

알코올처리에 의한 각시가자미껍질 젤라틴의 기능성 개선

김진수·이응호*

통영수산전문대학 수산가공과, *부산수산대학교 식품공학과

Improvement on the Functional Properties of Gelatin Prepared from the Yellowfin Sole Skin by Precipitation with Ethanol

Jin-Soo Kim and Eung-Ho Lee*

Department of Fisheries Processing, Tong-yeong National Fisheries College,

*Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan

Abstract

With a view to utilizing effectively fish skin wastes from marine manufactory, a gelatin solution extracted from yellowfin sole skin was fractionated by precipitation with ethanol, and then the functional and physico-chemical properties for the fractionated gelatin were determined. Ethanol was added up to 50% of ethanol content to a gelatin solution extracted from yellowfin sole skin, then the mixture was left to stand at 0°C for 12 hours. Finally, the precipitates were dried by hot-air (40°C). The gel strength and melting point of a 10% gel of gelatin prepared from yellowfin sole skin by precipitation with ethanol has 322.4g and 23.3°C, respectively. The physico-chemical properties of the ethanol treated fish skin gelatin were superior to those of fish skin gelatin prepared without ethanol treatment. Besides, the functional properties of the ethanol treated gelatin were lower in solubility and higher in water holding capacity, oil binding capacity, emulsifying activity, emulsifying stability, foam expansion and foam stability than those of pork skin gelatin sold on market as well as gelatin prepared without ethanol treatment. It may be concluded, from these results, that the fish skin gelatin prepared by precipitation with ethanol can be effectively utilized as a human food by improving the functional properties.

Key words: gelatin prepared from yellowfin sole skin, physico-chemical property, functional property

서 론

근년 우리나라의 수산가공업은 각국의 강력한 자원 보호정책과 연근해 자원의 고갈로 심각한 국면에 처해 가능한 한 수산자원의 완전 식량화가 절실히다. 그래서 저자들은 전보⁽¹⁻³⁾에서 국내 수산가공공장에서 다량의 부산물이 발생하여 그대로 폐기되고 있는 각시가자미껍질을 보다 효율적으로 이용하기 위하여 식용 젤라틴의 추출 원료로 이용하려는 연구를 검토한 바 있으나, 어류껍질의 경우 가축껍질에 비하여 콜라겐함량이 적고, 젤라틴으로 제조하여도 물리적 특성 및 기능적 특성이 상당히 낮아, 젤라틴을 제조하여도 산업화 중간소재로 이용하기에는 부적절하다는 결론을 얻은 바 있다.

본 연구에서는 수산가공부산물인 어류껍질을 보다 효

율적으로 식품산업용 소재로 이용할 목적으로 각시가자미껍질로부터 추출한 젤라틴용액에 알코올을 가하여 탈수작용에 의한 단백질 분별침전으로 젤라틴의 분리 정제를 시도하였고, 아울러 본 연구에서 제조한 알코올 처리 젤라틴을 목적에 맞게 효율적으로 이용하기 위하여 기능적 특성에 대하여도 기존제품과 비교, 검토하였다.

재료 및 방법

젤라틴의 제조 및 수율의 측정

전보⁽³⁾에서 사용한 각시가자미(*Limanda aspera*)의 껍질을 해동한 후 1.5% 수산화칼슘용액(5°C)에 5일간 침지하고 다시 2일간 수세한 다음, 탈수침질에 대하여 6 배의 증류수를 가하여 50°C에서 3시간 동안 추출하였다. 추출용액은 원심분리(16,000×g, 5 min)하여 간암여과한 후 여액에 대하여 3%의 활성탄을 처리하여 탈색 및 탈취하였다. 에탄올 무처리 젤라틴의 경우 활성탄처리 젤라틴용액을 부피가 약 절반이 되도록 간암농축한 다음 농축액의 두께가 약 3~4 mm가 되도록 얇게 부어 열

Corresponding author: Jin-Soo Kim, Department of Fisheries Processing, Tong-yeong National Fisheries College, 445, Inpyeong-dong, Chungmu, Keyeongnam 650-160, Korea

풍건조(40°C)하여 제조하였고, 에탄올처리 젤라틴의 경우 활성탄처리 젤라틴용액에 적정농도의 에탄올을 가한 후 낮은 온도에서 일정시간동안 정치하여 젤라틴을 얇게 분별침전시켜, 침전된 젤라틴을 분리한 후 열풍건조(40°C)하여 제조하였다. 젤라틴의 수율은 추출에 사용한 탈수껍질의 무게에 대하여 얻어진 젤라틴의 무게의 상대비율(%)로 나타내었다.

