

결착제 첨가 종류에 따른 돈육 패티의 품질 특성 비교

최윤상·전기홍·박중대·성정민·서동호·구수경·오남수¹·김영봉[†]

한국식품연구원 식품가공기술연구센터, ¹서울우유 중앙연구소

Comparison of Pork Patty Quality Characteristics with Various Binding Agents

Yun-Sang Choi · Ki-Hong Jeon · Jong-Dae Park · Jung-Min Sung · Dong-Ho Seo ·
Su-Kyung Ku · Nam-Su Oh¹ · Young-Boong Kim[†]

Food Processing Research Center, Korean Food Research Institute, Seongnam, 13539, Korea

¹Institute of Dairy Food Research, Seoul Dairy Cooperative, Ansan, 15407, Korea

Abstract

The objective of this study is to investigate the effects of binding agents (carrageenan, transglutaminase, isolated soy protein, and wheat fiber) on the physicochemical and sensory characteristics of pork patties. One percent of each pork patty formulation was prepared with one of the following carrageenan, transglutaminase, isolated soy protein, or wheat fiber. The lightness and redness values of raw and cooked pork patties with carrageenan, isolated soy protein, and wheat fiber were significantly higher than the control ($p < 0.05$). The water holding capacity, cooking yield, and moisture content of pork patties containing carrageenan, isolated soy protein, and wheat fiber were significantly higher than the control ($p < 0.05$). However, the reduction in diameter and thickness was lower than the control ($p < 0.05$). The protein and fat content of the pork patties were not significantly different between the control and patties with binding agent addition. The shear forces of the pork patties with transglutaminase, isolated soy protein, and wheat fiber were significantly higher than the control ($p < 0.05$), while the pork patties with carrageenan were significantly lower than control ($p < 0.05$). Among the sensory characteristics, tenderness, juiciness, and overall acceptability of pork patties containing carrageenan, transglutaminase, isolated soy protein, and wheat fiber were slightly higher, although there was no significant difference. Therefore, pork patties containing binding agents are useful in making new ground meat products with desirable quality characteristics.

Key words: pork patty, carrageenan, transglutaminase, isolated soy protein, wheat fiber

I. 서론

국민 소득의 증가와 국민 생활의 질적 향상으로 우리나라 식문화의 서구화 현상이 빠르게 진행되면서 패스트푸드의 이용이 급증하고 있으며, 대표적인 패스트푸드인 햄버거의 소비가 증가하여 햄버거 패티류의 소비량도 꾸준히 증가하고 있는 추세이다(Oh HK & Lim HS 2011). 특히 패스트푸드는 1970년대 말 국내 L사가 처음으로 햄버거 패스트푸드점을 개점하게 된 이래로 비약적인 성장을 보이고 있다(Park JC 등 2005). 햄버거는 조리의 간편성, 시간 절약 등의 장점으로 소비자들에게 쉽게 받아들여지고 있으나(Lee MA 등 2008), 햄버거 패티의 경도, 탄력성 및 풍미 등의 품질이 균일하지 못하고, 제품의 수율

및 조직감도 일정하게 제조되고 있지 못한 실정이다.

햄버거 패티의 품질에 영향을 주는 인자로는 원료육의 종류, 원료 배합비, 제조공정, 첨가제, 저장방법 등에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 햄버거 패티에 대한 선행 연구로는 글루코만난 첨가에 따른 계육 패티의 품질 특성 연구(Kim SJ 등 2007), 펙틴 및 감자전분 첨가가 저지방 돈육 패티의 품질에 미치는 영향에 대한 연구(Joo SY & Chung HJ 2007), 해조류를 첨가한 돈육 패티의 품질 특성 연구(Jeon MR & Choi SH 2012) 등이 있으나, 이는 단순히 첨가물을 첨가하여 햄버거 패티의 품질을 단순 평가한 것에 불과하며, 햄버거 패티의 제조시 결착제 종류에 따른 품질 특성 비교에 대한 연구는 전무한 실정이다. 또한, 식육가공 제품의 제조시 결착력, 보수력, 조직감 및 영양가 등의 기능적 특성 향상과 가열 시 수율 향상에 의한 원가절감 등을 고려하여 식육단백질 대신에 다양한 비육단백질을 결착제의 원료로 사용되고 있다(Lee YC 등 2003). 식육 가공품의 결착력을 향상시켜 주는 결착제로는 카라기난(carrageenan), 트랜스글루타미나

[†]Corresponding author: Young-Boong Kim, Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute, 1201-62, Anyangpanagyo-ro, Bundang-gu, Sungnam-si, Gyeonggi-do, 13539, Korea
Tel: +82-31-780-9180
Fax: +82-31-780-9076
E-mail: kybaaa@kfri.re.kr

아제(transglutaminase), 분리대두단백(isolated soy protein), 식이섬유(dietary fiber) 등을 활용하고 있으므로(Kim HW 등 2009, Jin SK & Yang HS 2012, Choi YS 등 2013), 각각을 결착제로 사용할 경우 햄버거 패티의 품질 특성 변화에 대한 비교나 연구가 필요한 실정이다.

