

돈피 젤라틴을 첨가한 유화형 소시지의 이화학적 특성 연구

박신영 · 김계웅 · 김학연

공주대학교 산업과학대학 동물자원학과

Study on Physicochemical Properties of Emulsion-Type Sausage Added with Pork Skin Gelatin

Sin-Young Park, Gye-Woong Kim, and Hack-Youn Kim

Department of Animal Resource Science, Kongju National University

ABSTRACT The aim of this study was to investigate the effects of pork skin gelatin on the physicochemical properties (pH, CIE color value, water holding capacity, cooking yield, viscosity, proximate composition, and texture profile analysis) of emulsion-type sausage. Emulsion-type sausages were manufactured with 0% (control), 1%, 3%, and 5% pork skin gelatin. Moisture contents of samples containing 3% and 5% pork skin gelatin were significantly higher than those of the control and samples containing 1% pork skin gelatin ($P<0.05$). Protein contents were the highest in samples containing 5% pork skin gelatin ($P<0.05$). The pH values of uncooked and cooked samples increased with increasing pork skin gelatin level ($P<0.05$). The lightness and yellowness values of cooked samples containing pork skin gelatin were higher than those of the control ($P<0.05$). In addition, redness values of cooked samples containing 3% and 5% pork skin gelatin were significantly lower than those of the control and samples containing 1% pork skin gelatin ($P<0.05$). Water holding capacity (WHC) was the lowest in control, and samples containing 3% and 5% pork skin gelatin had significantly higher WHC compared to the other samples ($P<0.05$). Cooking yield of samples increased with increasing concentration of pork skin gelatin ($P<0.05$). Samples containing 3% and 5% pork skin gelatin showed higher viscosity than the control and sample containing 1% pork skin gelatin ($P<0.05$). Springiness, cohesiveness, and chewiness of samples were not significantly different among the samples. Hardness values of the control and sample containing 1% pork skin gelatin were lower than those of other samples ($P<0.05$), and samples containing 5% pork skin gelatin had the highest hardness ($P<0.05$). Gumminess of sample containing 5% pork skin gelatin was significantly higher than that of the control ($P<0.05$). The results show that pork skin gelatin could improve the potential of emulsion-type sausage physicochemical properties.

Key words: sausage, pork skin, gelatin, emulsion

서 론

현재 소비자들은 웰빙 열풍과 함께 건강상의 이유로 기능성 육제품을 선호하고 있으며, 이러한 요구를 만족시키기 위해 식품산업에서는 건강 기능성 육제품이 개발되고 있다(1).

기능성 소재로 wheat fiber, gelatin, β -carotene, anthocyanins 등(2-4)을 이용한 기능성 육제품에 대한 연구가 선행된 바 있으며, 이 중 젤라틴은 단백질로써 식품업계와 의약계에 광범위하게 활용되고 있다(3). 의약계에서는 당뇨병 환자의 단백질 섭취를 증진시키고 탄수화물 섭취를 줄이기 위하여 젤라틴 섭취가 권장되며(5), 돈피 젤라틴 효소

분해물의 처리 농도가 증가할수록 높은 항산화 활성을 나타내었으며 신경세포 보호 효과를 나타냈다고 보고하였다(6).

젤라틴은 분말 형태로 유통되어 소비자가 간편하게 이용할 수 있으며(7), 젤라틴의 특징과 형태는 단백질의 농도, pH, 염의 종류와 농도에 따라서 영향을 받고(8) 온도에 따라 gel 상태와 액체 상태로 가역변화를 한다. Choi와 Oh(9)는 기능성 첨가물로써 젤라틴을 첨가한 녹두전분에서 젤라틴 첨가량이 증가할수록 용해도가 증가하였으며, 저장기간에 따른 이수율이 젤라틴 무첨가군에 비해 첨가군 모두 저장기간 중 낮은 저장감량(storage loss)을 보였다고 보고한 바 있다. 식품업계에서 젤라틴은 씹음성과 질감 개선, 형태 안정에 도움을 줄 수 있는 제과제품에 유용하게 사용되고 있으며, 그 외에도 저지방 스프레드 타입 제품과 구이형 제품, 기타 육제품에 이용되고 있다(5). 그러나 기능성 소재로써 돈피 젤라틴을 이용한 유화형 소시지에 관한 국내연구는 미비한 실정이다.

