



나트륨 섭취 경감을 위해 패각칼슘과 트랜스글루타미나아제를 첨가한 닭고기 패티의 품질 및 저장 특성

임영호¹ · 박규태¹ · 안기수² · 최정석^{3*}

¹충북대학교 축산학과 대학원생, ²충청북도농업기술원 농업연구사, ³충북대학교 축산학과 교수

Quality and Storage Characteristics of Chicken Patties with Added Shell Calcium and Transglutaminase to Reduce Sodium Intake

Youngho Lim¹, Gyutae Park¹, Kisu Ahn² and Jungseok Choi^{3*}

¹Graduate Student, Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

²Researcher, Chungcheongbuk-do Research and Extension Services, Cheongju 28130, Republic of Korea

³Professor, Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

ABSTRACT To reduce salt content and enhance calcium in chicken patty, shell calcium powder (SCP) was added, and transglutaminase (TG) was included to improve its properties. Five different treatments were prepared to assess the effects: CON (2% salt), T1 (0.75% salt + 0.2% SCP), T2 (0.75% salt + 0.2% SCP + 0.2% TG), T3 (0.5% salt + 0.4% SCP), and T4 (0.5% salt + 0.4% SCP + 0.2% TG). Reducing salt led to decreased ash content and increased cooking loss. The addition of SCP and TG raised pH levels. Meat color remained consistent with different salt, SCP, and TG levels. However, when salt was reduced to 0.5% and SCP was added at 0.4% without TG, the patty's hardness and chewiness decreased. Sensory evaluations showed reduced juiciness when salt was reduced to 0.5% and SCP was added at 0.4%, but no significant differences were observed in overall acceptability. Salt had no impact on TBARS results, but salt reduction to below 0.5% increased susceptibility to microbial contamination. In summary, reducing salt and adding SCP had minimal sensory impact, but when salt is reduced to 0.5% or lower, consider adding TG. Also, when decreasing salt, additional preservatives should be considered to address potential microbial contamination during manufacturing.

(Key words: chicken patty, salt reduction, shell calcium, quality characteristic, storage characteristic)

서론

동물을 도축 후 생산된 고기를 한 번에 모두 소비하기 어려워, 남은 고기를 이후에 섭취할 수 있도록 보존 및 저장하기 위하여 고기를 가공하여 육제품을 제조하기 시작했다(Vandendriessche, 2008). 그중 소금은 수천년간 육류 저장을 위해 사용되어온 가장 오래된 첨가물 중 하나로 육제품 제조에 필수적인 재료 중 하나이며, 식품에 짠맛을 내기 위해 가장 일반적으로 사용되는 향미제 및 방부제이다(Kang et al., 2018; Wang et al., 2023). 과거부터 현재까지 소금은 식품 및 육가공제품의 보존, 풍미증진, 기능활성 등 다양한 목적으로 활용되어 왔다(Kang et al., 2018; Mejia et al., 2019; Wang

et al., 2023).

일반적으로 우리가 섭취하는 소금은 염화나트륨(NaCl)을 의미하며, 염화 나트륨은 Na⁺와 Cl⁻의 이온결합으로 형성되며 물이나 인체 내에서 Na⁺와 Cl⁻로 해리될 수 있다(Ciesielski, 2016; Wang et al., 2023). 소금을 구성하는 나트륨은 체액, 혈압 등 인체의 생리적 기능을 조절하는 데 중요한 역할을 하지만 과도한 나트륨 섭취는 심혈관, 신장 질환 및 고혈압과 같은 다양한 질환의 발병 위험을 증가시킨다(Vidal et al., 2021, 2023). 이러한 이유로 현재 전 세계적으로 소금 섭취에 대한 소비자의 우려가 존재하며 세계 보건 기구(WHO)는 2012년 비전염성 질병 예방 및 통제를 위한 글로벌 실천 계획의 7대 핵심 중 하나를 소금 섭취 감소로

* To whom correspondence should be addressed : jchoi@chungbuk.ac.kr

정정하였다(Petit et al., 2019; Wang et al., 2023).

칼슘은 혈관 수축 및 확장, 근육 기능, 신경 전달, 세포내 신호 전달 및 호르몬 분비에 관여하며, 특히 인체에서 뼈와 치아에 칼슘의 대부분이 분포해 있으며, 이러한 칼슘은 뼈에 구조적인 강도를 부여하여 몸의 무게를 지탱하고 근육을 단단히 고정하는 데 중요한 역할을 하는 인체의 주요 영양소이다(Power et al., 1999; Beto, 2015). 이러한 칼슘의 인체 내 결핍은 골격 약화나 골절에 영향을 미칠 수 있다(Power et al., 1999).

한국인의 대표적인 영양 문제 중 하나는 칼슘 섭취 부족과 나트륨 섭취 과잉이다(Kweon, 2013). 2021년 대한민국 질병관리청에서 조사한 한국인의 영양소 섭취기준에 대한 섭취비율을 보면 남성과 여성 모두 칼슘의 섭취기준(필요추정량)의 70% 미만을 섭취해 칼슘 섭취의 부족을 나타냈으며, 나트륨 섭취량은 남성은 섭취기준의 185%, 여성은 131%를 섭취해 나트륨 섭취기준을 초과하였다(KDCA, 2023).

