

## 복원력이 좋은 정어리 단백질 농축물의 가공

### 1. 정어리 단백질 농축물의 가공 및 제품의 품질 특성

李昇原 · 周東植 · 金珍洙 · 金豊鎬 · 李應昊

釜山水産大學校 食品工學科

## A Study on the Processing of Sardine Protein Concentrate with Good Rehydration Capacity

### 1. Processing and Product Quality of Sardine Protein Concentrate

Seung-Won LEE · Dong-Sik JOO · Jin-Soo KIM · Poong-Ho KIM  
and Eung-Ho LEE

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

This study was carried out with sardine to develop a new type of fish protein concentrate. Chopped sardine meat was thermally treated in two different ways, autoclaved at 121°C for 1 min and boiled at 95°C for 5 min. The heat treated meat was pressed, controlled to pH 7.8 with 3% (w/v) of NaHCO<sub>3</sub> and hot-air dried (at 40°C). The dried meat was powdered (50 mesh), air and vacuum packed in laminated film bag (PET/AL. foil/ CPP) and stored at room temperature for 60 days. The results of product quality analysis are as follows:

1. Proximate contents of moisture, crude lipid and protein of the autoclaved and boiled product were in the range of 10.0~10.2%, 9.0~9.1% and 73.8~74.4%, respectively. Yields of the both products were 40% and 32.5%.
2. Values of emulsion activity, emulsion stability and foam expansion of the autoclaved product were 48.7%, 44.1% and 44.0%, respectively. These values were higher than those of boiled product.
3. Water holding capacity and digestibility of the both products were in the range of 5.0~5.3% and 78.0~78.2%, respectively.

## 서론

우리나라 연근해에서 많이 어획(水産年鑑, 1990)되고 있는 대표적인 어종인 정어리는 *eicosapentaenoic acid* (EPA, 20:5), *docosahexaenoic acid* (DHA, 22:6)와 같은 고도불포화지방산의 함량이 높고(李等, 1986), 아미노산 및 핵산이 풍부하게 함유되어 있으나(安等, 1986), 일시 다핵성으로 어체가 작고, 단백질 변성이 빠르며, 지질함량이 많아 다른 어류에 비해 가공적성이 현저히 떨어진다. 이와 같

은 정어리의 원료학적 특성으로 인하여 선어 및 가공용으로 대량 소비하기에는 부적합하여 대부분 비식용 사료로 이용되고 있는 실정이다(李, 1981; Fujii, 1984)).

이러한 정어리의 효율적인 식량화를 위한 연구로서 정어리 냉동 조미육의 가공(李等, 1987), 속성 정어리 간장 엑스분의 가공(李等, 1988), 정어리 분말 수우프의 가공(吳等, 1988), 농축 단백질의 제조(李等, 1978) 및 축육과 유사한 조직을 갖는 어육 단백질 농축물의 제조(李等, 1979)를 시

도한 바 있다. 한편 용매추출을 이용하여 제조한 어육 농축 단백질은 저장성은 뛰어나지만, 단백질의 기능성 저하 및 처리 공정, 시설의 확대 등으로 인한 생산비의 상승 등과 같은 품질 및 경제성이 문제가 된다.

본 연구에서는 용매를 사용하지 않고 정어리를 간단한 가열처리로 신속·대량 처리하여 식품 가공용 중간 소재인 농축 단백질의 가공 및 제품의 품질 특성을 시험하였다.

### 재료 및 방법

시료: 본 실험에 사용된 정어리, *Sardinops melanosticta*(체장 14~16cm, 체중 55~75g),는 1989년 5월 부산 사하구 소재 다대공판장에서 선도가 양호한 것을 구입하여 시료로 하였다.

