

## 돈육 젤라틴의 형태와 Transglutaminase의 첨가 유무에 따른 저지방 모델 소시지의 이화학적 및 조직 특성

임경훈 · 이창훈 · 진구복  
전남대학교 동물자원학부

### Physicochemical and Textural Properties of Low-Fat Model Sausages with Different Types of Pork Skin Gelatin with or without Transglutaminase

Kyeong Hoon Lim, Chang Hoon Lee, and Koo Bok Chin

Department of Animal Science, Chonnam National University

**ABSTRACT** The objective of this study was to evaluate the effects of gelatin type (powder vs. hydrated) with or without transglutaminase (TGase) on the physicochemical and textural properties of low-fat model sausages (LFS). Treatments included LFS (control), LFS with hydrated-gel form of gelatin (1%), and LFS with powder form of gelatin (1%). Yellowness values of LFS with any type of gelatin were higher than those without gelatin ( $P<0.05$ ). Moisture content (%) of LFS containing powder form of gelatin (1%) was higher than those with hydrated-gel form of gelatin or control ( $P<0.05$ ). Expressible moisture (EM, %) of LFS with hydrated-gel form of gelatin was lower than those with powder form of gelatin ( $P<0.05$ ). Thus, sausages with hydrated-gel form of gelatin showed better functional properties as compared to those with powder form of gelatin. To elucidate the interaction between gelatin and TGase in meat product, five actual sausages were manufactured: reference [konjac flour (KF), carrageenan (CN), and soy protein isolate], control (KF and CN alone), TRT1 (KF and CN, TGase 1%), TRT2 (KF and CN, gelatin 1%), and TRT3 (KF and CN, TGase 1%+gelatin 1%). EM (%) of sausages with TGase alone was higher than those of other treatments ( $P<0.05$ ). Most textural properties of TRT3 were higher than those of other treatments. Thus, TRT3 showed better functional properties than those with single addition. In conclusion, a combination of TGase and gelatin could be used to manufacture LFSs with improved functional and textural properties.

**Key words:** low-fat sausage, gelatin, transglutaminase, quality characteristics

## 서 론

우리나라의 1인당 돼지고기 소비량은 2005년도 17.8 kg에서 2014년에는 4 kg이 증가한 21.8 kg이 되었다(1). 하지만 최근 들어 소비자들은 건강지향적인 소비를 추구하였고, 이에 따라 지방 함량이 적은 저지방 육가공품 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 지방대체제를 첨가한 저지방 소시지 등 저지방 육가공품에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(2). 지방은 육제품에 첨가되어 영양소의 제공뿐만 아니라 유향을 형성하여 육제품의 조직을 견고하고 탄력성이 있게 하는 성상을 가지고 있다. 따라서 지방을 첨가하지 않으려면 지방을 대체할 수 있는 대체제를 첨가하거나 조직을 견고하게 할 수 있는 물성 증진을 위한 첨가제를 첨가해야 한다.

Transglutaminase(TGase)는 *Streptovercillium morbarense*의 배양물로부터 물로 추출한 다음 낮은 온도의

에틸 알코올로 처리하여 얻은 효소이다(3). TGase는 식품 내 단백질의 lysine 잔기와 glutamine 잔기 사이의 교차결합을 촉매하는 효소로써 육제품을 제조할 때 가열 처리나 식염 첨가 없이 가능하게 해주는 물질이다(4). TGase를 육가공품에 첨가할 경우 pH, 수분, 명도, 수율과 조직감에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 하지만 이러한 TGase가 육제품에 첨가되었을 때 가열수율이 감소하는 경향을 보였다(5). 그리하여 본 실험에서는 가열수율의 감소를 줄이기 위해 젤라틴을 사용해 보려고 한다.

젤라틴은 동물의 뼈, 피부 등으로부터 얻은 교원질을 가수분해하여 만든 유도 단백질의 일종으로, 건조한 상태에서는 안정하나 습한 상태에서는 미생물에 의해 분해되고 찬물에는 녹지 않는다(3). 이러한 젤라틴은 넓은 범위의 농도에서 겔을 형성하여 부드러운 제품에서부터 단단한 제품에 이르는 다양한 제품을 만들 수 있는 특징을 가지고 있다(6). 최근에는 젤라틴의 원료로 돈피나 소가죽 등이 자주 사용되고 있고, 해양 중에서 추출한 젤라틴에 관한 연구(7)나 Yak skin에서 추출한 젤라틴 등이 연구되고 있다(8). 이러한 젤라틴의 첨가량을 달리하여 소시지에 첨가하여 특성을 알아