Received 4 November 2015; Accepted 6 January 2016

Corresponding author: Hack-Youn Kim, Department of Animal Resource Science, Kongju National University, Yesan, Chungnam 32439, Korea

E-mail: kimhy@kongju.ac.kr, Phone: +82-41-330-1041

젤라틴이 육가공품에 있어 건강 기능성 식품에서 기능성 소재로 활용하기 위해서는 육가공품에 대한 가공적성을 확립해야 할 것이다. 따라서 본 연구는 젤라틴을 첨가한 유화형 소시지의 이화학적 특성을 조사하여 기능성 첨가물로서의 적합성을 판단하기 위한 기초자료로 사용하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 유화형 소시지 제조

본 실험에 사용한 유화형 소시지의 제조방법은 Fig. 1에 나타내었다. 돈육은 도축 후 24시간이 경과된 냉장 돈육 후지(Hongjumeat Co., Chungnam, Korea)를 사용하였다. 돈육과 등지방은 각각 3 mm plate를 장착한 grinder(PA-82, Mainca Co., Barcelona, Spain)를 이용하여 분쇄하였으며, bowl cutter(K-30, Talsa Co., Valencia, Spain)를 이용하여 원료육(60%)과 등지방(20%), 빙수(20%)를 세절하면서 각기 전체 중량에 대해 NPS(1.2%), 설탕(1%), 복합향신료(0.6%), 젤라틴(pH 6.8, 단백질 96%, 수분 4%; Sewoo Inc., Seoul, Korea)을 첨가하여 소시지 유화물을 제조한 후 충전기(EM-12, Mainca Co.)를 이용하여 천연 돈장에 충전하였다. 충전한 유화물은 80°C chamber(10.10ESI/SK, Alto Shaam Co., Menomonee Falls, WI, USA)에서 30분간 가열한 후 10°C에서 30분간 냉각하였다. 대조구는 젤라틴을 첨가하지 않았고(Control: 0%), 처리구들은 젤라틴 1%, 2%, 3%를 첨가하여 제조하였으며(Table 1), 제조한 소시지는 4°C에서 보관하면서 실험을 진행하였다.

일반성분 측정

일반성분 정량은 AOAC법(10)에 따라 조단백질 함량은

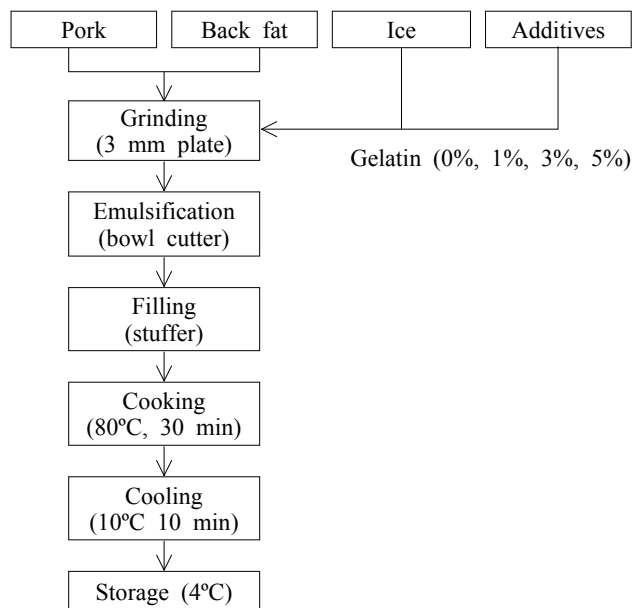


Fig. 1. The diagram of emulsion-type sausage manufacturing.

Table 1. Formulation of emulsion-type sausage formulated with various gelatin levels (%)

| Ingredients | Gelatin (%) | | | | |
|-------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 0 (Control) | 1 | 3 | 5 | |
| Meat | 60 | 60 | 60 | 60 | |
| Back fat | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| Ice | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| Additives | NPS ¹⁾ | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| | Sugar | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Mixed spice | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| | Gelatin | — | 1 | 3 | 5 |

¹⁾NPS: nitrite pickling salt.

Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 수분 함량은 105°C 상압건조법, 조회분 함량은 직접회화법으로 분석하였다.

pH 측정

pH는 시료 5 g을 채취하여 증류수 20 mL와 혼합하고 ultra turrax(HMZ-20DN, Pooglim Tech, Seongnam, Korea)를 사용하여 8,000 rpm에서 1분간 균질한 후 유리전극 pH meter(Model S220, Mettler-ToledoTM, Schwerzenbach, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

색도 측정

가열 전후의 안쪽 단면을 colorimeter(CR-10, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L* 값과 적색도(redness)를 나타내는 CIE a* 값, 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b* 값을 측정하였다. 이때의 표준색은 CIE L* 값이 +97.83, CIE a* 값이 -0.43, CIE b* 값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였다.

보수력 측정

Grau와 Hamm(11)의 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 중앙에 여과지(Whatman No. 2, WhatmanTM, Buckinghamshire, UK)를 놓고 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개 놓고 일정한 압력으로 3분간 압착시킨 후 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는 부분의 총면적을 planimeter(MT-10S, MT Precision Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

가열수율 측정

가열 전 무게 및 가열 후 무게를 측정하여 가열수율을 계산하여 %로 산출하였다.

$$\text{가열수율(\%)} = \frac{\text{가열 후 무게(g)}}{\text{가열 전 무게(g)}} \times 100$$

점도 측정

소시지 유화물의 점도는 회전식점도계(MerlinVR, Rheo-sys Co., Hamilton, NJ, USA)를 사용하여 측정하였다. 30 mm parallel plate 2.0 mm gap을 장착하여 20°C에서 head speed 20 rpm으로 설정하여 30초간 측정하였다.

물성 측정(texture profile analysis, TPA)

시료의 물성은 texture analyzer(TA 1, Lloyd Co., Largo, FL, USA)를 이용하여 측정하였다. 유화물은 80°C chamber(10.10ESI/SK, Alto Shaam Co.)에서 30분간 가열한 후 10°C에서 30분간 냉각하여 시료를 2.5×2.5×2.5 cm(가로×세로×높이)의 크기로 자른 후 상온에서 측정하였다. 분석조건은 pre-test speed 2.0 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s, maximum load 2 kg, head speed 2.0 mm/s, distance 8.0 mm, force 5 g으로 설정하였으며, 25 mm cylinder probe를 이용하여 측정하였다. 측정된 경도(hardness, kg), 탄력성(springiness) 및 응집성(cohesiveness)을 기록하였고, 이를 이용하여 겹섬(gumminess, kg)과 씹힘성(chewiness, kg)을 산출하였다.

통계 처리

실험의 결과는 최소한 3회 이상의 반복실험을 하여 평가되었다. 이후 통계처리 프로그램 SAS(version 9.3 for window, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었으며, ANOVA, Duncan's multiple range test로 각각의 특성에 대해 유의적인 차이가 있는지를 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

Table 2는 젤라틴을 첨가한 유화형 소시지의 수분, 단백질, 지방 함량을 측정한 결과이다. 콜라겐의 중요한 특성은 열에 대하여 수축하고 용해되어 젤라틴으로 전환되며, 수분을 흡수하여 팽윤하는 성질이 있다(12). 본 연구 결과 수분 함량은 대조구에 비해 젤라틴 3%와 5% 첨가구가 유의적으로 높았으며($P<0.05$), 단백질 함량은 젤라틴 5% 첨가구가 대조구와 젤라틴 1% 첨가구보다 유의적으로 높은 결과를 나타내었다($P<0.05$). 지방은 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 본 연구와 유사한 사례로 닭발 젤라틴과 오리발 젤라틴을 첨가한 육제품에서 수분과 단백질 함량이 증가하였다고 보고된 바 있는데(5,13), 이러한 결과는 젤라틴이 보수력을 증진시키기 때문에 수분과 단백질 함량이 증가한 것으로 사료된다.

