

코끼리 조개의 동결저장 중 지질의 변화에 미치는 전처리의 효과

유병진 · 최흥길 · 정인학* · 이강호**

강릉대학교 식품과학과 · *강릉대학교 수산자원개발학과 · **부산수산대학교 식품공학과

The Effects of Pretreatment on the Lipid Oxidation of Korean Geoduck Muscle during Frozen Storage

Byeong-Jin YOU · Heong-Gil CHOI · In-Hak JEONG* and Kang-Ho LEE**

Department of Food Science, Kangreung National University, Kangreung 210-702, Korea

**Department of Fisheries Resource Development, Kangreung National University, Kangreung 210-702, Korea*

***Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea*

The effects of pretreatment on the lipid oxidation of korean geoduck muscle during storage at -20°C were investigated. In the lipid compositions of geoduck muscle, neutral, glycolipid, and phospholipid contents were 46.1%, 4.5% and 49.5%, respectively. And the content of phospholipid decreased to 39.9% by blanching. In the fatty acids composition, $\text{C}_{16:0}$, $\text{C}_{20:5}$ and $\text{C}_{22:6}$ fatty acids were major portions and their contents showed, respectively, 10% of total fatty acids amount or more. $\text{C}_{18:0}$, $\text{C}_{16:1}$, $\text{C}_{18:1}$, $\text{C}_{14:0}$ and $\text{C}_{20:1}$ fatty acids were also important fatty acids and their amounts were so much as 5% or more. The polyunsaturated fatty acid contents were relatively high as 39.25%~42.60%. POV in RM and VM samples increased gradually and showed 3.72meq/kg, or 3.00meq/kg after 90 days storage, respectively. However, in case of samples pretreated by blanching, there was slightly increase of POV throughout storage. From the results above, it was suggested that the pretreatment of blanching was effective in retardation of lipid oxidation for the long-term storage.

서 론

수산물을 여러가지 가공품의 원료로 이용하기 위한 조건으로는 일시에 대량 어획되는 수산물을 안정적으로 공급하는 것이다. 이를 위하여 동결저장법이 보편화되어 있으나 수산물의 동결저장 중에 일어나는 지질의 변화는 수산물의 품질을 떨어뜨리는 주된 원인으로 알려져 있다. 즉, 수산물의 동결저장 중 지질의 산화는 주로 인지질에서 일어나며(Cho *et al.*, 1989), Tsukuda(1978)는 동결저장 중 저장기간에 따른 과산화물가와 TBA가 증가하

고 인지질과 불포화지방산이 감소되어 인지질과 같은 극성지질에서 주로 산화가 일어난다고 보고 하였다. 어류의 동결저장 중에는 유리지방산 함량이 증가하며(Deng, 1978) 이러한 유리지방산은 단백질을 변성시켜 어육의 texture와 보수력에 영향을 주는(Love and Elerian, 1974; Anderson and Ravesi, 1978) 것으로 알려져 있다. 또한 이러한 유리지방산은 지방산 에스테르 화합물보다 빨리 산화될 뿐 아니라(Labuza *et al.*, 1969, Shono and Toyomizu, 1973), 지방산화를 촉진시키는 것(Pokorny *et al.*, 1976)으로 보고되었고, Tsukada(1978)는 날치

의 동결저장 중 저장기간이 경과함에 따라 인지질과 triglycerides의 가수분해에 의하여 유리지방산 함량이 증가한다고 하여 유리지방산 생성이 수산물의 동결저장 중 지질의 산화 및 수산물의 품질에 영향을 미치는 중요한 요인으로 알려져 있다. 이러한 유리지방산 생성은 phospholipase A(Audley *et al.*, 1978)와 lysosomal lipase(Geromel and Montgomery, 1980)와 같은 효소의 작용에 의하는 것으로 발표되어 있다. 따라서, 수산물의 동결저장 중 일어나는 지질의 산화를 억제하기 위해서는 비교적 저온에서도 그 활성을 유지하면서 지질 산화를 촉진하는 효소의 불활성화를 통한 유리지방산 생성 억제가 지질의 안정화에 중요한 것으로 생각된다.

본 연구는 최근 동해안의 유망 수산자원의 하나로 장래 어민의 소득원으로 기대되는 코끼리 조개(강원도, 1990)를 가공하기 위한 기초자료를 얻음 목적으로 유리지방산 생성을 촉진하는 효소를 불활성화시키기 위한 blanching 조작과 내장 및 껍질 제거 등의 전처리 조작이 동결저장 중 지질의 변화에 미치는 영향을 실험하였다.

재료 및 방법

시료의 채취 및 처리

코끼리 조개는 강원도 명주군 옥계면 금진해역에서 7월에 채취하여 5년생만을 선별하여 실험에 사용하였다. 선별된 조개는 처리조건에 따라 세 그룹으로 나누었다. 즉, 95℃에서 2분간 blanching하여 패각, 수관부의 외피 및 내장을 제거하고 가식부만을 취한 것(BM)과, blanching하지 않고 패각, 수관부의 외피 및 내장을 제거한 것(RM)과 패각만을 제거한 것(VM)으로 나누어 -20℃에 저장하면서 실험에 사용하였다.