정어리 농축 단백질의 제조: 시료어의 두부(頭

部)와 내장을 제거하고 물로 수세한 다음 로울(roll)식 채육기( $\phi 4.5mm$ )로써 채육하였다. 채육한 육을 고온가압처리( $121^{\circ}C$ ,  $1min$ , 15Lbs) 및 열수에서 자숙처리( $95^{\circ}C$ ,  $5min$ )한 다음 망사로 압착하였다. 압착 고형분에 3%  $NaHCO_3$ (w/v)용액을 분무하면서 pH를 조절하여 상자형 열풍건조기(온도:  $40^{\circ}C$ , 습도: 65%, 풍속:  $1.8m/sec$ )로 건조, 분쇄(50 mesh)하여 농축 단백질을 제조하였다. 제조한 농축 단백질을 적층플라스틱 필름 주머니(PET/Al-foil/CPP:  $5\mu m/15\mu m/70\mu m$ ,  $15 \times 17cm$ , 삼아알루미늄사제)에 약 100g씩 충전하고 진공포장기로 진공포장 및 합기(含氣)포장하여 상온에 저장하여 두고 분석용 시료로 사용하였다. 또한 고온가압처리 제품 및 자숙처리 제품의 품질을 비교하기 위해 李等(1978)의 방법에 따라 용매를 이용한 회분식 추출로 얻은 농축 단백질을 대조 제품으로 하였다. 정어리 농축 단백질의 제조 공정도는 Fig. 1과 같다.

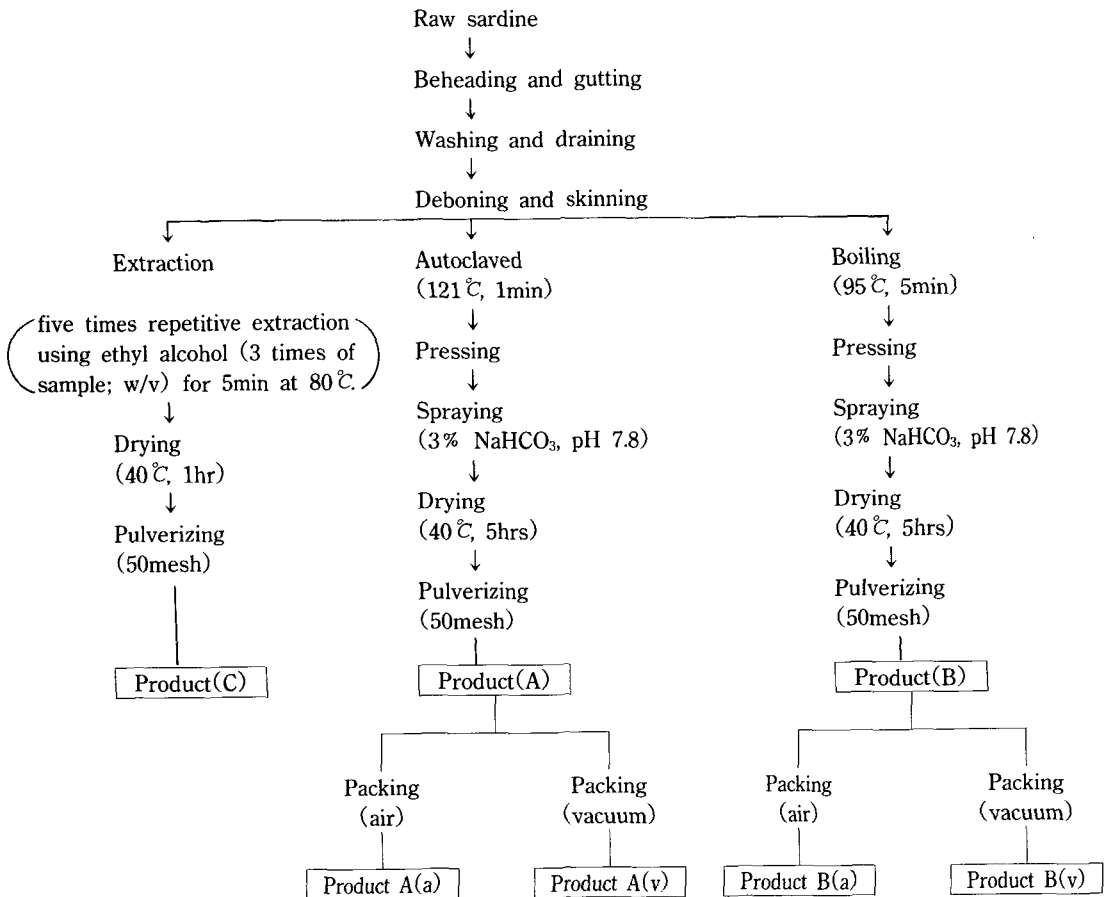


Fig. 1. Flow sheet for the processing of sardine protein concentrate with good rehydration capacity.

