



Research Article

A comparison of physicochemical properties of hamburger steaks made with pork, beef and venison

돈육, 우육 및 사슴육으로 제조한 햄버거 스테이크의 이화학적 특성 비교

Nan-Hee Lee¹, Ung-Kyu Choi^{2*}

이난희¹ · 최응규^{2*}

¹Department of Medi-Food HMR Industry, Daegu Hanny University, Gyeongsan 38578, Korea

²Department of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

¹대구한의대학교 메디푸드HMR산업학과, ²한국교통대학교 식품공학과

Abstract This study aimed to pave the way for the industrialization of deer-based meat products. Hamburger steak prepared using deer meat as an alternative to pork as a raw material was evaluated for yield after heat treatment, water-holding capacity, shear force, color, and texture. The pH of all test groups was found to be within the range of pH 5.7-5.8, with no significant differences based on the raw meat. The yield of venison hamburger steak after heat treatment was significantly higher than pork. Adding deer meat reduced the water-holding capacity. Shear force ranged from 1.79 to 1.82%, with no statistically significant differences among any stakes. The venison imparted a rich brown hue to the hamburger steak. The venison steak had a darker red shade compared to the pork. Hardness, elasticity, cohesiveness, and chewiness were all significantly higher in HVV, HPV, and HPB than in HPP. HVV had the highest adhesiveness, followed by HPP, HPB, and HPV. The promising results suggested that deer meat-based hamburger steaks may have a high utility as a meat product.

Keywords venison, hamburger steak, shear force, physicochemical properties



OPEN ACCESS

Citation: Lee NH, Choi UK. A comparison of physicochemical properties of hamburger steaks made with pork, beef and venison. Korean J Food Preserv, 29(6), 943-952 (2022)

Received: July 05, 2022
Revised: October 06, 2022
Accepted: October 07, 2022

***Corresponding author**
 Ung-Kyu Choi
 Tel: +82-43-820-5242
 E-mail: ukchoi@ut.ac.kr

Copyright © 2022 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1970년대 햄버거 패스트푸드에 국내에 개점한 이후 관련 사업은 가파른 성장세를 보이고 있으며, 이에 따른 햄버거 스테이크의 소비도 지속적인 증가추세에 있다(Park 등, 2005). 햄버거 스테이크의 품질은 원료육의 종류, 원료배합비와 제조공정, 부원료의 종류와 양, 중간제품의 저장방법 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(Choi 등, 2015), 햄버거 스테이크의 품질을 향상시키기 위한 노력이 활발히 진행되어 왔다.

육가공품에서 지방은 적절한 맛과 향을 제공할 뿐만 아니라, 부드러운 식감을 부여하는 긍정적인 역할을 수행하지만(Christiansen 등, 1975), 과도한 섭취에 따른 비만 유발, 고혈압, 동맥경화 및 관상동맥질환과 같은 만성질환의 원인이 될 수 있어(Ebbeling 등, 2002) 육가공 식품

개발 시 지방함량을 감소시키려는 노력은 항상 중요하게 고려되어 왔다(Kim 등, 2013). 그 예로써 저지방 돼지고기 패티에 팩틴과 토마토 전분을 지방대체제로 첨가할 경우 품질에 긍정적 효과를 주는 것으로 보고되어 있으며(Joo와 Chung, 2007), 닭고기 패티 제조 시 glucomannan과 지방 함량을 조절할 경우 저지방 제품을 제조할 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Kim 등, 2007). 또한, 돈육 패티 제조 시 해조류 첨가는 패티의 미네랄 함량을 증가시켜 돼지고기에 부족한 미네랄 함량을 강화시켜 주며, 가열감량을 감소시키고 다즙성을 증가시키는 등의 긍정적 효과를 보였다(Jeon과 Choi, 2012). 그 외 국내 연안에서 많이 어획되는 정어리(Oh 등, 1984)와 넙치(Yoon 등, 2015)를 주원료로 하여 어육 스테이크를 제조한 결과, 상품성이 있는 것으로 확인된 바 있으며, 재구성 소고기 스테이크의 제조 시 3% 수준의 고기 유화물의 첨가는 조직감 개선에 긍정적 효과를 보이는 것으로 보고된 바 있다(Choi와 Guenther, 1988).

사슴육은 우육과 돈육과 비교하여 단백질 함량이 높고 지방 함량이 낮으며, 무기질과 비타민이 상대적으로 풍부할 뿐만 아니라, 콜레스테롤 함량이 상대적으로 낮아 고단백, 저콜레스테롤의 조건을 갖춘 우수한 식육원료로 알려져 있다(Kim 등, 2005). 또한, 사슴육 적색육의 비율이 높아 건강 친화식품으로 여겨지며, 소와 돼지를 뒤이은 제3의 식육 원료로 평가되어(Park 등, 2000) 전 세계적으로 활발히 사육되고 있다(Lee, 2004).

