

## 냉동고등어 조미육의 가공에 관한 연구

### 1. 냉동고등어 조미육의 가공 및 저장중 정미성분의 변화

이응호 · 김명찬 · 김진수 · 안창범 · 주동식 · 김세권\*

부산수산대학 식품공학과 · 부산수산대학 응용화학과

## Studies on the Processing of Frozen Seasoned Mackerel Meat

### 1. Processing of Frozen Seasoned Mackerel Meat and Changes in Its Taste Compounds during Storage

Eung-Ho LEE, Myeong-Chan KIM, Jin-Soo KIM, Chang-Bum AHN, Dong-Sik JOO and Se-Kweon KIM\*

*Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-023, Korea*

*\*Dept. of Applied Chemistry, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-023, Korea*

#### Abstract

For the effective utilization of mackerel as a food sauce, the processing conditions of the frozen seasoned mackerel meat and the changes in taste compounds during its frozen storage were investigated. To prepare the frozen seasoned mackerel meat, the mackerel was headed, gutted manually, washed with tap water and deboned with the meat separator. Then it was mixed with additives such as emulsion curd (32.1%, w/w), table salt (0.5%, w/w), sugar (2.0%, w/w), sodium bicarbonate (0.4%, w/w), polyphosphate (0.2%, w/w), monosodium glutamate (0.2%, w/w), onion powder (0.3%, w/w), garlic powder (0.1%, w/w), ginger powder (0.1%, w/w), soybean protein (3.0%, w/w) and sodium erythorbate (0.1%, w/w). This seasoned fish meat was frozen with contact freezer, packed in a carton box, and then stored at  $-25^{\circ}\text{C}$ . The moisture and lipid contents in the products were 70.8–71.7% and 10.9–11.3%, respectively. The taste compounds of the frozen seasoned mackerel meat were free amino acids (1625.0–1692.0 mg/100g), nucleotides and their related compounds (316.6–366.8 mg/100g) as well as total creatinine (270.2–311.8 mg/100g), and small amount of betaine and TMAO. In free amino acids, the predominant ones were histidine, lysine, glutamic acid and arginine. It was supposed from the results that principal taste compounds of frozen seasoned mackerel meat were free amino acids, and that total creatinine, TMAO, TMA and betaine as well as nucleotides and their related compounds also played an assistant role.

#### 서 론

고등어는 연근해 선망(旋網)어업에 의해 어획

되는 일시다획성어종으로 해마다 어획량이 늘어나고 있으나, 단백질변성이 빠르고, 혈합육이 많으며, 연중 지방함량의 변화폭이 커서<sup>1)</sup>, 선어

로서 대량소비하기에는 많은 문제점이 있다. 반면 양질의 아미노산조성 및 성인병 예방효과가 있는 n-3계열의 고도불포화지방산을 많이 함유하고 있으므로, 이들을 보다 효율적인 식량자원으로 이용하기 위한 기술개발이 필요한 실정이다.<sup>2)</sup> 이러한 고등어를 식량으로 이용하기 위한 연구로서 *李 등<sup>3-7)</sup>*은 고등어농축단백질의 가공, 냉동고기풀 및 고등어소시지의 제조, 고등어를 원료로한 조리식품, 고등어 분말수우프의 제조 등의 개발을 시도한 바 있다. 일반적으로 냉동고기풀을 가공할 때에는 어육을 채육하여 물로 씻는 공정이 있는데 이때 수용성단백질, 수용성정미성분(糊味成分), 지질 등의 영양성분이 유실되며, 또한 제품의 수율이 떨어지는 결점이 있다. 본 연구에서는 다핵성적색육(赤色肉)어류를 보다 효율적으로 이용하기 위한 일련의 연구로서 각종 조리재료 및 식품가공용 중간소재로 이용할 수 있는 냉동고등어조미육의 제조를 시도하였다. 아울러 본 시제품의 동결저장중 정미성분의 변화에 관한 실험을 하였다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용된 고등어, *Scomber japonicus* (체장 31-33cm, 체중 556-615g), 는 1987년 11월에 부산공동어시장에서 선도 양호한 것을 구입하여 시료어로 하였다.

