

κ-카라기난과 메틸셀룰로스를 결합제로 사용한 식물성 패티의 냉장저장 중 품질특성

김진원 · 유제희 · 전창욱¹ · 신정규^{1,2*}

전주대학교 조리 · 식품산업학과, ¹전주대학교 한식조리학과, ²전주대학교 스마트식품융합기술ICC

Quality of Soy-Based Patties Using κ-Carrageenan and Methyl-Cellulose as Binders During Cold Storage Periods

Jin Won Kim, Jehee Yu, Changuk Jeon¹, and Jung-Kue Shin^{1,2*}

Department of Culinary & Food Industry, Jeonju University

¹*Department of Korean Cuisine, Jeonju University*

²*Smart Food Convergence Technology ICC, Jeonju University*

Abstract

This study investigates the physicochemical and sensory properties of the soy-based patties using κ-carrageenan (CG) and methyl-cellulose (MC) as binders. Soy-based patties were prepared using 0%-2% of κ-carrageenan and methyl-cellulose in proportion, and the quality change of soy-based patties was measured by storing them at 4°C for 4 weeks. During the storage periods, the water holding capacity of 'MC 1.5%+CG 0.5%' showed high values. As the MC content increased, the weight loss and cooking loss tended to decrease, and both values increased significantly during the storage period. As the MC content increased, the lightness and redness tended to decrease. The hardness and chewiness of soy-based patties tended to increase as the MC content increased. During the storage period, the total aerobic bacteria and the coliforms tended to increase. The VBN content was showed 14.6-17.5 mg%/100g in first week, since then, the VBN content has continued to increase. As a result of sensory evaluation, the springiness, taste and overall acceptability of soy-based patties with 'MC 1.5%+CG 0.5%' and 'MC 2.0%' showed the highest value.

Key words: meat analog, isolated soy protein, κ-carrageenan, methyl-cellulose, binder

서 론

식육 섭취로 인한 비만, 심혈관질환, 암 등 건강에 대한 우려 증가(Lee & Jo, 2019)와 환경 문제, 지구 자원의 한계로 인해 지속 가능하고 경제적인 가격의 육류를 대체할 단백질 공급원의 필요성이 대두되고 있다(Jung & Cho, 2002). 최근에는 동물복지 문제나 개인의 기호 등에 의한 채식주의자와 할랄(Halal), 코셔(Cosher), 불교, 힌두교 등으로 육류 섭취를 하지 못하는 이들의 영양성분을 보충할 수 있는 식품으로 육류 대체식품이 주목받고 있기도 하다(Lee & Kim, 2018; Kim, 2020).

조식대두단백(texturized soy protein, TSP)은 육류 대체

식품에 가장 흔하게 사용하는 식물성 단백질로 농축대두 단백질 또는 분리대두단백을 열가소성 압출(thermoplastic extrusion)하여 식육과 비슷한 질감을 갖도록 하였다(Holay & Harper, 1982). TSP는 지방이 적고 조직 대두 단백질로 만 겔이 형성되기 때문에 결합력과 탄력성이 부족하여 분쇄제품을 제조할 때 결합제를 사용하게 된다. 일반적으로 재구성육 제조 시 식육 입자 간의 결합력을 높이기 위해 겔(gel) 형성능력이 있는 카라기난, 알긴산, 잔탄검, 셀룰로스검 및 섬유소, 펙틴 등의 다당류가 활용되고 있다(Choi et al., 2013).

저온경화제로도 분류되는 carrageenan은 홍조류로, 저칼로리와 수분 보유 능력과 점성증가의 특성이 있어 주로 겔화제, 점증제, 안정제 등으로 사용되고 있으며 체내 영양흡수 감소 및 독성물질들과의 결합 등의 효과가 있다(Park et al., 2008). Carrageenan은 보수력이 좋아 가열감량을 적게 하며 식품에 조직감을 부여하여 식육 가공 제품이나 분쇄육 제품에 결합제로 사용된다(Chin, 2002). 또한 식육의 조직개량제로 사용될 경우 수분과의 결합능력을 높여서 수

*Corresponding author: Jung-Kue Shin, Department of Korean Cuisine, College of Culture and Tourism, Jeonju University. 303 Cheonjam-ro, Wansan-gu, Jeonju, 55069. Republic of Korea
Tel: +82-63-220-3081; Fax: +82-63-220-3264
E-mail: sorilove@jj.ac.kr
Received November 5, 2020; revised November 7, 2020; accepted November 9, 2020

분이 외부로 빠져나가는 것을 감소시켜 보수력을 증가시키기 때문에 식육의 품질을 높여준다(Choi et al., 2015). 또한 carrageenan을 식품에 첨가했을 때 지방보유율과 조리 수율에서 우수한 결과를 나타낸다(Kang et al., 2003). 한편 carrageenan은 침전이 발생할 수 있으며 상온에서의 용해시간이 길고, 농도가 증가함에 따라 필요 이상의 점성을 띄어 사용량이 제한된다(Song et al., 2007). 메틸 셀룰로스(methyl-cellulose, MC)는 고온에서 점도가 높아지는 성질을 가진 cellulose gum 물질로, 저온에서 점도가 높아지고 가열 시 점도가 낮아지는 대부분의 겔화 물질과는 다른 성질을 가진다. 식품에서 증점제, 냉·해동 안정제로 사용되는 methyl-cellulose는 불용성인 cellulose를 치환반응 통하여 제조하였기 때문에 수용성이면서 겔을 형성할 수 있다(Choi, 2018).

결착제에 대한 연구로는 carrageenan과 TGase (transglutaminase), ISP (isolated soy protein), 식이섬유를 결착제로 첨가한 돈육 패티의 품질특성 연구(Choi et al., 2015)와 cellulose와 guar gum이 첨가된 돈육 햄의 결착성에 대한 연구(Lee et al., 1996; Lee et al., 1997)가 보고되고 있다. 또한 육류대체식품에 대한 연구(Chung & Lee, 1985; Lee et al., 2014; Kim et al., 2019)도 진행 중이다. 이처럼 육류 결착제에 관한 연구는 활발하게 진행되어 있지만 식물성 단백질에 결착제를 첨가하여 품질특성을 분석한 연구는 미비한 실정이다. 본 연구는 식물성 단백질에 저온경화, 고온용해의 특성을 나타내는 κ -carrageenan과 고온경화, 저온용해의 특성을 나타내는 methyl-cellulose를 이용하여 제조한 식물성 패티의 이화학적 특성과 관능 및 저장성에 대해 연구하였다.

