

가자미피(皮) 젤라틴 제조를 위한 전처리 방법의 검토

강태중 · 전유진* · 김세권* · 송대진**

여수수산대학 식품공학과 · *부산수산대학교 화학과 · **제주대학교 식품공학과

Investigation of Pretreatment Method for Gelatin Preparation from Flounder Skin

Tae-Jung KANG · You-Jin JEON* · Se-Kwon KIM* and Dae-Jin SONG**

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Yeosu, Yeosu 550-749, Korea

*Department of Chemistry, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

**Department of Food Science and Technology, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

In order to reduce long preparing time for alkali pretreated B-type gelatin, enzyme pretreatment was tried on flounder(*Limanda aspera*) skin for E-type gelatin.

The optimal extraction conditions of the B-type gelatin were 9 folds of added water with material(w/w), 3 hrs of extraction time, 60°C of extraction temperature and pH 5. The maximum amount of E-type gelatin was extracted at 60°C for 3 hrs using water controlled to pH 6.0(material : water=1 : 9, w/w). The yields of the B- and E-type gelatin were 64.2 % and 59.2%, respectively. The B-type was superior to the E-type in physical properties such as jelly strength, viscosity and electric conductivity. Molecular weight of B-type was so far larger than that of the E-type due to different pretreatment method. Hydrolysis ratio of the E-type was higher than that of the B-type because of its molecular weight.

Results suggest that B-type product would be better than E-type as fish skin gelatin but E-type was desirable in hydrolyzate preparation.

서 론

동물의 뼈나 피부 등을 이루고 있는 섬유상 단백질인 콜라겐을 가열추출하면 아교 또는 젤라틴이 얻어지며 이들은 주로 type I 콜라겐으로 제조된다(Nishio와 Hayashi, 1987). 현재 각 산업분야에서 많이 이용되고 있는 젤라틴은 주로 육상동물 콜라겐으로 제조된 것이고 어류의 뼈나 껍질로 제조된 젤라틴, 특히 어교(魚膠)는 잘 사용되고 있지 않다. 그 이유를 예를 들어 보면, 상어피는 우피(牛皮)에 비하여 콜라겐의 함량이 낮고, 불순 단백질도 많으며 proline과 hydroxyproline의 함량이 적

어서 내열성이 낮고 겔화력도 약하기 때문이다(浜田, 1990). 이러한 이유로 인하여 국내에서도 어피를 이용하여 어교나 젤라틴 제조에 관한 연구는 이등(1977, 1978)과 김(1968, 1972)에 의하여 보고된 몇 가지에 불과하다.

우리나라에서는 수산물의 가공시 부산물로 얻어지는 약 30만톤의 어피가 일부 사료 또는 비료로 이용되거나 대부분 폐기되어 환경오염을 야기시키고 있으므로 보다 효율적인 어피(魚皮) 이용에 관한 연구가 절실히 요망되는 실정이다. 어피 단백질 중 80% 정도 차지하고 있는 콜라겐은 열수추출법을 통하여 젤라틴으로 쉽게 추출이 가능하지만 젤

라틴을 추출하기 전에 어피에 함유되어 있는 비콜라겐 단백질과 불순물을 제거하기 위하여 전처리 단계가 필요하다. 이 전처리는 일반적으로 산 처리법(A-type)과 알칼리 처리법(B-type)으로 구별되어 있다. 전자는 가교결합이 적은 돼지피에, 후자는 가교결합이 많은 우피에 이용되고 있으며, 전처리 과정이 진행되는 동안 가교결합이 파괴되고 펩티드 사슬의 일부가 분해된다(Hinterwalder, 1977). 이러한 두 전처리 방법은 처리시간이 6~20주 정도 소요되는 결점이 있으나(Petersen, 1981) 효소를 이용하여 전처리하면 이를 개선할 수 있다. 따라서 본 실험에서는 종래의 방법중 B-type과 효소를 이용하는 방법(이하 E-type이라 명명함)으로 가자미 겹질을 전처리하여 젤라틴을 제조한 후 물성, 분자량, 아미노산 조성 및 가수분해율 등을 비교, 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

본 실험에서는 사용된 가자미(*Limanda aspera*) 겹질은 부산시 사하구 장림동 소재 대경수산(주)에서 구입하여 흐르는 물(15℃)에 1일간 침지하여 수세한 후 차가운 물로 5회 세척하고 cheesecloth로 여과한 다음 동결(-60℃)에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

2. 방 법

1) 어피 전처리

알칼리 처리법(B-type)과 효소 처리법(E-type)의 두가지 방법으로 구별하여 실시하였으며 그 조건은 다음과 같다. 즉, B-type은 0.3% Ca(OH)₂용액 100ml에 어피 10g(dry basis)을 2℃에서 24시간 동안 침지한 후 흐르는 물에 세척하여 그 세척액의 pH가 약 7.0이 될 때까지 수세하였다. E-type은 증류수 100ml에 어피 10g을 넣고 효소(Alcalase 0.6L)를 가하고(기질 : 효소 = 1,000 : 1, w/w) pH를 8.0으로 조절한 후 20℃에서 1시간 동안 침지한 후 효소의 불활성화를 위하여 pH 3.5의 증류수로 5회 세척하였다.

2) 젤라틴 제조

침가수량, 추출시간, 추출온도 및 추출용액의 pH 등을 변화시켜 구명된 최적조건 하에서 추출된 젤라틴 용액을 원심분리(13,000×g, 10min)하여 상층액만을 여과(Whatman No. 1)한 후 활성탄으로 탈취하였다. 이 용액을 양이온교환수지(Duolite C

26)와 음이온교환수지(Duolite A 162)로 정제한 다음 열풍건조(37℃, 5일간)하여 B-type 및 E-type 제품을 제조하였다(Fig. 1).

3) 일반성분 및 무기질 함량 측정

수분은 상압건조법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법, 그리고 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 측정하였다. 무기질 함량은 시료 2g에 황산 10ml를 넣고 가열하여 분해시킨 후 질산용액을 백색연기가 날 때까지 첨가한 다음 그 용액을 50ml로 정용하여 ICP 분광광도계(SPS 1200A plasma spectrometer SII)로 측정하였다.