카라기난은 황산기를 다량 함유하고 있는 대표적인 해조 다당류로서 특유의 물성으로 인해 식품산업 분야에 폭넓게 활용되고 있다. 주로 카라기난은 겔화제, 점증제, 안정제, 계면활성제 및 조직개량제 등으로 활용되고 있다(Lee JH 등 1993). 카라기난은 식육가공품 제조시, 주로 안정제로 사용되어 유화형 육제품인 소시지류에 유화 안정제로 활용되고 있으나, 분쇄형 육제품인 햄버거 패티의 결착제로의 활용에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 미생물 유래인 트랜스글루타미나아제는 단백질의 펩타이드 잔기에 있는 ε-amino 그룹과 단백질 결합 글루타민 잔기의 β-carboxamide 그룹 사이의 비황공유 결합을 촉매로 작용하여 점탄성을 향상시켜 조직감을 개선시킬 수 있다(Lee HC & Chin KB 2009). 트랜스글루타미나아제를 활용한 식육가공품 연구도 대부분 염을 대체하는 연구나 유화형 소시지의 조직감을 개선하는 연구가 대부분을 이루고 있다. 분리대두단백은 식육가공 산업에 많이 활용되고 있는 소재로써, 식육가공 제품의 보수력, 유화력, 유화안정성, 조직감, 외관 등의 품질특성을 향상시킨다고 알려져 있다(Kim HW 등 2009). 그러나, Choi YS 등(2007)은 식육제품에 증량제로 과량의 분리대두단백을 첨가하면 비린내와 이취가 발생하여 저장기간이 현저하게 줄어든다고 보고하였다. 식이섬유는 최근 식육가공 산업에서 주목 받고 있는 소재 중에 하나로써, 체내 소화효소에 의해 분해되지 않는 유도체 및 올리고당류와 다당류이다(Kim HW 등 2009). 식이섬유는 물리적 특성에서 우수한 수분 결합 능력(water binding capacity), 수분 보유 능력(water holding capacity) 및 제품의 수율을 향상시키는 것으로 알려져 있다(Choi YS 등 2014). Choi YS 등(2013)은 식육 가공제품에 식이섬유를 첨가하면 수분과 지방을 흡수 또는 흡착하는 성질이 있으며, 이로 인해서 수분과 지방과의 결합력을 높여주어 가열수율과 조직감을 향상시킬 수 있다고 하였다. 그러나 이러한 소재들은 주로 유화형 형태의 식육 가공품에 주로 활용되고 있으며, 이마저도 소재별로 각각 개별적으로 연구되고 있으며 식육가공품 제조시 많이 활용되고 있는 결착제 종류에 따른 품질 비교에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 결착제 첨가 종류에 따른 돈육 패티의 품질을 비교하여 평가하기 위하여 돈육 패티에 카라기난, 트랜스글루타미나아제, 분리대두단백, 식이섬유를 각각 첨가하여 pH, 색도, 단백질 용해성, 보수력, 가열감량, 직경감소율, 두께감소율, 일반성분, 전단력 등의 품질평가 및 전체적인 기호도를 비교 평가하여 효과적인

식육제품의 우수한 품질특성을 확보할 수 있는 기초자료로 활용하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료 및 돈육 패티의 제조

본 실험에 사용된 돈육은 시중의 A 정육점을 통해 도축 후 24시간이 경과된 국내산(안성) 냉장 돈육 후지부위 (*M. biceps femoris*, *M. semitendinosus*, *M. semimembranosus*, 수분 함량: 70.57%, 단백질 함량: 17.89%, 지방함량: 4.68%, 회분함량: 1.14%)를 구입하여 사용하였다. 돈육은 과도한 지방과 결체조직을 제거하였고, 원료육 돈육과 등지방(moisture, 12.61%; fat, 85.64%)은 각각 8 mm plate로 분쇄한 후 3 mm plate로 다시 분쇄하여 사용하였다. 실험에 사용된 돈육 패티의 배합비는 Table 1과 같다. 돈육 80%와 등지방 15%, 얼음 5%를 첨가하여 돈육 패티를 구성하였으며 여기에 결착제 무첨가구를 대조구로 하였고, 처리구는 카라기난(ES Food, Gyeonggi, Korea), 트랜스글루타미제(BISION, Seongman, Korea), 분리대두단백(ES Food, Gyeonggi, Korea), 식이섬유(ES Food, Gyeonggi, Korea)를 1.0% 첨가하여 제조하였다. 부재료로 1.5% 소금(Hanju, Ulsan, Korea), 0.15% 인산염(ES Food, Gyeonggi, Korea), 0.01% 아질산염(ES Food, Gyeonggi, Korea), 0.5% 설탕(CJ cheiljedang, Seoul, Korea)을 첨가하였고, 3분간 혼합 후 햄버거 패티 성형기(PM 10/13 Burger press, AB Services Food Machinery, Coventry, England; diameter: 10.0 cm, thickness: 2.3 cm)를 이용하여(15×90 mm)로 80±2 g씩 성형한 후 -18°C의 냉동고(LS-1043RF, 대영 E&B, Ansan,

Table 1. Pork patties formulation with different binding agent types (Units: %, W/W)

Materials	Control	CA	TG	ISP	WF
Meat	80	80	80	80	80
Back fat	15	15	15	15	15
Ice	5	5	5	5	5
Total	100	100	100	100	100
Salt	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Phosphate	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Nitrite	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sugar	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Carrageenan	-	1.0	-	-	-
Transglutaminase	-	-	1.0	-	-
Isolated soy protein	-	-	-	1.0	-
Wheat fiber	-	-	-	-	1.0

CA: Carrageenan, TG: Transglutaminase, ISP: Isolated soy protein, WF: Wheat fiber

Korea)에 저장하면서 재료로 사용하였다.