과산화물가 측정

Asakawa와 Matsushita의 방법(1980)에 따라 시료로부터 추출한 지방 200mg을 취하여 여기에 2% KI용액과 AlCl₃ 용액 0.5ml, hexane 1ml를 넣고 37℃의 incubator에서 5분간 반응시킨 다음 0.01N HCl 용액 15ml와 starch 용액 0.5ml를 넣고 격렬하게 혼돈 후 3,000g에서 3분간 원심분리하고 hexane을 제거한 상등액을 560nm에서 흡광도를 측정하고 표준검량곡선으로부터 과산화물가를 계산하였다.

지질조성 및 지방산 조성의 분석

藤野(1980)의 방법에 따라 규산 칼럼 크로마토그래피(100~200mesh, Marinklodt)로 중성지질, 당지질 및 인지질을 분획하였으며 중량법으로 각 지질의 조성을 구하였다. 각 지질의 지방산 조성은 methanol-toluene-H₂SO₄(20:10:1%)으로 메칠 에스테르화한 후 가스 크로마토그래피(Hewlett Packard 5890A; FID)로 분석하였다. 분석조건에서 사용한 column은 fused silica capillary column(30m, 0.53 mm id, 1.0 μm film thickness)이었고 carrier gas는 질소로써 유속은 30ml/min, column 및 injector온도는 각각 195° 및 200°이었다.

결과 및 고찰

1. 동결저장 중의 지질산화

코끼리 조개를 -20℃에 저장하는 동안에 일어나는 지질의 산화에 미치는 전처리 즉, 내장제거, blanching 등의 영향을 조사하기 위하여 과산화물가의 변화를 실험한 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

저장 직전의 과산화물가는 내장을 포함한 시료(VM)는 0.41meq/kg, 내장과 외피를 제거한 수관부만의 육(RM)은 0.38meq/kg, blanching한 육(BM)은 0.44meq/kg이었으며 저장 90일 후에는 VM 3.72 meq/kg, RM은 3.00meq/kg 및 BM은 1.44meq/kg으로

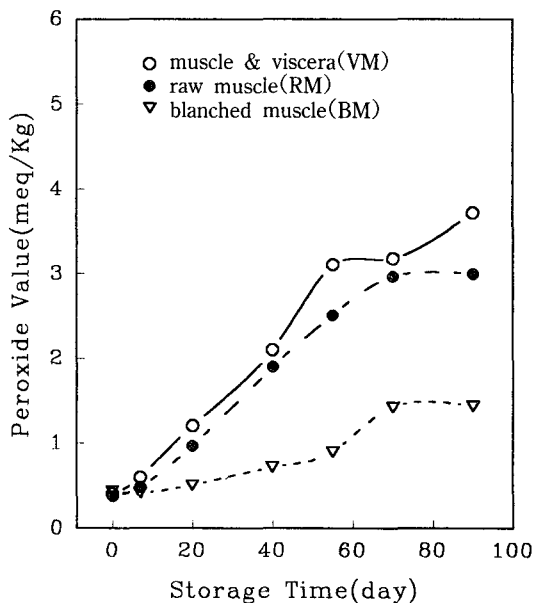


Fig. 1. Changes of peroxide value in Korean geoduck during storage at -20°C.

나타나, 패각만을 제거한 채로 전처리없이 동결한 시료에서 과산화물값이 가장 높았으며 blanching한 시료의 과산화물값이 가장 낮았다. 이것은 blanching에 의해 저온에서도 활성을 유지하는 것으로 알려진 phospholipase 및 lipase(Audley *et al.*, 1978; Geromel and Montgomery, 1980)가 불활성화되었을 뿐만 아니라 지질산화를 촉진하는 물질을 다량 함유하고 있는 표피와 내장(Yamada, 1979)을 제거하였기 때문으로 사료되었다. 이 결과로부터 코끼리 조개육을 동결저장할 때 내장 및 표피를 제거하고 blanching하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

2. 전처리가 지질조성에 미치는 영향

코끼리 조개의 전처리가 지질 조성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 전처리 후 지질의 조성비율을 Table 1에 나타내었다. 그 결과 VM에서 중성지질이 39.7%, 당지질 6.8%, 인지질 53.5%였으나 RM에서는 중성지질이 46.1%, 당지질 4.5%, 그리고 인지질이 49.5%로 나타나 육에 중성지질이 많고

인지질과 당지질은 다소 적은 것으로 나타났다. 그리고, blanching한 시료에서 중성지질이 51.9%, 당지질 8.2%, 인지질 39.9%로 조사되어 RM과 비교했을 때 blanching에 의해 중성지질이 상당히 증가한 반면 인지질은 49.5%에서 39.9%로 약 10%가 감소하였다. 이러한 현상은 blanching에 의해 인지질의 인산화합물과 glycerol 사이의 ester 결합이 파괴되었거나 인지질의 강한 반응성으로 인하여 인지질과 육단백질과의 반응이 일어나 단백질과 반응한 인지질이 추출되지 못한 것(Pokorny *et al.*, 1975; Andou *et al.*, 1979, 1980, 1981)으로 생각된다.

