

冷凍 정어리調味肉의 加工 및 貯藏中の 品質安定性*

李應昊 · 吳光秀 · 安昌範 · 李泰憲 · 鄭永勲

釜山水産大學 食品工學科
(1987년 2월 20일 수리)

Processing Conditions and Quality Stability of Frozen Seasoned Sardine Meat during Frozen Storage*

Eung-Ho LEE, Kwang-Soo OH, Chang-Bum AHN, Tae-Hun LEE,
and Young-Hoon CHUNG

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan
Nam-gu, Pusan, 608 Korea
(Received February 20, 1987)

Seasoned sardine meat was prepared to extend the use of sardine for human consumption, and processing conditions and storage stability of frozen seasoned sardine meat were studied during storage at -20°C .

The fish was beheaded, gutted and cleaned in a washing tank. The washed fish was then put through a belt-drum type meat separator which separates the flesh from the bone and skin. Mechanically deboned fish meat was mixed with 20.6% emulsion curd, 0.5% table salt, 2.0% sugar, 0.4% sodium bicarbonate, 0.2% polyphosphate, 0.1% monosodium glutamate, 0.3% onion powder, 0.1% garlic powder, 0.1% ginger powder, 3.0% soybean protein and 0.1% sodium erythorbate. This seasoned sardine meat was frozen with contact freezer, packed in a carton box and then stored at -20°C . The pH, volatile basic nitrogen, viable cell counts, peroxide value, carbonyl value, thiobarbituric acid value, taste compounds, fatty acid composition, salt extractable nitrogen, drip, texture, and color values of the products were determined during frozen storage. The results showed that lipid content in products could be controlled by using emulsion curd, and flavor and texture could be improved by adding spices and soybean protein, and lipid oxidation could be retarded by 0.1% sodium erythorbate.

Judging from the results of chemical experiments and sensory evaluation, the products can be preserved in a good quality for 120 days during frozen storage.

서 론

우리나라 연안에서 많이 어획되는 정어리는 어체가 작고 혈합육이 많으며 단백질 변성이 빠르고, 계절에 따라 지방함량의 변화폭이 커서 다른 어류에 비해 가공적성이 현저히 떨어진다. 또한 일시다획성(一時多獲性)이어서 계획생산이 어렵다. 정어리의 이러한 원료학적 특성때문에 선어로서 대량 소비하

기에는 많은 문제점이 있어 어획된 정어리의 약 20%만이 식용으로 이용되고 나머지 약 80%가 어분이나 사료용같은 비식용으로 이용되고 있는 실정이다^{1,2)}. 이러한 정어리를 보다 효율적으로 식량으로 이용하기 위한 연구로서 *李* 등^{3,4,5,6,7)}은 정어리농축 단백질의 가공, 냉동고기풀 및 정어리소시지의 가공, 저식염젓갈 및 레토르트파우치 제품 등의 개발을 시도한 바 있다. 정어리를 원료로 냉동고기풀을 가공

* 本 研究는 1985年度 韓國科學財團 研究費지원에 의해 이루어 졌음.

할 때는 정어리육을 채취하여 물로 씻는 공정이 있는데, 이 공정 중에 수용성단백질, 수용성정미성분, 지질 등의 영양성분이 유실되며 또한 수율이 떨어지는 결점이 있다.

본 연구에서는 이러한 결점을 보완하기 위해 정어리육을 채육한 다음 물로 씻는 공정을 생략하고 유화커어드(curd)를 이용하여 제품의 지방량을 조정하며, 향신료와 부원료를 사용하여 제품의 냄새, 색조 및 결착성 등을 개선하였다. 또한 혼합하는 방법을 개량하여 종래의 연제품과 달리 생육(生肉)을 섞을 때와 같은 조직감을 가지는 제품을 가공하여 정어리를 보다 효율적으로 식량화하기 위하여 정어리냉동조미육의 가공조건을 구명하고 동결저장 중의 품질안정성에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

정어리 냉동조미육의 제조 : 부산공동어시장에서 구입한 선도 좋은 정어리, *Sardinops melanosticta*(체장 14~16 cm, 체중 53~78 g), 의 두부와 내장을 제거하고 물로 씻은 다음 로울(roll)식 채육기(φ 4.5 mm)로써 채육하였다. 채육한 정어리육에 대해 Table 1과 같은 조성의 첨가물을 넣어 육이 갈리지 않고 혼합만 되도록 개조한 stone mortar로써 가볍게 혼합하여 정어리조미육을 제조하였다. 이 정어리조미육을 접촉식동결장치로써 동결(-35°C)하여 정어리냉동조미육 제품(C), 제품(A) 및 제품(B)를 제조하였다. 이 제품을 carton box에 넣어 -20°C에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

유화커어드의 제조 : 정어리는 계절에 따라 지방함량의 변동이 심하므로 제품의 지방량을 일정하게 유

지시키기 위한 방법으로서 대두단백질, 물 및 대두유를 이용한 유화커어드를 만들어 첨가하였다. 유화커어드는 대두유 110 g에 물 80 g을 넣고 homogenizer로써 4,000 rpm으로 2분간 균질화한 후 여기에 대두단백질 16 g을 서서히 첨가하면서 4,000 rpm, 3분간 균질화시켜 제조하였다.

일반성분, pH 및 휘발성염기질소(volatile basic nitrogen)의 측정 : 일반성분은 상법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 전당은 Somogyi 변법, 회분은 건식회화법으로 측정하였고, pH는 시료 5 g을 정칭하여 10배량의 순수한 물을 가하여 waring blender로써 균질화한 후 pH meter(Fisher model 630)로 측정하였다. 휘발성염기질소는 미량확산법⁸⁾으로 측정하였다.

생균수의 측정 : A.P.H.A.의 방법⁹⁾에 따라 표준한천평판배지를 사용하여 측정하였다.

유지특가의 측정 : 추출한 유지의 과산화물값은 A.O.A.C.법¹⁰⁾, 카르보닐값은 Henick법¹¹⁾, 그리고 TBA 값은 Tarladgis 등¹²⁾의 수증기증류법에 따라 측정하였다.

지방산조성의 분석 : Bligh 와 Dyer 법¹³⁾에 준하여 시료유를 추출한 다음 1N KOH-95% EtOH로 검화한 후 14% BF₃-MeOH 3 ml를 가하여 95°C에서 30분간 환류가열하여 지방산 methylester로 만든 다음 전보⁷⁾에서와 같이 GLC(Shimadzu GC-7AG)로써 분석하였다.

핵산관련물질의 정량 : 李 등¹⁴⁾의 방법에 따라 고속액체크로마토그래피(HPLC)로 정량하였다.

