

## 효소 분해에 의한 가다랭이 혈합육 단백질 농축물의 단백질 보강제로서의 이용에 관한 연구

배영정 · 우강웅\*†

동원산업주식회사

\*경남대학교 식품공학과

## A Study on the Utilization with the Protein Fortification Material of Skip-jack Dark Meat Protein by Enzymatic Hydrolysis

Young-Jeong Bae and Kang-Lyung Woo\*†

Dong Won Industrial Company, Changwon 641-200, Korea

\*Dept. of Food Engineering, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

### Abstract

For the effective utilization of dark meat separated as by-product from skip-jack canning, the dark meat concentrate (DPC) was prepared by removal of extractable materials with ethanol from dried dark meat. Dark meat protein hydrolysate (DPH) was prepared by the hydrolysis of DPC with  $\alpha$ -chymotrypsin.  $\alpha$ -Chymotrypsin hydrolysed DPC to the extent of 79% during 10hr. The solubility over a pH range 1~12 showed similar trend on the both of DPH and DPC. The highest solubility was 81% on the DPH and was 36% on the DPC at pH 3. The lowest solubility was 65% on the DPH and was 22% on the DPC at pH 7. The content of total free amino acid was higher in the DPC than in the DPH, but the content of total essential free amino acid was higher in the DPH. Especially, the contents of taurine in the DPC and DPH were much higher than those of other amino acids. The result of sensory evaluation on the fish sauce analogue showed good taste, color and odor at the supplemented level of 8g DPH per 100ml of raw solution of fish sauce analogue and didn't show significant difference compared with market fish sauce ( $p < 0.05$ ). On the preparation of surimi gel, 2% substitution of DPH for the supplemented starch was the most appropriate level.

**Key words :** Skip-jack, dark meat protein concentrate and hydrolysate, fish sauce analogue, surimi gel

### 서 론

회유성 혈합육어류에는 혈합육이라는 육상동물에서 볼 수 없는 특수한 조직이 발달되어 있는데, 이 혈합육은 보통육에 비하여 지방질이 많고 특이한 맛과 냄새를 지니고 있으며, 부패가 빠르다고 알려져 있다<sup>1)</sup>. 최근들어 수요가 급증하고 있는 가다랭이 통조림을 제조할 때 보통육만 사용함으로써 다량의 혈합육이 부산물로 발생되고 있는데 주로 애완동물의 먹이로 가공되고 있는 실정이다. 가다랭이 혈합육에는 단백질, 무기질 및 비타민이 많이 함유되어 있는데 특히 철분이 많아 빈혈 방지를 위하여 좋고 그의 비타민 A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, D, E

와 타우린 등이 풍부한 것으로 알려져 있다<sup>2,3)</sup>.

최근들어 기능특성을 갖는 식품단백질의 수요가 늘어남에 따라 어류가공 부산물 중의 단백질을 추출하여 농축단백질을 만들고 그 기능성을 증대시켜 식품원료로 이용하려는 시도가 증대되고 있다<sup>4,5)</sup>. 어류가공부산물은 독특한 나쁜 냄새성분, 색소물질, 지질 및 관련물질 등 비단백질 불순물질들이 포함되어 있어 이들을 바로 식품원료로 사용하기에는 많은 제약이 따른다. 이들 불순물들은 단백질분자와 강한 복합체를 형성하고 있으나 유기용매로 불순물들을 유리시키는 것이 가능하므로 적당한 유기용매로 농축단백질 추출물을 만들 수 있다<sup>6)</sup>. 그러나 추출된 농축단백질은 상당량의 불순물이 함유되어 있고 용해도, 열안정성, pH 또는 금속 ion에 의한 침전 저항성 등의 기능성이 떨어지기 때

†To whom all correspondence should be addressed

문에 식품소재로 바로 이용하기는 곤란하다. 어류가공 부산물로 부터 추출된 추출 단백질에 기능성을 부여하여 식품소재로서의 가치를 증진시키기 위하여 단백질 가수분해물을 제조하는 것은 잘 알려진 방법이다. 단백질 가수분해물을 얻기 위하여 화학적 혹은 효소적 가수분해를 일으키는 방법들이 이용되고 있다. 화학적 가수분해로는 산가수분해법이 전통적으로 많이 이용되고 있는데<sup>7,8)</sup> 이 방법은 생성된 산가수분해물을 중화하는 과정에서 염의 농도가 너무 높아지므로 식품소재로 이용하는데 제약을 받게 되고 가수분해과정에서 아미노산들이 상당량 파괴되는 결점이 있다<sup>9)</sup>. 이에 비하여 단백질분해효소에 의한 제한적인 가수분해 방법은 아미노산의 파괴나 racemization이 일어나지 않고 원래 단백질의 영양적 특징을 그대로 유지하는 장점이 있다. 그러나 일반적으로 효소가수분해물은 쓴맛을 내는 저분자 펩티드와 아미노산이 생성되기 때문에 쓴맛의 차폐에 관한 연구들이 많이 이루어지고 있다<sup>10,11)</sup>.

