

돼지 심장근 Surimi의 기능성에 미치는 Carboxy Methyl Cellulose 및 Methyl Cellulose의 영향

하정옥 · 우동균* · 황영만*

경남대학교 생명과학부, *경남대학교 식품공학과

Effect of Carboxy Methyl Cellulose and Methyl Cellulose on the Functional Properties of Pork Heart Alginate/ Calcium Carbonate(AC) Surimi

J. U. Ha, D. K. Woo* and Y. M. Hwang*

Division of Life Sciences, Kyungnam University

*Department of Food Engineering, Kyungnam University

Abstract

Pork heart surimi was prepared by repeated washings in the presence of antioxidants such as propyl gallate(0.02%), sodium ascorbate(0.2%), and sodium tripolyphosphate(0.02%). Changes in pH, cooking loss, water holding capacity and rheological properties such as strength, hardness, springiness and cohesiveness of gels prepared from alginate and calcium added pork heart surimi(AC surimi) with 0.5% and 1.0% of hydrocolloids such as carboxy methyl cellulose(CMC) or methyl cellulose(MC) were investigated. The pH values were lower in AC surimi with CMC than that with MC. The addition of CMC(1.0%) and MC(0.5% and 1.0%) decreased the cooking loss, respectively, and especially MC resulted in significant decrease of cooking loss($p < 0.05$). CMC increased gel strength, gel hardness and gel springiness, but MC showed little effect on these rheological properties. CMC and MC showed opposite effects on gel cohesiveness.

Key words : carboxy methyl cellulose, methyl cellulose, pork heart surimi.

서론

최근에 식용 가능한 식육 부산물을 보다 경제적으로 부가가치가 높은 식품으로 전환시켜 이용하고자 하는 시도가 점차 높아지고 있어 그 가공방법의 개발에 대한 연구가 활발하게 전개되고 있다. 특히 양적인 면에서 소나 돼지 도살시 얻어지는 부산물은 주목할 만하고, 영양적인 측면에서도 단백질 이외에 미량영양성분의 공급원으로서 손색이 없는 식품이나, 단백질의 기능성과 풍미가 다소 정육에 비해 다소 떨어지는 문제점이 지적되고 있다. 식육부산물 중 소와 돼지의 심장근은 골격근과 외관

은 비슷하지만 가공육으로서의 기능성이 낮고, 기호성이 다소 부족한 문제점은 있으나, surimi로 조제하는 공정을 통하여 지방입자, 색소 및 냄새 성분들을 제거함으로써 가공육으로의 활용 가능성이 증대되고 있다⁽¹⁾.

심장근 surimi는 육색소인 heme화합물, 산패촉진인자인 Fe과 고도불포화지방산 등의 잔류로 지질의 peroxidation이 초래되기 쉬운 문제점이 있으므로⁽²⁾, surimi 제조시 적당한 세척 공정을 통하여 수용성 성분, 저염용성 성분, 지방입자 및 heme화합물의 상당량을 줄임으로써 이를 어느 정도까지는 예방할 수 있으나, surimi 제조시 분쇄와 균질 등의 물리적 조작에 의해 세포의 파괴가 동반되므로 산소의 침투가 용이해짐으로써 산화촉진물질과 활성산소가 기능성 단백질인 근원섬유단백질과 접촉하게 되면 단백질의 산화를 유발하여 구조적 변화가

Corresponding author : J. U. Ha, Division of Life Sciences, Kyungnam University, 449, Wolyoung-dong, Masan, 631-701, Korea.

초래됨으로써 염용성 단백질의 기능이 저하되는 것으로 보고되고 있다^(3~6).

그러므로 근원섬유단백질의 이화학적 특성과 기능성은 surimi 제조과정 중 산화반응의 억제 등을 통하여 보호받을 수 있을 것으로 기대되며, 이러한 사례는 어육으로부터 surimi를 제조할 때 항산화제 첨가세척법이 적용되고 있는데서 찾아볼 수 있다^(7,8).