일반성분, pH, 휘발성염기질소 및 아미노질소의 정량: 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식 회화법으로 측정하였다. pH는 시료 10g에 10배량의 재증류수를 가하여 waring blender로써 균질화하여 pH meter(Fisher model 630)로 측정하였으며, 휘발성염기질소는 Conway unit를 사용하는 미량화산법(日本厚生省編, 1960)으로, 아미노질소는 Spies와 Chamber(1951)의 동염법에 따라 비색정량하였다.

단백질의 용해도 측정: Montecavalo 등(1984)의 방법을 수정하여 측정하였다. 각 시료 1g을 0.4M NaOH로써 pH 11로 조절하고, 최종 용량은 100ml로 하였다. 이를 실온(23℃)에서 1시간 교반한 후 원심분리(3,100×g, 15min)하여, 상층액중 20ml를 취한 다음 semi-micro Kjeldahl법으로 질소를 측정하여 시료의 총질소에 대한 백분율로 나타내었다.

갈변도 측정: 제품의 갈변도는 지용성 갈변과 수용성 갈변으로 구별하여 Chung과 Toyomizu(1976)의 방법으로 측정하였다.

보수력 측정: 보수력은 Lin 등(1974)의 방법을 수정하여 측정하였다. 시료 1g을 원심관(30mm×110mm)에 넣고 무게를 측정한 후 원심관에 증류수 20ml를 가하여 실온에서 1시간 방치하였다. 이를 원심분리(1,600×g, 25min)하여 상층액을 버리고 원심관을 45℃ 기울여 30분 동안 여과지위에 방치한 후 무게를 측정하여 건조시료와 흡수시료의 무게차이를 계산하였다. 보수력은 건조시료의 무게증가(%)정도로서 나타내었다.

유화성 및 유화안정성 측정: 유화성과 유화안정성은 Wang과 Kinsella(1976)의 방법에 따라 시료 1g에 증류수 20ml를 가하여 균질기(Ace homogenizer, AM-8)로 균질화(5,000rpm, 1min)시킨 후 대두유 20ml를 가하여 15,000rpm에서 5분간 분산시켰다. 생성된 유화액을 원심관(12mm×110mm)에 나누어 넣고 유화성 및 유화안정성 측정용으로 하였다. 유화성은 원심관속의 유화액을 원심분리(1,600×g, 15min)하여 아래식으로 계산하였다.

$$\text{유화성(\%)} = \frac{\text{유화된 층의 높이}}{\text{원심관내 총내용물의 높이}} \times 100$$

유화안정성은 원심관속의 유화액을 80℃의 수조에서 30분 가열하고, 15℃로 냉각하여 원심분리(1,600×g, 15min)한 다음, 유화성 계산식으로 계산하였다.

포말성 및 포말안정성의 측정: 포말성과 포말안정성은 Sathe와 Salunkhe(1981)의 방법에 따라 시료 1g에 증류수 50ml를 가하여 마쇄시키고 25℃에서 10,000rpm으로 5분간 균질기로 거품을 생성시킨

후 250ml 메스실린더에 옮겨 전체량을 기록한 다음 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 8.0, 12.0, 24.0, 36.0 및 48.0 시간 경과 후의 거품량을 측정하였으며, 계란알부민(Hayashi Chemical LTD)을 비교단백질로 사용하여 아래식으로 계산하였다.

