

식이섬유 분해효소 처리의 과일과 채소 첨가가 떡갈비에 미치는 품질 특성 비교

Comparison of Quality Characteristics of Tteokgalbi Added with Fruits and Vegetables Treated by Dietary Fiber-Decomposing Enzymes

최은선¹⁾ · 황선영²⁾ · 류다현²⁾ · 다이샤샤²⁾ · 유현희^{3)*}

군산대학교 식품영양학과 박사¹⁾ · 군산대학교 식품영양학과 석사과정²⁾ · 군산대학교 식품영양학과 교수^{3)*}

Choi, Eun Sun¹⁾ · Hwang, Seon Yeong²⁾ · Ryu, Da Hyeon²⁾ · Dai, Sha Sha²⁾ · Yu, Hyeon Hee^{3)*}

Department of Food & Nutrition, Kunsan National University^{1),2),3)}

Abstract

In this study, we examined effects of adding fruit and vegetable meat tenderizers pretreated with cellulolytic enzymes when formulating tteokgalbi using pork and beef. Meat tenderizers were created by adding no cellulolytic enzyme to control(TC), 3% Celluclast to T1(EG1), 3% Viscoflow to T2(EG2), 3% Pectinex to T3(EG3), and a combination of 2% Celluclast, 1% Pectinex, and 0.5% Viscoflow to T4(EG4). For immersion, TC, T1, T2, T3, and T4 were used as meat tenderizers in TC, EG1, EG2, EG3, and EG4, respectively. Results of analyzing quality characteristics of the tteokgalbi revealed that EG1~EG4 had significantly higher moisture, crude ash content, crude protein content, crude fat content, water holding capacity, sugar content, polyphenol contents, and DPPH radical scavenging activity than the control. EG1, EG3, and EG4 had significantly smaller cooking loss, diameter, and thickness than the control. Furthermore, EG1, EG3, and EG4 had significantly lower hardness, springiness, and gumminess than the control. In terms of sensory evaluation, color, taste, flavor, appearance, texture, and overall acceptance were significantly higher in EG1~EG4 than the control, with EG4 having the highest acceptability. Based on these findings, it can be concluded that EG4 is the most suitable option for processing meat products as it provides a higher tenderizing effect and a better palatability, making it ideal for creating aged-friendly foods.

Keywords: Aged-friendly, Tteokgalbi, Cellulolytic enzyme, Meat tenderizer

I. 서론

레드비트(*Beta vulgaris* L.)는 명아주과(Chenopodiaceae)에 속하는 뿌리채소로, 레드비트 분말 첨가 시 하소라(2016)는 소시지의 응집성, 탄력성, 씹힘성이 낮아졌고,

신승훈, 최정석(2020)은 돈육패티의 씹힘성이 감소하였다고 하였다. 이로 보아 레드비트는 육류의 연화에 효과가 있을 것으로 보인다. 무(*Raphanus sativus* L.)는 십자화과(Brassicaceae)에 속하는 뿌리채소로 단백질 분해효소인 프로테아제와 유리아미노산, 유기산, 비타민 C 등이 들어

본 연구는 2023년도 한국연구재단의 연구비 지원을 받아 작성된 것임(승인번호:1040117-202310-HR-020-02).
군산대학교 박사학위 논문과 2024년 한국생활과학회 하계 학술대회에서 포스터 발표한 것임.

* Corresponding author: Yu, Hyeon Hee

Tel: +82-063-469-4636, Fax: +82-063-466-2085

E-mail: youhh@kunsan.ac.kr

© 2024, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

있다(김연옥, 2011). 국내 배(*Pyrus pyrifolia* var. *culta*.)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 교목성 낙엽과수 열매로 육회에 배를 같이 먹으면 단백질 분해를 도와 단백질 흡수율을 높일 수 있으며(정혜경, 2024), 돼지고기나 쇠고기를 먹을 때 배를 함께 먹으면 단백질 분해 효소인 에스테라제가 소화를 촉진시킨다고 한다(한복진 외, 1998). 한승관, 진구복(2004), 이관호(2007), 김은미(2002)는 한국산 배에 단백질 분해효소가 있다고 보고하였다. 사과(*Malus pumila* Mill)는 장미과(Rosaceae)의 낙엽교목 식물인 사과나무 열매로(김지은 외, 2021), 김윤숙 외(2018)는 소고기와 돼지고기에 사과 처리시 연육효과와 관능적 품질 개선 효과가 나타나는데 이는 단백질분해효소 활성도와 관계가 있으며, 사과 종류 중 후지는 소고기에, 홍로는 돼지고기의 기호도를 더 높여 잘 맞는다고 하였다. 식이섬유 분해효소 처리는 안정적으로 식물세포벽의 구성성분을 분해하여 수율, 여과성을 높이고, 이화학적, 관능학적 특성을 개선하는 효과가 있다(이주영 외, 2023). 본 연구에 사용한 식이섬유 분해효소 Celluclast 1.5 L(이하 C)는 celloviohydrolase, 1,4-D-glucanase, 1,4-β-D-glucosidase 효소를 포함하고, Viscoflow MG(이하 V)는 endo-β-glucanase이 β-D-glucans의 (1,3)- 및 (1,4)- 결합의 가수분해 작용을 하는 Cellulase, Xylanase, Alpha-amylase 효소를 포함한다(김선효, 2022). Pectinex Ultra SP-L(이하 P)는 polygalacturonase를 내포하는 효소제로, pectinases, hemicellulases, beta-glucanases 효소를 포함한다(김명환 외, 2017). 식이섬유 분해효소로 처리한 과일(배, 사과)과 채소(레드비트, 무)의 연육제 침지로 육류 가공품인 떡갈비의 가공적성이 증가할 것으로 보인다.

국제연합(United Nations)의 기준에 따르면 전체인구의 65세 이상이 차지하는 비율이 7% 이상에서 14% 미만은 고령화 사회, 14% 이상에서 20% 미만은 고령사회, 20% 이상은 초고령 사회로 분류한다(장효현, 이승주, 2017). 이에 우리나라는 65세 이상 인구 비율이 2000년에는 7.2%로 고령화 사회에, 2019년에는 14.2%로 고령사회에 진입하였다. 또한, 2025년에는 20.6%로 초고령 사회에 진입할 것이며, 2050년에는 40%를 초과할 것으로 전망하여(국가통계포털, 2023), 우리나라의 고령화 속도는 전 세계에서 유례없이 빠른 것으로 나타났다. 우리 사회가 고령사회로 진입하면서 대두되는 문제점은 고령자의 건강과 영양 문제이다. 노인의 영양은 건강과 삶의 질에 큰 영향을 준다(양은주, 2009). 김근영(2007)은 실버세대(50세 이상)에서 육류의 선호도는 높으나 이용도가 다소 떨어진다고

하였으며, 김미영, 이유나(2016)는 노인(65세 이상)이 선호하는 식재료는 육류가 16.1%로 가장 높았으나, 섭취 빈도는 8.3%로 낮았다고 하였다. 육류는 단백질의 우수한 급원식품이지만 노인이 섭취하기에 질기고 단단한 조직감을 가지고 있어 치아가 부실한 노인에게 편의성이 낮다. 따라서 육류의 연화는 고령친화식품 제조에 필요한 가공 과정 중 하나이다. 육류 연화 방법에는 물리적 방법, 수화력 증가 방법, 숙성 방법, 단백질분해효소 및 연육제 첨가 등의 방법이 있다(박옥경, 2022). 그러나 변색, 변질과 특히 단백질분해효소 처리시 과잉 분해로 인한 기호도 저하 등의 문제점들이 있어 효과적이며 안전한 방법이 요구된다(배영희, 노정혜, 2000; 신복음 외, 2019). 우리나라보다 고령사회에 먼저 진입한 일본에서는 이러한 문제점들을 다룬 물성조절 식품 연구가 지속적으로 이루어지고 있으며, 이를 통해 개발된 다양한 식품이 판매 중에 있다(우희동 외, 2011). 그러나 우리나라는 고령친화식품 중 저작능력 저하와 영양, 기호도까지 고려한 육류 가공품 개발은 부족한 상황이다(김중현, 2019). 떡갈비는 본래 궁중에서 임금의 손으로 고기를 뜯을 수 없어, 고기를 떡처럼 모양을 만들어 솥에 구워 먹는 음식으로 소고기나 돼지고기의 갈비살을 이용한 음식이다(이재준 외, 2011; 한명옥, 2010). 현재 육제품으로 가공되어 판매되고 있는 떡갈비는 여러 가지 모양으로 성형될 수 있고 모든 연령층에게 선호되고 있어 소비자들에게 인지도 및 선호도가 높은 육제품이다(김학연 외, 2016; 장혜현 외, 2021). 돈육의 안심과 우육의 설도는 쫄쫄하고 질겨서 비선호 부위로 선호 부위인 돈육의 삼겹살이나 우육의 등심보다 저렴한 가격으로 판매되고 있다(김중현, 2019; 장혜현 외, 2021; 정수정 외, 2024). 따라서 이들 단점을 보완하여 고령친화형 떡갈비로 개발하면, 돈육과 우육의 비선호부위 소비 증가로 인해 국내 축산업의 발전에도 도움이 되고 노인층의 건강유지에도 도움이 될 것으로 보인다.

