

## 성게 껍질 분말의 급여가 육계의 생산성 및 무기물 함량에 미치는 영향

김 영 직<sup>†</sup>

대구대학교 생명자원학부

### Influence of Dietary Sea Urchin Shell Powder on Broiler Performance and Mineral Contents in Chicken Meat

Y. J. Kim<sup>†</sup>

Division of Life Resources, Taegu University, Gyong San, Gyongbuk, 712-714, South Korea

**ABSTRACT** This experiment was conducted to compare the influences of dietary sea urchin shell powder (SUSP) supplemented to broiler diets on performance, mineral contents and blood cholesterol for 5 weeks. The experimental diets contained 21.5 and 19% CP for the starting and finishing period, respectively. The ME was 3,100 kcal/kg of feed in both starter and finisher diets. One hundred sixty chicks were assigned to 4 treatments with 4 replicates and fed one of 4 experimental diets containing different levels of SUSP: 1) Control (commercial feed) 2) T1 (commercial feed with 1% SUSP) 3) T2 (commercial feed with 3% SUSP) 4) T3 (commercial feed with 5% SUSP). Body weight gain was higher in the T1 group when fed the starter diet ( $P < 0.05$ ), but was the lowest in T1 group for finishing period. Feed efficiency was not significantly different between the control and treatment groups ( $P > 0.05$ ). The total cholesterol of the control was higher than the treatment groups and the HDL-cholesterol were higher in T2 and T3. However, effects of diets containing graded levels of SUSP on LDL-cholesterol and triglyceride contents were not found ( $P > 0.05$ ). The SUSP diets were increased significantly the Fe, Zn and Ca contents of chicken meat, and tended to increase total mineral contents. In conclusion, dietary supplementation of SUSP to broiler diets could be applied to the enhancement of Ca, Fe and total mineral contents levels in chicken meat.

(Key words: sea urchin shell powder, broiler, total cholesterol, HDL-cholesterol, minerals)

## 서 론

성게는 극피동물의 일종으로 세계적으로 우리나라의 동해와 중국, 일본 근해에 분포되어 있으며, 한의학에서는 성게를 해담이라고 한다. 성게에는 수분, 단백질, 지방, 비타민 B군과 비타민 C, 철분, 마그네슘 및 칼슘 등이 함유되어 있으며, 특히 단백질은 해삼보다 많이 함유되어 있다.

이와 같이 여러 종류의 영양소를 함유하고 있는 성게는 결핵에 좋을 뿐만 아니라 거담작용, 강장제 특히 신경통에 좋은 효과가 있으며, 알콜 해독 작용에도 유용한 식품으로 알려져 있어서 해삼을 먹지 않는 유럽 사람들도 즐겨 먹는다고 한다(유태중, 1999).

그러나 성게의 경우 식용되는 생식소(알) 부위가 약 20%이고, 나머지 80%는 성게 껍질로 구성되어 있어 성게의 연간 생산량 2,500톤을 기준으로 볼 때 약 2,000톤이 폐자원으로 버려지고 있으며, 난 분해성인 껍질은 대부분 그대로 방치됨으로서 환경오염 문제로 대두되고 있는 실정이다(농수산물무역센터, 2000).

성게에 대한 연구는 대부분 성게의 성분 및 생산가공에 대한 것으로 Nam(1986)과 De la Crug-Garcia et al.(2000)이 성게와 통조림 성게에 들어있는 단백질, 아미노산 및 지방산 조성에 대해 보고한 바 있다. 그러나 성게 껍질에 대한 연구는 상당히 미흡한 실정에 있다. 다만 최근에 일본의 한 기업체에서 성게 껍질로부터 칼슘을 추출하여 칼슘 보조제를 시