2. 실험방법

본 실험은 돈육 패티를 3회 제조하여 각각 실험 항목 별로 3회 이상 반복 실험하여 그 평균치를 구하였고, 각각의 실험항목 별로 유의성 검증을 확인하여 조사하였다.

1) pH 측정

시료 5 g을 취하여 증류수 20 mL와 혼합하고 ultraturrax(T25, Janken & Kunkel, Staufen, Germany)를 사용하여 8,000 rpm에서 1분간 균질한 후 pH meter(340, Mettler-Toledo GmbH, Schwerzenbach, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

2) 색도(color) 측정

시료의 표면을 colorimeter(CR210, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 CIE L-값(명도), CIE a-값(적색도)과 CIE b-값(황색도)을 측정하였다. 이때의 표준색은 L-값은 +97.83, a-값이 -0.43, b-값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였다.

3) 단백질 용해성 측정

총단백질 및 근장단백질 용해성은 Joo ST 등(1999)의 방법을 수정하여 측정하였다. 총단백질 용해성은 시료 2 g에 빙수 20 mL와 0.1 M potassium phosphate에 1.1 M potassium iodine을 용해시킨 buffer-용액(pH 7.4)을, 근장단백질 용해성은 시료 2 g에 빙수 20 mL와 0.025 M potassium phosphate buffer-용액(pH 7.4)을 넣고 homogenizer(AM-7, Nihonseiki Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 24,000 rpm에서 1분 30초간 균질한 후 2°C에서 하루 동안 방치한다. 그 후 6,000×g 속도로 4°C에서 15분간 원심분리하여 여과한 후 상등액을 Biuret 방법(Gornall AG 등 1949)으로 정량하였으며, 단백질의 농도는 mg/g으로 나타내었다. 또한 근원섬유단백질 용해성은 총단백질 농도에서 근장단백질 농도를 뺀 값으로 산출하였다.

4) 보수력(water holding capacity)측정

Grau R & Hamm R(1953)의 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 중앙에 여과지(whatman No. 2, Whatman TM, Maidstone, England)를 놓고 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개 놓고 일정한 압력으로 3분간 압착시킨 후 여과지(Whatman TM)를 꺼내어 고기육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는 부분의 총 면적을 planimeter(Type KP-21, Koizumi, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 보수력 측정은 수분이 젖어 있는 부분의 총면적에 대한 고기 육편이 묻어 있는 부분의 면적 비율

(%)로 산출하였다.

$$\text{보수력}(\%) = (\text{육조직이 묻어 있는 면적/수분이 젖어 있는 총면적}) \times 100$$

5) 가열수율(Cooking yield)측정

가열수율은 냉동시킨 패티를 200°C로 예열한 전기그릴(CG 20-1, Hobart, Orlando, FL, USA)을 이용하여 각 면을 각각 2분간 총 4분 동안 가열한 후 5분간 방냉시킨 다음 가열수율을 측정하였다.

$$\text{가열수율}(\%) = (\text{가열 후 패티 중량/가열 전 패티 중량}) \times 100$$

6) 직경감소율 측정

가열 전 패티의 직경을 표시한 다음 냉동시킨 패티를 200°C로 예열한 전기그릴(Hobart)을 이용하여 각 면을 각각 2분간 총 4분 동안 가열한 후 5분간 방냉시킨 다음 직경감소율을 측정하였다.

$$\text{직경감소율}(\%) = (\text{가열 전 패티 직경} - \text{가열 후 패티 직경}) / \text{가열 전 패티 직경} \times 100$$

7) 두께감소율 측정

가열 전 패티의 두께를 표시한 다음 냉동시킨 패티를 200°C로 예열한 전기그릴(Hobart)을 이용하여 각 면을 각각 2분간 총 4분 동안 가열한 후 5분간 방냉시킨 다음 두께감소율을 측정하였다.

$$\text{두께감소율}(\%) = (\text{가열 전 패티 두께} - \text{가열 후 패티 두께}) / \text{가열 전 패티 두께} \times 100$$

8) 일반성분

시료의 일반성분 정량은 AOAC법(2000)에 따라 수분함량은 105°C 상압건조법, 조단백질 함량은 Kjeldahl 법, 조지방 함량은 Soxhlet 법, 조회분 함량은 550°C에서 직접 회화법으로 분석하였다.

9) 전단력측정

시료의 전단력은 texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro Systems, Surrey, England)에 Warner-Bratzler blade를 장착한 후 제조된 시료의 너비 방향으로 2.5 cm로 절단하여 분석하였다. 이때의 분석조건은 stroke 20 g, test speed 2.0 mm/sec, distance 10.0 mm로 설정하여 측정하였다(Bourne MC 1978).

