가열에 의한 명태 연육의 Gel화에 관한 연구

1. 명태 연육의 열특성에 미치는 식염과 전분의 영향

정우진 · 박성민 · 이강호 · 이근태
부산수산대학교 식품공학과

Thermally Induced Gelation of Alaska Pollack Meat Paste

1. Effects of NaCl and Starch on the Thermal Properties of Alaska Pollack Meat Paste

Woo-Jin JUNG · Seong-Min PARK · Kang-Ho LEE and Keun-Tai LEE
Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

In order to obtain the fundamental factors influencing on gelation of Alaska pollack meat paste during processing, thermograms of protein using differential scanning calorimetry (DSC) were investigated.

The thermal transition temperatures of Alaska pollack meat paste due to protein denaturation were 38℃, 49℃, 55℃ and 77℃, but those temperatures were changed to 35℃, 45℃, 50℃ and 73℃ after adding salt(3% NaCl). The starch did not affect the thermal transition of fish protein and its thermal properties were changed independently in starch-meat paste mixture system.

서 론

최근 식량자원의 효율적 이용과 식생활의 변천에 알맞는 새로운 식품의 개발에 대한 관심이 고조됨에 따라서 새로운 맛과 기호를 갖는 고차가공 제품들이 생산되어 대중소비화되고 있으며, 그 선두주자격인 어육 연제품에 관한 연구가 활발하게 이루어져 있다.

어육연제품의 품질은 가열에 의한 연육의 gel화와 gel의 물성에 의해 좌우된다고 할 수 있으며, 연제품의 품질향상과 가공기술의 개발을 위해서는 가열gel의 물성변화에 대한 원인을 규명하는 것이 중요한 과제라고 생각된다. 이러한 원인 규명을 위해 Hatae 등(1985)은 어육의 선도에 따른 물리적 성질의 변화를 조사하여 구성 단백질보다는 오히려 조직구조의 차이 및 변화가 물성에 더욱 큰 영향을 미친다고 하였다. 또한 Matsuura 등(1986)은 kamaboko의 탄력과 filament의 분산상태 사이에는 상관관계가 있음을 보고하였으며, 이를 토대로 하여 Sato 등(1987)은 kamaboko의 탄력의 주체를 연구하기 위해 kamaboko의 제조과정중 미세구조의 변화를 전자현미경으로 조사하였다.

그러나 이상과 같은 대부분의 연구는 시료를 서로 다른 시간 및 온도에서 가열하여 불연속적으로 gel화 과정을 측정하였기 때문에 가열중 동일시료의 연속적 측정이 불가능하였다. 또한 근육sol은 매우 복잡하여서 분리한 개개의 성분들에 대한 연구만으로는 가열gel화 중에 일어나는 전체계의 특성을 설명할 수 없기 때문에, 여러가지 단백질의 구조형성특성을 모두 만족시키는 가공조건을 선정하기 위해서는 sol-gel전이중 연속적으로 일어나는 변화에 대한 정보가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 Differential Scanning Calorimeter (DSC)를 사용하여 연속적인 열량수지를 측정함으

로써 어육단백질의 변성에 관련되는 열전이 온도를 조사하여 가열gel화 과정을 살펴봄과 동시에 gel화에 미치는 전분과 식염의 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

본 실험에 사용한 시료는 1991년 3월 북양에서 어획한 명태(*Theragra chalcogramma*)를 원료로 하여 선상에서 제조한 동결 surmimi block(10*kg*, SA grade; sugar 4%, sorbitol 4%, polyphosphate 0.2%)으로 대림수산㈜에서 1991년 6월에 구입하였다.

2. 시료의 조제

동결 surimi를 5*cm*×5*cm*×5*cm*로 절단하여 중심온도가 약 -4℃될 때까지 냉장고에서 해동시킨 후 silent cutter로써 3분간 교반 혼합하였다. 이어서 식염 및 전분을 필요에 따라 첨가하고 다시 silent cutter로써 약 10분간 고기갈이하여 품온이 6~11℃의 점조한 고기풀을 실험에 사용하였다.

3. Differential Scanning Calorimeter(DSC)에 의한 온도기록도의 해석

시료의 열분석은 DSC(Perkin-Elmer 4)를 사용하였으며, 이 장치의 기본적인 구조는 Fig. 1에 나타내었다.

단백질 및 전분의 전이온도 측정조건은 Table 1에 나타낸 바와 같다. 즉, 시료 4*mg*을 정확히 취하여 봉한 후 volatile pan에 넣고, 대조물질로서 증류수 3*mg*을 취하여 봉한 다음 다른 pan에 넣어 10℃/min로 가열하였다.