나트륨 섭취 감소를 위해 육제품의 소금 첨가량을 낮추는 연구는 많이 진행되어 있다(Desmond, 2006; Aaslyng et al., 2014; Inguglia et al., 2017; Pateiro et al., 2021; Aprilia and Kim, 2022). 또한 칼슘 섭취 증가를 위해 칼슘 강화 육제품에 관한 연구 또한 많은 선행연구가 존재한다(Daengprok et al., 2002; Cáceres et al., 2006; Irshad et al., 2016; Yessimbekov et al., 2021). 하지만 닭고기 분쇄육을 사용한 육제품에 소금을 줄이고 칼슘을 첨가하는 것이 미치는 영향에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 한국인의 대표적인 영양 문제 중 하나인 칼슘섭취 부족과 나트륨 과잉 섭취를 개선하기 위해 소금을 줄이고 칼슘을 강화한 닭고기 패티의 품질 및 저장 특성에 미치는 영향을 확인하고자 수행되었다. 또한 소금을 줄였을 때 닭고기 패티의 물성이 악화될 것으로 예상되어, 소금함량을 낮춘 닭고기 패티에 육제품의 물성을 개선시키는 트랜스글루타미나아제(TG)를 첨가한 패티와 첨가하지

않은 패티를 비교함으로써 소금 감소로 인한 닭고기 패티의 물성 악화를 극복할 수 있는지를 연구하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료 및 제조방법

패티 제조에 사용된 닭 가슴살과 닭 다리살 그리고 닭 껍질은 (주)올계(Jecheon, Korea)의 제품을 사용하였다. 6개의 처리구는 다른 수준의 소금(한주소금, 울산, 대한민국), 패각칼슘분말(액티칼 FOD, (주)이에스기술연구소, 군포, 대한민국) (SCP), 트랜스글루타미나아제(TG-GS, MTFI, 신베이스, 대만) (TG) 첨가량으로 설계되었다(Con, 소금 2%; T1, 소금 0.75% + SCP 0.2%; T2, 소금 0.75% + SCP 0.2% + TG 0.2%; T3, 소금 0.5% + SCP 0.4%; T4, 소금 0.5% + SCP 0.4% + TG 0.2%). 실험에 사용한 처리구들의 배합비는 Table 1에 나타났다. 닭고기 패티 제조는 먼저 닭 다리 살과 닭 가슴살을 분쇄기(M-12S, 후지, 화성, 대한민국)를 사용하여 닭고기 분쇄육을 만들었다. 이후, 닭 껍질, 탈지 대두분말(증안리 약초마을, 양평, 대한민국), 정제수를 2 : 1 : 4 비율로 섞은 후 블렌더(HMF-4010SS, 한일, 서울, 대한민국)를 사용하여 스킨 에멀전을 만들었다. 그 후 닭고기 분쇄육, 스킨 에멀전, 소금, SCP, TG를 Table 1에 나타난 대로 첨가한 후 3분동안 혼합하였다. 최종적으로 처리구당 90 g의 닭고기 패티를 제조하고 4°C에서 보관하였다.

2. 일반성분

AOAC(2007)의 방법에 따라 단백질, 지방, 수분, 회분 함량을 측정하였다. 단백질은 Kjeldahl을 이용하여 분석하였으며, 수분함량은 105°C 상압가열 건조법으로 측정하였다. 지방 함량은 Folch법으로 측정하였으며, 회분함량 측정은 550°C 건식회화법을 사용하였다.

Table 1. The formulation of a chicken patty with different amounts of salt, shell calcium powder (SCP) and transglutaminase (TG)

Ingredient (%)	CON	T1	T2	T3	T4
Meat ¹	80	80	80	80	80
Skin emulsion ²	20	20	20	20	20
Salt	2	0.75	0.75	0.5	0.5
Shell calcium powder (SCP)		0.2	0.2	0.4	0.4
Transglutaminase (TG)			0.2		0.2

¹ Meat is ground meat mixed with ground chicken legs and ground chicken breast in a 7:3 ratio.

² Skin emulsion is made by mixing chicken skin, defatted soy protein, and water in a ratio of 2:1:4 and then blended.

3. pH

시료 10 g에 증류수 90 mL를 첨가하고 homogenizer(Bihon Seiki, Ace, 오사카, 일본)으로 10,000 rpm에서 30초간 균질한 후 pH meter(Orion Star™ A211, Thermo Scientific, 윌섬, 미국)를 이용하여 측정하였다.

4. 보수력(WHC)

Laakkonen et al.(1970)의 방법을 수정하여 보수력을 측정하였다. 0.5 g의 시료를 튜브에 담아 80℃ 항온수조(SW-90 MW, (주)상우과학, 부천, 대한민국)에 20분동안 가열한 후 10분간 방냉한 뒤 2,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 보수력의 계산식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{보수력 (\%)} &= (100 / \text{수분함량}) \times (\text{수분함량} - \text{유리수분}) \\ \text{유리수분} &= [\text{원심분리 전 무게(g)} - \text{원심분리 후 무게(g)} \\ &\quad \times \text{지방계수} \times 100 / \text{시료무게(g)}] \\ \text{지방계수} &= 1 - \text{지방함량(\%)} / 100 \end{aligned}$$

5. 가열감량(CL)

시료를 70℃ 항온수조에서 30분간 가열한 뒤 가열 전후 중량차를 이용하여 백분율(%)로 나타냈다. 가열감량의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{가열감량 (\%)} = [\text{가열 전 무게(g)} - \text{가열 후 무게(g)}] / \text{가열 전 무게(g)} \times 100$$

6. 육색

Spectro colorimeter(CM-26d, Konica Minolta, 도쿄, 일본)을 이용하여 측정하였으며 D65 광원을 이용하였다. 닭고기 패티의 육색은 L*(명도), a*(적색도), b*(황색도)로 나타냈다.

7. 조직특성

70℃ 항온수조에서 30분동안 시료를 가열한 후 10분동안 방냉한 뒤 1.0 cm × 1.0 cm × 1.0 cm(길이 × 너비 × 높이)로 절단한 후 rheometer(Model Compac-100, Sun Scientific Co., LTD, 도쿄, 일본)을 이용하여 측정하였다. 측정에 이용된 probe는 3.14 cm² 면적이었으며, load cell의 무게는 10 kg, cross-head의 속도는 200 mm/min이었다. 경도, 탄력성, 응집성, 씹음성은 Bourne(1978)의 방법에 따라 계산하였다.