우리나라 사슴 사육의 주목적은 녹용을 생산하기 위한 것이므로 식육 생산을 목적으로 하는 국가에 비해 사슴고기의 소비가 상대적으로 원활하지 못한 실정이며, 이는 사슴의 고령화에 따른 식육의 품질 저하로 이어져 사슴 사육 농가의 소득 악순환의 주요한 요인(Kim 등, 2020)으로 여겨진다. 이를 극복하기 위해서는 사슴 사육의 목적을 녹용 생산에서 식육 생산으로 전환하여 사슴 사육의 세대기간 단축을 통한 사육 농가의 소득 개선을 가져오는 노력이 매우 중요한 과제라고 판단된다. 특히, 우리나라에서도 일반 시민이 손쉽게 접할 수 있도록 양질의 사슴고기와 이를 이용한 식육가공 제품을 제공하여 사슴육의 시장규모를 점차 활성화시켜 나간다면 사슴 사육 산업의 소득 증대와 식육가공제품 시장의 활성화를 동시에 이룰 수 있을 것으로 기대된다(Lee와 Choi, 2021).

가정간편식 산업의 급격한 성장과 함께 햄버거 스테이크는 ready-to-heat(RTH) 제품 형태로 활발히 소비되고 있어 사슴육으로 제조한 스테이크는 새로운 형태의 home meal replacement 제품으로 광범위하게 활용될 것으로 판단된다(Park 등, 2004). 본 연구진은 사슴육 소비 활성화를 위한 연구의 일환으로 사슴육을 이용하여 제조한 햄버거 스테이크의 지방산 조성, 아미노산 함량 및 관능적 특성을 보고한 바 있으며, 본 연구에서는 사슴육 스테이크의 보수력과 전단력, 가열수율, 색도 및 조직감을 확인하여 사슴육을 활용한 육가공산업 활성화를 위한 기초 자료로 제공하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

본 실험에 사용된 사슴육은 2020년 충청북도에서 도축된 고기를 충북사슴영농조합법인(청주시)에서 구입하였으며, 돈육은 선진포크(청주시)에서 구매하였다. 그 외 본 실험에는 모두 특급시약을 사용하였다.

2.2. 햄버거 스테이크 제조

햄버거 스테이크는 Choi 등(2016) 및 Lee와 Choi(2021)의 방법에 따라 제조하였다. 즉, 원료육에서 과도한 지방과 결체조직을 제거한 다음 8 mm plate가 장착된 글라인더(PM-114L, Manca, Barcelona, Spain)로 분쇄하였으며, silent cutter(CN-21, Manca, Barcelona, Spain)를 이용하여 세절하여 사용하였다. 실험에 사용된 햄버거 스테이크의 배합비는 Table 1에 나타난 바와 같다. 스테이크 원료는 부재료를 첨가하여 3분 동안 상온에서 혼합한 후 12×90 mm, 70±1 g의 원반형으로 성형한 후 -20℃에서 저장하면서 실험에 사용하였다. 스테이크의 원료는 Table 1과 같이 돈육 100%(HPP), 돈육과 우육 각 50%(HPB), 돈육과 사슴육 각 50%(HPV) 및 사슴육 100%(HVV)로 달리 하여 실험에 사용하였다.

2.3. 보수력과 전단력 측정

보수력은 Grau와 Hamm(1953)의 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 중앙에 여과지

Table 1. Formulations of hamburger steak made with pork, beef and venison

| Ingredients | | Hamburger steak (%) | | | |
|---------------------|---------------|---------------------|-----|-----|-----|
| | | HPP ¹⁾ | HPB | HPV | HWV |
| Main material | Pork hind leg | 100 | 50 | 50 | 0 |
| | Beef hind leg | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | Venison | 0 | 0 | 50 | 100 |
| | Total | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Subsidiary material | Ice | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | Salt | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | Phosphate | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| | Sugar | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

¹⁾HPP, hamburger steak made with pork; HPB, hamburger steak made with pork and beef (50:50); HPV, hamburger steak made with pork and venison (50:50); HWV, hamburger steaks made with venison.

(Whatman No. 2, Whatman TM, Maidstone, England)를 놓고, 시료 0.3 g을 취하여 여과지 위에 놓은 다음 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개 놓고 3분간 일정한 압력으로 압착시킨 후, 여과지를 꺼내 고기육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분에 젖어 있는 부분의 총면적을 측정하였다. 보수력은 수분에 젖어 있는 부분의 총면적에 대한 고기육편이 묻어 있는 부분의 면적 비(%)로 산출하였다. 전단력은 texture analyzer(TA-XT plus, Stable Micro Systems, Surrey, England)에 Warner-Bratzler blade를 장착한 후 제조된 시료의 너비 방향으로 2.5 cm 크기로 절단하여 분석하였다. 이때의 분석조건은 stroke 20 g, distance 10.0 mm, test speed 2.0 mm/sec로 설정하였다(Bourne 등, 1978).

