

성게 껍질 분말의 급여가 계육의 이화학적 특성에 미치는 영향

김 영 직[†]

대구대학교 생명자원학부

Influence of Dietary Sea Urchin Shell Powder on Physico-Chemical Properties of Chicken Meat

Y. J. Kim[†]

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

ABSTRACT The experiment was conducted to study the effect of sea urchin shell powder (SUSD) on the sensory evaluation, meat color, fatty acid and amino acid contents of chicken meat. One hundred sixty broilers were fed diets for five weeks containing 0, 1, 3 and 5% of sea urchin shell powder. The shear forces of the treatment groups were higher than the control group and the water holding capacity (WHC) was higher in the control group ($P<0.05$). The heating loss and pH were not significantly different between control and treatment groups ($P<0.05$). The hardness, juiciness and flavor evaluated by sensory evaluation were improved by treatments, especially in T2 ($P<0.05$). The meat color of the treatments group showed redder and darker than that of the control group owing to lower L^* and higher a^* value. Among fatty acids, oleic acid contents of the treatment groups were higher than that of the control group. The treatment groups showed a significantly higher total amino acid content ($P<0.05$) compared to the control group. The results of this experiment indicated that dietary SUSP tended to improve the sensory evaluation.

(Key words: sea urchin shell powder, sensory evaluation, meat color, fatty acid, amino acid)

서 론

오늘날 국민소득과 문화수준의 향상으로 건강에 대한 소비자들의 관심이 집중되어 기능성 식육을 생산한다든지 육질과 맛이 뛰어난 고품질이고 위생적인 축산물이 크게 요구되는 실정이고, 현재 우리나라에서 사용되고 있는 사료의 94%가 수입되어 배합사료의 제조에 이용되고 있어 국제곡물가격의 변동에 따라 사료가격의 등락이 거듭되고 있다. 따라서 국내 부존자원을 개발하고 적극 활용하여 축산물의 생산비용을 절감하고 축산물의 경쟁력을 제고해야 하는 상황에 직면하고 있다. 현재 몇몇 국내부존자원의 이용가능성을 확인한 바 있으며, 성게 껍질도 그 중의 하나라고 생각한다. 성게는 극피동물의 일종으로 세계적으로 우리나라의 동해와 중국, 일본 근해에 분포되어 있으며, 한의학에서는 성게를 해담이라고 한다. 성게는 수분, 단백질, 지방, 비타민 B군

과 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 있어 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 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

[†] To whom correspondence should be addressed : rladudwrl@yahoo.co.kr

성계와 통조림 성계에 들어 있는 단백질, 아미노산 및 지방산 조성에 대해 보고한 바 있다. 그러나 성계 껍질에 대한 연구는 상당히 미흡한 실정에 있다. 다만 최근에 일본의 한 기업체에서 성계 껍질로부터 칼슘을 추출하여 칼슘 보조제를 시판하고 있고, 비료 첨가제로 연구 중인 것으로 알려져 있으며, 성계 껍질의 유효 성분 이용 가능성에 대하여 연구 검토하고 있으나(Cho et al., 1994a; Cho et al., 1994b) 구체적인 성계 껍질 이용 가능성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 해안지역의 환경오염원인 성계 껍질을 육계 사료로 활용함으로써 환경문제해결, 기능성 계육의 생산 및 폐자원의 효율적 활용을 위한 기초 자료를 얻고자 성계 껍질의 비율이 다른 사료를 급여하여 계육의 이화학적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

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

2. 조사항목 및 분석방법

전단력은 시료를(2×2×2 cm) 두께로 절단하고 75℃ 항온수조에서 가열 후 방냉하여 근섬유 방향과 평행하게 시료채취기로 취하여 Instron(Model 1011, USA)으로 측정하였고, 가열 감량은 시료를 50g 내외로 정형하여 측정하였다. 그리고 보수성(water holding capacity, WHC)은 세절육 10g을 원심분리관에 넣고 70℃ water bath에서 30분간 가열하고 방냉하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 분리된 육즙량을 측

정하였다. 또한 pH는 시료 10g에 증류수 90 mL를 가하여 균질한 후 pH meter(Orion, Model 520A, USA)로 측정하였다.

