과 효율의 근거를 찾아야 할 것이다. 본 시험은 사료 영양소를 섭취한 후 배설되는 과정의 변화경향을 알아보기 위하여 체란기간이 종료된 다음날부터 48시간동안 동일계군중 처리구별 각 6수를 공시하여 사료소모량과 계분 배설량을 측정하고 그 성분의 변화를 분석하였던 바 그 결과는 table 6에서 보는 바와 같다.

먼저, 수당 평균 사료섭취량을 보면 대조

구와 1.0%구가 다른 2구에 비하여 다소 많았으며 배설량도 같은 경향을 나타냈다. 이처럼 대조구 및 1.0% 첨가구에서 사료섭취량 및 배설량이 다른 2구에 비하여 높게 나타난 것은 대사시험기간이 2일에 불과한 데에 따른 변이에 의한 것으로 보인다. 즉, 닭은 산란직후 사료섭취량이 증가하고 16시간이 경과하면 산란을 하게 되는데 섭취량이 높은 구의 닭들이 시험 첫날에 산란을 하고 나머지 시간중에 많은 량의 사료를 섭취했기 때문이다.

사료건물 소화율 및 유기물 소화율은 0.5% 첨가구가 대조구 및 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높았으나(p<0.05) 처리수준별 경향은 나타나지 않았다. 계분중 건물 함량은 해조분 첨가구가 전반적으로 대조구보다 낮았으나 첨가수준에 따른 경향은 없었다.

한편, 계분중 단백질 함량은 0.5% 첨가구 및 1.0% 첨가구가 대조구에 비하여 현저히 낮았으며(p<0.05), 2.0% 첨가구와 대조구간의 차이는 없었다. 이 결과는 table 4에 나타낸 사료효율의 경향과 일치하는 것으로, 대사시험기간이 2일에 불과하였음에도 불구하고 해조분의 첨가는 단백질의 흡수율을 크게 개선시킨다는 점을 의미한다. 또한 이 결과는 해조분 첨가로 인한 산란능력의 향상이 단백질

Table 6. Effect of seaweeds addition on feed utilization in layer(dry matter basis)

Items	Addition level			Control
	0.5%	1.0%	2.0%	
DM intake (g/day/bird)	125.43 <sup>a</sup>	145.13 <sup>b</sup>	127.19 <sup>a</sup>	139.95 <sup>b</sup>
DM excretion (g/day/bird)	31.89 <sup>a</sup>	43.06 <sup>b</sup>	33.94 <sup>a</sup>	40.43 <sup>b</sup>
DMD (%)	74.60 <sup>a</sup>	70.33 <sup>b</sup>	73.32 <sup>a</sup>	71.11 <sup>b</sup>
OMD (%)	79.28 <sup>a</sup>	75.19 <sup>b</sup>	76.58 <sup>b</sup>	76.75 <sup>b</sup>
Protein intake (g/day/bird)	21.3439	23.1675	21.9417	22.3522
Protein content in excreta (%)	33.63 <sup>a</sup>	33.09 <sup>a</sup>	35.40 <sup>ab</sup>	37.37 <sup>b</sup>
Protein absorption (g/day/bird)	10.6193 <sup>b</sup>	8.9190 <sup>b</sup>	9.9269 <sup>b</sup>	7.2435 <sup>a</sup>
Protein digestibility(%)	49.75 <sup>a</sup>	38.50 <sup>a</sup>	45.24 <sup>a</sup>	32.41 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> <sup>b</sup> : means significantly different in the treatments (p<0.05).

대사의 개선에서 비롯된다는 점을 시사하는 것이다.