또한 심장근 surimi는 다른 근육 단백질에 비해 다소 기능이 낮은 문제점이 지적되고 있으므로 이를 극복하기 위한 시도로서 다당질계 친수 콜로이드의 이용도 검토할만하다. 각종 친수 콜로이드는 보수력과 점탄성 등의 다양한 가공특성을 가지고 있는 것으로 알려져 있는데, 특히 셀룰로오스를 알칼리 처리한 다음 염화메틸 또는 클로로아세트산의 치환반응에 의해 얻어지는 carboxy methyl cellulose 및 methyl cellulose는 점착성이 강한 물질로 안정제나 조밀제로 널리 이용되고 있는 물질이다.

그런데 육제품의 가공특성에 미치는 친수 콜로이드들의 영향에 대한 보고는 극히 드문 실정이다. 나아가 우리 나라의 경우 축육 도축시 발생하는 부산물의 이용에 대해서는 많은 연구가 이루어지지 않고 있는 실정임을 고려할 때 다량으로 얻어지는 부산물의 부가가치를 높인다는 측면에서 특히 식육과 가장 비슷한 조직을 가진 심장근을 surimi로 제조하여 첨가물로 활용함으로써 가공식품의 기능을 향상시킬 수 있는 방법을 모색해 볼 필요가 있다고 생각된다.

이러한 배경에서 본 연구에서는 돼지 심장근으로부터 propyl gallate(PG), sodium ascorbate 및 sodium tripolyphosphate(STPP) 등의 항산화제 첨가세척에 의해 돼지 심장근 surimi를 제조한 다음, alginate/calcium(AC) surimi를 조제하고 다당질계 친수 콜로이드인 carboxy methyl cellulose 또는 methyl cellulose를 일정 수준(0.5%/1.0%) 첨가하여 첨가수준별 가열손실, 보수성 이외에 겔의 물성(rheological properties)을 측정하여 돼지 심장근 surimi의 가공특성에 미치는 친수 콜로이드의 영향을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 재료는 도축장에서 도살 직후 적출된 돼지 심장근을 구입하여 polyethylene 주머니에 넣어 진공포장한 다음 -20°C 에서 3주간 저장하면서 사용하였다. 본 실험에 사용한 carboxy methyl cellulose(CMC), methyl cellulose(MC), DL-lactic acid, bovine serum albumin, sodium ascorbate 등은 Sigma(U.S.A)에서 구입하였으며, calcium carbonate와 sodium tripolyphosphate는 Shinyo(Japan), sodium azide는 Junsei(Japan), propyl gallate와 sodium alginate는 Acros(U.S.A) 및 Yakuri Pure Chemicals(Japan) 등의 시약을 구입하여 사용하였다. 그리고, 기타 시약은 분석용 시약을 사용하였다.

실험방법

1) 심장근 surimi의 제조

돼지 심장근은 먼저 2°C 에서 18시간에 걸쳐 해동한 다음, 껍질, 지방 및 결합조직 등을 제거하고, 2cm로 절단하여 만육기로 2회에 걸쳐 분쇄한 다음 100 g씩 취하여 surimi 제조에 사용하였다.

심장근 surimi는 Xiong 등의 방법⁽⁹⁾을 다소 수정하여 제조하였는데, 우선 1회 세척액(0.02% propyl gallate, 0.2% ascorbic acid, 0.2% sodium tripolyphosphate 함유 25 mM 인산 완충액, pH 7.0)을 심장근 시료의 2 배량을 가해 균질기(Nissei AM-8, Japan)로써 균질(15,000 rpm, 30 sec)한 다음, 8배량의 세척액을 추가하여 2°C 에서 1시간 동안 교반한 후 원심분리기(Preparative centrifuge, Hitachi, Japan)로써 2°C 에서 원심분리(2,000×g, 15 min)하여 침전물을 얻었다. 이 침전물을 2회 세척액(0.2% ascorbic acid, 0.2% sodium tripolyphosphate 함유 25 mM 인산 완충액, pH 7.0)에 의해 1회 세척시와 동일한 순서로 처리하여 2°C 에서 원심분리(2,000×g, 15 min)하여 침전물을 취하고, 2회 세척액 10배량을 다시 추가하여 충분히 혼합한 다음 2°C 에서 원심분리(2,000×g, 15 min)하여 침전물을 얻고, 이 침전물을 새 세척액(0.2% ascorbic acid 함유 25 mM 인산 완충액, pH 6.0) 10배량을 추가하여 혼합후 같은 조건에서 원심분리하여 얻어진 침전물을 항산화

