

# 식육단백질과 친수성 콜로이드의 상호결합 특성을 이용한 저지방 육제품 제조기술 개발 - I 모델연구를 이용한 상호반응의 최적화

진구복<sup>†</sup> · 정보경

전남대학교 동물자원학부 및 농업과학 기술연구소

## Development of Low-fat Meat Processing Technology Using Interactions between Meat Proteins and Hydrocolloids - I Optimization of Interactions between Meat Proteins and Hydrocolloids by Model Study

Koo Bok Chin<sup>†</sup> and Bo Kyung Chung

Dept. of Animal Science and Institute of Agricultural Science and Technology,  
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

### Abstract

Interactions between meat proteins and hydrocolloids in a model system may play an important role for the improvement of textural properties in low-fat sausage mixtures. The objective of this study was to determine gel properties as affected by the type and level of hydrocolloid, various pH values of meat protein-hydrocolloid mixture before cooking, and internal cooking temperatures. The desirable heat-induced gels (HIGs) were formed at least pH values above 6.0. The addition of konjac flour (KF), kappa-carrageenan (CN) and locust bean gum (LBG) to extracted salt soluble proteins (2%) improved the gel strength with increased levels (0.5~1.5%) and HIGs containing CN had the highest ( $p < 0.05$ ) gel strength. The increase of cooking temperature increased gel strength, depending on pH and type of hydrocolloid. However, the minimum internal cooking temperature to make viscoelastic HIGs was 70°C. These results indicated that desirable HIGs were manufactured with each hydrocolloid concentration of 1% and minimum cooking temperature of 70°C with pH values higher than 6.0.

**Key words:** interactions, meat proteins, hydrocolloids, heat-induced gels, textural properties

### 서 론

식품으로 섭취하는 지방은 영양소로서 우리 몸 속에서 합성되지 않는 필수지방산의 급원으로, 특히 식육가공품에 있어서 지방은 조직감과 다즙성 등의 관능적 특성에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 하지만 과다한 지방의 섭취는 혈중 콜레스테롤 상승의 원인이 될 뿐만 아니라 비만이나 각종 암의 발생원인이 되고 있다. 따라서 식품으로 섭취하는 지방은 그 섭취량이 제한되어 왔는데 지방이 차지하는 열량은 총 식품이 차지하는 열량의 30%가 넘지 않고, 또한 포화지방산이 차지하는 비율이 10%가 넘지 않을 것을 권장하고 있다(1). 일반적인 유회형 소시지는 약 30% 이내의 지방을 함유하고 있기 때문에 이러한 지방을 대체하기 위하여 탄수화물이나 비육류단백질 등의 지방대체제를 사용하게 된다. 지방대체제 중에는 해조류나 식물 또는 세균에서 추출한 친수성 콜로이드(hydrocolloids)가 개발되고 있으며 수분과 육입자와 결합할 수 있는 결합력(binding capacity) 및 보수력(water hold-

ing capacity)이 절실히 요구되고 있다(2). 친수성 콜로이드는 비교적 낮은 단가로 분쇄육이나 세절육제품의 제조에 다양하게 이용되고 있으며 저지방육제품 제조에 필수적으로 첨가되어 조직감 뿐만 아니라 보수력을 증진시키고 있다. 친수성 콜로이드 중에서 konjac flour(KF)는 글루코만난(glucomannan)으로 알려져 있으며 중동지역에서 생산되는 약용식물인 *Amorphosphallus konjac*으로부터 분리한 탄수화물로 mannose와 glucose의 분자비율이 3:2로 구성되어 있으며 acetyl기가 19개의 glucose와 mannose의 단위에 결합되어 수화를 돕고 분자량이 약 300,000을 가진 거대분자로 식품의 보수력과 겔(gel)화를 촉진시켜 다양하게 사용되고 있다. Konjac flour를 이용한 육제품 가공기술이 다양하게 소개되고 있으며(3,4) 특히 다른 검류와 반응하여 상승효과가 있는 것으로 보고되고 있다(5,6). 카라기난(carrageenan, CN)은 해조류에서 추출한 황을 함유한 탄수화물로 kappa-, iota- 및 lambda-의 3가지 형태가 존재하며 kappa와 iota형이 겔 형성능력을 가지고 있으므로 식육가공품 제조시 첨가되어 겔 형성능력