따라서 본 연구는 노인에게 적용 가능한 육류 가공품 개발을 위한 기초연구로 C, V, 그리고 P 효소로 전처리한 레드비트, 무, 배, 사과를 이용한 연육제를 돈육과 우육에 침지시킨 후 떡갈비를 제조하여 이의 품질특성에 대해 살펴 보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 시약

본 연구에서 사용된 레드비트(제주), 무(전북, 군산), 배(신고, 경기도, 안산), 사과(홍로, 경북), 돈육(안심, 국내산), 우육(설도, 국내산), 대파와 생강은 국내산으로 군산시 소재 마트에서 구입하였다. 또한, 떡갈비 양념장에 사용된 재료는 진간장(대상(주), 전북 순창군), 설탕(CJ 제일제당(주), 인천시), 다진 마늘(풀무원(주), 충북 음성군), 참기름(오뚜기, 경기도 안양시), 후추가루(오뚜기, 경기도 안양시), 올리고당(CJ 제일제당(주), 인천시), 꿀(가야농산, 경북 성주군), 감자전분(오뚜기, 경기도 안산시)을 사용하였다. C, V, P 효소는 Novozyme 회사의 제품을, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, Folin-Ciocalteu's phenol reagent는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 이용하였고, 그 외 시약은 1급을 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 연육제의 제조

예비실험에서 단백분해 효소활성이 레드비트 260.27 units/g, 무 194.45 units/g, 배 146.99 units/g, 사과 18.94 units/g이었다(표 제시 안함). 이에 본 연구에서는 연육제 제조를 위해 깨끗이 세척한 무, 껍질을 제거한 레드비트, 씨를 제거한 배, 사과를 0.5×0.5×0.5 cm 두께로 자르고, 단백분해 효소활성 크기 순서대로 레드비트, 무, 배, 사과를 각각 2:1:1:0.5 비율로 혼합한 후 동량의 물을 첨가하였다. TC에는 식이섬유 분해효소를 미첨가 하였고, T1은 Celluclast 3% 첨가, T2는 Viscoflow 3% 첨가, T3는 Pectinex 3% 첨가, T4는 Celluclast 2%, Pectinex 1%, Viscoflow 0.5%를 첨가하였다. 그 후 50℃, 300×g의 Shaking incubator (SI-100R, 한양과학기기, 서울시, 한국)에서 1시간 교반하고, 2분간 분쇄(BL311E, Zhejiang Shaoxing Supor Domestic Electrical Appliance Co., Ltd., China)한 것을 100 mesh 체에 걸러 즙액만 연육제로 사용하였다.

2) 떡갈비의 제조

떡갈비 제조를 위해 선행연구를 참고하여(정창환 외, 2021; 한명옥, 2010), 고기의 핏물을 제거하고 분쇄기(BL311E, Zhejiang Shaoxing Supor Domestic Electrical Appliance Co., Ltd., China)로 같은 돈육 및 우육 400g에 연육제 100g을 넣어 혼합하였다. 연육제는 앞서 제조한 Control에는 TC, EG1은 T1을 사용, EG2는 T2를 사용, EG3는 T3를 사용, EG4는 T4를 사용하였다. 그 후 냉장고

(삼성바이오냉장고, 삼성전자(주))에서 3시간 침지시킨 다음, 진간장 25 g, 설탕 18 g, 다진 대파 14 g, 다진 마늘 10 g, 참기름 10 g, 후추가루 1 g, 올리고당 10 g, 생강즙 2.5 g, 꿀 10 g, 감자전분 20 g으로 제조한 양념장과 혼합하였다. 혼합물은 80 g씩 계량하여 8.5×1.5 cm(지름, 높이) 유리디쉬에 넣어 성형한 후 오븐(FDO-7102, 대영(주))에서 종이호일로 윗면을 덮고 100℃, 40분, 종이호일을 제거 후 200℃, 10분 가열하여 떡갈비 표면이 갈색이 나도록 하였으며, 상온에서 10분간 방냉시켜 떡갈비를 제조하였다.

3) 일반성분분석

가열육의 일반성분은 AOAC(1996)법, 조단백질은 semimicro-Kjeldahl법, 수분함량은 상압가열 건조법, 조회분은 직접회화법, 조지방은 속실험법으로 분석하였으며, 탄수화물 함량은 가열육의 무게를 100%로 하여 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량(%)을 감한 것으로 산출하였다.

4) 보수력 및 가열감량

보수력은 김호경(2013)의 실험방법을 변형하여 실시하였다. 생육 10 g에 0.6 M NaCl 15 mL를 첨가한 후 상온에서 15분 방치하고 300×g에서 25분간 원심분리하여 얻은 상등액의 부피를 측정하였다. 결과는 다음 공식에 의해 산출하였다.

$$WHC(\text{보수력}) = (15 - \text{상등액 부피}) \times 10$$

가열감량은 김학연 외(2016)의 실험방법을 변형하여 실시하였다. 그리고 결과는 다음 공식에 의해 산출하였다.

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

5) 직경 및 두께 감소율

직경 및 두께 감소율은 김학연 외(2016)의 실험방법을 변형하여 실시하였으며, 결과는 다음 공식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{직경 감소율}(\%) = \frac{\text{가열 전 시료 직경}(mm) - \text{가열 후 시료 직경}(mm)}{\text{가열 전 시료 직경}(mm)} \times 100$$

$$\text{두께 감소율(\%)} = \frac{\text{가열 전 시료 두께(mm)} - \text{가열 후 시료 두께(mm)}}{\text{가열 전 시료 두께(mm)}} \times 100$$

6) pH, 당도 및 색도

생육과 가열육 각각 시료 5 g에 증류수 45 mL를 넣고 균질화한 후 원심분리기(MF-80, 한일과학산업)를 이용하여 900×g로 15분간 원심분리하여 얻은 상등액을 pH는 pH meter(A221, Orion Co., Beverly, MA, USA)로, 당도는 당도계(PAL-1, ATAGO, Tokyo, Japan)로 각각 측정하였다.

생육과 가열육의 색도는 색도색차계(CM-2600d Chroma Meter, Konica Minolta Holdings Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(L: lightness)와 적색도(a: redness), 황색도(b: yellowness)를 측정하였다.

7) 조직감

가열육의 조직감은 Texture Analyzer(CT3-1000, Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleborough, Massachusetts, USA)를 사용하여 Cylinder(TA11/1000) probe와 TPA(Texture Profile Analysis) 방법을 통해 Load 단위가 newton(N)이고, stress가 newtons/meter²(N/m²)인 상태에서 Pre-test speed 2.0 mm/s, Post-test speed 5.0 mm/s, Trigger load 4.0 N, Target value 3.0 mm, Depth 3.0 mm 조건으로, 경도, 부착성, 탄력성, 응집성, 점성, 씹힘성을 측정하였다.

8) 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능

가열육의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능은 김예슬(2021)의 실험방법을 변형하여 측정하였다. 시료 5 g과 80% 에탄올 45 mL를 넣어 균질화 시킨 다음 25℃에서 20분간 초음파 추출(UIL-DHS15040, UIL Ultrasonic Co., Ltd., Ansan, Korea)한 후 15분간 원심분리한 것의 상등액을 시료액으로 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 시료액 0.2 mL에 Folin-ciocalteu's phenol reagent 0.4 mL를 가하여 상온에서 3분간 반응시킨 후 10% sodium carbonate(Na₂CO₃) 0.8 mL를 분주하고 1시간 암소시킨 것을 분광광도계(Spectra MR, Dynex Technologies Inc., Chantilly, Virginia, USA)로 750 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 하여 산출하였다. 또한, DPPH 라디칼 소거능 측정은 시료액 0.1 mL에

0.2 mM DPPH 에탄올 용액 0.9 mL를 가하고 교반한 후 30분간 암소시킨 것을 517 nm에서의 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 다음 공식을 사용하여 산출하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} = 1 - (\text{시료첨가군의 흡광도} / \text{대조군의 흡광도}) \times 100$$

9) 기호도 검사

기호도 검사는 국립군산대학교 식품영양학과 20대 남녀 1:1 비율로 50명을 대상으로 평일 오후 3시부터 6시 사이에 고령친화 식품 또는 치아가 나쁜 노인에게 적용가능한 식품에 대한 정의 및 실험목적과 방법에 대해 설명한 후, 관능평가 실습실에서 Control, EG1~4의 돈육과 우육 떡갈비에 대해 색, 맛, 향미, 외관, 조직감, 전반적인 기호도, 총 6문항을 9점 평정법을 사용하여 약 15분 동안 평가하도록 하였다(1점:매우 싫다, 5점:좋지도 싫지도 않다, 9점:매우 좋다). 시료는 난수표가 적힌 일회용 백색 접시에 상온에서 10분간 방치한 2×2×1 cm 크기의 가열육을 3 조각씩 담아 제시하였으며, 필요시 시료를 추가로 제공하였다. 또한 물을 같이 제공하여 평가하는 시료와 시료 사이에 반드시 입안을 행구도록 하여 앞 시료의 평가가 뒤 시료에 미치는 영향을 최소화 하도록 하였다.

