

새고막 통조림 변색방지 및 저장중 품질변화

배 태진 · 김귀식
여수대학교 식품공학과

Prevention of Discoloration and Storage Stability in Canned Ark Shell

Tae-Jin Bae and Kui-Shik Kim

Dept. of Food Science and Technology, Yosu National University, Yosu 550-250, Korea

Abstract

Ark shell was known as shellfish that had hemoglobin as blood pigment and the action of mecidine, was consumed the great part of it as raw material, though it was produced about 13,000 M/T per year. Ark shell was processed the infinitesimal quantity as canned product, but canned ark shell had problem that occurred discoloration after heat treatment during processing and storage. This discoloration mechanism during processing and storage was not cleared. This study was carried out to understand characteristics of the hemoglobin as blood pigment and carotenoid as meat pigment in ark shell and management of proper prosessing conditions for prevention of oxidation and discoloration by thermal treatment. When treated by digestion of 0.1% BHA, 0.1% Tenox-II, 0.5% Na₂EDTA, 0.05% NDGA and 3% salt soln., 0.1% BHA solution was most suitable for stablility of carotenoid that the retention ratio of carotenoids were 63.1% after heating to 116°C for 120 minitues. In preparation of canned ark shell and storage at 37±1°C for 60 days, the chemical composition, pH and salinity were stable. And contents of total carotenoid were decreased slightly from 0.83mg% to 0.727mg%. The viable cell count were 6.92×10^3 cfu/ml at raw ark shell, after processed and storage were not detected. The predominant amino acids in the raw ark shell were glutamic acid(19.1%), arginine(16.0%), glycine(12.6%), alanine(12.2%) and aspartic acid(7.6%). When 60 days stored, the contents of amino acid were stable. And the predominant nuclotide and their related compounds in the raw ark shell were hypoxanthine(2.14 μmol/g), IMP(1.94 μmol/g) and ATP(0.87 μmol/g), and storage at 37±1°C for 60 days, the quantity order were same as raw material.

Key words : canned ark shell, discoloration, storage stability.

서 론

고막은 간식지 조간대 표충에 서식하는 까닭에 비교적 채취가 용이하여 일찍부터 많이 이용되어 왔으며 예로부터 우리 나라의 김양식, 굴양식에 이어 3대 양식품종에 들며, 특히 새고막은 남해안과 서해안에서 많이 분포하고 수익성이 높아 어민소득에 크게 기여하고 있다. 전남지역은 순천만에 이어 1985년부터는 득량만에서도 자연채묘가 가능하여 종래의 안정적 공급에 힘입어 전라남도 내에서 새고막 양식장은 계

속 증가하고 있는 추세로서 우리 나라 새고막 생산량의 90% 이상을 차지하고 있다. 이에 반하여 새고막의 이용 및 가공면에서는 일부 통조림 가공을 제외하고는 가공이 거의 이루어지지 않아 계속적인 양식면적 증가에 따른 생산과잉으로 인하여 가격이 폭락하고 주로 생채로 소비 또는 유통되는 까닭에 달리 장기 저장할 수단이 없는 실정에서 일시 대량처리가 전혀 불가능하다.

현재 새고막 통조림은 소비자들의 반응이 좋아 호조를 띠고 있으나 열처리 가공후 또는 장기 유통중 변

색이 다소 일어날 수 있는 문제점이 있다. 이것은 새고막 혈액의 적혈구 내에 hemoglobin이라는 붉은 혈색소를 가져 쉽게 산화되거나 갈변이 잘 일어나게 된다.

패류에 관한 연구로는 주로 원료 중의 성분조성이나 가공중 성분변화^{1~13)}에 관한 연구가 대부분을 차지하며, 피조개^{14~18)}에 관한 성분조성의 연구를 제외하고는 고막류의 가공에 관한 연구는 거의 보고되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 새고막의 일시 대량 처리의 한 방안으로서 통조림을 제조하여 열처리 중의 변색 억제방법과 저장중 품질변화를 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 연구에서 사용한 시료인 새고막은 전남 보성군 벌교읍 부근 해역에서 1997년 4월에 어획된 즉시 구입하여 실험실로 옮겨 생체 그대로 실험에 사용하였으며, 새고막의 제원은 각장 $4.3 \pm 0.4\text{cm}$, 각고 $3.1 \pm 0.3\text{cm}$, 각폭 $2.6 \pm 0.3\text{cm}$, 전체 중량 $20.5 \pm 6.3\text{g}$ 이었고, 탈각후 분리한 육의 중량은 $7.1 \pm 2.2\text{g}$ 이었다.