8. 관능평가

시료를 70℃ 항온수조에서 40분동안 가열 후 1 cm × 1 cm

× 1 cm 큐브 형태로 절단하여 실시하였다. 관능평가를 위해 훈련된 7명의 평가자가 총 5개의 요인(풍미, 조직감, 육즙, 경도, 전체기호도)를 5점 척도법을 사용해 평가했다. 각 요인의 기준은 다음과 같다: 풍미, 1점 나쁘다-5점 좋다; 다즙성, 1점 건조하다-5점 다즙하다; 조직감, 1점 부스러진다-5점 질기다; 경도, 1점 무르다-5점 딱딱하다; 전체기호도, 1점 나쁘다-5점 좋다.

9. 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS)

Witte et al.(1970)의 방법을 사용하여 TBARS를 측정하였다. 시료 10 g, 70% perchloric acid(삼진화학, 평택, 대한민국)를 희석해서 만든 cold 10% perchloric acid 15 mL, 증류수 20 mL를 Homogenizer 10,000 rpm에서 30초간 균질하였다. 균질액은 Whatman No. 2 필터페이퍼를 사용해서 여과한 뒤 여과액 5 mL와 2-thiobarbituric acid(Sigma Aldrich, 다름슈타트, 독일) 5 mL를 혼합한 후 냉암소에서 16시간 방치했다. 16시간 경과 후 Spectrophotometer(mobi, (주)마이크로디지털, 성남, 대한민국)을 사용하여 529 nm에서 흡광도를 측정하였다. 실험에 사용된 말론데알데하이드로 측정 표준곡선은 $y = 0.1975x - 0.0011$ ($r = 0.999$), $y = 0.1975$, $x = \text{TBARS 값}$, $y = \text{흡광도로 계산하였다}$.

10. 총 미생물 수(TMC)

Park et al.(2022) 에서 사용된 방법을 참조하여 연속 희석법을 이용해 총 미생물 수를 측정하였다. 시료 10 g에 0.1% peptone (Bactotm Peptone solution, Becton, Dickinson and Company, 뉴저지, 미국) 용액 90 mL를 가하여 stomacher bag 으로 30초간 균질을 하였다. 이후 연속 희석시킨 시료를 plate count agar(Difcotm Plate Count Agar, Becton, Dickinson and Company, 뉴저지, 미국) 배지에 접종하여 37℃에서 48시간 배양시켰다. 배양 종료 후 colony counter로 측정하였다. 총미생물수의 단위는 log CFU/g으로 표시하였다.

11. 휘발성 염기태질소(VBN)

Pearson(1968)의 방법을 참조하여 휘발성 염기태질소를 측정하였다. Homogenizer에 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가한 뒤 10,000 rpm으로 30초 균질하였다. 균질액을 Whatman No. 2 필터페이퍼를 사용하여 여과하였다. 여과액 3 mL를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 M로 적정한 붕산(Sigma Aldrich, Darmstadt, Germany) 1 mL와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가한 뒤 50% K2CO3(Samchun Chemicals, Pyeongtaek, Korea) 1 mL를 외

실에 주입한 후 37°C에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.01 M 황산으로 내질의 봉산용액을 적정하였다. VBN은 100 g 시료당 mg(mg%)으로 환산하여 표시하였다.

12. 통계처리

모든 통계처리는 SPSS 28.0을 사용하였다. 처리구간 유의적 차이($P<0.05$)를 비교하기 위해 일원배치 분산분석과 Duncan 사후검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

소금, SCP, TG 첨가에 따른 닭고기 패티의 일반성분 변화는 Table 2에 나타났다. 소금 2%를 첨가한 CON 처리구가 소금 0.75%와 SCP 0.2%를 첨가한 T1 처리구와 소금 0.5%와 SCP 0.4%를 첨가한 T3 처리구보다 낮은 수분함량을 나타냈고($P<0.05$), 또한 소금 2%를 첨가한 CON 처리구가 나머지 처리구들보다 높은 회분함량을 나타냈다($P<0.05$).

액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 사이의 공간에 식육 전체 수분의 약 90%가 존재한다(Kang et al., 2018). 또한 pH가 식육의 등전점인 pH 5.0에 가까워질수록 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 사이의 공간이 좁아지며 식육의 수

분함량이 줄어들고, 반대로 pH 5.0과 멀어질수록 식육의 수분함량은 증가한다(Kang et al., 2018). SCP의 주 성분은 산화칼슘(CaO)으로, 산화칼슘은 물에 용해되었을 때 pH는 12.5로 굉장히 높은 염기성을 띤다(Ropp, 2012). 닭고기 패티의 pH는 높은 염기성을 띄는 SCP를 첨가할수록 증가하였다(Table 3). 그러므로 산화칼슘의 첨가가 닭고기 패티의 pH를 증가시켜 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 사이의 공간을 넓혀 더 많은 수분을 함유할 수 있게 해주었다고 사료된다. 또한 소금은 99% 이상이 회분으로 이루어져 있다(U.S. Department of Agriculture, 2019). 그러므로 CON 처리구는 다른 처리구에 비해 많은 양의 소금을 첨가했으므로 높은 회분함량을 나타냈다고 사료된다.