2.4. pH와 가열수율 측정

햄버거 스테이크의 pH는 샘플 3 g을 증류수 27 mL와 함께 균질기로 14,000 rpm에서 1분간 균질화하여 pH meter(Orion 3-Star Plus, Thermo, fisher scientific, Arizona, USA)로 3회 반복하여 측정하였다. 가열수율은 스테이크 시료 100 g을 정확히 달아 200℃로 예열한 전기그릴을 이용하여 양 면을 각각 2분 동안 가열한 후 5분간 식힌 다음 아래의 식 (1)과 같이 가열감량을 측정하여(Choi 등, 2016) 산출하였다.

$$\text{가열수율(\%)} = [100 - (\text{가열 전 스테이크 중량} - \text{가열 후 스테이크 중량})] \quad (1)$$

2.5. 색도 측정

색도는 제조된 햄버거 스테이크를 잘라낸 내부의 단면을 색차계(Chromameter CR 300, Minolta, Japan)로 Hunter의 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness) 값을 측정하였다. 표준판은 L=97.51, a=-0.18 및 b=+1.67의 값을 가진 백색판을 사용하였다. ΔE 값은 아래의 식 (2)로 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L^2 + a^2 + b^2)} \quad (2)$$

2.6. 조직감 측정

햄버거 스테이크의 조직감은 Texture analyser (TA-XT plus, Stable Micro System Co. Ltd., Surrey, England)를 이용하여 측정하였다. 시료의 전처리 4℃에서 냉장 보관한 햄버거 스테이크를 24℃의 상온에 10분간 방치 후, 끝부분을 제외한 내부를 twin blade sample preparation tool을 이용하여 20 mm 간격으로 절단하였다. 측정조건은 probe: 50 nm cylinder probe, pre-test speed: 1.00 mm/s, test speed: 2.00 mm/s, post-test speed: 5.00 mm/s, distance format: Strain (50%), time:

5.00 s, trigger force: 5.0 g이었으며, 측정 변수는 경도, 점착성, 탄성, 응집성, 씹힘성을 3회 이상 반복 측정하여 평균±표준편차로 나타냈다.

2.7. 미세구조 관찰

햄버거 스테이크의 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 촬영하였다. 사슴육을 동결 건조하여 백금으로 코팅(Sputter coater 108auto, Cressington, England)한 다음, SEM (Scanning Electron microscope, JSM-67 00F, JEOL, Tokyo, Japan)을 이용하여 가속 전압 10.0 kV의 조건에서 50배와 100배 배율로 확대하여 관찰하였다.

2.8. 통계처리

모든 실험 결과는 3회 반복 측정된 값을 평균±표준편차로 나타내었으며, 실험결과에 대한 통계 처리는 SPSS software package(Statistical Package for Social Sciences, version 12, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여, 일원분산분석법으로 유의성을 검증하고, Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 유의수준 $p < 0.05$ 에서 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. pH와 가열수율

원료육을 달리하여 제조한 햄버거 스테이크의 pH와 열처리 후 수율을 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 햄버거 스테이크의 pH는 모두 pH 5.7-5.8의 범위 내에 있는 것으로 확인되었으며(Fig. 1(A)), 주원료로 돈육, 우육 및 사슴육을 사용함에 따른 유의적인 차이점을 발견되지 않았다. 이는 육가공품의 pH가 첨가된 인산염에 의해 조절되었기 때문으로 판단된다. 육제품에서 pH는 제품의 색도, 조직감, 보수력, 결합력 등의 품질과 보존성에 중요한 요인으로(Miller 등, 1994) pH가 낮을수록 마이오글로빈의 산화가 촉진되고 보수력이 낮아지는 반면, pH가 증가할수록 보수력과 육색이 증가한다(Zhu 등, 1998). 육제품의 pH에 관한 연구로 머리고기를 첨가하여 제조한 햄버거 스테이크와 소시지의 pH는 머리고기의 첨가량에 비례하여 증가하며, 첨가물의 배합 비율에 의존적으로 다른 양상으로 보인다고 보고된 바 있다(Choi 등, 2016).

원료육을 달리하여 제조한 햄버거 스테이크의 가열수율을 확인한 결과는 사슴육을 이용하여 제조한 햄버거 스테이

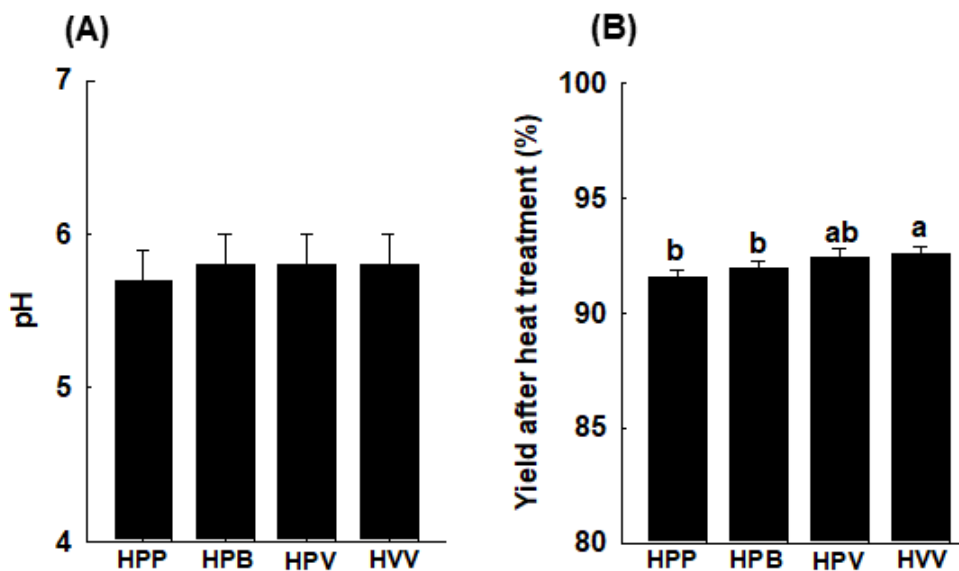


Fig. 1. pH (A) and yield after heat treatment (B) of the hamburger steak made with pork, beef and venison. ¹⁾HPP, hamburger steaks made with pork; HPB, hamburger steak made with pork and beef (50:50); HPV, hamburger steak made with pork and venison (50:50); HVV, hamburger steak made with venison. ^{2)a-d}Different superscripts indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ³⁾Values are means±standard deviations of triplicate determinations.