제 첨가 세척에 의한 심장근 surimi로 하였다.

2) 심장근 및 surimi의 일반성분 분석

돼지 심장근 시료 및 surimi의 수분, 단백질 등의 함량은 A.O.A.C 법⁽¹⁰⁾에 따라 정량하였다.

3) 단백질 농도의 측정

측정용 현탁액 0.1 mL씩을 취하여 0.9 mL씩의 증류수를 가하여 1.0 mL로 조제한 다음 bovine serum albumin을 표준물질로 하여 단백질의 농도를 구하였다⁽¹¹⁾.

4) 검(CMC 또는 MC)첨가 alginate/calcium (AC) surimi의 조제

항산화제 첨가 세척에 의해 얻어진 돼지 심장 surimi(+AO)의 단백질 농도를 0.6 M NaCl, 25 mM 인산 완충액(pH 6.0)에 의해 5%로 조절한 다음 Table 1과 같은 배합비율에 따라 CMC 또는 MC 첨가 AC surimi의 시료를 각각 조제하여 본 실험의 재료로 사용하였다.

5) Surimi 겔의 조제

검 첨가 돼지 심장근 surimi를 0.6 M NaCl, 25 mM 인산 완충액(pH 6.0)에 의해 현탁액(5% protein)으로 조제한 다음, 12 mL씩 시험관(직경 22 mm × 길이 100 mm)에 각각 취해

뚜껑을 덮고 항온수조에 의해 내부온도가 70°C에 도달한 다음 20 분간 가열하여 겔을 형성시킨 후⁽¹²⁾, 얼음물로 즉시 냉각하고 냉장고(4°C)에 12시간 보관하였다가 겔의 특성을 측정하였다.

6) pH의 측정

검 첨가 surimi의 pH는 pH meter(Orion 520A, USA)에 의해 측정하였다.

7) 조리 손실의 측정

돼지심장근 surimi의 가열처리에 따른 손실율은 Samejima 등의 방법⁽¹³⁾에 따라 surimi 조제액의 무게와 가열처리 후 겔의 무게를 측정하여 다음 식에 의해 구하였다.

$$\text{Cooking loss(\%)} = \left(1 - \frac{\text{weight of cooked product}}{\text{weight of raw surimi mixture}}\right) \times 100$$

8) 보수력의 측정

겔의 보수력(WHC, water holding capacity)은 Samejima 등의 방법⁽¹³⁾에 의해 측정하였다. 즉, 겔 시료 5 g을 취하여 10,000 × g에서 15분간 원심분리(Hitachi 20PR, Japan)하여 다음 식에 의해 겔의 보수성을 구하였다.

$$\text{WHC(\% of gel)} = \left(1 - \frac{\text{weight of water separated}}{\text{weight of initial gel}}\right) \times 100$$

9) Surimi 겔의 물성 측정

겔을 냉장고에서 꺼내어 1시간 동안 실온에서 평형시킨 다음 rheometer(Sun Scientific Co., Compac-100, Japan)로 겔의 강도, 경도, 탄성 및 응집성 등을 Fig. 1에 근거하여 다음 관계식에 의해 각각 구하였다.