$$\text{포말성(\%)} = \frac{\text{포립후의 부피(ml)} - \text{포립전의 부피(ml)}}{\text{포립전의 부피}} \times 100$$

소화율 측정: *In vitro*법에 의한 pepsin(1:10,000 Hayashi Chemical LTD) 소화율 측정은 Yamashita 등(1975)의 방법에 따라 시료 0.5g을 증류수 50ml에 용해시키고 0.1N HCl로써 pH 2.0으로 조절한 다음 효소 10mg을 가하고 37℃에서 24시간 진탕혼수조(60 strokes/min, Philip Harris LTD. Model SS40)에서 분해시켰다. 이어 20% TCA용액(w/v) 50ml를 가하고 원심분리(3,100×g, 10min)한 다음 상층액의 가용성 질소를 semi-micro Kjeldahl법으로 측정하여 아래 식으로 계산하였다.

$$\text{소화율(\%)} = \frac{10\% \text{ TCA 가용성 질소}}{\text{총질소}} \times 100$$

관능검사: 11명의 관능검사원을 구성하여 각 제품의 쓴맛의 정도를 5단계(쓴맛을 느낄 수 없을 때-1로, 쓴맛이 강할 때-5로 평가)로 나누어 평가하였다.

## 결과 및 고찰

### 정어리 농축 단백질의 제조

1) 가열 시간: 정어리 농축 단백질 제조시 최적 가열 시간을 알아보기 위해 가열 처리 시간을 달리하여 제조한 제품의 단백질 용해도 및 지용성 갈변도의 변화를 Table 1 및 Fig. 2에 나타내었다. 원료의 단백질 용해도가 80.5%인데 비해 1분간 고온가압처리한 경우와 5분간 자속처리한 경우 각각 19.8% 및 10.6%로 급격히 감소하였고, 그 이후 가열 시간이 경과해도 단백질 용해도는 큰 변화가 없었다. 이는 고온가압처리의 경우 가열 시간 1분 이내에, 자속처리의 경우 5분 이내에 정어리 단백질이 응고되기 때문인 것으로 생각되며, 가열 처리 시간에 관계없이 단백질 용해도는 고온가압처리한 제품이 자속처리한 제품보다 높음을 알 수 있었다. 한편, 지용성 갈변도는 원료에 비해 두 제품 모두 상당히 증가하였으나 가열 처리 시간에 따른 변화는 거의 없었다. 원료에 비해 가열 처리한 제품이 갈변도가 상당히 증가하는 것은 가열로 인해 세포막이 파괴되고 lipoprotein-complexes가 깨어져 지질이 산소와 촉매에 노출되어 산화되기 쉽기 때문

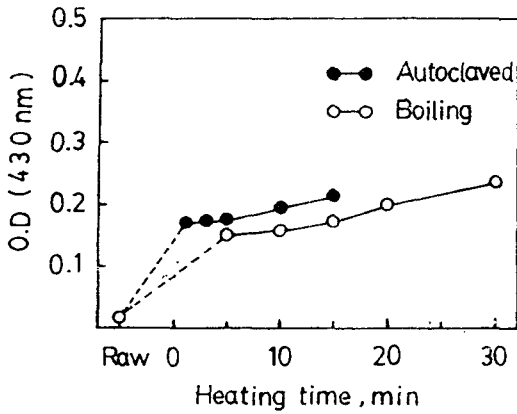


Fig. 2. Formation of lipophilic brown pigment during heating of sardine protein concentrates.

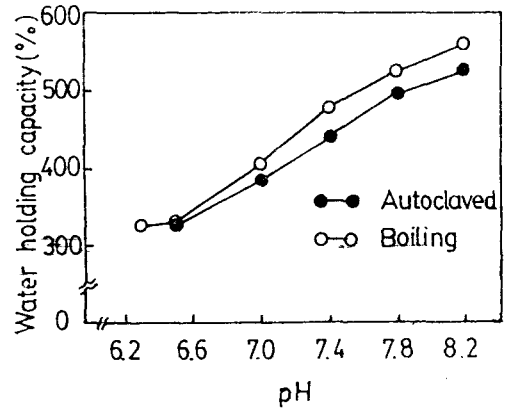


Fig. 3. Influence of pH on the water holding capacity of sardine protein concentrates.