2. 새고막 색소 추출

새고막 색소의 추출은 강과 하⁴⁾의 방법에 따라 시료 약 100g을 취하여 3배량의 acetone을 이용하여 3회 추출하고, 이 추출액을 합하여 석유에테르 및 다량의 물로써 색소 성분을 에테르층으로 이행한 다음 무수 망초(Na_2SO_4)를 첨가하여 수분을 제거한 다음 40°C 이하에서 질소가스를 통기하면서 감압농축하였다. 총 카로티노이드 함량은 ether를 용매로 하여 가시부 흡수 스펙트럼을 측정하고, 최대 흡수대의 흡광도를 흡광계수 $E=2,400$ 을 이용하여 계산하였다.

3. 색소 안정화

살아있는 새고막을 자속하여 탈각한 후 육의 크기가 비슷한 것만 300g 취하여 BHA를 소량의 ethyl alcohol에 용해시켜 3% 식염수에 대하여 0.1% 첨가한 용액, Tenox-II (BH 20%, propyl gallate 6%, citric acid 4%, propylene glycol 70%의 비율로 혼합한 것)를 3% 식염수에 대하여 0.1% 첨가한 용액, Na_2EDTA 를 3% 식염수에 대하여 0.5% 용해시킨 용액 및 NDGA를 3% 식염수에 대하여 0.05% 용해시킨 용액에 1시간 침지하여 색소안정화 효과를

검토하였다.

4. 아미노산 정량

시료 약 50mg을 ampoule에 넣고 6N HCl 2ml를 가하여 감압 하에서 밀봉하고 110°C 의 sand bath에서 24시간 가수분해시키고, 분해액을 감압건고시켜 pH 2.2의 구연산 완충액으로써 25ml로 하여 아미노산 분석시료로 하여 자동아미노산 분석계(Pharmacia LKB, Alpha plus)로 분석하였으며, 이때의 분석 조건으로 칼럼은 Ultrapac 7 cation-exchange(Lithium form), 완충용액은 0.2M Li-citrate(pH 3.20, 4.25, 6.45)이었고, 시료주입액은 $20\mu\text{l}$ 였다.

5. 핵산 관련물질의 정량

핵산 관련물질의 정량은 시료 10g에 10% 냉과염소산 용액 25ml를 가하여 빙냉하면서 15분 동안 균질화시킨 후 원심분리($4,000 \times g$, 5min)하였다. 상층액은 분리시키고, 잔사는 같은 방법으로 2회 반복 처리하였다. 이렇게 하여 모은 상층액에 5N 수산화칼륨 용액을 가하여 pH를 6.5로 조절한 후 중화된 과염소산 용액으로 전량을 100ml로 하였다. 이를 5°C 에서 30분간 방치한 다음 고속액체 크로마토그래피(Water Associates HPLC system HPLC / ALC-244)로써 분석하였으며 표준품과의 retention time을 비교하고, 검량선을 이용하여 그 양을 계산하였다. 이때의 HPLC 분석조건으로 칼럼은 μ -Bondapac C₁₈(30cm × 3.9mm i.d.), 이동상은 0.04M KH_2PO_4 · 0.06M K_2HPO_4 (pH 7.5), 검출은 UV 254nm였고 시료주입량은 $5\mu\text{l}$ 이었다.

6. 통조림 제조 및 저장실험

301-1(내용적 125.9 mL, 평 3호)관에 크기가 거의 같은 전처리한 새고막 육 120g을 넣고, 물을 40g 넣어 탈기 밀봉한 다음, 현장에서의 살균조건인 116°C 에서 70분간 가열살균하여 급냉시켰다. 그리고 저장 실험용 통조림은 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 2개월간 저장하여 성분변화를 검토하였다.

