

우렁쉥이 젓갈 숙성 중 지질산화

조호성 · 여생규* · 손병일 · 이강호[†]

부경대학교 식품공학과

*부산정보대학 레저산업계열

Lipid Oxidation during Fermentation of Ascidian, *Halocynthia roretzi*

Ho-Sung Cho, Sang-Gyu Yeo*, Byoung-Yil Son and Kang-Ho Lee[†]

Dept. of Food Science and Technology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

*Group-dept. of Leisure Industry, Pusan College of Informantion Technology, Pusan 616-737, Korea

Abstract

Lipid oxidation in ascidian was studied when fresh, deshelled and sliced meats were fermented for 50 days at $5 \pm 2^\circ\text{C}$ with 8% (w/w) salt and 0.1% papain. Antioxidative effects of butylated hydroxytoluene (BHT) and carotenoid extracts from ascidian tunic on lipid oxidation and oxidation-related discoloration of ascidian meat during fermentation were investigated. Changes in peroxide value, carbonyl value, thiobarbituric acid value, fatty acids composition, the loss of total carotenoid and sensory evaluation were determined to assess the rancidity. Peroxide and carbonyl values in BHT and carotenoid extract treatments increased less than those of the control during fermentation. TBA value increased until 30 days, hereafter tended to decrease a little in the control but it increased slowly until 40 days in cases of 0.02% BHT or 0.02% BHT with 0.05% carotenoid added. Fatty acids of fresh ascidian composed of polyenoic acid, saturated acid and monoenoic acid of 51.5%, 28.1% and 20.7%, respectively. Saturated fatty acids ($C_{16:0}$, $C_{14:0}$, $C_{18:0}$) and monoenoic acids ($C_{18:1}$, $C_{16:1}$) increased while polyenoic acids ($C_{20:5}$, $C_{22:6}$) decreased during fermentation. Carotenoid was markedly degraded and discolored in the control during fermentation. But 0.02% BHT and 0.05% carotenoid treatments had bright color like fresh meat during 40 days. The results of sensory evaluation during the fermentation also convinced the retard of discoloration by the addition of BHT and carotenoid.

Key words: ascidian, fermentation, oxidation, BHT, carotenoid

서 론

우렁쉥이는 계통 분류학상 척추동물과 무척추동물의 중간위치에 있는 원색동물의 미생류로서(1) 최근에 발생생물학, 면역화학, 신경생리학 등의 연구재료로 많이 이용되고 있다(2). 우리나라에서는 동해안과 남해안 연안에 걸쳐 양식되는 부착생물로서 불포화 알콜인 cynthiol이 내는 독특한 향과 맛(3) 때문에 줄곧 생식되고 있다. 그러나 우렁쉥이는 양식기술의 발달과 양식면적의 확대에 따라 그 산업적 이용가치가 매우 유망한 양식종의 하나로 등장하고 있으나, 과잉생산에 따른 가격 하락 상태에 있으며 또한 생식이외에는 적절한 가공방법의 개발이 전무한 실정이다. 지금까지 일시 대량 수

확되고 있는 우렁쉥이 가공방법에 관한 연구로는 우렁쉥이 젓갈 제조(4-6)나 건제품 개발(7) 등이 보고되고 있을 뿐이다. 한편 1997년부터 세계무역기구(WTO) 체계의 출범으로 수산물 수입이 완전 자유화되었으며, 이로 인해 선진각국들은 자국의 식품산업을 보호하기 위해 여러가지 정책들을 실시하고 있다. 또한 최근의 IMF 체제로 인한 환율인상으로 식품 및 수산물 산업은 심각한 타격을 받고 있는 형편이므로, 국가경쟁력을 갖춘 특화품목의 개발이야말로 이러한 파고를 극복할 수 있는 방법이라 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 일시 대량 수확되고 있는 우렁쉥이의 효율적인 가공방법의 하나로 이 등(4,5)이 보고한 대로 젓갈을 제조한 후, 숙성 중 발생하는 지질산

