

우렁쉥이(*Halocynthia roretzi*) 肉의 凍結 貯藏中 黑變防止에 關한 研究

朴春奎 · 徐相璞*

麗水水産大學校 食品工學科, *國立水産振興院 利用加工研究室

Studies on the Prevention against the Blackening of Ascidian (*Halocynthia roretzi*) during the Frozen Storage

Choon-Kyu Park and *Sang-Bok Suh

Department of Food Science and Technology, Yosu National Fisheries University

*Utilization Research Laboratory, National Fisheries Research and Development Agency

Abstract

Ascidian muscle was blackened during the frozen storage, so the prevention against blackening was investigated. Low storage temperature and packaging in polyethylene bags delayed the blackening of ascidian muscle during the frozen storage. The blackening was prevented by dipping for 3~5 minutes in 3% brine solution containing 0.3% citric acid, packaging in the polyethylene bag, freezing at -45°C for 5 hours and storing at -20°C. Under this condition, the color and the quality of frozen ascidian muscle were nearly not changed for 200 days.

Key words: ascidian, *Halocynthia roretzi*, blackening, frozen storage

서 론

우렁쉥이류는 독특한 향미 때문에 우리나라에서는 오래전부터 식용으로 이용되어 오고 있으며, 근년에는 양식도 활발히 이루어지고 있다. 그 중에서도 우렁쉥이, *Halocynthia roretzi*는 가장 중요한 식용종으로서 그 생산량도 지난 1994년에는 46,020 M/T로서 사상 최대의 생산고를 나타내었다⁽¹⁾. 그러나 이들 대부분은 생으로 소비되고 있으므로 최근 UR 파고와 더불어 농어민의 소득보호와 수산자원의 합리적 이용방안의 측면에서도 이에 대한 가공 기술이나 저장 방법의 개발이 요청되고 있다.

우렁쉥이의 이용·가공에 관한 국내외의 연구 내용을 살펴보면 우렁쉥이는 독특한 향미를 가지고 있으므로 휘발성분^(2,6)과 함질소 엑스성분⁽⁷⁻¹²⁾에 관한 보고가 있으며, 최근 수산물로부터 생리활성물질 탐색에 관심이 집중되어 이에 관한 연구^(13,14)도 있다. 또한 가공 적성⁽¹⁵⁾, 젓갈 제조⁽¹⁶⁾ 및 껍질 색소의 이용⁽¹⁷⁾에 관한 보고가 있으며, 근육 색소^(18,19)와 갈변^(20,21)에 관한 연구도 발표되었다. 그러나 우렁쉥이를 동결 저장중 흑변

방지에 관한 연구는 별로 없다.

전보⁽²²⁾에서는 우렁쉥이, *H. roretzi*의 가공수단으로서 냉동품으로서의 가능성을 검토할 목적으로 우렁쉥이의 껍질을 제거하지 않은 각부체(殼付體) 시험구와 껍질을 제거한 박신육(剥身肉) 시험구로 구분하여 60일간 동결저장하면서 색조, 조직(texture) 특성, 수율, 드립(drip)량 등을 측정하고 관능검사를 실시하였던 바, 각부체로 동결하였을 때는 대형 빙결정에 의한 육조직의 손상, 해동후 드립 유출량 과다, 색조의 퇴색 등으로 그 품질이 빈약한데 비하여, 박신하여 동결한 것은 상품성이 있었으나, 저온저장 60일 이후에는 해동 후 육표면의 흑변현상으로 품질이 불량하였으므로 저온 저장을 위해서는 흑변방지에 대한 연구가 선행되어야 할 것으로 생각되었다. 따라서 본 연구에서는 우렁쉥이의 흑변방지를 목적으로 포장유무에 따른 흑변방지 효과, 전처리 방법으로서 식품첨가물에 의한 흑변방지 효과, 식품첨가물에 의한 전처리 후 동결저장했을 때의 흑변 방지효과 등을 검토하였다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용한 우렁쉥이 *H. roretzi*는 경남 충무지선에서 양식된 살아있는 것을 시장에서 구입하여 사

Corresponding author: Choon-Kyu Park, Department of Food Science and Technology, Yosu National Fisheries University

용하였으며, 각부중량 범위는 67.3~120.0 g(평균 89.1 g)이었다.