관능검사는 훈련된 10명의 관능검사 요원이 다즙성, 연도, 육향을 5점 척도법으로 실시하였다(5=아주 좋다, 4=좋다, 3=보통이다, 2=싫다, 1=아주 싫다).

육색은 대퇴 부위 근육을 절단하여 공기중에 30분간 노출시켜 발색시킨 뒤 색차계 (color difference meter, Minolta CR-300, Japan)을 이용하여 hunter 값(L*=명도, a*=적색도, b*=황색도)을 측정하였다.

지질 추출은 Folch et al.(1957)의 방법에 따라 추출하였으며, Morrison and Smith(1964)의 방법에 준하여 메틸화한 후 상층액을 분리하여 밀봉 후 냉동 보관하면서 gas chromatography(680D, Youngin Scientific Co. LTD)로 분석하였다. 이때의 분석조건은 column의 초기온도는 145℃로 하고 분당 5℃로 승온하고 280℃를 최종온도로 설정하였다. Carrier gas는 N₂이었다.

아미노산 분석은 시료 10 g에 6N HCl 100 mL를 가하여 질소가스를 주입한 후 밀봉하여 110℃에서 24시간 가수분해시킨 후 증발 농축기로 50℃에서 염산을 증발시켜 최종 증발 건조되어 있는 증발 플라스크에 0.2N sodium citrate buffer (pH 2.2)로 50 mL 되게 희석시킨 용액을 membrane filter(0.45 μm)로 여과하여 아미노산 자동분석기(LKB-4150, Hitachi, Japan)로 분석하였다. Cystine과 methionine은 과개미산으로 안정시켜 상기 아미노산 분석 방법으로 분석하였다.

3. 통계분석

자료분석은 SAS 패키지 프로그램(1996)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 각 처리구 평균간의 차이에 대한 유의성 검정은 Duncan's new multiple range test(Steel and Torrie, 1980)를 이용하였다.

결과 및 고찰

성계 껍질 분말을 급여한 후 도계한 계육의 전단력, 가열감량, 보수성 및 pH의 변화는 Table 1에 나타내었다. 전단력은 대조구가 2.91kg, T1이 3.01kg, T2가 3.09kg, T3가 3.03kg으로 대조구에 비해 성계 껍질 분말 처리구에서 유의성 있게 높았다(P<0.05). 가열 감량은 대조구가 19.18%, T1이 18.22%, T2가 18.39%, 그리고 T3가 18.13%로서 대조구가 처리구에 비해 높은 경향이었으나 통계적 유의성은 인정되지 않았다. WHC는 대조구가 58.20%, T1이 55.35%, T2가 55.21%,

T3가 55.20%를 나타내어 대조구가 처리구보다 높게 유의성이 인정되었다. 일반적으로 보수력이 높은 고기는 식육 가공 시 제품의 수분함량을 높게 하고, 조직감을 좋게 하여 품질을 향상시키는 것으로 보고되고 있다(송계원 등, 1984). 그런데 본 실험결과 성계 껍질 분말의 급여구는 대조구보다 낮은 보수력을 나타내어 그들의 첨가 급여는 계육의 보수성에 나쁜 영향을 미치는 결과를 나타냈다. pH는 처리구간의 유의성은 없었으며 5.81~5.91의 범위에 있었다.