본 연구는 가다랭이 통조림 가공시 부산물로 얻어지는 혈합육을 식품소재로 이용하기 위하여 알코올 추출법으로 혈합육 단백질 농축물을 제조한 후, 단백질분해효소로 가수분해물을 제조하고, 이를 어간장이나 어묵 제조시 조미료 및 단백질 보강제로 이용할 수 있는 방법을 개발하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

가다랭이 (*Katsuwonus pelamis*) 혈합육은 동원산업(주) 창원공장에서 참치통조림 제조과정 중 보통육의 분리과정에서 채취하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

### 가다랭이 혈합육 단백질 농축물의 제조

Sikka 등<sup>12)</sup>의 방법을 변형하여 가다랭이 통조림 제조과정 중 자숙한 보통육으로부터 분리한 혈합육을 열풍건조기내에서 온도  $55^{\circ}\text{C}$ , 풍속 2.3m/sec, 상대습도 36%의 조건으로 수분 함량 5~7% 되도록 약 5시간 건조하였다. 건조된 혈합육을 분쇄기로 조분쇄한 후 건조분말과 95% 에틸알콜을 1:4의 비율로 혼합하여 에틸알콜의 끓는 온도에서 1시간 동안 추출하여 추출물을 제거하였다. 3회 반복 추출한 후, 잔류물을 용매가 완전히 날아갈 때까지 건조공기로 5시간 건조하였다. 다시  $100^{\circ}\text{C}$ 에서 1시간 가열 후 미립자 분쇄기를 이용하여 100mesh 크기로 분쇄하여 혈합육 단백질 농

축물 (dark meat protein concentrate, DPC)로 하였다.

### 가다랭이 혈합육 단백질 가수분해물의 제조

Edward와 Ship<sup>13)</sup>의 방법을 변형하여 혈합육 단백질농축물 60g을 증류수 300ml에 균질화시킨 후 2M NaOH 용액을 가하여 pH 7.0으로 조절하여 기질용액으로 하였다.  $\alpha$ -chymotrypsin (51units/mg solid from bovine pancrease type 2, Sigma Co.) 600mg을 증류수 50ml에 용해하여 효소:기질비가 1:100이 되도록 기질용액에 서서히 가한 후  $25^{\circ}\text{C}$ 로 조절된 진탕항온수조 (60 strokes/min, Philip Harris Limited, Model SS 40)에서 24시간 가수분해시킨 다음, 2M HCl을 가하여 pH를 1.65로 조절하고 실온에서 3시간 교반하여 효소를 완전 불활성화 시켰다. 가수분해물을 원심분리 (6,000×g, 15 min)한 후 상정액을 여과하여 유리지방산을 제거하고 여액을 동결건조하여 단백질가수분해물로 하였다.

### 일반성분의 분석

일반성분은 A.O.A.C.<sup>14)</sup>의 방법에 따라 측정하였다.

### 가수분해도의 측정

Montcalvo 등<sup>15)</sup>의 방법에 따라 가수분해물 제조과정 중 1, 2, 4, 8, 10, 12, 24 및 48시간 마다 각각 가수분해물 20ml씩 취하여 원심분리 (6000×g, 15min)하였다. 그 상정액 중의 가용성 질소를 Kjeldahl법으로 정량한 후, 다음 식으로 가수분해도를 구하였다.

$$\text{가수분해도} = \frac{\text{가용성 질소}}{\text{총 질소}} \times 100\%$$

가용성 질소는 10% TCA용액에 침전되지 않는 질소로 하였다.