pH 및 색도 측정

젤라틴을 첨가한 유화형 소시지의 pH 및 색도 측정 결과는 Table 3과 같으며, 젤라틴 첨가량이 증가할수록 가열 전후 pH가 유의적으로 높아졌다($P<0.05$). 닭발 젤라틴을 첨가한 반건조 계육포를 만든 Kim 등(5)에 따르면 pH는 닭발 젤라틴의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였다고 하였으며, Lee 등(14)은 기계발골계육(MDCM)에 젤라틴을 첨가하였을 때 젤라틴 함량이 증가할수록 pH가 저하되었다고 하였다. 이러한 결과는 본 연구에 이용된 젤라틴이 pH 7~9.5 사이의 등전점을 가진 돈피를 원료로 산처리 공정을

Table 2. Proximate composition of emulsion-type sausage formulated with various gelatin levels

| Traits | Gelatin (%) | | | |
|----------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | 0 (Control) | 1 | 3 | 5 |
| Moisture | 51.39±3.39 ^b | 54.34±3.10 ^{ab} | 58.37±4.46 ^a | 58.88±1.48 ^a |
| Protein | 17.61±0.18 ^b | 17.63±0.30 ^b | 17.73±0.15 ^{ab} | 18.11±0.37 ^a |
| Fat | 25.11±2.34 | 26.73±1.98 | 23.94±2.79 | 21.05±0.89 |
| Ash | 1.73±0.08 | 1.67±0.07 | 1.72±0.01 | 1.65±0.37 |

All values are mean±SD.

Means in the same row with different letters (a,b) are significantly different ($P<0.05$).

Table 3. pH and color of emulsion-type sausage formulated with various gelatin levels

| Traits | | Gelatin (%) | | | | |
|--------|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | 0 (Control) | 1 | 3 | 5 | |
| pH | Raw | 5.72±0.06 ^d | 5.81±0.05 ^c | 5.94±0.11 ^b | 6.06±0.03 ^a | |
| | Cooked | 5.99±0.04 ^d | 6.06±0.06 ^c | 6.17±0.08 ^b | 6.26±0.05 ^a | |
| Color | Raw | CIE L* | 68.00±0.09 ^c | 71.10±0.36 ^a | 70.94±0.08 ^a | 69.56±0.30 ^b |
| | | CIE a* | 8.00±0.14 | 8.35±0.11 | 8.15±0.48 | 7.93±0.34 |
| | | CIE b* | 17.6±0.55 | 17.96±0.73 | 17.80±0.44 | 18.02±0.71 |
| | Cooked | CIE L* | 72.37±0.46 ^c | 73.54±0.43 ^b | 74.43±0.38 ^a | 73.48±0.17 ^b |
| | | CIE a* | 8.30±0.08 ^a | 8.34±0.10 ^a | 7.83±0.16 ^b | 7.83±0.09 ^b |
| | | CIE b* | 14.40±0.35 ^c | 14.95±0.17 ^b | 15.10±0.96 ^{ab} | 15.57±0.16 ^a |

All values are mean±SD.

Means in the same row with different letters (a-d) are significantly different ($P<0.05$).

통하여 추출되었으며 pH 6.8의 젤라틴을 사용하여 유화형 소시지에 첨가되었을 때 pH가 상승한 것으로 판단된다.

가열 전 적색도와 황색도는 처리구 간에 유의적인 차이가 없었으며, 명도는 젤라틴 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다($P < 0.05$). 가열 후 명도와 황색도는 젤라틴 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었으며($P < 0.05$), 적색도는 젤라틴 3%, 5% 첨가구가 낮은 값을 나타내었다($P < 0.05$). Prabhu 등(15)은 돼지 콜라겐을 첨가한 프랑크푸르트 소시지(franks sausage)와 햄에서 처리구 간에 색도의 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하였으나, Yeo 등(13)의 오리발 젤라틴 첨가 프랑크푸르트 소시지 색도 측정 결과 명도와 황색도가 유의적으로 상승하였으며($P < 0.05$) 적색도는 낮아지는 경향을 보였다는 보고와 일치하였다.

