

대형오징어와 명태혼합 어묵의 가열겔화시 물성에 영향을 미치는 최적 혼합비

이남걸 · 유승균* · 조영제*
동명대학 식품가공과, *부경대학교 식품공학과

Optimum Rheological Mixed ratio of Jumbo Squid and Alaska Pollock Surimi for Gel Product Process

Nahm-Gull LEE, Seung-Geun YOO* and Young-Je CHO*

Department of Food Technology, Tongmyong college, Pusan 608-740, Korea

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

This study was investigated the changes of the properties of matter such as the gel formation of the combined fish based on the mixed rate between the ocean jumbo squid and Alaska pollock surimi, and compared the relationships between the gel formation and water holding capacity. The changes of the gel formation based on 20 min fish grinding time and 2.5% salt concentration according to the mixed rate was thought as the optimal addition limit. There was no significant function of gel product more than 20% Jumbo squid meat. The more squid meat in the mixed meat could make the lower breaking stress but 7:3 rate of pollock : squid could retain breaking strain. The effect of the moisture content on mixed fish meat was studied and the drastic decrease of the gel formation and water holding capacity was indicated in 78%.

Key words: squid, pollock, protein gel, gel strength, moisture effects, mixing properties.

서 론

어묵은 원료 魚肉을 식염과 함께 고기같이하여 여기에 각종 첨가물 및 조미료 등의 부원료를 혼합하여 성형, 가열, 냉각후 일정 크기로 포장한 魚肉 加工食品을 말하며 수산연제품 중에서 가장 대표적인 가공식품이다 (Wu, 1992). 어묵의 품질결정요인은 색택, 향미, 탄력에 의하여 결정되며, 그 중에서 탄력이 품질을 결정하는 주요 인자가 된다. 탄력에 영향을 미치는 요인으로는 원료의 선도와 어종, 첨가물의 종류 및 사용량, 가열방법 그리고 첨가되는 수분함량 등이 있다 (Akahane et al., 1990).

연제품의 겔 강도 증진과 관련하여 일반적으로 사용가능한 기능성 첨가물들은 직접 어육 단백질간 혹은 어육단백질과 첨가물간의 화학적 상호작용을 증진시키며 (Hayakawa et al., 1985), 전체적인 단백질 함량의 증가와 보수력 증강 및 사용되는 원료물질의 절감 등을 위해 사용되고 있다 (Lee et al., 1992). 그러나 이들 기능성 물질의 적절한 사용을 위해서는 먼저 어육겔의 물성에 미치는 수분함량의 영향을 관찰함과 동시에 첨가제의 첨가에 따른 겔화 온도, 수화, 조리 시간 등의 가공 조건을 알아야 할 필요가 있으며, 표준화를 위해 첨가농도, 조제방법, 이온강도 및 pH에 미치는 영향을 구명해야 할 필요가 있다.

식품 속의 수분함량은 식품과 식품재료의 종류에 따라 매우 다르지만 보통 최소 2.7%, 최대 98.8%이다. 실제로 물은 모든 화합물 중에서 가장 중요하면서도 가볍게 취급되어 온 식품성분으로 식품 및 식품재료의 형태, 구조, 맛, 물성, 가공성 및 저장에 중요한 영향을 미치는 비영양 물질이다 (John and Whitaker, 1977). 특히 연제품 산업에 있어서 수분함량과 물성과의 관계는 곧 가격으로 이어지는 중요한 요인이었으며 현재까지도 업계에서는 중요한 품질 및 가격요인으로 등장하고 있는 실정이다.

어묵 내에서 수분의 존재형태는 어묵겔 형성시에 소수성결합에 의하여 만들어진 단백질간의 gel network 내부에 친수기들과 결합하여 물리화학적으로 속박된 형태로 존재하여 어묵의 탄력에 완충능을 제공한다 보고하였고 (Samejima et al., 1981; Taguchi et al., 1987), 이러한 이유로 현재 한국에서 적용하고 있는 어육연제품내의 수분함량은 78% 전후로 사용하는 것으로 알려져 있으며 왜 이러한 수분농도를 적용하는지는 학문적으로 규명된 내용은 매우 미미한 실정이다.

본 연구에서는 일반적으로 어묵의 원료로서 가장 많이 사용되고 있는 명태연육을 이용하여 수분함량이 어육연제품의 겔강도에 미치는 영향을 조사하고, 남미산 대형오징어와 명태연육을 이용한 겔강도의 변화형태를 조사하여 향후 이들 혼합 연육 원료에 각종 기능성 첨가물을 첨가하여 겔 강도에 미치는 영향을 조사하기 위한 기초자료를 제공할 목적으로 남미산 대형오징어와 명태연육혼합육을 혼합비에 따른 배합육의 겔강도를 punch test 등을 통하여 물성변화를 검토하고, 보수력과 겔강도와의 관계를 비교하며, 색차계를 통한 L값 (명도), a값 (적색도), b값 (황색도)을 평가함으로써 전체적인 품질을 판단하여 현재의 어묵에 적용하는 수분첨가방식에서의 개선점 및 활용방안을 제시하고 남미산 대형오징어의 원료 대체효과에 대하여 그 가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 시 료

실험에 사용한 오징어는 남미산 대형오징어 (*Ommastrephes bartramii*)를 껍질을 벗긴 후 주요 가식부인 몸통만을 취해 수세하지 않고 -20℃에서 보관하면서 실험재료로 사용하였다. 또한

연육은 A등급의 Alaska pollock surimi (*Theragra chalcogramma*)를 부산시 남부민동에 소재하는 (주)대림수산에서 제조기간이 6개월이 넘지않은 것을 구입하여 polyethylene bag에 담아 -20℃ 동결고에서 저장하면서 실험재료로 사용하였다. 그리고, 실험의 부원료중 starch는 인천시 가좌동에 소재한 (주)삼양 제넥스에서 구입하였다. 또 다른 부원료인 단백질은 Bovine plasma protein (BPP) (GOON; AMPC, Ames, IA), Dried egg white (DEW) (Prinegg, Cameron, Wisconsin 54822) 등을 사용하였다. 이 밖에 실험에 사용한 모든 시약은 특급품을 그리고 물은 증류 탈이온화한 것을 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 일반성분의 분석

상법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질의 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 회분은 건식회화법으로 하였다 (AOAC, 1990).