### pH 변화에 따른 용해도의 측정

용해도는 Warriar와 Ninjoor<sup>16)</sup>의 방법에 따라 측정하였다. 즉 가다랭이 혈합육 단백질 농축물 및 가수분해물을 각각 0.2g씩 취하여 0.1M NaOH용액 4ml에 녹인 후 3.0ml를 취하여 10ml 용량의 원심분리관에 넣고 1M HCl로 pH를 조절하였다. 이를  $25^{\circ}\text{C}$ 에서 1시간 교반하여 원심분리 (3,600×g, 20min)한 후, 상정액 중에 함유된 단백질 함량을 Lowry법<sup>17)</sup>으로 정량하였다. 단백질 농축물과 가수분해물 자체의 총 단백질 함량은 Kjeldahl법으로 정량하였다. pH에 따른 단백질 용해도는 다음 식으로 구하였다.

$$\text{Solubility (\% protein)} = \frac{\% \text{ protein of supernatant}}{\% \text{ protein of total}} \times 100$$

유리아미노산의 정량

단백질 농축물 및 가수분해물 20mg에 95% 에틸알콜 80ml를 가하여 잘 혼합한 후 냉장고에서 하룻밤 방치한 다음, 원심분리(5,000×g, 20min)하여 상정액을 감압 농축 건조하였다. 이것을 증류수 10ml로 녹인 다음, Bryant와 Overell<sup>16)</sup>과 Resnick 등<sup>17)</sup>의 방법에 따라 Ambelite IR-120 column(100/200 mesh, 2×20cm)에 유리아미노산을 흡착시킨 후, 2M NH<sub>4</sub>OH용액으로 용출시켜 농축 건조하였다. 이것을 citrate buffer(pH 2.2)로써 25ml로 정용하여 Spackman 등<sup>20)</sup>의 방법에 따라 아미노산 자동분석기(Hitachi model 835, Li<sup>+</sup>-ion exchange resin column)로 분석하였다.

혈합육 단백질 가수분해물을 첨가한 어묵제품의 제조

동결건조된 혈합육 단백질가수분해물을 어묵제조시 첨가된 전분중량(대조구; 8.5%)에 대하여 각각 0, 0.5, 1, 2, 3 및 4%씩 대체하여 첨가하고 기타 첨가물의 배합비율은 Table 1과 같이하여 어묵제품을 제조하였다. 어묵제조공정은 Fig. 1과 같다.

혈합육 단백질 가수분해물을 첨가한 모조 어간장의 제조

모조 어간장을 제조하기 위하여 정제염 20.0g, 3인산 칼륨 7.5g, 젤산 4.0g, MSG(monosodium glutamate) 8.0

g, 글리신 5.0g, 알라닌 7.0g, 주정 4.5g, 호박산나트륨 0.9g, 사과산 0.9g 등을 물 100ml에 녹여 이 용액에 동결건조된 혈합육 단백질가수분해물을 0, 2, 4, 8, 16g 수준으로 첨가하고 이를 끓여 식힌 후, 여과포로 여과하여 얻어진 여액을 모조어간장 제조용 원액으로 하였다. 이 원액과 시판되고 있는 참치어간장을 7 : 3 (v :

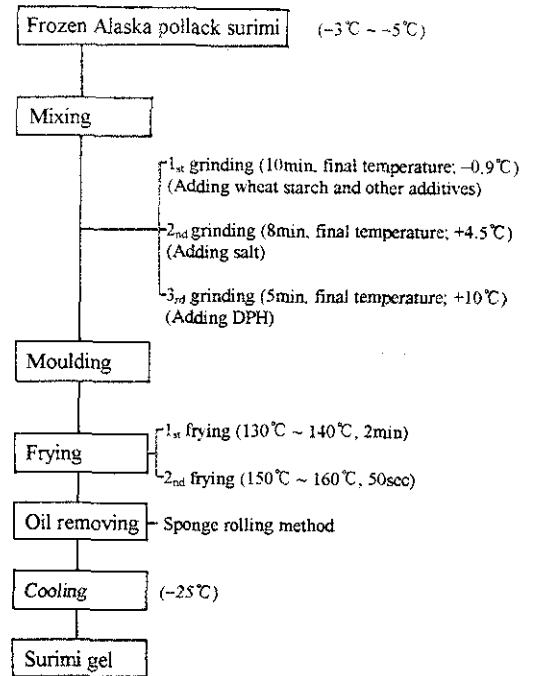


Fig. 1. Flow diagram of preparation process for surimi gel.

Table 1. Formulation of surimi gel preparation

Components	Sample description (%)					
	Control	DPH 0.5*	DPH 1	DPH 2	DPH 3	DPH 4
Alaska pollack surimi	74.80	74.80	74.80	74.80	74.80	74.80
DPH	0.00	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Wheat starch	8.50	8.00	7.50	6.50	5.50	4.50
Wheat flour	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Egg white	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
NaCl	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Soyprotein	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Skip-jack extracts	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
D-Xylose	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
MSG	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Glycine	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Potassium sorbate	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

\*Numbers behind DPH indicate the substituted amount of DPH for wheat starch DPH ; Dark meat protein hydrolysate

v)의 비율로 혼합하여 모조 어간장으로 하였다.