5. 해조분 첨가가 산란계의 칼슘과 인의 대사 및 배설에 미치는 영향

사료섭취후 주요 장기별 Ca의 함량을 분석한 성적을 보면 table 7과 같다. 이 결과에

나타난 바와 같이 닭의 사료가 장관을 통과할 때 섭취수분의 혼합이나 다른 영양소의 흡수에 따른 칼슘 농도의 변이가 심하며, 소장과 대장 사이의 칼슘 함량이 크게 변화된 것은 다른 영양소의 흡수에 의한 칼슘농도의 상대적 증가에 의한 것으로 보인다.

그런데 특이한 점은, 해조분 1.0%, 및 2.0% 첨가구의 닭에서 직장내 Ca 함량이 다

Table 7. Effect of seaweeds addition on calcium concentrates in laying hens' digestive organs and egg shells(unit : %, dry matter basis)

Region	Addition level			Control
	0.5%	1.0%	2.0%	
Feed <sup>a</sup>	3.171	3.089	3.025	3.754
Gizzard <sup>a</sup>	2.341	4.370	2.651	4.101
Small intestine <sup>a</sup>	3.700	3.448	2.312	2.545
Rectum <sup>a</sup>	6.721	4.325	4.469	7.054
Excreta <sup>a</sup>	8.914	7.076	6.146	8.865
Egg shell <sup>b</sup>	34.483	34.748	34.581	34.777

<sup>a</sup> : digestion trial samples for 48 hrs

<sup>b</sup> : egg shell mixture of 50 eggs from each treatments.



Table 8. Effect of seaweeds addition on phosphorus concentrates in laying hens' digestive organs and egg shells(unit : %, dry matter basis)

Region	Addition level			Control
	0.5%	1.0%	2.0%	
Feed <sup>a</sup>	0.631	0.638	0.643	0.614
Gizzard <sup>a</sup>	0.596	0.664	0.520	0.761
Small intestine <sup>a</sup>	1.442	1.515	1.798	1.572
Rectum <sup>a</sup>	2.044	1.718	1.930	1.748
Excreta <sup>a</sup>	1.710	1.635	1.609	1.431

<sup>a</sup> : digestion trial samples for 48 hrs.

른 두 구간보다 현저히 낮게 나타난 점인데 이는 난각이 형성되는 지점이 rectum임을 상기할 때 이 두 처리구에서 칼슘이 매우 높은 비율로 흡수되었음을 반증하는 것이다. 그러나 최종 배설물의 Ca 수준은 모든 처리구가 비슷한 수준을 보였는데 이는 총배설장에서 대사성 칼슘의 배설이 이루어지기 때문인 것으로 추론된다. 그리고 해조의 첨가수준이 증가할수록 계분중 Ca 함량이 감소하는 경향을 보인 점은 계란의 생산에 동원된 칼슘의 양이 많았음을 시사하며 결과적으로 칼슘배설로 인한 환경 부하량의 완화를 의미한다. 이러한 사실은 최종 생산물인 계란의 난각중 칼슘 함량이 모든 구간에서 거의 동일한 수준으로 나타난 점에서 입증되고 있다.

한편, 산란계에 대한 인 요구량은 환경오염 문제가 제기된 이후 해마다 감소되어 왔는데 NRC 요구량은 1966년도에 non-phytic P의 형태로 429mg/day 수준에서 1994년에는 250mg으로 낮아졌다. 이 수준은, 계란 1개에 함유되는 인의 양이 120mg에 불과하지만 산란에 따른 인 분해율의 증가로 내인성 손실량이 증가하므로 산란 유지를 위한 공급량으로 200mg이 적정하다는 Owings 등(1977)의 보고를 고려한 것이지만 '케이지 피로증후군'을 예방하고 생존율을 유지하려면 적어도

300mg을 급여하는 것이 안전하다는 보고도 있다(Underwood 등, 1999). 따라서 특정 물질의 첨가로 인의 배설량을 저감시키는 연구는 중요한 과제로 대두되어 있다. 본 연구에서 시험기간중 채취한 장관내 total phosphorus 함량의 변화를 측정된 결과는 table 8에서 보는 바와 같다.

