

오징어 연제품의 물성 개선을 위한 탄력증강제 및 용매처리 효과

† 배태진 · 김해섭 · 최옥수*

여수대학교 식품공 · 영양학부, 순천제일대학 식생활학부*

Effect of Heating Condition, Additives and Solvents on Rheology of Squid Meat Paste Products

† Tae-Jin Bae, Hae-Sub Kim and Ok-Soo Choi*

Division of Food Technology and Nutrition, Yosu National University

Division of Food Science, Suncheon First College*

Abstract

The squid had not been utilized for gel products because of its lower gel forming ability. The objectives of this study were as followed;

1) the optimum heating condition on squid meat paste products and 2) the optimum added level for jelly strength of squid meat paste products. Optimum heating conditions of squid meat kamaboko were as followed; setting(pre-heating) at 15°C or 55°C for 2 hours and heating at 90°C for 60 minutes. The additives examined were as follows; 20mM EDTA, 10mM PMSF, 5 μmol/100g TGase, 0.2% potassium bromate, 2% collagen, 2% sucrose ester of stearic acid and 1% egg shell powder. The effects of additives on jelly strength were observed as follow, in descending order; 10mM of PMSF>5 μmol/100g of TGase>0.2% of potassium bromate>20mM of EDTA. But sucrose ester of stearic acid and 1% egg shell powder were no effect. The solvents examined were as follows; n-amyl alcohol, n-butyl alcohol, n-hexyl alcohol, ethyl alcohol, ethylene glycol, propylene glycol and glycerin glycol. It showed that high jelly strength as 787g · cm for 3% of n-butyl alcohol and 749g · cm for 3% of n-amyl alcohol. To adding 5% of n-butyl alcohol and n-amyl alcohol, gave the highest jelly strength and water holding capacity(WHC). Effect of alcohol on jelly strength appeared higher value at added 5% of n-butyl alcohol than n-amyl alcohol, and flying squid product was higher than jumbo squid product.

Key words : squid meat paste, PMSF, TGase, solvents, jelly strength, heating condition.

서 론

오징어육 구조는 원주형 근육섬유와 방사형 근육섬유가 서로 교차하는 cubic의 구조를 이루고 있기 때문에 고른 마쇄를 기대할 수 없는 구조로 이루어져 있고¹⁾, 어류에 비하여 근원섬유 획분이 많고 paramyosin을 포함하고 있는 등 단백질 조성에서 뿐만 아니라 구성 단백질 종류에 있어서도 큰 차이를 보이며²⁾, 또한 오

징어의 외투막은 collagen 함량이 11%에 이르며 여러 층의 독특한 구조를 가지고 있어 texture에 직접 영향을 미친다³⁾.

오징어는 근육단백질의 특성상 어묵으로서의 가공 적성이 낮아 오징어육만 사용하여 어묵을 제조하기는 어렵다고 알려져 있다. 근원섬유단백질의 농축과 탄력형성 저해물질의 제거를 위해서 수세공정은 필수적이지만 오징어를 이용한 연제품 제조의 경우는 수세

† Corresponding author : Tae-Jin Bae, Division of Food Technology and Nutrition, Yosu National University, San96-1 Dundeok-Dong, Yosu, Jeonnam, 550-749 Korea
Tel : 061-659-3216, Fax : 061-653-6313, E-mail : bae5658@yosu.ac.kr

중 많은 양의 단백질이 유실됨으로 일반적인 수세방법을 적용하기는 어렵다⁴⁾. 그리고 근육단백질의 특성상 낮은 gel 형성능을 가지는 오징어를 이용한 연제품의 제조에는 탄력을 증가시킬 수 있는 제조공정 개선과 부원료의 혼합이 필수적이다.

연제품의 탄력을 증가시키기 위하여 적절한 부원료를 첨가하였을 때의 효과에 관한 연구로서 각종 전분의 종류와 첨가량에 따른 탄력 개선효과에 대한 검토가 있었고^{5~7)}, Niwa 등⁸⁾은 한천을 비롯한 다당류의 연제품에 대한 탄력 보강효과를 검토하였다. Yasunaga 등⁹⁾은 bovine plasma protein(bpp)을 첨가한 명태와 연어의 예비가열 gel과 이단가열 gel의 물성을 검토하였으며, 난백¹⁰⁾을 비롯한 계란성분¹¹⁾의 물성 개선효과에 관한 보고도 있다. 또한 알콜류 첨가가 gel화에 미치는 영향에 관한 보고도 있다^{12~14)}.