Table 1. Conditions employed for conformation profiles of fish meat protein using the DSC.

Instrument	Perkin-Elmer DSC-4
Cell type	Closed cell
Heating rate	10℃/min
Scanning temperature	30~90℃
Sensitivity	0.2*mcal/s*
Weight of sample	4*mg*

결과 및 고찰

명태 연육에 각 농도의 식염을 첨가하여 DSC에 의한 열분석 결과는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 식염을 첨가하지 않은 시료의 전이 온도는 38℃, 49℃, 55℃ 및 77℃로 관찰되었다. Wright 등(1977)은 토끼의 근육을 시료로 하여 60℃, 70℃ 및 80℃의 전이 온도를 관찰하였는데, 이들을 각각 myosin, sarcoplasmic protein 및 actin의 변성에 기인하는 것으로 보고하였다. 또한 Wu 등(1985)은 민어를 시료로 하여 실험한 결과, 3개의 전이 온도(43℃, 54℃, 71℃)를 관찰하여 이들을 각각 myosin의 변성에 의한 두 개의 peak와 actin의 변성에 의한 하나의 peak로 추정하였다.

그러나 Yasui 등(1985)은 myosin과 그 subunits의 가열에 의한 여러가지 성질의 변화를 측정하여, myosin을 가열하면 생화학적 활성의 상실을 일으키는 변성(40℃ 이하)으로 인해 light chain이 해리됨으로써 myosin두부의 열응집반응(43~47℃)이 일어나고 이어서 heavy chain의 집합에 의해서 myosin미부의 2차 구조의 변화(53~55℃)의 변화를

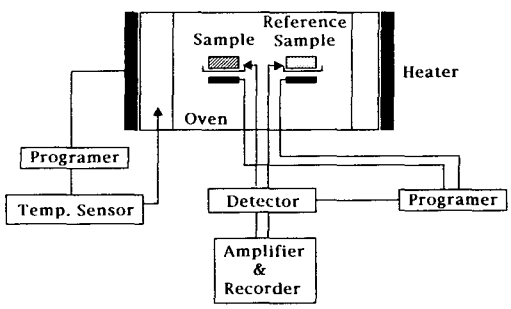

Fig. 1. A schematic diagram of differential scanning calorimetry apparatus.

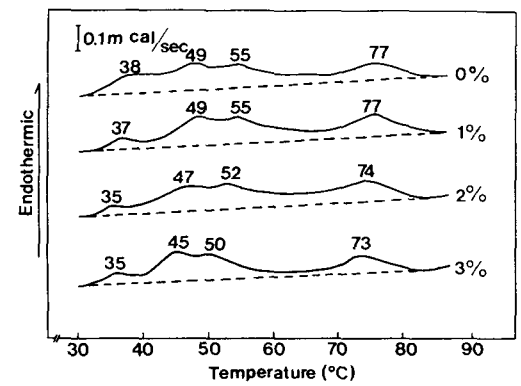

Fig. 2. DSC thermograms of Alaska pollack meat paste showing effects of salt addition.

일으켜서 마침내는 3차원적인 망상구조를 형성한다고 보고하였다.

따라서 이러한 결과들과 관련지어 보면, 본 실험의 결과로 나타난 4개의 peak는 각각 생화학적 활성의 상실을 일으키는 변성(38℃), myosin 두부의 열응집반응(49℃), myosin미부의 2차구조 변화(55℃) 및 actin의 변성(77℃)에 기인하는 것으로 추정된다.

또한 위의 결과들과 비교해 보면, 어육의 전이온도가 토끼에 비해서 낮다는 사실로부터 어육이 축육에 비해 열안정성이 낮다는 사실을 확인할 수 있으며, 어종들 간에도 열안정성이 다르다는 것을 알 수가 있었다.

한편, 어묵의 제조시 근원섬유 단백질의 용출과 수화능의 증가를 위해서 첨가하는 식염에 의해 어육의 전이온도가 저온으로 이동되었으며, 그 이동정도는 식염의 농도에 의존하였다. 이것은 식염의 첨가가 단백질의 열에 대한 불안정화를 초래한다는 사실을 의미하며, Quinn 등(1980)은 이러한 현상의 원인을 ion강도의 영향으로 추정하였다.

Fig. 3과 Fig. 4는 전분의 영향을 검토하기 위해 각각 전분의 호화온도 및 전분 첨가시 전이온도의 변화를 나타낸 그림이다.