일반성분, 중금속함량 및 색조의 측정

일반성분은 상법에 따라 즉 수분은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 회분은 전식회화법으로 측정하였다. 중금속의 함량은 FDA의 chemical procedures⁽⁴⁾에 의해 습식회화법으로 전처리를 하여 원자흡광분광도계(Hitachi model 208)로 쟁 등⁽⁵⁾의 분석조건에 따라 분석하였다. 색조는 젤라틴을 분쇄기로 분쇄한 후 이를 표준체(18 mesh)로 걸러서 통과한 것을 시료로 하였고 이의 일정량을 직시색차계(日本電色, ND-1001 DP)를 이용하여 흰색도 및 색차를 측정하였다.

등전점, 아미노산함량 및 소화율의 측정

등전점은 Hayashi와 Oh⁽⁶⁾의 방법에 따라 pH meter(Fisher model 630)로 측정하였고, 아미노산함량은 전보⁽¹⁾와 같은 방법으로 시료를 조제한 다음 아미노산자동분석계(LKB 4150-a)로 분석하였다. *In vitro*법에 의한 소화율의 측정은 Yamashita 등⁽⁷⁾의 방법에 따라 pH 2 또는 8로 조정한 1% 젤라틴용액에 단백분해효소(pepsin, pancreatin 및 chymotrypsin)를 각각 일정량씩 가하여 분해시킨 다음 TCA용액으로 제단백시키고 그 상층액의 가용성 질소를 측정하여 神立와 河口宏⁽⁸⁾의 방법으로 계산하였다.

물리적 특성의 측정

점도는 젤라틴을 잘 용해시킨 다음 원통형 회전점도계(Brookfield PV-11, spindle number 61, rpm 60, measuring temperature 60°C)로 측정하였다. 졸화온도는 조제한 시료용액 각 10 mL를 온도계와 함께 3개의 시험관(Φ 15 mm, l 178 mm)에 각각 가하고, 냉장고에서 12시간 동안 정치하여 젤화시킨 다음 젤에 약 1g의 magnetic stirrer bar를 얹은 후 2분당 1°C씩 승온시켜 젤이 녹아서 유동성으로 되어 bar가 침전하였을 때의 온도로 하였다. 젤화온도는 젤라틴용액을 3개의 시험관에 각각 일정량씩 가하여 시험관을 예상한 응고점보다 5°C 정도 높은 온도로 조정된 항온수조에 넣고, 일정시간마다 시험관을 인위적으로 기울여 젤의 유동상태를 살펴보고 유동성이 있는 경우 온도를 낮추어 최종적으로 젤 전체의 유동성이 없어질 때의 온도로 하였다. 젤강도는 조제한 시료용액 50 mL를 비이커에 넣고 냉장고에서 12시간동안 정치하여 젤을 조제한 다음 비이커로부터 분리한 젤을 岡田式 젤리강도기(plunger Φ 5 mm)를 이용하여 plunger가 젤

에 5 mm의 깊이로 삽입되었을 때의 물 무게로 하였다.