4) 젤라틴의 물리적 성질

① 응고점과 용점 : 응고점과 용점의 측정은 일본공업규격(JIS) K 8004(1973)에 따라 측정하였다. 응고점은 각 시료의 10% 수용액 50ml을 만들어진도계와 함께 비이커(직경 : 4.5cm, 높이 : 6cm)에 넣은 것을 예상한 응고점보다 5℃ 낮은 온도의 물을 채운 수조에 넣고 온도가 1분 동안 일정하게 유지되는 점을 응고점으로 하였다. 용점은 응고점 측정이 끝난 후 젤화된 시료의 표면에 모세관을 부착시켜 2분간 1℃씩 수조의 온도를 상승시켰을 때 젤이 녹아서 그 용액이 모세관을 타고 올라갈 때의 온도를 측정하여 용점으로 하였다.

② 점도와 jelly 강도 : 점도와 jelly 강도는 일본공업규격(JIS) K 6503(1970)에 따라서 실시하였다. 점도는 각 시료 7.5g을 물 100ml에 넣고 30분간 팽윤시킨 후 60℃에서 Ostwald 점도계로 물의 점도와 비교하여 상대점도를 측정하였다. Jelly 강도는 점도측정에 사용된 용액을 10℃에서 17시간 동안 냉각시켜 젤화시킨 후 직경 4.5cm, 높이 2.5cm되는 원주형으로 하여 rheometer(SUN rheometer, model SD-406) 기기장치의 시료대 위에 얹고 구의 직경이 5mm되는 plunger가 겹속을 5mm 깊이로 들어갈 때의 강도를 측정하여 g으로 표시하였다.

③ 등전점 : Hayashi 등(1990)의 방법에 따라 Amberlite IRA-400 음이온 수지 20ml와 IR-120 Plus 양이온 수지 10ml를 1% 시료용액 100ml에 첨가하여 20분간 교반하였다. 이 혼합용액을 원심분리(3,000×g, 5분)하여 수지를 제거한 다음 상층액의 pH를 측정하여 등전점으로 하였다.

④ 탁도 및 전기전도도 : 일본위생시험법 주해(1980)에 따라서 kaolin으로 표준용액을 제조하여 검량선을 작성하고 시료용액 0.1%를 660nm에서 분광광도계(PYE unicam UV/Vis spectrophotometer, PHILIPS Co.)로 흡광도를 측정한 후 검량선으로부터 탁도를 계산하였다. 탁도는 1l의 물속에 1mg kaolin을 함유한 것을 말하며 ppm 단위로서

가자미피(皮) 젤라틴 제조를 위한 전처리 방법의 검토

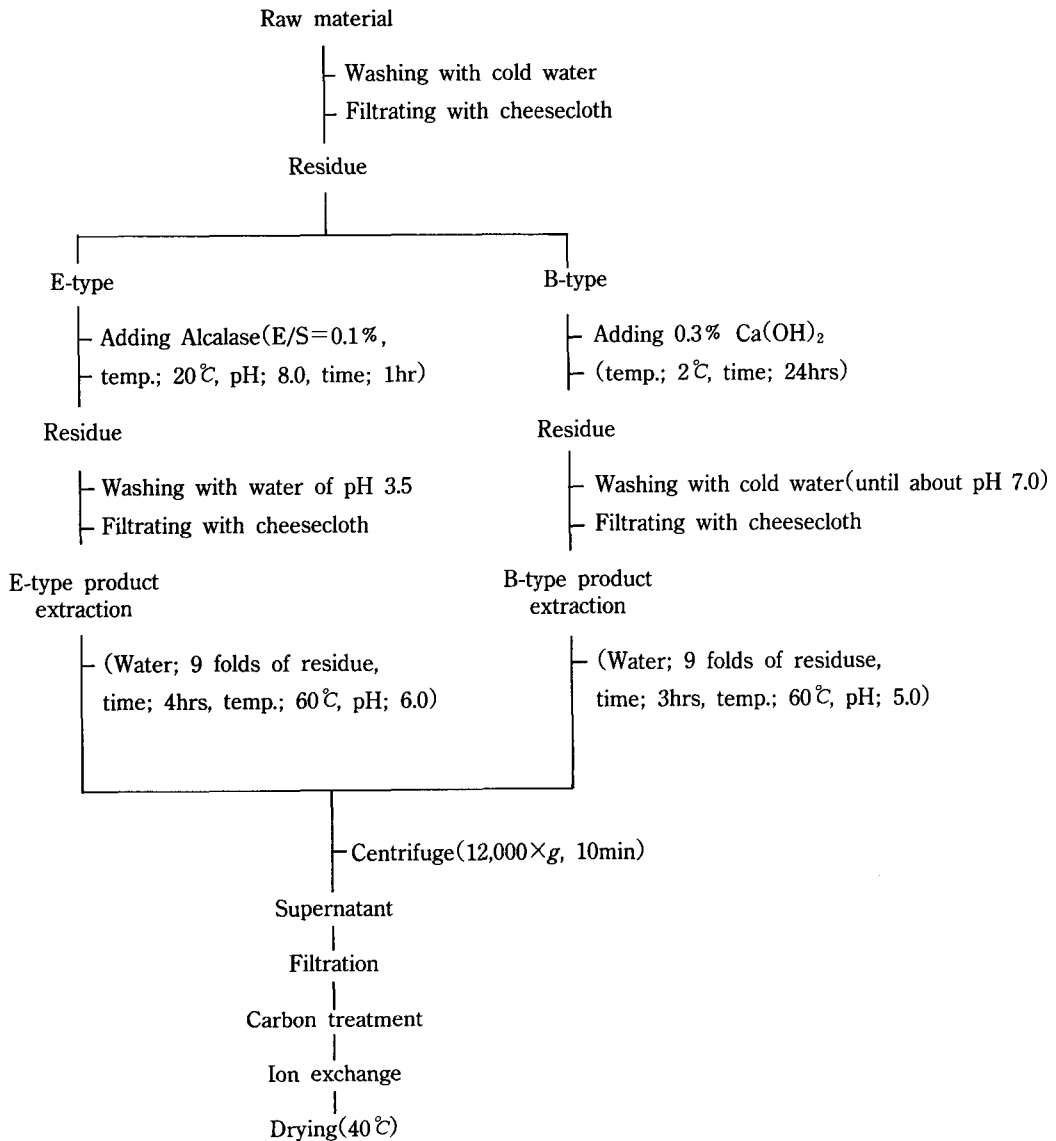


Fig. 1. Procedure for extraction of B- and E-type product from flounder skin.