따라서 본 연구에서는 연제품의 탄력증강에 효과가 있다고 보고되고 있는 여러 가지 탄력증강제(EDTA, PMSF, TGase, potassium bromate, collagen, sucrose ester of stearic acid, egg shell powder)의 첨가 및 용매(n-amyl alcohol, n-butyl alcohol, n-hexyl alcohol, ethyl alcohol, ethylene glycol, propylene glycol, glycerin glycol)의 처리를 통하여 원양산 오징어 연제품의 품질에 미치는 영향에 대하여 조사하고, 가공적성 및 품질의 물리적 특성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 페루산 아메리카대왕오징어(jumbo squid, *Dosidicus gigas* : 체장 124±5cm, 체중 3,178±159g)와 포클랜드산 빨강오징어(flying squid, *Ommastrephes bartrami* : 체장 60±3cm, 체중 883±88g)는 어획 후 선상에서 동결하여 운반한 것을 구입하여 -30℃ 이하의 동결고에 보관하며 사용하였다. 그리고 냉동연육 및 연제품 제조에 사용한 첨가물과 부원료로서 중합인산염은 sodium pyrophosphate와 sodium tripolyphosphate를 1:1의 비율로 혼합하여 사용하였고, 모든 첨가물은 식품첨가물로 시판되는 것을 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 냉동연육 제조

원료 오징어를 반해동 상태에서 내장을 제거한 후 수세효율과 마쇄를 용이하게 하기 위하여 오징어를

체축 방향으로 가늘게 세절한 육을 사용하였다. 세절한 오징어육을 사용하여 수세방법, 첨가제(중합인산염, NaCl, 당류)의 사용량 그리고 chopper를 이용한 고기갈이 횟수 등을 달리하여 제조한 고기풀을 급속동결하여 -30℃이하의 냉동고에 보관하였다.

가열조건과 냉동고기풀 제조조건에 따른 jelly강도를 알아보기 위하여 냉동고기풀을 반해동시킨 다음 첨가제를 혼합하고 film에 충전한 후, 가열조건에 따라 가열처리하고, 즉시 냉수에서 냉각하여 5℃의 냉장고에 보관하며 실험에 사용하였다. NaCl 3.0%와 옥수수 전분 5%를 배합하여 만든 것을 대조구로 하고, 전공정은 5℃ 이하의 저온을 유지하였다.

2) 탄력증강제 첨가 및 용매처리 연제품 제조

냉동연육을 반해동시킨 후 mixer에 옥수수 전분 5%와 탄력증강제(EDTA, PMSF, TGase, potassium bromate, collagen, sucrose ester of stearic acid, egg shell powder) 또는 각종 용매(n-amyl alcohol, n-butyl alcohol, n-hexyl alcohol, ethyl alcohol, ethylene glycol, propylene glycol, glycerin glycol)를 각 농도별로 첨가하고 혼합하여 film에 충전한 다음 55℃에서 2시간 동안 예비가열하였고, 이어서 90℃에서 60분간 가열한 후 즉시 냉수에서 냉각하여 5℃의 냉장고에 보관하며 실험에 사용하였다.

3) Jelly 강도 측정

각 조건에 따른 제품의 jelly강도는 rheometer(SUN Scientific. Co., LTD. Model CR-100D. Japan)를 사용하여 측정하였다. 즉 고기풀을 성형 및 가열처리 한 연제품을 직경 3cm, 높이 3cm로 일정하게 절단한 다음 직경 5mm의 구형 plunger를 사용하여 파단강도(g)와 파단깊이(cm)를 측정하고, jelly 강도(g·cm)를 구하였다. 측정을 5회 이상 반복하여 평균±표준편차로 나타내었다.

4) Texture 측정

각 부원료의 첨가농도별로 제조한 연제품의 texture 측정은 rheometer(SUN Scientific. Co., Model LTD. CR-100D)를 사용하여 측정하였다. 즉, 일정한 규격으로 절단한 시료(직경 3cm, 높이 3cm)를 직경 2cm의 cylinder형 plunger를 사용하여, deformation 50%, crosshead speed 60mm/min, chart speed 120mm/min 및 load range 2kg에서 Mode 21의 2bite법으로 가압하였다. 이런 방법으로 수회 측정하여 나타나는 경도(hardness), 응집성(cohesivness), 탄력성(springness), 검

성(gumminess) 및 부서짐성(brittleness) 등을 평균과 표준편차로 나타내었다.