이다(Dawson 等, 1983). 제품간의 지용성 갈변도는 가열 처리 시간에 관계없이 고온가압처리제품이 자숙처리 제품보다 약간 높았다. 이상의 단백질 용해도 및 갈변도의 측정 결과로 미루어 보아 정어리 농축 단백질을 제조하기 위한 가열 시간은 고온가압처리시 1분, 자숙처리시 5분이 적당하리라 생각된다.

2) pH: 고온가압처리(1min) 및 자숙처리(5min)한 육에 3% NaHCO<sub>3</sub> 용액(w/v)을 분무하여 pH 변화에 따른 보수력의 변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 3% NaHCO<sub>3</sub> 용액(w/v)을 처리하지 않고 자숙처리 및 고온가압처리한 제품의 경우 pH가 6.3 및 6.5이었고, 보수력은 320% 부근이었으나, pH가 높아질수록 보수력은 증가하여, pH를 8.2로 조절함으로써 인해 보수력은 자숙처리 제품의 경우 550%, 고온가압처리한 제품의 경우 530%로 두 제품 모두 큰 폭으로 증가하였다. 이러한 결과는 열처리로 육의 단백질 배열이 느슨한 상태로 되어 (Iso 等, 1986) 물 분자의 침투가 물리적으로 용이해지며 또한 pH를 알칼리쪽으로 조절함으로써 인해 제품의 친수성이 증가하기 때문이라 생각된다(鈴木, 1979). 한편, pH를 8.2로 조절하여 제조한 제품

은 관능검사 결과 Table 2에서 보듯이 쓴맛을 느낄 수 있었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, pH 7.8로 조절한 제품이 pH 8.2로 조절한 제품보다 보수력은 약간 낮았으나 쓴맛을 고려할 때 두 제품 모두 최적 pH는 7.8이라 생각된다.

제품의 품질 특성

Table 2. Sensory evaluation of sardine protein concentrates on the bitter taste

| pH  | Mean Score*               |               |
|-----|---------------------------|---------------|
|     | Autoclaved (15Lbs, 121°C) | Boiling(95°C) |
| 6.3 | -                         | 1.0           |
| 6.5 | 1.0                       | 1.0           |
| 7.0 | 1.3                       | 1.5           |
| 7.4 | 1.7                       | 1.5           |
| 7.8 | 1.8                       | 2.1           |
| 8.2 | 3.2                       | 3.3           |

\* 1~5 scale: 5; very strong, 4; strong, 3; middle, 2; weak, 1; no taste

Table 1. Influence of the heating time on the changes in the nitrogen solubility of sardine protein concentrates

| Raw             | Heat treatment           |      |      |       |       |               |       |       |       |       |     |
|-----------------|--------------------------|------|------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|-----|
|                 | Autoclaved(15Lbs, 121°C) |      |      |       |       | Boiling(95°C) |       |       |       |       |     |
|                 | 1min                     | 3min | 5min | 10min | 15min | 5min          | 10min | 15min | 20min | 30min |     |
| Solubility* (%) | 80.5                     | 19.8 | 19.2 | 17.0  | 16.7  | 16.3          | 10.6  | 8.7   | 7.6   | 7.0   | 6.7 |

\* The ratio of sardine to deionized water was 1:100(w/v).