크의 가열수율이 유의적으로 높은 것으로 확인되었다(Fig. 1(B)). 즉, HPP의 가열수율이 $91.6 \pm 0.3\%$ 인데 반해 HVV는 $92.6 \pm 0.3\%$ 으로 1.0%P 높은 수율을 확보할 수 있었다. 가열수율은 최종제품의 무게에 중요한 영향을 미치며, 제품의 경제성 측면에서 매우 중요한 요소로써 식육단백질과 지방 및 수분 간의 결합력에 의해서 결정된다(Shand, 2000). 즉, 육가공품 제조 시 지방의 첨가는 가열수율을 증가시키고, 열처리 후 조직감 및 외관 품질에 영향을 미치므로 지방 첨가를 통한 지방 비율 보정은 소시지의 관능적 품질에 영향을 주는 중요한 요소로 보고되고 있다(Seong 등, 2006). 본 연구결과는 사슴육에 지방을 전혀 보정하지 않은 결과임에도 불구하고 가열수율이 높게 나왔으며, 향후 지방함량을 인위적으로 높일 경우 더 높은 가열수율과 품질향상 효과를 기대할 수 있을 것으로 기대된다.

3.2. 보수력과 전단력 변화

원료육을 달리하여 제조한 햄버거 스테이크의 보수력의 차이를 확인한 결과는 Fig. 2(A)에 나타난 바와 같이 사슴육의 첨가는 보수력을 약화시키는 것으로 나타났다. 즉 HPP, HPB 및 HPV의 보수력은 67.4-67.8%의 범위 내에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타난 반면, 사슴고기만을 사용한

HVV의 보수력은 $66.9 \pm 0.5\%$ 로 나타나 유의적인 감소를 보이는 것으로 확인되었다. 사슴육으로 제조한 육가공품의 보수력에 관한 연구는 현재까지 활발하지 못한 실정이며, 정육을 부산물로 대체하여 제조한 식육제품에서 부산물 첨가량의 증가에 따라 보수력이 낮아졌다는 결과가 보고된 바 있다(Lee와 Jin, 1987). 보수력은 육가공제품에서 수분을 보유하는 능력을 말하는 것으로 육제품의 품질을 결정하는 중요한 요인 중 한가지로 볼 수 있으며(Choi 등, 2016), 본 연구는 사슴고기와 돼지고기 및 혼합육을 단순 비교한 결과로써 향후 보수력의 증가를 위해 지방 함량의 조절, 사슴육 부산물과 식품첨가물의 활용 등을 통해 보수력 강화를 위한 연구가 추가로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

원료육을 달리하여 제조한 햄버거 스테이크의 전단력은 Fig. 2(B)에 나타난 바와 같이 시험된 모든 스테이크에서 1.79-1.82 kg의 범위 내에서 유의적인 차이가 없는 것으로 확인되었다. 전단력은 식품에 물리적인 수단을 이용하여 상대적인 수치로 표시하는 물리적 성질로서 시료 내 임의 면에 기계적으로 작용하여 그 양쪽을 역방향으로 어긋나도록 작용하는 내력을 측정할 수 있다(Choi 등, 2006). 햄버거 스테이크의 주원료로 사용되는 돼지 앞다리살에 돼지 머리고기를 첨가한 유화형 소시지의 경도는 머리고기 첨가량

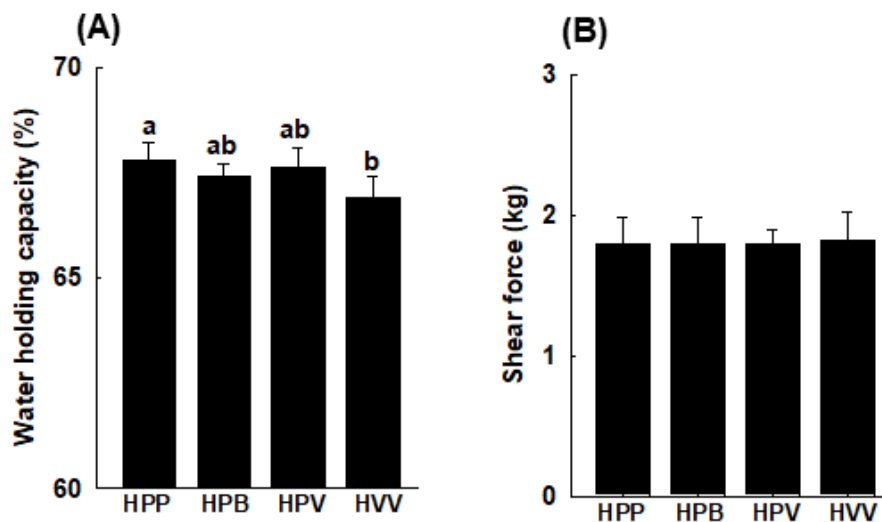


Fig. 2. Water holding capacity (A) and shear force (B) of the hamburger steak made with pork, beef and venison. ¹⁾HPP, hamburger steak made with pork; HPB, hamburger steak made with pork and beef (50:50); HPV, hamburger steak made with pork and venison (50:50); HVV, hamburger steak made with venison. ^{2)a-d}Different superscripts indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ³⁾Values are means \pm standard deviations of triplicate determinations.