재료 및 방법

실험재료

Supromax 5050[®] (Solae do Brasil Indústria e comércio de Alimentos Ltda., Esteio, Brasil), Supromax 5010[®] (Solae do Brasil Indústria e comércio de Alimentos Ltda., Esteio, Brasil) 두 종류의 TSP를 식물성 패티 제조의 주재료로 사용하였다. 결착제로는 κ -carrageenan (ES food Co., Ltd., Gunpo, Korea), methyl-cellulose (A11. Any Addy[®], Incheon, Korea)를 사용하였으며 부재료로 분리대두단백(isolated soy protein, Avention, Incheon, Korea), 카놀라유(Chungjungone, Daesang Co., Seoul, Korea), 소금(CJ Cheiljedang Co., Ltd., Busan, Korea), 생수(Jeju province development Co., Jeju, Korea)을 사용하였다.

식물성 패티 제조

Kim (2019)의 방법과 (주)대상에서 제공받은 제조방법을 일부 수정하여 식물성 패티를 제조하였으며 배합비는

Table 1. Formulation (%) of soy-based patties and experimental design

Ingredients	Samples ¹⁾				
	Control	M 0.5	M 1.0	M 1.5	M 2.0
Hydrated-TSP ²⁾	75	75	75	75	75
ISP ³⁾	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
NaCl	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Oil	8	8	8	8	8
CG ⁴⁾	2	1.5	1	0.5	-
MC ⁵⁾	-	0.5	1	1.5	2
Water	12	12	12	12	12
Total	100	100	100	100	100

¹⁾Control (κ -carrageenan 2%), M 0.5 (methyl-cellulose 0.5%+ κ -carrageenan 1.5%), M 1.0 (methyl-cellulose 1%+ κ -carrageenan 1%), M 1.5 (methyl-cellulose 1.5%+ κ -carrageenan 0.5%), M 2.0 (methyl-cellulose 2%)

²⁾Textured soy protein

³⁾Isolated soy protein

⁴⁾ κ -Carrageenan

⁵⁾Methyl-cellulose

Table 1에 나타내었다. Supuromax 5050[®]와 Supuromax 5010[®]를 1:2 (w/w)의 비율로 혼합하고 혼합된 중량의 5배의 물을 넣어 2시간 동안 수화시키고, 탈수기(WS-6600, Hanil Electric, Seoul, Korea)를 사용하여 수화된 TSP를 3분간 탈수한 뒤 믹서기(SMX-C4545WS, Shinil Co., Ltd., Hwasung, Korea)로 탈수한 TSP를 30초간 분쇄하였다. 분쇄된 TSP와 분말 재료를 반죽기(KMC550, Kenwood Co., Havant, UK)에 넣어 3단계에서 1분 30초 동안 혼합한 뒤 물과 카놀라유를 넣어 1분 30초간 혼합하였다. 반죽은 약 18 g으로 계량한 뒤 사각 틀(3.5 cm×3.5 cm×5 cm, w×d×h)에 넣어 3.5 cm×3.5 cm×1.5 cm로 성형하였다. 제조한 식물성 패티는 폴리에틸렌(polyethylene, PE) 비닐 팩에 담아 밀봉하여 냉장 4°C에서 4주간 보관하여 만든 직후 0일 차와 1주일 간격으로 꺼내 실험을 진행하였다.

중량손실 측정

저장 전 시료의 중량을 측정하고, 저장 후 시료의 무게를 측정된 후 다음 식으로 중량손실을 계산하였다.

$$\text{Weight loss (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1}$$

W_1 : Weight of sample before storage (g)

W_2 : Weight of sample after storage (g)

보수력 측정

보수력(water holding capacity, WHC)은 Kim et al. (2018)의 방법을 참고하여 건조된 거즈를 넣어 둔 원심분리관에 2 g의 시료(W_1)를 정확히 넣고, 4°C로 조절된 자동저온 원심분리기(1580R, Gyrozen Co., Ltd., Daejeon,

Korea)를 이용하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후, 시료의 무게(W_2)를 측정하였다. 보수력은 다음의 공식으로 계산하였다.

$$\text{WHC (\%)} = (\text{total moisture} - \text{free moisture}) / \text{total moisture} \times 100$$

W_1 : weight before centrifugation

W_2 : weight after centrifugation

f : fat factor

$$\text{free moisture} = [(W_1 - W_2) / (\text{sample} \times f)] \times 100$$

$$\text{fat factor} = 1 - (\text{fat content}) / 100$$

가열감량 측정

식물성 패티의 열처리 전 무게와 심부 온도 71°C가 되도록 가열한 식물성 패티의 무게를 측정하여 다음 식을 이용하여 가열감량을 측정하였다.

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1}$$

W_1 : Weight of soy-based patties dough before heating (g)

W_2 : Weight of heated soy-based patties (g)

색도 측정

색차계(Chroma meter CR-400, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 반죽과 열처리된 시료의 표면을 L값(명도, Lightness), a값(적색도, Redness), b값(황색도, Yellowness)을 3회 반복 측정하였으며, 표준 백색판의 값은 L=96.69, a=0.09, b=1.89이었다.

pH 측정

pH는 시료 5 g과 증류수 45 mL를 filter bag에 넣고 Stomacher (Bagmixer 400VW, Interscience fr., Saint Nom, France)를 사용하여 3분간 균질화한 여액을 pH meter (Docu-pH meter, Sartorius, Gottingen, Germany)로 3회 반복 측정하였다.

물성 측정

식물성 패티의 물성 검사는 Texture Analyzer (TAXT Express-Enhanced, Stable Microsystems Ltd., Godalming, England)을 이용하여 경도(Hardness), 씹힘성(Chewiness), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 복원성(Resilience)을 측정하였다. Kim et al. (2015)의 실험 방법을 참고하여 probe는 SMS P/50, 측정 조건은 test mode compression, pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 5.0 mm/s, post-test speed 2.0 mm/s, distance 5.0 mm, time 1.0 s, trigger force

10 g으로 측정하였다.

휘발성 염기태 질소 함량 측정

냉장 저장 중 식물성 패티의 단백질 부패 정도를 측정하기 위한 휘발성 염기태 질소(volatile basic nitrogen, VBN) 함량은 Conway법을 이용한 미량확산법으로 측정하였다 (Short, 1954). Filter bag에 시료 5 g과 증류수 45 mL를 넣고 Speed 3에서 3분간 Stomacher (Interscience fr.)로 균질화하여 Whatman filter No. 2으로 여과하였다. 여과액 1 mL를 conway 외실 왼쪽에 넣고, 내실에는 0.01 N H_2SO_4 1 mL를 넣고, conway dish 외실 오른쪽에 K_2CO_3 포화용액 1 mL를 넣은 후 glycerin을 뚜껑에 바른 뒤 conway dish를 밀폐한다. Conway dish의 내실과 외실의 용액이 섞이지 않도록 외실의 용액을 잘 혼합한 뒤 37°C의 incubator에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응시킨 conway dish 내실의 0.01 N H_2SO_4 에 brunswick 시약 50 μ L를 넣은 뒤 0.01 N의 NaOH 용액으로 적정하였다. 공시험(blank test)은 증류수를 사용하여 진행한 뒤 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{VBN (mg\%/100g)} = 0.14 \times \frac{(b-a) \times f}{W} \times 100 \times d$$