2) 어묵의 제조공정

동결한 오징어육과 명태연육을 일정비율로 혼합한 후 중심온도가 0℃가 될 때까지 Stephan mixer (model UM5 universal, Stephan Machinery Co., Columbus, OH)로써 마쇄하고 식염을 조건에 따라 첨가하여, 다시 Stephan mixer (model UM5 universal, Stephan Machinery Co., Columbus, OH)로써 폼온을 4℃로 유지하면서 약 20분간 고기같이하여 길이 20 cm, 직경 2.2 cm인 충전관(철+스테인레스)에 충전한 후, 충전한 관은 90℃로 조절된 water bath에서 30분간 가열한 후 0℃ 빙수에 급냉시켰다. 이를 5℃에서 하루밤 방치하여 어묵 겔을 제조하였다. 한편, 조제한 겔은 punch test, 색차측정, 보수력측정을 위한 시료로 사용하였다.

3) 단백질 농도의 측정

단백질 함량은 Lowry (1951)법에 준하여 비색 측정한 후, bovine serum albumin으로 작성한 검량곡선에 따라 파장 750 nm에서 단백질농도를 측정하였다.

4) Jelly 강도의 측정

실험용 어묵의 jelly 강도는 SUN RHEOMETER model : COMPAC-100 (Japan)을 사용하여 측정하였다. 즉, 30 mm의 두께로 자른 어묵편을 절단면의 중심이 직경 5 mm인 구형 plunger의 바로 밑에 위치하도록 시료대에 놓고 시료대를 60 mm/min의 속도로 상승시켜 어묵을 파열시킨다. 이때 plunger에 가해진 하중량(W: g), 어묵이 파열될 때 plunger가 침입한 깊이를 심도(L:cm)로 하여 W×L (g·cm)를 Jelly 강도로 하였다. 이때 가해진 하중량을 breaking stress, 심도를 어묵겔의 breaking strain으로 하였다.

5) Texture의 측정

Texture는 SUN RHEOMETER model : COMPAC-100 (Japan)을 사용하여 실험하였다. 일정한 규격시료 (직경 2cm, 높이 3cm)를 직경 30mm의 cylinder형 plunger로써 가압시의 force-deformation곡선을 얻고 이 곡선으로부터 texture parameter를 측정하였다. Toughness는 정해진 가압율까지 가압하는데 필요한 단위부피당 일로 계산되는데 본 실험에서는 시료크기가 일정하므로 제1변형곡선의 면적으로 계산하였다. 응집성 (cohesiveness)은 제 1변형곡선의 면적에 대한 제 2변형곡선의 면적비로 계산하였다.

6) 보수력의 측정

상법에 따라 어묵의 육편을 5g을 취하여 상하에 여과지 (Toyo, No2)를 두고 10 Kg/cm²으로 5분간 가압하여 가압전의 수분함량과 가압후의 잔류수분함량의 비로서 나타내었다.

7) 색차

색차의 측정은 조제한 어묵을 절단한 단면에 대해 직시색차계 (Japan; model JUKI-JC801)로 표준백색판 (L:96.17 a: -0.11, b:0.03)을 대조구로 하고 Hunter 색차계에 의한 L값 (명도: dark (0) to light (100)), a값 (적색도: red (60) to green (-60)), b값 (황색도: yellow (60) to blue (-60))을 측정하였으며, 백색도 수식을 간편법 (Whiteness=L-3b)으로 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 남미산 대형오징어육과 명태연육의 일반성분

남미산 대형오징어 (*Ommastrephes bartrami*)와 Alaska pollock surimi (*Theragra chalcogramma*, A급)의 일반성분을 측정된 결과를 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 연육의 등급을 결정하는 중요한 기준으로 수분함량이 적을수록 단백질함량이 높다. 본 실험에서 사용한 명태연육의 수분함량은 약 73%였으며, 본 실험에 사용된 남미산 대형오징어는 수분함량이 약 88%였다. 보통 식용으로 많이 사용되는 연근해산 오징어의 수분함량은 약 84%이다 (Lee, 1996).

조단백질의 함량에서도 명태연육과 남미산 대형오징어는 각각 17.5%, 10.8%이었으며, 회분의 경우는 0.7%와 0.9%로 미량 함유하고 있었다. 그 외 지방은 냉동연육 제조과정 중에서 수세공정에 의해 수용성단백질, 염류 등과 함께 제거되어 거의 없을 것으로 추정되었다. 이러한 결과를 토대로 볼 때 상대적으로 수분함량이 높고 단백질의 함량이 낮은 남미산 대형오징어의 경우가 다소 겔 형성능이 낮을 것으로 예상되었다.