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: kbchin@chonnam.ac.kr  
Phone: 82-62-530-2121, Fax: 82-62-530-2129

으로 인한 조직감의 개선과 기능성을 증진시켜 주는 역할을 한다고 보고되고 있다(6-9). Locust bean gum(LBG)도 저지방육제품의 제조시 사용되어 지방대체제의 역할을 하며 보수력이나 조직감의 증진에 기여하고 있다(10). 이와 같은 친수성 콜로이드들은 육류단백질과 결합하여 겔을 형성하므로 지방대체제로 이용되며 저지방육제품 제조시 이들의 겔 형성 능력은 pH, 가열조건 및 단백질과 염의 이온농도 등에 영향을 받는다(11,12). 저지방 육제품 제조에 이용될 양질의 식육단백질 선별과 지방대체제의 상호결합 특성을 측정하는 것은 저지방육제품 제조공정의 최적조건을 구하기 위하여 선행되어야 한다. 추출한 식육단백질과 친수성 콜로이드 혼합물의 가열 겔(heat-induced gels)의 특성에 영향을 줄 수 있는 요인들을 분석하여 육가공기술에 적용할 수 있는 모델연구가 수행되어야 한다고 사료된다.

따라서 본 연구는 돈육의 후지로부터 식육단백질을 추출하여 각각의 친수성 콜로이드와 상호결합의 최적화를 결정하기 위하여 가열 겔을 제조하였고 이화학적 및 물성검사를 측정하여 최적조건을 설정하였으며 이를 저지방 육제품 제조기술에 응용함을 그 목적으로 한다.

## 재료 및 방법

### 염용성 단백질의 추출

도축 후 약 하루 정도 지난 돈육의 후지(Ham)를 현대유통(광주)에서 구입하여, 외부지방을 제거하고 직경 4 mm의 만육판을 이용하여 만육시키고 pH와 일반성분을 측정하였으며, 시료로 사용할 때까지 동결시켰다. 시료로 사용하기 전에 냉장에서 하루 동안 해동시키고 DeFreitas 등(11)의 방법을 이용하여 만육시킨 돈육 150 g을 300 mL의 염용액(0.6 M, NaCl)에서 30초간씩 3번 균질시키고 2(±1)°C에서 약 1시간 동안 정치시킨 후 12,000×g로 원심분리시켜 염용성 단백질을 추출시켰다. 상정액의 단백질함량은 Lowry-Folin(13)의 방법으로 구하였고 단백질 농도를 2%로 희석시킨 후 사용하였다.

### 전기영동(SDS-PAGE)을 이용한 염용성 단백질과 친수성 콜로이드의 반응검사

친수성 콜로이드와 식육단백질간의 결합을 측정하기 위하여 전기영동(sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE)을 실시하였다. 추출한 후 일정농도(2%)로 조정된 염용성 단백질에 친수성 콜로이드를 용해시키고, 용해시킨 혼합물의 단백질함량을 10 µg/µL로 고정된 후 Laemmli(14)방법으로 전기영동을 실시하였다. 친수성 콜로이드와 반응시킨 처리구를 염용성 단백질만 단독으로 사용한 대조구와 비교, 분석하여 새로운 단백질 분획 밴드의 생성유무를 조사하였다.