W: 검사 시료 채취량(g)

f: 0.01N-NaOH의 역가

d: 희석배수

a: 시험 용액 적정 mL

b: blank test 적정 mL

미생물 분석

저장 과정 중 식물성 패티의 일반세균수와 대장균군을 알아보고자 시료를 5 g씩 계량하여 45 mL의 생리식염수와 함께 filter bag에 넣고 Speed 3에서 3분간 Stomacher (Interscience fr.)로 균질화하였다. 균질화한 시료의 여액을 10배씩 단계적으로 희석하여 멸균한 Plate Count Agar (PCA, BD Difco Laboratories, Sparks, MD, USA)와 Desoxycholate Lactose Agar (DLA, BD Difco Laboratories)에 각각 0.1 mL씩 도말하였다. PCA 평판배지와 DLA 평판배지는 35°C Incubator (HB-101M, Hanbaek Scientific Co., Ltd., Bucheon, Korea)에서 48시간 배양한 후 평판배지에 형성된 15-300개 사이의 균락 수를 계수하고 희석배수를 곱하여 미생물의 집락 형성능(CFU/g)으로 표기하였다.

관능평가

전주대학교 한식조리학과 재학생 40명을 대상으로 관능평가를 진행하였다. 시료는 오븐(EON-C326, SK Magic Co., Ltd., Hwasung, Korea)에서 180°C에서 15분간 가열하

여 조리적용을 목적으로 시료와 함께 식물성 재료로 만들어진 A1 steak sauce (Kraft Heinz Food Company, Co., Seoul, Korea)를 함께 제공하였다. 관능평가는 7점 척도법의 기호도 평가로 시료 번호는 난수표에서 무작위 3개의 숫자를 선정하였으며, 플라스틱 1회용 용기에 각 조건 별로 시료 1개씩, 상온의 물과 함께 제공하였다. 검사 전 패널들에게 실험의 목적과 평가 방법 및 주의사항에 대하여 설명하였다. 본 연구는 전주대학교 기관생명윤리위원회 (Jeonju University Institutional Review Board)의 승인을 받아 수행되었다(IRB No.: jjIRB-2017-0910).

통계분석

SPSS Version 24.0 package program (SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 이용하여 실험 결과의 평균과 표준편차를 구하였다. 분산분석(One way ANOVA)과 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan 다중범위검정(Duncan's multiple range test)법을 사용하여 각 시료 간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

보수력 및 가열감량

보수력은 육제품의 품질에 중요한 척도로, Table 2는 냉장저장 중 식물성 패티의 보수력 변화를 나타낸 것이다. 시간의 경과에 따라 저장 1주 때까지의 보수력은 증가하였다가 2주부터 보수력은 감소하는 추세를 보였다. 패티의 제조에 사용된 소금이 단백질의 용해도를 증가시켜 패티가 고체화됨으로서 수분의 유출이 차단되었다가, 이후 단백질이 분해되어 수분 유출이 증가되어 보수력이 감소된 것으로 생각된다(Kim, 2019). 또한 식육 제품의 보수력은 수소이온농도와 관계가 있는데 높은 pH는 보수력을 증가시킨다는 연구결과가 있다(Choi et al., 2006; Jin et al., 2011). 본 실험에서 저장 기간에 따른 보수력의 감소는 pH의 증가에 의한 것으로 판단된다.

결착제의 첨가 비율에 따라서는 control보다 methyl-cellulose가 첨가된 시료들의 보수력이 높았는데, methyl-

cellulose가 최대 40배의 수분 보유능력과 노화에 대한 저항성을 가지기 때문에 생각된다(Glicksman, 1963). 본 연구 결과는 여러 종류의 결착제를 이용하여 만든 돈육 패티의 보수력을 측정해보았을 때, carrageenan 첨가 시료보다 밀식이섬유 첨가 시료의 보수력이 유의적으로 높았다는 Choi et al. (2015)의 결과와 일치하는 경향이었다. Cellulose와 같은식이섬유는 섬유구조가 다양하여 높은 팽윤 능력과 보수력을 가지는데, 이 영향으로 methyl-cellulose가 첨가된 패티의 보수력이 높은 것으로 판단된다(Lee et al., 1997).

κ -Carrageenan과 methyl-cellulose의 첨가 비율을 달리하여 제조한 식물성 패티의 저장 기간 중 가열감량은 Table 3과 같다. 식물성 패티의 가열감량은 저장 1주까지 감소하였다가 이후엔 증가하는 경향을 보였는데, 앞의 보수력과 상반된 경향을 보여준다. 식육은 보수력이 높을 때 가열하여도 수분을 보유할 수 있는 능력이 상대적으로 증가하여 가열감량이 낮아지기 때문에(Jung, 2009), 가열감량의 감소는 보수력과 연관 지을 수 있다. 본 연구에서 methyl-cellulose가 첨가된 시료가 대조구(control)와 비교했을 때 유의적으로 낮은 가열감량을 보였는데, Lee et al. (1996)의 실험에서 cellulose의 함량을 달리하여 제조한 돈육 패티의 cellulose 함량이 높을수록 가열감량과 수축률이 감소되었다는 결과와 유사했다.

중량손실

냉장저장 중 결착제의 첨가 비율을 달리하여 제조한 식물성 패티의 중량손실은 Table 4와 같다. 저장 기간이 경과 할수록 식물성 패티의 중량손실은 증가하는 경향을 보였다. 보수력의 감소는 육즙손실 증가에 영향을 미치는데(Jin et al., 2002) 저장기간 중 식물성 패티의 보수력 감소가 중량손실 증가에 영향을 준 것으로 판단된다. M 2.0의 중량손실은 1.04-2.04%, control은 1.27-2.32%로 시료에 첨가된 methyl-cellulose의 함량이 높아질수록 중량손실이 낮아졌으나 유의적 차이는 보이지 않았다.