2. pH, 가열감량, 보수력

소금, SCP, TG 첨가에 따른 닭고기 패티의 pH, 보수력 그리고 가열감량의 변화는 Table 3에 나타났다. SCP를 첨가할수록 pH가 상승했으며($P<0.05$), 같은 양의 SCP를 첨가했을 때 TG를 추가로 첨가한 처리구가 TG를 첨가하지 않은 처리구보다 높은 pH를 나타냈다($P<0.05$). 그리고 소금을 2% 첨가한 CON 처리구가 나머지 처리구보다 낮은 가열감량을 나타냈다($P<0.05$). 닭고기 패티의 보수력 결과에 대해서는 모든 처리구가 차이를 보이지 않았다.

Table 2. Proximate analysis of chicken patties with different amounts of salt, SCP and TG

Treatments ¹	CON	T1	T2	T3	T4
Protein (%)	16.50±0.38	16.22±0.12	16.51±0.17	16.28±0.37	16.35±0.25
Fat (%)	4.17±0.11	3.76±0.38	4.02±0.26	4.28±0.37	4.15±0.23
Moisture (%)	74.59±0.53 ^b	76.13±0.46 ^a	75.41±1.33 ^{ab}	76.35±0.07 ^a	75.76±0.33 ^{ab}
Ash (%)	2.30±0.11 ^a	1.43±0.23 ^b	1.34±0.09 ^b	1.42±0.12 ^b	1.41±0.23 ^b

¹ CON, salt 2%; T1, salt 0.75% + SCP 0.2%; T2, salt 0.75% + SCP 0.2% + TG 0.2%; T3, salt 0.5% + SCP 0.4%; T4, salt 0.5% + SCP 0.4% + TG 0.2%.

^{a, b} Values with different superscripts in the same row indicate a significant difference, as determined by their means ± standard deviations ($P<0.05$).

Table 3. pH, water holding capacity (WHC), and cooking loss (CL) of chicken patties with different amounts of salt, SCP and TG

Treatments ¹	CON	T1	T2	T3	T4
pH	6.45±0.03 ^e	6.94±0.05 ^d	7.51±0.04 ^c	8.33±0.05 ^b	8.42±0.06 ^a
CL (%)	7.17±0.49 ^b	12.39±0.90 ^a	11.59±1.21 ^a	11.34±0.36 ^a	10.95±0.94 ^a
WHC (%)	67.63±5.16	62.99±0.23	64.67±9.63	70.77±2.58	68.19±3.44

¹ CON, salt 2%; T1, salt 0.75% + SCP 0.2%; T2, salt 0.75% + SCP 0.2% + TG 0.2%; T3, salt 0.5% + SCP 0.4%; T4, salt 0.5% + SCP 0.4% + TG 0.2%.

^{a-e} Values with different superscripts in the same row indicate a significant difference, as determined by their means ± standard deviations ($P<0.05$).

위에서 언급했던것처럼 SCP의 주 성분인 산화칼슘이 용해되었을 때 높은 pH를 띤다(Ropp, 2012). 그러므로 SCP를 첨가할수록 닭고기 패티의 pH가 상승하였다. 또한 TG는 글루타민 잔기의 탈아민화를 촉매해 암모니아를 방출하여 육제품의 알칼리화에 기여할 수도 있다(Ribeiro et al., 2021). pH는 등전점에 가까워질수록 물 분자를 끌어당기려는 힘인 순전하가 감소되기 때문에 물 분자와의 수소결합이나 수소성 결합이 약해진다(Kang et al., 2018). 그러므로 일반적으로 pH가 낮을수록 보수력이 감소한다(Kang et al., 2018). 소금은 일반적으로 염용성단백질인 근원섬유 단백질을 용해시켜 육제품 표면에 끈적한 삼출물을 형성하여 육제품 조리시 고기 입자들을 묶어 자유수를 포획하는 열 응고 단백질 매트릭스를 형성한다(Desmond, 2006). 또한 고기를 분쇄하거나 유화시킨 육제품에서 용해된 염용성단백질은 지방구 주위에 단백질 필름을 형성해 육제품 조리시 지방 손실을 줄인다(Desmond, 2006; Kang et al., 2018). CON 처리구가 pH가 가장 낮지만 가열감량이 낮은 이유는 다른 처리구에 비해 많은 양의 소금의 첨가가 수분 및 지방의 손실을 줄여 주었기 때문이라고 사료된다. 보수력의 결과 또한 일반적으

로 pH가 높을수록 보수력 또한 높아야겠지만, pH를 올려주는 SCP 첨가량이 높아질수록 감소하는 소금함량으로 인해 모든 처리구에서 차이가 나타나지 않았다고 사료된다.

3. 육색

소금, SCP, TG 첨가에 따른 닭고기 패티의 육색의 변화 Table 4에 나타냈다. 소금과 SCP, 그리고 TG의 첨가량이 변해도 닭고기 패티에서 가열 전과 후 명도, 적색도, 황색도의 차이가 나타나지 않았다(Table 4).

육제품의 시각적인 외관은 제품의 품질 대한 소비자들의 기대와 밀접하게 관련되어 있으며 특히 제품의 구매 시점에서 소비자의 선택에 영향을 미친다(Font-i-Furnols and Guerrero, 2014). 그 중 식품의 색상은 소비자들에게 첫번째로 고려되는 품질 요소 중 하나이다(Pereira et al., 2009; Nisha et al., 2011; Pathare et al., 2013). 소금과 SCP, 그리고 TG의 첨가는 닭고기 패티의 육색에 영향을 미치지 않았다.