결과 및 고찰

1. 새고막 색소의 안정화

새고막 근육의 색채는 carotenoid 함량에 따라 영향을 받으며 육색에 의하여 품질이 좌우¹⁶⁾되기도 하지만 새고막 통조림 제품의 변색 요인으로서는 carotenoid 등의 체색소의 변색, 당과 아미노산의 상호

반응에 의한 갈변, 불포화지방산의 산화 및 hemoglobin의 갈변 등으로 이러한 요인들이 복합적으로 일어나 통조림의 품질을 저하시킨다. 특히 그 중에서 가열처리에 의한 carotenoid 색소의 변색이 제일 크게 일어난다. 이러한 변색을 방지하기 위하여 항산화제가 널리 사용되어져 왔는데, 패류에 대하여는 냉동한 가리비 패주의 황변방지¹⁹⁾, 글보일드 통조림의 변색방지²⁰⁾ 등의 보고가 있는데, 효과가 있다고 알려진 항산화제로는 BHA, Tenox-II, NDGA 등이며 또한 금속이온 봉쇄제로 알려진 EDTA 역시 효과가 뛰어난다.

살아있는 새고막을 자숙, 탈각한 후 크기가 비슷한 육만을 취하여 0.1% BHA, 0.1% Tenox-II, 0.5% Na₂EDTA 및 0.05% NDGA 용액과 3% 식염수를 대조구로 하여 각각 용액에 1시간 침지시키고, 탈수시킨 것을 통조림 제조 공장에서의 가열처리 온도인 116°C에서 시간별로 가열 처리한 후 carotenoid 색소의 잔존율과 갈변도를 각각 Fig. 1 및 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 1에서 색소안정제로 사용한 항산화제에 의한 효과를 보면 0.1% BHA 용액이 가장 효과적으로 나타났는데, 116°C에서 120분간 열처리후 carotenoid 색소의 잔존율은 대조구가 30.3%인 반면에 63.1%로 높게 나타났다. 다음으로 효과적인 것은 0.5% Na₂EDTA 용액, 0.1% Tenox-II 용액 및 0.05% NDGA 용액 순서였으며, 116°C에서 120분간 열처리후 carotenoid 색소의 잔존율은 차례대로 각각 59.0%, 57.1% 및 43.3%로 나타났다. 그리고 Fig. 2는 새고막 통조림의 변색을 크게 일으키는 지용성 갈변물질의 함량을 나타낸 것으로 대조구는 116

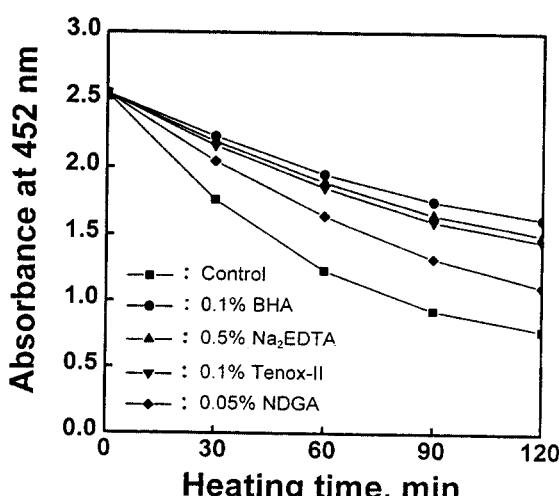


Fig. 1. Influence of antioxidants in the carotenoid stability in canned ark shell.

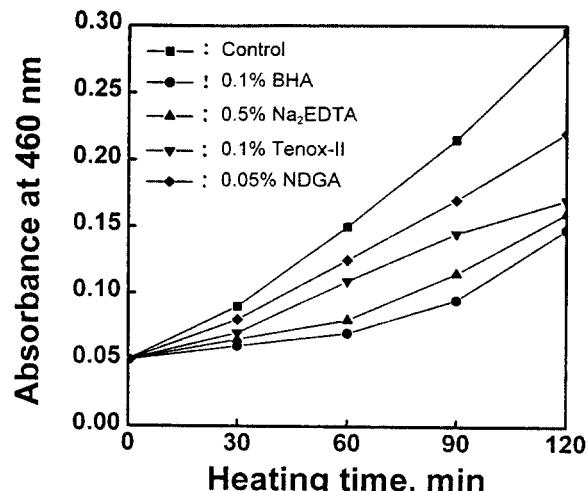


Fig. 2. Influence of antioxidants on the browning reaction of lipid fraction in canned ark shell.