장관내 인 함량의 변화추세는 칼슘과는 달리 모든 구간에서 하부 장관으로 내려갈수록 증가하는 추세를 보이다가 계분중의 함량에서 소폭으로 감소하였는데 이것은 총배설장 부위에서 소량의 인이 소실되었음을 의미한다.

계란 1개에 동원되는 인의 양은 126mg정도이며 대부분의 인은 난황과 난백에 존재하므로(Cotterill 등, 1977) 난각에는 거의 인이 존재하지 않는다. 그럼에도 불구하고 계란난각이 형성될 때 칼슘 대사과정에서 활성화된 PTH의 혈중농도가 증가하면서 이것이 혈장중 무기태 인산염을 증가시키며(Van der Velde 등, 1984; Mongin과 Sauveur, 1979) 이때 인의 흡수가 이루어지는 것으로 보인다. 따라서 총배설장 내에서 인의 농도가 감소되는 이유는 혈장대사와 관련이 깊다고 보아야 할 것 같다.

윗표에서 보는 바와 같이 배설물중 인의

함량은 해조분의 첨가수준이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 산란성적이 높았던 시험구일수록 직장과 배설물간의 농도격차가 감소되는 추세를 나타냈다. 이러한 결과는 해조분의 첨가는 인 배설량을 저감시킬 가능성을 시사하고 있지만 믿을만한 결론을 얻으려면 더욱 심도있는 연구가 필요하다. 그러나 이 성적은 생산성이 높은 산란계일수록 대장부위의 칼슘대사가 증진되면서 직장부위의 인 흡수가 많았음을 시사하며 나아가 인의 흡수처가 난각형성을 위한 칼슘의 분비부위보다 더 아랫쪽에 위치할 것이라는 추론을 갖게 한다.

## 적 요

본 연구는 과잉증식 해조의 사료자원적 이용을 통하여 해양환경 개선과 농어가 소득증대 가능성을 알아보기 위하여 해조분을 산란계사료에 첨가 급여하여 산란성적 및 계란의 품질에 미치는 영향과 칼슘대사율을 측정하여 실시하였다. 시험사료에 해조분을 0% (control), 0.5%, 1.0% 및 2.0% 수준으로 첨가하여 산란 후기의 65주령 갈색산란계 100수를 공시하여 산란율, 난중, 계란 생산량 (egg-mass production), 난각두께, 난각중량, 난황 중 cholesterol 함량, 난형지수 및 난황지수, 사료 소화율 및 장기내용물중 칼슘 함량의 변화 등을 측정하여 결과는 다음과 같다.

1. 해조의 사료적 특성은 중단백질(10% 내외) 고회분(30% 내외) 저에너지(TDN 50이하)로 나타났으며 K, Na, Ca, Mg, Sr 및 Fe 함량이 풍부하였다.
2. 사료효율은 0.5% 및 1.0% 첨가구가 대조구 및 2.0%구에 비하여 현저히 개선되었으며( $p<0.05$ ), 사료건물 소화율 및 유기물 소화율은 0.5% 첨가구가 대조구 및 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높았으나( $p<0.05$ ) 처리수준별 경향은 나타나지 않았다.

3. 산란율은 1.0% 첨가구와 0.5% 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높았으며( $p<0.05$ ) 2.0% 첨가구에서는 산란율의 증가효과가 나타나지 않았다. 평균 난중은 1.0% 첨가구에서 유의적으로 증가하였으며( $p<0.05$ ) 다른 구간에서는 차이가 없었다. 각 구간의 egg-mass production(g/day/bird)은 1.0% 첨가구 및 0.5% 처리구가 대조구에 비하여 24.45% 및 17.14%가 증가하였으나( $p<0.05$ ) 2.0% 첨가구와 대조구 간에는 통계적인 유의차가 없었다.