1) 일반성분, pH, 휘발성염기질소 및 수율: 원료 정어리 및 정어리 농축 단백질 제품의 일반성분은 Table 3과 같다. 원료 정어리의 수분함량과 단백질함량은 각각 70.8%, 19.2%인데 비하여 이를 원료로 하여 제조한 제품들은 추출, 압착 및 건조 처리 공정으로 인해 수분함량이 7.2~10.2%로 감소하고 단백질함량은 상대적으로 73.8~84.5%로 증가하였다. 지방함량은 원료 정어리가 8.2%인데 비하여 에탄올 추출 제품(C)는 에탄올에 의한 지방의 제거로 함량이 상당히 낮은 0.4%였으나, 고온가압처리제품(A) 및 자숙처리제품(B)은 가공 공정중 지질이 다소 제거되나, 수분함량의 감소로 인해 각각 9.1%와 9.0%로 높아져 저장중 지질 산패가 문제시 되리라 생각된다. pH는 에탄올 추출 제품(C)의 경우 6.25로 원료어와 유사하였고, 고온가압처리제품(A) 및 자숙처리제품(B)는 3% NaHCO<sub>3</sub> 용액의 분무로 각각 7.75 및 7.77로 상승하였다. 휘발성염기질소 함량은 원료 정어리가 12.2mg/100g인데

반하여 에탄올 추출 제품(C)는 13.6mg/100g로 원료 정어리와 비슷하였으나, 고온가압처리제품(A) 및 자숙처리제품(B)는 각각 40.1mg/100g, 33.5mg/100g으로 상당히 증가하였는데, 이는 가공중 육성분, TMAO 등이 분해되어, NH<sub>3</sub>, TMA, DMA 등의 휘발성 염기가 생성되었기 때문이라 생각된다. 또한 제품의 수율은 대체로 원료 육에 대해 30~40%였으며, 고온가압처리제품(A)가 가장 높았다.

2) 유화성, 유화안정성 및 보수력: 단백질의 가공적성 및 기타 식품첨가물로 사용될 때 품질의 지표가 되리라 생각되어 정어리 농축 단백질의 유화성, 유화안정성 및 보수력을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 세 제품의 유화성은 45.9~48.7%범위였고, 고온가압처리제품(A)가 가장 좋았으며, 유화안정성은 33.5~44.3%범위였고, 에탄올추출제품(C)가 가장 좋았다. Morrissey 등(1987)은 가열처리시 단백질이 과도하게 변성하면 용해도 감소로 인해 응집되어 유화성이 낮아진다고 보고하였다. 보수력은 고온가압처리제품(A) 및 자숙처리제품(B)이 각각 500%, 530%로 에탄올추출제품(C)의 170%보다 상당히 높았다.

Table 3. Proximate composition, pH, volatile basic nitrogen (VBN) and yields of raw sardine and sardine protein concentrates (%)

| Components    | Raw sardine | Products |      |      |
|---------------|-------------|----------|------|------|
|               |             | (C)      | (A)  | (B)  |
| Moisture      | 70.8        | 7.2      | 10.0 | 10.2 |
| Crude protein | 19.2        | 84.5     | 74.4 | 73.8 |
| Crude lipid   | 8.2         | 0.4      | 9.1  | 9.0  |
| Crude ash     | 1.3         | 7.6      | 5.9  | 6.1  |
| pH            | 6.10        | 6.25     | 7.75 | 7.77 |
| VBN(mg/100g)  | 12.2        | 13.6     | 40.1 | 33.5 |
| Yield(%)      | -           | 30.0     | 40.0 | 32.5 |

Products(A, B and C) are the same as shown in Fig. 1.

Table 4. Emulsifying properties and water holding capacity of sardine protein concentrates

| Products | Emulsifying property |               | Water holding capacity (%) |
|----------|----------------------|---------------|----------------------------|
|          | Activity (%)         | Stability (%) |                            |
| (C)      | 45.9                 | 44.3          | 170                        |
| (A)      | 48.7                 | 44.1          | 500                        |
| (B)      | 48.3                 | 33.5          | 530                        |

Legends are the same as shown in Fig. 1.