10) 관능검사

관능적 품질특성은 30명의 패널요원을 선발하여 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후

실시하였다(Choi YS 등 2008). 관능평가는 각 처리구에 따라 제조 및 가열된 샘플을 10×10×10 mm로 절단하고 색, 풍미, 연도, 다즙성, 전체적인 기호도에 대하여 각각 10점 만점으로 평점하고 그 평균치를 구하여 비교하였다. 각 항목별 10점은 가장 우수함(10 = extremely good or desirable)으로 나타내고, 1점은 가장 열악한 품질 상태(1 = extremely bad or undesirable)로 나타내었다.

11) 통계분석

통계분석은 SAS program(version 9.12, SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA)의 GLM(General Linear Model) procedure를 통하여 분석하였고, 처리구간의 평균간 비교는 Duncan의 다중검정을 통하여 유의성 검정($p < 0.05$)을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 결착제 첨가 종류에 따른 가열 전 패티의 이화학적 특성 비교

결착제 첨가 종류에 따른 가열 전 패티의 pH, 색도 및 단백질 용해성은 Table 2에 나타내었다. 가열 전 패티의 pH는 분리대두단백을 첨가한 처리구가 유의적으로 높았으며($p < 0.05$), 대조구와 다른 처리구들은 유의적인 차이를 보이지 않았다. Kim HW 등(2009)은 분리대두단백을 첨가한 처리구가 대조구와 비교하여 다소 높은 pH를 나타내었는데, 이는 분리대두단백에 의하여 영향을 받은 것으로 판단된다. Candogan K & Kolsarici N(2003a)은 푸랑크푸르트 소시지의 카라기난 첨가 유무에 따라 pH에 영향을 받지 않았다고 하였고, Choi YS 등(2007)은 밀 식이섬유를 첨가한 돈육 유탄화물 처리구와 대조구의 pH는 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하여, 본 연구 결과와 유사한 결과를 나타내었다. Lee HC & Chin KB(2009)에 의하면 트랜스글루타미제를 첨가한 돈육 모델 소시지에서도 대조구와 비교하여 pH의 영향을 주지 않았다고 보고

하였다.

가열 전 패티의 명도, 적색도 및 황색도에서 트랜스글루타미제를 첨가한 처리구를 제외한 모든 결착제를 첨가한 처리구에서 대조구보다 유의적으로 높은 수치를 나타내었다($p < 0.05$)(Table 2). 이는 이전 연구들에서 분리대두단백과 밀 식이섬유를 첨가한 돈육 유탄화물에서 대조구와 비교하여 높은 명도를 나타낸다고 하여 본 연구결과와 유사한 결과를 보였다(Choi YS 등 2007, Kim HW 등 2009). Candogan K & Kolsarici N(2003b)은 카라기난을 첨가한 푸랑크푸르트 소시지의 적색도가 증가한다고 하였고, Lee HC & Chin KB(2009)의 연구에서도 트랜스글루타미제를 첨가한 돈육 모델시스템에서 색도에는 영향을 주지 않았다고 하여 본 연구결과와 유사하였다. 그러므로 트랜스글루타미제는 식육제품의 적용시 색도에는 영향을 주지 않는 것으로 사료된다. 단백질 용해성은 식육제품의 조직감 및 보수력을 결정하는 중요한 가공적성 지표 중에 하나로서, 염농도, pH, 인산염, 원료육의 부위, 육괴의 크기에 영향을 받는다고 알려져 있다(Choi JH 등 2009). 식육 단백질 용해성은 근장 단백질(수용성), 근원섬유 단백질(염용성), 기질 단백질(불용성)의 3가지의 단백질 용해성으로 구분되고, 그 중에서 염용성인 근원섬유 단백질은 미오신, 액틴, 트로포미오신, 트로포닌 등 미량 조절성 단백질로 구성되어 식육제품의 제조시 결착성과 보수성에 가장 큰 영향을 주는 단백질이다(Choi YS 등 2011). 본 연구에서는 근장 단백질 용해성은 대조구와 분리대두단백을 첨가한 처리구가 다른 결착제를 첨가한 처리구보다 높은 수치를 나타내었다($p < 0.05$). 근원섬유 단백질 용해성은 다른 처리구들에 비하여 밀 식이섬유 첨가한 처리구가 유의적으로 가장 높은 수치를 나타내었다($p < 0.05$)(Table 2). Sayre RN & Briskey EJ(1963)에 의하면, 식육제품의 근장 단백질과 근원섬유 단백질 용해성은 식육제품의 가공시 품질에 큰 영향을 준다고 하였고, 고급 식육제품의 제조를 위해서는 총 단백질 용해성과 근

Table 2. Comparison on physicochemical properties of raw pork patties containing different binding agent types

Treatments ¹⁾	Control	CA	TG	ISP	WF	F-value
pH	5.81±0.02 ^b	5.82±0.02 ^b	5.79±0.02 ^b	5.94±0.02 ^a	5.81±0.04 ^b	22.72*
L*-value	69.91±2.41 ^c	77.23±1.48 ^a	70.20±1.29 ^c	72.36±1.44 ^b	77.71±2.18 ^a	41.23*
a*-value	4.37±0.41 ^b	5.12±0.29 ^a	4.96±0.30 ^b	4.90±0.55 ^b	4.99±0.29 ^b	7.55*
b*-value	12.92±0.72 ^b	14.06±0.57 ^a	13.74±0.76 ^b	14.08±0.86 ^a	13.59±0.92 ^b	6.83*
Protein solubility (mg/g)						
Sarcoplasmic protein solubility (mg/g)	51.06±1.16 ^a	41.23±0.90 ^d	45.70±0.78 ^c	50.35±2.53 ^a	49.78±1.19 ^b	32.21*
Myofibrillar protein solubility (mg/g)	136.75±4.14 ^d	147.57±2.44 ^b	131.27±1.78 ^c	138.6±1.63 ^c	156.18±1.65 ^a	62.31*

¹⁾ CA: Carrageenan, TG: Transglutaminase, ISP: Isolated soy protein, WF: Wheat fiber

All values are mean±SD of three replicates.