℃에서 120분간 열처리후 흡광도가 0.051에서 0.297로 크게 증가하였다. 그리고 사용한 항산화제로서는 역시 0.1% BHA 용액에 침지시킨 제품이 갈변억제에 가장 효과적으로 나타났으며 116℃에서 120분간 열처리후 흡광도는 0.051에서 0.148로 증가하였다. 그리고 다음으로 효과적인 것은 Fig. 1에서의 결과와 동일한 순서로 나타났으며, 116℃에서 120분간 가열 처리후 흡광도는 0.051에서 각각 0.151, 0.169 및 0.218로 나타났다. BHA는 수산식품의 산화방지제로서 이미 잘 알려져 있는 것으로 실제 사용이 허용되고 있다. Lee²¹⁾ 등은 개량 조개를 BHA로 처리하여 일광 및 열풍건조시킬 때 건조 중에 색소소실량을 측정하였는데 45~52℃의 열풍을 풍속 3m/sec로 10시간 건조하였을 때 생식료와 거의 같은 정도로 색소가 안정하였고 NDGA 및 EDTA 처리구는 약간 효과가 떨어진 것으로 보고하였다.

2. 저장 중 성분변화

새고막을 100℃ 수증기에 5분간 쐐여 자숙 및 탈각시켜 유수 중에 세척하고, 0.1% BHA를 용해시킨 3% 식염수에 1시간 침지하여 건져서 물기를 제거하였다. 크기가 비슷한 개체를 가려서 301-1관(내용적 125.9mL, 평3호관)에 120g 담고, 물을 40g 넣어 털기 밀봉한 다음 116℃에서 70분간 가열살균하여 급냉시킨 것을 저장용 시료 제품으로 하여 37±1℃의 항온기에 저장하였다.

Table 1은 37±1℃에서 2개월 동안 저장 중 일반 성분, 총 carotenoid, pH 및 세균수를 측정하여 나

Table 1. Change in proximate compositions, total carotenoids, pH and viable cell counts of canned ark shell during storage at 37±1°C

	Storage days		
	0	30	60
Moisture, %	73.1	72.9	72.5
Crude protein, %	20.7	20.4	20.3
Crude lipid, %	0.8	0.8	0.7
Carbohydrate, %	2.4	2.3	2.3
Crude ash, %	2.7	2.9	3.0
Total carotenoids, mg%	0.83	0.80	0.72
Salinity, %	2.3	2.4	2.5
pH	6.8	6.9	6.9
Browning material, 460nm	0.07	0.07	0.08
Viable cell counts, cfu/ml	ND*	ND	ND

*ND : Not detected

타낸 것이다. 저장 60일 동안 일반성분은 매우 안정하여 성분상의 큰 변화가 나타나지 않았고, pH나 염도 및 갈변도의 변화도 거의 없었다. 그리고 총 carotenoid 함량은 통조림 제조 직후 0.83mg%이던 것이 저장 60일 후 0.72mg%로 다소 감소하였으나, 이 때의 잔존율은 86.7%로 나타났다. 그리고 새고막을 털각하고 수세한 후 0.1% BHA 용액에 1시간 침지시켜 물기를 빼고서 관에 충전하기 전 일반세균의 수가 $6.92 \cdot 10^3$ cfu / ml이던 것이 116°C에서 70분간 열처리를 시킨 직후의 통조림 제품에서는 미생물이 검출되지 않았고 또한 37±1°C에서 60일간 저장하여도 미생물이 검출되지 않았다.