4. 조직특성

소금, SCP, TG 첨가에 따른 닭고기 패티의 조직특성 변화는

Table 4. Color of chicken patties with different amounts of salt, SCP and TG

Treatments ¹		CON	T1	T2	T3	T4
L*	Before cooking	64.47±2.49	66.58±2.93	66.44±2.44	66.53±2.46	65.35±2.16
	After cooking	72.62±1.69	73.90±1.38	72.12±2.16	72.29±1.84	72.73±3.64
a*	Before cooking	6.12±0.53	5.40±1.55	5.67±0.71	5.80±1.14	72.73±3.64
	After cooking	2.49±0.39	2.27±0.21	2.80±1.08	2.31±0.53	2.36±0.34
b*	Before cooking	19.15±1.05	18.61±1.83	18.34±1.21	18.55±1.64	18.41±1.58
	After cooking	19.79±1.27	19.48±0.45	19.11±1.19	18.97±1.01	19.10±1.15

¹ CON, salt 2%; T1, salt 0.75% + SCP 0.2%; T2, salt 0.75% + SCP 0.2% + TG 0.2%; T3, salt 0.5% + SCP 0.4%; T4, salt 0.5% + SCP 0.4% + TG 0.2%.

L* = Lightness, a* = Redness, b* = Yellowness.

Table 5. Texture profile analysis of chicken patties with different amounts of salt, SCP and TG

Treatments ¹	CON	T1	T2	T3	T4
Hardness (kg)	1.29±0.20 ^a	1.05±0.17 ^a	1.08±0.17 ^a	0.37±0.19 ^b	1.16±0.25 ^a
Springiness (%)	81.69±4.03	82.71±7.81	81.18±10.63	86.54±6.49	81.20±5.61
Cohesiveness (%)	78.75±3.90	80.39±7.10	80.34±5.66	81.05±7.67	76.18±4.07
Chewiness (kg)	0.82±0.16 ^a	0.71±0.20 ^a	0.71±0.17 ^a	0.28±0.17 ^b	0.71±0.12 ^a

¹ CON, salt 2%; T1, salt 0.75% + SCP 0.2%; T2, salt 0.75% + SCP 0.2% + TG 0.2%; T3, salt 0.5% + SCP 0.4%; T4, salt 0.5% + SCP 0.4% + TG 0.2%.

^{a, b} Values with different superscripts in the same row indicate a significant difference, as determined by their means ± standard deviations ($P < 0.05$).

Table 5에 나타났다. 소금 0.5%와 SCP 0.4% 첨가한 T3 처리구가 나머지 처리구보다 낮은 경도와 씹음을 나타냈다($P<0.05$).

소금은 육제품 제조시 물과 함께 분산되어 고기 조직 및 고기 내부에 침투하여 염용성 단백질을 용해 및 추출한다. 용해시킨 염용성 단백질을 통해 표면에 끈적한 삼출물을 형성하여 육제품 조리 시 고기 입자들을 묶어 열 응고 단백질 매트릭스를 형성하고, 이를 통해 육제품의 조직감을 상승시킨다(Desmond, 2006; Kang et al., 2018; Desmond and Vasilopoulos, 2019). TG는 펩타이드 또는 단백질 결합 글루타민의 γ -카르복시아미드와 1차 아민 사이의 아실 전달 반응을 촉진하여, 단백질 분자에 작용하면 ϵ -(γ -Glu)Lys 가교 결합을 형성한다(Kuraishi et al., 2001). 이는 육류단백질도 해당이 되는데, 육제품에 TG를 첨가하면 마이오신B, 마이오신, 그리고 액틴을 폴리머화 할 수 있으며, 열로 유도된 마이오신 B로 만든 겔과 생 소시지에 TG를 첨가했을 때 그렇지 않았을 때보다 더 세밀한 네트워크 구조를 형성해 네트워크 구조를 강화시켜 육제품의 물성을 개선시켰다(NUMATA et al., 1989; Hammer, 1998; Kuraishi et al., 2001). 이 같은 이유로 소금과 TG 모두 육제품의 조직감을 개선시켜준다. 우리의 조직특성 결과를 통해 닭고기 패티에 소금을 0.5% 이하로 첨가가 조직감을 개선시킬 수 있을 정도의 충분한 양의 염용성 단백질을 용해시키지 못하여 경도와 씹음을 감소시킨 이유일 수도 있다. 하지만 소금 0.5%를 첨가한 닭고기 패티에 TG 0.2%를 추가로 첨가 시, 소금 2%를 첨가한 닭고기 패티와 조직특성에서 차이를 나타내지 않았으므로, TG의 첨가가 낮은 함량의 소금을 첨가한 닭고기 패티의 조직감을 개선시킬 수 있다고 사료된다.

5. 관능평가

소금, SCP, TG 첨가에 따른 닭고기 패티의 관능평가 변

화는 Table 6에 나타났다. 소금 2%를 첨가한 CON 처리구가 소금 0.5%를 첨가한 T3, T4 처리구보다 높은 다즙성을 평가 받았다($P<0.05$). 그리고 나머지 요인들에 대해서는 모든 처리구가 차이를 보이지 않았다.

관능평가는 식품 혹은 식품 섭취로 인한 반응을 측정하여 식품에 대한 소비자의 감각 경험을 추정하는 중요한 지표이다(Sirangelo, 2019; Mihafu et al., 2020). 본 연구에서 닭고기 패티에 칼슘을 첨가한 처리구들은 pH가 증가해 식육의 등 전점과 멀어져 2% 소금만을 첨가한 CON 처리구보다 닭고기 패티의 수분 함량이 증가한 경향을 보였지만, 닭고기 패티 조리시 CON 처리구와 비교할 때 소금을 CON 처리구보다 적게 첨가한 처리구들의 가열감량이 높았다(Tables 2 and 3). 이로 인해 소금을 적게 첨가한 처리구가 다즙성에 대해 낮은 평가를 받았다고 사료된다.