성계 껍질 분말을 급여한 계육의 관능 평가 결과는 Table 2에 나타내었다. 관능검사 요원이 평가한 연도는 대조구가 4.28, T1이 4.35, T2가 4.28, 그리고 T3가 4.48로서 대조구에 비해 처리구에서 높은 경향이었으나 유의성은 없었다. 이와 같은 결과는 전단력 측정 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 다즙성은 고기를 씹자마자 고기에서 나오는 육즙의 정도와 씹을수록 천천히 나오는 육즙과 타액의 정도를 말하는 것으로 대조구는 4.18, T1, T2, T3 모두 4.30으로 대조구보다

Table 1. Effect of dietary sea urchin shell powder on the shear force, heating loss, WHC and pH in chicken meat

Traits	Treatments			
	Control	T1	T2	T3
Shear force (kg)	2.91±0.03 ^b	3.01±0.02 ^a	3.09±0.01 ^a	3.03±0.03 ^a
Heating loss (%)	19.18±0.16	18.22±0.34	18.39±0.60	18.13±0.43
WHC (%)	58.20±0.95 ^a	55.35±0.99 ^b	55.21±0.27 ^b	55.20±0.36 ^b
pH	5.91±0.04	5.88±0.03	5.81±0.01	5.89±0.04

Means±S.D.

^{ab} : Row means with the same letter are not significantly different (P<0.05).

Table 2. Effect of dietary sea urchin shell powder on sensory evaluation

Traits	Treatments			
	Control	T1	T2	T3
Hardness	4.28±0.03	4.35±0.15	4.28±0.07	4.48±0.13
Juiciness	4.18±0.03	4.30±0.20	4.30±0.05	4.30±0.20
Flavor	4.48±0.03 ^b	4.60±0.10 ^{ab}	4.70±0.00 ^a	4.53±0.03 ^{ab}

Means±S.D.

^{ab} : Row means with the same letter are not significantly different (P<0.05).

처리구에서 높았으나 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 일반적으로 지방과 수분을 많이 함유한 고기일수록 다즙성이 좋으며 다즙성은 가열감량과 상반된 결과를 나타낸다는 보고가 있다(Carlin and Harrison, 1978). 육향은 T1이 4.48, T1, T2, T3 가 각각 4.60, 4.70, 4.53으로 대조구보다 유의하게 높거나 높은 경향을 나타냄으로서 성계 껍질 분말의 급여는 관능검사 점수를 높게 평가받는 것으로 사료된다.

성계 껍질 분말의 급여수준에 따른 육색의 변화는 Table 3에 나타내었다. 육색은 구매시 소비자들의 선택에 있어 1차적인 요인으로 소비를 촉진시키는데 기여할 수 있기 때문에 육색은 소비자들의 구매력과 직결된다고 볼 수 있다. 명도를 나타내는 L* 값은 대조구가 58.17, T1이 54.92, T2가 53.67, T3는 52.20으로 대조구가 가장 밝은 색을 나타내었다 (P<0.05). 이와 같은 결과는 소비자들이 닭고기의 구매기준을 밝은색을 원하는 현실을 감안하면 성계 껍질 분말의 급여는 닭고기 육색에는 나쁜 영향을 미치는 것으로 사료된다. 적색도를 나타내는 a* 값은 대조구는 5.82, T1이 6.20, T2가 6.89 그리고 T3가 7.16으로 대조구에 비하여 성계 껍질 분말의 급여는 적색도를 높게하는 경향으로 특히 T3가 가장 높은 값을 나타내었고(P<0.05), 황색도를 나타내는 b* 값은 대조구가 3.25, T1, T2, T3는 각각 3.39, 3.70, 3.20을 나타내어 T2가 가장 높은 황색도를 나타내었다(P<0.05). 육색은 육색소인 myoglobin이 산소와의 반응으로 나타나며, 육색의 변화는 육색소내의 산소 유무 및 양, 육조직내의 효소활동, 저장 온도, 미생물의 오염도, pH 등에 따라 다르다는 보고(Lawrie, 1985)를 인용해 보면 성계 껍질 분말의 급여는 육색에 상당히 영향을 미치는 것으로 판단된다.