유리아미노산 및 엑스분질소의 정량 : 마쇄한 시료 5 g을 정칭하여 전보¹⁵⁾와 같은 방법으로 유리아미노산 분석용 시료를 조제하여 아미노산자동분석계(LKB 4150-α)로써 유리아미노산을 정량하였다. 그리고 엑스분질소는 semimicro Kjeldahl법으로 정량하였다.

TMAO, TMA, Betaine 및 Total creatinine의 정량 : TMAO 및 TMA는 橋本과 剛市¹⁶⁾의 방법에 따라 정량하였고, Betaine은 Konosu¹⁷⁾의 방법에 따라 total creatinine은 佐藤와 福山の 방법¹⁸⁾에 따라 비색정량하였다.

구성아미노산의 정량 : 시료 약 50 mg을 정칭하여 앰플에 넣고 6N HCl 2 ml를 가하여 봉입한 다음 110°C의 sand bath에서 24시간 가수분해하였다. 분해액을 다시 감압건조시켜 pH 2.2의 구연산완충액으로서 25 ml로 하였다. 이것을 전보¹⁵⁾와 같은 방

Table 1. Recipes for frozen seasoned sardine meat products (%)

Seasoning	Products		
	C	A	B
Table salt	0.5	0.5	0.5
Sugar	2.0	2.0	2.0
Sodium bicarbonate	0.4	0.4	0.4
Polyphosphate	0.2	0.2	0.2
Monosodium glutamate	0.1	0.1	0.1
Emulsion curd ^{a)}	20.6	20.6	20.6
Onion powder		0.3	0.3
Garlic powder		0.1	0.1
Ginger powder		0.1	0.1
Soybean protein		3.0	3.0
Sodium erythorbate			0.1

a) refer to the comments in Table 2.

법으로 분석, 정량하였다.

염용성질소의 측정 : 石川¹⁹⁾의 방법에 따라 측정하였다.

유리드립 및 가압드립의 측정 : 田中²⁰⁾의 방법에 따라 측정하였다.

텍스투어의 측정 : 시료를 전자레이저(발전주파수 2450 MHz)로 조리한 후 2 cm × 2 cm × 2 cm의 크기로 하여 Instron texturometer(Instron 1140)로써 가압하여 얻어진 force-deformation 곡선에서 Breene의 방법²¹⁾에 따라 제품의 경도(hardness), 질김성(toughness), 탄성(elasticity) 및 응집력(cohesiveness)을 측정하였다. 이때 Instron texturometer의 측정조건은 변형을 75%, crosshead speed 5 cm/min, chart speed 10 cm/min, 그리고 저작(咀嚼)회수는 2회로 하였다.

색조의 측정 : 색차계(日本電色 : Model ND-1001 DP)를 사용하여 제품 표면과 단면의 색조에 대한 L 값(명도), a 값(적색도) 및 b 값(황색도)을 측정하였다.

관능검사 : 시료를 2 cm 두께로 절단하여 전자레이저(발전 주파수 2450 MHz)로 조리한 다음 10 인의 panel member를 구성하여 색조, 냄새, 조직감, 맛 및 종합평가를 5단계 평점법으로 평가한 후 분산분석법으로 제품간의 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

정어리냉동조미육의 가공조건 : 우리나라에서 어획되는 정어리의 지방량의 변화폭이 시기에 따라 상당히 크기때문에²²⁾ 제품의 지방량을 일정하게 조정하기 위해 대두유의 유화커어드를 만드는 조건을 검토하였다. Table 2에서와 같이 대두단백질과 물의 량을 고정하여 두고 대두유의 양만 조정하여 지방량이 다른 유화커어드를 제조하여 첨가하면 연중(年中)지방 함량이 일정한 제품을 가공할 수 있다. 본 실험에 사용한 정어리육의 지방량이 4.3%였기 때문에 육에

대하여 대두유 11%, 물 8%, 대두단백질 1.6%의 비율로 된 유화커어드를 원료 정어리육에 대하여 20.6% 첨가, 혼합하여 지방함량이 11~12%로 조정된 제품을 가공하였다. 또한 정어리는 육의 pH가 5.6~5.8까지 저하하여 단백질변성이 빨리 일어나 제품의 탄력이 급격히 떨어지기 때문에 sodium bicarbonate를 0.4% 첨가하여 제품의 pH를 중성부근으로 조정한 다음 식염 0.5%, monosodium glutamate 0.1% 그리고 냉동변성방지제로서 sugar 2.0%, 중합인산염 0.2%를 첨가하여 대조제품(C)로 하였다. 정어리냉동조미육을 제조할 때 채육한 다음 물로 씻는 공정을 생략하면 수율은 높아지지만 냄새가 문제가 된다. 그래서 정어리의 독특한 냄새를 교정하기 위해 향신료를 첨가하는 방법을 검토하였다. 대조제품(C)에 양파가루 0.3%, 마늘가루 0.1%, 생강가루 0.1%를 첨가하는 것이 효과적이었으며 제품의 조직감과 색조를 개선하기 위해서 대두단백질의 첨가효과를 검토한 결과 Table 3에서와 같이 대두단백질 3% 첨가가 품질이 가장 좋아 대두단백질을 3% 첨가하여 제품(A)로 하였다. 또한 가공 및 저장 중에 제품에 많이 함유되어 있는 지질의 산화를 방지하기 위해서 제품(A)의 배합비율에 항산화제로서 sodium erythorbate를 0.1% 첨가한 것을 제품(B)로 하여 각 제품을 접촉식동결장치로써 동결(-35°C)하여 -20°C에서 저장하였다.

원료어 및 제품의 일반성분, pH 및 휘발성염기질소 : 원료 정어리 및 정어리 냉동조미육 제품의 일반 성분은 Table 4와 같다. 원료 정어리의 수분함량과 지방함량은 각각 75.7%, 4.3%인데 비하여 제품은 유화커어드의 첨가로 수분함량이 67.0~69.7%로 상대적으로 감소하고 지방함량은 11.3~12.5%로 증가였다. 이러한 유화커어드의 첨가에 의하여 제품의 지방량이나 종류를 조정함으로써 독특한 풍미를 갖는 제품을 가공할 수 있다. 稻嶺 등²³⁾은 수세냉동고기육에 EPA를 유화시켜 첨가함으로써 신선한 어육의 풍미를 부여할 수 있다고 하였다. 제품의 pH는

Table 2. Control of lipid content in products by the emulsion curd (%)

Lipid content in raw sardine	Composition of emulsion curd (% to sardine meat)				Lipid content in products by calculation
	Soybean oil	Water	Soybean protein	Amount of added emulsion curd	
3	12	8	1.6	21.6	12.3
4.3 ^{a)}	11	8	1.6	20.6	12.6
8	7	8	1.6	16.6	12.9
12	3	8	1.6	12.6	13.3
15	0	8	1.6	9.6	13.7

a) This value is the lipid content of raw sardine meat used in this experiment.