3. 통계처리

실험결과는 SPSS program(IBM SPSS statistics 27, IBM SPSS Co., Armonk, New York, USA)으로 Control 및 EG1~4간의 차이 검증은 일원 배치 분산 분석(one way ANOVA)을 사용하였고, 사후검증은 Duncan's test를 이용하여 통계적 유의성을 검증하였다. 떡갈비의 생육과 가열육의 이화학적 특성 비교는 대응 표본 t-test를 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

떡갈비의 일반성분은 <표 1>과 같다. 돈육 떡갈비의 수분함량은 Control 56.10%, 실험군인 EG1~4가 60.55~63.26%, 조회분은 Control 2.08%, EG1~4가 2.10~2.31%,

조단백질은 Control 18.64%, EG1~4가 19.34~22.32%, 조지방은 Control 4.41%, EG1~4가 4.61~7.57%로 대조군보다 실험군이 유의적으로 높았다($p<0.001$). 그러나 탄수화물은 Control이 18.77%, EG1~4가 4.54~12.99%로 대조군보다 실험군이 유의적으로 낮았다($p<0.001$). 우육 떡갈비도 돈육 떡갈비와 비슷하게, 탄수화물을 제외하고는 Control보다 EG1~4가 더 높은 경향을 보였다($p<0.001$). 박신영(2016)은 흑미가루 첨가량이 증가할수록 떡갈비의 수분, 단백질, 지방 함량은 모두 증가하였는데, 이는 본 연구와 같은 경향이였다. 그러나 유지영 외(2021)의 무청시래기를 첨가한 떡갈비는 대조구에 비해 지방과 탄수화물 함량은 유의적으로 감소하였으나, 단백질 함량은 유의적 차이가 없었다. 김학연 외(2016)는 고추씨 분말 첨가량이 증가할수록 떡갈비의 수분, 조지방, 조회분 함량은 증가하였지만 조단백질 함량은 유의적 차이가 없었다고

하였다. 정창환 외(2021)는 볶은 마늘 분말 첨가량이 증가함에 따라 돈육 떡갈비는 수분 함량은 감소, 조단백질 함량은 증가하였고 조지방과 회분 함량은 유의적 차이가 없다고 하여 본 연구와 다른 경향이였다. 육가공 제품을 가열하게 되면 지방과 수분함량의 감소로 인해 조직감과 다즙성, 기호성 등이 낮아지므로 육가공 제품의 품질을 높이기 위해서는 지방과 수분의 손실을 막는 것이 중요한데(박은미 외, 2020), 본 연구에서는 지방과 수분함량이 Control보다 실험군이 증가하여 떡갈비의 기호성 증진에 긍정적인 영향을 줄 것으로 보인다.

2. 보수력 및 가열감량

떡갈비의 보수력과 가열감량은 <표 2>와 같다. 돈육 떡갈비 보수력은 Control 12.73%보다 EG1~4가 13.27~

〈표 1〉 연육제 침지 돈육, 우육 떡갈비의 일반성분

단위 : %

		Control	EG1	EG2	EG3	EG4	F-value
돈육 떡갈비	수분	56.10±0.01 ^a	61.67±0.02 ^d	60.55±0.02 ^b	61.64±0.02 ^c	63.26±0.01 ^e	110656.667***
	조회분	2.08±0.01 ^a	2.22±0.01 ^d	2.10±0.01 ^b	2.15±0.01 ^c	2.31±0.01 ^e	590.500***
	조단백질	18.64±0.001 ^a	21.56±0.001 ^d	19.34±0.001 ^b	20.14±0.001 ^c	22.32±0.001 ^e	24892337.74***
	조지방	4.41±0.01 ^a	4.61±0.01 ^b	5.03±0.01 ^d	4.89±0.01 ^c	7.57±0.01 ^e	49845.433***
	탄수화물	18.77±0.01 ^e	9.94±0.02 ^b	12.99±0.03 ^d	11.19±0.02 ^c	4.54±0.009 ^a	234195.079***
우육 떡갈비	수분	53.68±0.02 ^a	56.41±0.02 ^d	54.47±0.02 ^b	55.88±0.02 ^c	56.58±0.02 ^e	18680.513***
	조회분	1.99±0.01 ^a	2.08±0.01 ^d	2.03±0.01 ^b	2.05±0.01 ^c	2.15±0.01 ^e	117.214***
	조단백질	17.44±0.001 ^a	20.34±0.001 ^d	18.43±0.001 ^b	18.79±0.001 ^c	20.48±0.01 ^e	718785.230***
	조지방	8.85±0.01 ^a	9.70±0.01 ^d	8.97±0.01 ^b	9.28±0.01 ^c	10.01±0.01 ^e	9726.500***
	탄수화물	18.04±0.03 ^e	11.46±0.03 ^b	16.11±0.01 ^d	14.00±0.0007 ^c	10.78±0.009 ^a	86651.220***

^{a-e} Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<0.05$).

*** $p<0.001$

〈표 2〉 연육제 침지 돈육, 우육 떡갈비의 보수력과 가열감량

		Control	EG1	EG2	EG3	EG4	F-value
보수력	돈육떡갈비	12.73±0.12 ^a	21.10±0.17 ^d	13.27±0.06 ^b	20.43±0.06 ^c	25.70±0.10 ^e	7679.528***
	우육떡갈비	8.07±0.12 ^a	12.90±0.10 ^d	10.13±0.12 ^b	12.17±0.15 ^c	16.07±0.06 ^e	2145.921***
가열감량 (%)	돈육떡갈비	30.40±0.01 ^d	19.06±0.05 ^b	39.55±0.02 ^e	19.49±0.01 ^c	16.22±0.01 ^a	435667.096***
	우육떡갈비	43.38±0.02 ^d	22.48±0.02 ^b	45.70±0.02 ^e	24.00±0.57 ^c	22.01±0.02 ^a	6459.443***

^{a-e} Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<0.05$).

*** $p<0.001$

25.70%로 유의적으로 높았고, 그 중 EG4가 가장 높았으며($p<0.001$), 이는 Control의 약 2.02배 정도 되었다. 우육 떡갈비의 보수력도 Control 8.07%보다 EG1~4가 10.13~16.07%로 유의적으로 더 높았으며($p<0.001$), 그 중 EG4가 Control보다 약 1.99배나 높았다. 주선태(1998)는 수분 함량이 높을수록 마이오신 필라멘트의 두께가 증가하여 단백질 사이의 거리가 좁아짐에 따라 물이 쉽게 이동하는 것을 막아 보수력은 높아지게 된다고 보고하였다. 또한, 김호경(2013)의 능이버섯과 키위를 이용한 혼합연육제에 의해 우육의 보수력이 증가하였고, 조희연 외(2004)는 능이버섯의 Protease는 무처리에 비해 보수력을 증가하였으며, 김예슬(2021)은 수박무 분말 첨가량(0~4%)이 증가할수록 돈육 떡갈비의 보수력이 증가하였으며, 이러한 보수력의 증가는 고기 단백질 가수분해로 인한 수용성 성분의 증가로 고기 조직의 연육효과를 알 수 있는 결과라고 하였다. 본 연구에서도 식이섬유 분해효소 첨가에 의한 단백질 분해효소 활성 증가뿐만 아니라 연육제 재료(레드비트, 무, 배, 사과) 자체에 들어 있는 효소, 예를 들면 무의 프로테아제, 배의 에스테라제 등의 가수분해로 식이섬유와 수용성 성분 증가의 영향으로 떡갈비의 보수력이 높게 나타난 것으로 보이나 정확한 기전에 대해서는 추후 연구가 요구되었다. 그러나 최윤상 외(2008)의 미강 식이섬유 첨가(1~5%) 분쇄형 돈육 육제품의 보수력이 가열 전과 가열 후 모두 2% 처리구가 유의적으로 가장 높은 수치를 나타내었고 그보다 많으면 오히려 감소한다고 하였는데, 이는 첨가제의 성질에 따라 양을 적절히 조절할 필요가 있음을 보여주는 결과이다. 보수력은 육류의 품질을 결정하는 중요 요인이 되며, 이는 수분 함량 등에 영향을 받고, 육색, 연도, 다즙성 등에는 큰 영향을 미친다(주선태, 1998). 보수력의 감소는 근섬유 수축 및 근필라멘트 공간에서 세포외 공간으로 수분의 이동에 의해 발생한다(신한결, 2008). 다양한 가공 제품을 제조할 때 기능성 첨가제로 많이 사용되고 있는 인산염은 식육 제품의 유향, 조직감, 육색, 이상취의 발현에 영향을 주고 보수력을 향상시키지만, 과도한 첨가는 육질에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 또한, 인산염의 과다 섭취는 체내의 마그네슘, 칼슘, 철 균형에 악영향을 주어 뼈와 관련된 질병이 유발될 수 있기 때문에(Hensley & Hand, 1995; Huttunen et al., 2006), 소비자들이 인산염이 첨가된 육가공 제품을 기피하는 경향이 점점 나타나고 있어 최근에는 인산염을 대체할 만한 천연 식재료에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 따라서, 본 연구에서 사용한 연육제는 천연 식재료를 사용하여 제조한 것으로 보수

력 증진에 효과가 있어 이용 가치가 높아질 것으로 보인다. 특히, 가장 높은 보수력을 보인 EG4는 육색, 연도, 다즙성 등에서 긍정적 요인으로 작용될 것으로 기대된다.