Table 1. Contents of neutral lipid, glycolipid and phospholipid in Korean geoduck (%)

Treatment	Neutral lipid	Glycolipid	Phospholipid
Muscle & viscera	39.7	6.8	53.5
Muscle	46.1	4.5	49.5
Blanched muscle	51.9	8.2	39.9

Table 2. Effect of pretreatments on the fatty acid composition in lipid of Korean geoduck muscle

Fatty acid	Total lipids			Neutral lipid			Glycolipid			Phospholipid		
	VM ¹	RM ²	BM ³	VM	RM	BM	VM	RM	BM	VM	RM	BM
Saturated												
14:0	4.87	3.72	3.57	6.05	3.57	5.91	3.98	1.32	5.82	3.55	3.92	5.79
16:0	19.75	17.20	20.07	20.42	17.09	16.80	16.69	17.87	17.67	22.53	19.20	18.90
18:0	8.01	8.84	9.01	11.71	6.83	6.86	12.03	16.25	8.65	10.46	10.72	9.10
20:0	1.25	1.81	1.05	2.95	0.50	1.63	1.59	-	2.68	-	1.14	1.39
other	4.59	3.65	4.7	6.86	4.99	3.38	5.35	3.36	9.92	3.38	5.10	3.18
Total	38.48	35.22	38.40	45.02	32.98	34.58	39.64	38.81	44.74	39.92	40.07	38.36
Monoenoic												
16:1	7.28	10.32	9.08	8.34	3.88	10.63	3.05	2.31	3.64	5.68	6.57	3.97
18:1	6.81	6.25	6.20	10.17	8.65	7.49	4.58	14.32	9.70	7.46	6.98	4.01
20:1	4.81	4.28	4.30	5.44	9.88	5.21	12.09	7.92	7.72	7.42	3.87	8.90
other	0.91	1.33	2.77	0.45	2.68	0.43	0.36	0.28	2.91	0.21	2.21	0.10
Total	19.81	22.18	22.35	24.40	25.09	23.76	20.08	24.83	23.97	20.77	19.63	16.98
Polyenoic												
18:2	0.83	1.75	1.24	0.18	0.69	0.98	1.67	2.53	1.72	0.84	0.65	1.10
20:4	2.62	1.99	1.51	0.53	2.81	1.52	1.69	0.21	0.31	3.07	1.43	2.89
20:5	18.29	19.80	18.58	12.60	20.72	23.65	12.16	12.26	5.01	14.65	14.07	16.97
22:4	1.06	1.45	0.52	0.49	-	-	0.37	0.91	-	1.56	1.44	1.97
22:5	1.36	1.58	-	0.53	-	-	2.47	0.81	0.93	0.97	0.98	1.78
22:6	11.15	10.30	10.25	5.64	10.42	11.49	9.99	10.26	12.83	7.94	11.08	10.24
other	6.40	5.73	7.15	10.61	7.29	4.02	11.93	9.38	10.47	10.26	11.98	10.01
Total	41.71	42.60	39.25	30.58	41.93	41.66	40.28	36.38	31.27	39.29	40.30	44.66

1; whole muscle(viscera and muscle)
 2; raw muscle without skin
 3; blanching muscle without skin

3. 전처리가 지방산 조성에 미치는 영향

Table 2는 blanching 조작이 지방산 조성에 미치는 영향을 조사한 자료이다. 이 표에서 알 수 있듯이 코끼리 조개의 주요구성지방산은 C_{16:0}, C_{18:0}, C_{16:1}, C_{18:1}, C_{20:5}, C_{22:6}이었으며 C_{14:0}, C_{20:1}도 4% 이상 함유하고 있었다. 한편 C_{20:1}은 그 함량이 각 시료(VM, RM, BM 모두)에서 4.28~4.81% 함유되어 있었다. 이와 같은 경향은 Jeong(1990)의 보고에서도 확인되었다. 총지질의 경우 VM에서 포화지방산이 38.48%, monoene산이 19.81%, polyene산이 41.71%였으나 RM에서는 포화지방산이 35.22%로 낮게 나타났고 monoene산은 22.18%로, polyene산은 42.60%로 다소 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 근육종의 지방산중 monoene산인 C_{16:1}과 polyene산인 C_{20:5}가 내장보다 근육에 더 많이 분포하기 때문이다. 반면에 조개육을 blanching하였을 경우 포화지방산은 38.40%로 blanching하지 않은 RM에 비해 다소 증가하였으며 monoene산은 거의 변화가 없으나 polyene산은 39.25%로 감소하였다. 포화지방

산에서 C_{16:0}가 17.20%에서 blanching한 육에서 20.07%로 증가하였으며 polyene산에서 C_{20:5}가 19.80%에서 18.58%로 감소한 결과로 나타났다. 중성지질 및 당지질, 인지질에서도 총지질에서의 경향과 비슷하였다.