나타내었다. 전기전도도는 각각의 시료를 탈이온수에 녹여서 1% 수용액 50ml를 만들어 20°C에서 30분간 방치한 후 conductivity meter(Metrohm Ltd.)로 측정하였다. 전기전도도, $\kappa(mho)$ 를 구하는 식은 $\kappa(mho/cm) = (1/R) \times (L/S)$ 이다. 여기서 R은 저항(Ω), S는 도체의 단면적(cm^2) 그리고 L은 도체간의 길이(cm)이다.

5) 분자량 측정

제조된 B-type과 E-type 제품의 분자량 측정은 Weber와 Osborn(1969)의 측정방법에 따라 SDS-

polyacrylamide gel electrophoresis(SDS-PAGE)를 이용하여 분자량을 측정하였다. 5%의 polyacrylamide gel 농도로 pH 7.0에서 각 시료당 8mA의 전류를 8시간 동안 통전시켰고, 고정액(메탄올 : 빙초산 : 물 = 400ml : 70ml : 530ml)과 염색액(고정액 500ml 속에 Coomassie brilliant blue 1.25g) 및 탈색액(메탄올 50ml와 빙초산 75ml를 1로 정용)에 차례로 넣어서 marker protein과 비교하여 분자량을 측정하였다. Marker protein은 carbonic anhydrase(29 KDa), bovine serum albumin(66KDa), alcohol

dehydrogenase(150KDa), β -amylase(200KDa) 및 apoferritin(443KDa) 등을 사용하였다.

6) 아미노산 분석

아미노산 조성 분석은 시료 50mg을 정평하여 6N HCl로 산가수분해하여 아미노산 자동분석기(日本 Hitachi Co.)로 분석하였다. 그리고 hydroxyproline 함량은 Edwards와 O'Brien(1980)의 방법을 다소 수정하여 정량하였다. 즉, 각 시료 50mg을 정평하여 ampoule에 넣고 6N HCl 5ml를 가하여 진공 밀봉한 다음 120℃에서 24시간 동안 가수분해시켰다. 이 가수분해물을 여과한 후, 그 여액을 50℃에서 감압, 건조한 다음 citrate buffer(pH 6.0~6.5)로 50ml 정용하였다. 이 용액을 200배 희석하여 2ml 취하고 여기에 Chloramine-T(0.05M) 1ml와 aldehyde-perchloric acid 1ml를 가하고 60℃에서 15분간 반응시킨 후, 차가운 물에 냉각한 다음 550nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하여 hydroxyproline standard 용액으로 작성된 검량곡선에 의하여 시료 중의 hydroxyproline 함량을 구하였다.

7) B-type과 E-type제품의 가수분해율 측정

가수분해율 측정은 강 등(1992)의 가수분해조건에 따라 "in vitro"법을 실시하였다. 각 시료 2g에 증류수를 50ml 가하여 30분 동안 팽윤시킨 다음 55℃에서 1시간 동안 가열하여 완전히 녹인 후 증류수로 100ml 용액을 만들고 trypsin 2mg(E/S=0.1%)을 가하여 pH 9.0으로 조절한 다음 55℃에서 4시간 동안 분해하였다. 반응 중 pH는 자동조절기에 의하여 pH 9.0로 일정하게 유지되도록 하였다. 반응 후 가수분해물에 20% TCA 용액과 같은 양을 가하여 혼합한 후 원심분리(4,000×g, 5min)한 다음 상층액의 가용성 질소량과 시료의 총질소량을 semi-micro Kjeldahl법으로 정량하여 아래식으로 가수분해율을 측정하였다.

$$\text{가수분해율} = (\text{10\% TCA 가용성 질소량} / \text{총질소량}) \times 100$$

결과 및 고찰

1. 젤라틴 추출 조건

1) 첨가수량: 원료어피를 효소와 알칼리 용액으로 전처리한 시료 10g에 물을 7~14배까지 첨가한 후 1N NaOH와 HCl을 사용하여 pH를 7.0으로 조절한 다음 50℃에서 4시간 동안 추출하였을 때 수율은 Fig. 2와 같다. B-type과 E-type은 모두 다 첨가수량이 기질 어피의 9배까지는 수율의 증가를 보였지만 그 이상에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

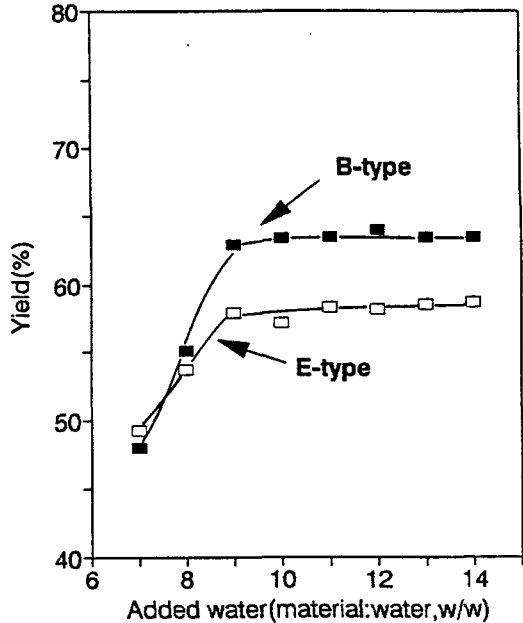


Fig. 2. Influence of added water volume on the yield (%) of B- and E-type product from flounder skin(B-type was prepared by alkali pretreatment and E-type Alcalase pretreatment).