### 친수성 콜로이드(hydrocolloids)와 염용성 단백질 혼합액의 가열겔 생성 및 분석

염용성 단백질과 친수성 콜로이드의 상호반응을 이용한 가

열 겔 생성의 최적조건을 구하기 위하여 친수성 콜로이드의 종류(konjac flour, k-carrageenan, locust bean gums, Korea Carrageenan Co., Inc., Ltd., Seoul, Korea)와 첨가량(0.5~1.5%) 및 가열온도(65~75°C)를 달리하였다. 추출한 염용성 단백질의 함량을 2%로 희석시킨 다음 친수성 콜로이드를 용해시킨 후 1 N HCl 또는 NaOH를 이용하여 pH를 5.5, 6.0, 6.5로 각각 조절하였으며 반응용액을 3 mL씩 microwell tube (30024, 24 wells/plate, Sewon, Plastic Labware, Korea)에 접종한 후 밀봉하였고 항온조에서 각 온도별로(65, 70, 75°C) 가열하였으며 내부온도가 각각의 온도에 도달하였을 때 가열을 종료한 후 빙수에서 급냉하였다. 급냉 후 냉장실에서 24시간 보관 한 다음 pH, 수분(%) 및 겔 강도를 다음과 같은 실험조건들을 이용하여 측정하였다. pH는 pH-meter(Mettler-Toledo, Model 340, Swarzenbach, Switzerland)로 균질한 시료의 3부분을 측정하여 평균치를 구하였고, 수분함량은 가열 겔을 2 g씩 취하여 dry oven(102°C)에서 약 16~18시간 동안 가열 건조시켜 감량을 측정하였다(15). 겔의 강도는 Sakamoto 등(16)의 방법을 변형하여 사용하였으며, Texture Analyzer (TA-XT2, Stable Micro Systems, Hasemere, England)에 원형 플런저(Plunger, SMS 0.025S, 5 mm diameter)를 부착하여 플런저가 microplate의 내부를 120 mm/min 속도로 침투하여 겔이 파괴될 때까지의 힘(g)을 구하였고 각 시료당 8회 이상 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

### 통계처리

pH의 변화에 따른 각각의 친수성 교질화합물에 대한 각 요인(factor)별로 3(친수성 콜로이드)×3(첨가량)×3(가열온도) 삼원배치법을 이용하여 분산분석(Analysis of Variance, ANOVA)을 실시하였다. 분산분석 결과 0.05%의 수준에서 두 요인 상호관계간에 유의차가(p<0.05) 발견되었을 때 각 두 요인별로 세분하여 실시하였고, 상호관계가 존재하지 않으면 각 요인 별로 주요인(main effect)에 관한 결과를 Duncan's multiple range test에 의하여 다중비교를 실시하였다(17).

## 결과 및 고찰

### 원료육의 성상

육제품의 제조에 사용되는 원료육은 최종제품의 품질을 결정하는 중요한 요인이 된다. 본 실험에 사용된 원료육의 구성성분은 Table 1과 같이 3번 반복실험을 통한 평균 pH값의 범위는 5.78에서 6.05수준이었고 평균은 5.92로 나타났으며

Table 1. pH, chemical composition and microbial counts of raw meat used for this study

	pH	Moisture	Fat	Protein	Total plate counts
		(%)			(CFU/g)
Mean	5.92	76.0	3.99	20.7	3.9×10 <sup>4</sup>
SD	0.19	1.55	0.30	0.85	2.4×10 <sup>3</sup>



Table 4. pH, moisture (%) and gel strength as affected by cooking temperature classified as various pH values

Parameters	pH 5.5			pH 6.0			pH 6.5		
	65	70	75°C	65	70	75°C	65	70	75°C
Gel pH	5.85	5.84	5.84	6.18 <sup>a1)</sup>	6.13 <sup>b</sup>	6.13 <sup>b</sup>	6.55	6.57	6.57
Moisture (%)	92.2	92.2	92.2	92.7	92.7	92.6	91.9	91.9	91.8
Gel strength (g)	22.3 <sup>b</sup>	24.9 <sup>b</sup>	32.5 <sup>a</sup>	30.2	32.7	31.8	47.5 <sup>b</sup>	58.6 <sup>a</sup>	57.2 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means with different superscripts in a same row within a same pH level are different at p<0.05.