5) 보수력(Water Holding Capacity) 측정

조건별로 제조한 연제품의 보수력은 원심분리 전후의 수분함량 차를 이용하는 원심분리법으로 측정하였다. 즉, 마쇄한 시료 25g을 취하여, 특별히 고안된 원심분리관 내부의 세공이 있는 철판 위에 채우고 2,000×G에서 10분간 원심분리를 하였다. 원심분리관 상부의 지방은 무시하고 밑에 있는 수분의 눈금(a)을 읽는다. 한편 원심분리시키기 전의 시료 수분함량(b)을 측정하고, 육즙의 수분함량 기준을 만들기 위해 액즙에 들어 있는 실제 수분의 비(c)를 구하여 아래의 식으로 보수력을 나타내었다. 한편 수분함량의 측정은 상압가열건조법으로 측정하였다.

$$\text{보수력(\%)} = 100 - \frac{a(\text{mL}) \times c}{b(\text{g})} \times 100$$

6) 절곡시험(Folding Test)

절곡시험은 岡田의 방법¹⁵⁾으로 측정하였다. 즉, 조건별로 제조한 연제품을 일정한 크기(두께 3mm, 직경 30mm)로 절단하여 접어서 균열이 일어나는 정도를 측정하여 다음의 기호로 나타내었다.

- A: 두 겹으로 접어서 균열이 생기지 않을 때
- B: 두 겹으로 접어서 1/2이하로 균열이 생길 때
- C: 두 겹으로 접어서 전체에 균열이 생길 때
- D: 두 겹으로 접어서 두 조각으로 될 때

7) 통계분석

모든 실험결과는 SPSS professional statics Ver.7.5 (SPSS Inc., USA, 1996)를 사용하여 분산분석(ANOVA test)을 하였으며, 각 평균간의 유의성은 Tukey's multiple comparison test로 p<0.05 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 고기질의 가열 조건

Fig. 1에서는 여러 가열온도에서 시간을 달리하였을 때의 jelly 강도 변화를 나타내었다. 페루산과 포클랜드산 모두 가열온도가 높아질수록 그리고 가열시간이 길어질수록 jelly강도는 높은 값을 나타내었고, 90℃에서 60분 가열할 때의 jelly강도가 각각 491g·cm와 496g·cm로 가장 적당한 것으로 나타났으며, 그 이상 가열온도와 시간이 증가하여도 jelly강도는 큰 변화를

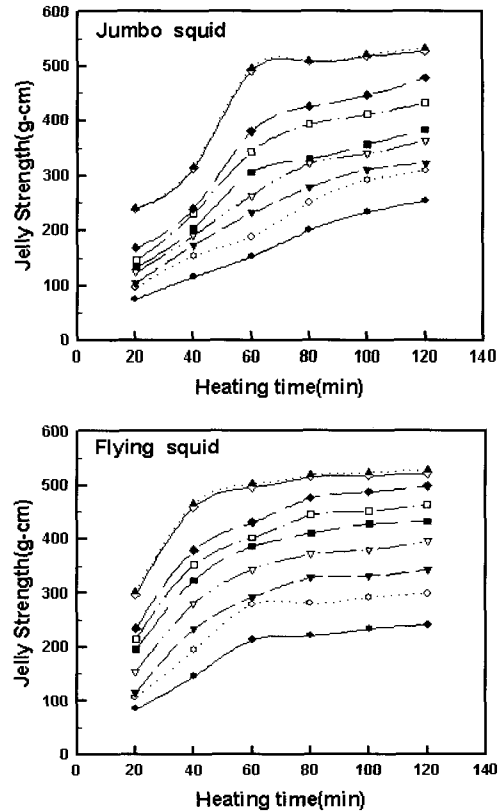


Fig. 1. Influence of heating temperature on jelly strength of squid meat pastes prepared from jumbo and flying squid.

- 55°C ...○... 60°C —▼— 65°C
- ▽... 70°C —■— 75°C —□— 80°C
- ◆— 85°C —◇— 90°C ...▲... 95°C

보이지 않았다. 이는 Yamazawa¹⁶⁾의 여러 전분을 첨가한 고기질의 온도에 따른 gel 형성특성을 비교한 것과 Park 등¹⁷⁾의 고등어 연제품 제조시 가열조건에 따른 물성변화의 결과와 유사하였다. 한편 Shimizu 등¹⁸⁾은 어육 고기질의 gel형성 특성에서 볼 수 있는 어종 특이성의 연구에서 어종에 따라 최적 가열온도가 다르다고 확인하였다.