관능검사

12인의 동원산업 전문 관능검사 요원으로 하여금 5 단계 평점법(5점; 매우좋다, 4점; 좋다, 3점; 보통이다, 2점; 나쁘다, 1점; 매우나쁘다)으로 제조된 모조 어간장과 시판용어간장을 맛, 냄새 및 종합평가면에서 관능평가 후 최소유의차 검정을 하였다<sup>25</sup>.

결과 및 고찰

가다랭이 혈합육 단백질 농축물 및 가수분해물의 일반성분

혈합육으로부터 단백질 농축물을 제조할 때 우선 용매로서는 주로 친수성 또는 물과 공비 혼합물을 만드는 성질을 가진 유기용매를 사용할 수 있는 것으로 알려져 있어<sup>12</sup> 본 실험에서는 에틸알코올을 사용하였는데, 이는 식품 가공에 적합성, 낮은 독성, 낮은 끓는점, 항공성 및 낮은 가격 등의 특성을 가지고 있어 이용이 쉽기 때문이다<sup>12</sup>. 단백질 농축물과 가수분해물의 일반성분을 Table 2에 나타내었다. 단백질 농축물의 단백질 함량은 75.3%로 FDA의 기준치 75% 이상을 만족하였으며, 지방 함량은 0.41%, 수분 함량은 5.40%로 FDA 기준인 0.5% 이하 및 10% 이하를 각각 만족하는 양질의 단백질 농축물을 얻을 수 있었고 이를 가수분해한 단백질가수분해물의 단백질 함량은 87.36%였다.

Sikka 등<sup>23</sup>은 메기, 갈치, 사바히 (milk fish, *Chanos chanos*) 등을 에틸알코올로 처리하여 단백질 함량이 각각 73.13, 91.25, 63.30%의 어육 단백질 농축물 (fish protein concentrate, FPC)을 제조할 수 있었다고 보고하였다. 또한 Dubrow 등<sup>24</sup>은 isopropyl alcohol의 처리에 의하여 대구로부터 단백질 함량 89.30%의 어육 단백질 가수분해물을 제조하였다고 보고하였다. Warriar와 Ninjoor<sup>16</sup>은 Bombay duck (*Harpodon nehereus*)를 방사선 열조

Table 2. Proximate chemical composition of dark meat, dark meat protein concentrate(DPC), dark meat protein hydrolysate(DPH) (%)

Composition	Dark meat	DPC*	DPH
Moisture	67.90	5.40	5.42
Crude protein	20.10	75.30	87.36
Crude lipid	5.20	0.41	-
Ash	2.00	15.20	5.12
Carbohydrate	4.80	3.69	2.10

\*DPC : Dark meat protein concentrate  
DPH : Dark meat protein hydrolysate

합 처리하여 단백질 함량 75.09%의 어육 단백질 농축물을 얻었다고 보고하였는데, 본 실험에서도 위의 보고에서 얻은 것과 유사한 단백질 농축물을 얻을 수 있었다.

가다랭이 혈합육 단백질 농축물의 가수분해도

단백질 농축물의 시간에 따른 chymotrypsin에 의한 가수분해도의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 반응시간이 길어짐에 따라 가수분해도가 증가하는 것을 볼 수 있으며, 6시간까지는 급격히 증가하다가 그 후 10시간까지는 증가속도가 둔화되었으며, 그 이후에는 거의 일정하였다. 12시간 가수분해시켰을 때 가수분해도가 79.8%였으나 24시간 및 48시간에서는 각각 80.9%, 81.9%였으며, 12시간 이후 부터는 아주 미미한 증가를 보였다. Kim 등<sup>26</sup>은 정어리 분말단백질을 1% pepsin으로 12시간 가수분해시켰을 때 가수분해도가 65.7%였으며 24시간 가수분해시켰을 경우 78.4%였다고 보고하였다. 또한 Yamashita 등<sup>28</sup>은 red hake (*Urophycis chuss*)의 어육 단백질 농축물을 pepsin 및 protease로 가수분해하여 각각 67.8%, 99.5%의 가수분해도를 얻었다고 보고한 것 등과 비교하여 볼 때 본 실험 결과에서도 거의 비슷한 수준의 가수분해도를 나타내었다.