2. 혼합어묵 gel형성능에 미치는 고기같이 시간의 영향

연구에 사용된 시료육의 최적 고기같이시간 (Fig. 1)을 조사하기 위하여 식염농도 2.5% 농도에서 Jelly 강도를 조사한 결과, 오징어육의 경우 5 mm plunger사용시 10분, 20분, 30분고기같이에서 모두 뚜렷한 값의 차이를 보이지 않았으며, 가열겔화 기능의 물성값을 적용하기에는 10 mm plunger가 유용하여, 10 mm plunger에서 측정된 결과 고기같이 시간 20분에서 그 값이 최고치를 나타내

Table 1. Chemical composition of Alaska pollock surimi (*Theragra chalcogramma*) and jumbo squid (*Ommastrephes bartrami*)

| | Species | |
|----------------------------|--|--|
| | Alaska pollock surimi (<i>Theragra chalcogramma</i>) | Jumbo squid (<i>Ommastrephes bartrami</i>) |
| Moisture | 73.1 ± 0.03 | 87.5 ± 0.02 |
| Crude Protein | 17.5 ± 0.05 | 10.8 ± 0.07 |
| Crude Ash | 0.70 ± 0.03 | 0.91 ± 0.02 |
| mean value (%) ± S.D (n=3) | | |

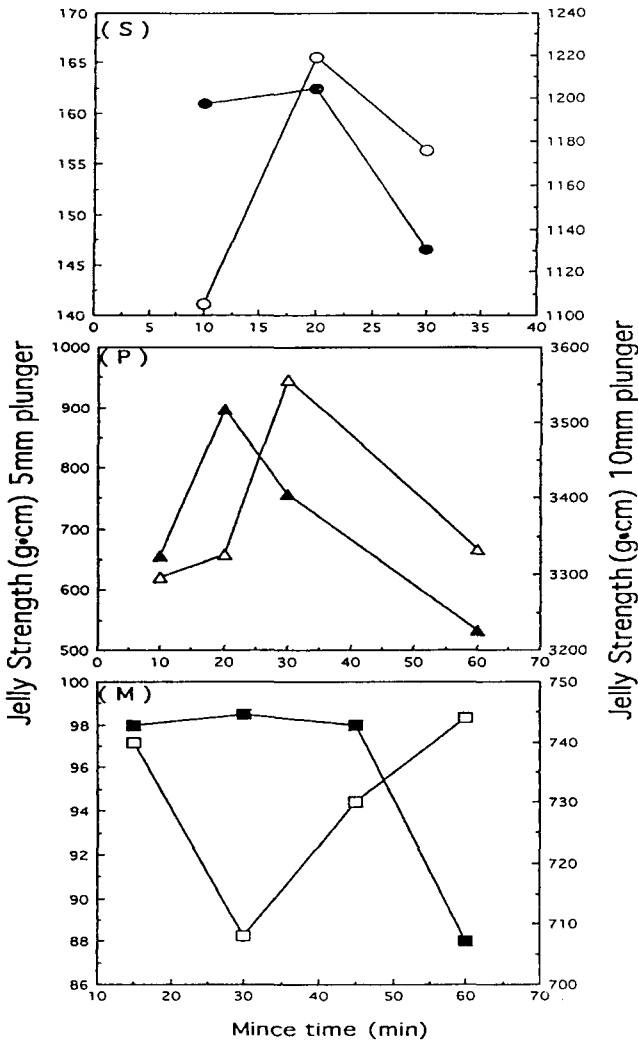


Fig. 1. Changes on jelly strength among the minced time of squid mantle muscle (S), Alaska pollock surimi (P) and squid-pollock mixed meat (M) gel products (open symbols are 57 mm and clos symbols are 10 mm plunger).

었다. 명태육의 경우 고기갈이 시간에 크게 영향을 받지 않았다. 한편, 명태육과 오징어육을 각각 50%씩 혼합한 혼합육을 고기갈이한 결과 고기갈이 시간에 관계없이 젤리강도 값이 거의 균일하였다. 따라서, 혼합육의 고기갈이시에는 시간에 크게 영향을 받지 않음을 알 수 있으나, 본 연구에서는 고기갈이 시간을 남미산 대형오징어육 고기갈이 최적시간인 20분으로 설정하였다. 식염농도 2.5%와 고기갈이시간 20분을 기준으로 하여 혼합육의 혼합비에 따른 젤리강도의 변화 (Fig. 2)를 조사한 결과 오징어육의 비율을 20%까지 했을 때까지는 일정한 젤리강도의 값 즉, 500 g·cm 부근을 나타내다가 혼합비를 30%로 늘렸을때 거의 50% 정도의 젤리강도가 급격히 저하하였다. 이러한 결과에서 오징어육의 혼합한계는 20%까지가 최적의 첨가 한계로 생각되었다.

3. 혼합어육의 혼합비에 따른 물성 및 보수력의 변화

상기의 결과를 토대로 혼합육의 혼합비에 따른 보수력과 breaking stress를 측정된 결과 (Fig. 3) 물성치와는 다소 차이를 보이는 결과를 나타내었다. 즉, 보수력은 오징어육이 30% 첨가될 때 까지 보수능을 유지하다가 그 이후 급격히 감소하여 70% 첨가시에 85%로 혼합육첨가 농도를 늘릴수록 보수력은 70% 이후 완만함을 유지하였다. 이러한 결과는 어육과 같은 생체고분자는 다량의 물을 함유하고 있기 때문에 어육단백질의 gel화에 미치는 물의 영향이 매우 크다 (Akahane et al., 1981)고 볼 수 있었으며, 수화된 gel속에 있는 결합수가 특히, elastic gel에 영향을 미친다고 볼 수 있었다 (Niwa et al., 1975). 따라서 Niwa et al. (1975)의 결과에 따라볼때, 남미산 대형오징어육의 수분함량 중에는 결합수의