Table 3. Changes in quality of seasoned sardine meat by adding soybean protein

Amount of added soybean protein	Color			Texture ^{b)}				Sensory score ^{c)}	
	L	a	b	H	T	C	E	Color	Texture
Seasoned sardine meat ^{a)}	45.9-46.4	4.7-5.3	5.4-5.8	1.8	1.32	0.39	0.85	3.8	4.0
1%	47.0-47.7	4.5-4.7	5.6-5.9	2.0	1.45	0.32	0.83	3.9	4.2
2%	47.6-48.5	4.3-4.4	5.9-6.1	2.2	1.50	0.34	0.84	4.0	4.2
3%	49.3-50.6	4.1-4.3	6.1-6.2	2.4	1.57	0.35	0.85	4.3	4.5
4%	50.5-50.9	4.0-4.1	6.2-6.5	3.3	2.16	0.26	0.80	4.3	4.1

a) Seasoned sardine meat means product (C),
 b) H: hardness (kg), T: toughness (cm²), C: cohesiveness, E: elasticity,
 c) 5 scale: 5; very good, 4; good, 3; acceptable, 2; poor, 1; very poor.

Table 4. Proximate composition, pH and volatile basic nitrogen (VBN) of raw sardine and frozen seasoned sardine meat products (%)

Components	Raw sardine	Products		
		C ^{a)}	A	B
Moisture	75.5	69.7	67.2	67.0
Crude protein	18.0	14.2	15.8	16.2
Crude lipid	4.3	12.3	11.5	11.3
Crude ash	1.3	1.9	1.9	1.9
Total sugar	0.9	2.3	3.6	3.6
VBN(mg/100g)	12.7	10.7	10.6	10.2
pH	6.12	6.99	7.00	6.98

a) refer to the comments in Table 1.

원료어의 6.12에서 중성부근인 6.98~7.00으로 조정되었는데 이것은 첨가된 sodium bicarbonate 때문이다. 휘발성염기질소는 원료 정어리의 12.7mg/100g에 비하여 제품은 10.2~10.7mg/100g으로 약간 감소하였는데 이것은 첨가물에 의해서 상대적으로 희석되었기 때문이라고 생각된다.

pH, 휘발성염기질소 및 생균수의 변화: 동결저장 중의 pH, 휘발성염기질소 및 생균수의 변화는 Table 5에 나타내었다. pH는 저장 120일 동안 다소 감소하는 경향을 나타내었는데 이것은 제품에 함유된 지질이 분해되어 유리지방산이 생성되었기 때문으로

생각된다³⁴⁾. 휘발성염기질소는 모든 제품이 저장기간이 경과함에 따라 증가하였다. 이같은 경향은 저장 중에 제품의 인지질의 산화나 TMAO의 환원에 의해 생성되는 TMA 등의 염기성물질에 기인된 것으로 여겨진다. 생균수는 저장 중 거의 변화가 없었는데 이같은 경향은 정어리조미육 제품을 -35°C로 동결하는 과정에서 균의 대사기능이 손상받거나 상실되었으며, -20°C의 저온에서 동결 저장하여 균의 증식이 억제되었기 때문이라 생각된다.

유지특가의 변화: 정어리냉동조미육 제품은 지방함량이 11~12% 정도이며 고도불포화지방산을 많이 함유하고 있으므로 저장 중 지방산패가 문제가 될 것으로 보아 각 제품의 과산화물값, 카르보닐값 및 TBA 값의 변화를 측정하였다. Fig.1에 나타낸 바와 같이 과산화물값은 저장기간에 따라 증가하는 경향이었으며 대조제품(C)가 증가폭이 가장 컸고 다음이 제품(A), 제품(B)의 순이었다. 특히 항산화제를 첨가한 제품(B)는 거의 증가하지 않았다. 카르보닐값은 Fig.2에서와 같이 대조제품(C)의 경우 저장 60일 이후 증가하는 경향을 보이고 있고, 제품(A)는 저장 120일째에 증가하고 있으나 제품(B)는 거의 변화가 없었다. 그리고 TBA 값은 Fig.3에 나타내었는데 과산화물값과 유사한 경향으로 증가하였다. Fig.1~3에서 알 수 있듯이 저장 중의 과산화물값, 카르보닐

Table 5. Changes in pH, volatile basic nitrogen (VBN) and viable cell counts in frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C

Storage days	pH			VBN (mg/100 g)			Viable cell counts/g		
	C ^{a)}	A	B	C	A	B	C	A	B
0	6.99	7.00	6.98	8.9	10.9	10.3	1.5 × 10 ⁴	1.7 × 10 ⁴	1.9 × 10 ⁴
30	6.91	6.93	6.94	9.7	10.8	10.0	1.5 × 10 ⁴	2.7 × 10 ⁴	2.4 × 10 ⁴
60	6.81	6.93	6.90	10.6	11.8	10.1	2.6 × 10 ⁴	2.5 × 10 ⁴	1.9 × 10 ⁴
90	6.80	6.84	6.85	12.9	12.0	11.0	2.3 × 10 ⁴	2.0 × 10 ⁴	2.9 × 10 ⁴
120	6.71	6.80	6.82	14.3	13.5	12.1	3.0 × 10 ⁴	2.6 × 10 ⁴	2.8 × 10 ⁴

a) refer to the comments in Table 1.

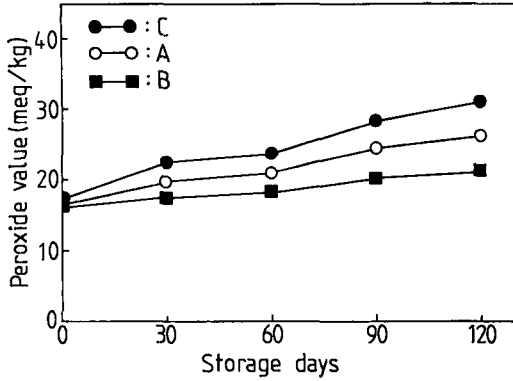


Fig. 1. Changes in peroxide value of frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C . Sample code refer to Table 1.

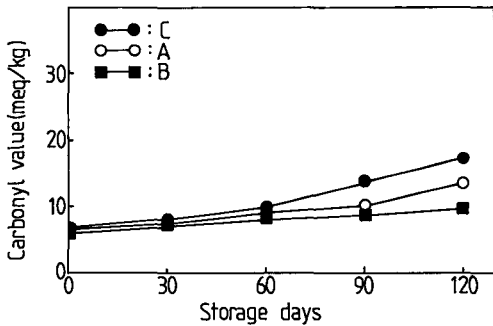


Fig. 2. Changes in carbonyl value of frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C . Sample code refer to Table 1.