페루산 및 포클랜드산 오징어 고기질을 여러 온도에서 2시간 동안 예비가열을 실시하고, 다시 90℃에서 60분 가열하였을 때의 jelly강도를 비교하므로 2단 가열의 효과를 검토하여 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 대체로 15℃와 55℃에서 높은 값을 나타내었는데, 이때의 jelly강도는 페루산의 경우 각각 530±32g·cm 및 550±40g·cm이고, 포클랜드산은 522±32g·cm 및 626±22g·cm로 나타났으며, 이 값은 Fig. 1에서 보았던 1단 가열만을 실시한 어떤 값보다도 높은 값을 나타내었다. Setting한 gel을 고온으로 가열하여 제조

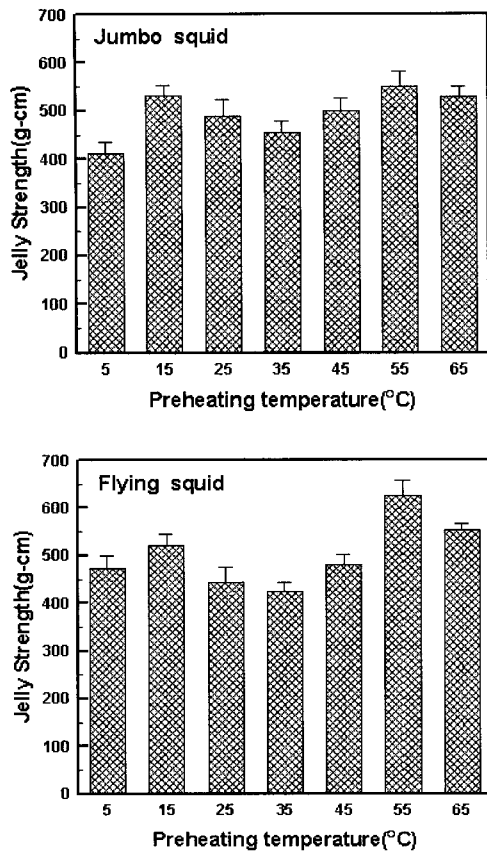


Fig. 2. Influence of preheating temperature on jelly strength of squid meat paste prepared from jumbo and flying squid during two-step heating treatment.

한 gel제품은 setting 없이 고온으로 가열하여 제조한 gel제품보다 보수력이 높으며, 강하고 탄력 있는 gel제품이 된다^{19,20)}. 또한, 정 등²¹⁾은 10~30°C의 온도 범위에서 고기풀을 장시간 자연응고시키면 소수성결합의 증가에 도움을 주며, 비교적 고른 분포의 망상구조를 가진 고기풀 gel을 형성하게 되어 gel의 탄력을 증가시키는 원인이 된다고 하였다. 따라서 이 온도에서 오징어 고기풀을 장시간 자연응고시키는 것은 오징어 연제품의 jelly강도 증대에 효과가 있을 것으로 판단된다.

2. 탄력증강제 첨가효과

오징어 근육조직은 일반어류의 근육과 크게 다르고 또한 특이한 조직을 가져 열 gel화가 쉽게 일어나게 하기 위하여 효소 저해효과 및 가교결합 촉진효과 등을 갖는 첨가제에 의하여 gel 형성능을 부여시키는 방법을 검토하였다. 물성개량제로 사용하는 TGase는 단백질 사이에 가교중합 반응을 일으키는 기능을 갖는 것으로, 이 반응은 glutamin잔기의 γ -carboxylamide기

에 amyl수용체로서 단백질 중의 lysine잔기의 ϵ -amino기가 작용하여 단백질분자 사이의 가교중합화를 일으키는 물질이다. 그리고 myosin heavy chain의 cross-linkage와 setting에 고기풀 중의 수용성 단백질이 촉매로서 관여하며, Ca^{2+} 역시 이 반응을 촉진시킨다. 그래서 탄산칼슘이 주성분인 난각분의 첨가를 시도하였고, 효소저해제로서 EDTA와 PMSF, 단백질 분산제에서 점탄성을 증대시키는 유화제로서 stearic acid의 sucrose ester, disulfide crosslinkage를 유도시키는 potassium bromate, 그리고 축육에서 torsion을 증대시키는 collagen을 오징어육에 첨가하여 고기같이 하고 55°C에서 2시간 setting을 시킨 후 90°C에서 60분 가열시켰을 때의 jelly 강도를 Table 1에 나타내었다.