4. 난각의 무게와 두께에서는 대조구와 처리구간에 뚜렷한 차이가 없었으나 처리구간에서는 해조분의 첨가수준이 증가할수록 난각두께가 증가하는 경향을 보였다. 난황 cholesterol 함량은 1.0%구(1,466mg/100g), 대조구(1,458mg/100g), 0.5%구(1,448mg/100g) 및 2.0%구(1,441mg/100g) 순으로 높았으나 유의성은 없었다. Yolk index는 대조구 및 처리구 사이에 차이가 없었으나 Haugh unit는 처리구가 오히려 낮았다.

5. 계분중 건물 함량은 해조분 첨가구가 전반적으로 대조구보다 낮았으나 첨가수준에 따른 경향은 없었다. 계분중 단백질 함량은 0.5% 첨가구 및 1.0% 첨가구가 대조구에 비하여 현저히 낮았으며( $p<0.05$ ), 해조분 첨가로 인한 산란성적 향상의 주요인이 단백질 대사효율 및 칼슘 이용율의 증가에서 비롯되었다.

6. 해조분의 첨가수준이 증가할수록 직장 및 계분의 칼슘 함량이 감소되었으며, 계분중 인 함량도 감소되는 경향을 보였는데 이는 해조분이 산란계의 칼슘 및 인의 이용효율을 증진시키는 효과가 있음을 시사한다. 요컨대, 산란계 사료에 대한 해조분의 적정 첨가수준은 1.0%이며, 해조분의 첨가는 단백질 및 칼슘·인의 대사효율을 증가시키고 사료효율을 개선시킴으로써 계란생산량을 크게 증가시켰다.

## 인 용 문 헌

1. A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis, 15th edition. Association of Analytical Chemists, Inc.
2. BASF, 1989. Factors affecting egg shell stability. Animal Nutrition News. 4/89. BASF Aktiengesellschaft. D-6700 Ludwigshafen.
3. Cotterill, O. J., W.W. Marion and E. C. Naber. 1977. A nutrient reevaluation of shell egg. Poult. Sci., 56:1927.
4. Haugh, R. R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. U.S. Egg and Poultry Magazine 43, 552-555, 572-573.
5. Leclercq, B., Y. Henry and J. M. Perez. 1987. Energy value of feeds for non-ruminant in Feeding of non-ruminant livestock. ed. by Wiseman, J. Butterworth & Co. pp. 8-13.
6. Mongin, P. and B. Sauveur. 1979. Plasma inorganic phosphorus concentration during egg-shell formation. British Poultry Science, 20, 401-412.
7. NRC, 1994. Nutrient requirements of poultry, 9th ed. National Research Council, Washington.
8. Owings, W. J., J. L. Sell and S. L. Bolloun. 1977. Dietary phosphorus needs of laying hens. Poultry Science 56, 2056-2060.
9. Rose, S. P. 1997. Principle of Poultry Science. CAB International.
10. Schmidt, G.H., R. G. Warner, H. F. Tyrell, and W. Hansel. 1971. Effect of thyroprotein feeding on dairy cows. J. Dairy Sci., 54:481.
11. Schmidt, G. H., L. D. Van Vleck and M. F. Hutjens. 1988. Principle of Dairyl Science. Prentice-Hall Inc.
12. Scott, M. L., M. C. Nesheim and R. J. Young. 1982. Nutrition of the chicken. M. L. Scott & Associates. New York
13. Underwood, E. J. and N. F. Suttle. 1999. The Mineral Nutrition of Livestock. 3rd ed. CABI Publishing.
14. Van De Valde, A. P., N. Loveridge and J. P. W. Vermaden. 1984. Parathyroid hormone response to calcium stress during egg-shell calcification. Endocrinology, 115, 1901-1904.
15. Wardeh. J. 1981. Evaluation of feedstuffs from chemical composition. Ph.D. Thesis.
16. 한석현. 1996. 계란의 과학과 그 이용. 선진문화사.