가열감량은 돈육 떡갈비는 Control보다 EG1, 3, 4은 유의적으로 낮았으나, EG2는 유의적으로 높았다($p<0.001$). 우육 떡갈비도 돈육 떡갈비와 같은 경향이었다($p<0.001$). 돈육과 우육 떡갈비에서 EG2의 가열감량이 가장 높았던 이유는 EG2에 첨가된 Viscoflow 효소액의 당도(3.64 Brix%, 표 제시 안함)와 염도(2.61%, 표 제시 안함)가 다른 효소액인 Celluclast, Pectinex(당도 1.73~2.43 Brix%, 염도 0.16~0.61%, 표 제시 안함)보다 높았는데 가열감량에 큰 영향을 준 것으로 생각된다. 본 실험에서 EG1, 3, 4의 가열감량은 Control보다 감소하였는데, 이는 식이섬유 분해 효소로 인해 연육제의 효과가 증가하여 보수력이 증가한 것으로 보인다. 그러나 EG2는 Control보다 보수력이 높았음에도 가열감량이 높았는데, 이는 생육의 보수력보다 가열 중 삼투압 작용이 더 커서 가열감량이 증가된 것으로 보인다. 식품의 주재료인 육류 함량의 일부를 다른 식재료로 대체하거나 기능성 천연 첨가물을 사용하여 가열감량을 줄임으로써 기호도나 품질 향상을 높이기 위한 다양한 연구가 보고되고 있다. 김학연 외(2016)는 고추씨 분말 첨가(1~4%) 떡갈비에서, 박은미 외(2020)는 빨간 배추 분말 첨가(0.5, 1, 2%) 떡갈비에서, 정창환 외(2021)는 붉은 마늘 분말 첨가(1~5%) 돈육 떡갈비에서 각각의 첨가량이 증가할수록, 가열감량이 감소하는 경향을 나타내었다고 하였다. 김은미(2002)는 배, 키위, 파인애플의 단일 보다 혼합 Protease가 계육 연화제로써 단백질 분해에 가장 바람직한 연화제이고, 효소작용으로 인해 연도가 낮아지고 이로써 가열감량 및 육즙 손실율의 낮은 수치에 영향을 주었다고 보고하였다. 가열 시 식육에서는 육단백질의 변화 즉, 단백질과 물분자 사이의 결합력 변화로 인해 수분을 잃게 된다. 수분의 손실이 단백질의 변성만으로 발생된다고는 할 수 없으며, 식육을 구성하는 여러 성분들과 식육내부의 수소이온 농도, 내부 이온들의 이온화 강도가 내부에 존재하는 수분의 보수력과 관련된다(Lopez-Bote et al., 1989).

3. 직경 및 두께 감소율

떡갈비의 직경 및 두께 감소율은 <표 3>과 같다. 돈육과 우육의 떡갈비 직경감소율은 Control보다 EG1, EG3, EG4가 유의적으로 낮았으나, EG2는 유의적으로 높았다($p<0.001$). 두께감소율 또한 같은 경향이었다. EG2의 직

경 및 두께감소율이 가장 높았던 원인은 가열감량과 마찬가지로 Viscoflow 효소액의 당도와 염도가 높았던 영향으로 보인다. 정한결, 김학연(2016)은 돈피젤라틴을 첨가한 떡갈비에서 직경감소율은 대조구와 유의적인 차이가 없었으나, 두께감소율은 대조구에 비해 모든 처리구가 유의적으로 낮았다고 보고하였다. 그러나 고추씨 분말을 첨가한 떡갈비(김학연 외, 2016), 미강 식이섬유 첨가한 분쇄형 돈육 육제품(최윤상 외, 2008)에서는 직경 감소율이 줄어들었고, 두께 감소율은 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하여 다른 경향을 보였다. 이는 원료육의 보수력, 일반성분 함량 차이에 첨가물의 종류와 특성, 양에 따라 차이가 나타난 것으로 보인다. 식품을 가열하면 지방과 수분의 용출로 인하여 크기의 변화가 일어나는데, 과도한 크기 감소 및 변형은 소비자들의 기호도를 낮추는 결과를 초래한다(유제희, 2021). 그러나 본 연구에서 식이섬유 분해효소 전처리 연육제 첨가 떡갈비는 Control보다 직경 감소율과 두께 감소율이 감소하였으며, 특히 돈육에서 효과가 커서 노인의 기호도 증가에 긍정적 효과가 있을 것으로 보인다.

4. pH

떡갈비의 pH는 <표 4>와 같다. pH는 돈육 떡갈비 생육은 Control 4.73보다 EG1~4가 4.04~4.37로 유의적으로 낮았다($p<0.001$). 가열육은 Control이 5.92, EG1~4가 5.89~5.92이었으며, Control과 EG1, EG3, EG4는 서로 유의적 차이가 없었으나, EG2는 5.89로 가장 낮았다($p<0.001$). 우육 떡갈비도 돈육 떡갈비와 비슷한 경향을 보였다. 우육 떡갈비의 생육은 Control 4.21보다 EG1~4가 4.01~4.15로 유의적으로 낮았다($p<0.001$). 가열육은 Control 6.02보다 EG1~4가 5.78~5.96로 유의적으로 낮았다($p<0.001$). 이를 통해 가열 후 pH는 더 높아진다는 것을 확인할 수 있었다. 김학연 외(2016)의 고추씨 분말을 첨가한 돈육 떡갈비에서도 가열후가 가열전 pH보다 높은 수치를 나타내었고, 다른 분쇄육제품에서도 가열후가 가열전보다 높은 pH를 나타냈다고 하였다(박신영, 2016; 임준중, 2022; 정창환 외, 2021; 최윤상 외, 2007). 이는 식육을 가열하는 동안 단백질이 변성되어 수소결합이 약해짐에 따라 히스티딘과 같은 염기성 아미노기의 imidazolium이 유출

<표 3> 연육제 첨가 돈육, 우육 떡갈비의 직경 및 두께 감소율

단위 : %

		Control	EG1	EG2	EG3	EG4	F-value
직경 감소율	돈육떡갈비	11.27±0.02 ^d	6.82±0.11 ^b	13.80±0.13 ^c	9.22±0.18 ^c	5.56±0.19 ^a	1615.500***
	우육떡갈비	17.65±0.008 ^d	8.24±0.006 ^a	18.66±0.01 ^c	12.94±0.005 ^c	9.41±0.01 ^b	983262.889***
두께 감소율	돈육떡갈비	10.59±0.15 ^d	7.52±0.30 ^b	13.38±0.16 ^c	8.41±0.11 ^c	3.45±0.14 ^a	1191.960***
	우육떡갈비	15.43±0.21 ^d	13.29±0.26 ^b	17.21±0.07 ^c	14.72±0.21 ^c	7.01±0.14 ^a	1270.154***

^{a-c}Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<.05$).

*** $p<.001$

<표 4> 연육제 첨가 돈육, 우육 떡갈비의 pH

		Control	EG1	EG2	EG3	EG4	F-value
돈육 떡갈비	생육	4.73±0.011 ^d	4.36±0.012 ^c	4.04±0.013 ^a	4.16±0.013 ^b	4.37±0.002 ^c	1689.067***
	가열육	5.92±0.01 ^b	5.92±0.006 ^b	5.89±0.01 ^a	5.91±0.01 ^b	5.92±0.01 ^b	8.939**
	t-value	-190.392***	-534.997***	-315.558***	-347.690***	-532.933***	
우육 떡갈비	생육	4.21±0.005 ^d	4.15±0.009 ^c	4.01±0.008 ^a	4.12±0.006 ^b	4.14±0.006 ^c	442.047***
	가열육	6.02±0.006 ^c	5.96±0.01 ^d	5.78±0.006 ^a	5.84±0.04 ^b	5.92±0.006 ^c	80.535***
	t-value	-313.395***	-299.889***	-219.803***	-71.345***	-323.192***	

^{a-c}Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<.05$).

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

되어 pH가 상승한다고 보고되었는데(정한결, 김학연, 2016), 본 연구에서도 같은 기전에 의해 나타난 결과로 보여진다.