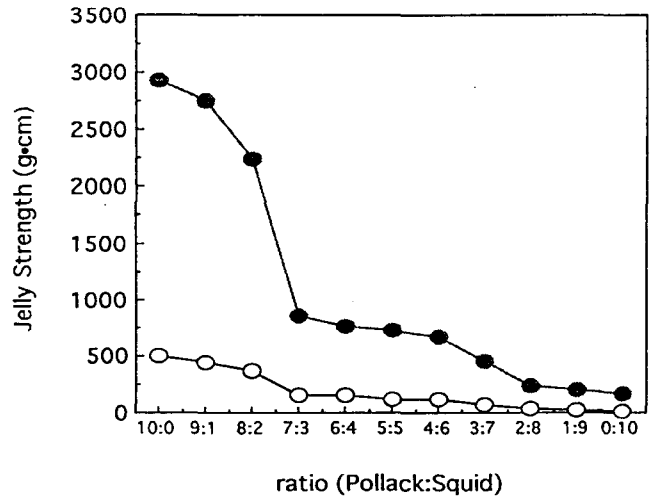


Fig. 2. Changes on jelly strength among the various mixed rate of squid mantle meat and Alaska pollock surimi gel products (symbols are the same as Fig. 1).

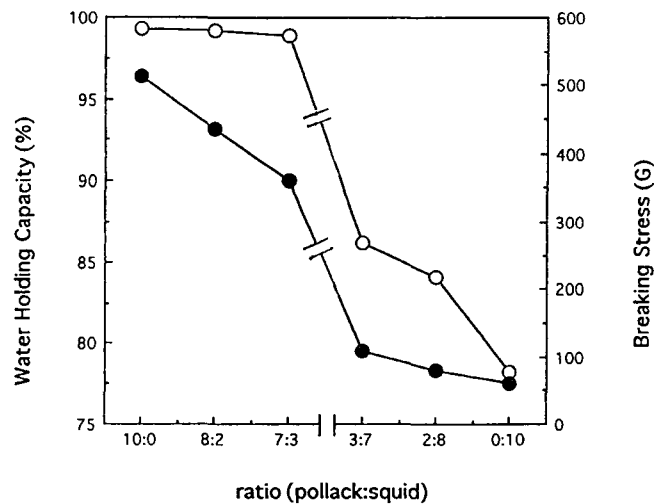


Fig. 3. Effects of mixed rate on the water holding capacity and gel stress among the various meat gel products. ○, water holding capacity; ●, breaking stress

양이 상대적으로 많음을 추정할 수 있었다.

오징어묵의 혼합비를 증가시킬수록 breaking stress는 그 값이 초기부터 완만하게 감소함을 보였으며, breaking strain (Fig. 4)의 경우는 명태묵과 오징어의 혼합비를 7:3으로 혼합 할 때까지는 일정한 값을 유지함을 보였다. 즉, 오징어묵의 혼합비를 30%까지 늘렸을 때 겔강도를 600g까지 유지하였으나, 그 후로는 겔화제품의 기능이 거의 없음을 알 수 있다. 혼합묵제품의 보수력도 유사한 경향이였다.

이러한 결과에서 오징어묵이 혼합어묵에 미치는 영향은 stress값 보다는 strain에 가장 큰영향을 미치며 이는 오징어묵 단백질의 elastic gel화 특성과 관련된 것으로 생각되며, 이러한 배합비에서 혼합묵어묵에 미치는 부원료들의 효과가 기대되는 결과라 할 수 있을 것이다.

4. 혼합어묵의 혼합비에 따른 수분함량 및 색차의 변화

혼합묵의 수분거동을 알아보기 위하여 각각의 혼합비에서 수분 함량을 조사한 결과 (Fig. 4) 오징어의 혼합비를 늘려 갈수록 수분함량은 높게 나타났으며 수분함량치가 높음에도 불구하고 물성치는 낮게 나타남을 알 수 있었다. 이는 보수력과 관련지어서 볼 때 오징어의 함량비를 늘릴수록 보수력의 감소를 볼 수 있는데 이는 어묵의 고른 망상구조가 오징어묵의 첨가에 의해 점차 감소되어감을 알 수 있으며, 만약 수분함량이 높고 보수력이 높을 경우 단백질간의 protein protein interaction의 증가에 의해 수분을 망상구조속에 속박하여 물리적인 완충능을 제공한다고 할 수 있겠으나 (Acton et al., 1981) 오징어묵의 경우 어묵과 이러한 단백질간의 가교는 크게 형성하지 않음을 알 수 있었다. 상기의 결과로 혼합묵속에 포함되어 있는 수분함량의 차이가 breaking strain 및 보수력 등에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있는데, 이는 수분의 함량 및 물성 그리고 망상구조의 형성상태 간에는 밀접한 관련이 있으며, 결국 물의 존재상태를 측정함으로써 물성을 예견할 수 있다는 것을 의미한다.

따라서, 최종제품의 수분함량에 따른 물성 및 보수력 등의 변화를 측정함이 필요하다고 생각되었다.

5. 수분함량이 어묵의 물성에 미치는 영향

수분은 모든 화합물 중에서 가장 중요하면서도 가볍게 취급되어 온 식품성분으로 식품 및 식품재료의 형태, 구조, 맛, 물성, 가공성 및 저장에 중요한 영향을 미치는 비영양 물질이다 (John and Whitaker, 1977). 특히 연제품 산업에 있어서 수분함량과 물성과의 관계는 곧 가격으로 이어지는 중요한 요인이었으며 현재까지도 업계에서는 중요한 품질 및 가격요인으로 등장하고 있는 실정이다.