기능적 특성의 측정

표준체(18 mesh)로 거른 젤라틴을 이용하여 다음과 같은 방법으로 몇 가지 기능적 특성을 측정하였다. 용해도는 Yamashita 등⁽⁷⁾의 방법에 따라 젤라틴(0.5g)에 중류수를 가해 40 mL로 하여, 25°C에서 30분간 방치하고, 이를 60°C에서 10분 동안 진탕(60 stroke/min)한 후 원심분리(700×g, 15 min)하여 상층액의 가용성질소를 측정한 다음 전질소에 대한 가용성질소의 상대비율(%)로 나타내었다. 보수력 및 지방흡수력은 Lin 등⁽⁹⁾의 방법에 따라 1g의 젤라틴을 원심관(30 mm×110 mm)에 넣고, 보수력은 원심관에 중류수 50 mL를, 지방흡수력은 원심관에 대두유 10 mL를 각각 가하여 20°C에서 1시간동안 방치하면서 vortex mixer로 15분마다 5초간 교반하였다. 이를 원심분리(450×g, 20 min)하여 상층액을 제거하고, 원심관을 기울여 젤라틴에 흡수되지 않은 미량의 물과 기름을 여지상에 방치(30분)하여 제거하였다. 보수력은 건조시료의 무게에 대한 보수하여 증가한 무게의 상대비율(%)로 나타내었고, 지방흡수력은 시료 단위 g당 결합된 대두유의 mL로 나타내었다. 유화성과 유화안정성은 Wang과 Kinsella⁽¹⁰⁾의 방법에 따라 일정량의 젤라틴에 중류수(10 mL)를 가하여 실온에서 30분간 팽윤시킨 후 60°C에서 용해시켰다. 이어서 용액을 균질기(Ace homogenizer, AM-8)로 분산(5,000 rpm, 1 min)시킨 후 대두유(10 mL)를 가하여 균질화(15,000 rpm, 5 min)하였다. 생성된 유화액은 두 원심관에 나누어 넣고 유화성 및 유화안정성 측정용 시료로 하였다. 유화성은 시료를 원심분리(450×g, 15 min)하여 원심관 내의 총 내용물의 높이에 대한 유화된 층의 높이의 상대비율(%)로 나타내었다. 유화안정성은 유화액을 수조에서 가열(80°C, 30 min) 및 냉각(15°C)하여 원심분리(450×g, 15 min)한 다음 유화성의 계산방법과 같은 방법으로 계산하였다. 포말성 및 포말안정성은 Sathe와 Salunkle⁽¹¹⁾의 방법에 따라 2% 젤라틴용액을 균질기(Ace homogenizer, AM-8)로 교반(10,000 rpm, 5 min)시킨 후 메스실린더로 부피를 측정한 다음, 포말성은 최초부피에 대한 거품총의 부피의 상대비율(%)로 나타내었고, 포말안정성은 부피를 측정한 시료를 30분간 정치(25°C) 시켜 그 때의 부피를 측정하고 최초부피에 대한 30분동안 유지된 거품총 부피의 상대비율(%)로 나타내었다.

분자량의 측정

Laemmli의 방법⁽¹²⁾에 따라 SDS-분자량 표준단백질에 대하여 7.5% SDS-PAGE를 하여 SDS-분자량 표준단백질의 전기영동 이동도를 대조로 하고 SDS화한 젤라틴의 전기영동 이동도를 비교하여 분자량을 측정하였다. 분자량 결정을 위하여 사용된 Sigma제의 표준단백질은 전보⁽¹⁾와 같다.

Table 1. Influence of alcohols on physical properties, Hunter values and yield of the gelatin¹⁾ prepared from yellowfin sole skin by precipitation with ethanol

	None	Methanol	Ethanol	Propanol	Butanol
Gel strength(g)	244.6	322.1	314.8	300.2	289.4
Melting point(°C)	16.7	23.3	22.7	21.7	20.3
Gelling point(°C)	12.0	18.7	18.0	17.0	15.7
Viscosity(cps)	25.6	30.2	29.6	28.4	26.7
Hunter value ²⁾ b	2.7	2.0	1.8	1.5	1.5
Hunter value ²⁾ ΔE	17.9	17.1	16.1	14.7	13.4
Yield(g/100g)	21.6	12.4	16.0	17.5	19.2

¹⁾An yellowfin sole skin is limed with 1.5% calcium hydroxide solution at 5°C for 5 days, washed thoroughly with tap water, extracted with 6 times of water to dehydrate skin for 3 hours at 50°C, then bleached with 3% activated carbon. To prepare an alcohol treated gelatin, alcohol was added to the concentration of 50% in the decolorized gelatin solution, then these mixtures were left to stand for 12 hours at 5°C. Finally, the precipitates were dried by hot-air (40°C).

²⁾The gelatins used in the experiment are the powder passed through a sieve of 18 mesh

Table 2. Influence of ethanol concentrations on physical properties, Hunter values and yield of an extracted yellowfin sole skin gelatin¹⁾

	0%	30%	40%	50%	60%	70%
Gel strength(g)	244.6	355.4	338.4	314.8	294.6	285.5
Melting point(°C)	16.7	26.7	24.7	22.7	20.7	20.0
Gelling point(°C)	12.0	21.7	20.0	18.0	15.7	15.0
Viscosity(cps)	25.6	33.2	31.9	29.6	27.4	26.4*
Hunter value b	2.7	2.4	2.0	1.8	1.3	1.2
Hunter value ΔE	17.9	17.1	16.7	16.1	14.3	12.3
Yield(g/100g)	21.6	8.9	12.7	16.0	18.4	19.9

¹⁾A calculated volume of ethanol was added to the gelatin solution prepared under conditions commented in Table 1, then the mixture was left to stand at 5°C for 12 hours. Finally, the precipitates were dried by hot-air(40°C).