pH 변화에 따른 단백질 농축물 및 가수분해물의 용해도 변화

혈합육 단백질 농축물과 가수분해물의 pH 변화에 따른 용해도를 Fig. 3에 나타내었다. 모든 측정된 pH 범위에서 단백질 농축물에 비하여 단백질 가수분해물이 높은 용해도를 나타내었다. 단백질 농축물의 용해도는 22~36%의 분포를 보였고 단백질 가수분해물에서는

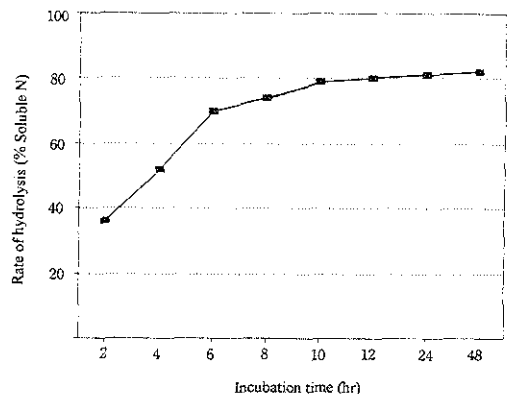


Fig. 2. Rate of hydrolysis of the dark meat protein concentrate by α-chymotrypsin.

65~81%였다. 두 단백질의 용해도곡선의 양상은 거의 유사한 경향을 보였고, 가장 용해도가 낮은 pH는 두 단백질에서 동일하게 pH 7이었다.

Warrier와 Ninjoor<sup>16)</sup>는 Bombay duck로 제조한 단백질 농축물의 용해도가 pH 8~9구간에서 80%였고, pH가 낮아짐에 따라 용해도도 감소하였고 등전점은 pH 4.0 이었다고 보고하였다. Meinke 등<sup>25)</sup>은 carp, mullet, golden croaker 등의 단백질 농축물의 용해도가 pH 5.5~6.0 구간에서 최저점을 나타내었으며, 이 pH구간에서 14~21%의 용해도를 나타내었다고 보고하였다. Tannenbaum 등<sup>4,3)</sup>은 red hake로 부터 추출한 어육 단백질 농축물의 pH에 따른 용해도를 조사한 결과 37°C에서 pH 1~7 사이의 용해도가 30% 이하였고, pH 3 근처에서 가장 낮은 값을 나타내었다고 보고하였다. Edward와 Shipe<sup>17)</sup>는 egg albumin을 pepsin으로 가수분해한 가수분해물의 용해도를 전 pH 범위에서 측정된 결과 90% 이상으로 높게 나타났고, pH 6 근처에서 가장 낮은 값을 보였다고 하였다. 이 가수분해물을  $\alpha$ -chymotrypsin, papain, pepsin 등으로 다시 4시간 가수분해하여 얻은 plastein 생성물의 용해도를 측정된 결과 용해도가 pH 3~10 사이에서 모두 90% 이하로 떨어졌고,  $\alpha$ -chymotrypsin의 경우 pH 4에서 약 78%, papain의 경우 pH 8에서 약 85%, pepsin의 경우 pH 6에서 약 60%로 가장 낮은 값을 보였다고 하였다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 단백질 농축물이나 가수분해물의 용해도는 원료 어중에 따라 상당한 차이가 나타나는 것으로 생각되고 특히 가수분해물의 경우 원료 뿐만 아니라 사용된 효소의 종류에 따라서도 용해도의 차이가 상당히 나타나는 결과임을 알 수 있었다.

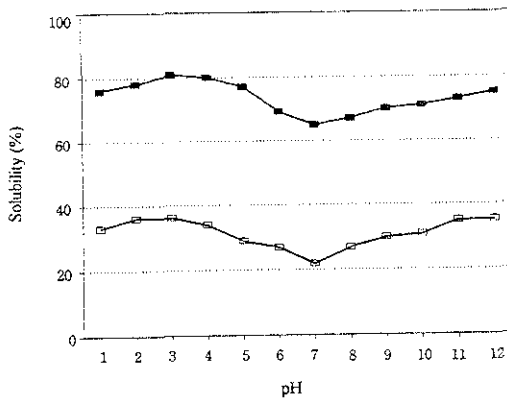


Fig. 3. Effect of pH on solubility of the dark meat protein concentrate and dark meat protein hydrolysate. □ ; Dark meat protein concentrate. ■ ; Dark meat protein hydrolysate.