5. 당도

떡갈비의 당도는 <표 5>와 같다. 당도가 돈육 떡갈비 생육은 Control 1.41 Brix%보다 EG1~4가 1.51~1.75 Brix%로 유의적으로 높았으며, 그 중 EG2가 1.75 Brix%로 가장 높았다($p<0.001$). 가열육은 Control 1.30 Brix%보다 EG1~4가 1.41~1.70 Brix%로 유의적으로 높았고($p<0.001$), 그 중 EG2와 EG4가 다른 군보다 높은 당도를 보였다. 우육 떡갈비는 생육은 Control 1.01 Brix%보다 EG1~4가 1.27~1.41 Brix%로 유의적으로 높았고, 그 중 EG2와 EG4가 가장 높았다($p<0.001$). 가열육은 Control 1.21 Brix%보다 EG1~4가 1.60~1.90 Brix%로 유의적으로 높았으며, 그 중 EG2가 가장 높았다($p<0.001$). 돈육과 우육 떡갈비의 당도는 생육, 가열육에서 모두 Control보다 EG1~4가 유의적으로 높았고, 특히 EG2가 다른 실험군보다 높은 경향을 보였다. 이는 가열감량, 직경 및 두께 감소율의 결과에 영향을 준 요인 중 EG2에 첨가된 연육제의 Viscoflow 효소액이 당도가 가장 높았던 것의 영향으로 보여진다. 설탕의 단맛에 대한 선호도 연구(Dye & Koziatek, 1981)에서는 단맛의 농도 증가에 따른 청년과 노인의 기호도 변화에 대한 경향은 같았으나 가장 선호하는 설탕의 농도는 노인에게서 더 높게 나타났다. 또한, 박동경 외(2013)는 고령친화식품에 요구되는 맛에 대한 질문에서 짜지 않은 식품에 대한 요구도가 가장 높았고, 그다음으로 맵지 않은 식품, 쓰지 않은 식품의 순으로 높은 요구도를 보였다고 하였다. 따라서 염도는 낮아지고, 당도는 높아지는 연육제

처리하는 노인에게 적용 가능한 식품 개발에 유용할 것으로 판단되며, 본 연구에서 당도가 높았던 EG4는 이에 긍정적인 효과를 미칠 것으로 사료된다.

6. 색도

돈육, 우육 떡갈비의 색도는 <표 6>과 같다. 돈육의 생육은 명도와 적색도가 Control보다 EG1~3이 유의적으로 낮았으나, EG4는 유의적으로 높았다($p<0.001$). 황색도는 EG1이 가장 낮았고, EG4가 가장 높았다($p<0.001$). EG1~3은 Control보다 어두운 적갈색이었으며, EG4는 Control과 다른 실험군보다 밝은 빨간색이었다. 가열육은 명도가 Control이 가장 낮고, EG4가 가장 높았으며($p<0.001$), 모든 군에서 생육보다 높았다($p<0.001$). 적색도는 Control이 가장 높고, EG1이 가장 낮았으며($p<0.001$), 생육보다 Control, EG1~3은 높았으나, EG4는 낮아졌다($p<0.001$). 황색도는 Control이 가장 낮고, EG4가 가장 높았으며($p<0.001$), 생육보다 가열육이 높았다. 또한, 우육도 생육은 명도와 적색도가 Control보다 EG1~3은 유의적으로 낮았으나, EG4는 유의적으로 높았다($p<0.001$). 황색도는 EG1이 가장 낮고, EG4가 가장 높았다($p<0.001$). 가열육은 명도가 Control이 가장 낮고, EG4가 가장 높았으며($p<0.001$), EG1~4는 생육보다 가열육이 높아졌으나, Control은 생육보다 가열육이 낮았다($p<0.001$). 적색도는 Control이 가장 높고, EG1이 가장 낮았으며($p<0.001$), 생육보다 Control, EG1~3은 높았으나, EG4는 낮아졌다($p<0.001$). 황색도는 Control이 가장 낮고, EG4가 가장 높았으며($p<0.001$), 생육보다 가열육이 높았다($p<0.001$). 레드비트의 색은 노란색의 베타잔틴(beta-xanthin)과 붉은색의 베타시아닌(betacyanin)으로 구분되는 베타레인(betalain)

<표 5> 연육제 첨지 돈육, 우육 떡갈비의 당도

단위 : Brix%

		Control	EG1	EG2	EG3	EG4	F-value
돈육 떡갈비	생육	1.41±0.01 ^a	1.51±0.001 ^b	1.75±0.01 ^c	1.53±0.003 ^c	1.70±0.002 ^d	2969.708 ^{***}
	가열육	1.30±0.01 ^a	1.41±0.01 ^b	1.70±0.01 ^d	1.59±0.01 ^c	1.69±0.01 ^d	955.433 ^{***}
	t-value	12.044 ^{**}	16.773 ^{**}	42.000 ^{***}	-10.552 ^{**}	1.086	
우육 떡갈비	생육	1.01±0.01 ^a	1.27±0.003 ^b	1.41±0.001 ^d	1.29±0.01 ^c	1.40±0.003 ^d	1424.141 ^{***}
	가열육	1.21±0.01 ^a	1.60±0.02 ^b	1.90±0.01 ^c	1.71±0.01 ^c	1.79±0.01 ^d	1661.500 ^{***}
	t-value	-23.056 ^{**}	-43.557 ^{***}	-131.291 ^{***}	-62.000 ^{***}	-58.723 ^{***}	

^{a-c}Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<0.05$).

^{*} $p<0.05$, ^{**} $p<0.01$, ^{***} $p<0.001$

의 총칭이다(민진영 외, 2018). 박영민(2022)의 연구에 의하면, 비트 첨가량이 동일한 상태에서, 효소처리를 하지 않은 비트 주스의 적색도가 더 높았다고 보고하였다. 이에 근거하여, 돈육과 우육 떡갈비 생육에서 EG1~3은 적색도가 낮아진 원인은 붉은색의 베타시아닌(betacyanin)이 효소에 의해 감소되었기 때문으로 생각된다. 또한, EG1~3과 다르게, EG4는 돈육과 우육 떡갈비의 생육에서 적색도가 가장 높았는데, 이는 복합효소 처리로 단독 효소처리와는 다른 기전으로 베타시아닌 감소에 영향이 적어 나타난 것으로 생각되며 추후 이에 대한 연구가 필요해 보인다. 대체로 레드비트에 주로 들어 있는 베타레인계 색소는 열, 산소, 효소, 수분활성도, 빛 등에 불안정 하지만, 유기산, 당 첨가가 안정성에 효과적인 영향을 미친다(고아라 외, 2022; 민진영 외, 2018)고 한다. 이와 같은 색소들은 실제 고기가 지닌 색소(Myoglobin)와 가열에 의한 반응(Maillard reaction)으로 변하게 되는 색의 변화를 나타내지 못하기 때문에 색도 측정 결과에 영향을 준다(강혜연 외, 2021). 본

연구에서 Control의 적색도가 돈육 떡갈비는 7.67, 우육 떡갈비는 5.30으로 가열 후에도 적색이 높았던 이유로 보인다. EG1~4는 가열 후 적색도가 돈육 떡갈비는 4.45~5.26, 우육 떡갈비는 3.03~4.73으로 이는 레드비트의 베타레인계 색소의 감소 또는 분해로 인해 가열에 의한 육색 변화가 더 나타난 결과로 보인다. 또한, 생육에서는 베타시아닌 감소에 영향이 거의 없었던 EG4가 가열육에는 효과가 나타나 다른 실험군들과 마찬가지로 적색도가 낮아진 것으로 생각된다. 식육의 색이 중요한 이유는 모든 식육은 고유한 색을 가지고 있으며, 각 식품의 형태와 크기, 풍미 등과 함께 소비자들의 상품 가치면에서 큰 영향을 주기 때문이다. 육류의 색은 주로 근육색소인 미오글로빈과 혈색소인 헤모글로빈에 따라 달라진다. 쇠고기는 돼지고기보다 미오글로빈 함량이 많아 짙은 붉은색을 나타낸다(조진호 외, 2020). 본 연구에서도 생육에서 돈육 떡갈비보다는 우육 떡갈비의 적색도가 약간씩 더 높아 육류 자체의 색에 의한 영향으로 보였다. 동물이 도살되면 미오글로빈은 처음에