[†]To whom all correspondence should be addressed

화와 그로 인한 carotenoid 색소의 퇴색요인을 밝히고 또한 지질산화를 억제하기 위해 항산화제 및 우렁쟁이 껍질에서 추출한 carotenoid 색소를 첨가하여 젓갈 숙성 중의 지질산화 억제효과를 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 우렁쟁이는 경남 통영시 인평동의 양식장에서 채취하여 실험실로 옮겨 필, 내장 등을 제거하고 갈변방지를 위해 이 등(4)의 방법에 준하여 NaHSO₃ 용액에 침지 후 젓갈을 제조하였다. 즉 식염 8%와 단백분해효소인 papain을 0.1% 첨가한 것을 대조구(control)로 하였으며, 대조구에 항산화제인 BHT를 0.02% 첨가한 것을 A로 그리고 A에 우렁쟁이 껍질에서 추출한 carotenoid 색소를 0.05% 첨가한 것을 B로 하여, 저온(5±2°C)에서 50일간 숙성시키면서 실험하였다.

우렁쟁이 껍질로부터 색소 추출

우렁쟁이 껍질에서 carotenoid 색소 추출은 이 등(8)의 방법에 준하여 실시하였다. 동결저장된 우렁쟁이 껍질을 해동시킨 후 일정한량의 시료에 3배의 acetone을 가하여 하루밤 실온에 방치한 후 3회 반복하여 색소성분을 추출하고 여과하였다. 여과한 acetone 용액을 40°C 이하에서 농축한 후 분액여두로 옮기고 여기에 ether : petroleum ether(1 : 1, v/v) 혼합용매를 가하여 색소성분을 전용시킨 후 용매를 완전히 제거하여 색소 추출물로 하였다.

총지질 추출, 과산화물값, 카르보닐값, TBA값 및 지방산 조성 분석

총지질은 Folch 등(9)의 방법에 따라 추출하여 시료유로 사용하였으며, 과산화물값은 포화 KI 용액을 사용하는 AOAC법(10), 카르보닐값은 2,4-DNPH(dinitrophenylhydrazine)을 사용하는 Henick법(11), TBA(thiobarbituric acid)값은 Tarladgis 등(12)의 수증기증류법으로 측정하였으며, 지방산 조성 분석은 AOCS법(13)에 준하여 분석하였다.

Total carotenoid의 정량

Total carotenoid 정량은 小原 등(14)의 방법에 따라 정량하였다. 즉, 일정한량의 시료를 5ml의 증류수에 10분간 팽윤시킨 후 해사 1g과 함께 마쇄 추출한 후 acetone : methanol(1 : 1, v/v) 용액 80ml로 냉장고에서 추출한

후 glass filter 3G-4로 잔사가 무색이 될 때까지 여과한 후 여액을 시료용액으로 하였다. 시료용액에 7.5g의 수산화칼륨을 가하여 30분간 비누화시킨 후 10% 염화나트륨용액 50ml, 증류수 50ml 및 에틸에텔 50ml를 넣고 잘 흔들어서 색소성분을 ether로 이행시킨 후 447nm에서 흡광도를 측정하였다.

관능적 품질 평가

10인의 panel member를 구성하여 색깔, 냄새, 맛 및 종합평가(overall acceptance) 등에 대하여 5단계 평점법으로 평가하고 얻어진 결과의 유의성 검토는 분산분석 방법으로 그리고 각 시료간의 유의성은 Duncan's multiple range test(15)로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

과산화물값의 변화

숙성기간 중 과산화물값의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 대조구의 경우 숙성기간 중 지속적으로 증가하여 50일경에는 112.9meq/kg을 나타내었다. 그러나 합성항산화제인 BHT 첨가구(A)와 BHT 및 우렁쟁이 껍질에서 추출한 carotenoid 색소 첨가구(B)에서는 과산화물값이 50일경에 각각 74.2meq/kg과 71.5meq/kg으로, 대조구에 비해 상당히 안정한 효과를 나타내었다. 이 등(16)은 냉동 고등어 조미육의 동결저장 중 발생하는