유리아미노산의 조성

가다랭이 혈합육 단백질 농축물 및 가수분해물의 유리아미노산 조성을 Table 3에 나타내었다. 총 유리아미노산의 함량은 단백질 농축물이 가수분해물 보다 약간 높았다. 이는 효소에 의한 가수분해시 일부 유리아미노산들이 peptide 결합을 형성하여 polypeptide를 형성하는 plastein 반응<sup>26)</sup> 때문인 것으로 생각된다. 그러나 총 필수 아미노산의 함량은 가수분해물에서 높게 나타났다. 이는 histidine을 제외한 대부분의 필수아미노산들이 효소에 의한 가수분해과정에서 비필수아미노산에 비하여 훨씬 많이 생성되었기 때문으로 생각된다. 개별아미노산의 함량을 보면 단백질 농축물에서는 taurine이 1,616.4mg/100g로 전체의 27.2%를 차지하여 가장 많았고, 다음이 histidine으로 전체의 11.5%인 683.4mg/100g이었다. 가수분해물에서는 valine이 1,065.9mg/100g으로 가장 많은 전체의 23.1%였고 다음이 전체의 13.3%를 차지한 taurine으로 613.2mg/100g이었다. 단백질가수분해물에서 단맛을 갖는 glycine(2.3%), alanine(8.7%), proline(3.6%), serine(0.8%) 및 lysine(3.9%)을 비롯하여 쓴맛을 내는 methionine(4.8%)을 포함한 양이 전체의

Table 3. Free amino acid composition of dark meat protein concentrate (DPC) and dark meat protein hydrolysate (DPH)

Amino acids	DPC*		DPH	
	mg/100g	%	mg/100g	%
Lysine	249.6	4.2	179.8	3.9
Histidine	683.4	11.5	202.9	4.4
Threonine	172.3	2.9	207.4	4.5
Valine	416.0	7.0	1,065.9	23.1
Methionine	160.5	2.7	221.3	4.8
Isoleucine	89.1	1.5	129.1	2.8
Leucine	392.2	6.6	465.6	10.1
Phenylalanine	255.5	4.3	359.6	7.8
Essential A.A.	2,418.6	40.7	2,830.7	61.4
Aspartic acid	47.5	0.8	23.1	0.5
Arginine	511.1	8.6	239.7	5.2
Serine	71.3	1.2	36.9	0.8
Glutamic acid	190.2	3.2	115.2	2.5
Proline	83.2	1.4	166.0	3.6
Glycine	338.7	5.7	106.0	2.3
Alanine	451.7	7.6	401.1	8.7
Tyrosine	213.9	3.6	78.4	1.7
Taurine	1,616.4	27.2	1,779.6	38.6
Nonessential A.A.	3,524.0	59.3	1,779.6	38.6
Total amino acid	5,942.6	100.0	4,610.3	100.0

\* DPC : Dark meat protein concentrate  
DPH : Dark meat protein hydrolysate

24.1%를 차지하고 있으며, 감칠맛과 신맛을 갖는 glutamic acid (2.5%)와 aspartic acid (0.5%)는 전체 아미노산의 3%를 차지하였다. 그러나 쓴맛을 내는 isoleucine (2.8%), leucine (10.1%), phenylalanine (7.8%), histidine (4.5%) 등의 함량은 전체의 25.2%였다.

#### 관능검사

가다랭이 혈합육 단백질 가수분해물을 모조어간장 원액 100ml 조제시 수준별로 첨가하여 제조한 모조어간장의 관능검사 결과는 Table 4와 같다.

맛은 8g을 첨가한 것이 가장 좋았으나, 2g와 4g을 첨가한 것에 비하여 유의성은 없었다. 색깔도 8g을 첨가하였을 때 가장 좋았으나, 전 수준에 걸쳐 유의성은 없었다. 냄새는 4g을 첨가한 것이 가장 좋았다. 전체적으로 판단하여 볼 때 8g 첨가까지는 기호성의 손상없이 영양효과를 증진시킬 수 있을 것으로 보여지나 그 이상의 첨가는 품질을 오히려 손상시킬 것으로 판단된다.