어묵의 품질 결정요인은 설탕, 향미, 탄력에 의하여 결정된다. 그 중에서 탄력이 품질을 결정하는 주요 인자가 된다. 탄력에 영향을 미치는 요인으로는 원료의 선도와 어종, 첨가물의 종류 및 사용량 그리고 첨가되는 수분함량 등이 있다 (Akahane and Shimizu, 1990).

본 연구에서는 일반적으로 어묵의 원료로서 가장 많이 사용되고 있는 명태연육을 이용하여 수분함량이 어묵연제품의 겔강도에

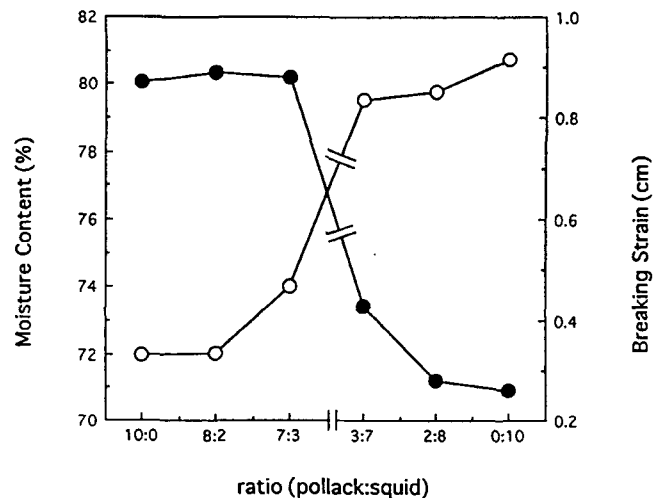


Fig. 4. Changes on moisture content and gel strain of the gel products mixed with squid mantle meat and Alaska pollock surimi. ○, moisture content; ●, breaking strain

미치는 영향과 남미산 대형오징어와 명태연육을 이용한 겔강도의 변화형태를 조사하기 위하여 각 수분첨가량에 따른 어묵의 겔강도를 punch test, 보수력과 겔강도와의 관계를 비교하며, 원료에 대한 최적 수분첨가량을 조사하여 현재의 수분첨가 방식에서의 개선점 및 활용방안을 제시함으로써 고품질의 탄력 있는 어묵의 가공 및 원료육의 절감효과를 알아보려고 하였다.

어묵 내에서 수분의 존재형태는 어묵겔 형성시에 소수성결합에 의하여 만들어진 단백질간의 망상구조 내부에 친수기들과 결합하여 물리화학적으로 속박된 형태로 존재하여 어묵의 탄력에 완충능을 제공하고 있다. 이러한 이유로 현재 한국에서 적용하고 있는 어묵연제품내의 수분함량은 76%전후로 사용하는 것으로 알려져 있으며 왜 이러한 수분농도를 적용하는지는 학문적으로 규명된바 없다.

각 수분함량은 72%를 시작으로 2%씩 증가시켜 80%까지 하여 5개 구간으로 실험에 적용하였다 (Fig. 5). 원료의 초기 수분함량은 72%로서 이를 대조구로 사용하였으며 이에 따른 어묵의 겔강도를 punch test 등을 통하여 상업적으로 이용되는 어묵의 물성측정 방법인 jelly strength검토한 결과 각각의 시료별 jelly strength값은 74%구의 경우 대조구에 비하여 약 17%감소한 370 g값을 76%구의 경우 56%감소한 200 g값을 78%구의 경우 88%감소한 52 g값을 80%구의 경우 89%감소한 50 g의 값을 나타내어 어묵의 jelly 강도는 대조구에 비해 4%정도 수분함량을 증가 시켰을 때부터 빠르게 겔의 강도가 저하함을 볼 수 있었다.

이러한 결과를 바탕으로 어묵단백질의 분포정도의 간접적 표현이라할 수 있는 색차를 측정한 결과 명도의 경우 각 시료구간 간에는 큰차이를 보이지 않았다 (Table 2). 즉, 72%는 70.66이었으며, 80%첨가구에서도 69.02이었다. 이러한 결과는 Taguchi et al. (1987)의 보고에 의하면 단백질간의 불가역적인 변성응집반응에 의해 3차원적 망상구조를 형성하는데, 이때 수분의 역할은 큰 관계를 하지 않음을 보고하고 있는데 이와 비슷한 양상이라 할 수 있다. 하지만 백색도의 경우 어느 정도의 차이는 보이지만 물성

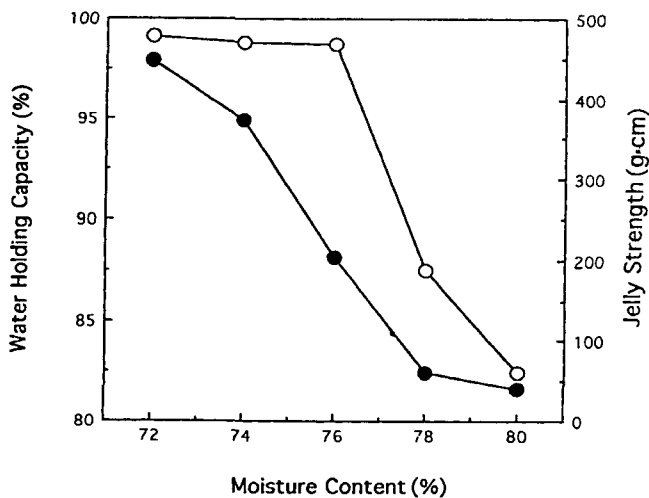


Fig. 5. Changes on jelly strength and water holding capacity of Alaska pollock surimi with various moisture contents.