6. TBARS, TMC, VBN

소금, SCP, TG 첨가에 따른 닭고기 패티의 TBARS, TMC, VBN 변화는 Fig. 1에 나타났다. 저장 3일차에 소금 0.5%, SCP 0.4% 그리고 TG 0.2%를 첨가한 T4 처리구는 나머지 처리구보다 낮은 TBARS 값을 나타냈고, 소금 0.75%와 SCP 0.2%를 첨가한 T1과 T2 처리구는 나머지 처리구보다 높은 총미생물수를 나타냈다($P<0.05$). 저장 7일차에서는 소금 2%를 첨가한 CON 처리구가 나머지 처리구들보다 낮은 VBN을 보였다.

소금이 육제품의 지방산화에 미치는 영향에 대해서 많은 연구들이 소금이 산화제의 지질 기질 접근 촉진하여 세포막 완전성 파괴, 헴 단백질 같은 철 함유 분자로부터 철 이온의 유리, 항산화 효소의 활성 억제 등의 메커니즘으로 산화를 촉진한다고 주장하지만 한편으로는 소금이 지방산화에 영향을 미치지 않는다는 주장도 존재한다(Rhee, 1999; Mariutti

Table 6. Sensory evaluation of chicken patties with different amounts of salt, SCP and TG

Treatments ¹	CON	T1	T2	T3	T4
Favor	2.79±0.70	2.93±0.93	3.29±0.95	2.86±0.85	2.79±0.81
Juiciness	3.29±0.49 ^a	2.86±0.90 ^{ab}	2.57±0.53 ^{ab}	2.43±0.79 ^b	2.43±0.53 ^b
Texture	2.93±0.73	2.57±0.53	2.86±0.90	2.43±0.53	2.86±0.69
Hardness	2.36±0.75	2.29±0.95	2.71±0.76	2.14±0.69	2.71±0.49
Total preference	3.14±0.63	3.07±0.19	3.29±0.76	2.71±0.57	3.00±0.82

¹ Con, salt 2%; T1, salt 0.75% + SCP 0.2%; T2, salt 0.75% + SCP 0.2% + TG 0.2%; T3, salt 0.5% + SCP 0.4%; T4, salt 0.5% + SCP 0.4% + TG 0.2%.

^{a, b} Values with different superscripts in the same row indicate a significant difference, as determined by their means ± standard deviations ($P<0.05$).

and Bragagnolo, 2017). pH에 따른 닭고기 분쇄육의 TBARS 값을 측정 한 연구에서 pH가 낮을수록 닭고기 분쇄육의 지방산패가 촉진되었다(Chen and Waimaleongora Ek, 1981; Kanner et al., 1991; Lee et al., 1997; Hernández et al., 2002). 소금 0.5%, SCP 0.4%, TG 0.2%를 첨가한 T4 처리구가 모든 처리구 중 가장 높은 pH를 나타내서 저장 3일차에서 다른 처리구보다 낮은 TBARS값을 나타냈다고 사료된다.

소금은 또한 육제품의 수분활성도를 낮춰 박테리아 성장을 억제한다. 또한 박테리아 성장의 최적 pH는 6.5-7.5이다 (Daw and Hicks, 2001). 소금 0.75%와 SCP 0.2%를 첨가한 T1과 T2 처리구는 소금 2%를 첨가한 CON 처리구보다 적은 소금을 첨가했으며, pH 또한 박테리아 성장에 최적의 pH 환경에 속하거나 근접한다. 이러한 이유로 저장 3일차에 T1 과 T2 처리구가 나머지 처리구보다 높은 총 미생물 수를 나타냈다고 사료된다. VBN은 미생물의 대사 산물로서 일반적으로 식품의 미생물 수가 증가할수록 VBN 또한 증가한다 (He et al., 2013). 저장 기간동안 처리구들의 TMC와 VBN의 결과는 비슷한 경향을 보였다(Fig. 1).

적 요

닭고기 패티에 소금함량을 줄이며 칼슘을 강화하기 위해 패각칼슘분말(SCP)을 첨가하며, 물성을 개선하기 위해 트랜스글루타미나아제(TG)를 첨가했을 때 나타나는 영향을 확인하기 위해 첨가하는 소금과 SCP, TG의 함량을 달리한 5 개의 처리구(CON, 소금 2%; T1, 소금 0.75% + SCP 0.2%;

T2, 소금 0.75% + SCP 0.2% + TG 0.2%; T3, 소금 0.5% + SCP 0.4%; T4, 소금 0.5% + SCP 0.4% + TG 0.2%)를 제조하여 패티의 육질특성 및 저장성을 비교 분석하였다. 닭고기 패티에 소금 첨가량을 낮췄을 때 회분 함량이 감소했으며 가열감량이 증가했다. 그리고 SCP와 TG를 첨가할수록 pH가 상승하였다. 소금, SCP, TG의 첨가량에 따른 육색의 변화는 없었으며, TG 없이 소금 0.5%와 SCP 0.4%를 첨가했을 때 경도와 씹음성이 감소했다. 소금을 0.5%로 줄이며 SCP 0.4%를 첨가했을 때 관능적으로 다즙성이 떨어진다는 평가를 받았지만 전체기호도를 포함한 나머지 관능평가 항목에서는 차이를 보이지 않았다. 소금의 첨가량은 닭고기 패티의 TBARS 결과에 영향을 주지 않았지만, 소금을 적게 첨가할 시 미생물 오염에 취약해질 수 있다는 결과를 보였다. 이를 통해 닭고기 패티에 소금을 줄이면서 SCP를 첨가하는 것은 관능적으로 큰 영향을 주지 않지만, 소금을 0.5% 이하로 첨가 시 패티의 물성에 부정적인 영향을 줌으로 TG의 첨가를 고려해야 한다. 또한 소금 첨가량이 감소할 시 미생물로 인한 저장성에 취약해지므로 제조 시 이에 대한 추가 첨가물을 고려해야 할 것으로 판단된다.