결과 및 고찰

알코올 처리조건의 검토

고품질의 젤라틴을 제조하기 위하여 각시가자미껍질로부터 전처리, 추출 및 탈색한 젤라틴 용액에 4종류의 알코올을 가하여 제조한 젤라틴의 물리적 특성, 색조 및 수율은 Table 1과 같다. 사용한 알코올의 종류에 관계 없이 알코올처리 젤라틴은 어취와 함께 연황색의 색마저 띠는 무처리 젤라틴에 비하여 이취를 느낄 수 없으며 색택도 거의 백색을 나타내었다^[13]. 그리고 알코올처리 젤라틴의 겔강도, 졸화온도, 겔화온도 및 점도는 각각 289.4~322.1g, 20.3~23.3°C, 15.5~18.7°C 및 26.7~30.2 cps로 이들의 값이 각각 244.6g, 16.7°C, 12.7°C 및 25.6 cps인 무처리 젤라틴에 비하여 물리적 특성이 개선되었다. 색조의 변화는 알코올에 의한 탈색효과와 건조시간의 단축에 의한 영향이라 생각된다^[14]. 수율은 알코올을 처리함으로써 고분자 획분의 젤라틴이 일부 분별침전에 의해 침전되나 저분자 획분의 일부는 알코올에 용해되어 알코올 세거시 함께 세거되어 알코올 처리 젤라틴이 알코올 무처리 젤라틴에 비하여 낮았다. 알코올처리한 젤라틴 간에는 탄소수가 적은 알코올로 제조한 젤라틴일

수록 저분자 획분의 침전율이 낮아 겔강도, 졸화온도 및 겔화온도가 높았고, 수율의 경우 낮았다^[15]. 메탄올로 처리한 젤라틴에 비하여 에탄올로 처리한 젤라틴이 물리적 특성은 낮았고, 색조는 진하였으나, 수율은 약 30% 높아, 젤라틴의 품질 및 수율을 동시에 고려한다면 처리 알코올로는 메탄올보다는 에탄올이 적절하였다.

추출 후 활성탄으로 탈색한 젤라틴용액에 최종농도가 각각 다르도록 에탄올을 가하여 침전시켜 제조한 젤라틴들의 겔강도, 졸화온도, 겔화온도, 점도, 색조 및 수율의 변화를 살펴 본 결과는 Table 2와 같다. 에탄올의 농도를 높여 재추출한 젤라틴일수록 겔강도, 졸화온도, 겔화온도 및 점도와 같은 물리적 특성과 황색도 및 색차와 같은 색조는 감소하는 경향이었고, 수율은 증가하는 경향이었다. 이러한 결과는 최종 에탄올농도가 낮게 되도록 하여 제조한 젤라틴일수록 대체로 분자량이 큰 획분들로 구성된 젤라틴이 침전하였기 때문이라 생각된다^[16]. 최종 에탄올농도가 30% 및 40%가 되도록 하여 제조한 젤라틴은 에탄올 무처리 젤라틴에 비하여 저분자 젤라틴획분들의 세거로 물리적 특성이 개선되었으나 수율은 각각 8.9% 및 12.7%로 낮았고, 최종 에탄올농도가 60% 및 70%가 되도록 가하여 제조한 젤라틴은 저분자 젤라틴

획분도 침전 회수되어 에탄올 무처리 젤라틴에 비하여 수율이 각각 18.4% 및 19.9%로 거의 차이가 없었지만 물리적 특성은 낮았다. 그러므로 젤라틴의 물리적 특성, 색조 및 수율을 함께 고려할 때 탈색한 젤라틴용액에 에탄올농도가 50%가 되도록 하여 분별침전처리 하는 것이 적합하다고 판단되었고, 이 때 젤라틴의 젤강도,

졸화온도, 갤화온도 및 점도는 각각 314.8g, 22.7°C, 18.0 °C 및 29.6 cps였고, 수율은 16.0%였다.