커어드의 제조

지질함량이 15.3%인 원료고등어를 사용하여 제품의 지질함량을 12% 정도로 낮추기 위해 분리대두단백질과 물의 비율을 1:5로 첨가하고 4000rpm에서 균질기로써 균질화하여 커어드를 제조한 다음 실험에 사용하였다.

냉동고등어조미육의 제조

시료어의 두부(頭部)와 내장을 제거하고 물로 수세한 다음 로울식(roll type) 채육기(φ 4.5mm)로써 채육하였다. 채육한 고등어어육에 대하여 Fig.

1과 같은 조성의 첨가물을 첨가하여 육은 갈리지 않고 혼합만 되도록 개조한 stone mortar로써 가볍게 혼합하여 고등어조미육을 제조하였다. 이 고등어조미육을 접촉식동결장치로써 동결하여 (-35℃) 냉동고등어조미육 제품 A, B 및 C로 하였다. 이 제품을 carton box에 넣어 -25℃에 저장하여 두고 실험에 사용하였다. 본 시제품의 제조공정은 Fig. 1과 같다.

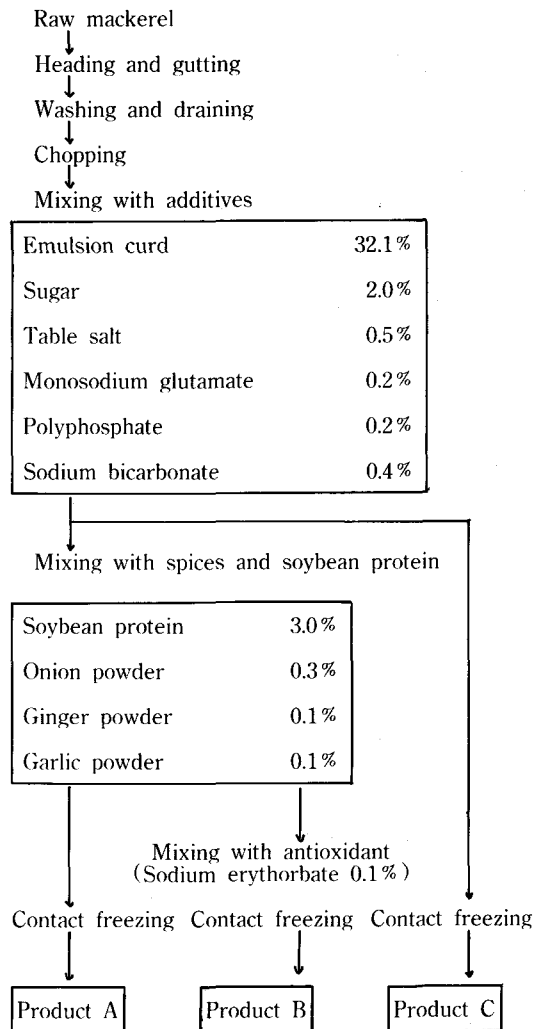


Fig. 1 Flow sheet for the processing of frozen seasoned mackerel products.

\* % to the mackerel meat

일반성분, pH 및 휘발성염기질소의 측정

수분함량은 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 법, 전당은 Somogyi변법, 조회분은 건식회화법으로 측정하였고, pH는 시료에 약 10배량의 재증류수를 가하여 waring blender로써 균질화한 후 pH meter (Fisher model 630)로 측정하였다. 휘발성염기질소는 conway unit를 사용하는 미량화산법<sup>8)</sup>으로 측정하였다.

유리아미노산의 정량

시료 5g을 정칭하여 전보와 같은 방법<sup>9)</sup>으로 유리아미노산 분석용시료를 조제한 다음 Spackman<sup>10)</sup>의 방법에 따라 아미노산자동분석계 (LKB 4150- $\alpha$ )로써 정량하였다.

핵산관련물질의 정량

추<sup>11)</sup>의 방법과 Ryder의 방법<sup>12)</sup>을 병용하여 HPLC(Waters Associates HPLC System, HPLC/ALC-244)로써 정량하였으며 각 시료의 핵산관련물질은 표준품(Sigma Co. 제)과의 retention time을 비교하고 검량선을 사용하여 피이크면적으로 정량하였다. 이때의 HPLC분석조건은 전보<sup>9)</sup>와 같다.