포장효과 검토

우렁쟁이를 박신하여 절개하고 내장을 제거한 다음 수도물로 씻고 물기를 뺀 다음 polyethylene film 봉지에 포장한 것과 무포장한 것으로 구분하여 0°C와 5°C에서 8일간 방치하면서 경시적으로 직시 색차계(日本電色工業, Model ND-1001 DP)를 사용하여 백색도(L값)를 측정하였다.

식품첨가물에 의한 흑변방지 효과 검토

우렁쟁이의 저온저장을 위한 전처리 방법을 밝히기 위하여 구연산 등 9종의 식품첨가물을 사용하여 3% 식염수에 각각 0.1%와 0.5% 함유용액을 만들어 0, 30, 70, 120분간 침지후 20°C의 실온에서 경시적으로 0, 40, 80, 240, 1080 (18시간), 4200 (70시간) 분간 흑변 진행상태를 관찰하였다. 그 중에서 흑변방지에 가장 효과가 있었던 구연산에 대하여 보다 구체적인 자료를 얻기 위하여 담수, 식염수, 담수+구연산 및 3%식염수+구연산 용액에 각각 0.5, 3, 5분간 침지후 0, 40, 80, 240, 1080분간 실온에 방치하면서 흑변방지에 효과가 있는 용액의 농도와 침지시간에 대하여 관찰하였다.

식품첨가물에 의한 동결저장 시험

우렁쟁이의 동결저장 중 흑변현상에 대한 식품 첨가물의 방지 효과를 구명하기 위하여 전처리 시험에서 얻어진 결과에 따라 우렁쟁이를 박신한 다음 절개하여 내장을 제거하고 3% 식염수에 0.3% 구연산을 함유하는 용액을 조제하여 3분간 침지한 후 polyethylene film 봉지에 포장하여 -45°C에서 5시간 동안 급속동결한 식품첨가물 처리 시험구와, 같은 방법으로 식품첨가물 처리하지 않고 동결한 대조시험구로 구분하여 0°C와 -5°C에서 30일간, 그리고 -20°C에서

200일간 저장하면서 경시적으로 직시 색차계에 의한 색조를 측정하였다.

관능 검사

동결된 우렁쟁이를 200일간 저장하면서 저장기간별로 해동하여 5인의 panel member를 구성하고 색조를 중심으로 하는 품질을 5단계 평점법으로 관능평가하였다.

결과 및 고찰

포장 유무에 따른 흑변 방지 효과

우렁쟁이를 박신하고 내장을 제거한 다음 그대로 또는 담수에 씻어서 공기 중에 방치해 두면 서서히 흑변이 진행되어 상품가치가 떨어지게 되는데, 이와 같은 흑변 현상을 방지하기 위한 수단으로서 포장효과를 검토해 보기 위하여 polyethylene film 봉지에 포장한 것과, 그리고 무포장한 것으로 구분하여 0°C와 5°C에 8일간 방치하면서 색조를 측정하는 결과는 Table 1과 같다.

포장하였던 것의 평균 백색도(L값)는 0°C와 5°C에서 각각 45.60과 45.67로서 무포장한 것에서의 27.78과 31.38에 비해 14.29~17.82가 높았다. 따라서 포장함으로써 흑변방지 효과가 뚜렷함을 알 수 있었다. 이와같이 포장한 것에서 흑변발생에 지연효과가 있었던 것은 포장함으로써 외부 공기와의 접촉이 차단되었으나, 무포장한 것에서는 외부의 공기 중에 노출되어 있으므로 동결저장 중 표면건조 및 지방산화가 진행되었기 때문으로 생각된다. 그러나 흑변 현상은 포장한 것에 있어서도 무포장한 것에 비해 다소 지연효과는 있었으나 서서히 흑변이 진행되었으므로 포장만으로는 완전히 흑변을 방지할 수 없었다.

식품 첨가물에 의한 흑변 방지 효과

식품첨가물의 종류에 따른 흑변방지 효과를 검토하

Table 1. Comparison of color in lightness (L value) of ascidian muscle¹⁾ during storage at 0°C and 5°C by packaging in polyethylene film bag

Storage days	0°C		5°C	
	Packaged	Non-packaged	Packaged	Non-packaged
0.3~0.4	47.5	43.3	51.0	46.0
2	-	29.0	-	34.9
4	49.9	17.0	46.5	28.0
7~8	39.4	21.8	39.5	16.6
Average ²⁾	45.60±4.49	27.78±9.93	45.67±4.73	31.38±10.68