Max.g(Maximum weight) : maximum force required to compress the sample to 40% of its original height

Di. mm(Distance) : Distance(mm) between T1 and T2(maximum point)

$$\text{Strength} = \frac{\text{Max. wt(g)} \times 980.665}{\text{cm}^2} \quad (10 \text{ dyne/cm}^2)$$

Table 1. Preparation of alginate/calcium (AC) added pork heart surimi with carboxy methyl cellulose(CMC) or methyl cellulose (MC)

| Meat system | Ingredient levels,% | | |
|---------------|---------------------|-------------------|------------|
| | A/C/L ¹⁾ | GUM ²⁾ | SURIMI(5%) |
| AC CONTROL | 0.4/0.075/0.6 | - | 98.925 |
| AC + 0.5% GUM | " | 0.5 | 98.425 |
| AC + 1.0% GUM | " | 1.0 | 97.425 |

¹⁾ A = sodium alginate : C = calcium carbonate : and L = lactic acid

²⁾ Carboxy methyl cellulose(CMC) or methyl cellulose(MC)

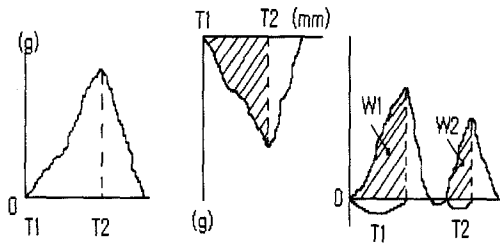


Fig. 1. Curves for calculation of rheological properties of samples by rheometer.

$$\text{Hardness} = \frac{\text{STRG} \times \text{Sample height}}{\text{Distance}} \text{ (10 dyne/cm}^2\text{)}$$

$$\text{Springiness} = \frac{T2}{T1}$$

$$\text{Cohesiveness} = \frac{W2}{W1}$$

측정용 겔은 직경 10mm × 높이 10mm의 규격으로 하였으며, 측정조건은 penetration depth 4mm, probe speed 25mm/min, chart speed 5cm/min이었으며, 젤라틴용 probe(No. 13)를 이용하였다.

10) 통계학적 분석

Surimi의 가열손실율을 비롯하여 겔의 보수력과 물성 등의 측정자료의 분석은 분산분석과 함께 개별 처리구간의 유의성을 Turkey의 HSD (honestly significance difference)방법⁽¹⁴⁾에 의하여 유의수준 5%에서 검증하였다.

결과 및 고찰

심장근 surimi의 수분 및 단백질 함량

돼지 심장근으로부터 연속적인 세척을 거쳐 제조된 surimi의 수분과 단백질 함량은 Table 2와 같았다. 즉 일차적으로 surimi 제조 결과 수분 함량은 수분함량은 78.4%로부터 84.9%로 증가하였는데, 이것은 surimi 제조과정에서의 수세에 따른 변화에 기인한 것으로 보이며, 아울러 단백질의 함량이 16.1%에서 10.9%로 상당히 감소한 것은 수세과정의 이행에 따라 수용성 단백질과 일부 염용성 단백질의 손실에

Table 2. The content of water and protein of pork heart muscle and surimi prepared in the presence of antioxidants (unit : %)

| Sample | Water | Protein |
|------------|------------------------|-----------|
| Raw sample | 78.4±0.45 ^a | 16.1±0.12 |
| Surimi | 84.9±0.82 | 10.9±0.33 |

^aData represented means±standard errors

기인한 것으로 생각된다.

pH의 변화

돼지 심장근 surimi에 CMC와 MC를 각각 첨가했을 때 pH값의 변화는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 즉 0.5% gum 첨가시 pH에 대한 영향을 살펴 보면 CMC의 경우에는 xanthan gum 첨가시⁽¹⁵⁾와 마찬가지로 평균 0.2 단위씩 낮아지는 경향을 나타낸 데 반해 MC 첨가시에는 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