3) 포말성 및 포말안정성: 계란 알부민을 비교 단백질로 하여 정어리 농축 단백질의 포말성을 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 포말성은 에탄올추출

Table 5. Foaming properties of sardine protein concentrates and egg albumin

| Products    | Wt. after whipping (g) | Vol. after whipping (ml) | Vol. increased (%) | Specific Vol. (ml/g) | Vol. by standing time at 23°C(ml) |     |     |     |     |     |      |      |      |  |
|-------------|------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|--|
|             |                        |                          |                    |                      | 0.5*                              | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 4.0 | 8.0 | 12.0 | 24.0 | 36.0 |  |
| Egg albumin | 46.5                   | 95.0                     | 90                 | 2.0                  | 93                                | 92  | 90  | 87  | 83  | 72  | 63   | 54   | 50   |  |
| (C)         | 47.7                   | 110.0                    | 120                | 2.3                  | 98                                | 92  | 88  | 85  | 80  | 75  | 65   | 62   | 50   |  |
| (A)         | 48.8                   | 72.0                     | 44                 | 1.5                  | 58                                | 56  | 53  | 50  | 50  | 50  | 50   | 50   | 50   |  |
| (B)         | 48.6                   | 60.0                     | 20                 | 1.2                  | 54                                | 52  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50   | 50   | 50   |  |

\* Standing time.

제품(C)가 120%로 계란 알부민의 90%보다 높았고, 가열처리제품(A) 및 (B)는 각각 44%, 20%로 상당히 낮았다. 포말안정성은 계란 알부민과 에탄올추출제품(C)의 경우 36시간 경과까지 안정하였고, 고온가압처리제품(A) 및 자숙처리제품(B)의 경우 1~2시간만에 거품이 소멸되었다. 이는 가열처리로 인한 열변성으로 용해도가 감소하였기 때문이라 생각되고, 가열 처리 제품간의 차이는 수용성 단백질의 함량 차이 때문이라 여겨진다.

4) 소화율: 단백질함량이 73.8~85.5% 정도인 정어리 농축 단백질의 영양성 평가의 한 기준으로서 pepsin에 의한 *in vitro* 소화율의 측정과 관능검사 결과를 Table 6에 나타내었다. 세 제품의 소화율은 78.0~79.2%로 거의 차이가 없었으나, 각각 소화물의 관능검사를 실시한 결과 고온가압처리제품(A)가 감칠맛이 느껴져 좋았고, 에탄올추출제품(C)는 쓴맛을 나타내었다.

Table 6. *In vitro* digestibility of sardine protein concentrates and taste of hydrolysates by pepsin

| Products | Digest(%)<br>(pH 2) | Sensory score* |           |
|----------|---------------------|----------------|-----------|
|          |                     | Bitter         | Broth     |
| (C)      | 79.2                | 2.73±0.90      | 1.09±0.30 |
| (A)      | 78.2                | 1.55±0.69      | 3.75±0.81 |
| (B)      | 78.0                | 1.64±0.55      | 2.27±0.90 |

\*; Mean ± standard deviation; 5, very strong; 4, strong; 3, middle; 2, weak; 1, no taste  
Legends are the same as shown in Fig. 1.

## 요 약

정어리를 비교적 간단한 방법으로 식품가공용 중간소재로 이용하기 위한 일련의 연구로서 정어리육을 채취하여 autoclave(121℃, 15Lbs)에서 처리한 다음 압착 및 알칼리용액을 분무시킨 후 이를 건조 및 분쇄하여 정어리 어육 농축 단백질을 제조하였다.

고온가압처리 시간은 121℃에서 1분, pH는 7.8로 하여 제조하는 것이 가장 적당하였다. 이렇게 제조된 제품의 단백질함량은 74.4%, 지방함량은 9.1%였다. 또한 수율은 40.0%로 자숙처리한 제품이나 에탄올을 처리한 제품보다 높았고, 유화성 및 보수력은 각각 48.7%, 50.0%였다. 포말성을 44%로 낮았으며, 포말안정성도 1~2시간으로 낮았다. 소화율은 78.2%로 자숙처리제품(B) 및 에탄올처리제품

(C)와 큰 차이가 없었으나, 소화된 성분의 관능검사 결과 고온가압처리제품(A)가 감칠맛이 가장 강한 것으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