Received 5 June 2017; Accepted 22 July 2017

Corresponding author: Koo Bok Chin, Department of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea  
E-mail: kbchin@chonnam.ac.kr, Phone: +82-62-530-2121

보거나(9), fish 젤라틴을 fish ball에 첨가하는 등(10), 젤라틴은 다양한 식품 분야에서 이용되고 있다. Lee 등(9)의 실험에서 유화형 소시지에 젤라틴을 분말 형태로 첨가하였을 때 가열감량이 줄어드는 결과를 나타내었기에, TGase와 함께 젤라틴을 첨가하였을 때 서로 간의 상호작용에 의해 가열감량에 부정적인 영향을 미치지 않을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 젤라틴의 첨가 형태(가수물 vs. 분말)에 따라 저지방 돈육 소시지의 품질 특성을 미치는 영향을 알아보고, TGase와 젤라틴을 각각 단독 혹은 혼합하여 첨가하였을 때의 시너지 효과 등의 품질 특성을 측정하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

광주광역시 북구 양산동에 위치한 삼호 축산에서 도축한 2원 교잡종 돈육[(Landrace×Large Yorkshire), Castrated pig, A grade]의 후지 부분육을 구매하였다. 원료육의 지방과 결체조직을 제거하고 만육기로 분쇄한 후 실험 전까지 냉동 보관하였다. 지방대체제는 곤약(konjac flour)과 카라기난 및 분리 대두 단백질(Supro Ex-33, Solae, St. Louis, MO, USA)을 준비하여 곤약과 카라기난은 증류수와 1:10 비율, 분리대두단백질(soy protein isolate)은 1:4 비율로 수화시켜 샘플 제조 전까지 4°C에서 냉장 보관하였다. Transglutaminase(TG-S, Ajimonoto Co., Inc., Seoul, Korea)는 냉장 보관하여 사용하였고, 젤라틴(Geltech Co., Busan, Korea)은 실온 보관하여 사용하였다. 젤라틴을 수화 겔 형태로 사용할 때는 증류수와 1:10 비율로 섞고, 80°C 가량의 온도에서 수화시켜 사용하였다.

**Table 1.** The formulation of the manufacture of low-fat model sausages with different types of pork skin gelatin

Ingredients (%)	Treatment		
	CTL	Gel	Powder
Meat	60.0	60.0	60.0
Water	37.0	37.0	37.0
Ice water	27.0	23.0	27.0
Hydrate water (KF+CN)	10.0	10.0	10.0
Hydrate water (gelatin)	0.00	4.00	0.00
Non meat ingredients	3.00	4.00	4.00
Salt	1.30	1.30	1.30
Sodium tripolyphosphate	0.40	0.40	0.40
Sodium erythorbate	0.05	0.05	0.05
Cure blend	0.25	0.25	0.25
Fat replacer	1.00	2.00	2.00
KF+CN	1.00	1.00	1.00
Gelatin	0.00	1.00	1.00
Total	100.0	101.0	101.0

KF: konjac flour, CN: carrageenan.

### 실험 디자인

냉동 저장된 돈육 후지는 4°C에서 해동 후 사용하였으며, 저지방 소시지의 배합비는 Table 1과 2에 나타내었다. 원료육 60%와 얼음물 27%, 소금과 인산염(STPP) 등 염지제 3%를 베이스로 하여 소시지를 만들었고, 나머지는 지방대체제와 첨가물을 첨가하여 제조하였다. 실험 1에서는 첨가물로서 젤라틴의 첨가 형태가 저지방 소시지의 이화학적 및 미생물적인 효과를 알아보기 위하여 젤라틴을 물에 수화시켜 첨가한 것(hydrated)과 분말화시켜(powder) 첨가하였을 때의 품질 특성을 측정해보았다. 실험 2에서는 실험 1의 결과에 따라 더 긍정적인 효과를 나타내는 형태의 젤라틴을 첨가한 처리구에 TGase를 단독 혹은 젤라틴과 혼합하여 첨가하였을 때의 시너지 효과가 있는지를 분석하였다.

**Table 2.** The formulation of the manufacture of low-fat model sausages as affected by pork skin gelatin and transglutaminase

Ingredients (%)	Treatment				
	REF	CTL	TRT1	TRT2	TRT3
Meat	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Water	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0
Ice water	21.0	27.0	18.0	18.0	18.0
Hydrate water (KF+CN)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Hydrate water (SPI)	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrate water (gelatin)	0.00	0.00	9.00	9.00	9.00
Non meat ingredients	4.50	3.00	4.00	4.00	5.00
Salt	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Sodium tripolyphosphate	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Sodium erythorbate	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cure blend	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Fat replacer	2.50	1.00	1.00	2.00	2.00
KF+CN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SPI	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Gelatin	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Transglutaminase	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Total	101.5	100.0	101.0	101.0	102.0

KF: konjac flour, CN: carrageenan, SPI: soy protein isolate.