성계 껍질 분말을 급여 후 계육의 대퇴 부위 근육을 분석한 지방산 조성 변화는 Table 4와 같다. 먼저 본 실험에서 분석한 지방산은 총 9종을 분리 동정할 수 있었으며, 대조구와

Table 3. Effect of dietary sea urchin shell powder on meat color

Traits	Treatments			
	Control	T1	T2	T3
L*	58.17±1.00 ^a	54.92±0.26 ^b	53.97±0.90 ^{bc}	52.20±0.08 ^c
a*	5.82±0.39 ^b	6.20±0.40 ^{ab}	6.89±0.19 ^{ab}	7.16±0.17 ^a
b*	3.25±0.06 ^{ab}	3.39±0.21 ^{ab}	3.70±0.02 ^a	3.20±0.04 ^c

Means±S.D.

^{abc} : Row means with the same letter are not significantly different (P<0.05).

Table 4. Effect of dietary sea urchin shell powder on fatty acid composition

(unit : %)

Fatty acid	Treatments			
	Control	T1	T2	T3
14:0	0.73±0.04	0.70±0.01	0.78±0.02	0.72±0.01
16:0	24.39±0.29	23.61±0.92	26.38±0.41	24.44±0.25
16:1	6.00±0.62	5.40±0.00	6.09±0.30	6.13±0.52
18:0	6.25±0.46	5.40±0.00	6.09±0.30	6.13±0.52
18:1	41.60±1.20 ^b	44.25±0.34 ^a	41.16±0.25 ^b	43.40±0.31 ^{ab}
18:2	18.64±0.62	17.48±0.59	16.77±0.65	17.60±0.39
18:3	1.22±0.04	1.12±0.00	1.11±0.01	1.08±0.02
20:1	0.56±0.02	0.51±0.08	0.51±0.02	0.41±0.03
20:4	0.61±0.08	1.31±0.06	1.04±0.45	0.61±0.15
TS ¹⁾	31.37±0.12 ^b	29.71±0.03 ^c	33.25±0.09 ^a	31.29±0.26 ^b
TU ²⁾	68.64±0.13 ^b	70.30±0.03 ^a	66.76±0.69 ^c	68.71±0.13 ^b
TU/TS ³⁾	2.19±0.02 ^b	2.37±0.01 ^a	2.01±0.06 ^c	2.20±0.03 ^b

Means ± S.D.

^{abc} : Row means with the same letter are not significantly different (P<0.05).¹⁾ TS : Total saturated fatty acid.²⁾ TU : Total unsaturated fatty acid.³⁾ TU/TS : Total unsaturated fatty acid/Total saturated fatty acid.**Table 5.** Effect of dietary sea urchin shell powder on amino acid composition

(unit: ppm)

Amino acid	Treatments			
	Control	T1	T2	T3
EAA ¹⁾	9.769±0.001 ^b	11.248±0.510 ^a	10.801±0.003 ^a	10.884±0.002 ^a
Methionine	0.533±0.004	0.505±0.003	0.504±0.007	0.483±0.010
Threonine	0.968±0.002 ^b	1.103±0.001 ^a	1.109±0.001 ^a	1.106±0.001 ^a
Valine	0.986±0.002	0.986±0.001	0.983±0.001	0.989±0.001
Iso-leucine	0.830±0.004	0.984±0.008	0.956±0.003	0.952±0.004
Leucine	1.556±0.008 ^c	1.866±0.003 ^b	1.889±0.001 ^b	1.945±0.001 ^a
Phenylalanine	1.123±0.001 ^b	1.132±0.003 ^a	1.137±0.001 ^a	1.138±0.002 ^a
Lysine	1.819±0.004 ^b	1.948±0.001 ^a	1.949±0.001 ^a	1.949±0.001 ^a
Histidine	0.624±0.001 ^d	0.778±0.002 ^c	0.833±0.009 ^b	0.886±0.03 ^a
Arginine	1.331±0.008	1.447±0.008	1.446±0.004	1.446±0.002
NEAA ²⁾	9.793±0.060 ^b	9.969±0.010 ^a	9.973±0.010 ^a	9.937±0.010 ^a
Cystine	0.215±0.005	0.241±0.005	0.232±0.005	0.209±0.020
Aspartic acid	2.208±0.003	2.208±0.005	2.019±0.009	2.038±0.006
Serine	0.852±0.008	0.851±0.002	0.848±0.001	0.849±0.006
Glutamic acid	2.991±0.050	3.072±0.020	3.077±0.030	3.078±0.020
Glycine	0.888±0.008 ^b	0.918±0.020 ^{ab}	0.934±0.005 ^a	0.956±0.009 ^a
Alanine	1.228±0.001	1.242±0.007	1.231±0.004	1.234±0.004