해석하였다. 이와 같은 결과는 식육단백질이 낮은 pH로 인한 응고(coagulation) 현상으로 겔의 강도가 높을 것으로 사료되고, 첨가한 친수성콜로이드가 단백질간의 결합을 방해하기 때문에 친수성 콜로이드를 첨가할 경우 그 강도가 더 낮은 것으로 판단된다. 외부환경에 따른 단백질의 변성으로 나타나는 응고(coagulation)는 3차원적인 겔화(gelation)와는 달리 조직적인 특성이 저하될 수 있고 강도는 높지만 탄력성이나 응집성이 떨어져 식육가공품의 제조시 바람직한 조직감을 줄 수 없을 것으로 추측된다. 반면 kappa-CN은 그 자체의 겔 생성능력이 식육단백질보다 우수하다고 보고되었으며(12) 그 결과 k-CN을 첨가한 경우는 무첨가구에 비하여 유의하게 높은 수치를 보였으며 첨가량이 증가할수록 겔 강도 역시 증가하였다(Table 3). pH가 6.0인 경우 konjac flour(KF)와 locust bean gum(LBG) 첨가구 모두 1.0% 이상 첨가시 대조구와 겔 강도의 차이를 보였고(p<0.05), KF의 경우는 1.5%를 첨가할 경우 1.0%의 첨가량보다는 겔 강도의 차이를 보였지만(p<0.05), LBG 첨가의 경우 1.0% 이상 첨가시에는 겔 강도의 유의차를 보이지 않았다(p>0.05). 한편 pH가 6.5인 경우 친수성콜로이드를 0.5% 이상 첨가하면 대조구에 비하여 겔 강도가 증가하였으며(p<0.05), CN 첨가구만 제외하고 0.5% 이상 첨가시 겔 강도에는 차이를 보이지 않았다. 따라서 식육자체의 pH가 높거나 인산염의 첨가로 pH가 6.5보다 높을 경우 0.5% 정도의 첨가가 경제적인 면에서 유리할 것으로 사료되며 그보다 낮은 pH(6.0~6.5)에서는 1.0%의 첨가로 최대의 효과를 줄 수 있다고 판단된다. DeFreitas 등(12)은 pH와 CN의 종류에 따른 가열소시지의 겔 강도 검사에서 pH가 6.0인 경우 kappa와 iota-CN의 0.5% 첨가시 겔 강도가 현저히 증가하였고 해동시에 감량을 줄일 수 있었다고 보고하여 식육단백질과 CN의 결합할 때 pH 값의 중요성을 강조하였고 CN과 식염 및 인산염의 혼합 첨가시 더욱 상승효과가 있었다고 보고하였다. Lan 등(18)은 각 식육별로 겔 강도를 측정 한 결과 계육의 가슴과 다리살로 생성한 겔 강도가 다른 종류에 비하여 현저히 높았고 pH가 6.0에서 6.5사이일 경우 겔 강도가 가장 높고 가열감량을 줄여줌으로써 식육가공품의 제조를 위하여 pH가 최소한 6.0 이상이 될 것을 권장하였다. 이상의 결과에서 종합하여 보면 식육가공품 제조시 pH가 6.0~6.5인 경우가 pH가 6.0이하의 경우보다 친수성 콜로이드의 조직감에 기여하는 정도가 우수하였고, pH가 높아질수록 친수성 콜로이드 첨가량에 따른 겔 강도의 차이를 보이지 않음으로써(Table 3) 그 효과가 다소 감소되는 경향이었다. 사

용한 친수성 콜로이드 중 kappa-CN이 겔 생성능력이 우수하였고 KF와 LBG은 비슷한 수준이었으나 CN의 경우와 비교하여 현저히 낮았다.

각 pH에 따른 가열온도가 겔 특성에 미치는 결과는 Table 4와 같이 pH가 5.5에서 온도별로 모두 종합한 경우 75°C로 가열한 것이 65나 70°C로 가열한 경우보다 겔 강도가 높았고, pH가 6.0인 경우 가열온도에 따른 겔 강도의 영향은 없었으며, pH가 6.5인 경우에는 65°C로 가열한 것은 70°C로 가열한 겔보다 강도가 높았으나 70°C 이상에서는 겔 강도의 유의차를 보이지 않았다(p>0.05). 따라서 일반적으로 소시지 제조시 고기반죽의 pH가 6.0이상이 되면 최종 내부중심 온도가 약 70°C가 될 때까지 가열하는 것이 경제적이고, 조직적 및 위생적인 면에서 적당할 것으로 사료된다.