4. 저장 중의 지방산 조성의 변화

동결저장 중의 전처리에 따른 총 지방산 조성의 변화(Table 3)를 보면 VM에서 polyene산이 저장초기에 41.71%이던 것이 저장 40일에는 36.12%, 90일에는 32.11%로 감소하는 경향을 보였고 이에 비해 monoene산과 포화지방산은 저장 40일에 각 19.81%, 38.48%에서 23.34%, 40.54%로, 90일에는 23.78%, 43.78%로 증가하였다. 포화지방산에서는 C_{14:0}, C_{16:0}, C_{18:0}, monoene산 중에서는 대표적으로 C_{18:1}, C_{20:1} 등이 증가되는 경향을 나타내었다. polyene산에서 저장중 감소는 C_{20:4}, C_{20:5}, C_{22:6}에서 주로 진행되었으며 저장초기 18.29%로 함량이 가장 높은 C_{20:5}는 저장 90일에 15.47%로 가장 심하게 감소되었다.

Table 3. Changes of fatty acid composition in total lipid of Korean geoduck muscle after pretreatments during frozen storage at -20 °C

Fatty acid	Storage time(day)								
	VM			RM			BM		
	0	40	90	0	40	90	0	40	90
Saturated									
14:0	4.87	5.32	6.12	3.72	3.65	4.12	3.57	5.21	6.25
16:0	19.75	20.91	22.93	17.20	20.28	20.59	20.07	22.95	21.97
18:0	8.01	8.51	10.04	8.84	8.88	10.03	9.01	7.29	8.21
20:0	1.25	1.08	0.75	1.81	1.34	1.53	1.05	-	-
other	4.59	4.72	3.94	3.65	4.18	4.61	4.70	6.19	5.73
Total	38.48	40.54	43.78	35.22	38.33	40.88	38.40	41.64	42.16
Monoenoic									
16:1	7.28	11.20	9.63	10.32	10.02	8.46	9.08	7.09	9.43
18:1	6.81	6.93	7.33	6.25	7.70	7.53	6.20	8.35	7.25
20:1	4.81	4.79	5.78	4.28	4.03	5.38	4.30	6.46	5.43
other	0.91	0.42	1.04	1.34	1.52	2.42	2.77	1.00	1.25
Total	19.81	23.34	23.78	22.18	23.27	23.79	22.35	21.90	23.36
Polyenoic									
18:2	0.83	1.25	0.75	1.75	0.79	0.93	1.24	1.77	1.43
20:4	2.62	1.64	1.53	1.99	1.98	2.57	1.51	1.42	2.53
20:5	18.29	16.95	15.47	19.80	16.11	17.29	18.58	14.91	14.97
22:4	1.06	0.24	0.06	1.45	1.44	-	0.52	-	1.34
22:5	1.36	-	-	1.58	1.11	-	-	-	-
22:6	11.15	9.12	8.33	10.30	9.26	9.49	10.25	9.26	8.87
other	6.40	6.92	5.97	5.73	7.71	4.94	7.15	8.10	6.34
Total	41.71	36.12	32.11	42.60	38.40	35.22	39.25	35.46	35.74

Regend same as Table 1

한편 RM에서의 저장 중의 변화도 경향은 VM과 같았으나 polyene산의 감소율이 저장초기 42.6%에서 저장 90일에 35.22%로 VM보다 다소 낮았다. 그러나 monoene산에서는 그 조성비율이 저장 중 크게 변화하지 않았고 포화지방산에서 저장초기 35.22%에서 저장 40일과 90일에 각각 38.33%와 40.88%로 증가하는 경향이였다. Blanching에 의한 안정화 효과를 보면 blanching으로 인하여 저장 직전에 polyene산이 39.25%로 VM, RM, BM중 가장 낮은 함량을 보였으나 저장 90일 후에는 35.74%를 나타내 VM의 32.11%, RM의 35.22%보다 높게 나타나 저장 중에는 VM 및 RM보다 안정하였다.