Table 5. Continued.

Amino acid	Treatments			
	Control	T1	T2	T3
Tyrosine	0.774±0.004	0.794±0.001	0.798±0.04	0.729±0.049
Proline	0.812±0.009	0.825±0.020	0.834±0.000	0.845±0.005
Total	19.666±0.040 ^b	21.216±0.490 ^a	20.773±0.010 ^a	0.846±0.040 ^a
EAA/TAA ³⁾	0.497±0.001 ^b	0.530±0.010 ^a	0.520±0.000 ^a	0.523±0.000 ^a

Means±S.D.

^{abc} : Row means with the same letter are not significantly different (P<0.05).¹⁾ EAA : Essential amino acid (Trp was excluded).²⁾ NEAA : Nonessential amino acid.³⁾ EAA/TAA : Essential amino acid/Total amino acid.

처리구간에 관계없이 oleic acid가 41.16~44.25%로 가장 함량이 많았으며 그 다음으로는 palmitic acid, linoleic acid, stearic acid 순이었다. 이와 같은 결과는 Shin et al.(1998)의 보고와 같은 경향이였다. 지방산 함량을 보면 oleic acid의 경우 대조구는 41.60%, T1은 44.25%, T2는 41.16%, T3는 43.40%로서 T1에서 가장 높은 함량을 나타내었다(p<0.05). Oleic acid는 단일 불포화지방산으로서 다량 섭취시 혈중 중성지방이나 콜레스테롤의 저하를 가져오므로 동맥경화증과 같은 성인병에 유익한 효과가 있는 것으로 보고되고 있다 (Grundy, 1986).

한편, 포화지방산과 불포화지방산의 비율을 보면 대조구가 2.19, T1이 2.37, T2는 2.01, T3는 2.20으로 T1이 유의성 있게 높았다. 콜레스테롤과 포화지방산은 뇌졸중, 동맥경화, 고혈압 등의 성인병의 주요 위험인자로서 이들을 과량 섭취하면 관상 동맥 경화증이 더 많이 발생한다고 하였다(Keys, 1980). 따라서 불포화지방산의 비율이 높은 T1의 섭취는 성인병과 관련하여 영양상 유리한 계육을 공급할 것으로 생각된다.

성계 껍질 분말의 급여수준에 따른 아미노산 조성 변화는 Table 5에 나타내었다. 본 실험 결과 조단백질 함량의 차이는 나타나지 않았지만 아미노산의 조성은 차이를 나타내었다. 인체내에서 합성되지 않아 반드시 외부에서 섭취하여야 하는 필수아미노산 즉 threonine, phenylalanine, lysine, histidine 함량이 대조구보다 T1, T2, T3에서 높게 나타났다. 필수 아미노산 함량은 대조구가 9.769, T1이 11.248, T2가 10.801, T3는 10.888mg%를 나타내었고 비필수아미노산의 경우 대조구는 9.793, T1, T2, T3는 각각 9.969, 9.973, 9.937mg%를 나타내어 필수아미노산, 비필수아미노산 모두 대조구보다

처리구에서 높은 함량을 나타내었다. 고기에서 아미노산은 향미를 좋게 하고 표면을 보기 좋은 갈색으로 변화시킨다고 알려져 있다(天野慶之 등, 1981). 계육의 필수아미노산 함량은 lysine, leucine, arginine, phenylalanine 순이었고, 비필수 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, alanine 순이었다. 이러한 결과들은 식품성분표(농촌진흥청, 1996)에 나타난 계육의 대퇴 부위 아미노산 조성과 비슷한 결과이었다.