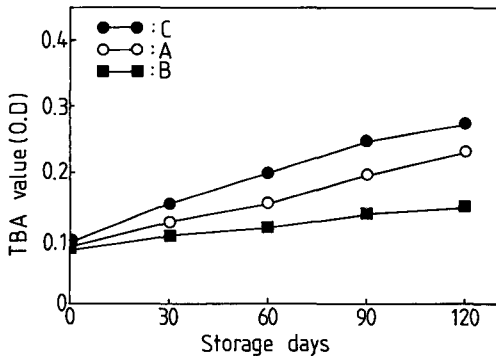


Fig. 3. Changes in TBA(thiobarbituric acid) value of frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C . Sample code refer to Table 1.

값 및 TBA 값의 변화로 미루어 보아 저장 중 지질산패가 서서히 일어나고 있으며 향신료나 대두단백질의 첨가에 의해 다소 억제시킬 수 있고, 항산화제로

sodium erythorbate를 첨가함으로써 정어리냉동조미육 제품의 지질산패를 효과적으로 억제시킬 수 있었다. 上野²⁵⁾는 1% sodium erythorbate 용액에 어류를 침지한 다음 동결저장하면 산패 및 변색방지에 탁월한 효과가 있으며 천연토코페놀 등과 병용하면 상승효과를 나타낸다고 하였다.

지방산조성의 변화: 원료 정어리 및 저장 중 각 제품의 지방산조성의 변화를 Table 6에 나타내었다. 정어리 냉동조미육 제품의 제조 직후의 지방산조성은 폴리엔산, 모노엔산 및 포화산이 각각 56.9~57.5%, 23.9~24.4% 및 18.4~19.0%로 원료어의 43.7%, 23.9% 및 32.4%와 비교하여 폴리엔산의 조성비는 증가하고 포화산이 감소하였으며 모노엔산은 거의 변화가 없었다. 원료어의 주요구성지방산은 16:0, 18:1, 20:5 및 22:6 이었고, 제품의 주요구성지방산은 18:2, 18:1, 16:0 및 18:3 등이었다. 원료어와 제품간의 이러한 지방산조성의 차이는 첨가된 유헤커어드의 영향때문이다. 저장 120일동안 각 제품간의 지방산조성의 차이는 거의 분수 없었다. 정어리냉동조미육 제품의 지질은 폴리엔산이 55.7~57.8%의 비율을 차지하고 있기 때문에 저장 중 지질의 산화안정성을 보기 위하여 22:6의 감소율을 측정하였다. 22:6의 감소율은 庄野 등²⁶⁾의 방법에 따라 16:0에 대한 22:6의 감소비율로 계산하여 Fig. 4에 나타내었다. 대조제품(C)의 경우 저장 30일째에 22:6의 감소율이 거의 30%까지 증가하였으며 그 후 감소하다가 저장 120일째에 다시 증가하는 경향이였다. 제품(A)는 저장 60일째에 최고감소율을 나타내었으며 제품(C)와 유사한 패턴을 나타내고 있다. 제품(B)는 저장 중 거의 변화가 없다가 저장 120일째에 약간 증가하는 경향이였다. 이상의 결과

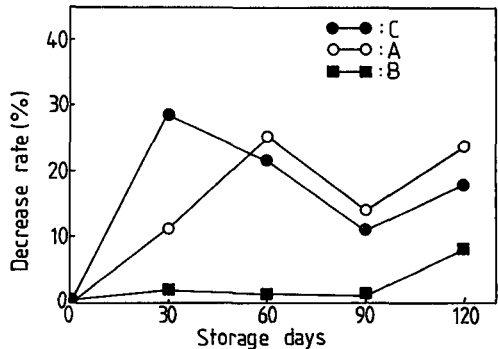


Fig. 4. Changes in decrease rates of $\text{C}_{22:6}$ acid constituting whole lipids in frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C . Sample code refer to Table 1.

Table 6. Changes in fatty acid composition of total lipids of raw sardine, soybean oil and frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C (area %)

Fatty acids	Raw sardine	Soybean oil	Storage days														
			0			30			60			90			120		
			C ^{a)}	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
14:0	6.8	0.1	2.6	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.2	2.2	2.2	2.3	2.1
15:0	0.6	—	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
16:0	19.4	10.5	12.5	12.2	12.4	13.4	13.3	12.9	12.5	12.7	12.3	12.8	13.1	12.4	12.9	13.1	12.9
17:0	1.0	—	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4
18:0	3.3	4.0	3.4	3.3	3.2	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.4	3.7	3.8	3.6	3.6	3.4	3.6
20:0	0.4	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4
22:0	0.9	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Saturates	32.4	15.3	19.0	18.8	18.4	20.5	20.2	19.7	19.1	19.6	18.8	19.6	20.1	19.4	19.6	19.7	19.7
16:1	8.2	0.2	2.2	2.5	2.5	2.3	2.4	2.4	2.4	2.6	2.4	2.5	2.6	2.5	2.5	2.6	2.5
18:1	13.4	23.2	20.5	20.8	20.4	19.9	20.0	19.9	20.3	20.5	20.2	20.1	20.1	19.7	20.1	19.8	19.7
20:1	2.3	0.3	1.2	1.1	1.2	1.6	1.2	1.1	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.1	1.6	1.0
Monoenes	23.9	23.7	23.9	24.4	24.1	23.6	23.6	23.4	23.7	24.0	23.4	23.6	23.7	23.2	23.7	24.6	23.2
18:2	2.5	53.0	38.4	37.8	38.3	37.9	37.0	38.1	39.0	37.9	38.0	37.5	36.3	37.5	38.1	36.5	37.6
18:3	7.0	7.8	7.2	7.2	7.5	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.5	7.2	7.3	7.5
18:4	0.2	—	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
20:2	—	0.2	0.5	0.2	0.5	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1
20:4	5.3	—	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	1.6	1.5	1.6	1.6
20:5	12.5	—	4.0	4.1	4.3	3.8	4.0	4.2	4.2	4.4	4.6	4.3	4.5	4.6	4.3	4.6	4.2
22:2	2.4	—	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	0.6	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.6	0.7
22:5	2.8	—	0.6	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8
22:6	11.0	—	4.4	4.5	3.9	3.3	4.3	3.8	3.4	3.4	3.6	4.0	4.1	4.3	3.7	3.6	4.3
Polyenes	43.7	61.0	57.1	56.9	57.5	55.7	56.2	57.0	57.3	56.4	57.8	56.8	56.1	57.4	56.7	55.7	57.1

a) refer to the comments in Table 1.