보수력 및 수율 측정

Fig. 2와 Fig. 3은 젤라틴 첨가량에 따른 보수력과 수율 측정 결과를 나타낸 것으로 보수력은 대조구가 젤라틴 첨가구보다 유의적으로 낮았으며($P < 0.05$), 젤라틴 3%와 5% 첨가구가 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다($P < 0.05$). 가열수율은 젤라틴 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌

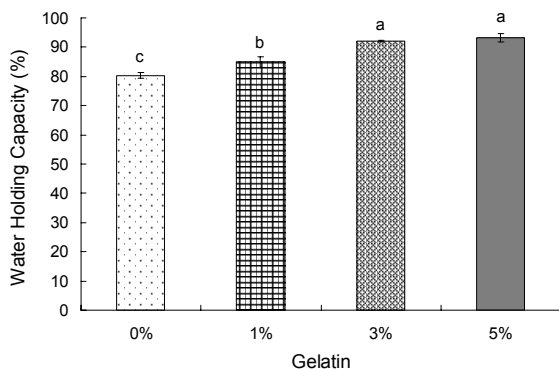


Fig. 2. Water holding capacity of emulsion-type sausage formulated with various gelatin levels. Means with different letters (a-c) above bars are significantly different ($P < 0.05$).

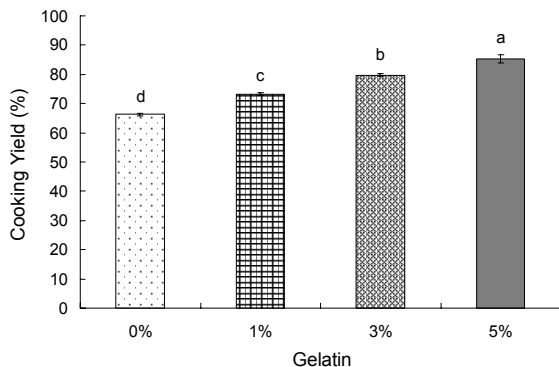


Fig. 3. Cooking yield of emulsion-type sausage formulated with various gelatin levels. Means with different letters (a-d) above bars are significantly different ($P < 0.05$).

다($P < 0.05$). Kim 등(5)은 닭발 젤라틴을 첨가한 반건조 계육포의 건조수율이 대조구에 비하여 높은 수율을 나타냈다고 하였으며, Eilert와 Mandigo(16)는 소의 교원섬유와 콜라겐이 첨가된 육제품의 가열수율이 우수한 결과를 나타냈다고 하였다. 또한 젤라틴은 지방구의 분산을 도와 보로나 소시지(bologna sausage)에 젤라틴을 첨가함에 따라 대조구에 비해 지방구가 균일하게 분산되었다고 하였으며(17), 닭고기 햄에서 콜라겐 혼합물의 함량이 증가할수록 보수력이 상승한다고 보고된 바 있다(18). 이는 용해된 젤라틴을 냉각하면 분자가 망상으로 모이고 그사이에 물 분자가 스며들어 독특한 탄력을 갖는 겔 구조가 이루어지는 특성이 있어 이에 따라 보수력이 향상하게 된다고 판단된다.

점도 측정

젤라틴 첨가량에 따른 점도 측정 결과는 Fig. 4와 같다. 젤라틴의 첨가량이 증가할수록 점도가 증가하였으며, 젤라틴 3%와 5% 첨가구는 대조구와 1% 첨가구보다 유의적으로 높은 점도를 나타내었다($P < 0.05$). Kim과 Lee(19)는 프랑크푸르트 소시지의 돈육을 젤라틴으로 대체했을 때 젤라틴 대체비율이 증가할수록 소시지 유화물의 점성이 감소하였으며, 이는 젤라틴 대체비율이 증가할수록 수분 함량이 증가하기 때문이라고 하였다. 그러나 Yang 등(20)은 육단백질(myosin)에 젤라틴을 혼합하였을 때 점도가 상승하였다고 하여 본 연구 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 젤라틴이 친수성 콜로이드 성질을 가지고 있어(20) 유화 시 겔화가 이루어지는 것으로 사료된다.