Table 2는 새고막 육을 0.1% BHA 용액에 1시간 침지한 후 물기를 제거하고 관에 충전하여 116°C에서 70분간 열처리하고 37±1°C에 60일간 저장하였을 때 아미노산 함량의 변화를 나타낸 것이다. 원료 중의 전체 아미노산 함량을 822.6mg%로 나타났으며, 통조림으로 제조후 37±1°C에서 60일 동안 저장하였을 때는 786.9mg%로 잔존율이 95.7%로 매우 높게 나타나 통조림 제품의 유통 중에도 매우 안정할 것으로 생각된다. 그리고 원료의 아미노산 중에서 함량이 높은 주요 아미노산은 glutamic acid 156.8mg%(19.1%), arginine 131.8mg%(16.0%), glycine 103.5mg%(12.6%), alanine 100.3mg%(12.2%) 및 aspartic acid 62.8mg%(7.6%)로 나타났으며, 이들 5종의 아미노산 합계가 전체의 67.5%를 차지하였다. 그리고 함량이 적은 아미노산으로는 cystine 7.2mg%(0.9%), isoleucine 12.6mg%(1.5%), histidine 15.7mg%(1.9%), phenylalanine 15.7mg%(1.9%) 및 methionine 17.3mg%(2.1%)의 순

Table 2. Changes in amino acids of canned ark shell during storage at 37±1°C (mg%)

	Storage days		
	0	30	60
Aspartic acid	62.8	62.1	61.5
Threonine	17.3	17.3	17.2
Serine	18.6	17.4	16.3
Glutamic acid	156.8	153.6	151.7
Proline	34.5	34.4	34.2
Glycine	103.5	101.8	100.6
Alanine	100.3	100.3	100.1
Cystine	7.2	5.9	4.3
Valine	20.4	19.2	16.2
Methionine	17.3	16.1	15.3
Isoleucine	12.6	12.6	12.4
Leucine	23.7	23.0	22.9
Tyrosine	21.9	21.9	21.7
Phenylalanine	15.7	15.6	15.3
Lysine	34.3	34.3	34.2
Histidine	15.7	15.0	14.6
Arginine	131.8	126.9	123.8
Tryptophan	28.2	27.1	24.6
Total	822.6	804.5	786.9

서로 나타났다. 그리고 37±1°C에서 저장시 전체 아미노산의 함량은 약간 감소하였는데 그 중에서 arginine, tryptophan, cystine, valine 등의 아미노산이 다소 감소하였고 threonine, proline, alanine, isoleucine, tyrosine, lysine 등의 아미노산은 저장 60일 동안 거의 함량 변화가 일어나지 않았다.

Table 3은 새고막 통조림 제품을 37±1°C에서 60일 동안 저장하였을 때 핵산관련 물질의 변화를 나타낸 것이다. 원료에서의 핵산관련물질 함량은 $6.27 \mu\text{mol/g}$ 으로 그 중에서 hypoxanthine $2.14 \mu\text{mol/g}$, IMP $1.94 \mu\text{mol/g}$, ATP $0.87 \mu\text{mol/g}$ 순서로 함량이 높았고 inosine은 $0.38 \mu\text{mol/g}$ 으로서 함량이

Table 3. Changes in nucleotides and relative compounds of canned ark shell during storage at 37±1°C ($\mu\text{mol/g}$)

	Storage days		
	0	30	60
ATP	0.87	0.74	0.66
ADP	0.43	0.40	0.37
AMP	0.51	0.38	0.22
IMP	1.94	1.79	1.57
Inosine	0.38	0.49	0.54
Hypoxanthine	2.14	2.38	2.73
Total	6.27	6.18	6.09

제일 적었다. 그리고 $37\pm1^{\circ}\text{C}$ 에서 60일 동안 저장하였을 때 전체 함량은 $6.09\mu\text{mol/g}$ 로서 크게 변화가 없었다. 그 중에서 hypoxanthine은 $2.73\mu\text{mol/g}$, inosine은 $0.54\mu\text{mol/g}$ 으로 함량이 약간 증가하였고 ATP, ADP, AMP 및 IMP는 함량이 다소 감소하였다. 일반적으로 어패류에는 ATP 등이 많으나 시간이 경과함에 따라 분해과정을 거쳐 hypoxanthine으로 변화하는 경향을 보이나, 본 연구에서는 이러한 일반적인 분해과정이 뚜렷하게 일어나지 않았던 것은 통조림 제조중 가열 살균 과정을 거치면서 관련 효소가 대부분 불활성화가 일어난 것으로 생각된다.