^{a-c} Means within a row with different letters are significantly different ($*p < 0.05$).

장 단백질 용해성이 육제품 제조시 기능성을 부여한다고 알려져 있다.

2. 결합제 첨가 종류에 따른 가열 후 패티의 이화학적 특성 비교

Table 3은 결합제 첨가 종류에 따른 패티의 가열 후 pH, 색도, 보수력, 가열수율, 직경 및 두께 감소율을 나타내었다. 가열한 패티의 pH는 분리대두단백을 첨가한 처리구가 가장 높은 수치를 나타내었다($p<0.05$). 명도는 카라기난과 밀 식이섬유를 첨가한 처리구에서 유의적으로 가장 높은 수치를 나타내었고($p<0.05$), 적색도는 카라기난을 첨기한 처리구에서 유의적으로 가장 높은 수치를 보였다($p<0.05$). 황색도는 대조구와 비교하여 카라기난과 분리대두단백을 첨가한 처리구들이 유의적으로 높은 수치를 나타내었다($p<0.05$). 결합제 첨가에 따른 가열 전 패티와 가열 후 패티에서의 색도는 유사한 경향을 보이는 것으로 사료되므로, 결합제 종류가 가열처리로는 색도 변화에 영향을 주지 않은 것으로 보여진다. 보수력은 대조구와 비교하여 카라기난, 분리대두단백 및 밀 식이섬유를 첨가한 처리구 유의적으로 높은 수치를 보였으며($p<0.05$), 트랜스글루타미제를 첨가한 처리구가 유의적으로 가장 낮은 수치를 나타내었다($p<0.05$). Choi YS 등(2007)은 돈육 유탄물 제조시 밀 식이섬유와 분리대두단백을 첨가할 경우 대조구와 비교하여 보수력이 높았다고 하여 본 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. 이러한 연구결과는 밀 식이섬유와 분리대두단백을 첨가할 경우 수분과의 결합력을 높여주어 보수력이 높아진 것으로 보여진다. 보수력은 식육 단백질의 변화로 단백질과 물분자 사이의 결합력의 변화로 수분을 잃지 않고 수분을 보유하는 능력으로써, 수분의 손실은 식육을 구성하는 여러 성분들과 식육 내부의 수소이온 농도, 및 내부 이온들의 이온화 강

도가 내부에 존재하는 수분의 보수력과 관련이 있다(Choi YS 등 2006). 결합제 첨가에 따른 가열수율은 대조구와 비교하여 카라기난, 분리대두단백 및 밀 식이섬유를 첨가한 처리구 유의적으로 높은 가열수율을 나타내었다($p<0.05$) (Table 3). 가열수율은 보수력과 유사한 경향을 나타내었는데, 이는 가열 시 카라기난, 분리대두단백 및 밀 식이섬유가 수분과의 결합능력을 높여서 육제품 속의 결합수가 적게 외부로 빠져나온 것에 기인한 것으로 보여진다. 돈육에 분리대두단백, 카라기난, 식이섬유 등을 첨가하여 육제품을 제조하게 되면, 지방과 수분의 친화성이 높은 염용성 단백질이 안정제로 작용하여 단백질의 수분 및 지방 결합력을 증가시켜 가열시 지방과 수분의 유출을 감소시킨 것으로 보여진다(Lee MA 등 2008). 또한, 트랜스글루타미제를 첨가한 돈육 모델소시지에서는 가열수율이 감소하였다고 하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었으며, 이는 트랜스글루타미제의 첨가는 유도된 조직의 변화로 가열 중에 오히려 수분이 더 많이 방출한 것에 기인한다고 하였다(Lee HC & Chin KB 2009). 결합제 첨가에 따른 패티의 직경감소율과 두께감소율은 대조구와 비교하여 카라기난, 분리대두단백 및 밀 식이섬유를 첨가한 처리구들이 유의적으로 낮은 수치를 나타내었고, 트랜스글루타미제를 첨가한 처리구는 가장 높은 직경감소율과 두께감소율을 나타내었다($p<0.05$)(Table 3). 이러한 결과는 가열수율과 반대의 경향을 나타내었는데, 카라기난, 분리대두단백 및 밀 식이섬유가 패티 제조시 첨가되어 수분과 지방과의 결합력을 높여서 패티에 포함되어 있는 수분과 지방의 유출을 최소화하였기 때문에 직경과 두께의 감소가 적게 일어난 것으로 보여진다.