친수성 콜로이드의 종류와 가열온도간의 가열 겔의 특성 가열 전 식육단백질과 친수성 콜로이드 혼합물의 pH에 따른 친수성 콜로이드의 종류와 가열온도와 상호관계는 Table 5와 같다. pH가 증가할수록 식육단백질만 가열한 대조구와는 달리 각 친수성 콜로이드를 혼합시킨 처리구의 겔 강도가 증가하는 경향이었으나, 가열온도에 따른 겔 강도의 차이는 pH가 6.5인 경우만 제외하고 유의차가 없었다(p>0.05). pH가 6.5인 경우는 가열온도가 높아질수록 겔 강도가 높아져 친수성 콜로이드의 종류에 상관없이 모두 증가하는 경향이었으나 CN과 반응시킨 경우에는 70°C에서 가열하였을 때 가장 높은 겔 강도를 나타내었다. 최종 가열온도의 증가는 위생적인 면에서는 안전할 수 있지만 식육가공품 제조시 가열감량의 증가로 인한 조직이 질겨질 수 있기 때문에 너무 높은 온도로 가열하는 것은 바람직하지 않을 것으로 사료된다. Foegeding과 Ramsey(19)의 iota, kappa-CN 및 xanthan gum을 함유한 세절소시지에서 kappa-CN을 첨가한 처리구의 경우 58°C부터 겔화가 시작되었고 70°C가 도달되었을 때 가장 겔 강도가 높은 것으로 평가한 반면, iota-CN의 경우 부서짐성, 응력 및 보수성을 증가시키는데 효율적으로 작용하였다고 보고하였다.

pH의 변화에 따른 친수성콜로이드의 첨가량이 가열 겔의 pH와 수분함량 및 겔 강도에 미치는 영향은 Table 6에서 보는 바와 같이 가열 전의 pH에 상관없이 친수성 콜로이드 첨가량이 증가할수록 겔 강도는 증가하였으나, 가열 겔의 pH와 수분함량은 유의차를 보이지 않았다(p>0.05). 각 pH 별로 살펴보면 pH가 증가함에 따라 각 함량별로 가열 겔의 강도가 높은 경향이었고 친수성 콜로이드의 첨가량에 따른 가열 겔의 증

**Table 5. pH, moisture (%) and gel strength values as affected by type of hydrocolloid and cooking temperature interactions at various pH values**

	SSP only <sup>1)</sup>			Konjac flour			Carrageenan			Locust bean gum		
	65	70	75°C	65	70	75°C	65	70	75°C	65	70	75°C
<b>pH 5.5</b>												
Gel pH	5.85	5.85	5.85	5.85	5.82	5.84	5.85	5.85	5.84	5.84	5.84	5.83
Moisture	92.4	92.4	92.4	92.2	92.2	92.1	91.8	92.0	92.0	92.2	92.1	92.1
Gel strength	22.8 <sup>d2)</sup>	22.8 <sup>d</sup>	22.8 <sup>d</sup>	12.3 <sup>e</sup>	15.0 <sup>e</sup>	12.1 <sup>e</sup>	40.4 <sup>c</sup>	51.7 <sup>b</sup>	92.7 <sup>a</sup>	9.88 <sup>e</sup>	9.17 <sup>e</sup>	9.22 <sup>e</sup>
<b>pH 6.0</b>												
Gel pH	6.16	6.16	6.16	6.10	6.09	6.17	6.12	6.13	6.18	6.14	6.13	6.18
Moisture	93.1	93.1	93.1	92.7	92.5	92.5	92.5	92.6	92.6	92.5	92.5	92.4
Gel strength	12.4 <sup>d</sup>	12.4 <sup>d</sup>	12.4 <sup>d</sup>	24.8 <sup>c</sup>	27.2 <sup>c</sup>	27.1 <sup>c</sup>	71.3 <sup>b</sup>	86.5 <sup>a</sup>	72.6 <sup>b</sup>	27.1 <sup>c</sup>	21.4 <sup>c</sup>	22.9 <sup>c</sup>
<b>pH 6.5</b>												
Gel pH	6.57	6.57	6.57	6.54	6.57	6.56	6.55	6.58	6.57	6.56	6.58	6.57
Moisture	92.3	92.3	92.3	91.8	91.7	91.7	91.8	91.8	91.6	91.6	91.7	91.7
Gel strength	22.4 <sup>e</sup>	22.4 <sup>e</sup>	22.4 <sup>e</sup>	37.7 <sup>ef</sup>	43.0 <sup>de</sup>	48.5 <sup>d</sup>	101 <sup>c</sup>	130 <sup>a</sup>	113 <sup>b</sup>	32.3 <sup>f</sup>	39.2 <sup>def</sup>	41.7 <sup>de</sup>

<sup>1)</sup>SSP comparison at the same levels of each hydrocolloid.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts in a same row within a same pH level are different at p<0.05.