에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 돼지 부산물의 첨가는 그 혼합비율에 따라서 식육제품의 전단력에서 차이가 있다고 보고된 바 있다(Kim 등, 1999). 본 연구결과는 사슴육을 활용한 햄버거 스테이크 제조의 기초연구로서 향후 이 결과를 바탕으로 사슴육과 돈육 부산물의 첨가를 활용한 햄버거 패티를 제조할 경우 다양한 품질의 제품 개발

이 가능할 것으로 기대된다.

3.3. 색도 변화

원료육을 달리하여 제조한 햄버거 스테이크의 색도 변화를 측정된 결과는 Fig. 3에 나타내었다. L값은 HVV에서 56.7 ± 2.5 로 가장 낮게 나타났으며, HPV(60.9 ± 1.0), HPB

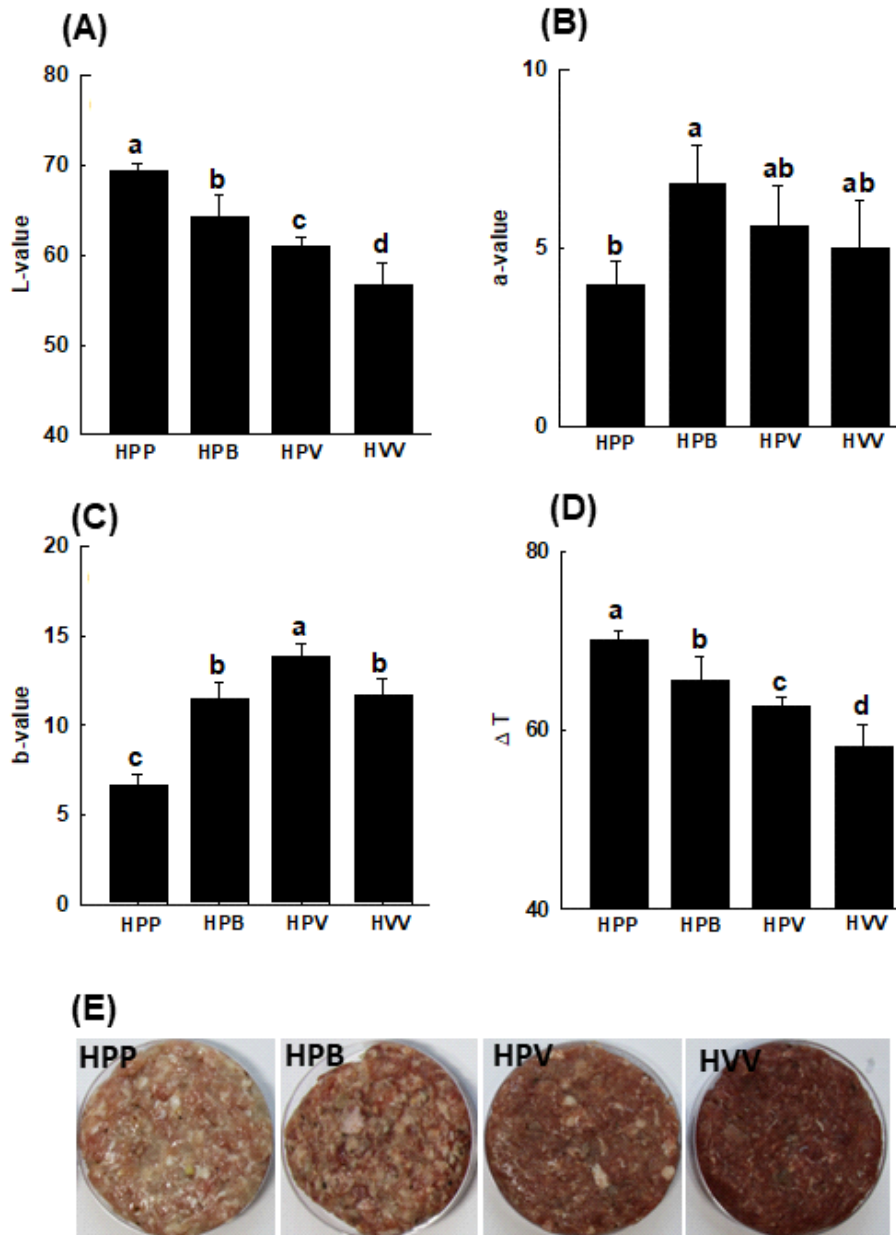


Fig. 3. Color of the hamburger steak made with pork, beef and venison. ¹⁾(A), L-value; (B), a-value; (C), b-value; (D), ΔT; (E), hamburger steaks: HPP, hamburger steak made with pork; HPB, hamburger steak made with pork and beef (50:50); HPV, hamburger steak made with pork and venison (50:50); HVV, hamburger steak made with venison. ²⁾a-d Different superscripts indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ³⁾Values are means \pm standard deviations of triplicate determinations.