〈표 6〉 연육제 침지 돈육, 우육 떡갈비의 색도

			Control	EG1	EG2	EG3	EG4	F-value
돈육 떡갈비	명도	생육	47.16±0.003 ^d	41.73±0.005 ^a	45.32±0.01 ^b	46.17±0.004 ^c	47.20±0.004 ^c	448576.312 ^{***}
		가열육	52.10±0.04 ^a	56.90±0.02 ^d	56.35±0.05 ^c	54.82±0.09 ^b	57.07±0.14 ^c	2186.070 ^{***}
		t-value	-248.118 ^{***}	-1108.073 ^{***}	-350.186 ^{***}	-173.426 ^{***}	-124.743 ^{***}	
	적색도	생육	3.81±0.003 ^d	2.61±0.003 ^a	2.86±0.004 ^b	2.88±0.005 ^c	6.72±0.004 ^c	670120.337 ^{***}
		가열육	7.67±0.01 ^e	4.45±0.009 ^a	5.85±0.01 ^d	5.17±0.02 ^b	5.26±0.05 ^c	6794.226 ^{**}
		t-value	-1286.000 ^{***}	-375.197 ^{***}	-465.122 ^{***}	-250.530 ^{***}	50.577 ^{***}	
	황색도	생육	6.17±0.007 ^d	3.06±0.002 ^a	6.00±0.005 ^b	6.03±0.02 ^c	6.31±0.01 ^c	42361.246 ^{***}
		가열육	7.13±0.02 ^a	9.67±0.02 ^b	11.63±0.02 ^c	12.16±0.05 ^d	14.46±0.27 ^c	1538.287 ^{***}
		t-value	-80.714 ^{***}	-503.256 ^{***}	-384.491 ^{***}	-250.597 ^{***}	-50.769 ^{***}	
우육 떡갈비	명도	생육	46.40±0.01 ^d	43.22±0.005 ^a	43.68±0.007 ^b	43.81±0.005 ^c	46.78±0.008 ^c	160576.433 ^{***}
		가열육	45.68±0.02 ^a	48.82±0.02 ^d	47.96±0.008 ^c	47.66±0.005 ^b	49.72±0.02 ^c	20185.061 ^{***}
		t-value	37.168 ^{**}	-522.957 ^{***}	-527.803 ^{***}	-3203.671 ^{***}	-169.228 ^{***}	
	적색도	생육	3.73±0.28 ^c	2.67±0.008 ^a	2.89±0.01 ^{ab}	3.13±0.008 ^b	7.16±0.005 ^d	565.715 ^{***}
		가열육	5.30±0.02 ^c	3.03±0.004 ^a	4.73±0.007 ^d	3.73±0.02 ^c	3.51±0.03 ^b	11214.377 ^{***}
		t-value	-9.049 [*]	-53.500 ^{***}	-31.807 ^{**}	-46.462 ^{***}	209.116 ^{***}	
	황색도	생육	4.29±0.006 ^d	3.23±0.005 ^a	3.33±0.01 ^b	4.17±0.004 ^c	5.14±0.005 ^c	45445.566 ^{***}
		가열육	4.63±0.004 ^a	4.75±0.02 ^b	4.84±0.06 ^c	5.95±0.03 ^d	6.90±0.03 ^c	2759.612 ^{***}
		t-value	-275.963 ^{**}	-122.622 ^{***}	-51.079 ^{***}	-92.014 ^{***}	-122.283 ^{**}	

^{a-c}Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<.05$).

^{*} $p<.05$, ^{**} $p<.01$, ^{***} $p<.001$

는 환원형으로 되고 자줏빛을 띤다. 산소와 결합하거나 산화되면 선흥색인 옥시미오글로빈으로 된다. 어느 정도 저장된 후 미오글로빈이나 옥시미오글로빈이 산화된 메트미오글로빈이 되는데 갈색을 띠게 된다. 가열한 고기는 선흥색인 옥시미오글로빈이 산화형 메트미오글로빈 형태로 회갈색을 나타낸다(장명숙, 1999). 가열시 육제품의 고기 표면은 고온이기 때문에 글로빈이 열변성을 일으키며, 햄도 산화되어 2가 철에서 3가 철로 변해 70~80℃에서 회갈색, 갈색, 회색 등을 나타낸다. 이 경우 글로빈은 열변성을 일으켰기 때문에 메트미오글로빈과 다른 색소인 메트미오글로모겐이 생성된다. 본 연구에서 가열육의 황색이 진해진 이유는 메트미오글로빈, 메트미오글로모겐 등과 효소 분해된 연육제 색이 영향을 준 것으로 보이며, 가열 후 돈육 떡갈비가 우육 떡갈비보다 적색도와 황색도가 높아 더 진한 색을 보였는데 이러한 가열 및 연육제 색에 의한 영향으로 보인다. 자색 당근 첨가 돈육 햄버거 패티(고영주, 유승석, 2018)와 아로니아 분말 첨가 돈육 패티(김명현 외, 2015) 연구에서 조리 전에는 첨가물인 자색 당근, 아로니아의 색이 발현되었으나, 조리 후 가열 전 색의 경향과 다른 결과를 보여 육제품의 색도 변화는 가열하기 전에는 부재료의 색 발현이 우선적이지만 가열 후에는 조리 중에 육색이 변화하는 복합적인 원인과 부재료의 색 변화도 작용하는 것으

로 보인다고 하였다. 따라서 떡갈비의 색도는 첨가물이 지닌 색소 성분 및 양에 의해 큰 영향을 받으며 육류의 종류와 가열 유무에 따라 크게 차이를 보이는 것으로 확인된다.

7. 조직감

떡갈비의 조직감 측정 결과는 <표 7>과 같다. 한국산업표준(2022)에 의하면, 고령친화식품의 경도 기준은 50,000 초과~500,000 N/m² 이하를 '1단계(치아섭취)', 20,000 초과~50,000 N/m² 이하를 '2단계(잇몸 섭취)', 20,000 N/m² 이하일 경우를 '3단계(혀로 섭취)'로 구분하고 있다. 이에 의해 돈육 및 우육 떡갈비 Control, EG2는 1단계, EG1, EG3, EG4는 2단계에 속하였다. Control(돈육 75,008 N/m², 우육 65,158 N/m²)보다 EG1, EG3, EG4(돈육 34,800~45,150 N/m², 우육 22,941~26,050 N/m²)는 유의적으로 더 낮았으나($p<0.001$), EG2(돈육 74,008 N/m², 우육 65,483 N/m²)는 Control과 유의적 차이가 없었다. 이는 EG2가 높은 가열감량<표 2>와 직경 및 두께 감소율<표 3> 및 높은 당도<표 5> 등이 정도에 영향을 준 것으로 보인다. 고령친화식품이란, 고령자의 식품 섭취나 소화 등을 돕기 위해 식품의 물성을 조절하거나, 소화에 용이한 성분이나 형태가 되도록 처리하거나, 영양성분을 조정하여 제조

<표 7> 연육제 첨가 돈육, 우육 떡갈비의 조직감

		Control	EG1	EG2	EG3	EG4	F-value
돈육 떡갈비	경도(N/m ²)	75008.33 ±144.34 ^c	35558.33 ±331.98 ^a	74008.33 ±158.77 ^c	45150.00 ±1558.85 ^b	34800.00 ±43.30 ^a	2351.238***
	부착성(mJ)	0.07±0.02 ^{ab}	0.03±0.01 ^a	0.15±0.04 ^{bc}	0.24±0.09 ^c	0.25±0.06 ^c	10.197***
	응집성	0.58±0.02 ^b	0.38±0.01 ^a	0.70±0.10 ^b	0.36±0.08 ^a	0.29±0.10 ^a	16.712***
	탄력성(mm)	1.79±0.11 ^c	0.85±0.10 ^a	1.80±0.17 ^c	1.34±0.14 ^b	0.71±0.25 ^a	29.398***
	검성(N)	17.29±0.55 ^b	5.42±0.04 ^a	20.87±3.09 ^c	6.64±1.58 ^a	4.02±1.51 ^a	60.223***
	씹힘성(mJ)	31.04±2.93 ^b	4.61±0.54 ^a	37.99±8.77 ^b	9.07±3.21 ^a	3.12±2.29 ^a	38.714***
우육 떡갈비	경도(N/m ²)	65158.33 ±808.29 ^d	24466.67 ±115.47 ^b	65483.33 ±317.54 ^d	26050.00 ±909.33 ^c	22941.67 ±375.28 ^a	4334.898***
	부착성(mJ)	0.03±0.001	0.04±0.02	0.63±0.05	0.04±0.03	0.02±0.001	1.209
	응집성	0.61±0.01 ^b	0.35±0.03 ^a	0.61±0.02 ^b	0.36±0.06 ^a	0.33±0.01 ^a	60.329***
	탄력성(mm)	1.65±0.03 ^c	0.47±0.02 ^a	1.64±0.02 ^c	0.88±0.16 ^b	0.58±0.05 ^a	164.166***
	검성(N)	15.99±0.13 ^b	3.36±0.30 ^a	16.07±0.66 ^b	3.77±0.79 ^a	2.98±0.04 ^a	618.426***
	씹힘성(mJ)	26.44±0.67 ^c	1.58±0.08 ^a	26.36±1.37 ^c	3.41±1.39 ^b	1.72±0.16 ^a	616.722***

^{a-c}Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<0.05$).