Brody(1965)는 시료량과 같은 양의 물을 가하여 추출하는 것이 좋다고 하였고, 이 등(1977)은 명태 피교(皮膠) 제조시에는 3배, 말쥐치 피교 제조시에는 5배 가량의 물을 첨가하는 것이 가장 좋다고 보고한 바 있다. 본 실험의 경우 최적첨가수량은 어피의 9배 정도로 상당히 많았는데 이는 본 실험에 사용된 원료어피가 전처리 후 동결건조되어 수분함량이 12%로 낮았기 때문이라 생각된다.

2) 추출시간: 앞의 결과에 따라 각 시료 10g에 9배 가량의 물을 첨가한 후 pH를 7.0으로 조절하여 50℃에서 추출시간을 1~7시간까지는 변화시켰을 때의 수율은 Fig. 3과 같다. B-type는 3시간 동안, 그리고 E-type는 4시간 동안 추출한 수율이 각각 64.5%, 57.2%이었으며 그 이상의 시간이 경과하여도 수율의 증가폭은 뚜렷하지 않았다. 이 등(1978)도 피교(皮膠)의 추출에서 봉장어피는 4시간, 먹장어피는 3시간 동안 각각 추출한 것이 가장 좋은 수율을 얻었으며 그 이상의 시간에서는 큰 변화가 없었다고 보고하였다.

3) 추출온도: 앞의 결과에 따라 각각 10g의 어피 시료에 첨가수량 9배, pH 7.0으로 조절하여 40~90℃까지 온도의 변화를 주며 B-type는 3시간, E-type는 4시간 동안 각각 추출하여 수율을 Fig. 4에 나타내었다. B-type과 E-type 모두 60℃에서 각

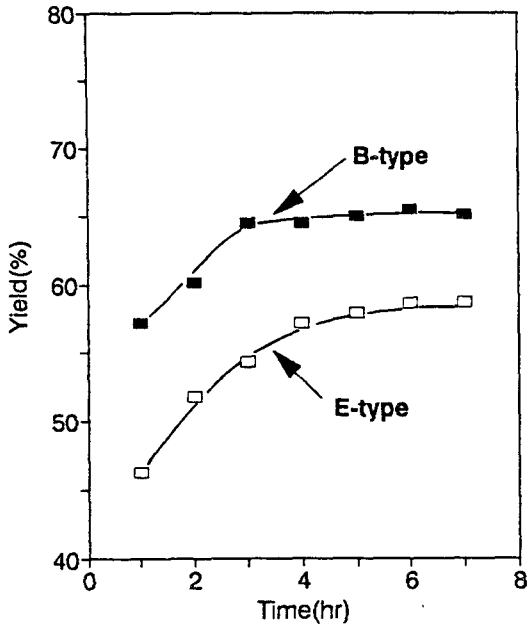


Fig. 3. Influence of extraction time on the yield (%) of B- and E-type product from flounder skin.

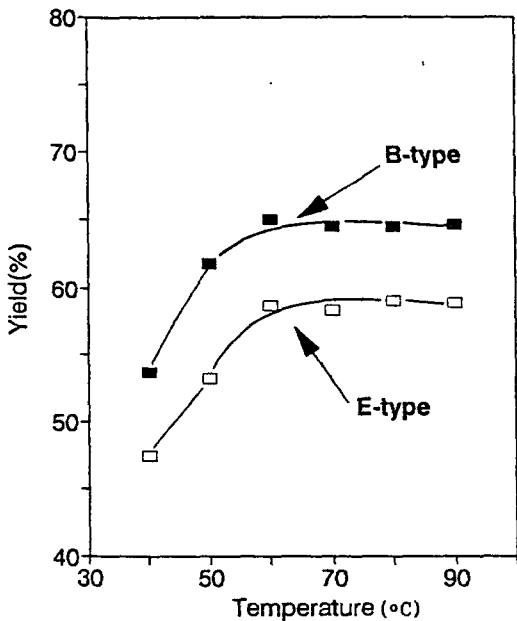


Fig. 4. Influence of extraction temperature on the yield (%) of B- and E-type product from flounder skin.

각 65.0%와 58.7%의 수율을 나타내었으며 온도가 그 이상에서도 수율은 더 이상 증가하지 않았다. 浜田(1990)는 상어피의 젤라틴 추출에서 온도가

증가할 수록 수율이 증가한다고 보고하였으나 Hinterwaldner(1977)는 온도를 너무 높이면 겔형성을 떨어지게 된다고 하였는데, 60℃ 이상에서 가자미 피교를 추출하면 콜라겐의 조직이 수축되어 helix 구조가 파괴되고 수소결합과 같은 결합력이 붕괴됨으로서 콜라겐의 변성에 의한 "soluble" 젤라틴이 생성되어 더 이상의 수율이 증가되지 않았던 것으로 생각되었다(Johns와 Courts, 1977).

4) 추출용액의 pH: 위의 결과에 따라 각 시료 10g에 시료의 9배 가량의 물을 첨가하여 pH를 3~10까지 변화시켜 온도 60℃에서 B-type는 3시간, E-type는 4시간 동안 각각 추출하여 나타낸 수율은 Fig. 5와 같다. B-type은 pH 5.0에서, 그리고 E-type은 pH 6.0에서 각각 높은 수율을 얻었으나 알칼리 영역에서는 감소하였으며, 이 부근에서 제조된 제품에는 물에 녹지 않는 비젤라틴 물질이 다소 함유되어 있었다. 이 결과는 Baier와 Zisman(1975)이 A-type은 산성에서, B-type은 중성~약산성 범위에서 추출된다는 보고와 日本藥局方解説書(1976)의 젤라틴 추출 범위는 pH 5.0~6.0이라는 사실과 일치하였다.