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : rladudwlr1@yahoo.co.kr

관하고 있고, 비료 첨가제로 연구 중인 것으로 알려져 있으며, 성계 깍질의 유효성분 이용 가능성에 대하여 연구 검토하고 있으나(Cho et al., 1994a; Cho et al., 1994b) 구체적인 성계 깍질 이용 가능성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 해안지역의 환경오염원인 성계 깍질을 육계 사료에 활용으로 환경문제 해결, 기능성 계육 생산 및 폐자원의 효율적 활용을 위한 기초 자료를 얻고자 성계 깍질의 비율이 다른 사료를 급여하는 사양실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 사양실험

본 시험은 2일령의 Arbor Acre Broiler 무감별 병아리 160수를 공시하여 5주간 사양시험을 실시하였다. 사료와 물은 자유채식토록 하였고 점등은 24시간 실시하였다. 전기 3주 동안 사료내 영양소 함량은 조단백질 21.5%로 ME는 3,100 kcal/kg 수준으로 급여하였고, 후기에는 조단백질 19%, ME 3,100 kcal/kg 수준으로 급여하였다(Table 1). 성계 깍질은 포항시에서 생식소를 이용하고 버려진 깍질을 수거하여 통풍이 잘 되는 곳에서 수분이 10%될 때까지 건조시킨 후 분쇄하여 사용하였다. 처리구는 성계 깍질 분말을 급여하지 않은 대조구(무첨가구), 성계 깍질 분말 1% 첨가구(T1), 3% 첨가구(T2) 및 5% 첨가구(T3)로 구분하여 4반복 시행하였으며, 성계 깍질은 예비사양기간인 처음 1주일만 첨가 급여하지 않고 2주째부터 급여하였다. 도체 조성을 조사하기 위해 각 처리구별로 5수씩 임의로 선택하여 경동맥 절단 방법으로 도체하여 대퇴부위 근육을 분석하였다.

### 2. 조사항목

#### 1) 증체량, 사료섭취량, 사료효율

체중은 매주 동일한 시간에 측정하였고, 사료섭취량은 체중 측정시 반복별로 사료 잔량을 측정하여 구하였다. 또한 사료 효율은 총사료섭취량을 총증체량으로 나누어 계산하였다.

#### 2) 일반성분

AOAC의 방법(1998)에 준하여 분석하였다.

#### 3) 혈청내 지질농도

**Table 1.** Basic diet composition of the starter and finisher

Ingredients	Starter	Finisher
	(0~3wks)	(4~5wks)
Corn	59.66	63.55
Soybean meal	27.02	30.11
Wheat bran	10.00	3.50
Dicalcium phosphate	1.19	1.12
Limestone	1.40	1.07
Salt	0.40	0.40
DL-methionine	0.13	0.05
Vitamin premix <sup>1</sup>	0.10	0.10
Mineral premix <sup>2</sup>	0.10	0.10
Total	100	100
Calculated values		
ME(kcal/kg)	3,100	3,100
CP(%)	21.50	19.00
Methionine(%)	0.50	0.38
Lysine(%)	1.10	1.00
Ca(%)	1.00	0.90
Available P(%)	0.45	0.35

<sup>1</sup> Vitamin premix provides the following(mg) per kg of diet : vitamin A, 5,500IU; vitamin D<sub>3</sub>, 1,100ICU; vitamin E, 10IU; riboflavin, 4.4; vitamin B<sub>12</sub>; nicotinic acid 44; menadione, 1.1; biotin 0.11; thiamine 2.2; ethoxyquin 125; choline chloride, 180.

<sup>2</sup> Provided the mg per kilogram of diet; Mn, 120; Zn, 100; Fe 60; Cu, 10; I, 0.46; Ca, min:150, max:180

혈청 총콜레스테롤, 중성지방, high density lipoprotein-cholesterol(HDL-C)은 아산제약의 효소 비색법을 이용한 kit를 이용하여 측정하였고 low density lipoprotein cholesterol (LDL-C)은 Friedewald(1972)의 방법으로 계산하였다.