Betaine, TMAO(trimethylamine oxide), TMA(trimethylamine) 및 총creatinine의 정량

엑스분은 삼염화아세트산으로 추출하여 에틸로써 삼염화아세트산을 제거한 후 일정량을 취하여 감압농축한 다음 ampoule에 넣어 동결보존하여 두고, betaine, TMAO, TMA 및 총creatinine의 시료로 하였다. Betaine은 Konosu and Kassai의 방법<sup>13)</sup>에 따라 정량하였으며, TMAO 및 TMA는 Hashimoto and Okaichi의 방법<sup>14)</sup>에 따라 정량하였고, 총creatinine은 Sato and Fukuyama의 방법<sup>15)</sup>에 따라 비색정량하였다.

결과 및 고찰

유화커어드의 제조

분리대두단백질은 물을 흡수하면 팽윤되어 점성을 나타내므로 교반할 경우 대체로 커어드를 형성하나 이를 가열하면 반드시 안정한 커어드를 형성하지는 않는다. 즉 이들의 배합비율이 적당치 않으면 가열했을 때 물과 기름이 분리되어 버린다. 가열해도 분리되지 않는 안정한 커어드를 제조할 수 있는 배합비율을 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 점선내의 부분이 본 실험에 사용한 분리대두단백질의 유화범위이다. 즉 분리대두단백질, 물, 대두유의 첨가비율을 변화시켜 안정한 유화커어드를 형성할 수 있는 배합비율을 검토한 결과 분리대두단백질의 양을 전체 커어드의 20% 이내, 물을 40%이상으로 하고 여기에 대두유의 양을 조절하여 첨가함으로써 가열해도 물과 기름이 분리되지 않는 안정한 커어드를 제조할 수 있었다.

본 실험의 경우는 Table 1과 같이 분리대두단백질과 물의 비율을 1 : 5로 고정하여 두고 대두유의 양만 조절하여 지방함량이 다른 유화커어드를 제조하여 원료어의 지방함량 변동에 따라 첨가함으로써 연중 지방함량이 일정한 냉동고등어조미육제품을 가공하고자 하였다.

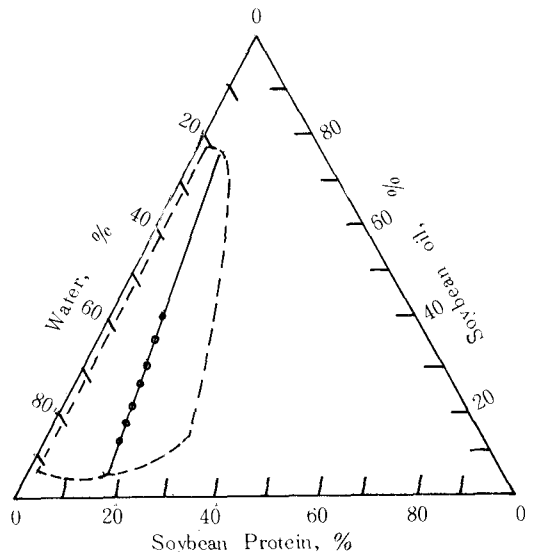


Fig. 2 Emulsifying property of soybean protein.

## 냉동고등어조미육의 가공조건

냉동고등어조미육의 제조공정을 Fig. 1에 나타내었다. 본 시제품은 고등어육을 채육한 다음 수세공정을 생략하였기 때문에 수율은 높아지지만 어취가 문제가 된다. 이 냄새의 원인은 휘발성염기, 휘발성산, 카르보닐화합물, 휘발성함황화합물 및 지질산화가 주원인이다.<sup>16)</sup> 그래서 지질산화방지 및 냄새교정을 위하여 sodium erythorbate 및 향신료의 첨가방법을 검토하였다.