Table 2. Changes of water holding capacity (%) of soy-based patties with κ -carrageenan and methyl-cellulose as binder during stored periods at 4°C

Samples	Storage period (week)				
	0	1	2	3	4
Control	^B 74.74±1.51 ^b	^D 76.26±1.10 ^a	^C 68.86±0.84 ^c	^D 69.92±0.71 ^c	^{NS} 65.94±0.51 ^d
M 0.5	^B 75.51±1.18 ^b	^C 78.69±0.81 ^a	^B 73.20±1.49 ^d	^C 74.80±1.12 ^{bc}	72.22±0.83 ^d
M 1.0	^B 75.67±0.84 ^b	^{BC} 79.24±0.42 ^a	^A 76.94±1.88 ^b	^B 76.96±0.71 ^b	75.84±1.80 ^b
M 1.5	^{AB} 76.43±1.12 ^c	^A 80.67±0.83 ^a	^A 78.11±0.83 ^b	^B 76.61±1.32 ^c	75.54±0.51 ^c
M 2.0	^A 78.06±1.48 ^b	^{AB} 80.05±0.83 ^a	^A 77.59±2.04 ^b	^A 78.88±0.74 ^{ab}	74.27±0.35 ^c

¹⁾Mean±SD

NS: Not Significant

^{a-d}Superscriptive letters in a row indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-E}Superscriptive letters in a column indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Changes of cooking loss (%) of soy-based patties with κ-carrageenan and methyl-cellulose as binder during stored periods at 4°C

Samples	Storage period (week)				
	0	1	2	3	4
Control	^A 16.59±0.40 ^b	^A 15.77±0.27 ^c	^A 16.74±0.23 ^b	^A 17.28±0.19 ^a	^A 17.57±0.29 ^a
M 0.5	^B 15.64±0.42 ^c	^{CD} 13.53±0.33 ^d	^B 15.83±0.24 ^{bc}	^B 16.37±0.32 ^{ab}	^B 16.50±0.23 ^a
M 1.0	^B 15.33±0.48 ^a	^B 14.15±0.11 ^b	^C 15.04±0.79 ^{ab}	^C 14.96±0.33 ^{ab}	^C 15.27±0.44 ^a
M 1.5	^C 14.11±0.21 ^b	^D 13.22±0.11 ^c	^D 13.79±0.38 ^{bc}	^C 14.77±0.47 ^a	^C 15.19±0.40 ^a
M 2.0	^C 13.72±0.35 ^b	^{BC} 13.74±0.40 ^b	^D 14.15±0.18 ^{ab}	^C 14.46±0.47 ^{ab}	^C 14.73±0.47 ^a

¹⁾Mean±SD

^{a-d}Superscriptive letters in a row indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-E}Superscriptive letters in a column indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Changes of weight loss (%) of soy-based patties with κ-carrageenan and methyl-cellulose as binder during stored periods at 4°C

Samples	Storage period (week)			
	1	2	3	4
Control	^{NS} 1.27±0.33 ^c	^{NS} 1.52±0.22 ^{bc}	^{NS} 1.76±0.12 ^b	^{NS} 2.32±0.06 ^a
M 0.5	1.11±0.09 ^c	1.56±0.19 ^b	1.71±0.06 ^b	2.30±0.10 ^a
M 1.0	1.11±0.00 ^c	1.34±0.30 ^{bc}	1.65±0.09 ^b	2.20±0.49 ^a
M 1.5	1.05±0.18 ^c	1.31±0.17 ^{bc}	1.55±0.13 ^b	2.13±0.24 ^a
M 2.0	1.04±0.14 ^c	1.20±0.31 ^{bc}	1.57±0.06 ^b	2.04±0.31 ^a

¹⁾Mean±SD

NS: Not Significant

^{a-d}Superscriptive letters in a row indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Changes of color values of soy-based patties with κ-carrageenan and methyl-cellulose as binder during stored periods at 4°C

Samples	Storage period (week)					
	0	1	2	3	4	
L*	Control	^A 71.36±0.20 ^b	^A 71.24±0.17 ^b	^A 71.36±0.02 ^b	^A 71.36±0.05 ^b	^A 72.84±0.06 ^a
	M 0.5	^B 70.64±0.03 ^b	^B 69.79±0.12 ^d	^B 70.90±0.12 ^a	^B 70.22±0.13 ^c	^B 70.25±0.06 ^c
	M 1.0	^C 69.13±0.10 ^b	^C 68.74±0.07 ^c	^D 69.59±0.02 ^a	^C 69.70±0.11 ^a	^C 69.68±0.03 ^a
	M 1.5	^D 68.67±0.25 ^d	^D 68.47±0.10 ^d	^C 70.69±0.17 ^a	^B 70.24±0.23 ^b	^C 69.58±0.05 ^c
	M 2.0	^E 67.94±0.17 ^d	^C 68.84±0.10 ^b	^D 69.70±0.03 ^a	^D 68.31±0.12 ^c	^D 68.18±0.07 ^c
	a*	Control	^C 3.99±0.03 ^c	^E 4.28±0.02 ^b	^D 4.41±0.02 ^a	^C 4.54±0.06 ^a
M 0.5		^B 4.22±0.07 ^e	^D 4.43±0.02 ^d	^C 4.64±0.01 ^b	^A 4.75±0.01 ^a	^B 4.68±0.01 ^c
M 1.0		^A 4.40±0.02 ^d	^B 4.72±0.02 ^c	^A 4.82±0.01 ^a	^{BC} 4.60±0.07 ^b	^C 4.56±0.02 ^c
M 1.5		^A 4.44±0.10 ^c	^A 4.85±0.02 ^a	^B 4.74±0.06 ^{bc}	^{AB} 4.71±0.05 ^{ab}	^C 4.57±0.00 ^{ab}
M 2.0		^A 4.49±0.06 ^d	^C 4.63±0.03 ^b	^C 4.61±0.02 ^c	^{AB} 4.72±0.11 ^c	^A 4.92±0.01 ^a
b*		Control	^C 21.20±0.17 ^b	^E 22.14±0.09 ^a	^B 22.13±0.07 ^a	^B 21.41±0.14 ^b
	M 0.5	^C 21.46±0.32 ^d	^C 22.74±0.05 ^a	^{AB} 22.42±0.09 ^b	^A 22.02±0.01 ^c	^B 21.48±0.11 ^d
	M 1.0	^A 23.09±0.07 ^a	^D 22.49±0.06 ^b	^A 22.55±0.09 ^b	^A 21.97±0.49 ^c	^A 21.99±0.06 ^c
	M 1.5	^B 22.24±0.47 ^b	^B 23.01±0.13 ^a	^C 21.79±0.20 ^b	^C 21.75±0.37 ^b	^C 21.77±0.12 ^b
	M 2.0	^{AB} 22.64±0.14 ^b	^A 23.33±0.10 ^a	^C 21.47±0.12 ^{cd}	^C 21.62±0.73 ^c	^D 20.97±0.03 ^d

¹⁾Mean±SD

^{a-d}Superscriptive letters in a row indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-E}Superscriptive letters in a column indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

색도

냉장저장 기간 중 식물성 패티의 색도 변화는 Table 5에 나타내었다. 명도를 나타내는 L*값은 저장 기간에 큰 영향 없이 증감을 반복하였다. 결합제의 첨가 비율에 따른 L*값

은 control 명도가 가장 높았고 methyl-cellulose가 첨가된 시료가 상대적으로 낮은 값을 보였다. Carrageenan이 첨가된 식품을 저장 할 경우 carrageenan이 식품의 백탁을 증가시켜 명도가 증가하였다는 보고(Choi & Oh, 2009)와 유