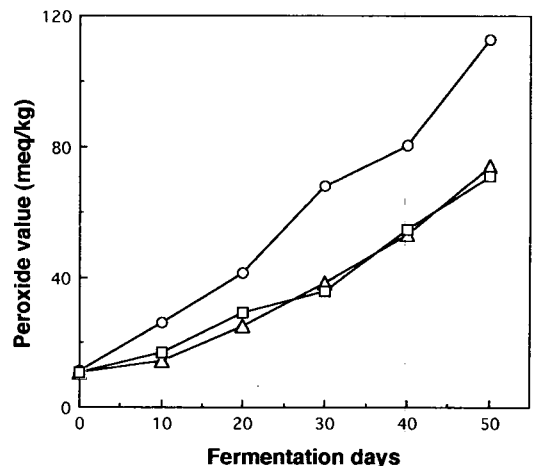


Fig. 1. Changes of peroxide value during fermentation of ascidian.

○—○ (Co): 8% salt + 0.1% papain
 △—△ (A): 8% salt + 0.1% papain + 0.02% BHT
 □—□ (B): 8% salt + 0.1% papain + 0.02% BHT + 0.05% ascidian tunic extracts.

지질산패에는 향신료나 대두단백질의 첨가가 다소 효과가 있었으며, 항산화제인 sodium erythrobate를 첨가함으로써 지질산패를 효과적으로 억제시킬 수 있었다고 하였다. 본 실험에서도 50일간의 숙성 중 BHT 첨가에 의해 지질산화가 어느정도 억제되었으며 또한 우렁쉥이 껍질에서 추출한 색소성분을 BHT와 함께 첨가한 경우도, 대조구에 비해 산화에 의한 carotenoid의 퇴색을 어느 정도 억제시키는 것으로 나타났다.

카르보닐값 및 TBA값의 변화

숙성기간 중 카르보닐값의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 카르보닐값의 변화는 과산화물값의 변화와 유사한 경향을 나타내었다. 카르보닐 화합물은 지질 특히 불포화지방산의 가수분해 및 산패에 의해 생성된 저급 화합물로서(17), 대조구의 경우 숙성기간 중 지속적으로 증가하였으나, BHT 첨가구와 BHT 및 carotenoid 첨가구에서는 항산화제의 작용으로 대조구에 비해 카르보닐 화합물의 생성이 상당히 억제되었다. 숙성기간 중 TBA값의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. Toshiaki 등(18)은 10%, 15% 및 20%의 식염을 첨가한 성게 젓갈 숙성 중 TBA값은 어느 시료의 경우도 저장 12주까지는 큰 변화가 없었으며, 18주까지 약간 증가한 후 조금 감소한다고 하였다. 본 실험에서 숙성 중 TBA값은 대조구의 경우 숙성 30일경에 0.25로 최대값을 나타내었으며, BHT 첨가구와 BHT 및 carotenoid 첨가구는 숙성 40일경에 각각 0.21과 0.17로 최대값을 나타낸 후 약간 감소하여, 과산화물값이나 카르보닐값의 변화에서도 알 수 있듯이 저온숙성 중 항산화제의 작용으로 지

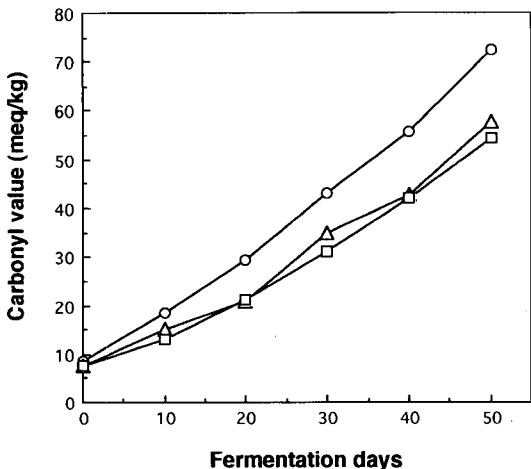


Fig. 2. Changes in carbonyl value during the fermentation of ascidian. Symbols in this figure are the same as in Fig. 1.