*** $p<0.001$

가공한 식품을 말한다(식품의약품안전처, 2024). 저작기능은 전신건강에 중요한 영향을 미치는 요소이며, 65세 이상의 노인 인구 중 저작불편을 호소하는 인구는 2021년 기준 34.2%에 달한다(조은채, 2024). 치아가 탈락한 노인이 복부비만과 당뇨병, 고혈압, 빈혈의 비율이 높으며, 자연치아를 보유한 노인보다 영양소 섭취상태나 식품 섭취상태가 더 불량하다고 하였다(최희선 외, 2010). 연령 또는 건강 상태로 인해 소화·흡수가 어렵거나 저작이 곤란한 노인층을 위해서는 노인의 구강건강상태를 고려하여 씹기 쉬운 정도를 단계별로 구분한 다양한 식품 개발이 필요하다(곽동경 외, 2013; 전지은 외, 2021). 따라서 치아와 저작기능이 약해진 노인들에게 경도가 낮은 연육제 침지 떡갈비는 노인 적용 가능한 식품으로써 긍정적 효과를 줄 것으로 보인다. 산사 분말(이재준 외, 2013), 고추씨 분말(김학연 외, 2016), 빨간 배추 분말(박은미 외, 2020)을 넣은 떡갈비는 첨가량이 증가함에 따라 경도가 증가하였다. 그러나 아로니아 분말 첨가 돈육패티(김명현 외, 2015), 돈피 젤라틴 분말을 첨가한 떡갈비(정한결, 김학연, 2016), 자색 당근 첨가 돈육 햄버거 패티(고영주, 유승석, 2018)에서는 첨가량이 증가함에 따라 경도가 감소하였다고 하였다. 이에 육가공제품에 첨가물을 넣을 때 경도에 미치는 영향이 다르므로 목적에 맞게 첨가물 선정에 해야 할 것으로 보인다. 본 연구에서 식이섬유 분해효소 첨가에 의해 연육제 재료(레드비트, 무, 배, 사과) 자체에 들어 있는 무의 프로테아제, 배의 에스테라제 등, 단백분해효소 활성 증가에 도움이 된 것으로 보인다. 또한 연육제에 식이섬유 분해효소의 첨가는 Viscoflow 효소의 단독 처리 보다는 Celluclast 단독 처리 또는 혼합처리에 의해 떡갈비 침지 연육제의 단백분해 효소 활성 증가로 떡갈비의 경도 저하에 효과가 있어 고령

친화 육가공품 혹은 노인에게 적용가능한 식품 개발에 긍정적 요인이 될 것으로 기대된다. 이어, 돈육 떡갈비의 부착성은 Control에 비해 EG2, EG3, EG4는 높았고, EG1은 유의적 낮았다($p<0.001$). 응집성, 탄력성, 겉성, 그리고 씹힘성은 EG2가 가장 높았고, 이를 제외한 EG1, EG3, EG4는 Control보다 유의적으로 낮았으며($p<0.001$), 그 중 EG4가 가장 낮았다. 우육 떡갈비에선 부착성은 Control과 EG1~4간에 유의적 차이가 없었다. 그리고 응집성, 탄력성, 씹힘성은 Control에 비해 EG1, EG3, EG4는 유의적으로 낮았으며, EG2와는 유의적인 차이가 없었다($p<0.001$). 마지막으로 겉성은 EG2, Control 순으로 높았고, 남은 EG1, EG3, EG4는 Control보다 유의적으로 낮은 경향을 보였다($p<0.001$). 김미현 외(2010)는 springiness와 gumminess의 감소는 고기의 연화를 나타내는 parameter라고 하였다. 본 연구에서 EG2를 제외하고, 각 EG1, EG3, EG4는 Control보다 경도뿐만 아니라, 탄력성, 겉성 등도 유의적으로 낮아, 고기 연화에 효과적임을 확인할 수 있었다.

8. 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능

떡갈비의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능은 <표 8>과 같다. 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능이 Control보다 EG1~4가 유의적으로 높았고, 특히 EG4가 가장 높았다($p<0.001$). 레드비트의 betalain계 물질은 phenolic group, cyclic amine group으로 구성되어 있어 천연 항산화제로 많은 연구가 진행되고 있다(민진영 외, 2018; 이준호, 진구복, 2012). 무에서 박선주(2003)는 폴리페놀 중 항산화 활성을 갖는 quercetin, kaempferol, quercetin 3-O- α -L-rhamnopyranoside, kaempferol 3-O-

<표 8> 연육제 침지 돈육, 우육 떡갈비의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능

		Control	EG1	EG2	EG3	EG4	F-value
돈육 떡갈비	폴리페놀 (mg GAE/mL)	71.89±0.03 ^a	104.72±2.52 ^d	84.50±0.28 ^b	98.37±0.14 ^c	145.00±3.67 ^e	11997.640 ^{***}
	DPPH 라디칼 소거능(%)	36.43±0.02 ^a	60.28±0.12 ^d	45.51±0.24 ^b	53.43±0.36 ^c	69.43±0.001 ^e	2463.851 ^{***}
우육 떡갈비	폴리페놀 (mg GAE/mL)	100.85±0.02 ^a	171.70±0.02 ^d	122.70±0.02 ^b	133.59±0.02 ^c	189.85±0.02 ^e	62423.312 ^{***}
	DPPH 라디칼 소거능(%)	41.24±0.03 ^a	69.42±0.005 ^d	56.23±0.02 ^b	61.26±0.02 ^c	77.19±1.06 ^e	2463.851 ^{***}

^{a-c}Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<0.05$).

^{***} $p<0.001$ ly different by Duncan's test($p<0.05$).

^{***} $p<0.001$

α -L-rhamno-pyranoside를 분리 동정하였다고 보고하였다. 배에 함유되어 있는 chlorogenic acid, epicatechin, catechin, rutin 등의 배당체들은 폴리페놀 성분을 다량 가지고 있어 항산화, 항염증 및 항혈전 작용에 효과가 뛰어난 것으로 알려져 있다(박연옥 외, 2012; 이평화 외, 2014). 김지은 외(2021)는 사과에는 quercetin glycosides, epi-catechin 및 procyanidin 등의 페놀성분이 다량 함유되어 있어 강력한 항산화 활성을 띄고, 종양세포의 증식을 억제한다고 하였다. 따라서 떡갈비에서 항산화 작용이 나타난 이유는 연육제 제조에 사용된 레드비트, 무, 배, 사과의 영향으로 생각된다. 이재준 외(2013)는 산사분말을 첨가한 떡갈비에서 지질산패도가 감소하였는데 이는 산사의 총 페놀과 총 플라보노이드와 같은 항산화 물질이 풍부하기 때문이라고 하였다. 따라서 본 연구에서의 연육제 처리는 지방산패도 감소 및 저장기간 연장에도 도움이 될 것으로 생각된다. 김현정 외(2008)는 효소 처리는 홍삼에서의 비타민 E의 용출을 증가시켜, 효소 처리 홍삼액이 그렇지 않은 홍삼액에 비해 유의적 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타냈다고 한다. 또한, 성혜미 외(2014)는 효소 처리한 콩나물이 페놀과 이소플라본의 함량이 가장 높았다고 하였으며, 이는 효소 처리로 콩나물 세포벽 성분의 추출이 극대화되었기 때문이라고 하였다. 박민정, 김철현(2009)은 사과껍질에 50℃에서 Viscozyme + Pectinex의 혼합처리가 단독처리보다 페놀

함량이 높다고 하였다. 또한 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거 활성은 높은 양의 상관관계가 있음을 많은 연구에서 보고 되어(서선정 외, 2008), 본 연구에서도 대조군보다 효소 처리군인 실험군의 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능이 더 높았던 이유로 보여지며 단독처리보다 복합처리에 의해 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능이 더 증가하여 EG4가 가장 높았던 것으로 보인다.

9. 기호도 검사

떡갈비의 기호도 검사 결과는 <표 9>와 같다. 돈육 떡갈비의 색 기호도는 Control 3.10, EG1~4가 5.40~7.50, 맛의 기호도는 Control 4.20, EG1~4가 5.20~7.00, 향미의 기호도는 Control 4.50, EG1~4가 5.70~7.20, 외관의 기호도는 Control 4.30, EG1~4가 4.62~6.70, 조직감의 기호도는 Control 4.30, EG1~4가 5.60~7.20으로 유의적으로 높았고, EG4가 가장 높았다($p<0.001$). 전체적 기호도에서도 Control 4.80보다 EG1~4가 4.80~7.40으로 유의적으로 높았고, EG4가 가장 높았는데($p<0.001$), 이는 앞선 항목이 영향을 주어 나타난 결과로 보인다. 우육 떡갈비 색의 기호도는 Control 2.20, EG1~4가 5.04~7.50, 맛의 기호도는 Control 2.60, EG1~4가 4.30~7.00, 향미의 기호도는 Control 3.30, EG1~4가 4.80~7.20으로 유의적으로 높았