(64.2 ± 2.5) 및 HPP(69.3 ± 1.0)의 순으로 나타나, 사슴육 첨가에 따라 햄버거 스테이크의 L값은 어두워지는 것으로 확인되었다. a값은 HPB(6.8 ± 1.1), HPV(5.6 ± 1.2) 및 HVV(5.0 ± 1.3)에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 돈육으로만 제조한 HPP(3.9 ± 0.7)는 낮은 값을 나타내었다. 이는 사슴육과 우육을 활용할 경우 돈육에 비해 적색도가 현저히 높아지는 것을 의미한다. b값은 HPV가 13.9 ± 0.7 로 가장 높게 나타났으며, HVV(11.7 ± 0.9), HPB(11.5 ± 0.9) 및 HPP(6.6 ± 0.6)의 순으로 나타났다. ΔE 값은 L값의 변화와 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다. 즉 HVV(58.1 ± 2.6), HPV(62.7 ± 1.0), HPB(65.6 ± 2.6) 및 HPP(70.0 ± 1.1)의 순으로 나타나, ΔE 값은 사슴고기의 첨가에 의해 낮아지는 것으로 확인되었다. 제조된 햄버거 스테이크의 실물 사진은 Fig. 3(E)에 나타내었다. 육안으로도 사슴육으로 제조한 스테이크(d)의 색이 돈육(a), 돈육과 우육을 혼합한 스테이크(b) 및 돈육과 사슴육을 혼합한 스테이크(c)보다 적색이 강함을 확인할 수 있었다. 아질산염은 육가공제품에 붉은색을 강화하는 발색제로 널리 이용되고 있으나, 일정 농도 이상 섭취하면 메트헤모글로빈증을 일으킬 뿐만 아니라, 발암성을 가진 N-nitroso 화합물의 전구체로 위험성이 제기되고 있다(Peter, 1975). 본 연구결과에서 사슴육을 이용

한 스테이크는 적색이 현저하게 높아짐으로써 아질산염의 사용을 줄이거나 없앨 수 있다는 것을 의미한다.

3.4. 미세구조

원료육을 달리하여 제조한 햄버거 스테이크 단면의 초미세구조를 확인한 결과는 Fig. 4에 나타난 바와 같다. 각 스테이크의 단면에서 유사한 원형 형태와 크기의 기공이 확인되었으며, 사슴육 첨가에 따른 기공의 형태 또는 크기의 변화는 육안으로 관찰되지 않았다. 육제품의 표면구조는 충전 또는 성형시 가해지는 압력에 따라 다르게 나타날 수 있으나, 동일한 제조방법에 의해 제조된 육제품의 경우 원료육에 따른 차이를 확인할 필요가 있다. 본 연구에서는 사슴육 첨가에 따른 차이를 확인할 수 없었으나, 본 결과는 향후 원료육의 차이에 따른 표면구조연구의 기초자료로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

3.5. 조직감 변화

원료육을 달리하여 제조한 햄버거 스테이크의 조직감을 경도(hardness), 접착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집력(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)에 대해 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 경도의 경우 HVV가 $1,824.3 \pm$

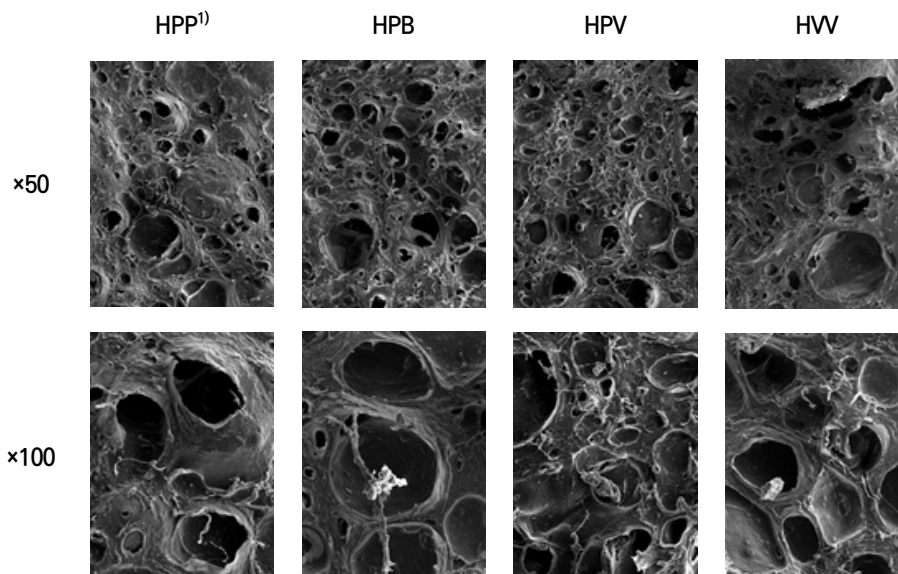


Fig. 4. Scanning electron micrograph of hamburger steak made with pork, beef and venison. ¹⁾HPP, hamburger steak made with pork; HPB, hamburger steak made with pork and beef (50:50); HPV, hamburger steak made with pork and venison (50:50); HVV, hamburger steak made with venison.