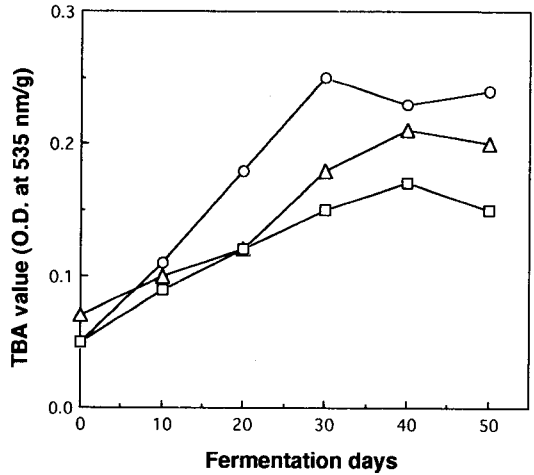


Fig. 3. Changes in thiobarbituric acid(TBA) value during fermentation of ascidian. Symbols in this figure are the same as in Fig. 1.

질산화가 억제되는 효과를 볼 수 있었다.

지방산 조성의 변화

우렁쉥이 젓갈 숙성 중의 지방산 조성의 변화를 Table 1에 나타내었다. 원료 우렁쉥이 총지질의 지방산 조성은 polyunsaturated fatty acid가 51.5%로 가장 높았으며 saturated fatty acid가 28.1%, monounsaturated fatty acid가 20.7%였다. Polyunsaturated fatty acid 중에서는 C_{22:5}과 C_{20:6}가 36.8%로 대부분을 차지하였다. 이 등(19)은 우렁쉥이의 지방산 조성 중 C_{20:5}(EPA) 및 C_{22:6}(DHA)산이 전체의 약 35% 이상을 차지하며, monounsaturated fatty acid의 함량이 적은 반면 polyunsaturated fatty acid가 주성분을 이룬다고 하였다. 太田(20)도 우렁쉥이 지질에는 C_{20:5}와 C_{22:6}산 등의 고도불포화지방산의 함량이 높다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향이였다. 숙성 중 지방산 조성의 변화는 C_{22:5} 및 C_{20:6}를 주체로 한 polyunsaturated fatty acid가 감소한 반면 saturated fatty acid는 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 그 변화폭은 대조구가 가장 컸고 BHT 첨가구와 BHT 및 carotenoid 첨가구는 비교적 증가폭이 작았다. 壯野와 豊水(21)는 고등어를 저온(5~25°C)에 저장하면서 지질의 산패정도를 실험한 결과 저온에 저장하여도 지질의 산화와 가수분해로 인한 유리 지방산의 증가가 상당히 진행되며 특히 극성지질의 산화로 인한 DHA의 감소가 극심하다고 보고하였다. 본 실험에서도 대조구의 경우는 가수분해 및 산화에 의하여 polyene산이 주로 감소하였고 그 중에서도 C_{20:5}산 및 C_{22:6}산의 감소폭이 컸

Table 1. Changes in fatty acid composition of total lipid of raw and fermented ascidian

(area %)