**소시지 제조**

소시지 제조는 Table 1, 2와 같이 제조하였다. 원료육의 배합비에 따라 첨가물들을 준비한 후 세절기를 이용하여 후지와 지방대체제를 넣고 1분 30초, 1차 첨가물을 넣고 1분, 2차 첨가물을 넣고 약 1분 동안 세절시켰다. 그 후 만들어진 유화물을 50 mL tube에 넣어 충전하여 75°C의 항온조에서 가열했다. 만들어진 소시지는 15분간 얼음에서 급속 냉각시킨 후 4°C 냉장고에 보관하였다.

**pH 측정**

가열된 소시지를 고체형 pH meter(Model 340, Mettler-Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 시료를 5번씩 측정하였고, 그 평균을 구하였다.

**Color value 측정**

가열된 소시지의 단면을 Minolta Color Reader(CR-10, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 각각 5번 측정하였고, 명도(L\*, lightness), 적색도(a\*, redness), 황색도(b\*, yellowness)의 평균값을 나타내었다. 표준흰색판은 L\*=94.8, a\*=1.0, b\*=0.1이었다.

**일반성분 검사**

일반성분 검사는 AOAC(11) 방법에 의거 소시지의 시료를 Kjeldahl법과 dry oven법, soxhlet 추출법을 이용하여 단백질, 수분, 지방의 함량(%)을 구하였다.

**조직감 검사**

조직감 검사는 Instron Universal Machine(Model 3344, Canton, MA, USA)으로 경도(hardness)와 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 응집성(cohesiveness)을 평가하였다. 실험 조건은 50 kg의 load cell에 compression probe를 장착하고 300 mm/min의 cross speed에서 두 번 물림 실험을 실시하였다. 시료의 직경은 1.25 cm, 높이는 1.3 cm로 하였고 10번씩 측정하여 평균값을 구하였다.

**유리수분 검사**

유리수분량은 원심분리법을 이용하여 측정하였다. 시료를 1.5 g씩 정량하여 준비된 여과지(Whatman #3, GE Healthcare, Little Chalfont, UK)로 싸서 50 mL tube에 넣은 다음, 원심분리기(Model VS-5500, Vision Science Co., Ltd., Daegu, Korea)에 넣고 3,000 rpm으로 15분 동안 원심분리 하였다. 그 후 시료로부터 여과지에 유리된 수분량을 시료 무게로 나눠 백분위로 함량을 평가하였다.

$$\text{유리수분(expressible moisture, \%)} = \frac{\text{유리된 수분의 양}}{\text{시료의 무게}} \times 100$$

**가열수율**

가열 전 시료 무게를 측정한 다음, 가열 후의 시료 무게와 비교하여 아래와 같이 산출하였다.

가열수율(cooking yield, CY, %)=

$$\frac{\text{가열 전 시료 함량} - \text{가열 후 유리된 수분 함량}}{\text{가열 전 시료 함량}} \times 100$$

**통계분석**

본 실험은 SPSS software program(version 20.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 젤라틴과 TGase의 첨가에 따른 저지방 소시지의 품질 평가를 분석하여 일원배치법(one-way ANOVA)으로 통계처리가 수행되었으며, 사후 분석은 95% 신뢰 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**젤라틴의 첨가 형태(수화 겔 vs. 분말)에 따른 품질에 미치는 효과**

젤라틴의 첨가 형태를 달리하였을 때 저지방 소시지의 품질 특성은 Table 3에 나타내었다. 국내에서 시판되는 육제품 소시지의 pH는 5.46~6.49의 범위를 나타낸다고 보고되었는데(12), 젤라틴이 첨가된 저지방 소시지의 pH는 6.17~6.20의 범위를 보이며 처리구별 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ). 이러한 결과는 다른 함량의 젤라틴을 첨가한 저지방 소시지의 pH에서 유의적인 차이가 나타나지 않은 것과 유사했다(9). 하지만 젤라틴을 첨가한 유화형 소시지의 경우에는 젤라틴의 함량이 증가할수록 pH가 증가하는 경향을 보였는데(13), 이런 결과는 젤라틴이 등지방과 함께 혼합되었기 때문에 pH가 일부 높아진 것으로 판단된