조리 손실의 변화

돼지 심장근 surimi에 0.5% 및 1.0%의 CMC 또는 MC를 첨가했을 때 조리 손실의 측정결과를 Fig. 3에 나타내었다. 돼지 심장근의 대조구가 나타낸 17%에 비해 CMC의 경우 0.5% 첨가시 18.5%로 1.5%의 증가를 보였으나, 1.0% 첨가시에는 14%로 나타나 경미한 감소 경향을 나타내었다. 한편, MC 첨가시에는 0.5% 또는 1.0% 첨가시 어느 경우에도 4.0% 이하로 나타

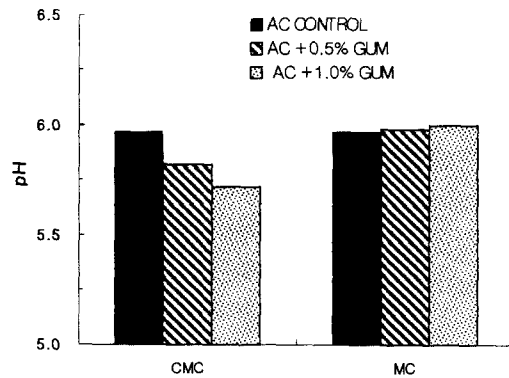


Fig. 2. pH values of alginate/calcium(AC) added pork heart surimi with CMC or MC. Codes of gums are carboxy methyl cellulose (CMC) and methyl cellulose(MC).

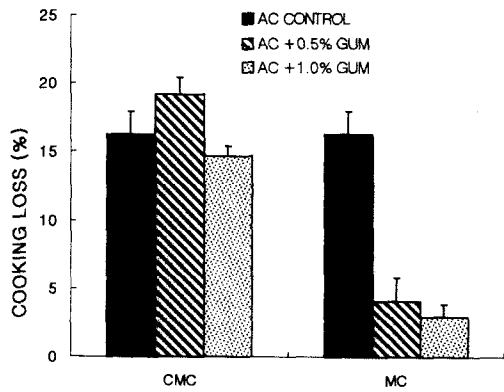


Fig. 3. Cooking loss of alginate/calcium (AC) added pork heart surimi with CMC or MC. Data represented means \pm standard errors. Treatment codes are presented in Fig. 2.

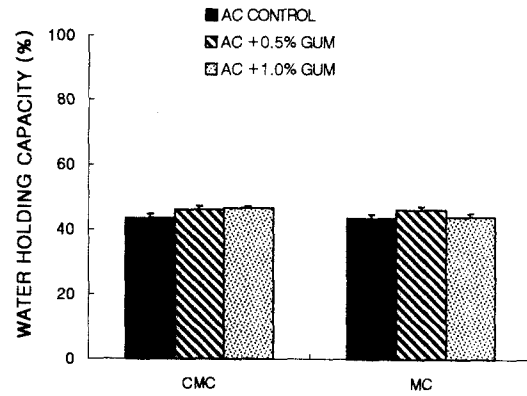


Fig. 4. Water holding capacity of alginate/calcium(AC) added pork heart surimi with CMC or MC. Data represented means \pm standard errors. Treatment codes are presented in Fig. 2.

나 조리손실을 현저하게 감소시키는 결과를 나타내었으나($p < 0.05$), 첨가수준에 따른 차이는 나타나지 않았다. 이와 같은 결과로 보아 CMC의 첨가시에는 하 등^(15,16)이 보고한 바와 같이 locust bean gum 첨가와 비슷한 경향인 데 비해 MC는 κ -carageenan, guar gum 또는 xanthan gum 첨가시와 비슷한 결과를 나타내었으며, 저지방 쇠고기 batter에 대한 실험에서 Foegeding과 Ramsey 등⁽¹⁷⁾에 의한 0.5~1.0%의 gum 첨가시 가열손실을 크게 줄일 수 있었다는 보고와 본 실험의 결과는 상당히 비슷한 경향임을 알 수 있었다.