이상의 결과를 종합하여 보면, 최적 추출조건은 B-type 제품의 경우 첨가수량은 시료의 9배, pH 5.0 및 60℃, 3시간이었으며, E-type 제품의 경우 첨가

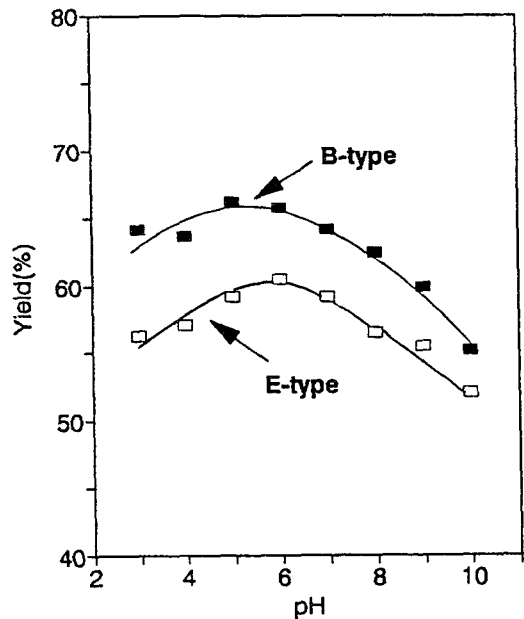


Fig. 5. Influence of extraction solution pH on the yield (%) of B- and E-type product from flounder skin.

수량은 시료의 9배, pH 6.0 및 60℃, 4시간이었다. 이때의 수율은 B-type이 64.2%로 E-type의 59.2%보다 5% 높았다.

2. 일반성분 및 무기질 함량

젤라틴 시료의 일반성분 및 무기질 함량은 Table 1과 같다. 단백질 함량은 dry basis를 기준으로 하여 볼 때, B-type과 E-type이 각각 99.3%와 99.1%로서 시판 젤라틴(경기 젤라틴 LTD.)의 97.8%보다 약간 높았으며 수분 함량은 시판 젤라틴이 11.8%로서 상당히 높았다. 지방 함량은 B-type 제품은 낮았으나 E-type과 시판 젤라틴은 조금 높았으며 회분 함량은 제조된 두 제품 모두 0.4%로서 상당히 낮은 함량을 보였다.

무기질 함량은 땅간이 다른 무기질보다 다소 많게 검출되었는데, 그중 시판 젤라틴이 가장 많이 검출되었으며 카드뮴, 비소 및 망간 등은 제조된 젤라틴 제품에 검출되지 않거나 극미량 함유되어 있었다.

3. 젤라틴의 물리적 성질

제조된 시제품의 응고점, 용점, 점도, jelly 강도, 등전점, 탁도 및 전기전도도를 측정된 결과를 Table 2에 나타내었다. 젤라틴은 찬물에서 30분 정도 팽윤시킨 후, 50~60℃에서 용해시키면 균질한 젤라틴 수용액(渡瀨와 西成, 1984)이 되며 그 수용액은 농도가 충분히 높을 때 또는 낮은 온도에서 gel을 형성하며 유동성을 잃게 되고(Hayashi와 Oh, 1983)이 gel은 다시 온도를 상승시킴으로서 sol로 변화하게 되는데, 이와 같이 온도의 변화에 의해 gel ⇌ sol의 가역적 변화에 대한 측정값을 응고점과 용점으로 표시하였다. 본 시제품의 응고점과 용점은 B-type이 각각 7℃와 17℃로서 E-type보다 높았지만 시판 젤라틴보다는 낮았다. 점도는 B-type이 3.48cps로서 시판 젤라틴보다 높았으나 E-type은 0.84cps로서 훨씬 낮았다. 일반적인 젤라틴의 점도 범위는 2.0~7.5cps 정도이다(Kinsella, 1983). Jelly

강도는 시판 젤라틴이 104g인데 비하여 B-type은 49g이고 E-type는 겔이 형성되지 않아서 측정하지 못하였다. Petersen 등(1981)은 소의 뼈와 가죽에서 젤라틴의 추출은 알칼리로 처리하는 것보다 효소로 처리하는 것이 훨씬 시간이 단축되는 반면에, 물성의 차이는 없는 것으로 보고하였지만 본 실험에서 사용한 어피의 경우는 효소에 의한 전처리 과정에서 많은 분해로 인해 겔화가 일어나지 않는 것으로 짐작되며 이러한 이유로 젤라틴으로 사용하기에는 다소 문제가 있는 것으로 생각된다. 이러한 문제를 개선하기 위해서는 효소처리 시간이나 농도를 달리 해서 더욱 더 자세한 검토가 있어야 할 것으로 본다.

등전점은 B-type과 E-type이 각각 pH 4.95와 5.38로 측정되었는데, 일반적인 B-type 젤라틴의 등전점인 pH 4.7~5.0의 범위와(식품첨가물 공전, 1988) 일치하였지만 효소로 처리하여 얻은 것은 이 범위를 벗어났다. B-type 제품의 등전점이 낮은 것은 알칼리로 전처리되는 과정에서 아미노산 중의 glutamine과 asparagine의 아미드기가 카르복실기로 치환되기 때문이다(Eastoe 등, 1977).

탁도는 B-type이 7.05ppm, E-type이 8.49ppm으로서 시판 젤라틴보다 불투명하였으며, 전기전도도는 B-type과 E-type이 각각 2.1과 57.1μmho/cm로서 시

Table 2. Physical properties for B- and E-type product

| Item | Market gelatin | B-type gelatin | E-type gelatin |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Setting point(℃) | 22 | 7 | 2 |
| Melting point(℃) | 25 | 17 | 4 |
| Jelly strength(g) | 104 | 49 | - |
| Viscosity(cps) | 2.60 | 3.48 | 0.84 |
| Isoelectric point | 4.40 | 4.95 | 5.38 |
| Turbidity(ppm) | 1.26 | 7.05 | 8.49 |
| Electric conductivity (μmho/cm) | 193.2 | 2.1 | 57.1 |

Table 1. Proximate compositions and mineral contents for B- and E-type product

| Products | Proximate composition(%) | | | | Mineral(ppm) | | | | |
|----------------|--------------------------|---------------|-----------|-----|--------------|-----|------|-------|----|
| | Moisture | Crude protein | Crude fat | Ash | Zn | Cd | Pb | Mn | Mg |
| Market gelatin | 11.8 | 86.3(97.8) | 1.4 | 1.2 | 1.68 | ND* | 0.30 | 95.69 | ND |
| B-type gelatin | 5.0 | 94.3(99.3) | 0.6 | 0.4 | 3.73 | ND | 0.04 | ND | ND |
| E-type gelatin | 4.5 | 94.6(99.1) | 1.1 | 0.4 | 9.19 | ND | 0.10 | 23.26 | ND |

* Non detected
Numbers in parentheses are dry basis

판 젤라틴의 193.2 $\mu\text{mho/cm}$ 보다 낮았는데, 이것은 무기질 함유량이 낮기 때문인 것으로 생각된다.