**Table 3.** The quality characteristics of low-fat model sausages as affected by pork skin gelatin

	Treatment <sup>1)</sup>		
	CTL	Gel	Powder
pH	6.17±0.05 <sup>a2)</sup>	6.20±0.02 <sup>a</sup>	6.20±0.02 <sup>a</sup>
L* (lightness)	72.8±0.57 <sup>a</sup>	72.4±1.45 <sup>a</sup>	71.0±1.25 <sup>a</sup>
a* (redness)	11.4±0.25 <sup>a</sup>	11.5±0.54 <sup>a</sup>	11.9±0.68 <sup>a</sup>
b* (yellowness)	4.88±0.28 <sup>b</sup>	5.51±0.08 <sup>a</sup>	5.03±0.06 <sup>ab</sup>
Moisture (%)	81.8±0.25 <sup>ab</sup>	80.9±0.00 <sup>b</sup>	82.3±0.71 <sup>a</sup>
Fat (%)	1.28±0.78 <sup>a</sup>	1.25±0.74 <sup>a</sup>	0.97±0.41 <sup>a</sup>
Protein (%)	8.39±0.96 <sup>a</sup>	9.21±1.20 <sup>a</sup>	8.73±0.33 <sup>a</sup>
Hardness (gf)	3,204±778 <sup>a</sup>	3,041±206 <sup>a</sup>	3,492±562 <sup>a</sup>
Springiness (mm)	5.37±1.80 <sup>a</sup>	5.20±1.87 <sup>a</sup>	5.43±1.28 <sup>a</sup>
Gumminess	29.4±15.3 <sup>a</sup>	25.7±6.60 <sup>a</sup>	32.2±12.6 <sup>a</sup>
Chewiness	140±24.6 <sup>a</sup>	127±15.4 <sup>a</sup>	167±29.8 <sup>a</sup>
Cohesiveness	8.55±2.33 <sup>a</sup>	8.30±1.70 <sup>a</sup>	8.92±2.00 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>CTL: low-fat model sausage (LFS), Gel: LFS with 1.0% gel form of gelatin, Powder: LFS with 1.0% powder form of gelatin.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different ( $P<0.05$ ).

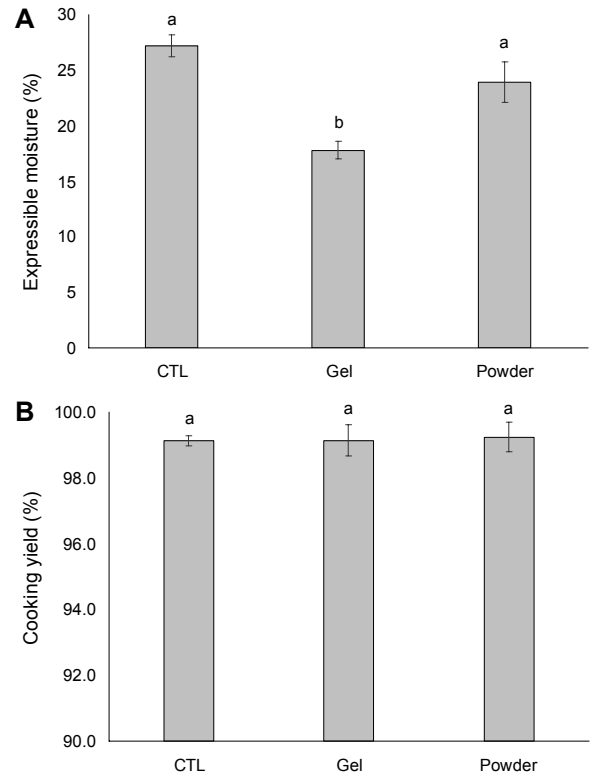
다. 명도와 적색도에서도 유의적인 차이를 나타내지 않았지만( $P>0.05$ ), 황색도에서는 젤라틴을 수화 겔 형태로 첨가한 처리구는 대조구와 비교하여 높은 경향을 나타내었다( $P<0.05$ ).

일반성분 실험의 결과, 지방과 단백질 함량에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았지만( $P>0.05$ ), 분말 형태로 첨가한 처리구는 80.9%의 수분을 함유한 수화시켜 첨가한 처리구보다 1.4%가 높은 82.3%로 유의차를 나타내었다( $P<0.05$ ). 이러한 결과는 Kim 등(14)이 닭발 젤라틴을 분말 형태로 첨가한 chicken jerky에서 젤라틴 함량이 증가할수록 수분 함량이 증가하는 것과 유사한 결과를 나타내었다. Park 등(13)의 실험에서도 마찬가지로 젤라틴을 분말 형태로 첨가하였을 때 젤라틴의 첨가량이 증가할수록 수분의 함량이 증가하였는데, 이러한 결과는 젤라틴이 보수력을 증진시키기 때문에 수분 함량이 증가한 것으로 설명하였다.