#### 4) 무기물

Osborne and Voogt의 방법(1980)에 따라 시료 5g을 550℃의 전기로에서 2시간 정도 회화시킨 후 1N HCl 50 mL를 넣어 시료를 회석하여 flask에 넣고 2시간 정도 진탕한 다음 Whatman No.1 여과지로 여과하였다. 여과액은 증류수로 100 mL 되게 한 다음 여과된 시료는 밀봉하고 냉온에 보관하여 ICP(Induced couple plasma, Varian Co. Australia)로 측정하였다. 그 조건은 carrier gas는 Ar였으며, torch height는 K 그리고 Na는 Omm, P는 1 mm, 그리고 Ca, Cu, Fe, Zn, Mn 및

Mg는 10 mm로 하였으며, 성분별 wavelength(nm)는 Ca(422, 673), Cu(324,754), Fe(259,940), K(769,896), Mg(279,553), Mn (257,610), Na(589,592), P(214,914), Zn(213,856)이었다.

### 3. 통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS program(1996)을 이용하여 5% 수준의 분산분석을 실시하였고, 유의성 검정시 처리구간의 통계적 차이는 Duncan's new multiple range test(Steel and Torrie, 1980)를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

성계 껍질 분말의 급여 수준에 따른 육계의 생산성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다.

전기사료 급여시 증체량은 T1구에서 다른 처리구에 비하여 통계적으로 유의성을 보였으며( $P<0.05$ ) 성계 껍질 분말

급여구인 T2, T3 간에는 유의적인 차이가 없었으나, 대조구가 가장 저조한 결과를 나타내었다. 후기사료 급여시(4~5주령)에는 전기사료 급여시와는 상반되게 T1구에서 유의하게 낮아졌으며( $P<0.05$ ) 대조구와 T2 또는 T3구 사이에는 유의적인 차이가 없어 전, 후기 상반된 결과를 나타내었다.

종합적으로 볼 때 전기사료 급여시에는 성계 껍질 분말 1% 급여구(T1)는 증체량이 향상되었으나 후기사료 급여시에는 증체 효과가 없는 결과를 볼 때 짧은 기간동안 급여할 경우에는 성계 껍질 급여효과가 있을 것으로 사료된다. 그러나 성계 껍질 급여에 대한 육계 실험은 전무한 실정인으로서 이에 대한 비교 고찰하기에는 어려움이 있어 앞으로 좀 더 구체적인 실험이 수행되어야 할 것으로 사료된다.

사료효율은 대조구 및 전 처리구에서 전, 후기 모두 통계적인 유의성이 인정되지 않았다. 성계 껍질 분말 급여가 계육의 일반성분에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 수분 함량은 74.62~75.56%, 조단백질 함량은 22.99~23.77%, 조지방 함량은 0.45~0.56%, 조회분 함량은 0.97~1.09%를 나타

**Table 2.** Effect of dietary sea urchin shell powder on performance of broiler chicks

Treatments	Initial BW (kg)	Final BW (kg)	Weight gain (g)	Feed intake (g)	Feed efficiency
(2~3wks)					
Control	180.8±0.5	819.9±0.3 <sup>b</sup>	639.1±0.3 <sup>c</sup>	992.6±1.9 <sup>c</sup>	0.64±0.0
T1	181.4±0.7	834.0±2.1 <sup>a</sup>	653.2±1.4 <sup>a</sup>	1016.5±4.2 <sup>a</sup>	0.65±0.0
T2	179.0±0.5	825.6±1.2 <sup>b</sup>	646.6±0.6 <sup>b</sup>	1013.3±1.9 <sup>ab</sup>	0.64±0.0
T3	180.7±0.7	822.8±2.8 <sup>b</sup>	642.1±2.0 <sup>bc</sup>	1002.6±3.2 <sup>bc</sup>	0.64±0.0
(4~5wks)					
Control	819.9±0.3 <sup>b</sup>	1848.0±0.8	1028.1±0.5 <sup>a</sup>	2028.1±7.7	0.50±0.0
T1	834.6±2.1 <sup>a</sup>	1851.0±0.7	1016.4±2.9 <sup>b</sup>	2090.3±9.9	0.49±0.0
T2	825.6±1.2 <sup>b</sup>	1851.0±0.4	1025.5±0.8 <sup>a</sup>	2089.6±1.1	0.49±0.0
T3	822.8±2.8 <sup>b</sup>	1849.1±1.9	1026.3±0.9 <sup>a</sup>	2083.0±7.1	0.49±0.0

Means±S.D.