Fatty acid	Raw	Period of fermentation(days)								
		0			30			50		
		Co ¹⁾	A	B	Co	A	B	Co	A	B
12:0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.3	0.3
13:0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4
14:0	6.2	6.0	6.1	6.0	6.9	6.7	6.6	7.4	7.1	7.0
15:0	1.8	1.6	1.7	1.6	2.0	2.0	1.9	2.2	2.1	2.2
16:0	12.5	12.3	12.4	12.4	13.5	12.9	13.0	13.8	13.2	13.3
17:0	2.7	2.5	2.6	2.7	3.0	2.8	2.7	3.5	3.0	3.1
18:0	3.8	3.7	3.8	3.6	4.1	3.9	4.0	4.0	4.0	4.1
20:0	0.8	0.6	0.7	0.7	1.2	0.9	1.5	1.5	1.2	1.3
Saturated	28.1	27.0	27.6	27.2	31.3	29.6	31.8	31.8	31.2	31.7
14:1	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4	0.7	0.6	0.6
15:1	0.5	0.6	0.5	0.5	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.6
16:1	5.4	5.6	5.5	5.7	5.8	5.6	5.5	6.1	5.8	5.9
17:1	0.8	1.0	0.9	1.0	1.2	0.9	1.0	1.5	1.0	1.1
18:1	9.0	9.1	9.1	9.2	9.9	9.4	9.3	10.6	9.9	9.7
20:1	4.3	4.2	4.0	4.1	4.4	4.3	4.3	4.7	4.5	4.3
22:1	0.3	0.5	0.4	0.3	0.7	0.5	0.4	0.7	0.7	0.8
Monoenoic	20.7	21.3	20.8	21.1	23.2	21.8	21.5	25.0	23.3	23.0
18:2	1.5	1.6	1.7	1.5	1.2	1.3	1.4	1.0	1.2	1.2
18:3	4.0	3.9	3.9	4.0	3.7	3.8	3.9	3.4	3.5	3.6
18:4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1
20:2	3.9	4.0	4.0	3.9	3.6	3.7	3.8	3.5	3.7	3.6
20:3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	trace	0.1	0.1
20:4	2.1	2.1	2.0	2.0	1.7	1.9	2.0	1.5	1.8	1.8
20:5	20.5	20.6	20.8	20.7	19.0	20.0	19.9	18.0	19.0	19.2
22:2	1.3	1.5	1.5	1.6	0.9	1.0	1.0	0.5	0.6	0.7
22:3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
22:4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2
22:5	0.8	0.7	0.8	0.8	0.5	0.6	0.6	0.3	0.5	0.5
22:6	16.3	16.1	16.0	16.2	15.7	16.0	15.9	14.8	15.2	15.3
Polyenoic	51.5	51.3	51.7	51.6	47.1	49.1	49.3	43.5	46.0	46.4

¹⁾Refer to the footnote in Fig. 1.

으며, BHT 첨가구와 BHT 및 carotenoid 첨가구에서는 고도불포화지방산이 항산화제의 작용으로 산화가 억제되어 감소폭이 적었으나, 숙성 50일경에는 대조구와 큰 차이가 없었다.

Total carotenoid의 변화

숙성기간 중 total carotenoid의 함량 변화를 Table 2에 나타내었다. 숙성 중 carotenoid는 대조구의 경우 숙성 20일경에 약 40%, 산화가 심하게 진행되는 40~50일경에는 50~55%의 감소를 나타내어, 산화가 진행됨에 따라 점차 감소하는 경향이였다. 반면 항산화제 및 항산화제와 carotenoid 색소 첨가의 경우에는 숙성 20일경에 90~92%의 잔존율을 보이다가 40~50일경에 약 20~30%의 감소를 나타내었다. 이와같이 산화로 인한 지방산의 감소보다 carotenoid가 심하게 감소하

는 것은 산화되기 쉬운 색소성분이 지질의 산화에 앞서 산화된 결과라 생각되며, 항산화제와 우렁쟁이 껍질에서 추출한 색소성분의 첨가는 우렁쟁이 육조직에 존재하는 carotenoid의 산화를 안정화시키는 역할을 하는 것으로 생각된다. Carotenoid의 감소는 곧 우렁쟁이의 퇴색으로 BHT 첨가구와 carotenoid 색소 첨가구에서는 숙성 40일까지는 우렁쟁이 특유의 선홍색이 유

Table 2. Changes in total carotenoid during fermented ascidian (mg/100g)

Sample	Period of fermentation(days)					
	0	10	20	30	40	50
Co ¹⁾	1.25	0.93	0.81	0.70	0.64	0.55
A	1.25	1.20	1.15	1.08	0.99	0.80
B	1.27	1.21	1.15	1.09	0.98	0.85

¹⁾Refer to the footnote in Fig. 1.

Table 3. Sensory evaluation of fermented ascidian

	Sample	Period of fermentation(days)		
		10	30	50
Color	Co ¹⁾	4.6 ^{a2)}	2.7 ^b	1.8 ^c
	A	4.5 ^a	4.1 ^a	2.1 ^b
	B	4.7 ^a	4.4 ^a	2.5 ^b
Flavor	Co	4.5 ^a	4.3 ^a	1.4 ^b
	A	4.6 ^a	4.4 ^a	1.7 ^b
	B	4.5 ^a	4.5 ^a	1.3 ^b
Taste	Co	4.1 ^a	4.3 ^a	1.8 ^b
	A	4.2 ^a	4.5 ^a	1.7 ^b
	B	4.0 ^a	4.3 ^a	1.9 ^b
Overall acceptance	Co	3.8 ^a	4.0 ^a	1.9 ^b
	A	4.1 ^a	4.3 ^a	2.0 ^b
	B	4.3 ^a	4.5 ^a	2.3 ^b

Score: 5, excellent; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor

¹⁾Refer to the footnote in Fig. 1.