1) 중성지질에서의 변화

중성지질에서 시료의 전처리에 따른 저장중의 변화를 Table 4에 나타내었다. 포화지방산의 함량은 저장초기 45%에서 저장 90일 후에 42.71%로 다소 감소하는 경향이었고 monoene산이 초기 24.4%에서 90일 후에는 28.38%로 약간 증가하였으나

polyene산에서도 크게 감소가 나타나지 않아서 VM에서의 중성지질은 상당히 안정한 것으로 조사 되었다. 저장초기 RM과 BM의 polyene산이 각 41.93%와 41.66%로 비슷하였으나 저장 90일 후 RM이 36.25%, BM에서는 31.09%로 그 함량이 더욱 낮게 나타나 내장을 제거한 RM과 이것을 blanching한 BM을 비교하면 오히려 중성지질에서는 blanching조작이 polyene산의 안정화를 방해하는 것으로 나타났다. C_{20:5}와 C_{22:6}에서도 VM에서는 함유비율이 각각 12.60 및 5.64%로 RM과 BM에 비하여 높지 않은 반면 90일 이후에는 15.23 및 1.96%로 저장 중의 변화량도 적었으나, 수관부를 중심으로 하는 육부위인 RM과 BM에서는 저장초기에 각각 20.72, 10.42 및 23.65, 11.49%로써 함량이 높으면서 저장 90일 이후에는 각각 18.05, 8.66 및 23.65, 11.49%로써 저장 중의 감소율도 컸다. 또한 blanching을 한 BM이 RM에서보다 오히려 감소율이 큰 것으로 나타났다. 중성지질에서 이와 같은

Table 4. Changes of fatty acid composition in neutral lipid of Korean geoduck muscle after pretreatments during frozen storage at -20℃

Fatty acid	Storage time(day)								
	VM			RM			BM		
	0	40	90	0	40	90	0	40	90
Saturated									
14:0	6.05	6.03	6.15	3.57	3.88	4.89	5.91	5.24	6.52
16:0	20.42	20.41	20.70	17.09	15.73	15.97	16.80	20.54	20.30
18:0	11.71	11.48	11.02	6.83	9.87	10.42	6.86	8.35	9.12
20:0	2.95	-	0.23	0.50	1.09	1.13	1.63	0.16	1.32
other	6.86	3.07	4.56	4.99	4.74	4.51	3.38	6.46	5.62
Total	45.02	40.99	42.71	32.98	35.36	36.92	34.58	40.75	42.88
Monoenoic									
16:1	8.34	9.22	11.03	3.88	7.95	10.11	10.63	8.65	9.86
18:1	10.17	9.43	8.51	8.65	7.37	8.09	7.49	8.50	8.32
20:1	5.44	4.89	6.48	9.88	5.47	5.25	5.21	4.78	6.53
other	0.45	0.29	2.36	2.68	0.35	2.78	0.43	1.29	1.32
Total	24.40	23.83	28.38	25.09	21.14	26.23	23.76	23.22	26.03
Polyenoic									
18:2	0.18	1.73	1.27	0.69	1.02	1.04	0.98	1.04	1.42
20:4	0.53	4.43	1.61	2.81	3.97	2.62	1.52	1.29	1.11
20:5	12.60	17.57	15.23	20.72	19.67	18.05	23.65	22.61	14.24
22:4	0.49	-	0.52	-	-	0.06	-	-	-
22:5	0.53	-	-	-	3.37	1.05	-	-	-
22:6	5.64	8.41	4.95	10.42	9.19	8.66	11.49	7.28	8.32
other	10.51	3.02	5.33	7.50	6.33	4.77	4.02	3.79	6.00
Total	30.58	35.16	28.91	41.93	43.55	36.25	41.66	36.01	31.09

Regend same as Table 1

blanching이 오히려 육중에 함유된 고도불포화지질의 안정성을 저해하는 것에 대해서는 좀더 연구가 진행되어야 하겠다.

2) 당지질에서의 변화

Table 5에서는 동결저장 중 당지질의 지방산 조성의 변화를 나타내었다. VM의 주요 구성지방산은 중성지질에서와 마찬가지로 C_{16:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{20:1}, C_{20:5}, C_{22:6} 등이었다. 그러나 중성지질에서 C_{18:1}이 10.17%였으나 당지질에서는 4.58%로 비교적 그 함량이 낮았으며 중성지질에서 5.44%였던 C_{20:1}이 당지질에서는 12.09%로 많은 것이 특징이었다. RM에서는 C_{18:1}이 14.32%로 VM의 4.58%보다 월등히 높았으며 C_{20:1}도 7.92%로 비교적 많이 함유되어 있었다. 또한 포화지방산의 C_{18:0}도 16.25%로 VM의 13.03%보다 다소 높았다.

한편 blanching을 한 시료(BM)를 RM과 비교하여 보면 포화지방산인 C_{18:0}이 RM은 16.25%, BM은 8.65%로, monoene산인 C_{18:1}은 각각 14.32% 및 9.70

%로, BM에서의 함량이 매우 낮게 나타났으며 polyene산에서 C_{20:5}와 C_{22:6}은 RM의 경우 각각 12.26%와 10.26%이었고 BM의 경우 15.01%와 12.83%로 함량비율이 높게 나타났다. 그러나 전체적으로 polyene산의 비율은 blanching하기전 36.38%에서 blanching한 후 32.17%로 감소하여 blanching에 의해 polyene산이 분해되었거나 혹은 polyene산이 육의 다른 성분과 결합하여 추출율이 저하된 것으로 나타나 blanching이 하기전 41.93%, 후에 41.66%로 영향을 미치지 않은 중성지질의 결과와는 대조적이었다.