<sup>abc</sup> : Row means with the same letter are not significantly different ( $P<0.05$ ).

**Table 3.** Effect of dietary sea urchin shell powder on the proximate composition of chicken meat

(unit: %)

Traits	Treatments			
	Control	T1	T2	T3
Moisture	74.65±0.15	75.56±0.39	74.32±0.20	74.62±0.30
Crude Protein	23.72±0.17	22.99±0.57	23.68±0.10	23.77±0.12
Crude Fat	0.45±0.08	0.36±0.05	0.56±0.21	0.56±0.11
Crude Ash	1.09±0.09	1.09±1.10	1.04±0.03	0.97±0.04

Means±S.D.

내어 처리구간에 유의성은 없었다( $P>0.05$ ). 따라서 성게 껍질 분말의 급여는 계육의 일반성분에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 이러한 닭고기 일반 성분은 식품성분표(농촌진흥청, 1996)에 나타난 닭고기 대퇴 부위의 성분 함량과 유사한 경향을 나타내었다.

혈청 내 총콜레스테롤, HDL-C과 LDL-C 및 triglyceride는 Table 4에 나타내었다. 총콜레스테롤은 대조구가 135.58 mg/dL로 가장 높은 수치를 보였으나 T2 및 T3구에서는 132.53과 127.88 mg/dL를 나타내어 유의성 있게 감소하는 결과이었다( $P<0.05$ ). 혈중 콜레스테롤의 증가는 고지혈증, 동맥경화증, 황달, 갑상선 기능 저하증 등에 영향을 미치고, 감소시에는 간세포 장애 등을 유발시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다(Larry et al., 1993).

HDL-C은 대조구와 T1에서 각각 53.01, 52.78 mg/dL이었으나 T2, T3구에서는 55.77, 55.29 mg/dL로 유의성 있게 높았다( $P<0.05$ ). HDL은 인지질 및 단백질이 풍부한 지단백질로

동맥경화증 및 혈관 질환을 보호하는 가장 중요한 인자로 알려져 있으며, 특히 간 이외의 조직으로부터 간으로 콜레스테롤을 전달하는 역콜레스테롤 기전에 중요한 역할을 담당하고 있다고 Baker et al.(1984)이 보고한 바 있다. 한편 LDL-C은 대조구 및 처리구에서 36.65~37.88 mg/dL이었고, triglyceride 함량은 91.79~95.84 mg/dL로써 각 처리구간에는 유의성이 인정되지 않았다.

성게 껍질 분말 급여에 따른 계육의 무기물 조성은 Table 5에 나타내었다. Fe 함량은 대조구에 비하여 성게 껍질 분말 급여구에서 높게 나타났으며( $P<0.05$ ) 특히 T2 및 T3구에서 가장 높은 함량을 나타내었다. Zn 함량도 T2 및 T3구에서 높게 나타내었으며( $P<0.05$ ) 또한 Ca 함량도 처리구에서 통계적으로 유의성 있게 높았다( $P<0.05$ ). 그러나 Cu, Mn, P, K, Mg, Na의 함량은 대조구 및 처리구에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 본 실험에서 분석한 무기물 총합량을 보면 대조구에 비해 처리구에서 높게 나타났으며 특히 성게 껍질

**Table 4.** Effect of dietary sea urchin shell powder on the blood cholesterol, triglyceride of broiler chicks (unit: mg/dL)