고등어육의 pH를 중성부근으로 조정하기 위하여 채육한 육에 대하여 sodium bicarbonate를 0.4% 첨가하였고, 식염 0.5%, 모노글루탐산나트륨 0.2%, 그리고 냉동변성방지제로 설탕 2.0%, 중합인산염 0.2%를 첨가하였다. 여기에 제품의 지방

함량을 일정하게 유지하기 위하여 분리대두 단백질과 물만을 1:5의 비율로 하여 만든 커어드를 육에 대해 32.1% 첨가하였다. 이상의 각 첨가물을 첨가하여 나무절구공이로 개량한 stone mortar로써 가볍게 혼합한 것을 대조제품 C로 하였다. 여기에 제품의 조직감, 색조 등을 개선하기 위해 분리대두단백질의 첨가효과를 검토한 결과 3.0%가 효과가 좋아, 대두단백질을 3.0% 첨가하고, 냄새교정을 위하여 양파가루 0.3%, 마늘가루 0.1%, 생강가루 0.1% 첨가한 것을 제품 A로 하였으며, 가공 및 저장중 제품의 지질산화를 억제하기 위해 항산화제로서 sodium erythorbate를 육에 대해 0.1% 첨가한 것을 제품 B로 하였다.

Table 1. Control of lipid content in products by the emulsion curd

Lipid content in raw mackerel	Composition of emulsion curd			Amount of added emulsion curd (% to raw mackerel)	Lipid content in products by calculation
	Soybean oil	water	Soybean protein		
3.0	10.5	8.0	1.6	20.1	12.0
5.0	9.7	8.0	1.6	19.3	12.0
7.0	7.4	8.0	1.6	17.0	12.0
9.0	5.2	8.0	1.6	14.8	12.0
11.0	2.9	8.0	1.6	12.5	12.0
13.0	0.6	8.0	1.6	10.2	12.0
15.3*	0	27.5	4.6	32.1	12.0

\* This value is crude lipid content of raw mackerel meat used in the present experiment

Table 2. Proximate composition, pH and volatile basic nitrogen (VBN) of raw mackerel and frozen seasoned mackerel meat products

Components	(g/100g)			
	Raw mackerel	Product A	Product B	Product C
Moisture	65.4	70.9	70.8	71.7
Crude protein	17.4	14.2	14.7	13.8
Crude lipid	15.3	11.4	11.3	10.9
Crude ash	1.3	1.8	1.7	2.1
Carbohydrate	0.6	1.7	1.5	1.6
pH	6.01	6.97	6.95	6.91
VBN(mg/100g)	17.4	13.7	13.8	14.0

Products A, B and C are explained in Fig. 1.

원료어 및 제품의 일반성분, pH 및 휘발성염기질소

원료고등어 및 냉동고등어조미육제품의 일반성분은 Table 4와 같다. 원료 고등어의 수분함량과 지방함량은 각각 65.4%, 15.3%인데 비하여 제품은 유화커어드의 첨가로 수분함량이 70.8-71.7%로 증가하였고, 상대적으로 지방함량은 10.9-11.4%로 감소하였다. 이러한 유화커어드의 첨가에 의하여 제품의 지방함량을 조정함으로써 지방함량이 거의 일정한 제품을 가공할 수 있었다. 稻嶺과 片平<sup>12)</sup>은 수세냉동고기표에 EPA를 유화시켜 첨가함으로써 신선한 어육의 풍미를 부여한 소시지를 제조할 수 있었다고 하였다. 제품의 pH는 원료어의 6.01에서 중성부근인 6.91-6.97의 범위로 조정되었는데, 이는 첨가된 sodium bicarbonate때문이라 생각된다. 휘발성염기질소는 원료고등어의 17.4mg/100g에 비하여 제품

은 13.7-14.0mg/100g으로 약간 감소하였는데, 이것은 첨가물에 의해서 상대적으로 희석되었기 때문이라고 생각된다.