보이나 κ -carageenan이나 xanthan gum 첨가시와는 전혀 다른 경향으로 해석된다.

물성의 변화

1) 겔 강도의 변화

돼지 심장근 surimi에 0.5% 및 1.0% 수준의 CMC 및 MC 첨가시 겔 강도의 측정결과는 Fig. 5와 같다. 대조구에 비해 CMC 첨가시에는 겔 강도가 경미한 증가를 나타내었으나 유의적인 차이를 보인 것은 아니었고($p < 0.05$), MC 첨가구는 어느 경우에나 큰 변화를 나타내

보수력의 변화

보수력은 특히 frankfurt 같은 유화형 육제품 제조시 수분과 지방질 등 식품성분간의 상호작용에 의해 나타나는 안정성의 중요한 지표가 되는 것으로 제품의 수율과 조직감을 비롯한 여러 가지 기능적 특성에 깊은 관련성을 가지고 있는 물성이다. 돼지 심장근의 surimi에 CMC와 MC를 각각 첨가했을 경우의 보수력의 측정결과를 Fig. 4에 나타내었다.

CMC 첨가구와 MC 첨가구의 보수력은 첨가수준과는 거의 관계 없이 대조구에 비해 거의 변동없는 결과를 보였는데, 이러한 결과는 하 등^(15,16)이 보고한 결과와 비교해 볼 때 guar gum, locust bean gum과는 비슷한 경향으로

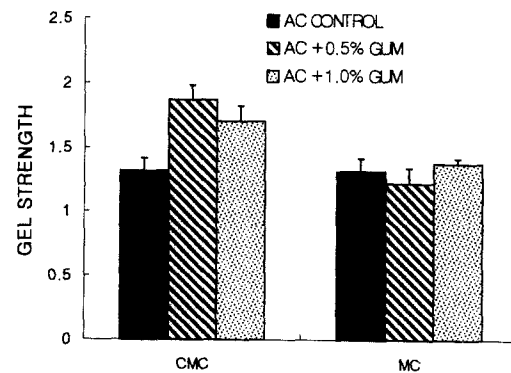


Fig. 5. Gel strength of alginate/calcium (AC) added pork heart surimi with CMC or MC. Data represented means \pm standard errors. Treatment codes are presented in Fig. 2.

지 않았는데, 하 등⁽¹⁶⁾이 보고한 것처럼 κ -carageenan 첨가시와는 상반된 경향이었으나 guar gum이나 locust bean gum 또는 xanthan gum 등의 첨가시와 거의 일치하는 결과를 나타내었다⁽¹⁵⁾.

2) 겔 경도의 변화

Fig. 6에 돼지 심장근 surimi에 CMC 또는 MC 첨가시 측정된 겔 경도를 나타내었다. 겔 경도에 미치는 검들의 영향은 앞서 살펴 본 바와 같이 겔 강도에 대한 영향과 거의 비슷한 결과를 나타내었다.

3) 겔 탄성의 변화

돼지 심장근 surimi에 0.5% 또는 1.0% 수준의 CMC 또는 MC 첨가시 겔 탄성의 측정결과는 Fig. 7에 나타낸 바와 같다. CMC 첨가에 의해 겔의 탄성은 약간 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다($p < 0.05$), MC 첨가시에는 거의 영향을 찾아 볼 수 없었다. 이 두 친수 콜로이드의 첨가에 의한 영향은 κ -carageenan, guar gum, locust bean gum 및 xanthan gum 등의 첨가시와는 대조적인 것임을 알 수 있다^(15,16).