7가지 첨가물의 gel 형성능 증대효과를 비교하면 가장 효과가 큰 것은 효소저해제인 PMSF 이었고, 다음은 TGase, potassium bromate, EDTA의 순서였다. 그리고 유화제인 stearic acid의 sucrose ester와 난각분 등은 gel형성능의 증대효과가 전혀 없었다. 따라서 오징어육을 이용한 연제품 제조에서 gel형성능을 촉진시키기 위하여서는 10mM의 PMSF와 5 μ mol/100g의 TGase 첨가가 매우 효과적이었다.

3. 용매처리 효과

어육의 가열 gel 형성능은 myosin단백질의 변성과 밀접한 관계가 있다. 백색육과 적색육에 동일한 용매를 처리하였을 때 적색육에는 큰 효과가 없고 백색육에서 큰 효과가 나타난 것으로 두 육간의 단백질 차이에 기인하는 것으로 이 이유는 열과 유기용매가 myosin단백질의 조합에 영향을 미치며, 단백질 변성상태와도 밀접한 관계를 가져 용해도와 표면소수성이 크게 변화하기 때문으로 알려져 있다. 따라서 단백질의 가열 gel 형성에 영향을 미칠 것으로 생각되는

Table 1. Effect of various additives on gel properties of squid meat paste product prepared from jumbo squid

Chemicals	Jelly strength (g · cm)
20mM EDTA	514
10mM PMSF	713
5 μ mol/100g TGase	642
0.2% potassium bromate	582
2% collagen	468
2% sucrose ester of stearic acid	291
1% egg shell powder	409

ethylene glycol, propylene glycol, glycerin, n-butyl alcohol, n-amyl alcohol, n-hexyl alcohol 및 ethyl alcohol 을 각각 3%씩 첨가되 저온 상태의 냉장 gel을 유도 하기 위하여 5°C에서 3일간 방치하는 방법과 가열 gel 화를 위하여 90°C에서 60분간 가열시켰을 때의 jelly 강도를 측정하여 Table 2에 나타내었다.

패루산 오징어육을 chopper로 파쇄하여 3% 식염을 가하여 silent cutter로써 10분간 고기갈이한 후 용매들 을 3%씩 첨가 · 혼합하여 90°C에서 60분간 가열처리 하였을 때의 jelly 강도를 보면 butyl alcohol이 가장 높 은 787g · cm를 나타내었으며, 다음은 amyl alcohol로 서 749g · cm를 나타내어 3% 식염만 첨가하여 고기갈 이 하여 가열시킨 대조구의 jelly 강도(447g · cm)보다 훨씬 높은 값을 나타내었다. 그리고 amyl alcohol은 대 조구에 비하여 약간의 효과를 나타내었으며 ethyl alcohol은 전혀 효과를 나타내지 않았다. 또한 ethylene glycol, propylene glycol 및 glycol 역시 대조구에 비하 여 gel 형성능의 보강효과를 전혀 나타내지 않았다. 그 리고 저온에서의 gel 형성능 보강효과를 검토하기 위 하여 5°C에서 3일간 방치한 후 jelly 강도를 측정한 경 우는 본 실험에서 사용한 7종의 용매가 대조구에 비하 여 모두 낮은 jelly 강도를 보여 용매처리에 의한 냉장 gel형성은 전혀 이루어지지 않았다. 따라서 용매처리 에 의한 오징어 고기풀의 가열 gel화 보강효과가 있는 용매로서는 butyl alcohol과 amyl alcohol로 결정하였다.

알콜류 첨가는 근원섬유단백질을 변성시켜 열 gel 화를 촉진시키고, 어육 myosin 단백질의 가열 gel 형성 능의 증대는 myosin 분자 중 S1부분이 중요한 역할을 담당하고 있는 데, S1부위의 변화에 기인한다는 사실 은 myosin의 gel화 기구를 이해하는 데 크게 도움이 되

Table 2. Effect of various solvents on gel properties of squid meat paste product prepared from jumbo squid

Solvents	Jelly strength (g · cm)	
	Cold storage (5°C, 3days)	Heating (90°C, 60min)
Control	217	447
3% n-amyl alcohol	184	749
3% n-butyl alcohol	187	787
3% n-hexyl alcohol	118	516
3% ethyl alcohol	104	328
3% ethylene glycol	157	438
3% propylene glycol	181	447
3% glycerin glycol	155	452

고 있다. myosin 단백질의 가열 gel형성의 초기단계로 는 표면 소수성의 변화가 효과적으로 일어나게 되면 myosin 단백질의 머리 부분이 유착되고 그 결과 용해 도가 감소하여 응집체가 형성되면서 gel화가 일어나게 되는데, 알콜의 종류와 농도 및 가열온도에 따라 각기 다른 jelly강도와 gel특성을 나타낸다¹²⁻¹⁴⁾.