젤라틴의 첨가 형태를 달리한 저지방 모델 소시지의 조직감 결과에서는 젤라틴 첨가 형태에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ). Choe 등(15)의 실험에서 돈피를 물, wheat fiber와 2:2:1로 혼합 첨가하여 지방대체제를 만들고, frankfurter에 이 지방대체제를 10% 첨가하였을 때 경도와 검성에서 대조구와 비교하여 유의적으로 증가하였다. 또한, Park 등(13)의 실험에서는 유화형 소시지에서는 젤라틴을 1%를 분말 형태로 첨가하였을 때 대조구와 차이가 없었지만, 3과 5%를 첨가하였을 때 경도와 검성이 유의적으로 증가하였다. 이러한 결과는 젤라틴의 첨가 형태에 관계없이 첨가만으로도 조직감에 영향을 미치지만, 젤라틴이 일정량 이상 첨가되고 지방이 함께 첨가될 때 영향을 미치는 것이라고 예상할 수 있었다.

젤라틴을 첨가한 저지방 모델 소시지의 보수력(유리수분량, %)의 결과는 Fig. 1A에 나타내었다. 젤라틴을 수화시켜 첨가한 처리구가 17.8%의 유리수분량(%)을 보인 반면, 대조구나 분말 형태로 첨가한 처리구는 23.9~27.2%의 유리수분량(%)을 보여 수화시켜 첨가한 처리구가 분말 형태로 첨가한 처리구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내어 보수력이 증진되었다는 것을 알 수 있었다( $P<0.05$ ). Sousa 등(16)은 가수분해된 콜라겐을 frankfurter에 첨가하였을 때, 콜라겐 함량이 증가할수록 보수력이 증진되는 결과를 가져왔다. 이러한 결과는 젤라틴이 지방구의 분산을 도왔기 때문에 소시지의 지방구가 균일하게 분산되었고(17), 용해된 젤라틴이 냉각되면 물 분자가 망상 구조에 스며들면서 독특한 탄력을 가지게 하여 보수력이 향상된 것으로 생각된다(13).

Fig. 1B에는 젤라틴이 첨가된 저지방 소시지의 가열수율 측정 결과를 나타내었는데 99.1~99.2%의 범위를 보임으로써 젤라틴 첨가 형태 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ). 이러한 결과는 돈피와 물, wheat fiber를 각각 2:2:1로 혼합한 혼합물을 10, 15, 20% 첨가한 frankfurter에서 가열감량이 감소한 것과 다른 결과를 나타내었다(15). Lee와 Chin(9)의 연구 결과에서 젤라틴의 첨가량을 달리하



**Fig. 1.** The expressible moisture (A) and cooking yield (B) of low-fat model sausages (LFS) as affected by type of pork skin gelatin. Means with different letters above the bars are significantly different ( $P<0.05$ ). CTL, LFS; Gel, LFS with 1.0% gel form of gelatin; Powder, LFS with 1.0% powder form of gelatin.

여 저지방 소시지에 첨가하였을 때 젤라틴을 0, 0.5, 1.0% 첨가한 처리구 사이에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나( $P>0.05$ ), 1.5% 첨가한 처리구에서는 유의적으로 가열감량이 증가하였다고 보고하였다( $P<0.05$ ). 그리고 Choe 등(15)은 돈피를 물, wheat fiber와 함께 혼합하여 겔 상태로 만들어 10, 15, 20% 첨가하였을 때 가열감량이 감소하는 결과를 나타냈다고 보고하였다. 이러한 결과들로 보아 젤라틴의 함량에 따라 가열감량에 미치는 영향이 다르다는 것을 유추할 수 있었다.

#### TGase를 단독 또는 젤라틴과 복합 첨가하였을 때의 대두단백질의 대체 효과

저지방 소시지에 TGase를 단독 또는 젤라틴과 복합 첨가하여 제조한 저지방 모델 소시지의 품질 특성은 Table 4에 나타내었다. 끈약과 카라기난을 모두 1%씩 첨가하고(대조구) 이에 대두단백질을 1.5% 첨가한 참조구와 젤라틴을 단독 또는 TGase와 혼합하여 소시지를 제조하고 대두단백질을 대체할 수 있는지를 측정하였다. pH는 6.09~6.14의 범위를 보였지만 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ). 이러한 결과는 저지방 소시지에 젤라틴을 첨가하였을 때(9)와 근원성유 단백질에 TGase를 첨가했을 때(18) pH의 값이 유의적인 차이가 없는 결과와 일치했다. 육색도 및 일반