¹⁾Ascidian muscle was washed in fresh water and drained, ²⁾Average and standard deviation

Table 2. Retarding efficacy of various food additives treatment¹⁾ on blackening of ascidian muscle at 20°C for 18 hrs

Agents	Result ²⁾
Fresh water	+++
3% Brine solution	-
0.5% Citric acid(crystal) in 3% brine solution	-
0.5% Phosphoric acid in 3% brine solution	+*
0.5% dl- α -Tocopherol in 3% brine solution	+*
0.5% L-Ascorbic acid in 3% brine solution	+
0.5% Buthyl hydroxyanisol in 3% brine solution	++
0.5% Sodium erythorbate in 3% brine solution	++
0.5% Sodium carbonate(crystal) in 3% brine solution	+++

¹⁾Ascidian muscle was dipped in each solution for 30 min, respectively, ²⁾Symbol: -, normal color; +, degree of blackening; *, discoloration

기 위하여 사용된 첨가물은 Table 2와 같다. 각각 3% 식염수에 0.5% 용액을 만들어 30분씩 침지한 후 20°C의 실온에서 18시간 방치하면서 흑변의 진행상태를 살펴본 결과 3% 식염수+0.5% 구연산 용액 및 3% 식염수에 전처리하였던 것이 흑변억제에 효과가 있었다.

이와같은 결과에 따라 담수, 식염수, 담수+구연산 및 3% 식염수+구연산 용액에서의 적정농도와 시간을 알아보기 위하여 각 농도별 그리고 침지 시간별로 구분하여 20°C의 실온에 방치하면서 경과 시간별로 흑변진행 상태를 관찰한 결과는 Table 3과 같다.

담수에 침지한 것은 침지시간에 관계없이 40분 후부터 흑변이 시작되었고, 80분 후부터는 육의 표면과 이면의 부분 부분에 흑변이 심하였는데 특히 육표면의 돌기와 생식소 부위에 심하였다.

식염수에서는 3% 용액에 3~5분간, 그리고 6% 용액에 0.5분간 침지로 4시간까지는 흑변이 일어나지 않았으나 그 이후부터는 흑변이 시작되었고 식염농도가 3~6%보다 더 낮거나(1%), 높은 경우(9, 12, 24%)에는 오히려 촉진되었다.

담수+구연산 용액에서는 방치 후 약 4시간 이후부터 흑변이 진행되었고, 구연산 농도가 낮을수록 심한 편이었다.

3% 식염수+구연산 용액에서는 구연산 농도가 0.3%였을 때 3~5분, 그리고 0.5%였을 때 0.5분간 침지로 18시간까지도 흑변 발생을 억제할 수 있었다. 그러나 이보다 구연산 농도가 높거나 침지시간이 길어지면 오히려 색깔이 퇴색되었다. 따라서 우렁쟁이 육의 흑변방지를 위해서는 3% 식염수에 0.3% 구연산 함유 용액을 조제하여 3~5분간 침지처리하는 것이 가장 좋은 전처리 방법으로 생각되었다.

한편 우렁쟁이 젓갈의 퇴색방지제로서 川村⁽²⁰⁾는 아

Table 3. Retarding efficacy of selected food additives treatment on blackening¹⁾ of ascidian muscle kept at 20°C

	Concentration (%)	Dipping time (min)	Time elapsed after dipping (min)				
			0	40	80	240	1080
Fresh water		0.5	-	+	++	+++	+++
		3	-	+	+++	+++	+++
		5	-	+	+++	+++	+++
Brine solution	1	0.5	-	-	+	+	++
		3	-	-	-	+	++
		5	-	-	-	+	+
	3	0.5	-	-	-	+	+
		3	-	-	-	-	+
		5	-	-	-	-	+
6	0.5	-	-	-	-	+	
	3	-	-	-	-	+	
	5	-	-	-	-	+	
Citric acid in fresh water	0.1	0.5	-	-	+	+	++
		3	-	-	-	+	++
		5	-	-	-	+	++
	0.3	0.5	-	-	-	+	++
		3	-	-	-	+	++
		5	-	-	-	+	++
0.5	0.5	-	-	-	+	+	
	3	-	-	-	+	+	
	5	-	-	-	+	+	
Citric acid in 3% brine solution	0.1	0.5	-	-	-	+	+
		3	-	-	-	+	+
		5	-	-	-	+	+
	0.3	0.5	-	-	-	-	+
		3	-	-	-	-	-
		5	-	-	-	-	-
0.5	0.5	-	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	-*	
	5	-	-	-*	-*	-*	