요 약

살아있는 새고막을 자숙, 탈각한 후 크기가 비슷한 육만을 취하여 0.1% BHA, 0.1% Tenox-II, 0.5% Na₂EDTA 및 0.05% NDGA 용액과 3% 식염수를 대조구로 하여 각각 용액에 1시간 침지시키고, 탈수시킨 것을 통조림 제조 공장에서의 가열처리 온도인 116°C 에서 시간별로 가열처리하였을 때 0.1% BHA 용액이 색소 안정화에 가장 효과적으로 나타났는데, 116°C 에서 120분간 열처리후 carotenoid 색소의 잔존율은 대조구가 30.3%인 반면에 63.1%로 높게 나타났다. 다음으로 효과적인 것은 0.5% Na₂EDTA 용액, 0.1% Tenox-II 용액 순서였으며 116°C 에서 120분간 열처리후 carotenoid 색소의 잔존율은 차례대로 각각 59.0%, 57.1% 및 43.3%로 나타났다. 그리고 지용성 갈변물질의 생성은 대조구가 116°C 에서 120분간 열처리후 흡광도가 0.051에서 0.297로 크게 증가한 반면에 0.1% BHA 용액에 침지시킨 제품은 갈변억제에도 가장 효과적으로 나타났으며 흡광도가 0.051에서 0.148로 약간 증가하였다. 새고막 육을 0.1% BHA를 용해시킨 3% 식염수에 1시간 침지한 후 관에 담고서 116°C 에서 70분간 가열살균하여 급냉시킨 것을 $37\pm1^{\circ}\text{C}$ 에서 2개월 동안 저장하였을 때 일반 성분은 매우 안정하여 성분상의 큰 변화가 나타나지 않았고, pH나 염도의 변화도 거의 없었다. 그리고 총 carotenoid 함량은 통조림 제조 직후 0.83mg% 이던 것이 저장 60일 후 0.72mg%로 다소 감소하였으나, 이때의 잔존율은 86.7%로 나타났다. 그리고 일반세균의 수가 원료에서는 $6.92 \cdot 10^3 \text{ cfu/ml}$ 이던 것 이 살균한 통조림 제품에서는 $37\pm1^{\circ}\text{C}$ 에서 60일간 저장하여도 미생물이 검출되지 않았다. 원료의 아미노산 중에서 함량이 높은 주요 아미노산은 glutamic acid 156.8mg%(19.1%), arginine 131.8mg%(16.

0%), glycine 103.5mg%(12.6%), alanine 100.3mg%(12.2%) 및 aspartic acid 62.8mg%(7.6%)로 나타났으며, 이들 5종의 아미노산 합계가 전체의 67.5%를 차지하였다. 그리고 함량이 적은 아미노산으로는 cystine 7.2mg%(0.9%), isoleucine 12.6mg%(1.5%), histidine 15.7mg%(1.9%), phenylalanine 15.7mg%(1.9%) 및 methionine 17.3mg%(2.1%)의 순서로 나타났다. 원료 중의 전체 아미노산 함량은 822.6mg%로 나타났으며, 통조림으로 제조후 $37\pm1^{\circ}\text{C}$ 에서 60일 동안 저장하였을 때는 786.9mg%로 잔존율이 95.7%로 매우 높게 나타나 통조림 제품의 유통 중에도 매우 안정하였다. 원료에서의 핵산관련물질 함량은 $6.27\mu\text{mol/g}$ 으로 그 중에서 hypoxanthine 2.14μmol/g, IMP 1.94μmol/g, ATP 0.87μmol/g 순서로 함량이 높았고, inosine은 $0.38\mu\text{mol/g}$ 으로서 함량이 제일 적었다. 그리고 $37\pm1^{\circ}\text{C}$ 에서 60일 동안 저장하였을 때 전체 함량은 $6.09\mu\text{mol/g}$ 로서 크게 변화가 없었다. 그 중에서 hypoxanthine은 $2.73\mu\text{mol/g}$, inosine은 $0.54\mu\text{mol/g}$ 으로 함량이 약간 증가하였고 ATP, ADP, AMP 및 IMP는 함량이 다소 감소하였다.

감사의 글

이 연구는 전라남도 지역협력 우수연구센터(RRC) 육성사업으로 수행된 것으로 관계자들께 감사드립니다.