유리아미노산의 변화

원료고등어 및 저장중 제품B의 유리아미노산 함량은 Table 5와 같다. 총유리아미노산함량은 제조직후 제품B가 1625.0mg/100g으로 원료고등어의 1695.9mg/100g에 비하여 약간 적었지만, 큰 차이는 없었다. 주요유리아미노산으로는 원료고등어가 histidine의 함량이 1072.8mg/100g으로 전체의 63.2%를 차지하였으며, 다음으로 lysine (267.4mg/100g, 15.8%), arginine(145.9mg/100g, 8.6%) 등의 순이었고, 저장일수에 관계없이 제품B의 경우 역시 histidine이 939.3mg/100g으로 전체의 57.9%를 차지하였으며, 다음으로 lysine (241.4mg/100g, 14.9%), glutamic acid(167.9mg/

Table 3. Changes in free amino acid contents of raw mackerel and frozen seasoned mackerel meat product B during storage at -2°C

Amino acid	Raw mackerel	(mg/100g)	
		0 day	120 days
Taurine	22.9( 1.4) *	20.2( 1.2)	20.7( 1.2)
Lysine	267.4(15.8)	241.4(14.9)	230.7(13.6)
Histidine	1072.8(63.2)	939.3(57.9)	989.0(58.5)
Arginine	145.9( 8.6)	99.2( 6.1)	89.5( 5.3)
Aspartic acid	9.7( 0.6)	14.8( 0.9)	15.2( 0.9)
Threonine	15.2( 0.9)	15.7( 1.0)	16.2( 1.0)
Serine	22.5( 1.3)	17.0( 1.0)	17.8( 1.1)
Glutamic acid	28.7( 1.7)	167.9(10.3)	172.4(10.2)
Proline	3.3( 0.2)	2.3( 0.1)	5.8( 0.3)
Glycine	29.2( 1.7)	30.6( 1.9)	34.5( 2.0)
Alanine	34.4( 2.0)	34.3( 2.1)	42.1( 2.5)
Valine	6.0( 0.4)	6.4( 0.4)	7.2( 0.4)
Methionine	6.2( 0.4)	5.2( 0.3)	6.1( 0.4)
Isoleucine	5.6( 0.3)	4.3( 0.3)	6.4( 0.4)
Leucine	15.7( 0.9)	15.9( 1.0)	20.9( 1.2)
Tyrosine	4.9( 0.3)	5.1( 0.3)	10.8( 0.6)
Phenylalanine	5.5( 0.3)	5.4( 0.3)	7.6( 0.4)
Total	1695.9(100.0)	1625.0(100.0)	1692.9(100.0)

\* % to total free amino acid content

100g, 10.3%), arginine(99.2mg/100g, 6.1%) 등의 순이었다. 원료고등어에 비하여 제품B는 glutamic acid가 상당량 증가하였는데, 이는 첨가한 조미료의 영향이라 생각된다. 제품B의 동결저장 120 일째의 유리아미노산함량은 제조직후와 비교하여 볼 때 약간 증가하였으나, 양적인 비율은 유사하였다.

#### 핵산관련물질의 변화

원료고등어 및 냉동고등어조미육제품의 저장중 핵산관련물질의 변화를 HPLC로써 분석한 결과는 Table 6과 같다. 총핵산관련물질의 함량은 제조직후 냉동고등어조미육제품들은 366.5-371.5mg/100g으로 원료고등어의 342.2mg/100g에 비하여 다소 증가하였다. 함량이 많은 핵산관련물질로는 원료고등어의 경우 IMP함량이 132.5mg/100g으로 가장 많았고, 다음으로 ADP, inosine, AMP 및 hypoxanthine의 순이었다. 이를 원료로하여 만든 냉동고등어조미육제품의 제조직후 IMP함량은 168.9-175.0mg/100g으로 원료고등어보다 약간 높은 값을 나타내고 있는데, 이것은 첨가된 조미료 중의 IMP의 영향이라 볼 수 있다. 제조직후 세 제품간의 핵산관련물질함량은 거의 차이가 없었다. 저장중 각 제품의 핵산관련물질의 변화는

IMP, inosine, ADP, AMP 등이 감소하였고, hypoxanthine은 상대적으로 증가하였으나, 전체적인 양으로 보아서는 제품의 종류에 관계없이 감소하였고, 그 감소폭은 제품A 및 B가 제품C에 비하여 작았다.