결과적으로 B-type은 시판 젤라틴보다 jelly 강도가 낮았으나 점도는 높았으며 활성탄과 이온 수지에 의한 정제로 인하여 무기질 함유량이 적어 전기전도도는 낮았다. 浜田(1990)은 이러한 어피 젤라틴의 추출중 농축과정에서 ethanol을 첨가하는 침전법을 이용한 결과 jelly 강도가 증가하였다고 보고한 바 있다.

4. 분자량

B-type과 E-type 제품의 분자량은 Fig. 6에 나타난 것과 같이 B-type은 대부분 66KDa 이상의 분자량을 가진 것으로 나타났으며 주요 분자량은 각각 200, 250, 450KDa이었다. E-type은 대부분 66KDa 이하의 분자량으로 분포되어 있으며 특정한 분자량을 가진 띠는 형성되지 않았다. 이러한 결과로 보면, 효소로 전처리하는 과정에서 효소의 작용으로 인하여 어피의 분해를 유발시켜 분자량의 감소가 일어났으며 이로 인하여 추출된 젤라틴은 그

물성이 현저하게 변화되어 E-type 제품이 겔화가 형성되지 않는 것으로 판단된다. Kinsella(1983)는 젤라틴의 분자량은 아주 다양하게 분포되어 있지만 대개 평균 분자량은 100KDa 부근이라고 보고한 바 있는데 이것에 비하면 B-type 제품의 분자량은 상당히 큰 것으로 판명되었다.

5. 아미노산 조성

B-type과 E-type의 아미노산 조성은 Table 3에 나타난 바와 같이 어피의 전처리 방법에 따른 차이가 거의 없었고 대부분 glycine, alanine, glutamic acid 및 imino acid(proline과 hydroxyproline)로 이루어져 있었다. 이들 아미노산의 잔기수가 전체 아미노산 잔기수의 약 70% 정도 차지하고 있었고, 이중 imino acid의 함량은 15% 정도이었다. Imino acid는 콜라겐 단백질에만 특이하게 많이 분포되어 있는 것으로서 이것의 함량은 콜라겐의 열안정성과 분자구조, 그리고 콜라겐의 변성온도에 비례하는 것으로 알려져 있다(김 등, 1986). 또 浜田(1990)은 imino acid의 함량이 낮으면 젤라틴의 gelling

Table 3. Amino acid analysis for B- and E-type product

| Amino acid | B-type | | E-type | |
|------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | (g-A.A./100g-protein) | (A.A. residues /1000 residues) | (g-A.A./100g-protein) | (A.A. residues /1000 residues) |
| Asp | 6.28 | 50.84 | 6.37 | 51.73 |
| Thr | 2.50 | 22.57 | 2.60 | 23.62 |
| Ser | 6.38 | 64.77 | 6.24 | 64.17 |
| Glu | 10.05 | 73.56 | 10.07 | 74.00 |
| Gly | 24.71 | 354.57 | 24.43 | 351.70 |
| Ala | 9.61 | 116.22 | 9.53 | 115.69 |
| Cys | 0.47 | 4.15 | 0.43 | 1.95 |
| Val | 1.93 | 17.70 | 2.06 | 18.95 |
| Met | 1.86 | 13.43 | 1.84 | 13.33 |
| Ile | 1.03 | 8.46 | 1.12 | 9.23 |
| Leu | 2.37 | 19.45 | 2.52 | 20.76 |
| Tyr | 0.43 | 2.56 | 0.34 | 2.03 |
| Phe | 2.16 | 14.05 | 2.15 | 14.08 |
| Lys | 3.92 | 28.86 | 4.20 | 31.01 |
| His | 0.73 | 5.04 | 0.73 | 5.05 |
| Arg | 8.46 | 52.33 | 8.39 | 52.02 |
| Pro | 9.08 | 84.89 | 9.19 | 86.32 |
| Hyp | 8.10 | 66.54 | 7.81 | 64.35 |

※ A.A.: Amino acid

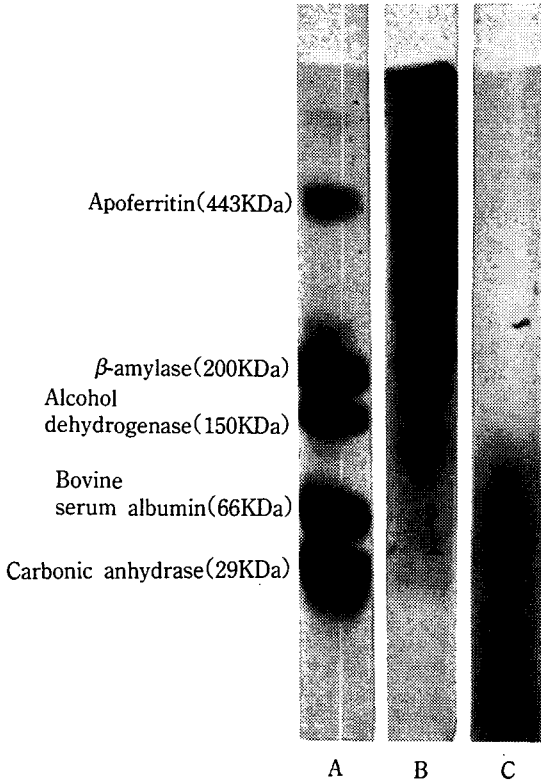


Fig. 6. SDS-polyacrylamide gel electrophoresis(PAGE) for B- and E-type product was carried out at pH 7.0 by 8mA per each sample and in 5% concentration of polyacrylamide gel for 6hrs. A; Marker protein, B; B-type product, C; E-type product

capacity가 떨어진다고 하였다. Eastoe와 Leach(1977)는 척추동물에서 추출한 젤라틴의 hydroxyproline과 proline의 함량비는 대개 1 : 1.25로 일정하다고 보고하였으며 이것은 본 실험의 결과와 일치하였다.