Traits	Treatments			
	Control	T1	T2	T3
Total cholesterol	135.58±0.49 <sup>a</sup>	134.71±0.31 <sup>ab</sup>	132.53±0.87 <sup>b</sup>	127.88±0.93 <sup>c</sup>
HDL-cholesterol	53.01±0.88 <sup>b</sup>	52.78±0.49 <sup>b</sup>	55.77±0.06 <sup>a</sup>	55.29±0.57 <sup>a</sup>
LDL-cholesterol	37.88±0.85	36.99±1.57	36.16±0.57	36.65±0.44
Triglycerides	95.84±0.53	91.79±1.53	95.07±0.81	94.59±1.26

Means±S.D.

<sup>abc</sup> : Row means with the same letter are not significantly different ( $P<0.05$ ).

**Table 5.** Effect of dietary sea urchin shell powder on the mineral contents of chicken meat (unit: ppm)

Minerals	Treatments			
	Control	T1	T2	T3
Cu	0.014±0.001	0.016±0.00 <sup>2</sup>	0.012±0.002	0.013±0.002 <sup>a</sup>
Fe	0.786±0.005 <sup>c</sup>	0.925±0.008 <sup>b</sup>	0.956±0.004 <sup>a</sup>	0.958±0.002 <sup>a</sup>
Mn	0.038±0.001	0.040±0.002	0.038±0.001	0.033±0.006
P	121.065±0.720	125.806±0.370	127.119±0.660	126.525±1.100
Zn	1.047±0.063 <sup>ab</sup>	0.956±0.013 <sup>b</sup>	1.154±0.030 <sup>a</sup>	1.129±0.050 <sup>a</sup>
Ca	4.287±0.020 <sup>b</sup>	7.243±0.010 <sup>a</sup>	7.294±0.080 <sup>a</sup>	7.330±0.030 <sup>a</sup>
K	252.035±1.400	253.073±0.600	252.557±1.132	253.404±1.030
Mg	14.801±0.630	14.369±1.110	13.804±0.540	14.643±0.810
Na	54.387±0.550	55.864±0.410	53.521±1.030	56.078±1.380
Total	448.458±1.950 <sup>b</sup>	458.292±2.490 <sup>ab</sup>	456.454±0.270 <sup>ab</sup>	460.116±4.390 <sup>a</sup>

Means±S.D.

<sup>abc</sup> : Row means with the same letter are not significantly different ( $P<0.05$ ).

분말 5% 첨가구인 T3에서 460.116 ppm으로 가장 많은 함량을 나타내었다.

이상의 결과로 볼 때 성계 껍질에 많이 함유된 Fe와 Ca을 사료로 먹이면 육계의 근육에 이행되어 처리구에서 대조구보다 함량이 많이 나타났을 것으로 사료된다. 이는 Han et al(1981)의 칼슘 첨가 수준에 대한 보고에서 사료에 칼슘 함량이 높을수록 이용율이 증가한다고 보고한 바 있다. 특히 Ca은 골격 구성성분으로 중요할 뿐 아니라 혈액응고, 심근의 수축작용, 근육의 흥분성 억제, 신경세포의 자극전달 촉진 등의 역할을 하고(Fisher and Fugua, 1970) 또한 Ca이 부족시 갱년기 이후의 중년 여성에게 골다공증을 일으키며, Ca과 Mg이 풍부한 경수를 음용한 지역 주민은 고혈압 발생 빈도가 낮다는 보고가 있다(Debruyne and Rolfes, 1989). 따라서 Ca 및 Fe 함량이 높은 계육을 생산하기 위한 사료로서 성계 껍질이 효과가 있을 것으로 기대된다.