Table 7. Changes in nucleotides and their related compounds of raw sardine and frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C ($\mu\text{mole/g}$)

Nucleotides and their related compounds	Raw sardine	Storage days															
		0			30			60			90			120			
		C ^{a)}	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	
ATP	0.03																
ADP	1.60	1.37	1.43	1.50	1.40	1.41	1.46	1.00	1.30	1.15	1.10	1.25	1.25	1.08	1.21	1.15	
AMP	0.83	0.47	0.57	0.61	0.40	0.52	0.50	0.35	0.40	0.55	0.39	0.30	0.29	0.36	0.35	0.40	
IMP	8.03	8.43	8.89	8.97	8.40	8.82	8.89	8.30	8.51	8.60	8.12	8.45	8.45	8.01	8.21	8.31	
Inosine	1.21	2.10	1.98	1.61	2.20	1.81	1.72	2.20	1.85	1.79	2.01	1.80	1.77	1.95	1.66	1.78	
Hypoxanthine	1.81	1.99	1.95	1.64	2.01	1.98	1.71	2.80	2.70	2.60	2.98	3.01	2.88	3.21	3.17	3.01	

a) refer to the comments in Table 1.

로 보아 항산화제로서 sodium erythorbate를 사용함으로써 정어리냉동조미육에 함유된 22:6과 같은 폴리엔산의 산화를 효과적으로 억제할 수 있음을 알 수 있었다.

핵산관련물질의 정량 : 원료 정어리 및 정어리냉동조미육제품의 저장 중 핵산관련물질의 변화를 HPLC로써 분석한 결과는 Table 7과 같다. 원료 정어리의 경우 IMP 함량이 $8.03 \mu\text{mole/g}$ 으로 가장 많았으며

다음으로 hypoxanthine, ADP, inosine의 순이었고 AMP와 ATP는 $1.00 \mu\text{mole/g}$ 이하였다. 제품 제조 직후의 IMP 함량은 $8.43\sim 8.97 \mu\text{mole/g}$ 으로 원료 정어리보다 다소 높은 값을 나타내고 있는데 이것은 첨가된 조미료 중의 IMP의 영향으로 볼 수 있다. 저장 중 핵산관련물질의 변화는 IMP 함량이 다소 감소하고 hypoxanthine은 상대적으로 증가하는 경향을 나타내었지만 큰 변화는 없었다. 藤井²⁷⁾는 어류의

Table 8. Changes in free amino acid contents of raw sardine and frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C (mg/100g, dry basis)

Amino acids	Raw sardine	Product(B) ^{a)}	
		0 day	120 days
Taurine	24.1 (1.4)	19.4 (1.4)	24.8 (1.6)
Lysine	75.5 (4.2)	38.8 (2.7)	41.6 (2.7)
Histidine	1364.9(76.6)	936.1(65.7)	991.2(64.4)
Arginine	90.2 (5.1)	49.3 (3.5)	32.0 (2.1)
Aspartic acid	11.8 (0.7)	9.3 (0.7)	27.2 (1.8)
Threonine	22.0 (1.2)	12.8 (0.9)	17.2 (1.1)
Serine	27.3 (1.5)	18.2 (1.3)	8.0 (0.5)
Glutamic acid	32.2 (1.8)	253.7(17.8)	247.5(16.1)
Proline	4.1 (0.2)	3.0 (0.2)	10.8 (0.7)
Glycine	31.8 (1.8)	19.4 (1.4)	11.2 (0.7)
Alanine	45.7 (2.6)	27.8 (2.0)	48.0 (3.1)
Valine	8.6 (0.5)	7.2 (0.5)	11.6 (0.8)
Methionine	8.6 (0.5)	6.3 (0.4)	12.0 (0.8)
Isoleucine	7.8 (0.4)	5.4 (0.4)	5.6 (0.4)
Leucine	16.3 (0.9)	11.6 (0.8)	22.0 (1.4)
Tyrosine	4.5 (0.3)	3.3 (0.2)	17.0 (1.1)
Phenylalanine	5.3 (0.3)	3.6 (0.3)	11.6 (0.8)
Total	1780.7 (100)	1425.2 (100)	1539.3 (100)

a) refer to the comments in Table 1.

가공 및 저장 중에 있어서 IMP의 분해는 주로 어육 중에 존재하는 phosphatase 작용에 의해서 일어나며 이 효소의 활성은 -20°C 이하에서는 극히 저하한다고 하였다. 정어리냉동조미육 제품의 핵산관련물질 중 IMP 잔존량이 상당히 많은 것으로 보아 IMP가 정어리냉동조미육의 중요한 정미성분으로 추정된다.

유리아미노산의 변화: 원료 정어리 및 정어리냉동조미육의 유리아미노산 함량은 Table 8과 같다. 원료 정어리의 유리아미노산 중에서 histidine이 1364.9 mg/100 g으로 전체의 76.6%를 차지하였으며 다음으로 arginine 90.2 mg/100 g (5.1%) 및 lysine 75.5

mg/100 g(4.2%) 등의 순이었다. 제품(B)의 제조 직후 주요한 유리아미노산은 histidine 936.1 mg/100 g (65.7%), glutamic acid 253.7 mg/100 g (17.8%), arginine 49.3 mg/100 g(3.5%) 및 lysine 38.8 mg/100 g(2.7%) 등으로서 histidine과 glutamic acid가 대부분을 차지하고 있었고 glutamic acid의 경우 원료 정어리에 비해서 상당량 증가했는데 이는 칩가된 조미료의 영향으로 볼 수 있다. 제품(B)의 저장 120일째의 유리아미노산의 함량은 제조 직후에 비해 다소 증가하였으나 그 패턴은 유사하였다.

정미성분의 변화: Table 9에 원료 정어리와 정어

Table 9. Changes in nitrogenous compounds of extracts(Ex-N) of raw sardine and frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C (mg/100g, dry basis)

Components	Raw sardine	Product(B) ^{a)}	
		0 day	120 days
Ex-N	1404.3	1277.7	1323.7
Free amino acid-N	444.9(31.7) ^{b)}	329.7(25.8)	333.7(25.2)
Nucleotide-N	264.9(18.9)	252.4(19.8)	253.2(19.1)
Ammonia-N	51.5 (3.7)	73.0 (5.7)	89.4 (6.8)
TMAO-N	7.5 (0.5)	9.4 (0.7)	6.8 (0.5)
TMA-N	0.7 (—)	1.2 (0.1)	5.0 (0.4)
Total creatinine-N	336.3(23.9)	301.5(23.6)	294.6(22.3)
Betaine-N	10.6 (0.8)	7.7 (0.6)	5.9 (0.4)
Recovery(%)	(79.5)	(76.3)	(74.6)

a) refer to the comments in Table 1, b) Figures in the parentheses are the percent age to Ex-N.