6. B-type과 E-type 제품의 가수분해율 비교

기질농도를 2%로 하고 trypsin을 기질의 0.1% (W/W)가 되게 하여 첨가한 후 pH를 9.0로 조절하여 55℃에서 4시간 동안 가수분해시킨 가수분해물의 수율은 Fig. 7과 같다. B-type 제품은 30분까지는 가수분해율이 급격하게 증가하였지만, 이후 4시간까지는 증가폭이 감소하였다. E-type 제품도 30분까지 증가하였지만 그후 4시간까지는 완만하게 증가하였다. 가수분해율은 E-type이 B-type보다 30분까지는 25%, 그리고 4시간 후에는 10% 높았는데 이것은 E-type이 B-type보다 상대적으로 작은 분자

량을 가지고 있기 때문에 trypsin에 의해서 더 쉽게 분해되는 것으로 생각된다. 여기서 얻어진 각각의 가수분해물에 대한 분자량은 Laemmli(1970)의 방법으로 15% SDS-PAGE로 측정한 결과를 Fig. 8에 나타내었다. B-type 제품은 분자량이 25.0KDa~9.5 KDa의 범위였으며 주요 분자량은 13.2KDa이었다. E-type 제품의 분자량은 22.0KDa~7.5KDa의 범위였고 주요 분자량은 7.5KDa이었다. 이와 같이 E-type 제품은 가수분해 시간 30분까지 B-type 제품보다 매우 높은 가수분해율을 보였으며 4시간 동안 가수분해시킨 후의 가수분해물의 분자량도 낮기 때문에 젤라틴으로서의 이용보다는 어피 가수분해물을 생산하는 원료로서 이용하는 것이 매우 바람직할 것으로 생각된다. 김 등(1991)은 어피에서 젤라틴을 추출한 후 한외여과막 반응기를 이용하여 가수분해물을 제조하였으며 이러한 어피 가수분해물은 자체가 쓴 맛이 없어 식품산업에 응용하기 좋다고 보고하였다. 또, 앞으로는 어피의 가수분해물에서 특별한 생리활성을 갖는 펩티드의 개발도 가능할 것으로 생각된다.

결론 및 요약

어류가공시 부산물로 얻어지는 어피를 효율적으

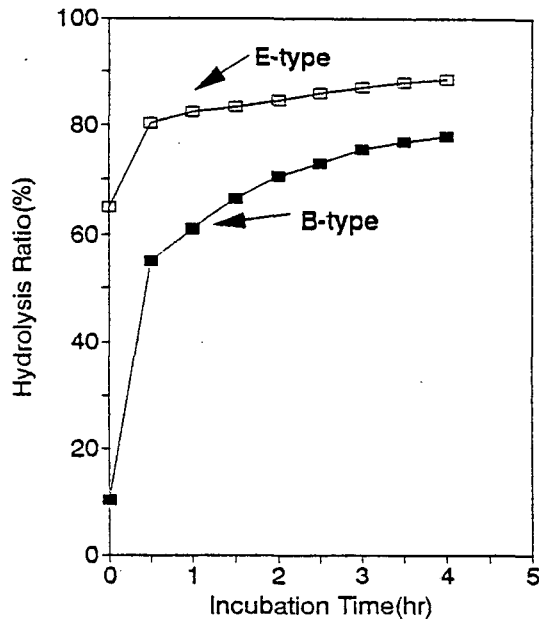


Fig. 7. Hydrolysis ratio on time change for B- and E-type product by trypsin.

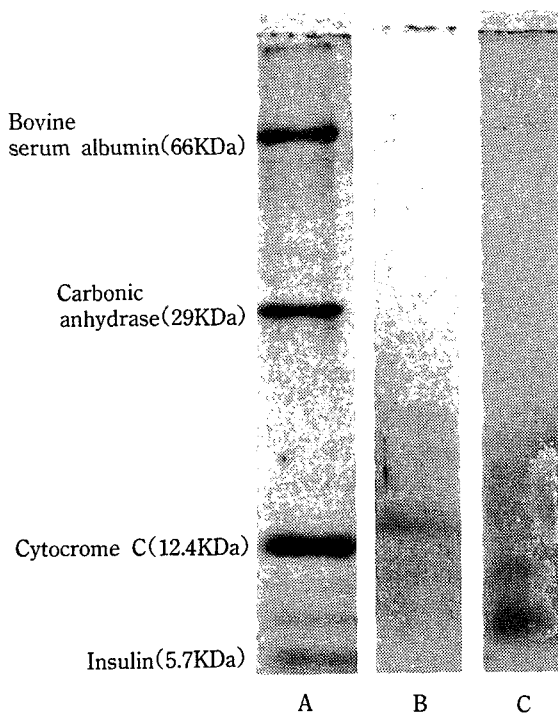


Fig. 8. SDS-polyacrylamide gel electrophoresis(PAGE) for B- and E-type product was carried out at pH 7.0 by 8mA per each sample and in 15% concentration of polyacrylamide gel for 12hrs. A; Marker protein, B; B-type hydrolysate, C; E-type hydrolysate