**Table 6. pH, moisture (%) and gel strength as affected by level of hydrocolloids in a same pH level**

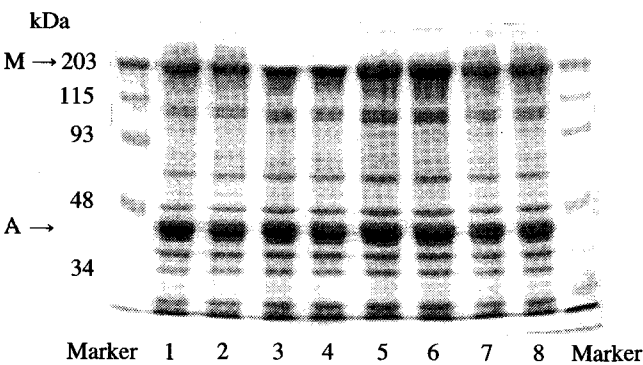
Parameters	pH 5.5			pH 6.0			pH 6.5		
	0.5	1.0	1.5%	0.5	1.0	1.5%	0.5	1.0	1.5%
Gel pH	5.85	5.84	5.84	6.13	6.15	6.15	6.57	6.57	6.56
Moisture (%)	92.4	92.2	91.9	93.0	92.7	92.4	92.2	91.9	91.6
Gel strength	19.6 <sup>c1)</sup>	24.7 <sup>b</sup>	35.4 <sup>a</sup>	21.2 <sup>b</sup>	33.9 <sup>a</sup>	37.8 <sup>a</sup>	39.1 <sup>c</sup>	54.7 <sup>b</sup>	70.2 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means with different superscripts in a same row within same pH level are different at p<0.05.

가폭도 크게 나타났다. 결국 1.5%를 첨가하는 것이 겔 강도를 증가시킴으로써 조직감에는 좋은 영향을 미칠 수 있으나 경제적인 측면이나 관능성을 고려할 경우 pH 6.0에서 보는 바와 같이 1.0% 첨가로 충분한 친수성 콜로이드의 효과를 가질 수 있으리라 판단된다.

**전기영동(SDS-PAGE)을 이용한 염용성 단백질과 친수성 콜로이드의 반응검사**

식육으로부터 추출한 염용성 단백질과 첨가한 친수성 콜로이드간의 반응을 검사하기 위하여 전기영동을(SDS-PAGE) 실시하였으며 그 결과는 Fig. 1과 같다. Standard marker를



**Fig. 1. Sodium dodecyl sulfate (SDS) polyacrylamide gel electrophoresis of salt soluble protein (SSP) and 1% various hydrocolloids at pH 6.0.**

Lanes 1,2 = SSP only; Lanes 3,4 = konjac flour; Lanes 5,6 = carrageenan; Lanes 7,8 = locust bean gums; M = myosin heavy chain; A = actin.

기준으로 분자량이 약 200 kDa인 myosin heavy chain(MHC)과 분자량이 약 45 kDa인 actin분자가 주종을 이루고 있으며 약 15개의 단백질 분획들을 보여주고 있다. 염용성 단백질에 친수성콜로이드를 첨가한 처리구는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 염용성 단백질만 처리한 대조구와 비교하여 볼 때 전기영동사의 단백질 분획에 차이를 보이지 않았으며 친수성 콜로이드의 첨가량이나 pH의 변화 등에 따라서도 변화를 나타내지 않았다.