水産年鑑. 1987. 韓國水産振興會, 184~185.  
 Lee, E. H., Oh, K. S., Ahn, C. B., Chung, Y. H., Kim, J. S. and Jee, S. K. 1986. Seasonal variation in lipids and fatty acid composition of sardine, *Sardinops melanosticta*. Korean J. Food Sci. Tech. 18(3), 245~248.  
 Ahn, C. B., Lee, E. H., Lee, T. H. and Oh, K. S. 1986. Quality comparison of canned and retort pouched sardine. Bull. Korean Fish. Soc. 19(3), 187~194.  
 李應昊. 1981. 정어리 · 고등어의 냉동고기물 加工技術. 食品技術, 20, 11~21.  
 Fujii, Y. 1984. Technology on processing of sardine and mackerel. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish, 31(2), 131~139.  
 李應昊 · 吳光秀 · 安昌範 · 李泰憲 · 鄭永勳. 1987. 냉동정어리 調味肉의 加工 및 貯藏中の 品質安定性. 韓國水産學會誌, 20(3), 191~201.  
 李應昊 · 池承吉 · 安昌範 · 金珍洙. 1988. 速成 정어리 간장 엑스분의 加工條件 및 呈味成分에 關한 研究. 韓國水産學會誌, 21(1), 57~66.  
 吳光秀 · 鄭富吉 · 金明贊 · 成洛珠 · 李應昊. 1988. 정어리 분말수우프의 加工. 韓國營養食糧學會誌, 17(2), 149~157.  
 Lee, E. H., Park, Y. H., Pyeun, J. H., Kim, S. K., Yang, S. T. and Song, Y. O. 1978. Studies on the processing and utilization of sardine protein concentrate. Bull. Korean Fish. Soc. 11(1), 25~37.  
 Lee, E. H. and Kim, S. K. 1979. Conditions for processing of meaty textured fish protein concentrate from Alaska pollack and mackerel. Bull. Korean Fish. Soc. 12(2), 103~111.  
 日本厚生省編. 1960. 食品衛生指針. I. 揮發性鹽氣窒素, pp. 30~32.  
 Spies, T. R. and D. C. Chamber. 1951. Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with their copper salt. J. Biol. Chem. 191, 787~797.  
 Montecalvo, J. Jr., S. M. Constantinides. and C. S.

- T. Yang. 1984. Optimization of processing parameters for the preparation of flounder flake protein products. *J. Food Sci.* 49, 172~176.
- Chung, C. H. and M. Toyomizu. 1976. Studies on browning of dehydrated food as a function of water activity. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 42(6), 697~702.
- Lin, M. J. Y., E. S. Humbert. and F. W. Sosulki. 1974. Certain functional properties of sunflower meal. *J. Food Sci.* 39, 368~371.
- Wang, J. C. and J. E. Kinsella. 1976. Functional properties of novel protein; Alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.* 41, 286~292.
- Sathe, S. E. and D. K. Salunkhe. 1981. Functional properties of the great northern bean protein; Emulsion, foaming, viscosity and gelation properties. *J. Food Sci.* 46, 71.
- Yamashita, M., S. Arai, S. Kokubo., K. Aso. and M. Fujimaki. 1975. Synthesis and characterization of a glutamic acid enriched plastein with greater solubility. *Agr. Food Chem.* 23, 27.
- Dawson, L. E. and R. Garter. 1983. Lipid oxidation in mechanically deboned poultry. *Food Tech.* 37, 112.
- Iso, N., H. Mizuno., T. Saito., Z. Wang. and M. Narita. 1986. The changes in the rheological properties of fish meats during treatment at high temperatures. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 52(6), 1055~1059.
- 鈴木たね子. 1979. 魚肉タンパクの新しい加工技術, 冷凍, 54(615), 19~28.
- Morrissey, P. A., D. M. Mulvihill. and E. M. O' Neill. 1987. Functional properties of muscle proteins. In "Developments in Food Protein-5", Ed. B. J. F. Hudson, pp. 233~239. Elsevier Applied Science Pub. London and New York.

1991년 2월 18일 접수

1991년 3월 14일 수리