○, water holding capacity; ●, jelly strength

Table 2. Changes of L, a, b value and whiteness in surface of Alaska pollock surimi gel product in a various moisture contents.

| moisture content (%) | L | a | b | Whiteness* |
|----------------------|-------|------|------|------------|
| 72 | 70.66 | 2.45 | 5.06 | 55.48 |
| 74 | 69.80 | 2.71 | 4.02 | 57.74 |
| 76 | 68.19 | 2.66 | 3.11 | 58.86 |
| 78 | 69.71 | 3.69 | 3.53 | 59.12 |
| 80 | 69.02 | 2.87 | 3.40 | 58.82 |

* Whiteness=L-3b

치의 변화량에 비하면 극히 적은 차이로서 변화는 적음을 알 수 있었다. 이는 수분함량을 증가시킨 78% 시료구는 겔화과정에서 고른 망상구조를 형성하지 못한 엉성한 구조를 지니고 있음을 알 수 있고, 수분함량을 76%까지 낮춘 시료구에서는 78%첨가에 비하여 고른 망상구조를 형성함을 알 수 있었다. 따라서 수분함량을 76%이상으로 첨가한 어묵의 경우는 단백질 그 자체만이 망상구조를 형성하는 데에 다소 희박한 농도로서 작용하므로 인하여 물리적인 강도들도 저하함을 알 수 있었다.

망상구조의 분포가 균일하면 탄성이 증가하는 이유는 Niwa et al. (1992)의 보고에서 Maxwell model이론을 도입한 용수철이론으로 설명될 수 있다. 즉, 어떤 조의 용수철 수가 많게 되면 부분적으로는 강하게 되지만 다른 조에서는 적은 곳이 생기게 되므로 전체로서는 약하게 된다. 명태어묵에 있어서도 망상구조의 한 균을 용수철의 각 조로 생각하면 쉽게 이해될 수 있을 것이다. 즉, 단백질함량이 동일하다면 균일하게 분산된 망상구조를 형성할수록 탄력이 강하게 되지만, 역으로 그 분산상태가 고르지 못할수록 약하게 된다. 명태어묵의 제조시에 균일하게 분산된 망상구조를 얻기 위해서는 수분함량을 76%이상을 첨가 할 경우는 이러한 고른 망상구조의 획득은 힘들 것으로 생각되며 연제품의 수분함량을 늘려야할 필요성이 있을 때에는 명태 연육의 수분함량은 76%로 고정하고 그 외 부원료를 활용함이 타당할 것으로 생각되었다.

보수력을 조사한 결과 (Fig. 5) 수분함량 76%까지는 일정하게 보수력을 유지하다가 76% 이후로는 보수력 저하가 현저해짐을 알 수 있었다. 이러한 결과는 상기에서와 같이 지나친 수분의 첨가는 단백질간의 농도를 희박하게 함으로서 고르지 못한 망상 구조를 형성할 가능성이 있으며 본 연구에서는 그 한계치가 76%임을 알 수 있었다.

6. 수분최적비에 따른 혼합어묵의 최적 혼합비

혼합 연육 원료에 각종 단백질 겔 강화기능성 첨가물을 첨가하여 겔 강도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 남미산 대형오징어와 명태연육혼합육을 혼합비에 따른 배합육을 수분최적비 (76%)에서 겔강도를 punch test 등을 통하여 물성변화를 검토하고, 보수력과 겔강도와와의 관계를 비교하며, 색차계를 통한 L값 (명도), a값 (적색도), b값 (황색도), L-3b값 (백색도)을 평가하여 전체적인 품질을 판단하여 원료의 대체효과에 대하여 그 가능성을 조사하여 보았다.

오징어육의 함량비를 증가시킬수록 Breaking stress (Fig. 6)는 40%함량에서 급격하게 감소하다가 서서히 완만하게 유지되는 경향을 나타내었다. breaking strain의 변화 또한 오징어육의 함량 40%에서 급격하게 감소하는 breaking stress와 비슷한 경향을 나타내었다.

오징어육의 함량 30%에서 첨가물의 첨가유무에 따른 최적 물성에 대한 수분함량을 비교했을 때 첨가물 첨가시에 최적 수분함량은 76%, 첨가물 무첨가시에는 74%로 약 2% 정도의 수분함량의 차이가 남을 알 수 있었다. 이는 첨가물을 첨가 유무에 따른 jelly strength에서도 거의 비슷한 값을 나타내었다. 수분함량의 차이에도 불구하고 오징어육 30%에서 jelly strength를 유지하는 것은 최적의 첨가물 (Lee, 1996)에 의한 효과라고 볼 수 있으며, 이것은 앞의 실험결과에서 나타난 결과인 오징어육의 함량 한계치인

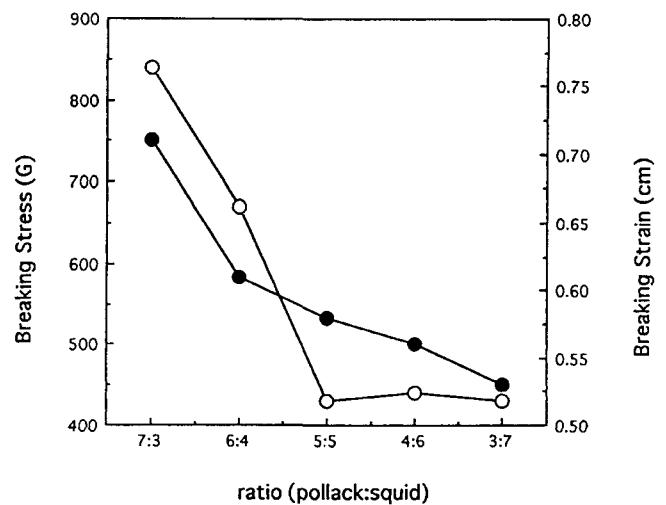


Fig. 6. Effect of mixed rate on gel stress and strain of mixed meat gel products with 2.5% NaCl, 3% bovine plasma protein, 2% egg white, 2% starch additives and 76% moisture contents.