#### 기타 염기성분의 변화

저장중 냉동고등어조미육의 TMAO(trimethylamine oxide), TMA(trimethylamine), 총creatinine 및 betaine 등의 염기성분을 분석하여 Table 7에 나타내었다. TMAO, TMA 및 betaine의 함량은 원료고등어가 31.1mg/100g, 3.7mg/100g 및 37.2mg/100g이었고, 이를 원료로 하여 만든 냉동고등어조미육제품은 제조직후 29.6-31.4mg/100g, 4.2-4.8mg/100g 및 31.2-33.5mg/100g로 원료고등어와 유사한 수준이었다. 이와는 달리 총creatinine의 함량은 제조직후 냉동고등어조미육제품이 300.2-311.8mg/100g으로 원료고등어의 341.2mg/100g보다 함량이 작았다. 제조직후 세 제품간의 TMAO, TMA, 총creatinine 및 betaine의 차이는 거의 없었다. 저장중 각 제품의 변화를 보면 TMAO의 경우 전제품 모두 동결저장중 약 30% 정도가 감소되었고, 총creatinine 및 betaine 역시 동결저장중 다소 감소하였으나, 각 제품간의 큰

Table 4. Changes in nucleotides and their related compounds of raw mackerel and frozen seasoned mackerel meat products

Nucleotide and their related compounds	Raw mackerel	Storage days					
		0 day			120 days		
		A*	B	C	A	B	C
ATP	trace	—	—	—	—	—	—
ADP	95.8(28.0)**	69.1(18.8)	70.0(18.8)	67.9(18.5)	53.7(16.2)	53.0(15.8)	51.3(16.2)
AMP	29.0( 8.5)	31.9( 8.7)	29.9( 8.1)	31.1( 8.5)	25.7( 7.8)	26.9( 8.0)	20.0( 6.3)
IMP	132.5(38.7)	170.9(46.6)	175.0(47.1)	168.9(46.1)	143.9(43.5)	149.0(44.5)	139.1(43.9)
Inosine	60.9(17.8)	69.0(18.8)	69.8(18.8)	71.8(19.6)	63.0(19.1)	64.2(19.2)	63.3(20.0)
Hypoxanthine	24.0( 7.0)	25.9( 7.1)	26.7( 7.2)	26.8( 7.3)	44.2(13.4)	42.0(12.5)	42.9(13.6)
Total	342.2(100.0)	366.8(100.0)	371.5(100.0)	366.5(100.0)	330.6(100.0)	335.1(100.0)	316.6(100.0)

\* Products A, B and C are the explained in Fig. 1.

\*\* % to the total nucleotide and their related compounds

Table 5. Changes in TMAO, TMA, total creatinine and betaine of raw mackerel and frozen seasoned mackerel meat products

Components	Raw mackerel	Storage days					
		0 day			120 days		
		(A)*	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)
TMAO	31.1	30.8	29.6	31.4	20.0	19.9	21.2
TMA	3.7	4.2	4.8	4.8	4.9	4.5	4.4
Total creatinine	341.2	300.2	311.8	301.4	273.6	270.2	271.8
Betaine	37.2	31.2	31.2	33.5	23.8	24.3	24.7

\* Products A, B and C are explained in Fig. 1.

차이는 없었다.

이상의 유리아미노산, 핵산관련물질, 기타 염기성분의 함량으로 미루어 볼 때 유리아미노산이 냉동고등어조미육의 맛에 가장 중요한 역할을 하고, 핵산관련물질, 총creatinine, betaine, TMAO 및 TMA는 보조적 역할을 하리라 생각된다.

## 요 약

고등어를 효율적으로 이용하기 위하여 각종 조리재료 및 식품가공용중간소재(中間素材)로 이용할 수 있는 고등어냉동조미육의 가공조건을 검토하고 저장중의 정미성분의 변화에 대하여 조사하였다. 고등어냉동조미육을 가공하기 위하여 고등어육을 채육한 다음 육에 대하여 물 및 분리대두단백질로 만든 유화커어드 32.1%, 식염 0.5%, 설탕 2.0%, sodium bicarbonate 0.4%, polyposphate 0.2%, monosodium glutamate 0.2% 및 양파가루 0.3%, 마늘가루 0.1%, 생강가루 0.1%, 대두단백질 3.0% 그리고 저장중의 지질산화를 방지할 목적으로 sodium erythorbate를 0.1% 첨가하여 잘 혼합한 후  $-35^{\circ}\text{C}$ 에서 동결시켜  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 것이 좋았다. 고등어냉동조미육의 수분함량은 70.8-71.7%, 조단백질 13.8-14.7% 조지방 10.9-11.4%였다. 제품B의 총유리아미노산함량은 1625.0mg/100g으로 원료고등어와 큰 차이가 없었으며, 전제품에서 함량이 많은 유리아미노산으로는 histidine(939.3mg/100g), lysine