¹⁾Symbol: -, normal color; +, degree of blackening; *, discoloration

스콜빈산소다 및 아스콜빈산 염을 중심으로 한 제제가 효과적이었다고 하였으며, 이 등⁽²¹⁾은 0.2 M 구연산에 5분 침지 후 상온에서 20일 이상 방치해도 갈변이 일어나지 않았고, 0.2% NaHSO₃ 용액에 1분간 침지한 경우, 젓갈은 상온숙성에 30일, 저온숙성에서 50일까지 갈변 발생을 억제할 수 있었다고 보고하였다. 그리고 우렁쟁이 이외의 수산물에 대한 흑변방지제로서 佃와 天野⁽²³⁾는 새우류를 0.7% NaHSO₃ 용액에 10분간 침지로 만족할만한 효과를 얻었지만 SO₂ 잔존량의 허

Table 4. Changes of color¹⁾ of ascidian muscle frozen at -45°C and stored at 0, -5 and -20°C

	Storage temp.(°C)	Item	Raw ascidian	Storage days							Average ²⁾	
				4	7	11	17	30	60	120		200
Washed in fresh water	0	L	48.2	46.1	37.5	37.5	34.6	31.1				37.36±4.96
		a	1.7	2.8	3.4	5.5	3.4	3.4				3.70±0.93
		b	12.4	20.7	15.4	16.4	14.7	12.7				15.98±2.65
		ΔE	62.5	54.6	61.7	62.2	64.1	67.0				61.92±4.11
	-5	L	48.2	44.0	40.7	37.1	39.4	37.1				39.66±2.57
		a	1.7	1.7	4.5	3.9	4.9	5.6				4.12±1.33
		b	12.4	19.5	17.1	16.2	17.1	16.4				17.26±1.18
		ΔE	62.5	56.1	58.6	62.0	60.3	62.1				59.82±2.26
	-20	L	48.2	44.0	42.2	- ³⁾	-	27.5	44.2	40.8	40.1	39.80±5.70
		a	1.7	0.9	5.6	-	-	7.3	-	4.4	4.0	4.44±2.11
		b	12.4	16.6	13.6	-	-	11.8	19.3	17.3	17.5	16.02±2.54
		ΔE	62.5	55.1	57.8	-	-	70.6	55.8	58.6	59.4	59.55±5.16
Treated with brine and acid solution ⁴⁾	0	L	48.2	49.4	46.0	45.1	37.8	34.9				42.64±5.41
		a	1.7	2.9	5.9	5.0	4.4	6.1				4.86±1.16
		b	12.4	20.9	21.0	20.0	17.4	16.6				19.18±1.83
		ΔE	62.4	51.7	55.1	55.5	61.6	64.5				57.68±4.67
	-5	L	48.2	51.5	40.7	44.8	43.1	40.5				44.12±4.02
		a	1.7	1.4	6.3	3.0	4.6	6.5				4.36±1.95
		b	12.4	18.7	17.3	21.0	19.4	18.8				19.04±1.20
		ΔE	62.5	48.8	59.0	56.0	57.1	59.6				56.10±3.87
	-20	L	48.2	46.9	43.0	-	-	39.6	44.6	37.2	45.4	42.78±3.38
		a	1.7	1.9	9.4	-	-	3.5	- 7.4	2.1	5.0	4.88±2.75
		b	12.4	19.8	20.4	-	-	14.5	23.3	14.7	21.6	19.05±3.33
		ΔE	62.5	53.5	58.3	-	-	58.9	57.5	61.5	56.0	57.62±2.48

¹⁾Color expressed in Hunter color values; Symbol; L, lightness; a, redness; b, yellowness; ΔE, brownness

²⁾Average and standard deviation, ³⁾-, No data, ⁴⁾Dipped in 3% brine solution containing 0.3% citric acid for 3 min

용한계(30 ppm)를 초과하였다고 하였으며, 大西 등⁽²⁴⁾은 남빙양 크릴(*Euphausia superba*)을 0.2 M 구연산 완충액과 0.2 M 인산 완충액에 침지한 것은 해수나 무처리한 대조구에 비해 해동후의 흑변진행이 늦었다는 보고도 있다.