○, breaking stress; ●, breaking strain

20% (Fig. 2)보다 높은 오징어육의 함량 한계치가 30% 정도 됨을 추정할 수 있었다.

Fig. 7의 보수력의 경우 오징어육의 함량비가 늘어날수록 보수력의 감소가 나타나지만 그 감소폭은 적게 나타났다. 이는 혼합 어묵에 첨가 되어진 각종 첨가물 즉 부원료의 효과에 의한 것으로 생각된다. 이러한 이유는 jelly 강도를 통하여 볼 때 5:5 첨가시에 강도 자체는 급격히 저하한 반면 보수력이 완만하게 유지됨을 볼 수 있는데 이는 물리적인 결합 양식 보다는 화학적인 결합 즉 수화 형태를 유지함을 예측 할 수 있었다.

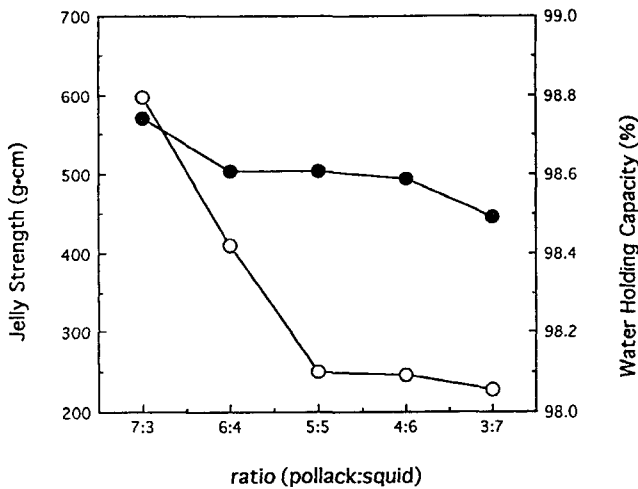


Fig. 7. Effect of mixed rate on jelly strength and water holding capacity of mixed meat gel products with 2.5% NaCl, 3% bovine plasma protein, 2% egg white, 2% starch additives and 76% moisture contents. ○, jelly strength; ●, water holding capacity

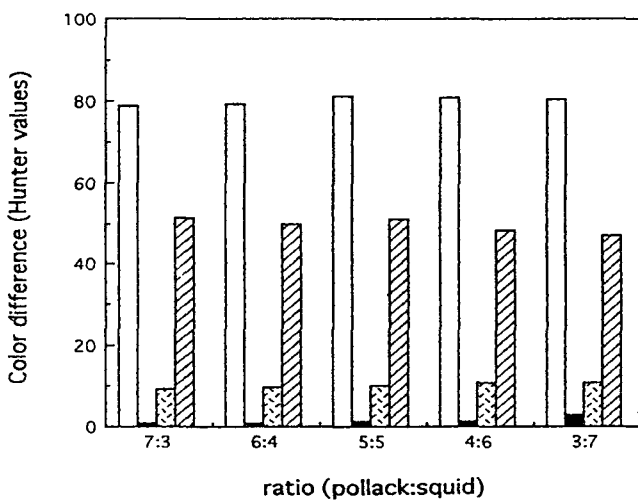


Fig. 8. Changes of L, a, b and whiteness in surface of mixed meat gel products with 76% moisture contents. Additives; 2.5% NaCl, 3% bovine plasma protein, 2% egg white, 2% starch.

또한, Fig. 8의 색차의 경우를 살펴보면 오징어육의 함량이 늘어날수록 명도와 백색도가 거의 변화가 없음을 보이고 있는데, 이것은 혼합육속의 수분함량이 모두 76%로 일정하여 나타난 결과로 추정되며 이는 상기에서 기술한 바와 같이 혼합육의 단백질간 불가역적인 변성응집반응에 의해 3차원적 망상구조를 형성하는데, 이때 수분의 역할은 큰 관계를 하지 않음과 비슷한 양상이라 할 수 있다.