3. 결합제 첨가 종류에 따른 패티의 일반성분 비교

패티 제조시 결합제 첨가 종류에 따른 일반성분의 변

Table 3. Comparison on physicochemical properties of cooked pork patties containing different binding agent types

Treatments ¹⁾	Control	CA	TG	ISP	WF	F-value
pH	6.01±0.02 ^b	6.01±0.03 ^b	5.97±0.02 ^b	6.10±0.02 ^a	5.98±0.02 ^b	43.77*
L*-value	62.38±2.51 ^b	62.86±1.94 ^b	62.47±2.07 ^b	60.62±1.65 ^c	64.45±1.12 ^a	9.18*
a*-value	9.53±1.06 ^a	7.92±0.57 ^b	9.90±1.06 ^a	9.10±2.37 ^a	7.28±0.65 ^b	7.11*
b*-value	11.13±0.57 ^b	12.59±1.19 ^a	11.59±0.66 ^b	12.22±1.47 ^a	12.83±1.23 ^a	4.21*
Water holding capacity (%)	47.08±1.03 ^b	49.47±1.04 ^a	44.28±0.94 ^c	49.78±1.08 ^a	50.03±1.01 ^a	18.98*
Cooking yield (%)	88.65±1.16 ^c	91.54±2.44 ^a	84.17±1.56 ^d	90.54±1.40 ^b	92.93±1.97 ^a	23.56*
Reduction in diameter (%)	18.47±0.87 ^b	11.02±0.76 ^d	19.78±0.81 ^a	12.42±0.72 ^c	11.59±0.81 ^d	24.71*
Reduction in thickness (%)	15.97±0.62 ^b	8.21±0.72 ^c	17.68±0.34 ^a	9.38±0.52 ^c	9.04±0.62 ^c	19.85*

¹⁾ CA: Carrageenan, TG: Transglutaminase, ISP: Isolated soy protein, WF: Wheat fiber

All values are mean±SD of three replicates.

^{a-d} Means within a row with different letters are significantly different ($*p<0.05$).

Table 4. Comparison on proximate composition of pork patties containing different binding agent types

Treatments ¹⁾	Control	CA	TG	ISP	WF	F-value
Moisture content (%)	60.38±0.20 ^c	62.24±1.41 ^a	58.47±0.60 ^d	62.24±1.41 ^a	61.36±1.49 ^b	17.85*
Protein content (%)	21.15±0.87	22.34±0.51	22.14±0.27	22.24±0.51	21.25±0.81	8.49
Fat content (%)	14.97±0.98	15.75±0.78	15.94±0.98	15.75±0.70	15.59±0.96	1.38
Ash content (%)	2.37±0.24 ^b	2.70±0.06 ^a	2.70±0.36 ^a	2.70±0.06 ^a	2.75±0.13 ^a	14.49*

¹⁾ CA: Carrageenan, TG: Transglutaminase, ISP: Isolated soy protein, WF: Wheat fiber

All values are mean±SD of three replicates.

^{a-d} Means within a row with different letters are significantly different (**p*<0.05).

화는 Table 4에 나타내었다. 수분함량은 대조구와 비교하여 카라기난, 분리대두단백, 밀 식이섬유를 첨가한 처리구가 높은 수치를 나타내었고(*p*<0.05), 특히 카라기난과 분리대두단백을 첨가한 처리구가 유의적으로 가장 높은 수치를 나타내었다(*p*<0.05). 이는 카라기난, 분리대두단백, 밀 식이섬유가 식육제품의 결착제로 작용하여 수분이 식육제품 외부로 빠져나오는 것을 줄여주었기 때문인 것으로 보여진다. 다만, 트랜스글루타미제를 첨가한 처리구는 유의적으로 가장 낮은 수치를 나타내었는데(*p*<0.05), 이는 Lee HC & Chin KB(2009) 연구에서도 대조구와 비교하여 트랜스글루타미제를 첨가한 처리구의 수분함량이 낮은 수치를 나타낸 것과 유사한 결과를 나타내었다. 식육제품 제조시 트랜스글루타미제의 첨가는 조직의 변화로 가열과정 중 결합수 형태의 수분이 더 방출된 것에 기인한 것으로 사료된다. 패티의 단백질 및 지방 함량은 대조구와 결착제를 첨가한 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며(*p*>0.05), 이는 원료육과 지방의 첨가량이 동일하였기 때문인 것으로 보여진다. 회분함량은 대조구와 비교하여 결착제를 첨가한 처리구들이 모두 높은 수치를 보였으며(*p*<0.05), 결착제의 종류에 따라서는 유의적인 차이가 보이지 않았다. 이전의 연구에서도 카라기난, 트랜스글루타미제, 분리대두단백, 밀 식이섬유의 첨가에 따라 회분의 함량이 증가하였다는 연구결과들과도 일치하였다(Candogan K & Kolsarici N 2003a, Choi YS 등 2007, Cofrades S 등 2011, Huang SC 등 2011).