(241.4mg/100g), glutamic acid(167.9mg/100g), arginine(99.2mg/100g) 등이었다. 제조직후 모든 제품의 총핵산관련물질함량은 366.5-371.5mg/100g으로 거의 차이가 없었고 저장중 약간 감소하였으며, 감소폭은 제품(C)가 가장 컸다. 핵산관련물질은 모든 제품에서 IMP가 전체의 약 반을 차지하였다. TMAO, TMA, 총creatinine 및 betaine의 함량은 제조직후 세제품에서 함량이 거의 차이가 없었으며, 저장중의 감소폭은 세제품 모두 거의 비슷하였다. 이상의 유리아미노산, 핵산관련물질, 기타 염기성분의 함량으로 미루어 볼 때 냉동고등어조미육의 맛에 주체적 역할을 하는 것은 유리아미노산이고, 핵산관련물질, 총creatinine, betaine, TMAO 및 TMA는 보조적 역할을 하리라 생각된다.

## 문 헌

1. 이용호 : 한국산고등어의 vitamin A 분포 및 시기적 변화에 대하여, 한국농화학회지, 6, 15(1965).
2. 등정풍 : 적신어류 가공특성, New Food Industry, 20, 8(1978).
3. 이용호 : 정어리, 고등어의 냉동고기풀가공 기술, 식품기술, 20, 11(1981)
4. 이용호·김세권 : 명태 및 고등어의 축육과 유사한 어육조단백질농축물의 가공조건, 한국수산학회지, 12, 103(1979).
5. 이용호·김정균·하재교·오광순·차용준 : 빙결점 동결에 의한 수산식품의 품질보존

- 에 관한 연구. (1) 빙결점 동결 저장중의 구운 고등어품질변화. 한국영양식량학회지, 12, 62(1983).
6. 이용호 · 정숙현 · 조순영 · 차용준 · 김세권 : 고등어튀김중간수분식품의 저장안정성. 한국식품과학회지, 15, 353(1983).
  7. 이용호 : 레토르트파우치 고등어 튀김어묵 제조 및 품질안정성. 식품공업, 80, 30(1985).
  8. 일본후생성편 : 식품위생지침 I. 휘발성염기질소, 30(1960).
  9. 오광수 · 정부길 · 김명찬 · 성낙주 · 이용호 : 정어리분말수우프의 가공. 한국영양식량학회지, 17, 149(1988).
  10. Spackman, D. H., Stein, W. H. and Moore, S. : Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acid. *Anal. Chem.*, 30, 1190(1958).
  11. 이용호 · 구재근 · 안창범 · 차용준 · 오광수 : HPLC에 의한 시판수산건제품의 ATP 분해생성물의 신속정량법. 한수지, 17, 368(1984).
  12. Ryder, J. M. : Determination of ATP and its breakdown products in fish muscle by HPLC. *J. Agric. Food. Chem.*, 33, 678(1985).
  13. Konosu, S. and Kasai, E. : 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, 194(1961).
  14. Hashimoto, Y. and Okaichi, T. : On the determination of TMA and TMAO. A modification of the Dyer method. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 23, 269(1957).
  15. Sato, T. and Fukuyama, F. : *Electrophotometry*, 34, 269(1957).
  16. 徳永俊夫 : 水産物の におい物質, 日本水産學會秋季大會講演要旨集, 205(1988).
  17. 稻嶺成男 · 片平亮太 : 品質改良劑としての乳化EPAの水産練製品への利用. *New Food Industry*, 26, 16(1984).

(Received September 28