DeFreitas 등(11)은 myosin light chain(MLC)과 tropomyosin은 열에 안정한 단백질로서 가열 후에도 남아서 겔 형성에 영향을 미치지 않는 반면 myosin heavy chain(MHC)과 actin분자는 가열시 90%이상 소멸됨으로써 가열 겔에 영향을 준 것으로 보고하였다(20,21). 하지만 본 연구에서와 마찬가지로 CN 첨가에 따른 단백질 분획의 차이를 발견하지 못했고 결국 k-CN의 첨가는 단백질망상구조를 변형시키지 못했다고 결론지었다. 식육가공품 제조시에 첨가되는 탄수화물 중 가열 겔을 형성하는 친수성 콜로이드의 종류와 첨가량은 최종 제품의 조직감이나 보수성 등의 기능성을 증진시킴으로써 중요한 역할을 하고, 이와 같이 첨가된 식육단백질과 친수성 콜로이드와의 상호반응을 조사하기 위하여 가열 겔의 특성을 측정하는 방법(22) 이외에 여러 가지 방법이 시도되고 있다. Samant 등(23)은 탄수화물과 단백질의 결합은 탄수화물의 carboxyl기를 비롯한 음이온과 단백질 분자의 양이온과의 정전기적인 결합이 생성될 수 있고 전하를 띠지 않는 cellulose나 dextran과 같은 중성 탄수화물들은 단백질과 결합

하기가 어렵다고 보고하였다. 반면 DeFreitas 등(11)은 식육 단백질과 CN간의 가열 겔의 형성은 식육단백질과 친수성 콜로이드간의 화학적인 반응이라기보다는 CN이 식육단백질과 수분 사이에서 물리적인 가교역할을 할 것으로 결론지었다. Chin 등(9)은 식육단백질과 konjac 혼합물을 첨가하여 제조한 볼로나 소시지를 주사현미경을 이용하여 3차 구조를 설명하였고, 형성된 3차구조에서 konjac 혼합물이 구름과 같이 형성된 식육단백질사이에 끼워져 있는 형태로 존재하여 저지방 소시지내의 단백질간의 결합을 방해함으로써 무침가구에 비하여 texture profile analysis(TPA) values가 오히려 낮음을 제시하였다. 따라서 모델연구에서는 식육단백질과 친수성 콜로이드만을 혼합하여 가열에 의한 겔 강도를 측정할 경우 무침가구에 비하여 높은 반면, 실제적으로 저지방 소시지 제조시 친수성 콜로이드를 첨가할 경우 식육단백질 자체의 결합을 방해하여 오히려 겔 강도를 약화시켜 줄 수 있음을 시사하였다. 따라서 저지방 소시지의 제조시 살코기 함량의 증가에 따라 식육단백질 함량이 증가되어 조직감이 너무 질길 수 있어서 친수성 콜로이드와 같은 지방대체제의 첨가로 조직감을 완화시킬 수 있고 저장 중 보수성을 유지시킬 수 있어서 지방대체제의 첨가가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 저지방 세절소시지의 제조원리를 이해하기 위하여 돈육의 후지로 부터 염용성 단백질을 추출하여 친수성 콜로이드와 상호결합의 최적조건을 설정하고 이를 저지방 육제품 제조기술에 응용하기 위하여 실시하였다. 모델 연구에서 사용된 요인 중에서 추출한 염용성 단백질과 친수성 콜로이드 혼합물의 pH에 따른 가열 겔의 특성을 조사한 결과, pH가 6.0이상 이 되었을 때 탄력성이 있는 가열 겔을 생성할 수 있었고 친수성 콜로이드의 첨가량이 증가함에 따라 겔 강도가 증진되었다. pH가 높아짐에 따라 염용성 단백질과 친수성 콜로이드와의 반응에 의한 가열 겔의 강도가 증진되어 pH 6.5에서는 친수성 콜로이드 첨가량이 증가할수록 겔 강도가 높았다. 친수성 콜로이드 중에서 kappa-CN이 겔 생성능력이 현저히 높은 반면 KF와 LBG은 겔 생성능력이 상대적으로 낮았다. 친수성 콜로이드의 첨가량에 따른 가열 겔의 강도는 pH에 상관없이 첨가량이 증가할수록 증가하였으나 pH가 6.0인 경우 1.0% 이상 첨가할 경우 유의차를 보이지 않았다. 가열온도에 따른 겔 특성은 pH와 상관관계가 있어서 pH가 6.0일 경우 가열온도의 증가에 따라 겔 강도의 차이를 보이지 않았으나, pH가 5.5 혹은 6.5일 경우 가열온도가 높아짐에 따라 겔 강도가 높은 경향이였다.