Table 2. Texture characteristics of hamburger steak made with pork, beef and venison

| Texture | HPP ¹⁾ | HPB | HPV | HVV |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Hardness (g) | 1,563.0±193.1 ^{2)(b3)} | 1,911.6±93.3 ^a | 1,954.3±83.1 ^a | 1,824.3±139.5 ^a |
| Adhesiveness (g.s) | -8.47±3.22 ^b | -15.44±5.21 ^c | -17.08±8.76 ^c | -2.56±1.65 ^a |
| Springiness | 0.964±0.004 ^b | 0.974±0.009 ^a | 0.982±0.015 ^a | 0.986±0.005 ^a |
| Cohesiveness | 0.835±0.007 ^b | 0.860±0.012 ^a | 0.865±0.017 ^a | 0.852±0.007 ^a |
| Chewiness | 1,257.8±90.3 ^b | 1,598.9±87.2 ^a | 1,601.9±72.3 ^a | 1,567.3±90.5 ^a |

¹⁾HPP, hamburger steak made with pork; HPB, hamburger steak made with pork and beef (50:50); HPV, hamburger steak made with pork and venison (50:50); HVV, hamburger steak made with venison.

²⁾Values are mean±standard deviations of triplicate determinations.

³⁾Different superscripts (^{a-c}) in a row indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

139.5로 가장 높았으며, HPV, HPB 및 HPP의 순으로 높게 나타났다. 탄성과 응집성 및 씹힘성은 HVV, HPV, HPB가 모두 HPP에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 이는 단백질 함량이 높고 지방 함량이 적은 우육과 사슴육의 고유 특성에 의한 것으로 동일한 부피 내의 지방 함량 차이에 기인하는 것으로 사료된다. 접착성의 경우 HVV가 가장 높았으며, HPP, HPB 및 HPV의 순으로 나타나, 두 종류를 혼합한 스테이크의 접착성이 단일 육을 사용한 스테이크보다 낮게 나타남을 확인할 수 있었다. 사슴고기를 이용한 햄버거 스테이크의 조직감에 관한 연구는 현재까지 보고된 바 없으며, 돼지고기 패티에 해조류를 첨가하여 조직감을 확인한 결과, 해조류 첨가는 경도와 씹힘성을 강화시키는 반면 응집성에는 유의적 영향을 미치지 못하며(Jeon과 Choi, 2012), 경도와 씹힘성의 변화는 해조류에 포함되어 있는 알긴산 등 섬유소의 결합력에 기인하는 것으로 추정된 바 있다(Hwang 등, 1998). 또한, 육가공품 제조 시 식이섬유 첨가는 결합력과 보수력을 높여 경도를 강화시키고, 품질을 향상시키는 것으로 보고된 바 있다(Choi 등, 2011). 본 연구에서는 사슴육을 이용하여 햄버거 스테이크를 제조하여 경도, 탄력성, 응집성 및 씹힘성이 높아지는 결과를 확인하였으며, 향후 해조류 등 식이섬유원의 첨가를 통해 추가적인 품질 개선 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

4. 요약

본 연구에서는 돈육 대체원료로 사슴육을 사용하여 햄버거 스테이크를 제조한 후, 가열수율, 보수력과 전단력, 색도

및 조직감을 확인하여 사슴육을 활용한 육제품의 산업화를 위한 자료로 제공하고자 하였다. pH는 모두 pH 5.7-5.8의 범위 내에 있는 것으로 확인되었으며, 원료육에 따른 유의적인 차이점을 발견되지 않았다. 사슴육 햄버거 스테이크의 가열수율이 돈육에 비해 유의적으로 높은 것으로 확인되어 제품의 경제성 측면에서 돈육에 비해 유리할 것으로 판단된다. 보수력은 사슴육의 첨가에 따라 약화되는 것으로 나타났다. 전단력은 모든 스테이크에서 1.79-1.82%의 범위 내에서 유의적인 차이가 없는 것으로 확인되었다. 색도 측정 결과, 사슴육 첨가에 따라 햄버거 스테이크의 색도는 어두워지는 것으로 확인되었다. 또한, 사슴육을 활용할 경우, 돈육에 비해 적색도가 현저히 높아져 육제품 제조시 첨가되는 아질산염의 사용을 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 조직감을 확인한 결과, 경도, 탄성, 응집성 및 씹힘성은 HVV, HPV, HPB가 모두 HPP에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 접착성의 경우 HVV가 가장 높았으며, HPP, HPB 및 HPV의 순으로 나타났다. 종합 판단하여 사슴육을 이용한 햄버거 스테이크는 가열수율이 높고 적색도가 현저히 높을 뿐 아니라, 조직감도 우수하여 육제품으로써의 활용성이 높을 것으로 기대된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Choi UK. Data curation: Lee NH, Choi UK. Formal analysis: Lee NH, Choi UK.