4) 겔 응집성의 변화

돼지 심장근 surimi의 겔 응집성에 미치는 CMC 또는 MC의 첨가에 따른 영향을 Fig. 8에 나타내었는데, CMC 첨가구는 1.0% 첨가시에

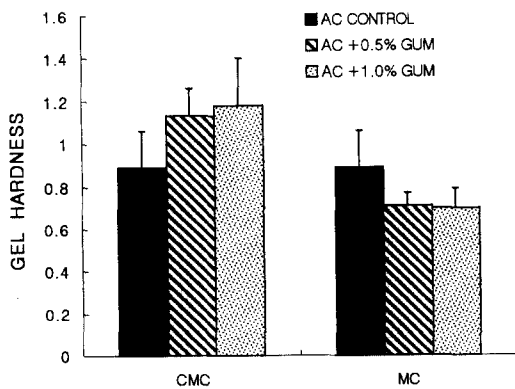


Fig. 6. Gel hardness of alginate/calcium(AC) added pork heart surimi with CMC or MC. Data represented means \pm standard errors. Treatment codes are presented in Fig. 2.

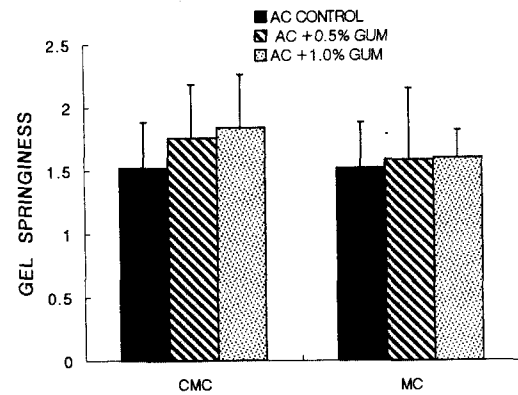


Fig. 7. Gel springiness of alginate/calcium (AC) added pork heart surimi with CMC or MC. Data represented means \pm standard errors. Treatment codes are presented in Fig. 2.

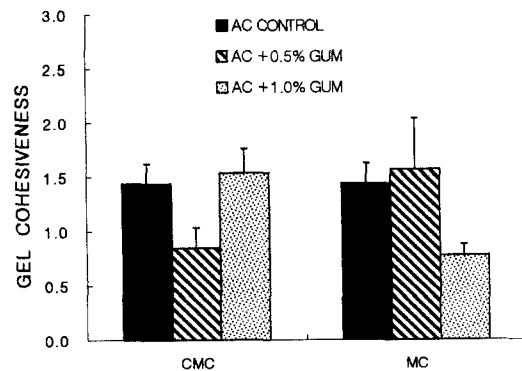


Fig. 8. Gel cohesiveness of alginate/calcium (AC) added pork heart surimi with CMC or MC. Data represented means \pm standard errors. Treatment codes are presented in Fig. 2.

만 경미한 증가를 보였고, MC 첨가구에서는 오히려 1.0% 첨가시 0.5%의 경우보다 다소 감소하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이를 보인 것은 아니었으며($p < 0.05$), 첨가수준에 따른 친수 콜로이드들의 surimi에 대한 상호작용이 검마다 다소 차이를 나타내는데 기인한 것으로 사료된다.

요 약

축육 생산시 주요 부산물인 돼지 심장근으로부터 향산화제(0.02% propyl gallate, 0.2%

ascorbic acid, 0.2% sodium tripolyphosphate) 첨가 세척액(25 mM phosphate buffer, pH 6.0)에 의해 제조된 surimi(5% protein, 0.6 M NaCl, 25 mM phosphate buffer, pH 6.0)를 alginate(0.4%), calcium carbonate(0.075%) 및 lactate(0.6%) 등의 첨가에 의해 AC surimi로 조제한 다음, CMC 또는 MC를 일정수준(0.5%, 1.0%) 첨가하여 surimi의 pH, 겔의 보수력과 조리 손실을 비롯하여 겔의 물성을 비교 검토하였다. CMC 첨가시 pH는 0.2 단위씩 감소하는 경향을 보인 데 비해 MC 첨가시에는 뚜렷한 변화를 보이지는 않았다. 조리 손실에 대한 영향을 살펴 본 결과 CMC와 MC 첨가구에서 0.5% CMC 첨가구를 제외하고서는 나머지 세 처리구에서 감소하는 경향이었고, 특히 MC 첨가시에는 대조구에 비해 뚜렷한 감소경향을 나타내었으나($p < 0.05$) 첨가수준에 따른 차이는 나타나지 않았다. CMC나 MC의 첨가는 보수력에 대해서는 거의 영향을 미치지 않은 것으로 나타났고, 물성에 대한 측정 결과에서 CMC 첨가시에는 겔의 강도, 경도 및 탄성 등은 약간 증가하였으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았고($p < 0.05$), MC 첨가시에는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으며, 겔 응집성에 대해서는 CMC와 MC 첨가에 의해 서로 다른 경향을 나타내었다.