## 적 요

본 실험은 성계 껍질 분말의 사료적 가치를 구명하기 위하여 첨가수준(0, 1, 3, 5%)에 따라 육계의 생산성, 계육의 무기물 및 혈중 콜레스테롤 등에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 5주간 사양시험하였다. 전기 3주간 사료내 조단백질은 21.5%, ME는 3,100 kcal/kg 수준으로 공급하였고, 후기에는 조단백질 19%, ME 3,100 kcal/kg 수준으로 급여하였다. 처리구는 대조구(무첨가구) 성계 껍질 분말 1% 첨가구(T1), 3% 첨가구(T2), 5% 첨가구(T3)로 처리구당 4반복, 반복당 10수로 총 160수를 공시하였다. 그 결과 증체량은 T1구에서 사육 전기에 현저하게 개선되었지만( $P<0.05$ ) 사육후기에는 가장 낮게 평가되었으며, 사료효율은 처리구 사이에 유의성이 인정되지 않았다( $P>0.05$ ). 총콜레스테롤은 대조구보다 성계 껍질 분말 처리구에서 낮게 나타났으며, HDL-C은 처리구 중 T2, T3에서 높았고( $P<0.05$ ), LDL-C과 triglyceride는 유의성이 인정되지 않았다. 성계 껍질 분말 급여 수준에 따른 무기물의 변화는 대조구에 비해 처리구에서 Fe, Zn, Ca 함량이 많았으며( $P<0.05$ ) 총무기물 함량은 성계 껍질 분말 급여구에서 많은 경향을 보여 주었다. 결론적으로 육계사료 내 성계 껍질 분말의 급여는 Ca, Fe 및 총무기물 함량이 증가된 계육을 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

(색인어 : 성계 껍질 분말, 육계, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 무기물)

## 인용문헌

- Association of Official Analytical Chemists 1998 Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
- Baker HJ, Lindsey JR, Weisbroth SH 1984 The Laboratory Rat. Academic Press Inc New York, 2:123-131.
- Cho SY, You BJ, Chang MH, Lee SJ, Sung NJ 1994a Screening for potato lipoxygenase-1 inhibitor in unused marine resources by the polarographic method. J Korean Soc Food Sci Nutr 23:959-963.
- Cho SY, You BJ, Chang MH, Lee SJ, Sung NJ, Lee EH 1994b Screening for antimicrobial compounds in unused marine resources by the paper disk method. Korean J Food Sci Technol 26:261-265.
- Debruyne LK, Rolfes SR 1989 Children eating, growing and learning. In Life Cycle Nutrition: conception through Adolescence Ed Whitney EN West Publishing Company MN p.236.
- De la Cruz-Garcia C, Lopez-Hernandez J, Gonzalez-Castro MJ, Rodriguez-Bernaldo De Quiros AI, Simal-Lozano J 2000 Protein, amino acid and fatty acid contents in raw and canned sea urchin. J Sci Food Agric 80:1189-1192.
- Fisher KH, Fugua ME 1970 In "Principle of Nutrition" 2nd ed Wiley New York, p.134.
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS 1972 Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin Chem 18:1163.
- Han IK, Lee KH, Lee SJ, Kang TH, Kwon K 1981 Studies on the nutritive values of various calcium supplements in laying hen diets: 1. Comparative studies on the nutritive values of oyster shell, limestone and calcitic limestone. Korean J Anim Sci 23:193-198.
- Larry GS, 이갑창, 이갑득 1993 기본생화학. 학문사 p410-411.
- Nam HK 1986 The composition of fatty acid and amino acid for sea urchin. J Korean Oil Chemists Soc 3:33-37.
- Osborne DR, Voogt P 1980 The analysis of nutrients in foods.

- Academic Press p.168.
- SAS/STAT 1996 SAS user's guide. release 6.12 edition, SAS Inst Inc Cary NC. USA.
- Steel RGD, Torrie JH 1980 Principles and procedure of statistics. McGraw Hill, New York.
- 농수산물무역센터 2000 농수산물무역정보 성계부분 생산통계자료.
- 농촌진흥청 농촌생활연구소 1996 식품성분표.
- 유태중 1999 식품동의보감 아카데미북 서울 p.337-338.