각 전분은 시판품을 사용하였으며 고구마 전분의 경우는 72℃, 옥수수 전분의 경우는 73℃에서 호화온도가 관찰되었다. 그러나, 고구마 전분의 경우는 옥수수 전분에 비해 넓게 확장된 형태의 peak가 나타났기 때문에 옥수수 전분을 첨가했을 경우의 측정 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

어육에 전분만을 첨가한 결과(c)를 아무것도 첨가하지 않은 어육자체의 peak(a)와 비교해 보면, 앞의 세 peak는 전혀 변화가 없었으나 80℃에서 새로운 peak가 크게 나타났다. 이것은 시료자체에 첨가되어 있는 sucrose와 중합인산염의 영향과 전분의 호화에 필요한 물의 유효성 감소 등의 원인에 기인할 것으로 추정되는 전분의 호화억제현상으로 인해 원래의 호화온도보다 더 높은 온도에서 호화가 일어남으로써 나타나는 peak와 어육 자체의 peak(77℃)가 중첩되어 나타난 것으로 생각된다. 또한 어육에 식염과 전분을 첨가한 결과(d)와 어육에 식염만 첨가한 경우를 비교해 보면, 역시 앞의 세 peak는 전혀 변화가 없었으며 네번째 peak도 큰 변화가 확인되지 않았으나 85℃에 새로운 peak가 나타났다. 이 새로운 peak는 (c)의 결과에서 고찰했던 원인들에다 식염의 영향이 추가되어 전분의 호화온도가 더욱 고온으로 이동한 것으로 추정된다.

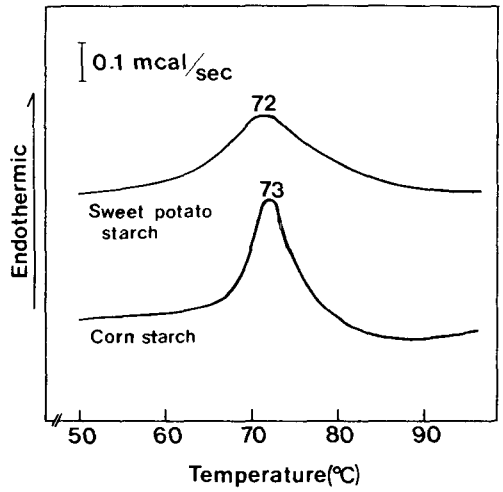

Fig. 3. DSC thermograms of starches. Percent concentration of starches(w/v) were 30%.

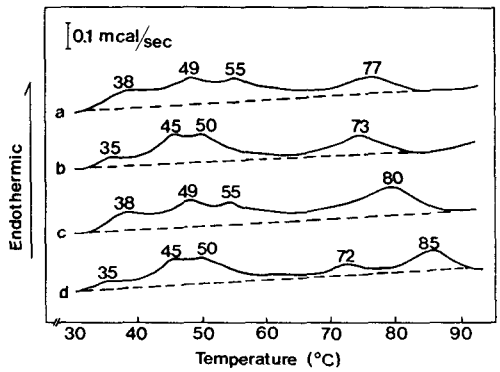

Fig. 4. DSC thermograms of Alaska pollack meat paste and corn starch mixtures: (a) meat paste; (b) meat paste with 3% NaCl; (c) meat paste with 5% corn starch; (d) meat paste with 3% NaCl and 5% corn starch.

식염이 전분의 호화에 미치는 영향을 검토해 본 결과(Fig. 5), 식염의 첨가에 의해 전분의 호화온도가 고온으로 이동하였으며 그 정도는 식염의 농도가 높을수록 현저하였다. 이것은 식염이 전분입자내 결정영역의 "opening"을 방해하기 때문에 호화를 억제시키며(Hamada 등, 1984), 어육과 전분의 혼합계에 있어서는 식염이 단백질의 수화를 촉진하여 전분의 호화를 저해하기 때문이다(Takahashi 등, 1982).

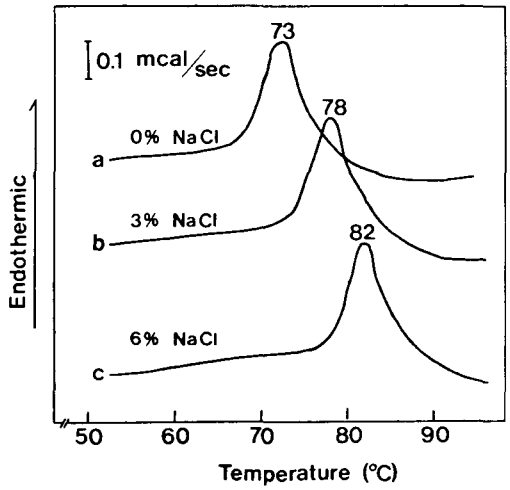

Fig. 5. DSC thermograms of 30%(w/v) corn starch showing effect of salt at various concentration.