식품 첨가물에 의한 전처리 후 동결저장한 우렁쟁이의 흑변방지 효과

담수 및 3% 식염수+0.3% 구연산 혼합용액에 전처리한 우렁쟁이의 동결저장 중 흑변방지 효과를 검토하기 위하여 직시 색차계에 의한 색조 측정 결과는 Table 4와 같다.

동결전 우렁쟁이 박신육의 백색도(L), 적색도(a), 황색도(b) 및 갈변도(ΔE) 값은 48.2, 1.7, 12.4와 62.5였으나, 이를 -45°C에서 동결하여 0, -5 및 -20°C에 저장하면서 측정된 L값은 식품첨가물로 전처리한 것에서 평균 42.64, 44.12 및 42.78이었고, 대조구는 평균 37.36,

39.66 및 39.80으로서 저장온도에 관계없이 식품첨가물 처리한 것에서의 값이 높게 나타나 색조가 더 양호하였다. 그리고 a와 b값에서도 같은 결과였으며, ΔE값은 식품첨가물 처리구에서 평균 57.68, 56.10 및 57.62였고, 대조구에서는 61.92, 59.82 및 59.55로서 식품첨가물 처리구에서 더 낮게 나타나고 있어 색조가 우수할 것을 알 수 있었다.

이상과 같이 식품첨가물 용액에 전처리하여 동결저장한 것이 담수에 씻어서 동결저장한 것에 비하여 L, a, b값은 높은 반면, ΔE값은 낮아서 색조가 더 우수하였으며, 따라서 흑변방지에 효과가 있는 것으로 평가되었다. 또한 동결저장 중 우렁쟁이 육의 식품첨가물 처리 효과를 재확인하기 위하여 색조 변화를 5단계 평점법에 따라 관능 평가한 결과는 Table 5와 같다. 식품첨가물 처리구와 대조구를 비교해 보면 0°C에서 30일간 저장하면서 5회 평가한 평균치는 4.56과 3.66이었고, -5°C에서는 4.90과 3.92였다. 그리고 -20°C에서

Table 5. Organoleptic evaluation¹⁾ on color of ascidian muscle frozen at -45°C and storage at 0, -5 and -20°C

	Storage temp. (°C)	Storage days								Average ²⁾
		4	7	11	17	30	60	120	200	
Washed in fresh water	0	4.4	4.1	3.8	3.5	2.5				3.66±0.65
	-5	4.7	4.4	4.0	3.7	2.8				3.92±0.66
	-20	4.8	4.8	4.7	4.7	3.0	2.9	2.7	2.5	3.76±1.00
Treated with brine and acid solution ³⁾	0	5.0	4.7	4.6	4.5	4.0				4.56±0.33
	-5	5.0	5.0	4.9	4.8	4.8				4.90±0.09
	-20	5.0	5.0	5.0	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.91±0.08

¹⁾Score allotted; 5, very good; 4, good; 3, acceptable; 2, poor; 1, very poor, ²⁾Average and standard deviation, ³⁾Dipped in 3% brine solution containing 0.3% citric acid for 3 min.

200일간 저장하면서 8회 평가한 평균은 4.91과 3.76으로서 식품 첨가물 처리한 것이 저장 온도에 관계 없이 효과가 우수하였으며, 이와 같은 결과는 직시색차계에 의한 색조 측정 결과(Table 4)와도 잘 일치되었다. 관능평가 결과 식품 첨가물 용액에 전처리구와 대조구에 대한 맛의 차이도 발견할 수 없었다. 따라서 식품 첨가물 용액에 전처리한 우렁쟁이 육을 포장하여 -45°C에서 5시간 동결한 다음 -20°C에서 저장하면 저장 200일까지도 흑변 발생의 염려없이 품질이 우수하다는 결론을 얻었다.

요 약

본 연구는 우렁쟁이(*Halocynthia roretzi*)의 가공 및 저장 수단을 모색하기 위하여 냉동품으로서의 가능성과 동결저장 중 이에 수반되어 일어나는 흑변방지를 목적으로 실시하였으며, 흑변현상은 저장온도가 낮고, polyethylene film으로 밀착포장한 것은 그렇지 않은 것보다 진행속도가 완만하였다.

식품첨가물 중 식염수와 구연산이 흑변방지 효과가 우수하였으며 3% 식염수에 0.3% 구연산 함유용액을 조제하여 3~5분간 침지한 다음 수지 필름에 밀착포장하여 -45°C에서 5시간동안 동결한 것을 -20°C에서 저장한 것은 저장 200일까지도 색조 및 품질 변화가 거의 없었다.