4. 결착제 첨가 종류에 따른 패티의 전단력 비교

카라기난, 트랜스글루타미제, 분리대두단백 및 밀 식이

섬유를 첨가한 패티의 전단력은 Table 5에 나타내었다. 전단력은 대조구와 비교하여 트랜스글루타미제, 분리대두단백 및 식이섬유를 첨가한 처리구의 패티가 유의적으로 높은 수치를 나타내었고, 카라기난을 첨가한 처리구가 가장 낮은 전단력을 나타내었다(*p*<0.05). Choi YS 등 (2007)에 따르면, 분리대두단백과 밀 식이섬유를 첨가한 처리구의 경도가 높게 나타났으며, 이는 분리대두단백과 밀 식이섬유가 단백질이 가지는 보수력, 유화력, 겔형성 능력 및 입자간의 부착성에 영향을 준 것으로 보여진다. Lee HC & Chin KB(2009)은 트랜스글루타미제를 첨가하여 돈육 모델시스템을 제조할 경우 경도가 증가한다고 하여 본 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. Jin SK & Yang HS(2012)는 카라기난을 첨가한 돈육 패티에서 카라기난 첨가에 따라 전단력의 차이가 없었다고 하여 본 연구결과와 유사하였고, 이는 카라기난이 수분함유량을 증가시켜 패티의 전단력을 낮춘 것으로 사료된다.

5. 결착제 첨가 종류에 따른 패티의 관능적 특성 비교

다양한 결착제 종류를 활용한 돈육 패티의 색, 풍미, 연도, 다즙성 및 전체적인 기호도에 대한 관능적 특성 비교는 Table 6에 나타내었다. 가열 후 패티의 기계적인 색도의 측정에서는 대조구와 처리구들간의 유의적인 차이를 나타내었으나, 결착제 첨가 종류에 따른 관능적 특성인 색은 시각적으로 차이가 없어 관능적 특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보여진다. 풍미에서도 대조구와 결착제를 첨가한 모든 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 연도 및 다즙성에서도 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러므로 전체적인 기

Table 5. Comparison on shear force of pork patties containing different binding agent types

Treatments ¹⁾	Control	CA	TG	ISP	WF	F-value
Shear force (kg)	1.54±0.15 ^{2)c}	1.16±0.06 ^d	1.75±0.17 ^b	1.85±0.19 ^a	1.84±0.14 ^a	36.68*

¹⁾ CA: Carrageenan, TG: Transglutaminase, ISP: Isolated soy protein, WF: Wheat fiber

²⁾ All values are mean±SD of three replicates.

^{a-d} Means within a row with different letters are significantly different (**p*<0.05).

Table 6. Comparison on sensory properties of pork patties with different binding agent types

Treatments ¹⁾	Control	CA	TG	ISP	WF	F-value
Color	8.00±0.50 ²⁾	8.33±0.50	7.89±0.33	8.00±1.13	7.78±0.67	0.818
Flavor	7.67±0.71	7.22±0.92	7.22±0.97	7.44±0.53	7.56±0.88	0.747
Tenderness	6.56±0.73	7.44±0.53	6.78±0.67	6.89±0.96	7.00±0.71	0.688
Juiciness	7.22±0.98	7.84±0.98	7.56±0.73	7.67±0.87	7.22±0.67	0.532
Overall acceptability	7.44±0.73	7.87±1.07	7.56±0.88	7.86±0.53	7.58±0.88	0.028

¹⁾ CA: Carrageenan, TG: Transglutaminase, ISP: Isolated soy protein, WF: Wheat fiber

²⁾ Sensory scores were assessed on 10 point scale base on 1 = extremely bad or undesirable, 10 = extremely good or desirable. All values are means±SD of three replicates.

호도에서도 대조구와 비교하여 결합제를 첨가한 처리구들이 높은 점수를 받았으나, 유의성은 인정되지 않았다. Kim HW 등(2009)은 분리대두단백과 밀 식이섬유를 첨가한 식육제품에서 전체적인 기호도에서 우수한 평가를 받았다고 하였고, Jin SK & Yang HS(2012)는 카라기난과 트랜스글루타미제를 첨가한 돈육 패티에서 대조구와 비교하여 전체적인 기호도에서 높은 점수를 받았으나, 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하여 본 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다.

IV. 요약

카라기난, 트랜스글루타미제, 분리대두단백, 밀 식이섬유 첨가 종류에 따른 돈육 패티의 이화학적 및 관능적 특성을 조사하여, 결합제 첨가 종류에 따른 식육제품의 품질 변화를 알아보려 하였다. 결합제 첨가 종류에 따른 보수력, 가열수율 및 수분함량은 대조구와 비교하여 카라기난, 분리대두단백 및 밀 식이섬유 첨가구가 높은 수치를 나타내었고, 직경감소율 및 두께감소율도 대조구와 비교하여 카라기난, 분리대두단백 및 밀 식이섬유 첨가구가 낮은 수치를 나타내었다. 전단력은 카라기난 첨가한 처리구가 가장 낮은 수치를 나타내었다. 또한 관능적 특성에서 연도, 다즙성 및 전체적인 기호도에서 대조구보다 결합제를 첨가한 처리구들이 높은 점수를 받았으나, 대조구를 포함한 모든 처리구에서 유의성이 인정되지는 않았다. 그러므로 결합제 첨가 종류에 따른 이화학적 및 관능적 특성 비교를 통하여 소비자 기호에 적합한 패티를 제조할 수 있는 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 사료되며, 이러한 기초자료들을 바탕으로 다양한 첨가제들을 활용하여 다양성이 있는 식육제품 개발에 필요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 보여진다.