앞에서(Table 2) 가장 효과가 좋은 것으로 확인된 n-amyl alcohol 및 n-butyl alcohol을 오징어 연제품제조 에 사용하여 그 효과를 확인하고자 하였다. 오징어의 내장을 제거하고 가늘게 세절한 육을 alkali 수세한 후 NaCl 3.0%와 중합인산염 0.3%를 첨가하여 고기갈이 한 고기풀에 옥수수 전분 5%와 함께 알콜(n-butyl alcohol 및 n-amyl alcohol)을 각 농도별로 첨가하여 균 일하게 혼합하여 film에 충전한 다음 55°C에서 2시간 동안 예비가열하였고, 이어서 90°C에서 60분간 가열한 후 즉시 냉수에서 냉각한 알콜첨가 연제품의 알콜종 류와 농도에 따른 jelly강도의 변화를 Fig. 3 및 Fig. 4에 나타내었는데 두 오징어 모두에서 5%의 n-butyl al-

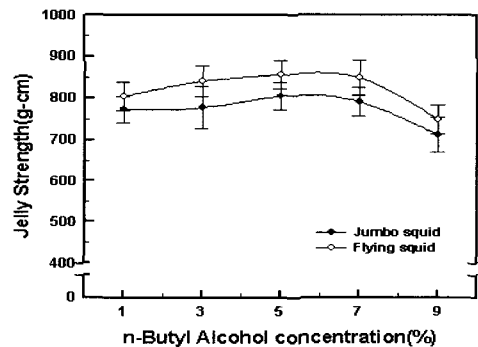


Fig. 3. Effect of n-butyl alcohol on jelly strength of squid meat paste products prepared from jumbo and flying squids.

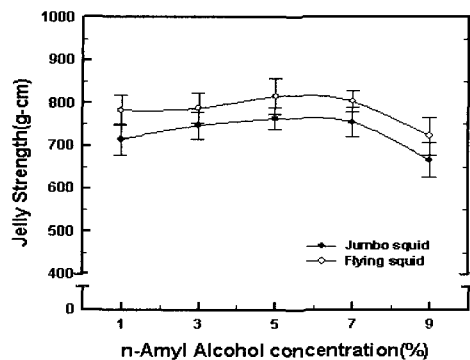


Fig. 4. Effect of n-amyl alcohol on jelly strength of squid meat paste products prepared from jumbo and flying squids.

cohol 및 n-amyl alcohol을 첨가할 경우 가장 높은 jelly 강도를 나타내었고, 그 이상 첨가하면 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. Table 3 및 4에서는 물성특성의 변화를 비교하였는데, 5% 첨가하였을 때가 보수력이 가장 높았고 절곡시험 값도 B를 나타내었으나 경도의 경우는 첨가량이 증가함에 따라 약해지는 경향을 보였다.

한편 n-butyl alcohol이 n-amyl alcohol에 비하여 jelly 강도 증대율이 페루산의 경우 5.50%, 포클랜드산의 경우 5.15% 정도 더 높은 것으로 관찰되었다. 한편 고기 풀에 알콜을 첨가하였을 때 손으로 만지면 미끌미끌하고, 손에 잘 붙지 않으나 휘발시키고 나면 육이 부드럽고, 진득진득해지는 것을 느낄 수 있었다. 따라서 본 연구의 결과 알콜류를 적절히 사용하면 원양산 오

징어 연제품의 탄력 증대에 효과가 있을 것으로 보인다. 하지만, 잔존하는 알콜이 없도록 모두 제거시켜야 하는 어려움이 있어 실제 식품에 적용하기는 다소 어려울 것으로 판단된다.

요 약

페루산 및 포클랜드산 원양 오징어에 식염 2.5%와 전분 5%를 첨가한 후 가열온도와 시간에 따른 jelly 강도를 측정된 결과 페루산과 포클랜드산 모두 가열온도가 높아질수록 그리고 가열시간이 길어질수록 jelly 강도는 높은 값을 나타내었다. 그리고 페루산 및 포클랜드산 오징어 고기풀을 여러 온도에서 2시간 동안 예비가열을 실시하고, 다시 90℃에서 60분 가열하였

Table 3. Effect of n-butyl alcohol on gel properties of squid meat paste products prepared from jumbo and flying squid