각시가자미껍질로부터 추출 및 탈색한 젤라틴용액에 최종농도가 50%가 되도록 에탄올을 가하고 온도를 달리하여 분별침전하여 제조한 젤라틴의 물리적 특성, 색조 및 수율은 Table 3과 같다. 분별침전 처리온도를 낮게

Table 3. Influence of further ethanol-precipitation temperature on physical properties, Hunter values and yield of an extracted yellowfin sole skin gelatin with 50% of ethanol content

	0°C	5°C	10°C	25°C
Gel strength(g)	322.4	314.8	307.7	272.4
Melting point(°C)	23.3	22.7	22.0	19.0
Gelling point(°C)	18.7	18.0	17.3	14.3
Viscosity(cps)	30.4	29.6	28.4	25.5
Hunter value b	1.8	1.8	2.0	2.3
Hunter value ΔE	15.9	16.1	16.4	17.2
Yield(g/100g)	15.8	16.0	16.0	15.7

Table 4. Influence of ethanol-precipitation time on physical properties, Hunter values and yield of an extracted yellowfin sole skin gelatin with 50% of ethanol content at 0°C

	6 h	12 h	18 h	24 h
Gel strength(g)	340.5	322.4	319.6	312.4
Melting point(°C)	24.7	23.3	23.3	23.0
Gelling point(°C)	20.0	18.7	18.3	18.0
Viscosity(cps)	32.0	30.4	29.7	29.6
Hunter value b	2.0	1.8	1.6	1.6
Hunter value ΔE	17.5	15.9	15.3	14.8
Yield(g/100g)	11.1	16.2	16.4	16.5

Table 5. Proximate composition, isoelectric point, heavy metal content, digestibility, physical properties, functional properties, Hunter values and yield of the gelatin prepared from yellowfin sole skin by precipitation with ethanol

	Control ¹⁾	Ethanol treated gelatin	Pork skin gelatin ²⁾
Moisture(%)	8.4	7.6	10.1
Protein(%)	89.8	91.6	87.6
Lipid(%)	0.8	0.1	1.0
Ash(%)	0.8	0.5	1.1
Isoelectric point	5.54	6.37	4.82
Cd(ppm)	— ³⁾	—	—
Heavy Pb(ppm)	0.27	0.29	0.38
metal Cu(ppm)	1.00	0.88	0.74
Zn(ppm)	1.03	0.90	0.58
Pepsin(pH 2.0)	82.6	80.9	76.5
IVD ⁴⁾ α-Chymotrypsin(pH 8.0)	78.4	77.6	79.4
Pancreatin(pH 8.0)	72.6	75.4	70.6
Gel strength(g)	244.6	322.4	382.4
Melting point(°C)	16.7	23.3	31.7
Gelling point(°C)	12.0	18.7	25.3
Viscosity(cps)	25.6	30.4	42.1
Solubility(%)	58.5	35.3	66.3
Water holding capacity(%)	178.4	370.9	308.4
Oil binding capacity(ml/g)	1.6	2.0	1.8
Emulsifying stability(%)	47.6	54.8	50.5
Foam expansion	3.22	3.40	3.14
Foam stability	2.26	2.42	0
Hunter value b	2.7	1.8	2.8
Hunter value ΔE	17.9	15.9	21.2
Yield(g/100g)	21.6	16.2	—

¹⁾The gelatin solution was extracted and decolorized under conditions commented in Table 1. The decolorized gelatin solution was evaporated, and finally, dried by hot-air(40°C).

²⁾The pork skin gelatin be sold on the market.

³⁾In vitro digestibility.

⁴⁾Not detected.

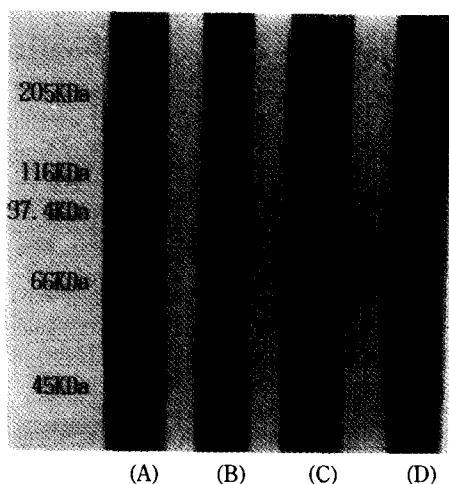


Fig. 1. SDS-polyacrylamide gel electrophoretic pattern of marker protein (A and C), control (B)¹⁾ and ethanol treated gelatin (D)

¹⁾Refer to the comment in Table 5.