(색인어 : 닭고기 패티, 소금경감, 패각칼슘, 품질 특성, 저장 특성)

사 사

이 논문은 충북대학교 국립대학육성사업(2022)의 지원을 받아 작성되었습니다.

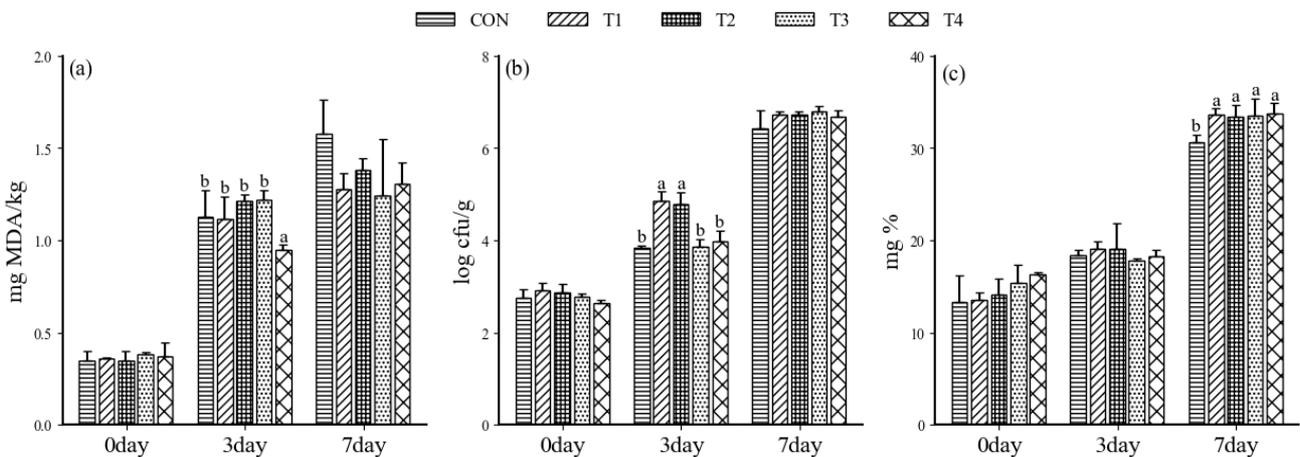


Fig. 1. TBARS (a), total microbial count (b), and volatile basic nitrogen (c) of chicken patties with different amounts of salt, SCP and TG. CON, salt 2%; T1, salt 0.75% + SCP 0.2%; T2, salt 0.75% + SCP 0.2% + TG 0.2%; T3, salt 0.5% + SCP 0.4%; T4, salt 0.5% + SCP 0.4% + TG 0.2%. ^{a, b} Values with different superscripts indicate a significant difference, as determined by their means \pm standard deviations ($P < 0.05$).

ORCID

Youngho Lim <https://orcid.org/0000-0002-0238-4736>
 Gyutae Park <https://orcid.org/0000-0003-1614-1097>
 Kisu Ahn <https://orcid.org/0009-0007-7748-8349>
 Jungseok Choi <https://orcid.org/0000-0001-8033-0410>

REFERENCES

- Aaslyng MD, Vestergaard C, Koch AG 2014 The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Sci* 96(1):47-55.
- AOAC 2007 Official Methods of Analysis. 18th ed. Associations of Analytical Chemists International, Washington DC.
- Aprilia GHS, Kim HS 2022 Development of strategies to manufacture low-salt meat products - a review. *J Anim Sci Technol* 64(2):218.
- Beto JA 2015 The role of calcium in human aging. *Clin Nutr Res* 4(1):1-8.
- Bourne MC 1978 Texture profile analysis. *Food Technol* 32:62-66.
- Cáceres E, García M, Selgas M 2006 Design of a new cooked meat sausage enriched with calcium. *Meat Sci* 73(2):368-377.
- Chen T, Waimaleongora Ek C 1981 Effect of pH on TBA values of ground raw poultry meat. *J Food Sci* 46(6):1946-1947.
- Ciesielski M 2016 Shaking Out the Facts about Salt.
- Daengprok W, Garnjanagoonchorn W, Mine Y 2002 Fermented pork sausage fortified with commercial or hen eggshell calcium lactate. *Meat Sci* 62(2):199-204.
- Daw W, Hicks A 2001 Value-added Food Products Processing for Micro-income Generation of Rural Communities in Myanmar. FAO.
- Desmond E 2006 Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Sci* 74(1):188-196.
- Desmond E, Vasilopoulos C 2019 Reducing salt in meat and poultry products. Pages 159-183 In: Reducing salt in foods. Elsevier.
- Font-i-Furnols M, Guerrero L 2014 Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Sci* 98(3):361-371.
- Hammer G 1998 Mikrobielle transglutaminase und diphosphat bei feinzerkleinerter brühwurst. *Fleischwirtschaft (Frankfurt)* 78(11):1155-1162.
- He X, Liu R, Nirasawa S, Zheng D, Liu H 2013 Effect of high voltage electrostatic field treatment on thawing characteristics and post-thawing quality of frozen pork tenderloin meat. *J Food Eng* 115(2):245-250.
- Hernández P, Park D, Rhee KS 2002 Chloride salt type/ionic strength, muscle site and refrigeration effects on antioxidant enzymes and lipid oxidation in pork. *Meat Sci* 61(4):405-410.
- Inguglia ES, Zhang Z, Tiwari BK, Kerry JP, Burgess CM 2017 Salt reduction strategies in processed meat products - A review. *Trends Food Sci* 59:70-78.
- Irshad A, Sharma B, Ahmed S, Talukder S, Malav O, Kumar A 2016 Effect of incorporation of calcium lactate on physico-chemical, textural, and sensory properties of restructured buffalo meat loaves. *Vet World* 9(2):151.
- Kang S, Kim, IS, Kim, HY, Kim, HY, Nam, KC, Ryu, YC, Park SK, Shin TS, Lee SK, Lee CH, Yang HS, Yoon YH, Jang AR, Jung SM, Jeong JY, Jo CR, Joo ST, Chin KB, Jin SK, Choi YI, Choi YM, Hur SJ, Hwang IH 2018. *Meat Science*. Sunjin Printing, Seoul.
- Kanner J, Harel S, Jaffe R 1991 Lipid peroxidation of muscle food as affected by sodium chloride. *J Agric Food Chem* 39(6):1017-1021.
- KDCA 2023 Ratio of nutrient intake to dietary reference intake by nutrient, 2021. *PHWR* 16(3):77-78.
- Kuraishi C, Yamazaki K, Susa Y 2001 Transglutaminase: Its utilization in the food industry. *Food Rev Int* 17(2):221-246.
- Kweon S 2013 Intakes of calcium and dairy products in Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *PHWR* 6:821-827.
- Laakkonen E, Wellington G, Sherbon J 1970 Low temperature, long time heating of bovine muscle 1. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water soluble components. *J Food Sci* 35(2):175-177.
- Lee S, Mei L, Decker E 1997 Influence of sodium chloride on antioxidant enzyme activity and lipid oxidation in frozen ground pork. *Meat Sci* 46(4):349-355.