저장중의 변화를 보면 VM에서 저장초기 polyene산이 40.28%에서 90일 저장후 28.26%로 감소한데 비하여 RM에서는 초기 36.38%에서 90일 저장후 32.67%로 나타나 내장을 제거하는 것이 안정성을 향상시키는 것으로 나타났다. 또한 blanching을 하였을 경우 저장 초기 32.17%이던 것이 저장 90일 후에도 30.26%를 보여 큰 변화가 없는 것을

Table 5. Changes of fatty acid composition in glycolipid of Korean geoduck muscle after pretreatments during frozen storage at -20℃

Fatty acid	Storage time(day)								
	VM			RM			BM		
	0	40	90	0	40	90	0	40	90
Saturated									
14:0	3.98	6.70	7.60	1.32	1.70	3.83	5.82	5.91	5.08
16:0	16.69	16.76	21.77	17.87	15.92	16.10	17.67	20.45	21.56
18:0	12.03	12.21	10.33	16.25	16.37	16.21	8.65	11.24	12.82
20:0	1.59	1.03	1.23	-	2.01	-	2.68	-	0.87
other	5.35	5.87	2.46	3.36	5.27	5.80	9.92	6.56	-
Total	39.64	42.57	43.39	38.81	41.27	41.94	44.74	44.16	46.39
Monoenoic									
16:1	3.05	4.00	6.72	2.31	2.42	2.05	3.64	5.69	5.33
18:1	4.58	8.35	7.26	14.32	15.16	12.31	9.70	9.22	8.92
20:1	12.09	8.35	9.44	7.92	5.00	0.36	7.72	9.29	5.67
other	0.36	0.48	5.14	0.28	1.76	10.67	2.91	2.98	3.43
Total	20.08	21.18	28.56	24.83	24.34	25.39	23.97	27.17	23.35
Polyenoic									
18:2	1.67	1.76	0.69	2.53	2.73	4.33	1.72	1.54	1.93
20:4	1.69	6.06	-	0.21	2.45	1.32	0.31	-	0.42
20:5	12.16	11.76	17.50	12.26	13.10	12.40	15.01	9.65	10.41
22:4	0.37	-	-	0.91	0.55	0.41	-	0.23	-
22:5	2.47	-	-	0.81	-	0.16	0.93	-	-
22:6	9.99	8.12	5.22	10.26	9.00	8.03	12.83	12.01	10.15
other	11.93	8.55	4.65	9.38	6.55	6.02	10.47	5.24	7.35
Total	40.28	36.25	28.06	36.38	34.38	32.67	32.17	28.67	30.26

Regend same as Table 1

알 수 있어 내장을 제거하고 blanching한 다음 동결저장하는 것이 당지질의 저장안정성을 향상시키는 것을 알 수 있다.

3) 인지질에서의 변화

내장제거 및 blanching처리가 동결저장 중의 꼬끼리 조개육의 인지질의 지방산 조성에 미치는 영향을 Table 6에 나타내었다. 주요 구성지방산은 C_{16:0}, C_{18:0}, C_{16:1}, C_{18:1}, C_{20:1}, C_{20:5}, C_{22:6} 등으로 중성지질 및 당지질 경향과 비슷하였다. 그리고 중성지질에 비해 인지질의 포화지방산과 monoene산은 VM에서 각각 39.92%와 20.77%로 다소 함량이 낮은 편인 반면에 polyene산은 39.29%로 중성지질의 30.58%보다 높게 나타나 인지질을 구성하는 지방산의 불포화도가 높은 것을 알 수 있었다. RM에서 monoene산이 19.63%로 나타나 중성지질의 25.09% 및 당지질의 24.83%보다 그 함유율이 적었다. 또한 VM의 20.77%보다 적어서 포화지방산과 polyene산은 내장에서보다 육속에 더 많이 함유되어 있는

것으로 나타났다.

Blanching에 따른 조개육 인지질의 변화는 중성지질이나 당지질의 변화와는 다소 달랐다. 즉 당지질이나 중성지질에서 blanching에 의해 polyene산의 감소가 일어나 포화지방산은 그 함유율이 다소 증가하는 경향으로 나타나는 한편 monoene산은 큰 변화가 없었다. 그러나 인지질은 blanching에 의해 monoene산의 함유율이 19.63%에서 16.98%로 감소하고 포화지방산도 40.07%에서 38.36%로 감소하는 한편 polyene산은 4.30%에서 44.66%로 증가하였다.