	Concentration	Hardness (g/cm ²)	Cohesivness (%)	Springness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)	Moisture (%)	WHC (%)	Folding test
Jumbo squid	1 %	2022.36±31.25	46.28±2.05	83.11±2.49	1784.14±27.65	1522.44±34.54	74.25	85.32	C
	3 %	1982.56±38.19	49.13±2.97	89.20±3.62	1878.18±56.69	1759.30±48.10	75.41	86.14	C
	5 %	1968.38±27.76	52.89±1.56	91.23±3.39	2127.12±28.95	1805.23±29.71	75.88	88.25	B
	7 %	1938.87±18.18	44.32±6.06	89.09±1.77	2178.10±22.46	1940.91±22.15	75.79	89.78	C
	9 %	1809.06±10.70	41.19±4.42	86.67±3.29	2294.17±31.89	2010.39±15.19	75.94	84.36	C
Flying squid	1 %	2192.38±21.08	50.95±1.89	86.56±1.51	1834.26±11.57	1605.03±12.49	73.53	85.33	C
	3 %	2020.33±42.16	51.26±2.44	87.22±2.00	1946.29±35.16	1832.64±23.45	74.06	86.41	C
	5 %	1976.26±32.64	54.22±2.02	93.19±2.14	2039.46±32.41	1922.45±33.87	74.98	92.22	B
	7 %	1944.29±28.46	53.24±1.01	91.88±2.68	2368.45±42.10	2007.12±36.12	74.39	90.41	B
	9 %	1826.49±26.77	52.17±2.44	90.32±1.45	2541.02±36.24	2170.12±26.55	74.10	85.32	C

Table 4. Effect of n-amyl alcohol on gel properties of squid meat paste products prepared from jumbo and flying squid

	Concentration	Hardness (g/cm ²)	Cohesivness (%)	Springness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)	Moisture (%)	WHC (%)	Folding test
Jumbo squid	1 %	2219.25±33.33	46.08±2.07	82.21±4.54	1775.44±32.12	1499.55±35.22	74.18	84.86	C
	3 %	2182.56±29.46	48.31±4.22	88.25±2.63	1794.24±41.52	1633.28±18.40	75.01	85.94	C
	5 %	2014.44±24.98	51.56±2.07	90.88±3.33	2032.21±15.98	1999.21±31.25	75.84	88.11	B
	7 %	1994.78±34.81	50.77±2.40	88.90±2.14	2074.25±33.14	2004.05±25.52	75.42	87.16	C
	9 %	1709.44±24.35	43.60±3.54	78.25±1.29	2110.71±14.88	2060.39±22.51	75.89	85.77	C
Flying squid	1 %	2232.14±23.58	47.88±1.77	86.88±1.84	1748.88±27.65	1596.14±22.54	73.14	86.12	C
	3 %	2078.22±27.45	48.42±1.92	89.54±2.65	1855.24±45.66	1754.20±37.94	74.46	87.25	C
	5 %	1952.62±29.45	53.11±1.32	92.91±2.54	2145.22±34.10	2022.22±24.44	74.55	91.05	B
	7 %	1895.55±29.36	51.63±2.32	90.14±1.49	2173.65±30.25	2069.55±21.06	74.99	90.01	C
	9 %	1700.16±25.87	45.54±1.89	88.22±2.24	2255.25±28.97	2106.54±27.45	75.34	84.20	C

을 때의 jelly 강도를 검토한 결과, 예비가열 온도 15℃와 55℃에서 높은 값을 나타내었는데, 이 값은 1단 가열만을 실시한 어떤 경우보다도 높은 값을 나타내었다. 따라서 이 온도에서 오징어 고기풀을 장시간 자연 응고시키는 것은 오징어 연제품의 jelly 강도 증대에 효과가 있을 것으로 판단된다.

20mM EDTA, 10mM PMSF, 5 μmol/100g TGase, 0.2% potassium bromate, 2% collagen, 2% sucrose ester of stearic acid 및 1% 난각분을 오징어 육에 첨가하여 고기같이 하고 90℃에서 60분 가열시켜 gel 형성능을 비교한 결과, 가장 효과가 큰 것은 효소저해제인 PMSF 이었고, 다음은 TGase, potassium bromate, EDTA의 순서였다. 그러나 유화제인 stearic acid의 sucrose ester와 난분각 등은 gel 형성능의 증대효과가 전혀 없었다. 따라서 오징어육을 이용한 연제품 제조에서 gel 형성능을 촉진시키기 위하여서는 10mM의 PMSF와 5 μmol/100g의 TGase 첨가가 효과적이었다.