하여 제조한 셀라틴일수록 물리적 특성은 우수하였는데, 수율은 거의 변화가 없어 에탄올처리에 의한 셀라틴의 제조시 분별처리 온도는 0°C 가 적절하였고 이렇게 처리한 셀라틴의 젤강도, 출화온도, 겔화온도, 색차 및 수율은 각각 322.4g, 23.3°C, 18.7°C, 15.9 및 15.8%이었다. 한편, 捩尾와 山下⁽¹⁷⁾는 알코올을 사용하여 단백질을 분별침전할 때, 유기용매에 의한 단백질의 변성을 적게 하기 위하여는 가능한한 저온에서 실시하여야 한다고 보고한 바 있다.

추출 및 탈색한 셀라틴용액에 최종농도가 50%로 되도록 에탄올을 가하고 0°C에서 시간을 달리하여 분별침전한 셀라틴의 물리적 특성 및 수율은 Table 4와 같다. 분별침전을 짧게 처리하여 제조한 셀라틴이 길게 처리하여 제조한 셀라틴보다 물리적 특성은 높았으나, 셀라틴의 분별침전이 완전히 이루어지지 않아 수율은 낮았다. 분별침전을 12시간동안 처리한 셀라틴의 경우 12시간 이상 처리한 셀라틴에 비하여 수율은 차이가 없었으나 물리적 특성은 우수하였고, 12시간 이하로 처리한 셀라틴에 비하여 물리적 특성은 낮았으나 수율은 약 46% 높아, 분별침전 시간은 12시간이 적절하리라 판단되었으며 이 때의 젤강도, 출화온도, 겔화온도 및 수율은 각각 322.4g, 23.3°C, 18.7°C 및 16.2%이었다.

에탄올처리 셀라틴의 특성

이상에서 규명한 조건으로 에탄올처리하여 제조한 각시가자미껍질 셀라틴의 여러가지 성상을 살펴보기 위하여 에탄올 무처리한 각시가자미껍질 셀라틴 및 시판 돼지껍질 셀라틴의 일반적, 물리적 및 기능적 특성을 비교하여 Table 5에, 셀라틴의 분자량 조성을 비교하여

Table 6. Amino acid composition of the gelatin prepared from yellowfin sole skin by precipitation with ethanol (Residues/1,000 residues)

	Control ¹⁾	Ethanol treated gelatin	Pork skin gelatin ²⁾
Hydroxyproline	67.5	70.4	103.2
Aspartic acid	55.3	53.7	48.4
Threonine	29.6	31.8	18.4
Serine	50.1	48.3	33.7
Glutamic acid	77.4	79.6	80.4
Proline	99.5	106.7	133.0
Glycine	315.4	317.4	319.3
Alanine	102.6	100.9	114.3
Valine	28.1	26.4	23.1
Methionine	14.2	13.9	3.2
Isoleucine	18.6	15.7	9.4
Leucine	33.7	27.5	24.6
Phenylalanine	17.5	16.4	12.1
Lysine	29.5	28.2	24.9
Histidine	11.0	9.1	4.8
Arginine	50.0	52.8	47.2

¹⁾Refer to the comments in Table 5.

²⁾The pork skin gelatin sold on the market.

Fig. 1에, 그리고 아미노산조성을 비교하여 Table 6에 각각 나타내었다. 일반성분은 제조방법에 관계없이 거의 일정하였지만, 에탄올처리 셀라틴이 무처리 셀라틴에 비하여 셀라틴의 주성분인 단백질함량은 약 2% 높은 반면, 불순물인 지질 및 회분함량은 0.5%정도 적었는데, 이는 알코올 처리에 의한 불순물의 제거 즉 정제효과 때문이라 생각된다. 등전점은 에탄올 무처리 셀라틴이 5.54이었는데 반하여 에탄올처리한 것은 ethyl group의 전자공여로 상승하여 6.37이었다. 에탄올 무처리한 어류 껍질 셀라틴의 등전점이 시판 돼지껍질 셀라틴의 등전점보다 높은 것은 셀라틴의 제조시 수산화칼슘에 침지하는 기간이 짧아, 침지기간중 콜라겐 중의 glutamine 및 asparagine 잔기의 amide group 분해와 arginine의 ornithine 전환으로 인해 carboxyl group의 유리가 적었기 때문이라 추정된다⁽¹⁸⁾. 셀라틴을 식용으로 이용하는 경우 중금속은 총 50 ppm 이하로, 비소는 검출되지 않아야 하고, 납은 5 ppm 이하, 구리는 30 ppm 이하, 아연은 50 ppm 이하로 검출되어야 하는데⁽¹⁹⁾, 본 각시가자미껍질 셀라틴의 경우 제조방법의 차이에 관계없이 이를 규정에 언급한 함량보다 상당히 낮아 식용셀라틴으로 이용하여도 중금속함량의 경우 문제되지 않으리라 생각되었다. 세가지 종류의 단백 분해효소에 의한 소화율은 70.6~82.6%의 범위로 상당히 높아 식용셀라틴으로 사용하기에 적절하였다. 셀라틴의 품질을 좌우하는 물리적특성의 경우 에탄올처리한 셀라틴이 에탄올 무처리한 셀라틴에 비하여 젤강도는 약 80g 정도가 높았고, 출화온도 및 겔화온도는 약 7°C 정도 상승되어 전체적으로 향상되었다. 에탄올처리한 셀라틴의 식품가공소재로서의 적절