저장중의 인지질의 지방산 조성의 변화는 포화지방산이 증가하고 반면에 전체 polyene산은 감소하는 일반적인 경향을 보이고 있는데 VM의 경우 저장 초기 39.29%에서 저장 90일후 33.11%의 함량을 보이지만 RM은 각 40.30%에서 34.04%로, BM은 44.66%에서 34.56%의 함량을 보여 blanching이 인지질의 polyene산의 감소를 억제하는 효

Table 6. Changes of fatty acid composition in phospholipid of Korean geoduck muscle after pretreatments during frozen storage at -20℃

Fatty acid	Storage time(day)								
	VM			RM			BM		
	0	40	90	0	40	90	0	40	90
Saturated									
14:0	3.55	3.08	4.88	3.92	1.89	3.80	5.79	4.69	3.81
16:0	22.53	22.94	29.07	19.20	21.92	23.50	18.90	21.04	21.52
18:0	10.46	9.81	9.64	10.72	11.05	13.61	9.10	8.33	11.05
20:0	-	1.66	2.24	1.14	2.07	1.59	1.39	-	1.85
other	3.85	5.03	4.58	5.10	4.44	5.07	3.18	6.62	5.06
Total	39.92	42.52	50.41	40.07	41.37	47.57	38.36	40.68	43.29
Monoenoic									
16:1	5.68	4.61	4.60	6.57	6.05	7.82	3.97	4.12	6.92
18:1	7.46	7.31	5.61	6.98	7.46	8.76	4.01	6.42	8.44
20:1	7.42	5.74	3.56	3.87	4.87	1.55	8.90	6.72	5.71
other	0.21	0.12	2.72	2.21	3.00	0.26	0.10	4.30	1.08
Total	20.77	17.78	16.49	19.63	21.38	18.39	16.98	21.56	22.15
Polyenoic									
18:2	0.84	1.37	0.35	0.65	0.58	1.10	1.10	0.79	1.78
20:4	3.07	1.84	1.53	1.43	1.73	2.37	2.89	1.46	2.31
20:5	14.65	13.01	10.42	14.07	12.43	11.72	16.97	12.01	11.25
22:4	1.56	-	2.08	1.44	1.01	2.73	1.97	1.37	-
22:5	0.97	-	2.10	0.98	0.90	-	1.78	1.41	-
22:6	7.94	10.69	7.03	11.08	9.03	8.96	10.24	12.11	10.65
other	10.26	12.80	9.60	11.98	11.57	7.16	10.01	8.61	8.57
Total	39.29	39.71	33.11	40.30	37.25	34.04	44.66	37.76	34.56

Regend same as Table 1

과는 나타나지 않았다. 그러나 저장 90일 후의 VM, RM 및 BM에서의 polyene산의 주요 구성 지방산인 C_{20:5}와 C_{22:6}의 함량을 보면 각 10.42%, 11.72%, 11.25%로 거의 비슷하며 C_{22:6}의 함량은 각 7.03%, 8.96%, 10.65%로 오히려 BM에서 가장 높은 수치를 보이고 있다. 또한 저장 90일 후 전체 포화지방산의 비율이 VM에서 50.41%, RM 47.57%, BM이 43.29%로 blanching한 것에서의 비율이 가장 낮으나 monoene산은 VM이 16.49%, RM이 18.39%, BM이 22.15%로 blanching한 것에서 가장 높았다. 동결저장 중 지질의 종류에 따른 polyene산의 함량을 보면(Table 4~6) 저장 90일 후 중성지질의 경우 polyene산의 비율이 28.91~36.25%, 당지질에서는 28.06~32.67%인데 비하여 인지질은 33.11~34.56%로 상대적으로 높게 나타나 중성지질 및 당지질에서 보다 인지질에서 polyene산이 더 안정하다는 것을 보여준다.

요 약

코끼리 조개의 동결저장 중 일어나는 품질저하의 주요인인 지질산화 실험한 결과는 다음과 같다. 코끼리 조개육의 총지질함량은 4.06%로 적으나 지방조성이 처리조건에 따라, 내장을 포함한 시료에서 중성지질이 39.7%, 당지질 6.8%, 인지질 53.5%, 내장을 제거한 시료에서 중성지질 46.1%, 당지질 4.5%, 인지질 49.5%, 그리고 blanching한 시료에서 중성지질 51.9%, 당지질 8.2%, 인지질 39.9%로 인지질의 함량이 비교적 높았으며 내장제거, blanching 등의 처리에 따라 인지질의 함량이 감소하였다. 지방산조성은 전 지질에서 포화지방산이 35.22~38.48%, monoene산이 19.81~22.35%, polyene산이 39.25~42.60%로 polyene산의 비율이 높았다. 그리고 주요 구성지방산은 C_{16:0}가 17.20~20.07%, C_{20:5}가 18.29~19.80%, C_{22:6}이 10.25~11.15%로 10% 이상을 점하는 주요 구성지방산이었으며 그리고 C_{18:0}, C_{16:1}, C_{18:1}, C_{14:0}, C_{20:1} 등이 5% 이상 차지하고 있었다. 저장 중의 지질산화는 POV의 증가가 저장기간이 경과함에 따라 내장 포함한 시료 VM과 내장제거한 생시료(RM)에서 급격히 증가하여 저장 90일에 각각 3.72, 3.00meq/kg의 값을 보였으나 blanching한 시료(BM)에서는 저장 90일에 1.44meq/kg에 머물러 상당히 안정됨을 볼 수 있었다. 저장기간에 따른 지방산조성의 변화에 있어서는 blanching에 의해 polyene산의 함량이 감소하였