Table 10. Changes in amino acid contents of raw sardine and frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C (mg/100g, dry basis)

Amino acids	Raw sardine	Product (B) ^{a)}	
		0 day	120 days
Lysine	6247.3 (9.6)	4271.3 (8.6)	4702.4 (9.8)
Histidine	4867.3 (7.5)	2841.7 (5.7)	2408.2 (5.0)
Arginine	3610.6 (5.6)	3266.7 (6.6)	896.7 (1.9)
Aspartic acid	8415.1(12.9)	5772.0(11.0)	5439.9(11.4)
Threonine	3815.1 (5.6)	2295.0 (4.0)	1864.4 (3.9)
Serine	3435.9 (5.3)	2624.3 (5.3)	1357.2 (2.8)
Glutamic acid	10404.1(16.0)	8551.0(17.2)	8247.3(17.2)
Proline	2620.8 (4.0)	2135.0 (4.3)	1992.7 (4.2)
Glycine	3320.0 (5.1)	2323.3 (4.7)	244.3 (0.5)
Alanine	2430.6 (3.7)	1731.0 (3.5)	3037.0 (6.3)
Valine	1149.8 (1.8)	1612.7 (3.4)	3857.7 (8.1)
Methionine	2108.6 (3.2)	1691.7 (3.4)	2072.4 (4.3)
Isoleucine	2511.4 (3.9)	2372.7 (4.8)	3302.6 (6.9)
Leucine	5742.9 (8.8)	5364.0(10.8)	4577.5 (9.6)
Tyrosine	1629.0 (2.5)	1108.0 (2.2)	1332.6 (2.8)
Phenylalanine	2918.8 (4.5)	2111.7 (4.2)	2510.2 (4.4)
Total	65227.3 (100)	50072.1 (100)	47863.0 (100)

a) refer to the comments in Table 1.

리빙동조미육 제품의 정미성분의 변화를 나타내었다. 원료 정어리 및 제품의 정미성분에는 함량이 많은 유리아미노산과 핵산관련물질이 어울려 정미성분의 주체를 이룬다고 생각되며 여기에 creatine, betaine 및 TMAO 등이 보조적으로 관여하리라 추정된다. 저장 중 정미성분의 조성변화가 거의 없는 것으로 보아 -20°C 동결저장은 정어리빙동조미육의 정미성분 보존에 효과적인 방법이라고 추정된다.

구성아미노산의 변화: 원료어 및 제품의 구성아미노산의 조성을 Table 10에 나타내었는데 함량차이는 약간 있어도 아미노산조성의 패턴은 유사하였다. 주요구성아미노산은 원료어 및 제품 모두 glutamic acid, aspartic acid, lysine 및 leucine 등이었다. 우리나라처럼 쌀을 주식으로 하는 나라에서는 쌀의 제한아미노산인 lysine이 풍부한 정어리빙동조미육을 섭취한다는 것은 영양학적으로 의의 있는 일이 될 수 있다고 본다. 제품(B)의 저장 중 구성아미노산 함량의 변화를 살펴본 결과 저장 120일 쯤 약간 감소한 경향을 보이고 있으나 큰 변화는 없었다.

염용성단백질의 변화: 동결저장 중 정어리빙동조미육의 염용성 단백질의 변화는 Fig. 5와 같다. 전 제품 모두 염용성단백질이 감소하는 경향을 나타내었다. 제품(A)와 (B)의 염용성단백질의 변성율이 대조제품(C)에 비하여 낮은 값을 나타내었으며, 특히 제품(B)의 변성율이 가장 낮았다. 이같은 경향은

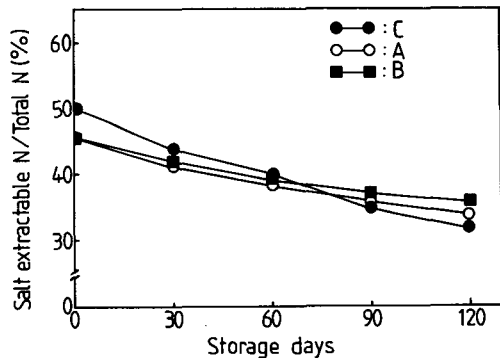


Fig. 5. Changes in salt extractable nitrogen of frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C.

Sample code refer to Table 1.

저장 중 단백질변성을 촉진시키는 인자인 지질에서 유래한 유리지방산, 지질산화물, 카르보닐화합물 및 트리메틸아민에서 생성되는 포름알데히드 등²⁸⁾의 발생이 제품(B)에서 억제되었기 때문으로 추정된다. 락 등²⁹⁾은 정어리스테이크의 동결저장 중 염용성단백질의 변성은 대두단백질을 첨가하므로써 어느정도 억제할 수 있다고 하였다.

유리드립 및 가압드립의 변화: 유리드립과 가압드립의 변화를 Fig.6 및 Fig.7에 나타내었다. 정어리빙동조미육 제품의 드립량은 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향이 있었고, 제품(A)와 (B)에 비

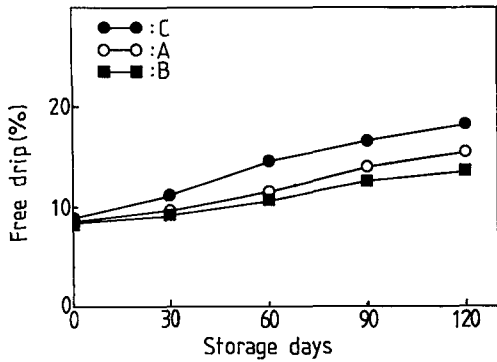


Fig. 6. Changes in free drip of frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C .

Sample codes refer to Table 1.

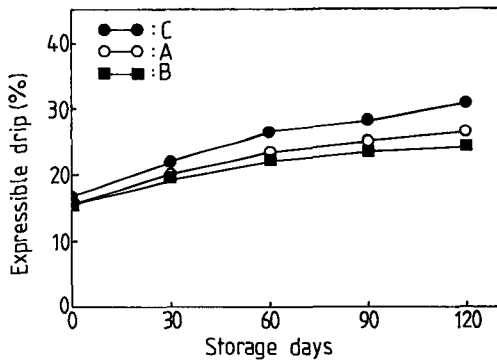


Fig. 7. Changes in expressible drip of frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C .

Sample codes refer to Table 1.

하여 대조제품 (C)에서 현저히 증가하였다. 이러한 경향은 대조제품(C)의 수분함량이 제품(A)와 (B)에 비하여 다소 많은 것도 이유 중의 하나라고 생각된다. 또, 가압드립은 동결온도의 영향을 받으며 염용성단백질의 용해도와 높은 상관관계가 있다고 田元

등³⁰⁾은 보고하고 있다. 본 실험의 결과에서도 저장 중 염용성단백질의 변화와 드립량의 변화는 밀접한 상관관계가 있었다.