²⁾Numericals having same shoulder letter are not significantly different in $p < 0.05$.

지되었으나, 그 이후에는 대조구와 마찬가지로 선홍색이 퇴색하였다. 따라서 우렁쉥이 젓갈 숙성시 항산화제(BHT)를 첨가하여 저온에서 숙성시 숙성 40일까지는 지질의 산화를 다소 억제시킬 수 있었으나, 그 이후에는 지질의 산화로 인하여 우렁쉥이 특유의 선홍색이 퇴색되었다.

관능적 품질평가

저온숙성 중의 관능검사 결과를 Table 3에 나타내었다. 대조구의 경우 30일까지는 우렁쉥이 특유의 상큼한 향기를 느낄 수 있었으나, 그 이후에는 악취가 발생하였다. 또한 숙성기간 중 지질의 산화로 인해 우렁쉥이 특유의 선홍색이 점차적으로 퇴색하였으나, NaHSO₃ 용액에 침지한 결과 갈변은 발생하지 않았다. 한편 BHT 첨가구와 BHT 및 carotenoid 색소 첨가구에서도 30일까지는 우렁쉥이 특유의 상큼한 향기와 맛을 느낄 수 있었으나, 그 이후에는 대조구와 마찬가지로 악취가 발생하였다. 그러나 이들 첨가구에서는 숙성 40일까지는 우렁쉥이 특유의 선홍색이 유지되었다. 이것은 항산화제인 BHT의 첨가가 저온숙성(5±2°C)시 40일까지는 지질의 산화를 지연시킬 수 있음을 나타내며, 지질의 산화와 carotenoid의 퇴색은 상호 보완적인 관계에 있으므로 보다 효과적인 항산화제의 선택과 퇴색방지를 위한 첨가 색소량의 조정 등 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

요 약

우렁쉥이는 향미의 손상이나 변색 등 가공적 성상의 결함을 극복한 가공품의 개발이 아직 없는 실정이다.

따라서 본 실험에서는 일시 대량 수확되고 있는 우렁쉥이의 효율적인 이용 방안의 하나로 젓갈을 제조하고, 젓갈 숙성시 발생하는 지질의 산화와 그로 인한 carotenoid의 퇴색을 방지하기 위해 항산화제 및 우렁쉥이 껍질에서 추출한 carotenoid 색소를 첨가하여 지질의 변화에 대한 효과를 검토하였다. 과산화물값 및 카르보닐값은 숙성기간 중 서서히 증가하는 경향이었으나, 항산화제를 첨가함으로써 숙성 40일까지는 산화를 억제시킬 수 있었다. TBA값은 대조구의 경우 숙성 30일경에 0.25, BHT 첨가구 및 BHT와 carotenoid 색소 첨가구에서는 숙성 40일경에 0.21과 0.17로 최고값을 나타낸 후 약간 감소하는 경향이였다. 원료 우렁쉥이 총지질의 지방산 조성은 polyunsaturated fatty acid가 51.5%로 가장 높았으며 saturated fatty acid가 28.1%, monounsaturated fatty acid가 20.7%였다. Polyunsaturated fatty acid 중에서는 C_{22:5}과 C_{20:6}가 대부분을 차지하였다. 숙성 중 지방산의 변화는 C_{22:5} 및 C_{20:6}를 주체로 한 polyunsaturated fatty acid가 감소한 반면, C_{16:0} 및 C_{18:1}을 중심으로 한 saturated fatty acid은 증가하는 경향이였다. Total carotenoid는 대조구의 경우 숙성기간 중 감소하는 경향이였으나, BHT 첨가구 및 BHT와 carotenoid 색소 첨가구에서는 숙성 40일까지는 우렁쉥이 특유의 선홍색을 유지시킬 수 있었다. 숙성 중 관능 검사 결과 모든 시료에서 30일까지는 우렁쉥이 특유의 상큼한 향기와 맛을 느낄 수 있었으나, 그 이후에는 악취가 발생하였다. 또한 대조구에서는 50일간의 숙성기간 중 carotenoid 색소가 지속적으로 퇴색한 반면 BHT 첨가구 및 BHT와 색소 첨가구에서는 숙성 40일까지는 우렁쉥이 특유의 선홍색이 유지되는 효과를 보였다.