문 헌

- 농수산부 : 농림수산통계연보, p.303 (1995)
- Kita, M.: Isolation of 7-decen-1-ol from an ascidian. *J. Org. Chem.*, **22**, 436 (1957)
- Fujimoto, K., Miyayama, Y. and Kaneda, T.: Mechanism of the formation of ascidian flavor in *Halocynthia roretzi*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **48**, 1323 (1982)
- Fujimoto, K., Ohtomo, H., Kanazawa, A., Kikuchi, Y. and Kaneda, T.: Alkyl sulfates as precursors of ascidian flavor in *Halocynthia roretzi*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **48**, 1327 (1982)
- 日下兵衛, 成田 博, 岩田恵子, 太田静行: マホヤフレバ成分のガスクロマトグラフィによる分析. *日本水産學會誌*, **49**, 617 (1983)
- Choi, B.-D. and Ho, C.-T.: Volatile compounds of ascidian *Halocynthia roretzi*. *J. Korean Fish. Soc.*, **28**, 761 (1996)
- 鶴見 一, 長井 靖, 佐佐木文二: 「まほや」의 筋肉抽出成分の研究. *福島醫誌*, **3**, 287 (1959)
- Suzuki, Y.: Biochemical studies of the ascidian, *Cynthia roretzi*. On the nitrogenous extracts. *Tohoku J. Agric. Res.*, **6**, 85(1956)
- Watanabe, K., Uehara, H., Sato, M. and Konosu, S.: Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in the muscle of ascidian *Halocynthia roretzi*. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **51**, 1293 (1985)
- Park, C.-K., Matsui, T., Watanabe, K., Yamaguchi, K. and Konosu, S.: Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in ascidian *Halocynthia roretzi* tissues. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**, 1319 (1990)
- Park, C.-K., Matsui, T., Watanabe, K., Yamaguchi, K. and Konosu, S.: Extractive nitrogenous constituents of two species of edible ascidian *Styela clava* and *S. plicata*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57**, 169 (1991)
- 이강호, 김민기, 정병천, 정우진: 우렁쟁이의 이용에 관한 연구. 우렁쟁이의 정미 성분. *한국수산학회지*, **26**, 150 (1993)
- 小林淳一, 程 傑飛: 海洋生物ホヤの生理活性物質. *化學と生物*, **27**, 386 (1990)
- 小林淳一, 石橋正己: 海洋生物ホヤの生理活性物質. *化學と生物*, **30**, 191 (1992)
- 金又俊, 金貴植: 우렁쟁이의 가공적성. *한국수산학회지*, **12**, 7 (1979)
- 이강호, 조호성, 김동수, 김민기, 조영제, 서재수, 김형수: 우렁쟁이 이용에 관한 연구. 우렁쟁이 젓갈의 제조 및 품질평가. *한국수산학회지*, **26**, 330 (1993)
- 최병대, 강석중, 최영준, 염말구, 이강호: 우렁쟁이 껍질 성분의 이용에 관한 연구. 우렁쟁이 껍질의 색소성분. *한국수산학회지*, **27**, 344 (1994)
- Matsuno, T., Ookubo, M., Nishizawa, T. and Shimizu, I.: Carotenoids of sea squirt-I. *Chem. Pharm. Bull.*, **32**, 4309 (1984)
- Ookubo, M. and Matsuno, T.: Carotenoids of sea squirt-

II. *Comp. Biochem. Physiol.*, **81B**, 137 (1985)

20. 川村 滿:昭和51年度試驗研究報告. 青森縣水産物加工研究所 p.58 (1977)
21. 이강호, 조호성, 김동수, 홍병일, 박천수, 김민기:우렁쟁이 이용에 관한 연구. 우렁쟁이 육의 갈변 및 그 방지. 한국수산학회지, **26**, 214 (1993)
22. 朴春奎:우렁쟁이(*Halocynthia roretzi*)의 동결저장에 관한 연구. 한국식품과학회지, 투고중 (1966)
23. 佃 信夫, 天野慶之:エビ類の黒變防止に對する亞黃酸鹽の効果とその殘存量について. 東海水研報, **72**, 9 (1972)
24. 大西登史良, 渡邊武彦, 鈴木滿平:オキアミのチロシナーゼと黒變防止, 東海水研報, **96**, 1 (1978)

(1996년 4월 26일 접수)