으나 이후 저장 중의 변화는 적어서 내장제거 후 blanching하여 동결저장하는 것이 바람직하였다.

감사의 글

이 연구논문은 한국과학재단 1991년도 지원(project No. 911-1508-055-2)에 의해 수행된 것으로 지원해 주신 재단에 심심한 사의를 표합니다.

참 고 문 헌

- Anderso, M. L. and E. M. Ravesi. 1969. reaction of free fatty acids with protein in cod muscle frozen and stored at -29°C after aging in ice. J. fish. Res. Board Canada, 26, 2727~2730.
- Andou, S., K. Tdkama and K. Zama. 1979. Interaction between lipid and protein during frozen storage I. Effect of oil dipping on rainbow trout muscle during frozen storage. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 30, 282~285.
- Andou, S., K. Tdkama and K. Zama. 1980. Interaction between lipid and protein during frozen storage. II. Effect of non-polar and polar lipid on rainbow trout myofibrills during frozen storage. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 31, 201~204.
- Andou, S., K. Tdkama and K. Zama. 1980. Interaction between lipid and protein during frozen storage IV. The adaption of the ultraviolet absorption spectrum method for the determination of protein contents in the mixture of lipids and myosin B. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 32, 188~192.
- Asakawa, T. and S. Matsushita. 1980. A colorimetric microdetermination of peroxide value utilizing aluminum chloride as the catalyst. Lipids. 15, 965~967.
- Audley, M. A., K. J. Shetty and J. E. Kinsella. 1978. Isolation and properties of phosphlipase A from pollock muscle. J. Food Sci. 43, 1771~1774.
- Cho, S. Y., E. Yasushi, K. Fujimoto and T. Kaneda. 1989. Oxidative deterioration of lipids in salted and dried sardine during storage at 5°C. Nip-

- pon Suisan Gakkaish, 55, 541~544.
- Deng, J. C. 1978. Effect of iced storage on free fatty acid production and lipid oxidation in mullet muscle. J. Food Sci. 43, 337~340.
- Geromel, E. J. and M. W. Montgomery. 1980. Lipase release from lysosomes of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) muscle subjected to low temperatures. J. Food Sci. 45, 412~415.
- Jeong, I. H. 1990. Chemical composition in muscle of Korean geoduck, *Panope japonica* A. ADAMS. J. Donghae Costal Research, 1, 30.
- Labuza, T. P., H. Tsuyuki and M. Karel. 1969. Kinetics of oxidation of methyl linoleate. J. Fish. Res. Broad Can. 13, 569~579.
- Love, R. M. and M. K. Elerian. 1974. Protein denaturation in frozen fish. 8. The temperature of maximum denaturation in cod. J. Sci. Food Agr., 15, 805~808.
- Pokorný, J., E. Smidrakalova, H. Zwain and G. Janicek. 1975. Reaction of oxidized lipids with protein. Part 10. Effect of protein on the auto-oxidation of phospholipids. Die Nahrung, 19, 635~639.
- Pokorný, J., J. Rzepa and G. Janicek. 1976. Lipid-oxidation. Part. 1. Effect of free carbonyl group on the decomposition of lipid hydroperoxide. Die Nahrung, 20, 1~6.
- Shono, T. and M. Toyomizu. 1973. Lipid alteration in fish muscle during cold storage—I. Expression of lipid hydrolysis and oxidation in jack mackerel muscle based on decrease in C_{22:6} acid. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish., 39, 411~416.
- Shono, T. and M. Toyomizu. 1973. Lipid alteration in fish muscle during cold storage—II. Lipid alteration pattern in jack mackerel muscle. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish., 3a, 417~421.
- Tsukada, N. 1978. Changes in the lipids of sardine during frozen storage. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 94, 51~57.
- Yamada, J. 1979. Lipid oxidation in various of sardines, *Sardinops melanosticta*. Bull. Tokai. Res. Fish. Res. Lab., 99, 23~29.
- 藤野安産. 1980. 脂質分析法入門. 學會出版センター, 東京, 156~165.
- 강원도. 1990. 강원연안 주요 패류자원 분포 조사 보고서. 대성문화출판사, 103~157.

1993년 6월 14일 접수

1993년 7월 7일 수리