텍스처의 변화: 정어리냉동조미육 제품의 동결 저장 중 텍스처의 변화를 Table 11에 나타내었다. 제품(A)와 (B)는 대조제품(C)에 비하여 경도와 질감성이 다소 높은 경향이었는데 이는 제품의 조직감과 색조의 개선을 위해서 첨가된 대두단백질의 영향으로 볼 수 있다. 저장 중 텍스처의 변화는 제품 모두 경도와 질감성이 다소 증가하였다. 이러한 경향은 저장 중 수분의 탈수에 의해서 제품 중의 수분이 감소되므로써 경도와 질감성이 증가한 것으로 생각된다. 그리고 탄성과 응집력은 저장중 약간 감소하는 경향이나 큰 변화는 없었다.

색조의 변화: 동결저장 중 정어리냉동조미육 제품의 표면과 단면에서의 L값(명도), a값(적색도) 및 b값(황색도)의 변화는 Table 12와 같다. 저장 중 제품 모두 L값은 감소하고 b값은 증가하였으며 a값은 일정한 경향이 없었다. 이와같은 색조의 변화는 정어리의 근육색소인 미오글로빈이나 헤모글로빈 같은 색소의 산화변색, 지질의 산화 및 제품의 갈변반응에 기인한다고 생각된다. 전체적으로 단면에서의 색조가 표면보다 안정하였고, 제품(B)의 색조는 대조제품(C) 보다 안정한 경향이였다. 정어리냉동조미육 제품에 sodium erythorbate를 첨가함으로써 지방의 산패방지뿐만 아니라 제품의 색조도 안정하게 보존할 수 있었다.

관능검사: 동결저장 중 각 제품을 전자레인지에서 조리한 다음 10인의 panel member를 구성하여 5단계 평점법에 의하여 색조, 냄새, 조직감, 맛 및 종합평가한 결과 Table 13과 같다. 저장 중의 관능검사 결과 제품(B)는 대조제품(C)에 비하여 관능검사의 모든 항목에서 월등히 우수하였으며 저장 120일 동안 품질이 안정하게 유지되었다.

이상의 결과로 미루어 정어리냉동조미육은 각종

Table 11. Changes in TPA(texture profile analysis) parameters of frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C

TPA parameters	Storage days														
	0			30			60			90			120		
	C ^{a)}	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
Hardness(kg)	1.3	2.0	2.1	1.4	2.1	2.3	2.0	2.7	2.8	1.9	2.8	2.8	1.7	2.6	2.7
Toughness(cm ²)	1.17	1.32	1.45	1.30	1.50	1.49	1.61	1.90	1.85	1.64	2.01	1.95	1.59	1.97	1.99
Elasticity	0.82	0.87	0.85	0.80	0.87	0.83	0.75	0.83	0.85	0.76	0.79	0.80	0.75	0.80	0.79
Cohesiveness	0.33	0.40	0.44	0.27	0.41	0.43	0.29	0.37	0.44	0.24	0.40	0.41	0.25	0.39	0.40

a) refer to the comment in Table 1.

Table 12. Changes in color values of frozen seasoned sardine meat products during storage at -20°C

Color value		Storage days														
		0			30			60			90			120		
		C ^{a)}	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
L	S ^{b)}	45.9	49.6	49.8	45.0	49.0	49.3	43.2	47.8	48.5	42.5	47.0	47.9	41.8	46.4	47.1
	C	46.1	49.8	49.8	46.0	49.5	49.5	45.5	49.2	49.3	44.9	48.8	48.9	44.4	48.1	48.2
a	S	5.4	4.2	4.3	5.0	4.0	4.1	4.8	3.7	3.9	4.6	4.1	4.4	4.4	4.1	4.5
	C	5.5	4.3	4.3	5.2	4.1	4.1	5.0	4.0	4.0	4.8	3.9	4.1	4.9	3.9	4.0
b	S	5.7	6.2	6.1	5.9	6.8	6.5	6.3	7.1	6.8	6.7	7.4	7.1	7.0	7.6	7.2
	C	5.9	6.3	6.3	5.8	6.5	6.4	6.0	6.6	6.5	6.1	6.9	6.8	6.4	6.8	6.6

a) refer to the comments in Table 1, b) S : surface of products, C : cross-section of products.

Table 13. Results of sensory evaluation of frozen seasoned sardine meat products

Sensory attributes	Storage days														
	0			30			60			90			120		
	C ^{a)}	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
Color ^{b)}	3.3	3.5	3.5	3.1	3.4	3.5	3.2	3.3	3.4	3.1	3.2	3.4	3.0	3.1	3.3
Oder ^{b)}	3.4	4.2	4.2	3.2	4.0	4.1	3.1	3.0	4.0	3.0	3.8	4.1	2.8	3.8	4.0
Texture ^{b)}	3.5	4.0	4.0	3.4	3.9	4.0	3.2	3.6	3.9	3.1	3.5	3.8	3.0	3.4	3.7
Taste ^{b)}	3.5	4.4	4.5	3.5	4.3	4.4	3.4	4.2	4.4	3.2	4.0	4.3	3.1	4.0	4.3
Overall acceptance ^{c)}	3.5	4.2	4.3	3.5	4.2	4.2	3.2	4.0	4.1	3.1	3.9	4.1	3.0	3.9	4.2

a) refer to the comment in Table 1, b) significant at the 5% level, c) significant at the 1% level, 5 scale: 5; very good, 3; acceptable, 1; very poor.

조리재료 및 식품가공용 중간소재로서 충분히 이용 가능하다는 결론을 얻었다.

요 약

정어리를 효율적으로 이용하기 위하여 각종 조리 재료 및 식품가공용 중간소재로 이용할 수 있는 정어리냉동조미육의 가공조건을 구명하고 저장 중의 품질안정성에 대하여 검토하였다.

정어리냉동조미육을 가공하기 위하여 정어리육을 채육한 다음 육에 대하여 대두유의 유화커어드 20.6%, 식염 0.5%, 설탕 2.0%, sodium bicarbonate 0.4%, polyphosphosphate 0.2%, MSG 0.1% 및 양파가루 0.3%, 마늘가루 0.1%, 생강가루 0.1%, 대두단백질 3.0%, 그리고 저장 중의 지질산화를 방지할 목적으로 sodium erythorbate를 0.1% 첨가하여 잘 혼합한 후 -35°C에서 동결시켜 -20°C에서 저장하는 것이 좋았다.