한 이용방안을 검토하기 위하여 기능성을 검토한 결과, 용해도의 경우 시판 젤라틴에 비하여 훨씬 낮았으며, 에탄올 무처리한 젤라틴보다도 낮았다. 하지만 용해도를 제외한 기능성 즉 보수력, 지방흡수력, 유화성 및 유화 안정성, 거품성 및 거품안정성에 있어서는 에탄올 무처리한 젤라틴에 비하여 확연히 개선된 효과가 있었고, 심지어 시판되고 있는 가축껍질 젤라틴보다 우수하여 젤라틴 이외에도 유화성 및 유화안정성, 포말성 및 포말안정성을 고려하여 식품가공소재로서 에탄올 처리 젤라틴을 사용하면 제품의 기능 특성은 상당히 향상되리라 판단된다. 에탄올처리 젤라틴의 경우 에탄올 분별침전에 의하여 제조되어짐으로 인해 에탄올 무처리 젤라틴에 비하여 수율은 낮았다. 에탄올처리 및 무처리 젤라틴의 전기영동 분석결과를 보면 에탄올처리 젤라틴이 에탄올 무처리 젤라틴에 비하여 분자량의 분포가 단순하면서 저분자의 회분이 적었는데, 이는 에탄올처리 젤라틴의 경우 분별침전 후 에탄올의 제거시 저분자회분이 함께 제거되었기 때문이라 판단되었다. 이상의 에탄올처리 젤라틴이 에탄올 무처리 젤라틴에 비하여 물리적 특성이 우수하였던 것은 분자량 분포의 결과와 함께 고려하여 볼 때 에탄올로 분별침전시 에탄올과 함께 저분자회분이 제거되어 버렸기 때문이라 생각된다. 에탄올처리 및 무처리 젤라틴의 아미노산조성은 원료 콜라겐의 아미노산 조성⁽¹⁾과 유사하였고, 두 젤라틴간에는 물리적 특성에 상당히 영향을 미치는 hydroxyproline 및 proline의 합이 에탄올처리 젤라틴의 경우가 약간 많았으나 큰 차이가 없어 이들 두 젤라틴간의 물리적 특성의 차이는 적어도 hydroxyproline 및 proline의 조성에 의한 영향은 아니라 생각되었다. 한편, 원료와 전처리 및 추출방법에 있어 소 차이가 있는 시판 젤라틴에 비하여는 hydroxyproline 및 proline의 조성이 훨씬 낮았다.

이러한 알코올처리에 의한 물리적 특성의 개선은 형성 젤라틴중 저분자 젤라틴은 제거되고 단지 고분자 젤라틴만이 침전 분리 정제된 결과라 생각되며, 이에 대한 보다 구체적인 기작 구명을 위해서는 상세한 실험이 행하여져야 가능할 것으로 사료된다.