- Mariutti LR, Bragagnolo N 2017 Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. *Food Res Int* 94:90-100.
- Mejia SMV, Shaheen A, Zhou Z, McNeill D, Bohrer BM 2019 The effect of specialty salts on cooking loss, texture properties, and instrumental color of beef emulsion modeling systems. *Meat Sci* 156:85-92.
- Mihafu FD, Issa JY, Kamiyango MW 2020 Implication of sensory evaluation and quality assessment in food product development: A review. *Curr Res Nutr Food Sci* 8(3):690-702.
- Nisha P, Singhal RS, Pandit AB 2011 Kinetic modelling of colour degradation in tomato puree (*Lycopersicon esculentum* L.). *Food Bioproc Tech* 4:781-787.
- Numata M, Yamada H, Nakamura T, Muguruma M 1989 The effect of transglutaminase on heat-induced gelation and water holding capacity of myosin B studies on application of transglutaminase to meat and meat products Part I. *J Jpn Soc Food Sci* 36(10):832-838.
- Park G, Jin S, Choi J 2022 Effects of physicochemical characteristics and storage stability of porcine albumin protein hydrolysates in pork sausage. *Curr Res Nutr Food Sci* 10(3):1007-1019.
- Pateiro M, Munekata PE, Cittadini A, Domínguez R, Lorenzo JM 2021 Metallic-based salt substitutes to reduce sodium content in meat products. *Curr Opin Food Sci* 38:21-31.
- Pathare PB, Opara UL, Al-Said FA-J 2013 Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. *Food Bioproc Tech* 6:36-60.
- Pearson D 1968 Application of chemical methods for the assessment of beef quality. II. Methods related to protein breakdown. *J Sci Food Agric* 19(7):366-369.
- Pereira AC, Reis MS, Saraiva PM 2009 Quality control of food products using image analysis and multivariate statistical tools. *Ind Eng Chem Res* 48(2):988-998.
- Petit G, Jury V, de Lamballerie M, Duranton F, Pottier L, Martin JL 2019 Salt intake from processed meat products: Benefits, risks and evolving practices. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 18(5):1453-1473.
- Power ML, Heaney RP, Kalkwarf HJ, Pitkin RM, Repke JT, Tsang RC, Schulkin J 1999 The role of calcium in health and disease. *Am J Obstet Gynecol* 181(6):1560-1569.
- Rhee KS 1999 Storage stability of meat products as affected by organic and inorganic additives and functional ingredients. Pages 95-113 In: *Quality Attributes of Muscle Foods*. Springer.
- Ribeiro WO, Ozaki MM, Dos Santos M, Rodríguez AP, Pflanzler SB, Pollonio MAR 2021 Interaction between papain and transglutaminase enzymes on the textural softening of burgers. *Meat Sci* 174:108421.
- Ropp RC 2012. *Encyclopedia of the Alkaline Earth Compounds*. Newnes.
- Sirangelo TM 2019 Sensory descriptive evaluation of food products: A review. *J Food Nutr Res* 2(4):354-363.
- U.S. Department of Agriculture ARS 2019 FoodData Central.
- Vandendriessche F 2008 Meat products in the past, today and in the future. *Meat Sci* 78(1-2):104-113.
- Vidal VA, Lorenzo JM, Munekata PE, Pollonio MA 2021 Challenges to reduce or replace NaCl by chloride salts in meat products made from whole pieces - a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 61(13):2194-2206.
- Vidal VA, Paglarini CS, Lorenzo JM, Munekata PE, Pollonio MA 2023 Salted meat products: Nutritional characteristics, processing and strategies for sodium reduction. *Food Rev Int* 39(4):2183-2202.
- Wang J, Huang XH, Zhang YY, Li S, Dong X, Qin L 2023 Effect of sodium salt on meat products and reduction sodium strategies - A review. *Meat Sci* 205:109296.
- Witte VC, Krause GF, Bailey ME 1970 A new extraction method for determining 2 thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35(5):582-585.
- Yessimbekov Z, Kakimov A, Caporaso N, Suychinov A, Kabdylzhar B, Shariati MA, Baikadamova A, Domínguez R, Lorenzo JM 2021 Use of meat-bone paste to develop calcium-enriched liver pâté. *Foods* 10(9):2042.