정어리냉동조미육의 수분함량은 67~70%, 조단백질 14~16%, 조지방 11~12%였으며, 저장 중 제품의 pH는 다소 감소하고 휘발성염기질소는 약간 증가하였으며 생균수는 거의 변화가 없었다. 동결저장

중 과산화물값, 카르보닐값 및 TBA 값을 측정된 결과 sodium erythorbate를 첨가한 제품(B)는 지질산화가 효율적으로 억제되었다. 제품의 정미성분 중 IMP는 저장 중 감소하였고 hypoxanthine은 증가하였다. 제품의 유리아미노산은 histidine과 glutamic acid가 대부분을 차지하였고 저장 중 약간 증가하였다. 정어리냉동조미육의 정미성분의 주체는 양적으로 보아 유리아미노산과 핵산관련물질이었고 저장 중 총량은 거의 변화가 없었다. 제품의 주요구성지방산은 18:2, 18:1, 16:0 및 18:3 등이었고 저장 중 22:6의 감소율은 제품(B)에서 현저하게 억제되었다. 저장 중 제품 모두 유리드립과 가압드립은 증가하였고 염용성질소는 감소하였다. 텍스투어는 경도와 질감성이 다소 증가하였으며 탄성과 응집력은 거의 변화가 없었다. 색조는 L 값(명도)은 감소하고 b 값(황색도)은 약간 증가하였으며 그 변화폭은 표면이 더욱 컸다. 관능검사 결과 제품 모두 저장 120일 동안 품질이 안정하게 유지되었으며 제품(B)의 품질안정성이 가장 우수하였다.

문 헌

1. 藤井 豊. 1978. 赤身魚類の加工特性. New Food

- Industry 20 (4), 8—13.
2. 李應吳. 1981. 정어리·고등어의 冷凍고기풀 加工技術. 食品技術 20, 11—21.
 3. 李應吳·朴榮浩·宇在亨·金世權·梁升澤·宋永玉. 1978. 정어리粉末蛋白質 加工 및 利用에 관한 研究. 韓水誌 11(1), 25—37.
 4. 李應吳·趙舜榮·金理均. 1983. 정어리 소시지의 品質改善에 관한 研究. (1) 정어리 소시지의 加工 및 品質改善. 韓國營養食糧學會誌 12(4), 374—381.
 5. 趙舜榮·李應吳·河在浩. 1984. 정어리 소시지의 品質改善에 관한 研究. (2) 소시지의 원료로서의 정어리冷凍고기풀의 加工 및 品質安定性. 韓國營養食糧學會誌 12(4), 143—148.
 6. 李應吳·車庸準·李鍾壽. 1983. 低鹽水産醱酵食品의 加工에 관한 研究. (1) 低鹽정어리젓의 加工條件. 韓水誌 16(2), 133—139.
 7. 安昌範·李應吳·李泰憲·吳光秀. 1986. 정어리 통조림 및 데트르트파우치 제품의 품질비교. 韓水誌 19(3), 187—194.
 8. 日本厚生省編. 1960. 食品衛生指 I. 揮發性鹽氣窒素, 30—32.
 9. A. P. H. A. 1970. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. 3rd ed., Am. pub. Health Assoc. Inc. New York, 17—24.
 10. A. O. A. C. 1975. Official method of analysis. 12th ed., p. 487. Assoc. of Offic. Agr-Chemist. Washington, D. C.
 11. Henick, A. S., M. F. Benca and J. H. Mitchell Jr. 1954. Estimating carbonyl compounds in rancid fats and foods. J. Am. Oil Chem. Soc., 51, 928.
 12. Tarladgis, B. G., B. M. Watts and M. T. Younathan. 1960. A distillation method for the quantitative determination on malonaldehyde in rancid food. J. American Oil Chem. Soc., 37, 44—48.
 13. Bligh, E. G. and W. J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physio. 37, 911—917.
 14. 李應吳·具在根·安昌範·車庸準·吳光秀. 1984. HPLC에 의한 市販水産乾製品의 ATP 分解生成物의 迅速定量法. 韓水誌 17(5), 368—372.
 15. 李應吳·金世權·趙德濟·韓鳳浩. 1979. Krill soluble의 加工 및 아미노산組成. 韓水誌 12(4), 235—240.
 16. 橋木芳郎·剛市友利. 1957. 트리메델아민 및 비트리메델아민옥시드의 定量について—Dyer 法の檢討. 日水誌 25(5), 269—272.
 17. Konosu, S. and E. Kasai. 1961. Muscle extracts of aquatic animals. IV. On the method for determination of betaine and its content of the muscle of some marine animals. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 27(2), 194—198.
 18. 佐藤德郎·福山富太郎. 1958. 生化學領域における 光電比色法(各論). 南江堂. 東京, 102—108.
 19. 石川宣次. 1978. 마이ワシ의 ねり製品化および 冷凍すり身化試驗—II. 東海水研報 No. 94, 37—44.
 20. 田中武夫. 1969. 北洋冷凍スケトウダラの 鮮度と 品質との關係—I. 肉의 組織學的觀察と 保水性. 東海水研報 No. 60, 143—156.
 21. Breene, W. M. 1975. Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation. J. Texture Studies 6, 53—82.
 22. 李應吳·吳光秀·安昌範·鄭永勳·金珍珠·池承吉. 1986. 정어리 지방질 및 지방산 조성의 시기적 변화. 韓國食品科學會誌 18(3), 245—248.
 23. 稻嶺成男·片平亮太. 1984. 品質改良劑としての 乳化EPA의 水産練製品への 利用. New Food Industry 26(5), 16—18.
 24. 太田静行. 1977. 油脂食品의 劣化とその 防止. 辛書房, 186—193.
 25. 上野浩哉. 1982. 水産物에 對する 에리솔빈酸 나트륨의 酸化防止作用. New Food Industry 24(9), 58—61.
 26. 庄野壽彦·豊水正道. 1971. 魚肉의 低溫貯藏(5°C) 中における 脂質構成脂肪酸의 變化. 日水誌 37(9), 912—918.
 27. 藤井 豊. 1969. 呈味核酸關聯物質의 變化とその 防止 I. 水産物의 保藏, 加工中における 變化. New Food Industry 11(4), 13—17.
 28. 志水 寛·藤田照八. 1985. 無晒すり身と晒すり身의 冷凍 耐性. 日水誌 51(7), 1187—1194.
 29. 吳光秀·趙舜榮·車庸準·李應吳. 1984. 정어리 Steak 加工 및 凍結貯藏中の 品質安定性. 韓國食品科學會誌 16(2), 133—138.
 30. 田元 馨·木田健浩·秀里尊壽. 1973. 水産物冷凍貯藏에 關する 研究. 第10報. 스키투우다라의 鮮度と 冷凍フィッシュブロック의 品質. 北水誌月報 30(10), 32—42.