사한 결과를 나타냈다. 시간의 경과에 따라 a^* 값은 유의적으로 증가하였으며, 결착제의 첨가 비율에 따른 a^* 값은 L^* 값과 비슷한 경향을 보였다. Kim et al. (1997)는 미강 식이섬유의 함량이 증가할수록 생국수의 적색도가 증가한다는 연구결과를 보고하였는데, 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 저장 기간은 식물성 패티의 b^* 값에 큰 영향을 미치지 않았다. 두부와 TSP의 주원료가 콩 단백질인 점에서 두부를 냉장 저장하였을 때 명도와 황색도의 경향이 뚜렷하지 않다는 연구결과(Park et al., 2010)와 유사한 결과를 보여주었다.

pH

κ -Carrageenan과 methyl-cellulose를 넣어 냉장저장 한 식물성 패티의 pH 변화는 Table 6과 같다. 모든 시료의 pH는 시간의 경과에 따라 낮아지는 경향을 확인할 수 있었다. 식품의 pH값은 미생물에 의한 젖산의 축적, 염기성 물질의 형성, 첨가물의 종류나 원재료, 배합비, 저장 조건 등에 따라 변화하는데(Winger & Fennema, 1976), 대두에 존재하는 citric acid, tartaric acid, malic acid 등의 유기산(Moon et al., 2011)과 palmitic acid, stearic acid, arachidic acid 등의 지방산이(Lee et al., 2014) 식물성 패티의 pH에 영향을 미친 것으로 생각된다. Methyl-cellulose가 첨가된 식물성 패티의 시료의 pH가 control보다 유의적으로 높았는데, 미강 식이섬유의 첨가가 많아질수록 식육 제품의 pH가 증가한다는 연구(Choi et al., 2008)와 유사한 결과를 보였다.

물성 측정

냉장에서 4주 동안 저장한 식물성 패티의 물리적 조직감을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 경도(Hardness)와 씹힘성(Chewiness)은 주차가 거둬지고 methyl-cellulose의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 이는 1-3%의 밀 식이섬유를 첨가한 치킨 너겟에서, 첨가량이 높아질수록 치킨 너겟의 경도와 씹힘성의 값이 증가한다는 Kim & Kim (2016)의 연구와 유사한 경향을 보였다. 저장 기간 중 탄성(Springiness)은 methyl-cellulose가 첨가된 시료에서 높게 나타났으며, 응집력(Cohesiveness)과 복원성

(Resilience)은 별다른 경향을 보이지 않았고 시료 간의 차이도 나타나지 않았다. Yeom et al. (2016)의 연구에서 현미 식이섬유를 달리하여 브라우니를 제조하였는데, 현미 식이섬유의 첨가율이 높아질수록 탄력성은 증가하였고 복원성과 응집성은 유의적 차이 없이 비슷한 수준이었다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

휘발성 염기태 질소 함량 및 미생물 분석

냉장저장 중 식물성 패티의 휘발성 염기태 질소 함량은 Table 8과 같다. 저장 기간이 지날수록 모든 처리구의 휘발성 염기태 질소 함량이 높아짐을 볼 수 있었으며, methyl-cellulose 함량에 따른 시료의 차이는 확인할 수 없었다. 이는 κ -carrageenan과 methyl-cellulose가 식물성 패티의 단백질 부패 정도에 관여하지 않음으로 판단된다. 우리나라 식품공전에서 30-40 mg/100g을 초과하면 부패육으로 판정하고 있는데(Korean Food Standards Codex, 2020), 냉장저장 2주 차에는 모든 시료가 35.88-37.33 mg/100g으로 부패가 시작되는 수치를 보였으며, 3주차에는 모든 시료가 허용치 밖의 수치를 보였다.

저장 기간 중 미생물의 변화는 Table 9에 나타내었다. 저장 1주 차의 일반 세균은 10^2 - 10^3 CFU/g의 수준이었으나 2주 차부터 10^6 - 10^8 CFU/g의 증가를 보였다. 대장균은 저장 0일 차에 검출되지 않았으나 이후 1주 차에 10^4 CFU/g, 이후엔 10^7 - 10^8 CFU/g 수준까지 증가하였다. 대장균군은 분변 오염의 지표균으로 검출될 경우 식품이 비위생적인 환경에서 처리된 것으로 판단할 수 있다(Kang et al., 2003). κ -Carrageenan과 methyl-cellulose의 함량에 따라 뚜렷한 경향이 없는 것으로 보아, 미생물의 억제에는 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 또한 실험실 내 작업 환경과 제조과정에서 오염이나, 살균공정을 거치지 않은 채 시료가 제조, 저장되어 초기오염도를 줄이고 가열, 살균공정을 추가하여 안정성을 확보해야 할 것으로 생각된다.

관능평가

기호도 평가는 7점 척도법으로 외관(Appearance), 외부 색(Surface color), 내부 색(Inside color), 콩 향(Bean flavor),

Table 6. Changes of pH of soy-based patties with κ -carrageenan and methyl-cellulose as binder during stored periods at 4°C

Samples	Storage period (week)				
	0	1	2	3	4
Control	^C 6.81±0.01 ^a	^D 6.53±0.01 ^b	^C 6.34±0.01 ^c	^C 6.31±0.01 ^d	^C 6.06±0.01 ^e
M 0.5	^C 6.81±0.01 ^a	^C 6.57±0.01 ^b	^D 6.21±0.01 ^d	^D 6.27±0.01 ^c	^E 5.89±0.01 ^e
M 1.0	^B 6.85±0.01 ^a	^E 6.51±0.00 ^b	^E 6.27±0.01 ^c	^E 6.2±0.01 ^d	^D 5.94±0.01 ^e
M 1.5	^A 6.87±0.01 ^a	^B 6.71±0.01 ^b	^B 6.37±0.01 ^d	^B 6.52±0.01 ^c	^B 6.21±0.01 ^e
M 2.0	^A 6.88±0.01 ^a	^A 6.88±0.01 ^a	^A 6.77±0.01 ^c	^A 6.82±0.01 ^b	^A 6.54±0.01 ^d

¹⁾Mean±SD

^{a-d}Superscriptive letters in a row indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-E}Superscriptive letters in a column indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 7. Changes of texture analysis of soy-based patties with κ-carrageenan and methyl-cellulose as binder during stored periods at 4°C