**Table 4.** The quality characteristics of low-fat model sausages with pork skin gelatin and transglutaminase

	Treatment <sup>1)</sup>				
	REF	CTL	TRT1	TRT2	TRT3
pH	6.09±0.10 <sup>a2)</sup>	6.10±0.05 <sup>a</sup>	6.14±0.09 <sup>a</sup>	6.09±0.08 <sup>a</sup>	6.12±0.08 <sup>a</sup>
L* (lightness)	73.0±2.53 <sup>a</sup>	73.2±1.66 <sup>a</sup>	72.5±2.72 <sup>a</sup>	72.7±2.85 <sup>a</sup>	72.3±2.73 <sup>a</sup>
a* (redness)	11.1±1.00 <sup>a</sup>	11.2±0.80 <sup>a</sup>	11.5±1.73 <sup>a</sup>	11.5±1.56 <sup>a</sup>	11.1±1.53 <sup>a</sup>
b* (yellowness)	5.31±0.86 <sup>a</sup>	4.72±0.49 <sup>a</sup>	5.23±0.61 <sup>a</sup>	4.99±0.44 <sup>a</sup>	5.29±0.65 <sup>a</sup>
Moisture (%)	81.8±1.72 <sup>a</sup>	82.6±1.69 <sup>a</sup>	82.0±0.29 <sup>a</sup>	82.7±0.96 <sup>a</sup>	82.6±0.51 <sup>a</sup>
Fat (%)	0.92±0.82 <sup>a</sup>	1.20±0.89 <sup>a</sup>	1.18±0.27 <sup>a</sup>	1.03±0.52 <sup>a</sup>	0.92±0.31 <sup>a</sup>
Protein (%)	10.8±0.82 <sup>a</sup>	10.6±0.45 <sup>a</sup>	10.1±0.96 <sup>a</sup>	10.7±0.51 <sup>a</sup>	10.3±0.49 <sup>a</sup>
Hardness (gf)	2,418±192 <sup>ab</sup>	2,237±137 <sup>b</sup>	2,376±85.2 <sup>ab</sup>	2,259±197 <sup>b</sup>	2,626±212 <sup>a</sup>
Springiness (mm)	5.46±0.58 <sup>a</sup>	5.63±0.97 <sup>a</sup>	5.44±0.07 <sup>a</sup>	5.43±0.77 <sup>a</sup>	5.75±0.73 <sup>a</sup>
Gumminess	18.8±0.59 <sup>b</sup>	17.9±1.00 <sup>b</sup>	19.1±1.19 <sup>b</sup>	18.6±2.53 <sup>b</sup>	22.7±2.59 <sup>a</sup>
Chewiness	103±9.90 <sup>ab</sup>	101±19.8 <sup>ab</sup>	104±7.29 <sup>ab</sup>	98.1±12.9 <sup>b</sup>	136±30.3 <sup>a</sup>
Cohesiveness	7.72±0.49 <sup>a</sup>	7.89±0.75 <sup>a</sup>	8.01±0.23 <sup>a</sup>	8.11±0.47 <sup>a</sup>	8.45±0.40 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>REF: low-fat model sausage (LFS) with soy protein isolate, CTL: LFS, TRT1: LFS with 1.0% transglutaminase, TRT2: LFS 1.0% gel form of gelatin, TRT3: LFS 1.0% gel form of gelatin+1% transglutaminase.

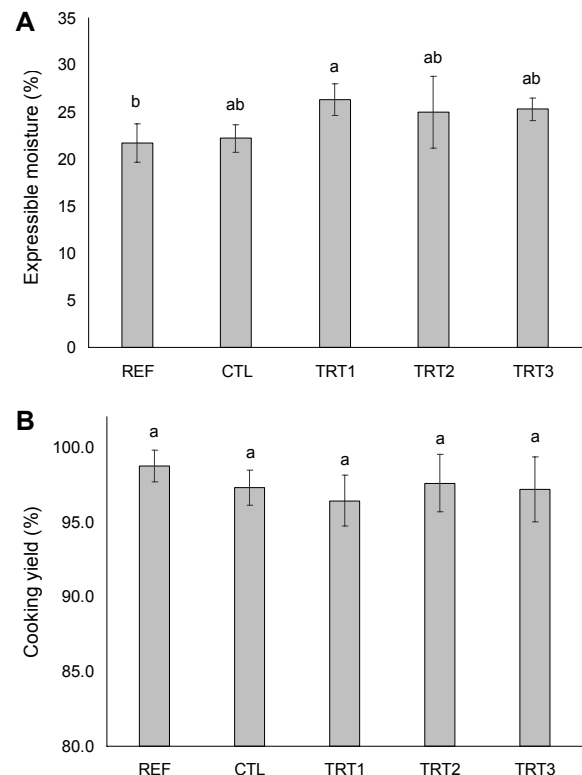
<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different ( $P<0.05$ ).