로 이용하고자 두가지 서로 다른 어피 전처리 방법을 통하여 B-type과 E-type 젤라틴을 시제하였다. 어피의 전처리 후 제품의 최적 추출조건은 첨가수량과 추출온도가 각각 9배와 60℃로서 두 제품 모두 같았으며, 추출시간은 E-type이 B-type보다 1시간 많은 4시간, 추출용액의 pH는 B-type과 E-type 각각 5.0과 6.0이었다. 위의 조건에 따른 최종 수율은 B-type이 E-type 제품보다 5% 많은 64.2%였다. 단백질 함량은 두 제품 모두 99% (dry basis) 정도로서 상당히 높았고 무기질 함량은 E-type이 23.26 ppm 정도의 망간을 함유하고 있을 뿐 대체로 검출되지 않았다. 물리적 성질은 B-type이 E-type보다 jelly 강도, 점도 및 전기전도도에서 우수하였으며, E-type은 겔화가 형성되지 않았다. B-type도 시판 젤라틴보다 점도는 높았으나 jelly 강도는 낮았다. 아미노산 조성은 대부분 glycine, alanine, glutamic acid 및 imino acid(proline과 hydroxyproline)로 이루어져 있으며 이들이 전체 아미노산 잔기수의 약 70% 차지하였다. B-type의 분자량은 대개 66KDa

이상이었고, E-type은 66KDa 이하이었으며 전처리 방법에 따라 분자량의 현격한 차이가 있었다. 또 이들 제품의 가수분해율을 비교한 결과, E-type은 반응시간 30분만에 가수분해율이 상당히 높았으며 B-type보다 훨씬 잘 분해되었다. 이상의 결과로 미루어 보아 어피를 젤라틴으로 이용시에는 B-type 제품을, 그리고 가수분해물 제조로 이용할 때에는 E-type 제품을 추출하여 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- Baier, R. E. and W. A. Zisman. 1975. Wetting properties of collagen and gelatin surfaces. In "Applied chemistry at protein interface" Ed. R. E. Baier. American Chemical society. pp. 155~174.
- Brody, J. 1965. Fishery by-product technology, AV 1, pp. 1~25.
- Eastoe, J. E. and A. A. Leach. 1977. Chemical constitution of gelatin, In "The science and technology of gelatin". Ed. Ward, A. G. and A. Courts. Academic press, pp. 73~107.
- Edwards, C. A. and W. K. O'brien, JR. 1980. Modified assay for determination of hydroxyproline in a tissue hydrolyzate. Clinica Chimica Acta, 104, 161~167.
- Hayashi, A. and S. C. Oh. 1983. Gelation of gelatin solution. Agric. Biol. Chem., 47(8), 1711~1716.
- Hayashi, R., Y. Kawamura, T. Ohtsuka and N. Itoh. 1990. Preparation of amidated gelatins and their physicochemical properties. Agric. Biol. Chem., 54(9), 2213~2218.
- Hinterwaldner, R. 1977. Raw materials. In "The science and technology of gelatin" Ed. Ward, A. G. and A. Courts. Academic press, pp. 295~314.
- Hinterwaldner, R. 1977. Technology of gelatin manufacture. In "The science and technology of gelatin" Ed. Ward, A. G. and A. Courts. Academic press, pp. 315~364.
- Johns, P. and A. Courts. 1977. Relationship between collagen and gelatin. In "The science and technology of gelatin" Ed. Ward, A. G. and A. Courts. Academic press, pp. 137~177.
- Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structural

- proteins during the assembly of the head of bacteriophage T₄. *Nature*, 227, 680~685.
- Kinsella, J. E. 1983. Functional properties of food proteins. In "Food science and technology: Present status and future direction" Ed. Mcloughlin, J. V. and B. M. Mckenna. Boole press. Vol., V. pp. 226~246.
- Nishio, T. and R. Hayashi. 1987. Modification of physical properties of gelatin by use of an immobilized protease in combination with molecular sieve. *J. of Food Sci.*, 52(2), 464~466.
- Petersen, B. R. 1981. "The impact of the enzymatic hydrolysis process on recovery and use of protein", *Enzymes and food processing*. Ed. Birch, G. and G. Blake. Applied science, 149~175.
- Weber, K. and M. Osborn. 1967. The reliability of molecular weight determinations by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. *J. of Biol. Chem.*, 244(16), 4406~4412.
- 渡瀬峰男と西成勝好. 1984. アシル化ゼラチン-アガロース 혼합ゲルのレオロジー的性質に與える pHの影響. *Nippon Shokahin Kogyo Gakkaishi*, 31(2), 777~782.
- 浜田盛承. 1990. サメ皮ゼラチンのゲル物性にぼす調製法の影響. *日本水産學會誌*, 56(4), 671~677.
- 日本藥局方解説書. 1976. 日本公定書協會(第9改正版), 廣川書店, 東京, pp. 493~496.
- 日本衛生試験法註解. 1980. 日本藥學會編. pp. 728~732.
- 試藥一般試験法. 1973. 日本工業規格(JIS), K 8004.
- 試藥一般試験法. 1970. 日本工業規格(JIS), K 6503.
- 김기현. 1972. 피등어 꿀뚜기로부터 젤라틴을 추출하는데 관한 연구. 부산대 논문집, 자연과학편, 9, 327~330.
- 김기현. 1968. 어피(복쟁이皮)로부터 젤라틴의 제법에 관한 연구. 부산대 논문집, 자연과학편, 14, 325~327.
- 강태중, 양현필, 김세권, 송대진. 1992. 효소를 이용한 가자미피 젤라틴 가수분해물의 제조. *한국영양식량학회지*, 21(2), 투고중.
- 김세권, 변희국, M. Cheryan. 1991. 한외여과막 반응기를 이용한 어피 젤라틴의 연속적 가수분해. *한국생물공학회지*, 6(3), 309~319.
- 김세권, 이용호, 강옥주, 권철성. 1986. 어패류의 조리, 가공과 Collagen. *냉동 공조공학*, 5(1), 5~30.
- 식품첨가물공전. 1988. 한국식품공업협회, pp. 358~359.
- 이용호, 김세권, 조덕제, 김진동, 스티버노, 김수현. 1978. 봉장어피 및 먹장어피를 이용한 피교의 가공조건과 제품의 성상. *한국수산학회지*, 11(4), 189~195.
- 이용호, 하진환, 허우덕. 1977. 명태피 및 말쥐치피를 이용한 어교의 최적가공조건과 품질에 대하여. *한국수산학회지*, 10(1), 1~9.

1992년 2월 17일 접수

1992년 3월 7일 수리