Samples	Storage period (week)					
	0	1	2	3	4	
Hardness (N)	Control	^C 1889.51±19.40 ^c	^E 1704.55±91.31 ^d	^C 1910.96±175.93 ^c	^{BC} 2175.11±48.09 ^b	^D 2458.04±99.29 ^a
	M 0.5	^C 1925.00±68.12 ^c	^D 1804.54±50.74 ^c	^C 1932.19±174.57 ^c	^C 2123.09±80.76 ^b	^C 2596.91±27.82 ^a
	M 1.0	^B 2119.60±161.78 ^b	^C 1900.92±26.86 ^c	^B 2245.12±75.40 ^b	^{BC} 2219.82±141.33 ^b	^B 2680.84±45.81 ^a
	M 1.5	^A 2269.23±123.00 ^b	^B 1996.60±36.13 ^c	^B 2351.53±80.53 ^b	^B 2309.31±187.41 ^b	^A 2808.40±55.51 ^a
	M 2.0	^A 2381.79±38.03 ^c	^A 2087.86±71.74 ^d	^A 2680.86±81.18 ^b	^A 2596.35±95.40 ^b	^A 2868.17±63.10 ^a
	Chewiness (J)	Control	^C 345.02±17.16 ^d	^C 356.89±16.11 ^d	^C 403.12±15.39 ^c	^B 646.56±22.69 ^b
M 0.5		^B 456.23±29.68 ^d	^B 544.66±14.6 ^c	^B 539.52±19.43 ^c	^A 746.39±12.99 ^b	^A 845.45±14.93 ^a
M 1.0		^A 522.10±9.63 ^e	^{AB} 572.66±50.09 ^d	^A 651.16±19.07 ^c	^A 774.52±21.50 ^b	^A 843.77±18.26 ^a
M 1.5		^A 525.45±12.96 ^c	^A 599.49±11.04 ^b	^B 509.58±51.13 ^c	^C 614.60±14.25 ^b	^A 829.16±39.00 ^a
M 2.0		^B 461.51±14.89 ^e	^A 592.75±12.42 ^d	^A 663.20±57.35 ^c	^A 742.88±37.94 ^b	^A 860.56±28.85 ^a
Springiness (mm)		Control	^C 0.45±0.02 ^c	^B 0.48±0.03 ^c	^A 0.91±0.13 ^a	^A 0.93±0.10 ^a
	M 0.5	^A 0.67±0.04 ^b	^A 0.61±0.07 ^b	^A 0.86±0.13 ^a	^{AB} 0.83±0.05 ^a	^B 0.64±0.03 ^b
	M 1.0	^B 0.62±0.02 ^c	^A 0.61±0.04 ^c	^B 0.74±0.02 ^b	^B 0.79±0.05 ^a	^A 0.72±0.04 ^b
	M 1.5	^C 0.49±0.05 ^c	^B 0.51±0.02 ^c	^C 0.56±0.05 ^{bc}	^C 0.63±0.10 ^b	^A 0.72±0.04 ^a
	M 2.0	^C 0.46±0.03 ^d	^A 0.62±0.04 ^b	^C 0.59±0.02 ^{bc}	^C 0.56±0.04 ^c	^{AB} 0.68±0.03 ^a
	Cohesiveness	Control	^{NS} 0.44±0.03 ^d	^B 0.47±0.02 ^c	^A 0.53±0.02 ^a	^A 0.50±0.02 ^b
M 0.5		0.44±0.01 ^c	^B 0.47±0.01 ^b	^B 0.50±0.01 ^a	^B 0.47±0.01 ^b	^C 0.48±0.04 ^{ab}
M 1.0		0.44±0.01 ^d	^B 0.48±0.01 ^c	^B 0.50±0.01 ^b	^B 0.48±0.02 ^c	^B 0.58±0.01 ^a
M 1.5		0.43±0.01 ^d	^A 0.52±0.01 ^b	^C 0.46±0.02 ^b	^C 0.45±0.01 ^{bc}	^A 0.65±0.03 ^a
M 2.0		0.42±0.02 ^c	^A 0.51±0.01 ^b	^D 0.43±0.02 ^c	^C 0.44±0.01 ^c	^{AB} 0.61±0.10 ^a
Resilience		Control	^{NS} 0.19±0.00 ^b	^A 0.22±0.01 ^a	^A 0.23±0.02 ^a	^A 0.18±0.00 ^b
	M 0.5	0.18±0.01 ^b	^C 0.18±0.00 ^b	^B 0.18±0.01 ^b	^B 0.16±0.01 ^c	^A 0.33±0.02 ^a
	M 1.0	0.19±0.01 ^c	^B 0.20±0.00 ^b	^B 0.17±0.01 ^d	^B 0.16±0.00 ^e	^B 0.36±0.01 ^a
	M 1.5	0.18±0.01 ^{bc}	^B 0.20±0.01 ^b	^B 0.18±0.01 ^{bc}	^B 0.17±0.00 ^c	^B 0.44±0.03 ^a
	M 2.0	0.19±0.01 ^b	^C 0.19±0.00 ^b	^B 0.17±0.01 ^b	^B 0.17±0.01 ^b	^C 0.45±0.04 ^a

¹⁾Mean±SD

NS: Not Significant

^{a-d}Superscriptive letters in a row indicate significance at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

^{A-E}Superscriptive letters in a column indicate significance at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 8. Changes of VBN content (mg %/100g) of soy-based patties with κ-carrageenan and methyl-cellulose as binder during stored periods at 4°C

Samples	Storage period (week)				
	0	1	2	3	4
Control	^{NS} 10.21±0.51 ^e	^{NS} 16.33±1.34 ^d	^{NS} 37.33±2.02 ^c	^{NS} 44.92±1.34 ^b	^A 53.38±1.52 ^a
M 0.5	10.50±0.88 ^e	16.92±0.51 ^d	37.04±0.51 ^c	44.92±2.20 ^b	^A 53.96±1.34 ^a
M 1.0	10.79±1.01 ^e	16.63±0.88 ^d	36.17±1.34 ^c	45.50±0.00 ^b	^C 51.04±0.51 ^a
M 1.5	10.50±0.88 ^e	15.17±1.34 ^d	36.46±0.51 ^c	43.17±1.01 ^b	^{BC} 51.33±0.51 ^a
M 2.0	10.21±0.51 ^e	15.75±1.52 ^d	35.88±0.88 ^c	44.63±0.88 ^b	^{AB} 53.08±0.51 ^a

¹⁾Mean±SD

NS: Not Significant

^{a-d}Superscriptive letters in a row indicate significance at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

^{A-E}Superscriptive letters in a column indicate significance at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

부드러움(Tenderness), 탄력성(Springiness), 다즙성(Juiciness), 조밀도(Compactness), 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability)를 조사하여 Table 10에 나타내었다. 외관의 기호도 항목에서는 M 1.0이 4.21로 가장 높은 선호도를

보였으나, 결합제 비율에 상관없이 3.92-4.21 범위의 점수를 나타내어 각 시료 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 외부 색, 내부 색, 콩 향 항목에서도 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 결합제의 종류는 기호도에 영향을 미치

Table 9. Changes of total aerobic bacteria and coliforms (log CFU/g) of soy-based patties with κ -carrageenan and methyl-cellulose as binder during stored periods at 4°C