단백질의 가열 gel 형성에 영향을 미칠 것으로 생각되는 ethylene glycol, propylene glycol, glycerin, n-butyl alcohol, n-amyl alcohol, n-hexyl alcohol 및 ethyl alcohol을 각각 3%씩 첨가하여 위하여 90℃에서 60분간 가열시켰을 때의 jelly 강도는 butyl alcohol이 가장 높은 787g·cm를 나타내었으며, 다음은 amyl alcohol로서 749g·cm를 나타내어 3% 식염만 첨가하여 고기같이 하여 가열시킨 대조구의 jelly 강도(447g·cm)보다 높은 값을 나타내었다.

참고문헌

1. Stevenotwell, W. and Hamann, D. D. : Textural characterization of squid : instrumental and panel evaluations, *J. Food Sci.*, **44**. 1636~1643(1979)
2. 須山三千三, 鴻巢章二, 浜部基次, 奥田行雄 : イカの利用-Ⅲ 化學的性質. 恒星社生閣(株), p.52~104(1980)
3. Kolodziejaska, I., Sikorski, Z. E. and Maria, E. : Texture of cooked mantle of squid *Illex argentinus* as influence by specimen characteristic and treatments, *J. Food Sci.*, **52**. 932~935(1987)
4. 이남걸 : 오징어 연제품 개발에 관한 연구, 부산수산대학교 박사학위논문(1996)
5. Niwa, E., Ogawa, N. and Kanoh, S. : Depression of elasticity of kamaboko induced by pregelatinized starch, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57(1)**. 157~162(1991)
6. Yamashita, T. and Yoneda, T. : Influence of various kinds of starch and heating conditions on physical properties of kamaboko, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **36(3)**. 214~221(1989)
7. Kaneko, Y., Ito, T., Takagi, O. and Fukushima, K. : Effects of starch on the texture of kamaboko, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **36(1)**. 88~95(1970)
8. Niwa, E., Wang, T., Kanoh, S. and Nakayama, T. : Strengthening effect of the various natural high polymers on the elasticity of the kamaboko, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54(5)**. 841~844(1988)
9. Yasunaga, K., Abe, Y., Nishioka, F. and Arai, K. : Effect of bovine plasma on heat-induced gelation of salt-ground meat from Walleye pollack and Chum salmon, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **64(4)**. 685~696(1998)
10. Iso, N., Mizuno, H., Saito, T., Lin, C. Y., Fujita, T. and Nagahisa, E. : The effects of additives(egg white and soybean protein) on the rheological properties of kamaboko, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **51(3)**. 485~488(1985)
11. Yamashita, T. and Seki, N. : Effect of the addition of whole egg and its components on textural properties of kamaboko gel from Walleye pollack surimi, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **61(4)**. 580~587(1995)
12. Soeca, T. : Effects of emulsifiers, fatty acids and alcohols on the gelation of heated soy protein isolate during cold storage, *Nippon Sho. Kag. Kog. Kai.*, **44(6)**. 393~399(1997)
13. Taguchi, T., Tanaka, M. and Suzuki, K. : Effect of alcohols on "Himodori" (Thermally Induced Gel Disintegration) in oval Filefish meat paste, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **49(7)**. 1149~1151(1983)
14. Lo, J. R., Endo, K., Nagashima, Y., Tanaka, M. and Taguchi, T. : Effect of added butanol on the thermal gelation of tuna dark and ordinary muscle proteins, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58(1)**. 107~112(1992)
15. 岡田 總 : カマボコ足の形成の對する加熱條件の影響, 東海區水研報告, 24. 72~79(1959)
16. Yamazawa, M. : Effect of heating temperature on structure and gel-reinforcing ability of starch granules in kamaboko-gel, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56(3)**. 505~510 (1990)
17. Park, Y. H., Chun, S. J., Kang, J. H., Park, J. W. and Kim, D. S. : Processing of fish meat paste products with dark-fleshed fishes (2) Processing of meat paste product with mackerel, *Bull. Korean Fish. Soc.*, **18(4)**. 352~362(1985)
18. Shimizu, Y., Machida, R. and Takenami, S. I. : Species variations in the gel-forming characteristics of fish meat paste, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **47(1)**. 95~104(1981)
19. Niwa, E. : Role of hydrophobic bonding in gelation of fish flesh paste, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **41(8)**. 907~910

- (1975)
20. Lanier, T. C. Functional properties of surimi, *J. Food Tech.*, 3. 107~111(1986)
21. 정우진, 박성민, 이강호, 이근태 : 멧태 냉동 고기풀의 gel
성상 변화, *한국수산학회지*, **26(2)**. 133~140(1993)

(2003년 5월 19일 접수)