성분 검사에서도 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ). Lee와 Chin(9)의 연구에서는 저지방 소시지에 pig skin 젤라틴을 첨가하였을 때는 본 실험과 같이 일반성분의 차이를 보이지 않았다. 하지만 Jridi 등(19)의 연구에서 cuttlefish 젤라틴의 함량이 증가할수록 소시지의 수분 함량이 증가하였다. 이러한 결과들로 인해 젤라틴의 종류에 따라 일반성분에 미치는 영향이 다르다는 것을 알 수 있었다.

조직감 결과 중 탄력성과 응집성에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았지만( $P>0.05$ ), 경도와 검성, 씹힘성에서 TGase와 젤라틴을 1%씩 혼합하여 첨가한 처리구가 대조구나 젤라틴 단독 첨가구보다 더욱 높은 값을 나타내었다( $P<0.05$ ). TGase와 젤라틴을 혼합하여 첨가한 처리구는 각각 경도가 2,626 gf, 검성이 22.7, 씹힘성이 136의 수치를 나타내어 다른 처리구들보다 10~20% 가량 높은 수치를 나타내었다. Lee와 Chin(5)의 실험연구에서는 TGase를 첨가하면 저지방 소시지의 조직감이 전체적으로 증가하는 결과를 나타내었고, Park 등(13)의 실험에서는 젤라틴의 첨가량이 증가할수록 유회형 소시지의 경도와 검성이 증가하였다. Calvarro 등(20)은 젤라틴에 TGase를 첨가했을 때 젤라틴과 TGase의 함량이 증가할수록 경도와 씹힘성이 증가하는 결과를 나타내었다고 보고하였다. 이를 종합적으로 살펴보면 TGase와 젤라틴을 혼합 사용하여 육제품에 적용시켰을 때 조직감에 긍정적인 효과를 나타내었고, 두 첨가물을 첨가하면 TGase와 젤라틴에 의해 단백질 사슬 사이의 화학 결합이 형성되어 겔의 점탄성 특성에 영향을 미쳐 소시지의 조직감에 긍정적인 효과를 불러온다는 것을 알 수 있었다.

TGase를 단독 또는 젤라틴과 복합 첨가하여 제조한 저지방 모델 소시지의 유리수분량의 결과는 Fig. 2A에 나타내었다. TGase를 단독으로 첨가한 처리구는 참조구보다 유리수분량이 4.6% 높은 경향을 나타내었다( $P<0.05$ ). Pietrasik 등(18)의 실험에서 돈육 겔에 비육류 단백질과 TGase를 합

계 첨가했을 때 유리수분량이 증가하는 결과를 나타냈는데, 본 실험에서 사용된 지방대체제가 비육류 단백질이므로 유리수분이 증가하는 결과를 나타낸 것으로 예상된다.



**Fig. 2.** The expressible moisture (A) and cooking yield (B) of low-fat model sausages (LFS) as affected by pork skin gelatin and transglutaminase. Means with different letters are significantly different ( $P<0.05$ ). REF, LFS with soy protein isolate; CTL, LFS; TRT1, LFS with 1.0% transglutaminase; TRT2, LFS 1.0% gel form of gelatin; TRT3, LFS 1.0% gel form of gelatin+1% transglutaminase.

Fig. 2B에는 가열수율을 측정된 결과를 나타내었는데 96.4~98.7%의 범위를 나타내며 각 처리구별 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ). 이러한 결과는 TGase를 단독 또는 sodium alginate와 복합 첨가한 처리구는 아무것도 첨가하지 않거나 sodium alginate를 단독 첨가한 처리구와 비교하여 가열수율이 줄어든 것과 다른 결과를 나타내었다(21). 이는 지방대체제의 사용이 가열감량을 감소시켜 TGase의 영향을 상쇄시킨 것으로 보인다.

## 요 약

본 연구는 지방대체제로써의 젤라틴의 형태를 달리하여 첨가하였을 때의 효과와 식품첨가제로써의 TGase의 첨가가 저지방 돈육 소시지의 품질 특성에 미치는 영향에 대해 알아보기 위해서 실시하였다. 지방대체제로써 젤라틴의 첨가는 형태에 상관없이 황색도가 높은 경향을 나타내었으나, 젤라틴을 분말 형태로 첨가한 처리구가 수화 겔 형태로 첨가한 처리구보다 수분 함량이 높은 경향을 나타내었다. 보수력에서는 수화 겔 형태로 첨가한 처리구보다 낮은 경향을 나타내었다. 따라서 젤라틴을 수화 겔 형태로 첨가한 처리구가 분말 형태로 첨가한 처리구보다 기능성 면에서 뛰어난 효과를 나타내었다. 또한, 젤라틴을 수화 겔 형태로 첨가하고 TGase를 단독 혹은 젤라틴과 복합으로 첨가하여 그 특성을 알아보았다. TGase를 단독으로 첨가한 처리구는 다른 처리구들에 비해 보수력이 낮아지는 경향을 나타내었다. 따라서 TGase와 젤라틴을 함께 첨가한 처리구는 다른 처리구들보다 경도, 검성, 씹힘성이 더 높은 경향을 나타내었다. 따라서 TGase와 젤라틴을 함께 첨가하였을 때 품질 면에서 우수한 효과를 나타내었다.