문 헌

1. 度邊勝子: ホヤのエキス成分. 化學と生物, **27**, 96(1990)
2. 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)
3. Suzuki, Y.: Biochemical studies of the ascidian, *Cynthia roretzi* V. Drasche III. The constitution of new n-decadienol. *Tohoku J. Agr. Res.*, **10**, 391(1959)
4. 이강호, 조호성, 이동호, 육지희, 조영제, 서재수, 김동수: 우렁쉥이 이용에 관한 연구. 5. 우렁쉥이 젓갈의 제조 및 품질평가(I). 한국수산학회지, **26**, 221(1993)
5. 이강호, 조호성, 이동호, 김민기, 조영제, 서재수, 김동수: 우렁쉥이 이용에 관한 연구. 6. 우렁쉥이 젓갈의 제조 및 품질평가(II). 한국수산학회지, **26**, 330(1993)
6. 이강호, 조호성, 이동호, 김민기, 조영제, 서재수, 김동수: 우렁쉥이 이용에 관한 연구. 7. 우렁쉥이 젓갈의 제조 및 품질평가(III). 한국수산학회지, **26**, 340(1993)
7. 이강호, 홍병일, 정병천, 조호성, 이동호, 정우진: 우렁쉥이 건제품 개발에 관한 연구. 한국영양식량학회지, **23**,

- 625(1994)
8. 이강호, 강석중, 최병대, 최영준, 엄말구 : 우렁쉥이 껍질 성분의 이용에 관한 연구. 1. 우렁쉥이 껍질 추출물이 무지개송어 착색 및 성장에 미치는 효과. 한국수산학회지, **27**, 232(1994)
 9. Folch, J., Lee, M. and Sloane Stanly, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497(1957)
 10. A.O.A.C. : *Official method of analysis*. 14th ed., Assoc. of official analytical chemists, Washington, D. C., p.489 (1982)
 11. Henick, A. S., Bence, M. F. and Mitchell Jr., J. H. : Estimating carbonyl compounds in rancid fats and foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 928(1954)
 12. Tarladgis, B. G., Watts, B. M. and Younathan, M. T. : A distillation method for the quantitative determination on malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **37**, 44(1960)
 13. A.O.C.S. : AOCS official method Ce 16-89. In "*Official methods and recommended practice of the AOCS*" 4th ed., Vol I, AOCS, Champaign, IL, USA(1990)
 14. 小原哲二郎, 岩尾裕之, 鈴木隆雄 : 食品分析ハンドブック. 建皇社, 東京, p.348(1960)
 15. Duncan, D. B. : Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, **11**, 1(1955)
 16. 이응호, 김명찬, 김진수, 안창범, 김복규, 구재근 : 냉동 고등어 조미육의 가공에 관한 연구. (2) 냉동 고등어 조미육의 저장중 품질안정성. 한국식품영양과학회지, **19**, 107(1990)
 17. Litman, I. and Schelly, N. : Lipids as a source of flavor. ACS symposium series No. 75, p.1(1978)
 18. Toshiaki, O., Wada, S. and Koizumi, C. : Lipids deterioration of salted gonads of sea urchin during storage at 5°C. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **52**, 511(1986)
 19. 이응호, 오광수, 이태현, 안창범, 정영훈, 김경삼 : 우렁쉥이 및 미더덕의 지방질성분. 한국식품과학회지, **17**, 289(1985)
 20. 太田靜行 : ほやの風味. *New Food Industry*, **31**, 23 (1989)
 21. 壯野壽彦, 豊水正道 : 低温贮藏中における魚肉の脂質變化-II. 日本水産學會誌, **39**, 417(1973)

(1998년 4월 4일 접수)