감사의 글

본 연구는 2014년 농림축산식품부 고부가가치 식품기

술개발사업(과제번호: 2014-314068-3)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

References

- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA. pp 33-36
- Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. Food Technol 32(7): 62-66
- Candogan K, Kolsarici N. 2003a. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. Meat Sci 64(2):199-206
- Candogan K, Kolsarici N. 2003b. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. Meat Sci 64(2):207-214
- Choi JH, Kim I, Jeong JY, Lee ES, Choi YS, Kim CJ. 2009. Effects of carcass processing method and curing condition on quality characteristics of ground chicken breasts. Korean J Food Sci An 29(3):356-363
- Choi YS, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Kim HW, Jeong JY, Kim CJ. 2011. Effects of rice bran fiber on heat-induced gel prepared with pork salt-soluble meat proteins in model system. Meat Sci 88(1):59-66
- Choi YS, Jeong JY, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Kim HW, Paik HD, Kim CJ. 2008. Effects of dietary fiber from rice bran on the quality characteristics of emulsion-type sausages. Korean J Food Sci Ani Resour 28(1):14-20
- Choi YS, Jeong JY, Choi JH, Lee MA, Lee ES, Kim HY, Han DJ, Kim JM, Kim CJ. 2006. Effects of immersion period after tumbling processing on the quality properties of boiled pork loin with soy sauce. Korean J Food Cook Sci 22(3): 379-385
- Choi YS, Kim HW, Hwang KE, Song DH, Choi JH, Lee MA, Chung HJ, Kim CJ. 2014. Physicochemical properties and sensory characteristics of reduced-fat frankfurters with pork back fat replaced by dietary fiber extracted from *makgeolli* lees. Meat Sci 96(2):892-900

- Choi YS, Lee MA, Jeong JY, Choi JH, Han DJ, Lee ES, Kim CJ. 2007. Effects of wheat fiber on the quality of meat batter. *Korean J Food Sci An* 27(1):22-28
- Choi YS, Park KS, Kim HW, Hwang KE, Song DH, Choi MS, Lee SY, Paik HD, Kim CJ. 2013. Quality characteristics of reduced-fat frankfurters with pork fat replaced by sunflower seed oils and dietary fiber extracted from *makgeolli* lees. *Meat Sci* 93(3):652-658
- Cofrades S, López-López I, Ruiz-Capillas C, Triki M, Jimenez-Colmenero F. 2011. Quality characteristics of low-salt restructured poultry with microbial transglutaminase and seaweed. *Meat Sci* 87(4):373-380
- Gornall AG, Bardawill CJ, David MM. 1949. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J Biol Chem* 177(2):751-766
- Grau R, Hamm R. 1953. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Muskel. *Naturwissenschaften* 40(1):29-30
- Huang SC, Tsai YF, Chen CM. 2011. Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of chinese-style sausages. *Asian-Aust J Anim Sci* 24(6):875-880
- Jeon MR, Choi SH. 2012. Quality characteristics of pork patties added with seaweed powder. *Korean J Food Sci An* 32(1):77-83
- Jin SK, Yang HS. 2012. Effects of glucomannan, carrageenan, carboxymethyl cellulose, and transglutaminase-B on the quality properties of pork patties containing pork skin connective tissue. *J Animal Sci Technol* 54(4):307-313
- Joo ST, Kauffman RG, Kim BC, Park GB. 1999. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Sci* 52(3):291-297
- Joo SY, Chung HJ. 2007. Effects of pectin and potato starch on the quality characteristics of low-fat pork patties. *Korean J Food Cook Sci* 23(6):824-831
- Kim HW, Choi JH, Choi YS, Han DJ, Ki, HY, Lee MA, Shim SY, Kim CJ. 2009. Effects of wheat fiber and isolated soy protein on the quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Korean J Food Sci An* 29(4):475-481
- Kim SJ, Choi WS, You SG, Min YS. 2007. Effect of glucomannan on quality and shelf-life of low-fat chicken patty. *Korean J Food Sci Technol* 39(1):55-60
- Lee HC, Chin KB. 2009. Effect of transglutaminase, acorn, and mungbean powder on quality characteristics of low-fat/salt pork model sausages. *Korean J Food Sci An* 29(3):374-381
- Lee JH, Park SJ, Son SH. 1993. The rheological properties and applications of modified starch and carrageenan complex as stabilizer. *Korean J Food Sci Technol* 25(6):672-676
- Lee MA, Han DJ, Choi JH, Choi YS, Kim HY, Choe JH, Jeong JY, Kim CJ. 2008. Effect of hot air dried kimchi powder on the quality characteristics of pork patties. *Korean J Food Cook Sci* 24(4):466-472
- Lee YC, Song DS, Yoon SK. 2003. Effects of ISP adding methods and freezing rate on quality of pork patties and cutlets. *Korean J Food Sci Technol* 35(2):182-187
- Oh HK, Lim HS. 2011. Quality characteristics of the hamburger patties with sea tangle (*Laminaria japonica*) powder and/or cooked rice. *Korean J Food Sci An* 31(4):570-579
- Park JC, Jeong JY, Lee ES, Choi JH, Choi YS, Yu LH, Paik HD, Kim CJ. 2005. Effects of replaced plant oils on the quality properties in low-fat hamburger patties. *Korean J Food Sci Technol* 37(3):412-417
- Sayre RN, Briskey EJ. 1963. Protein solubility as influenced by physiological conditions in the muscle. *J Food Sci* 28(6):675-679

Received on Aug.20, 2015/ Revised on Oct.1, 2015/ Accepted on Oct.8, 2015