Samples	Storage period (week)					
	0	1	2	3	4	
Total aerobic bacteria (log CFU/g)	Control	^B 3.25±0.04 ^e	^A 6.07±0.07 ^d	^A 7.48±0.02 ^c	^B 7.78±0.01 ^b	^A 8.22±0.02 ^a
	M 0.5	^C 2.99±0.13 ^d	^B 5.53±0.12 ^c	^C 7.27±0.07 ^b	^C 7.46±0.05 ^{ab}	^C 7.64±0.13 ^a
	M 1.0	^B 3.26±0.05 ^d	^A 6.19±0.10 ^c	^{BC} 7.33±0.01 ^b	^{AB} 7.88±0.13 ^a	^B 8.00±0.08 ^a
	M 1.5	^A 3.56±0.07 ^d	^A 6.08±0.13 ^c	^B 7.38±0.03 ^b	^{AB} 7.87±0.08 ^a	^B 7.89±0.08 ^a
	M 2.0	^B 3.26±0.06 ^d	^C 5.31±0.02 ^c	^D 7.08±0.07 ^b	^A 7.98±0.11 ^a	^B 7.99±0.08 ^a
Coliforms (log CFU/g)	Control	^{NS} 0.00±0.00 ^d	^{NS} 4.07±0.02 ^c	^A 7.23±0.05 ^b	^A 7.29±0.12 ^b	^B 8.07±0.12 ^a
	M 0.5	0.00±0.00 ^d	4.10±0.01 ^c	^A 7.02±0.21 ^b	^B 7.00±0.04 ^b	^A 8.27±0.08 ^a
	M 1.0	0.00±0.00 ^e	4.11±0.01 ^d	^B 6.69±0.13 ^c	^A 7.29±0.06 ^b	^C 7.77±0.13 ^a
	M 1.5	0.00±0.00 ^e	4.07±0.01 ^d	^B 6.69±0.07 ^c	^A 7.20±0.11 ^b	^{AB} 8.22±0.04 ^a
	M 2.0	0.00±0.00 ^e	4.05±0.04 ^d	^C 6.43±0.09 ^c	^B 6.85±0.11 ^b	^B 8.06±0.07 ^a

¹⁾ Mean±SD

NS: Not Significant

^{a-d}Superscriptive letters in a row indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-E}Superscriptive letters in a column indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 10. Preference acceptance score of soy-based patties with κ -carrageenan and methyl-cellulose as binder

Sensory attributes	Samples				
	Control	M 0.5	M 1.0	M 1.5	M 2.0
Appearance	4.15±1.29 ^{NS}	3.92±1.20	4.21±1.30	4.08±1.35	4.08±1.38
Surface color	4.15±1.44 ^{NS}	4.05±1.26	4.21±1.34	3.97±1.50	4.23±1.27
Inside color	3.56±1.43 ^{NS}	3.67±1.28	4.13±1.30	3.82±1.17	3.67±1.24
Bean flavor	3.33±1.34 ^{NS}	3.74±1.19	3.72±1.41	3.95±1.36	3.69±1.44
Tenderness	4.62±1.48 ^{NS}	4.56±1.33	4.49±1.35	4.67±1.32	4.36±1.53
Springiness	2.95±1.32 ^b	3.95±1.38 ^b	4.51±1.12 ^a	3.31±1.32 ^a	4.33±0.93 ^a
Juiciness	4.23±1.18 ^{NS}	4.05±1.17	4.28±1.23	4.13±1.20	4.18±1.12
Compactness	4.13±1.20 ^c	4.26±1.14 ^{bc}	4.85±1.14 ^a	4.70±1.15 ^{ab}	4.67±1.11 ^{abc}
Taste	2.92±1.44 ^b	3.49±1.32 ^{ab}	4.03±1.56 ^a	3.87±1.36 ^a	4.00±1.41 ^a
Overall acceptability	2.90±1.10 ^c	3.54±1.10 ^b	4.12±1.42 ^a	4.08±1.09 ^a	4.28±0.83 ^a

¹⁾ Mean±SD

NS: Not Significant

^{a-c}Superscriptive letters in a row indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

지 않는 것을 알 수 있다. 식감에 있어서 부드러움과 다즙성 항목은 유의적 차이가 없었으나, 탄력성과 견고함 항목에서는 M 1.0, M 1.5, M 2.0에서 높은 선호도를 보였다. 전반적인 기호도에서도 탄력성과 견고함 항목과 비슷한 결과를 보였다. Choi et al. (2008)은 소시지에 미강 식이섬유를 첨가하여 기호도 평가를 진행하였는데, 1%, 2% 첨가군이 전반적인 기호도에서 높은 점수를 받았다는 보고가 있다. 본 관능평가의 결과 M 1.5 여러 관능 특성과 전체적인 기호도에서 좋은 것으로 보여, 식물성 패티의 결착제로 적합하다고 생각한다.

요 약

본 연구는 κ -carrageenan과 methyl-cellulose의 비율을 달리하여 식물성 패티의 결착제로 첨가하여 제조하고 수분함

량, 보수력, 중량손실, 가열감량, 색도, pH, 물성, 휘발성 염기태 질소 함량, 미생물 분석, 관능 특성을 측정하였다.

보수력은 저장 기간에 따라 감소했으며, methyl-cellulose가 첨가된 시료의 보수력이 높게 나타났다. 중량손실은 유의적 차이가 없었으며, 가열감량은 저장 기간에 따라 높아졌고 methyl-cellulose가 첨가된 시료의 가열감량이 낮았다. κ -Carrageenan의 함량이 많아질수록 높은 명도를 보였고, 저장 기간에 따라 적색도는 증가했다. 주차가 거듭될수록 pH는 낮아졌으며, 경도와 씹힘성은 증가하는 경향을 보여 주었다. 식물성 패티의 휘발성 염기태 질소 함량과 미생물은 결착제의 비율에 따른 차이는 보이지 않아, 결착제의 종류가 단백질 부패와 미생물 증식에 영향을 미치지 않는 것으로 평가되었다. 패티의 기호도 평가는 탄력성, 견고함, 전체적 기호도에서 M 1.0-2.0의 시료가 높은 점수로 나타났다.