결 론

수산가공부산물인 어류껍질로부터 고품질의 젤라틴을 제조할 목적으로 알코올처리에 의한 각시가자미껍질 젤라틴의 제조를 시도하였고, 아울러 제조한 젤라틴을 목적에 맞게 효율적으로 식품산업에 이용하기 위해 필요한 몇가지 기능 특성도 검토하였다. 품질 및 수율을 고려한 알코올처리 젤라틴의 제조조건은 추출 및 탈색 처리한 각시가자미껍질 젤라틴용액에 알코올의 최종농도가 50%가 되도록 에탄올을 가하고 0°C에서 12시간동안 분별 침전시켜 제조하는 것이 적절하였고, 이 때의 젤강도, 출화온도, 결화온도 및 수율은 각각 322.4g, 23.3°C, 18.7°C 및 16.2%로서 에탄올 무처리한 젤라틴에 비해 젤강

도는 약 80g 정도 높아졌고, 출화온도 및 결화온도는 약 7°C 정도 높아졌으나 수율은 다소 낮아졌다. 에탄올처리한 어류껍질 젤라틴의 용해도는 에탄올 무처리한 어류껍질 젤라틴에 비하여 낮았으나 보수력, 지방흡수력, 유화성 및 유화안정성, 거품성 및 거품안정성 등은 에탄올 무처리 어류껍질 젤라틴 뿐만 아니라 시판되는 가축껍질 젤라틴보다 높아 젤라틴 이외에의 기능성을 고려한 식품가공소재로서 에탄올로 처리한 각시가자미껍질 젤라틴을 사용하면 제품의 기능 특성은 상당히 향상되리라 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 91년도 한국과학재단의 특정기초연구과제 연구비 지원(과제번호: 91-07-00-14)으로 수행된 연구결과의 일부이며 이에 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. 김진수, 김정균, 조순영, 하진환, 이웅호: 젤라틴의 원료로서 가자미류 껍질의 성상. *한국농화학회지*, **36**(4), 260(1993)
2. 김진수, 조순영, 고신호, 하진환, 신성재, 이웅호: 찰가자미류 껍질로부터 젤라틴 제조를 위한 조건의 검토. *한국농화학회지*, **36**(6), 440(1993)
3. 김진수, 김정균, 조순영, 강경수, 하진환, 이웅호: 각시가자미껍질로부터 젤라틴 제조를 위한 조건의 검토. *한국식품과학회지*, **25**(6), 716(1993)
4. Chemical procedures:National shellfish sanitation program. U.S. Department of Health, Education and Welfare Public Health Service. Food and Drug Administration(1975)
5. 황규철, 김성준, 이웅호: 한산, 거제만 굴, 진주담치 및 해수의 중금속 함량. *부산수대연보*, **24**(1), 121(1984)
6. Hayashi, A. and Oh, S.C.: Gelation of gelatin solution. *Agric. Biol. Chem.*, **47**(8), 1711(1983)
7. Yamashita, M., Arai, S., Kokubo, S., Aso, K. and Fugimaki, M.: Synthesis and characterization of a glutamic acid enriched plastlein with greater solubility. *Agric. Food Chem.*, **23**(10), 27(1975)
8. 神立誠, 河口宏太郎: クロレラタンパク質の營養價、營養と食糧, **18**(3), 245(1965)
9. Lin, M.J.Y., Humbert, E.S. and Sosuki, F.W.: Certain functional properties of sunflower meal products. *J. Food Sci.*, **39**(2), 368(1974)
10. Wang, J.C. and Kinsella, J.E.: Functional properties of novel proteins: Alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.*, **41**(2), 286(1976)
11. Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K.: Functional properties of the great northern bean(*Phaseolus vulgaris* L.) protein: Emulsion, foaming viscosity, and gelation properties. *J. Food Sci.*, **46**(1), 71(1981)
12. Laemmli, U. K.: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T₄. *Nature*, **227**, 680-685.
13. 岡崎恵美子, 神名孝一, 鈴木たね子: マイワシからの蓄肉

- 様タンパク濃縮物の製造. 日本水産學會誌, 46(6), 727
(1980)
14. 武田登, 山口勝巳, 橋本周久: 多獲性赤身魚の血合肉の脱色. 日本水産學會誌, 46(10), 1269(1980)
15. 二宮聖, 大川禎一郎, 土屋隆英, 澄本重一郎: 魚肉水溶性タンパク質の濃縮法と濃縮物のゲル化特性. 日本水產學會誌, 56(10), 1641(1990)
16. 浜田盛承: サメ皮ゼラチンのゲル物性に乃ぼす調製法の影響. 日本水產學會誌, 56(4), 671(1990)
17. 据尾武一, 山下仁平: 蛋白質酵素の基礎實驗法. 南江堂, 東京, p57(1982)
18. 白井邦郎: 食用ゼラチン. 調理科學, 11(1), 23(1978)
19. 松田皓: 粉末ゼラチンの特性と食品への利用. New Food Industry, 24(11), 29(1982)

(1994년 7월 21일 접수)