Methodology: Lee NH, Choi UK. Validation: Lee NH, Choi UK. Writing - original draft: Choi UK. Writing - review & editing: Lee NH.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Nan-Hee Lee (First author)

<https://orcid.org/0000-0002-7549-0628>

Ung-Kyu Choi (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0002-4551-8693>

References

- Choi YI, Guenther JJ. Effect of emulsion addition on exudate proteins, binding, visual and sensory characteristics of restructured beef steaks. *Korean J Anim Sci*, 30, 752-757 (1988)
- Choi YS, Jeon KH, Ku SK, Sung JM, Choi HW, Seo DH, Kim CJ, Kim YB. Quality characteristics of replacing pork hind leg with pork head meat for hamburger patties. *Korean J Food Cook Sci*, 32, 58-64 (2016)
- Choi YS, Jeong JY, Choi JH, Lee MA, Lee ES, Kim HY, Han DJ, Kim JM, Kim CJ. Effects of immersion period after tumbling processing on the quality properties of boiled pork loin with soy sauce. *Korean J Food Cook Sci*, 22, 379-385 (2006)
- Choi YS, Kim HY, Song DH, Choi JH, Park J, Kim MY, Lim, CS, Kim CJ. Quality characteristics and sensory properties of reduced-fat emulsion sausages with brown rice fiber. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 31, 521-529 (2011)
- Christiansen LN, Tompkin RB, Shaparis AB, Johnston RW, Kautter DA. Effect of sodium nitrite and nitrate on *Clostridium botulinum* growth and toxin production in a summer style sausage. *J Food Sci*, 40, 488-490 (1975)
- Ebbeling CV, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: Public-health crisis, common sense cure. *Lancet*, 360, 473-482 (2002)
- Grau R, Hamm R. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. *Naturwissenschaften*, 40, 29-30 (1953)
- Hwang JK, Hong SI, Kim CT, Choi MJ, Kim YJ. Quality changes in meat patties by addition of sea mustard paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 27, 477-481 (1998)
- Jeon MR, Choi SH. Quality characteristics of pork patties added with seaweed powder. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 32, 77-83 (2012)
- Joo SY, Chung HJ. Effects of pectin and potato starch on the quality characteristics of low-fat pork patties. *Korean J Food Cook Sci*, 23, 824-831 (2007)
- Kim HA, Kim BC, Kim YK. Quality characteristics of the sausages added with pepper seed powder and pepper seed oil. *Korean J Food Cookery Sci*, 29, 283-289 (2013)
- Kim JH, Yoo YM, Cho SH, Park BY, Lee JM, Kim YK. Effect of grinding and mixture ratios of by-products from pig on characteristic of *pyunyuk* products. *Korean J Food Sci Ani Resour* 19, 81-87 (1999)
- Kim JU, Baek GG, Lee NH, Choi WS, Choi UK. Organoleptic characteristics of Frankfurter sausage made with venison. *Korean J Food Nutr*, 33, 639-644 (2020)
- Kim SJ, Choi WS, You SG, Min YS. Effect of glucomannan on quality and shelf-life of low-fat chicken patty. *Korean J Food Sci Technol*, 39, 55-60 (2007)
- Lee GW. Physico-chemical properties and composition of venison in deer breeds. *J Life Sci*, 14, 525-530 (2004)
- Lee MH, Jin SK. Effect of the addition of by-products on the quality of the re-structured pork product. *Korean J Anim Sci* 29, 142-147, (1987)
- Lee NH, Choi UK. Physicochemical and sensory

- properties of hamburger steak made with venison. *Korean J Food Preserv*, 28, 908-914 (2021)
- Miller CC, Park Y, Pariza MW, Cook ME. Feeding conjugated linoleic acid to animals partially overcomes catabolic responses due to endotoxin injection. *Biochem Biophys Res Commun*, 198, 1107-1112 (1994)
- Oh KS, Cho SY, Cha YJ, Lee EH. Processing conditions and quality stability of sardine steak during frozen storage. *Korean J Food Sci Technol*, 16, 133-138 (1984)
- Park CI, Kim YK, Kim YJ. Effect of vacuum packaging and aerobic packaging on the physico-chemical characteristics of venison. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 20, 214-221 (2000)
- Park JC, Jeong JY, Lee ES, Choi JH, Choi YS, Yu LH, Paik HD, Kim CJ. Effects of replaced plant oils on the quality properties in low-fat hamburger patties. *Korean J Food Sci Technol*, 37, 412-417 (2005)
- Park KS, Kim JG, Lee WJ, Oh SH, Lee YS, Kim JH, Kim JH, Kim WG, Byun MW. Effect of combined treatment of gamma irradiation and addition of rosemary extract powder on ready-to-eat hamburger steaks. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 694-699 (2004)
- Peter FS. The toxicology of nitrate, nitric acid and N-nitroso compounds. *J Sci Ed Agric*, 26, 1761-1770 (1975)
- Seong PN, Lee CE, Kim JH, Park BY, Hah KH, Ko MS. Effect of replacing pork with horse meat on quality characteristics of emulsion-type sausage. *J Animal Sci Technol*, 48, 739-746 (2006)
- Shand PJ. Textural, water holding, and sensory properties of low-fat pork Bologna with normal and waxy starch hull-less barley. *J Food Sci*, 65, 101-107 (2000)
- Yoon MJ, Kwon SJ, Lee JD, Park SY, Kong CS, Joo JC, Kim JG. Processing and property of olive flounder *Palalichthys olivaceus* steak. *J Korean Soc Fish Mar Edu*, 27, 98-107 (2015)
- Zhu LG, Brewer MS. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J Food Sci*, 63, 763-767 (1998)