Methyl-cellulose의 함량이 높아질수록 중량손실과 가열감량은 적어지고 보수력은 높아짐을 확인할 수 있었고, 식물성 패티를 조리할 때 수분과 지방이 유출되어 다즙성, 조직감, 기호도가 낮아질 수 있는데 methyl-cellulose의 첨가가 이러한 부분을 보완해 줄 것으로 생각된다. 식물성 패티에 methyl-cellulose의 함량이 높아질수록 명도가 낮아지기 때문에 적정량을 첨가해야 할 것으로 생각된다. 이와 같은 결과로 보아 methyl-cellulose가 1.5%, κ-carrageenan이 0.5% 첨가된 식물성 패티가 육류 대체재의 결합제로서 품질향상에 도움을 줄 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부(고부가가치 식품기술개발사업, 과제번호: 317040-05)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Chin KB. 2002. Manufacture and evaluation of low-fat meat products (a review). *Korea J. Food Sci. Ani. Resour.* 22: 363-372.
- Choi EJ, Oh MS. 2009. Quality characteristics of mungbean starch gels with various hydrocolloids. *Korean J. Food Culture* 24: 540-551.
- Choi NA. 2019. *Food Texture*. Yemoondang, Seoul. pp. 31-100.
- Choi YC, Jung KH, Chun JY, Choi MJ, Hong GP. 2013. Effects of high pressure and binding agents on the quality characteristics of restructured pork. *Korean J. Food Sci. An.* 33: 664-671.
- Choi YS, Jeon KH, Park JD, Seo DH, Ku SK, Oh NS, Kim YB. 2015. Comparison of pork patty quality characteristics with various binding agents. *Korean J. Food Cookery Sci.* 31: 588-595.
- Choi YS, Jeong JY, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Kim HW, Paik HD, Kim CJ. 2008. Effect of dietary fiber from rice bran on the quality characteristics of emulsion-type sausage. *Korean J. Food Sci. An.* 1: 14-20.
- Choi YS, Jeong JY, Choi JH, Lee MA, Lee ES, Kim HY, Han DJ, Kim JM, Kim CJ. 2006. Effect of immersion period after tumbling processing on the quality properties of boiled pork loin with soy sauce. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22: 379-385.
- Chung RW, Lee HG. 1985. Effect of texturized soy protein on the sensory characteristics and texture of meat balls (wanja). *Korean J. Soc. Food Sci.* 12: 65-73.
- Glicksman M. 2008. Utilization of synthetic gums in the food industry. Vol. 12, pp. 283-366. In: *Advanced in Food Research*. Chichester CO, Mrak EM, Stewart GF (ed). Academic Press Inc., New York, NY, USA.
- Holay SH, Harper JM. 1982. Influence of the extrusion shear environment on plant protein texturization. *J. Food Sci.* 47: 1869-1874.
- Jin SK, Kim IS, Hah KH. 2002. Changes of pH, drip loss, microbes for vacuum packaged exportation pork during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 22: 201-205.
- Jin SK, Shin DK, Hur IC. 2011. Effects of moisture content on quality characteristics of dry-cured ham during storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 31: 756-762.
- Jung IC, Lee GS, Moon YH. 2009. Changes in the quality of ground beef with additions of medical plants (cinnamon, licorice and bokunja) during cold storage. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 19: 224-230.
- Jung JY, Cho EJ. 2002. The effect of green tea powder levels on storage characteristics of tofu. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 18: 129-135.
- Kang EZ, Kim SY, Ryu CH. 2003. A study on preparation of wanjajun for cook/chill system II. quality characteristics of wanjajun containing hydrocolloids. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 667-672.
- Kim HG. 2019. Physicochemical, sensory and storage stability of meat analogue by applied emulsion technique. MS thesis, Konkuk University, Seoul, Korea.
- Kim HG, Bae JH, Wi GH, Kim HT, Cho YJ, Cho MJ. 2019. Physicochemical properties and sensory evaluation of meat analog mixed with different liquid materials as an animal fat substitute. *Food Eng. Pro.* 23: 62-68.
- Kim HJ, Kim HJ, Jeon JJ, Oh SJ, Nam GC, Sim GS, Jeong JH, Kim KS, Choi YI, Kim SH, Jang ER. 2018. Comparison of quality and bioactive compounds in chicken thigh meat from conventional and animal welfare farm in Korea. *Korean J. Poult.* 45: 261-272.
- Kim HM, Kim JN, Kim JS, Jeong MY, Yun EY. 2015. Quality characteristics of patty prepared with mealworm powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 813-820.
- Kim HY, Kim GY. 2016. Development of chicken nuggets added with wheat fiber. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 45: 731-735.
- Kim JW. 2020. Quality properties of soy based patties with carrageenan and methyl cellulose as binder. MS thesis, Jeonju University, Jeonju, Korea.
- Kim YS, Ha TY, Lee SH, Lee HY. 1997. Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 90-95.
- Food and Drug Administration. 2020. Korean Food Standards Codex. Available from: <https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRvlv/foodRvlv.do>. Accessed June 20.
- Lee CL, Choi YI, Cho HG, Hwang HJ, Kim DH. 1997. A study on binding ability, microstructure and storage characteristics of guar gum-added restructured pork ham. *Korean J. Anim. Sci.* 39: 437-445.
- Lee CL, Park JK, Cho HG, Choi YI. 1996. A study on binding ability, microstructure and storage characteristics of cellulose-added restructured pork ham. *Korean J. Anim. Sci.* 38: 613-620.
- Lee HJ, Jo CH. 2019. Trends in the development of alternative meat in the world. *World Agriculture* 223: 51-67.
- Lee HY, Shin YM, Hwang CE, Lee BW, Kim HT, Ko JM, Baek IY, An MJ, Choi JS, Seo WT, Cho KM. 2014. Production of soybean meat using Korean whole soybean and its quality characteristics and antioxidant activity. *J. Agric. Life Sci.* 48: 139-156.
- Lee JM, Kim YL. 2018. Trends and implications of alternative livestock development. *Farming Focus* 170: 1-20.
- Moon HK, Lee SW, Moon JN, Kim DH, Yoon WJ, Kim GY. 2011. Quality characteristics of various beans in distribution. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 21: 215-221.
- Park BH, Koh KM, Jeon ER. 2010. Quality characteristics of tofu

- prepared with lycii fructus powder during storage. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 26: 586-595.
- Park KS, Choi YI, Lee SH, Kim CH, Auh JH. 2008. Application of functional carbohydrates as a substitute for inorganic polyphosphate in pork meat processing. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 118-121.
- Short EI. 1954. The estimation of total nitrogen using the conway micro-diffusion cell. J. Clin. Pathol. 7: 81-83.
- Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Park JG, Kim JH, Lee JW, Byun MW, Ahn DH, 2007. Effect of gamma irradiation on the physical properties of alginic acid and λ -carrageenan. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36: 902-907.
- Winger RJ, Fennema O. 1976. Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at -3°C or 15°C . J. Food Sci. 41: 1433-1438.
- Yeom KH, Kim JH, Lee JH, Bae IH, Chun SS. 2016. Quality characteristics and consumer acceptability of brownies rice bran dietary fiber. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 45: 1823-1829.

Author Information

김진원: 전주대학교 대학원생(석사과정)

유제희: 전주대학교 대학원생(석사과정)

전창욱: 전주대학교 학부과정

신정규: 전주대학교 교수