가수분해물을 8g 첨가한 모조어간장과 시판용 어간장을 비교하여 관능검사한 결과는 Table 5에 나타내었다. 맛, 색깔, 냄새, 그리고 종합적인 평가에서 거의 비슷한 것으로 나타나 어간장 제조시 가다랭이 적색육 단백질 가수분해물의 첨가에 의한 영양적 효과증진이 가능할 것으로 사료되어 폐기되는 가다랭이 혈합육의 효과적인 이용이 기대된다고 하겠다. 혈합육 단백질

가수분해물을 부재료인 전분을 대신하여 0부터 4%까지 첨가하여 조제한 어묵제품의 관능검사 결과를 Table 6에 나타내었다. 단백질 가수분해물의 첨가량이 증가할수록 제품의 질이 떨어지는 것을 볼 수 있었으나 색깔, 조직감에서 2% 첨가수준까지는 무첨가구에 비하여 유의차가 없었으나, 전체적 평가에서 1% 첨가수준까지 유의성을 보이지 않았다. 따라서 어묵제품에 혈합육 단백질 가수분해물을 2% 정도까지는 첨가하여도 기호성에 손상이 영양효과를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

#### 요 약

가다랭이 통조림 제조시 부산물로 얻어지는 혈합육의 식품소재로의 이용 가능성을 검토하기 위하여 가다랭이 혈합육 단백질 농축물과  $\alpha$ -chymotrypsin으로 단백질 농축물을 가수분해한 단백질 가수분해물을 만들어 이들의 용해도, 가수분해도, 유리아미노산 함량 등을 측정하고, 모조 어간장 및 어묵제조시 첨가하여 관능검사를 통하여 기호성 등을 평가하였다. 단백질 농축물의 pH 1부터 12 사이에서의 용해도는 전 구간에 걸쳐 36% 이하였고, pH 7에서 가장 낮은 22%를 보였다. 단백질 가수분해물의 용해도는 전 구간에 걸쳐 65%에서 81%로 나타났고, 용해도가 가장 낮은 pH는 7이었다. 용해도 곡선의 양상은 두 단백질에서 비슷하였다. 단백질 농축물의 가수분해도는 가수분해 12시간에서 79.8%였고 그 이상의 시간에서는 약간의 증가만 나타내었다. 총 유리아미노산의 함량은 단백질 농축물이 단백질 가수분해물 보다 약간 높았으나, 총 필수아미노산의 함량은 단백질 가수분해물에서 높게 나타났다. 두 단백질 모두 taurine의 함량이 높은 것이 특징이었다. 단

Table 4. Sensory evaluation of fish sauce analogue with the supplement of dark meat protein hydrolysate

DPH (g)	Mean score <sup>1)</sup>		
	Taste	Color	Odor
0	3.2 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	3.1 <sup>abc</sup>
2	3.4 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.3 <sup>ab</sup>
4	3.5 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>
8	3.7 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.0 <sup>bc</sup>
16	3.3 <sup>b</sup>	3.5 <sup>a</sup>	3.0 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup> Values in the same column with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ )

Table 5. Sensory evaluation of the fish sauce analogue compared to the market fish sauce

Product	Mean score <sup>1)</sup>			Overall acceptability
	Taste	Color	Odor	
FSA	3.9 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>
MS	4.1 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Values in the same column with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ )

FSA : Fish sauce analogue

MS : Market sauce

Table 6. Sensory evaluation of surimi gel supplemented dark meat protein hydrolysate

Product	Mean score <sup>1)</sup>				Overall acceptability
	Taste	Color	Odor	Texture	
Control	4.3 <sup>a</sup>	3.7 <sup>abc</sup>	4.2 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>
DPH 0.5*	4.0 <sup>ab</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.9 <sup>ab</sup>	4.0 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>ab</sup>
DPH 1	3.8 <sup>b</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>abc</sup>
DPH 2	3.7 <sup>b</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.9 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>b</sup>
DPH 3	2.3 <sup>c</sup>	3.1 <sup>c</sup>	2.1 <sup>c</sup>	2.4 <sup>c</sup>	2.6 <sup>c</sup>
DPH 4	2.0 <sup>c</sup>	2.6 <sup>c</sup>	2.0 <sup>c</sup>	2.2 <sup>c</sup>	2.3 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Values in the same column with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ )

\* Numbers behind DPH indicate the substituted amount of DPH for wheat starch in the preparation of surimi gel

백질 농축물에서는 taurine, histidine, arginine, alanine 순으로 많은 함량을 보였고 단백질 가수분해물에서는 valine, taurine, leucine, alanine 순으로 많이 함유하였다. 단백질 가수분해물을 모조 어간장 제조시 첨가할 경우 모조 어간장 제조 원료액 100ml당 8g의 첨가가 적당하였고, 관능검사 결과 시판 어간장과 비교하여 손색이 없었다. 어묵제조시 단백질 가수분해물을 2%까지 첨가여도 품질면에서 손색없는 제품을 얻을 수 있었다.