## 감사의 글

본 연구는 한국연구재단 일반연구자지원사업(과제번호: 20140092979)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Nam KH, Choe YC. 2016. The estimation of the demand function of pork cuts. *J Agricultural Extension & Community Development* 23: 27-37.
- Choi SH, Chin KB. 2002. Development of low-fat comminuted sausage manufactured with various fat replacers similar textural characteristics to those with regular-fat counterpart. *Korean J Food Sci Technol* 34: 577-582.
- Woo SH, Jeong DW, Hwang SY, Lee KY, Lee HS, Keum BY. 2014. *Food ingredient*. 8th ed. Shingwang Munhwasa, Gyeonggi, Korea. p 255,332.
- Kuraishi C, Sakamoto J, Yamazaki K, Susa Y, Kuhara C, Soeda T. 1997. Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking. *J Food Sci* 62: 488-490.
- Lee HC, Chin KB. 2009. Effect of transglutaminase, acorn, mungbean powder on quality characteristics of low-fat/salt pork model sausages. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29: 374-381.
- Choi YH, Lim ST, Yoo B. 2002. Dynamic rheological properties of gelatin. *Korean J Food Sci Technol* 34: 830-834.
- Gomez-Guillen MC, Turnay J, Fernandez-Diaz MD, Ulmo N, Lizarbe MA, Motero P. 2002. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. *Food Hydrocolloids* 16: 25-34.
- Xu M, Wei L, Xiao Y, Bi H, Yang H, Du Y. 2016. Physicochemical and functional properties of gelatin extracted from Yak skin. *Int J Biol Macromol* 95: 1246-1253.
- Lee CH, Chin KB. 2016. Effects of pork gelatin levels on the physicochemical and textural properties of model sausages at different fat levels. *LWT - Food Sci Technol* 74: 325-330.
- Feng X, Fu C, Yang H. 2017. Gelatin addition improves the nutrient retention, texture and mass transfer of fish balls without altering their nanostructure during boiling. *LWT - Food Sci Technol* 77: 142-151.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis*. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Chin KB, Kim KH, Lee HC. 2006. Physico-chemical and textural properties, and microbial counts of meat products sold at Korean markets. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 98-105.
- Park SY, Kim GW, Kim HY. 2016. Study on physicochemical properties of emulsion-type sausage added with pork skin gelatin. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 45: 209-214.
- Kim HY, Kim KJ, Lee JW, Kim GW, Kim CJ. 2012. Effects of chicken feet gelatin and wheat fiber levels on quality properties of semi-dried chicken jerky. *Korean J Food Sci An* 32: 732-739.
- Choe JH, Kim HY, Lee JM, Kim YJ, Kim CJ. 2013. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Sci* 93: 849-854.
- Sousa SC, Fragoso SP, Penna CRA, Arcanjo NMO, Silva FAP, Ferreira VCS, Barreto MDS, Araujo IBS. 2017. Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen. *LWT - Food Sci Technol* 76: 320-325.
- Sase H, Watanabe M, Arai S, Ogawa Y. 1987. Functional and sensory properties of meat emulsions produced by using enzymatically modified gelatin. *J Food Sci* 52: 893-895.
- Pietrasik Z, Jarmoluk A, Shand PJ. 2007. Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. *LWT - Food Sci Technol* 40: 915-920.
- Jridi M, Abdelhedi O, Souissi N, Kammoun M, Nasri M, Ayadi MA. 2015. Improvement of the physicochemical, textural and sensory properties of meat sausage by edible cuttlefish gelatin addition. *Food Biosci* 12: 67-72.
- Calvarro J, Perez-Palacios T, Ruiz J. 2016. Modification of gelatin functionality for culinary applications by using transglutaminase. *International J Gastro Food Sci* 5: 27-32.
- Hong GP, Chin KB. 2010. Effects of microbial transglutaminase and sodium alginate on cold-set gelation of porcine myofibrillar protein with various salt levels. *Food Hydrocolloids* 24: 444-451.