요 약

본 연구에서는 일반적으로 어묵의 원료로서 가장 많이 사용되고 있는 명태연육을 이용하여 수분함량이 어묵연제품의 겔강도에 미치는 영향과 남미산 대형오징어와 명태연육을 이용한 겔강도의 변화형태를 조사하기 위하여 각 수분첨가량에 따른 어묵의 겔강도를 punch test, 보수력과 겔강도와와의 관계를 비교하며, 색차계를 통한 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도), L-3b값(백색도)을 평가하고 원료에 대한 최적 수분첨가량을 조사하여 현재의 수분첨가방식에서의 개선점 및 활용방안을 제시함으로써 고품질의 탄력 있는 어묵의 가공 및 원료육의 겔강효과를 위한 기초자료를 제공 하고자 하였으며, 또한 혼합연육 원료에 각종 기능성 첨가물의 첨가하여 겔 강도에 미치는 영향을 조사하기 위한 기초자료를 제공할 목적으로 남미산 대형오징어와 명태연육혼합육을 혼합비에 따른 배합육의 겔강도를 punch test 등을 통하여 물성변화를 검토하고, 보수력과 겔강도와와의 관계를 비교하며, SDS-PAGE를 통한 cross-linking의 측정 및 색차계를 통한 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 평가함으로써 전체적인 품질을 판단하여 원료의 대체효과에 대하여 그 가능성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 연구에 사용된 시료육의 최적 고기갈이시간을 조사하기 위하여 식염농도 2.5%농도에서 오징어육의 경우 20분 고기갈이시에 미량이나마 그 값이 최고치를 나타내었으며, 명태육의 경우 변화가 거의 없었으며, 50%씩 혼합한 혼합육은 고기갈이 시간에 관계 없이 jelly강도 값이 거의 균일하였다. 따라서 본 연구에서는 고기갈이 시간을 오징어육 고기갈이 최적시간인 20분으로 설정하였다.
2. 식염농도 2.5%와 고기갈이시간 20분을 기준으로 하여 혼합육의 혼합비에 따른 겔리강도의 변화를 조사한 결과 오징어육의 비율을 20%까지 했을 때까지는 일정한 겔리강도의 값을 나타내다가 혼합비를 30%로 늘렸을때 거의 50%정도의 겔리강도 저하를 나타내었다.
3. 오징어육의 혼합비를 증가시킬수록 breaking stress는 그 값이 초기부터 감소함을 보였으며, breaking strain의 경우는 명태육과 오징어의 혼합비를 7:3으로 할 때까지는 일정한 값을 유지하였다.
4. 혼합어육의 수분거동을 알아보기 위하여 각각의 혼합비에서 수분함량을 조사한 결과 오징어의 혼합비를 늘려 갈수록 수분함량은 높게 나타났다. 오징어육의 경우 어육과 단백질간의 가교는 크게 형성하지 않는다는 것을 알 수 있으며 이런 단백질간의 가교형성을 유도시킴이 본 연구의 앞으로 과제라고 할 수 있다.

5. 혼합어육의 혼합비에 따른 수분취적비(76%)의 실험에서 오징어육의 함량비를 증가시킬수록 breaking stress (g)와 breaking strain (cm)는 급격하게 감소하다가 서서히 완만하게 유지되는 경향을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 교육부 지원 해양식량자원개발 특성화 사업의 연구비 지원에 의하여 이루어진 것이며, 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- Acton, J.C., M.A. Hanna and L.D. Statterlee 1981. Heat induced gelation and protein-protein interaction of actomyosin. *J. Food Biochem.*, 5, 101~103.
- Akahane, T., S. Chigara, Y. Yoshida, T. Tsuchiya, S. Nohuchi, H. Ookami and J.J. Matsumoto 1981. Application of differential scanning calorimetry DSC to food technological study of fish meat gels. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 47, 105~111.
- Akahane, Y., and Y. Shimizu 1990. Effects of setting incubation on the water-holding capacity of salt-ground fish meat and its heated gel. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 139~146.
- AOAC. 1990. Official methods of Analysis. 15th ed., Assoc. of Official Analytical Chemists, Washington, DC., 69~74.
- Hayakawa, S. and S. Nakai 1985. Relationships of hydrophobicity and net charge to the solubility of milk and soy proteins. *J. Food Sci.*, 50, 486~491.
- John R.W. and S.R. Whitaker. 1977. *Water and Protein hydration*. in "Food Proteins", AVI Publishing Company, INC., Westport, Connecticut, 50~85.
- Lee, C.M., M.C. Wu, M. Okada 1992. Ingredient and formulation technology for surimi-based products. In "Surimi Technology", Lanier, T.C. and Lee, C.M. (eds.). Marcel Dekker Inc., New York, 273~302.
- Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr and R.J. Ranall. 1951. Protein measurement with the Folinphenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265~275.
- Niwa, E. and G. Nakajima 1975. Difference in protein structure between elastic kamaboko and brittle one. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 41, 579~583.
- Niwa, E. 1992. Chemistry of surimi gelation. In "Surimi Technology", Lanier, T. C. and Lee, C. M. (eds.). Marcel Dekker Inc., New York, 389~420.
- Park, J.W., Y. Jirawat. and T. Lin. 1994. Rheological behavior and potential cross-linking of pacific whiting *Merluccius productus* surimi gel. *J. Food Sci.*, 59, 773~776.
- Rodger, G., R.B. Weddle, P. Craig and R. Hastings. 1984. Effect of alkaline protease activity on some properties of comminuted squid. *J. Food Sci.*, 49, 117~123.
- Wu, M.C. 1992. Manufacture of surimi-based products. In "Surimi Technology", Lanier, T.C. and Lee, C.M. (eds.). Marcel Dekker Inc., New York, 245~272.
- Samejima, K., M. Ishioroshi and T. Yasui 1981. Relative roles of the head tail proteins of the molecular in heat-induced gelation of myosin. *J. Food Sci.*, 46, 1412~1418.
- Taguchi, T., H. Ishizaka, M. Tanaka, Y. Nagashima and K. Amano 1987. Protein-protein interaction of fish myosin fragments. *J. Food Sci.*, 52 (4), 1103~1108.
- Lee, N.G. 1996. Studies on processing of squid protein gel product. Ph. D. Thesis, Nat'l Fish. Univ. busan., pp.94~104 (in Korean).

1999년 7월 14일 접수

1999년 10월 18일 수리