감사의 글

이 논문은 2000년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여

연구되었으며 이에 감사드립니다(KRF-2000-003-G00026).

문 헌

- American Heart Association (AHA). 1978. Diet and coronary heart disease. *Circulation* 58: 762A-766A.
- Keeton JT. 1994. Low-fat meat products - Technological problems with processing. *Meat Sci* 36: 261-276.
- Osburn WN. 1992. Evaluation of physical, chemical, sensory and microbial characteristics of low-fat precooked lamb and fresh pork sausage made with konjac flour. *MS Thesis*. Texas A&M University. College Station, TX.
- Osburn WN, Keeton JT. 1994. Konjac flour gels as fat substitutes in low-fat pre-rigor fresh pork sausage. *J Food Sci* 58: 484-489.
- Tye RJ. 1991. Konjac flour: Properties and applications. *Food Technol* 45: 87-92.
- Becker AR. 1996. Evaluation of konjac gels as fat substitutes in meat "emulsion" products. *MS Thesis*. Texas A&M University. College Station, TX, USA.
- Trius A, Sebranek JG, Rust RE, Carr JM. 1994. Low-fat bologna and beaker sausage: Effect of carrageenans and chloride salts. *J Food Sci* 59: 946-951.
- Matulis RJ, McKeith FK, Sutherland JW, Brewer MS. 1995. Sensory characteristics of frankfurters as affected by salt, fat, soy protein and carrageenan. *J Food Sci* 60: 48-54.
- Chin KB, Keeton JT, Longnecker MT, Lamkey JW. 2000. Evaluation of konjac blends and soy protein isolate as fat replacement in a low-fat bologna. *J Food Sci* 65: 756-763.
- Fogeding EA, Ramsey SR. 1986. Effect of gums on low-fat meat batters. *J Food Sci* 51: 1495-1498.
- DeFreitas Z, Sebranek JG, Olson DG, Carr JM. 1997a. Carrageenan effects on salt soluble meat proteins in model systems. *J Food Sci* 62: 539-543.
- DeFreitas Z, Sebranek JG, Olson DG, Carr JM. 1997b. Freeze/thaw stability of cooked pork sausages as affected by salt, phosphate, pH and carrageenan. *J Food Sci* 62: 551-554.
- Lowry OH, Rosebrough AL, Farr AL, Randall RJ. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-275.
- Laemmli UK. 1970. Cleavage of structural proteins during assembly of head of bacteriophage T4. *Nature* 227: 680-685.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 15th edition. Association of official analytical chemists, Washington, DC.
- Sakamoto H, Kumazawa Y, Motoki M. 1994. Strength of protein gels prepared with microbial transglutaminase as related to reaction conditions. *J Food Sci* 59: 866-871.
- SAS Institute Inc. 1989. *SAS User's Guide*. Statistical Analysis System, Cary, NC.
- Lan YH, Novakofski J, McCusker RH, Brewer MS, Carr TR, McKeith FK. 1995. Thermal gelation of pork, beef, fish, chicken and turkey muscle as affected by heating rate and pH. *J Food Sci* 60: 936-940, 945.
- Fogeding EA, Ramsey SR. 1987. Rheological and water holding properties of gelled meat batters containing iota-carrageenan, kappa-carrageenan or xanthan gum. *J Food Sci* 52: 549-553.
- Camou JP, Sebranek JG, Olson DG. 1984. Effect of heating rate and protein concentration on gel strength and water loss of muscle protein gels. *J Food Sci* 54: 850-854.
- Samejima K, Hara S, Yamamoto K, Asghar A, Yasui J. 1985. Physicochemical properties and heat induced gelling of cardiac myosin in model system. *Agri Biol Chem* 49: 2975-

- 2982.
22. Bernal VM, Smada CH, Smith JL, Stanley DW. 1987. Interaction in protein/polysaccharide/calcium gels. *J Food Sci* 52: 1121-1125, 1136.
23. Samant SK, Singhal RS, Kulkarni PR, Pege DV. 1993. Protein-polysaccharide interactions; A new approach in food formulations. *Inter J Food Sci Technol* 28: 547-562.

(2002년 2월 26일 접수; 2002년 6월 3일 채택)