문 헌

1. 清水 恒, 日引重幸 : 水産物の腐敗に關する研究-XII 血合肉の腐敗. 日水誌, 20, 206 (1955)
2. 유태종 : 식품 카르테. 박영사, 서울, p.296 (1976)
3. 농촌진흥청, 농촌영양개선연구원 : 식품성분분석표. 제3개정판, 상록사, 서울, p.53 (1986)
4. Tannenbaum, S. R., Ahearn, M. and Bates, R. P. : Solubilization of fish protein concentrate, 1. An alkaline process. *Food Tech.*, 24, 604 (1970)
5. Tannenbaum, S. R., Ahearn, M. and Bates, R. P. : Solubilization of fish protein concentrate, 2. Utilization of the alkaline-process product. *Food Tech.*, 24, 607 (1970)
6. Mackie, I. M. : New approaches in the use of fish protein. In "Developments in food protein-2" Hudson, B. J. F. (ed.), Applied Science Publishers, London, New York, p.215 (1983)
7. Prendergast, K. : Versatility of hydrolysed proteins. *Food Manufacture*, 48, 37, 57 (1973)
8. Prendergast, K. : Protein hydrolysate-A review. *Food Trade Rev.*, 44, 14 (1974)
9. Fox, P. F., Morrissey, P. A. and Mulvihill, D. M. : Chemical and enzymatic modification of food proteins. In "Developments in food proteins-1" Hudson, B. J. F. (ed.), Applied Science Publishers, London, New York, p.1 (1982)
10. Feeney, R. E. and Whitaker, J. R. : Food proteins. Advances in Chemistry Series 160, ACS, Washington, DC, p.95 (1977)
11. Yeom, H. W., Kim, K. S. and Rhee, J. S. : Soy protein hydrolysate debittering by lysine-acetylation. *J. Food Sci.*, 59, 1123 (1994)
12. Sikka, K. C., Singh, R., Gupta, D. P. and Duggal, S. K. : Comparative nutritive value of fish protein conce-

- ntrate (FPC) from different species of fishes. *J. Agric. Food Chem.*, 27, 946 (1979)
13. Edward, J. H. and Ship, W. F. : Characterization of plas-tein reactor products formed by pepsin,  $\alpha$ -chymotrypsin and papain treatment of egg albumin hydrolysates. *J. Food Sci.*, 43, 1215 (1978)
14. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D.C. (1990)
15. Montecalvo, J. Jr., Constantinides, S. M. and Yang, C. S. T. : Enzymatic modification of fish protein isolate. *J. Food Sci.*, 49, 1305 (1984)
16. Warrior, S. B. and Ninjoor, V. : Fish protein concentrate (FPC) from Bombay duck isolated by radiation-heat combination procedure : Functional and nutritional properties. *J. Food Sci.*, 46, 234 (1981)
17. Lowry, O. H., Rosebrough, H. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. : Protein measurement with the folin penol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265 (1951)
18. Bryant, F. and Overell, B. T. : Quantitative chromatographic analysis of organic acids in plant tissue extracts. *Biochem. Biophys. Acta*, 10, 471 (1953)
19. Renick, F. E., Lee, E. L. and Power, W. A. : Chromatography of organic acids incured tobacco. *Anal. Chem.*, 27, 928 (1955)
20. Spackman, D. H., Stein, W. H. and Moore, S. : Automatic recording apparatus for use in chromatography of amino acid. *Anal. Chem.*, 30, 1190 (1958)
21. 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사. 학연사 (1989)
22. Dubrow, D. L., Brown, N. L., Pariser, E. R., Miller, H. Jr., Sidwell, V. D. and Ambrose, M. E. : Effect of ice storage on the chemical and nutritive properties of solvent-extracted whole fish-red hake, *Urophycis chuss*. *Fishery Bulletin*, 69, 145 (1971)
23. Kim, S. K., Kwak, D. C., Cho, D. J. and Lee, E. H. : Studies on the improvements of functional properties of sardine protein by plas-tein reaction. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 17, 233 (1988)
24. Yamashita, M., Arai, S. and Fujimaki, M. : A low-phenylalanine, high-tyrosine plas-tein as an acceptable dietetic food. Method of preparation by use of enzymatic protein hydrolysis and resynthesis. *J. Food Sci.*, 40, 342 (1975)
25. Meinke, W. W., Rahmam, M. A. and Mattil, K. F. : Some factors influencing the production of protein isolates from whole fish. *J. Food Sci.*, 37, 195 (1972)

(1995년 2월 17일 접수)