Fig. 6은 3% NaCl을 첨가한 어육의 전이온도에 대한 예비가열의 영향을 나타낸 그림이다. 30℃에서 10분간 예비가열한 경우에는 전혀 변화가 없었으나 60℃의 경우에는 앞의 세 peak가 나타나지 않았으며 90℃의 경우에는 전혀 peak가 나타나지 않았다. 따라서 어육 단백질의 열에 의한 변성이 비가역적이라는 것을 확인할 수 있었다.

이상 살펴본 바와 같이 어육 단백질의 가열변성은 비가역적이며, 식염은 단백질의 열에 대한 안정성을 저하시켰다. 그러나 전분은 어육 단백질에는 거의 영향을 미치지 않고 독립적으로 호화됨으로써 탄력을 보강하는 것으로 추정된다.

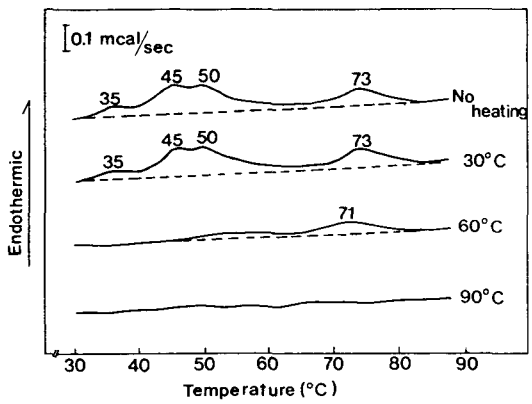

Fig. 6. DSC thermograms of Alaska pollack meat paste showing effect of preheating at various temperature for 10min. Samples were comminuted with 3% salt.

요 약

어육연제품의 제조시 가열에 의한 gel화 및 물성을 연구하기 위하여 Differential Scanning Calorimeter(DSC)에 의한 열적성질을 관찰한 결과는 다음과 같다.

DSC의 온도기록도에 의하면, 명태 연육은 4개의 열전이 온도(38℃, 49℃, 55℃, 77℃)를 나타내었으며, 식염의 첨가에 의해 모든 열전이 온도가 낮아졌다. 그러나 전분의 첨가에 의해서는 어육단백질 자체에는 전혀 영향이 없었고, 전분의 호화로 인한 새로운 peak가 생성되었다. 이는 어육단백질과 전분의 호화가 상호 독립적으로 진행된다는 사실을 뒷받침해 주는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

Akahane, T., S. Chihara, Y. Yoshida, T. Tsuchiya, S. Noguchi, 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(1), 105~111.

Hamada, M. and Y. Inamasu. 1984. Influences of temperature and starch on the viscoelasticity of kamaboko. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50(3), 537~540.

Hatae, K., S. Tamari, K. Miyanaga and J. J. Matsumoto. 1985. Species difference and changes in the physical properties of fish muscle as freshness decreases. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51(7), 1155~1161.

Matsuura, M. and K. Arai. 1986. Effect of pH on filament-forming ability and biochemical activity of fish myosins. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52(9), 1657~1663.

Quinn, J. R., D. P. Raymond and V. R. Harwalker. 1980. Differential scanning calorimetry of meat proteins as affected by processing treatment. J. Food Sci., 46, 1412~1418.

Sato, S., N. Nakagawa, T. Tsuchiya and J. J. Matsumoto. 1987. Electron microscopic study on the process of preparation of kamaboko. Nippon Suisan Gakkaishi, 53(4), 649~658.

Wright, D. J., I. B. Leach and P. Wilding. 1977. Differential scanning calorimetric studies of mus-

cle and its constituent proteins. J. Sci. Food Agric., 35, 357.

Wu, M. C., T. Akahane, T. C. Lanier and D. D. Hamann. 1985. Thermal transitions of actomyosin and surimi prepared from Atlantic croaker as studied by DSC. J. Food Sci., 50, 10~13.

Wu, M. C., T. C. Lanier and D. D. Hamann. 1985. Thermal transitions of admixed starch/fish protein systems during heating. J. Food Sci., 50, 20~25.

Wu, M. C., D. D. Hamann and T. C. Lanier. 1985. Rheological and calorimetric investigations of starch-fish protein systems during thermal processing. J. Texture Studies, 16, 53~74.

Yasui, T., M. Ishioroshi, H. Nakano and K. Samejima. 1979. Changes in shear modulus, ultrastructure and spin-spin relaxation times of water associated with heat-induced gelation of myosin. J. Food Sci., 44, 1201-1204, 1211.

1992년 12월 5일 접수
1993년 1월 4일 수리