물성 측정

젤라틴의 첨가량에 따른 유화형 소시지의 물성 측정 결과는 Table 4와 같다. 탄력성, 응집성, 씹힘성은 처리구 간에 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 경도는 대조구와 젤라틴 1% 첨가구가 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮았으며, 감성은 젤라틴 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아지는 결과를 나타내었다($P < 0.05$). Kim과 Lee(19)는 정육을 돈피

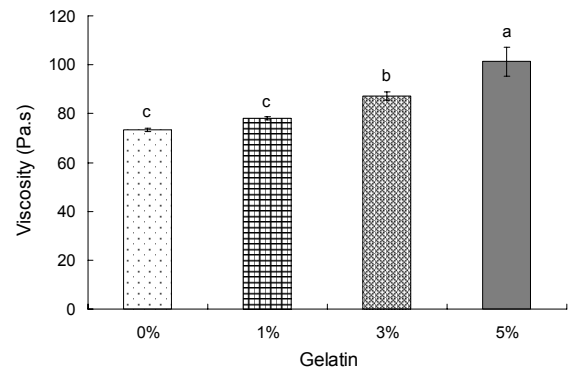


Fig. 4. Viscosity of emulsion-type sausage formulated with various gelatin levels. Means with different letters (a-c) above bars are significantly different ($P < 0.05$).

Table 4. Texture properties of emulsion-type sausage formulated with various gelatin levels

| Traits | Gelatin (%) | | | |
|----------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | 0 (Control) | 1 | 3 | 5 |
| Hardness (kg) | 0.30±0.02 ^c | 0.31±0.03 ^c | 0.35±0.03 ^b | 0.40±0.03 ^a |
| Springiness | 0.91±0.04 | 0.89±0.01 | 0.85±0.07 | 0.87±0.06 |
| Cohesiveness | 0.38±0.05 | 0.44±0.10 | 0.40±0.08 | 0.44±0.11 |
| Gumminess (kg) | 0.11±0.01 ^b | 0.14±0.04 ^{ab} | 0.14±0.03 ^{ab} | 0.18±0.05 ^a |
| Chewiness (kg) | 1.01±0.15 | 1.18±0.32 | 1.20±0.31 | 1.52±0.47 |

All values are mean±SD.

Means in the same row with different letters (a-c) are significantly different ($P<0.05$).

젤라틴 겔로 대체하였을 때 경도가 낮아진다고 하였으나 콜라겐을 첨가한 프랑크푸르트 소시지의 경도와 점착성은 증가한다고 하였으며(20), 돈피 콜라겐 첨가량이 증가할수록 프랑크푸르트 소시지의 경도가 증가하였다고 한 바 있어 본 연구 결과와 일치하였다(19). 이러한 결과는 단백질 함량이 줄고 수분 함량이 증가한 것과 연관되는 것으로 판단되며, 젤라틴의 원료가 되는 콜라겐은 소시지 유화물의 질감에 영향을 주어 경도가 높아진다고 한다(21).

요 약

본 연구는 돈피 젤라틴 첨가에 따른 유화형 소시지의 이화학적 특성을 조사하였다. 처리구별로 유화형 소시지 제조 시 젤라틴 함량을 0%, 1%, 3%, 5%를 첨가하여 제조하였다. 일반성분 측정 결과 수분 함량은 대조구에 비해 젤라틴 3%와 5% 첨가구가 유의적으로 높았으며($P<0.05$), 단백질 함량은 젤라틴 5% 첨가구가 대조구와 젤라틴 1% 첨가구보다 유의적으로 높은 결과를 나타내었다($P<0.05$). 또한 지방은 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. pH는 가열 전후 모두 젤라틴 첨가 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 색도 측정 결과 가열 전 적색도와 황색도는 처리구 간에 유의적인 차이가 없었으며, 명도는 젤라틴 첨가구가 유의적으로 높은 값을 나타내었다($P<0.05$). 가열 후 명도와 황색도는 젤라틴 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었으며($P<0.05$), 적색도는 젤라틴 3%, 5% 첨가구가 낮은 값을 나타내었다($P<0.05$). 보수력은 대조구가 젤라틴 첨가구보다 유의적으로 낮았으며($P<0.05$), 젤라틴 3%와 5% 첨가구가 유의적으로 높은 값을 나타내었다($P<0.05$). 가열수율은 젤라틴 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다($P<0.05$). 점도는 젤라틴 3%와 5% 첨가구가 대조구와 1% 첨가구보다 유의적으로 높았다($P<0.05$). 물성 측정 결과 탄력성, 응집성, 씹힘성은 대조구와 처리구 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 경도는 대조구와 젤라틴 1% 첨가구가 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮았으며($P<0.05$), 젤라틴 5% 첨가구가 가장 높은 값을 나타내었다. 또한 검성은 젤라틴 5% 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다($P<0.05$). 이러한 결과로 보아 유화형 소시지에 젤라틴 첨가 시 이화학적 특성을 우수하게