참고문헌

- 김귀식, 하봉석, 배태진, 진주현 : 새조개 생육과 자숙육 및 자숙액즙의 식품성분 비교. 1. 일반성분 및 지질조성의 비교. *한국수산학회지*, 26, 102~110(1993).
- 손양우, 하봉석 : 33종 패류의 지질조성에 관한 연구. *한국영양식량학회지*, 12, 407~419(1983).
- 류명호, 이웅호 : 배전담치의 정미성분에 관한 연구. *한국수산학회지*, 11, 65~83(1978).
- 강동수, 하봉석 : 이매폐의 Carotenoid 색소성분. 1. 홍합과 진주담치 근육의 Carotenoid 색소성분의 비교. *한국영양식량학회지*, 20, 369~375(1991).
- Ueda, T : Changes in the fatty acid compositions of shortneck clam with reference to environment mud temperature. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 40, 949~957(1974).
- Hayashi, K. and Yamada, M. : Studies on the lipids of shell-fish. V. On the component fatty acid in the giant ego scallop. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 26, 182~191(1975).

7. Ito, K. : Amino acid composition of the muscle extracts of aquatic animals-II. The amounts of free amino acids in the muscle of shell-fishes and their variation during spoilage. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 25, 658~660(1959).
8. Konosu, S. and Kasai, E. : Muscle extracts of aquatic animals-III. On the method for determination of betaine and its content of the muscle of some marine animals. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 27, 194~198(1961).
9. Harada, K. : Studies on enzyme catalyzing the formation of formaldehyde and trimethylamine in tissues of fish and shells. *J. Shimonoseki Univ. Fish.*, 23, 163~171(1975).
10. Konosu, S. and Maeda, Y. : Muscle extracts of aquatic animals-IV. Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts of an abalone. *Bull. Japan. Soc. Fish.*, 27, 251~264(1961).
11. Ishii, T., Hirano, S. Matsuba, M. and Koyanagi, T. : Determination of trace elements in shellfishes. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 46, 1375~1380 (1980).
12. 小島朝子, 井重尾, 吉中禮二, 左勝守 : 湖産魚介類の無機成分含量. 日本水産學會誌, 56, 1679~1686(1990).
13. 윤호동, 변한식, 천석조, 김선봉, 박영호 : 굴, 피조개 및 진주담치의 지질조성에 관한 연구. 한국수산학회지, 19, 321~326(1986).
14. 하봉석, 강동수, 김용관, 김귀식 : 서식환경 요인에 따른 피조개육의 Carotenid 색소와 지질성분의 변화. 한국영양식량학회지, 18, 71~92(1989).
15. 김홍진, 문숙임, 조용계 : 피조개의 일건중 유리아미노산의 변화. 한국영양식량학회지, 14, 339~344(1985).
16. 清水トシ, 楠原光子 : 二枚貝のカロテノイドについて-IV. アカガイのカロテノイド色素. 日本水產學會誌, 34, 503~506(1968).
17. 松野降男, 真岡孝至 : アカガイおよび近縁二枚貝3種より Daxanthin, Pecteno-xanthin, Pectenoloneおよび新カロテノイド, 3,4,3'-Trihydroxy-7',8'-didehydro- β -caroteneの分離. 日本水產學會誌, 47, 495~499(1981).
18. 松野降男, 真岡孝至 : イガイより新カロテノイド3,4,3'-Trihydroxy-7'8'-didehydro- β -caroteneの分離. 日本水產學會誌, 47, 377~384(1981).
19. 土屋靖彦, 鹿山光, 佐佐木, 工藤英郎 : 貝類の黄變, 特に冷凍ホタテ貝柱の黄變防止について. 冷凍, 36, 1011~1017(1961).
20. Yamasaki, H., Iyama, M., Sunagawa, M. and Imai, H. : Studies on the browning of canned boiled oyster meat. 3. Prevention of color change by antioxidants and polyphosphates. *The Canner's Journal*, 44, 44~49(1965).
21. Lee, E. H. and Hur, J. W. : Studies on the shellfish processing 2. Effect of dehydration method, EDTA or BHA treatment on the pigment retention and water absorbing capacity of the dehydrated meat of the surf clam. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 3, 33~37(1970).

(1998년 3월 12일 접수)