참고문헌

1. Lanier, T. C. : Functional properties of surimi. *Food Technol.*, 40(3), 107 (1977).
2. USDA, *Composition of Foods : Beef products: Raw, Processed and Prepared*: U.S. Department of Agriculture Handbook 8-13: U.S. Government Printing Office : Washington, DC (1990).
3. Uchida, K., Kato, Y. and Kawakishi, S. : Metal-catalyzed oxidative degradation of collagen. *J. Agric. Food Chem.*, 40, 9 (1992).
4. Decker, E. A., Xiong, Y. L., Calvert, J. T., Crumb, A. D. and Blanchard, S. P. : Chemical, physical and functional properties of oxidized turkey white muscle myofibrillar proteins. *J. Agric. Food Chem.*, 41, 186 (1993).
5. Stadtman, E. R. and Oliver, C. N. : Metal-catalyzed oxidation of proteins. *J. Biol. Chem.*, 266, 2005 (1991).
6. Mecci, J. E., Mordente, A. and Martorana, G. E. : Metal catalyzed oxidation of human serum albumin : conformational and functional changes. *J. Biol. Chem.*, 266, 4690 (1991).
7. Kellher, S. D., Silva, L. A., Hultin, H. O. and Wilhelm, K. A. : Inhibition of lipid oxidation during processing of washed, minced Atlantic mackerel. *J. Food Sci.*, 57, 1103 (1992).
8. Wan, L., Xiong, Y. L. and Dekker, E. A. : Inhibition of oxidation during washing improves the functionality of bovine cardiac myofibrillar protein. *J. Agric. Food Chem.*, 41, 2267 (1993).
9. Xiong, Y. L., Dekker, E. A., Robe, G. H. and Moody, W. G. : Gelation of crude myofibrillar protein isolated from beef heart under antioxidative condition. *J. Food Sci.*, 58, 1241 (1993).
10. AOAC : *Official methods of Analysis*, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. (1990).
11. Gornall, A. G., Bardawill, C. J. and David, M. M. : Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. Biol. Chem.*, 177, 751 (1949).
12. Xiong, Y. L. and Brekke, C. J. : Changes in protein solubility and gelation properties of chicken myofibrils during storage. *J. Food Chem.*, 54, 1141 (1989).
13. Samejima, K., Egelandsdal, B. and Fretheim, K. : Heat gelation properties and protein extractability of beef myofibrils. *J. Food Sci.*, 50, 1540 (1985).
14. Daniel, W. W. : *Biostatics, a foundation for analysis in health sciences*. John Wiley & Sons, New York, 203 (1978).
15. 하정옥, 우동균 : 돼지 심장근 surimi의 기능성에 미치는 locust bean gum과 xanthan gum의 영향. 경남대학교 부설 공업기

- 술연구소 연구논문집, 17, 481 (1999).
16. 하정옥, 우동균 : 돼지 심장근 surimi의 기능성에 미치는 κ -carrageenan과 guar gum의 영향. 경남대학교 부설 공업기술연구소 연구논문집, 16, 207 (1998).
17. Foegeding, E. A. and Ramsey, S. R. : Effect of gums on low-fat meat batters. *J. Food Sci.*, 51, 33 (1986).
-

(2000년 7월 3일 접수)