변화시키는 것으로 나타내어 향후 다양한 소시지형 제품에 기능성 소재로 활용할 가능성이 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Kim SM. 2001. Natural resources and functional meat products. *Food Industry and Nutrition* 6(1): 46-53.
- Choi YS, Kim YB, Kim HW, Hwang KE, Song DH, Jeong TJ, Park J, Kim CJ. 2015. Emulsion mapping in pork meat emulsion systems with various lipid types and brown rice fiber. *Korean J Food Sci An* 35: 258-264.
- Johnston-Banks FA. 1990. Gelatin. In *Food Gels*. Harris P, ed. Elsevier Applied Science, London, UK. p 233-289.
- Pszczola DE. 1998. The ABCs nutraceutical ingredients. *Food Technol* 52: 30-37.
- 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.
- Kim DW, Park K, Ha G, Jung JR, Chang O, Ham JS, Jeong SG, Park BY, Song J, Jang A. 2013. Anti-oxidative and neuroprotective activities of pig skin gelatin hydrolysates. *Korean J Food Sci An* 33: 258-267.
- Park JH, Choe JH, Kim HW, Hwang KE, Song DH, Yeo EJ, Kim HY, Choi YS, Lee SH, Kim CJ. 2013. Effects of various extraction methods on quality characteristics of duck feet gelatin. *Korean J Food Sci An* 33: 162-169.
- McCormick RJ. 1994. Structure and properties of tissues. In *Muscle Foods: Meat Poultry and Seafood Technology*. Kinsman DM, Kotula AW, Breidenstein BC, eds. Chapman and Hall Publishers, New York, NY, USA. p 25-62.
- Choi EJ, Oh MS. 2013. Gelling characteristics of mung bean starch supplemented with gelatin and isolated soy protein. *Korean J Food Culture* 28: 664-673.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis*. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 1-8.
- Grau R, Hamm R. 1953. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. *Naturwissenschaften* 40: 29-30.
- Pearson AM, Tauber FW. 1984. Composition and nutritive value of raw materials and processed meats. In *Processed Meat*. AVI Publishing Co., Westport, CT, USA. p 18-45.
- Yeo EJ, Kim HW, Hwang KE, Song DH, Kim YJ, Ham YK, He FY, Park JH, Kim CJ. 2014. Effect of duck feet gelatin on physicochemical, textural, and sensory properties of low-fat frankfurters. *Korean J Food Sci An* 34: 415-422.
- Lee SK, Kim HJ, Kim YJ, Cho KS, Kim JW. 1994. Functional properties of mechanically deboned chicken meat from

- various chicken parts. *Korean J Poult Sci* 21: 277-284.
15. Prabhu GA, Doerscher DR, Hull DH. 2004. Utilization of pork collagen protein in emulsified and whole muscle meat products. *J Food Sci* 69: C388-C392.
 16. Eilert SJ, Mandigo RW. 1993. Procedure for soluble collagen in thermally processed meat products. *J Food Sci* 58: 948-949.
 17. 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.
 18. Prestes RC, Graboski A, Roman SS, Kempka AP, Toniazzo G, Demiate IM, Di Luccio M. 2013. Effects of the addition of collagen and degree of comminution in the quality of chicken ham. *J Appl Poult Res* 22: 885-903.
 19. Kim CJ, Lee BM. 1988. Studies on utilization of pork skin gelatin as a binder or extender in sausage emulsion. *Korean J Anim Sci* 30: 678-684.
 20. Yang YL, Zhou GH, Xu XL, Wanh Y. 2007. Rheological properties of myosin-gelatin mixtures. *J Food Sci* 72: C270-C275.
 21. Pereira AGT, Ramos EM, Teixeira JT, Cardoso GP, Ramos ALS, Fontes PR. 2011. Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Meat Sci* 89: 519-525.