적 요

본 연구는 성계 껍질 분말을 사료내 첨가하여 그 첨가 수준(0, 1, 3, 5%)에 따라 계육의 관능검사, 육색, 지방산 및 아미노산 조성 등의 이화학적 특성을 검토하고자 broiler 160수를 공시하여 실시하였다. 전단력은 대조구보다 처리구에서 높고, 보수성은 대조구에서 높았으며(P<0.05), 가열감량, pH는 유의성이 인정되지 않았다. 관능검사 결과 성계 껍질 분말 급여구에서 연도, 다즙성, 풍미가 높은 점수를 나타내었는데 특히 T2에서 유의적인 (P<0.05) 차이를 나타내었다. 육색은 처리구에서 대조구보다 비교적 L*값이 낮고, a*값이 높아 육색이 어두운 편이었다. 대조구에 비해 처리구에서 oleic acid 함량이 유의하게 높거나 높은 경향을 나타내었으며, 총아미노산 함량은 대조구보다 처리구에 많은 함량을 나타내었다. 본 실험 결과 육계사료 내에 성계 껍질 분말의 급여는 관능검사의 결과를 개선할 것으로 사료된다.

(색인어 : 성계 껍질 분말, 관능검사, 육색, 지방산, 아미노산)

인용문헌

- Carlin AF, Harrison DL 1978 Cooking and sensory methods used in experimental studies on meat. Nat Livestock and Meat Board Chicago, Illinois.
- 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.
- De la Crug-Garcia C, Lopez-Hernandez J, Gonzalez-Castro MJ, Rodriguez-Bernaldo De Qiros AI, Simal - Lazano J 2000 Protein, amino acids and fatty acid contents in raw and canned sea urchin harvested in Galicia. J Sci Food Agric 80:1189-1192.
- Folch J, Lees M, Sloan-stanley GH 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J Biol Chem 226:497-509.
- Grundy SM 1986 Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. N Engl J Med 314:745-752.
- Keys A 1980 Coronary heart disease in seven countries Circulation(suppl) XLI A 53.
- Lawrie R 1985 Development in Meat Science: Packaging Fresh Meat(A. A. Taylor(Eds)) Elsevier Applied Science Publishers p.89.
- Morrison WR, Smith LM 1964 Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride methanol. J Lipid Res 5:600-608.
- Nam HK 1986 The composition of fatty acid and amino acid for sea urchin. J Korean Oil Chemists, Soc 3:33-37.
- SAS 1996 SAS user's guide: Statistics. SAS Inst Inc Cary NC.
- Shin KK, Park HI, Lee SK, Kim CJ 1998 Studies on fatty acids composition of different portions in various meat. Korean J Food Sci Ani Resou 18(3):261-267.
- Steel RGD, Torrie JH 1980 Principles and procedure of Statistics. McGraw Hill, New York.
- 天野慶之 藤券正生 安井 勉 1981 “食肉加工 ハント”. ブック光琳 430.
- 농수산물무역센터 2000 농수산물무역정보. 성계부분생산통계자료.
- 농촌진흥청 농촌생활연구소 1996 식품성분표.
- 송계원 성삼경 채영석 이유방 김현욱 강동삼 송인상 이무하 백석연 한석현 1984 식육과 육제품의 과학. 선진문화사 p.341.
- 유태중 1999 식품동의보감. 아카데미북 서울 p337-338.