<표 9> 연육제 침지 돈육과 우육 떡갈비의 기호도 검사

		Control	EG1	EG2	EG3	EG4	F-value
돈육 떡갈비	색	3.10±1.05 ^a	6.30±1.50 ^c	5.40±1.76 ^b	6.50±1.22 ^c	7.50±0.68 ^d	82.301 ^{***}
	맛	4.20±1.91 ^a	6.80±0.61 ^c	5.20±1.55 ^b	6.60±0.49 ^c	7.00±0.64 ^c	51.974 ^{***}
	향미	4.50±2.31 ^a	7.00±0.45 ^c	5.70±1.92 ^b	6.94±0.24 ^c	7.20±0.40 ^c	35.024 ^{***}
	외관	4.30±1.69 ^a	6.60±0.49 ^{bc}	4.62±1.76 ^a	6.10±0.30 ^b	6.70±0.46 ^c	36.880 ^{***}
	조직감	4.30±1.75 ^a	7.00±0.45 ^c	5.60±1.82 ^b	6.80±0.40 ^c	7.20±0.61 ^c	52.445 ^{***}
	전반적인 기호도	4.80±2.11 ^a	7.10±0.30 ^c	4.80±2.20 ^a	6.42±1.43 ^b	7.40±0.49 ^c	33.007 ^{***}
우육 떡갈비	색	2.20±1.09 ^a	5.80±1.96 ^c	5.04±2.10 ^b	6.00±1.81 ^c	7.50±0.68 ^d	72.508 ^{***}
	맛	2.60±1.64 ^a	5.90±1.83 ^c	4.30±1.81 ^b	6.20±1.48 ^c	7.00±0.64 ^d	64.391 ^{***}
	향미	3.30±2.26 ^a	6.10±1.89 ^c	4.80±2.34 ^b	6.50±1.52 ^{cd}	7.20±0.40 ^d	35.944 ^{***}
	외관	3.40±1.98 ^a	5.90±1.78 ^c	4.70±2.22 ^b	5.70±1.28 ^c	6.70±0.46 ^d	29.125 ^{***}
	조직감	3.20±1.74 ^a	6.20±1.91 ^c	3.88±2.08 ^b	6.30±1.50 ^c	7.20±0.61 ^d	54.257 ^{***}
	전반적인 기호도	3.00±2.02 ^a	6.20±1.91 ^c	4.10±2.28 ^b	5.84±2.07 ^c	7.40±0.49 ^d	43.835 ^{***}

^{a-c}Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test($p<0.05$).

^{***} $p<.001$

고, EG4가 가장 높았다($p<0.001$). 이는 돈육 떡갈비와 마찬가지로 Control에 가열 후에도 비트의 색, 냄새가 남아 있어 실험군에 비해 색, 향미에 대한 기호도가 떨어진 것으로 보인다. 또한, 일반성분에서 Control이 EG1~4보다 수분, 조지방 함량이 낮고 당도도 낮아 맛에 대한 기호도가 떨어진 것으로 보인다. 외관의 기호도는 Control 3.40, EG1~4가 4.70~6.70으로 유의적으로 높았다($p<0.001$). 이는 Control보다 EG1~4가 가열감량, 직경 및 두께 감량이 낮아 외관에 대한 기호도가 높은 것으로 보인다. 조직감의 기호도는 Control 3.20보다 EG1~4가 3.88~7.20으로 유의적으로 높았고, 특히 EG4가 가장 높았다($p<0.001$). 이는 Control보다 EG1~4가 보수력은 높고, 다즙성이 좋아 나타난 결과로 보인다. 전체적 기호도에서도 Control 3.00보다 EG1~4가 4.10~7.40으로 유의적으로 높았고, 그 중 EG4가 가장 높았다($p<0.001$). EG1~4 중에서 EG2가 돈육 떡갈비에서는 외관, 우육 떡갈비에서는 조직감이 특히 점수가 낮아서 전체적인 기호도도 다른 실험군들보다 낮게 나타났다. 따라서 전처리에 사용한 식이섬유 분해효소 중 Viscoflow의 단독처리는 다른 효소보다 기호도에 부정적인 영향을 주었다. 육제품의 기호성에 영향을 미치는 요인들은 다양한데, 핵산, 당, 아미노산, 유기산, 펩타이드는 맛에, 저분자 펩타이드, IMP, 유리아미노산 등의 혼합물은 풍미에(Cambero et al., 1992), 지방은 풍미, 조직감, 다즙성에 영향을 미친다고 보고되어 있다(Sturdivant et al., 1991). 신광진 외(2016)는 저작곤란에 따른 섭취 곤란 식재료로 고기류가 가장 높은 빈도를 보여 이는 고령자의 나이가 들어감에 따라 구강건강에 문제가 생겨 육류 섭취 선호도가 떨어져 단백질 섭취가 줄어들 수 있다고 하였다. 따라서 본 연구에서 나타난 식이섬유 분해효소 복합처리 연육제 침지 돈육 및 우육 떡갈비가 경도가 낮으면서도 기호도도 좋아 떡갈비외에도 다른 육류 가공품 같은 단백질 식품에 연육제 사용은 노인 적용 가능한 식품 조리 및 개발에 도움을 줄 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 육류의 비선택부위인 돈육의 안심, 우육의 설도를 이용한 다양한 노인 적용 가능한 식품 개발을 위한 기초자료의 제공을 위해 진행되었다. 육류의 경도 저하와 이화학적 특성 개선을 위해 식이섬유 분해효소로 전처리한 과일과 채소(레드비트, 무, 배, 사과) 연육제를 각 돈육과 우

육에 침지시킨 후 떡갈비로 만들어 품질특성을 분석하였다. 연육제에 식이섬유 분해효소를 TC에는 미첨가, T1에는 C 3%, T2에는 V 3%, T3에는 P 3%, T4에는 C 2%, P 1%, V 0.5%를 첨가하여 제조하였다. 돈육과 우육 침지 과정에, 앞서 제조한 연육제를 Control은 TC, EG1은 T1, EG2는 T2, EG3은 T3, EG4는 T4를 사용한 후 떡갈비를 제조하였다. 식이섬유 분해효소 전처리 연육제 침지 돈육과 우육 떡갈비의 품질특성 중 수분, 조지방, 조단백질, 조지방 함량 및 보수력은 Control보다 EG1~4가 유의적 높았고, 특히 EG4가 가장 높았다. 반대로 탄수화물 함량은 Control보다 EG1~4가 유의적으로 낮았다. 가열감량, 직경 및 두께 감소율은 Control보다 EG1, EG3, EG4는 낮았고, EG2는 높았다. pH는 Control보다 EG1~4가 유의적 낮았고, 생육보다 가열육에서 더 높은 pH를 보였다. 당도는 Control보다 EG1~4가 유의적 높았다. 색도 측정 결과, 명도, 적색도, 황색도는 생육은 Control보다 EG1~3이 유의적 낮았고, 가열육은 반대로 명도와 황색도는 높아졌다. 적색도는 생육은 EG4가 가장 높았으나, 가열육은 감소하여 Control보다 낮아졌다. 조직감 측정 결과, 경도, 응집성, 탄력성, 감성, 씹힘성은 EG2를 제외하고, Control보다 EG1, EG3, EG4는 유의적 낮았고, 이는 고령친화식품 2단계에 속했다. 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능은 Control보다 EG1~4가 유의적 높았고, 특히 EG4가 가장 높았다. 기호도 검사에서 색, 맛, 향미, 외관, 조직감, 전반적인 기호도는 Control보다 EG1~4가 유의적 높았고, 특히 EG4가 가장 높은 기호도를 보였다. 따라서 식이섬유 분해효소 처리 과일과 채소 연육제 제조시 단독(EG1~3)보다 복합(EG14)으로 사용하는 것이 최적의 조건으로, 떡갈비의 경도 저하와 항산화 작용이 향상 되었으며 기호도도 높아, 고령친화식품 혹은 치아가 나쁜 노인 적용 가능 육제품 가공에 적합해 보인다.

주제어: 노인 적용 가능 식품, 떡갈비, 식이섬유 분해효소, 연육제

REFERENCES

- 강혜연, 이보라, 정나라(2021). 대체육 완자와 육류 완자의 품질 특성 비교. *한국식품조리과학회지*, 37(5), 371-378.

- 고아라, 남정현, 진희정, 임지현, ... 천지현(2022). 열풍 및 복합건조된 제주산 비트의 이화학적 특성과 항산화 활성. *한국식품영양과학회지*, 51(6), 588-599.
- 고영주, 유승석(2018). 자색당근 첨가가 돈육 햄버거 패티의 품질에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, 31(3), 345-354.
- 곽동경, 김현아, 백진경, 전민선, ... 홍완수(2013). 고령친화식품 개발을 위한 한국 노년층의 조리 요구도 조사-서울,경기 지역 노인을 중심으로-. *한국식품조리과학회지*, 29(3), 257-265.
- 국가통계포털(2023). 주요 인구지표(성비, 인구성장률, 인구구조, 부양비 등)/전국, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1BPA002&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1&docId=03842&markType=S&itmNm=%EC%A0%84%EA%B5%AD에서 인출.
- 김근영(2007). 실버세대 라이프스타일 유형에 따른 외식 행동 및 외식메뉴 선호도 분석. 연세대학교 석사학위논문.
- 김명현, 주신윤, 최해연(2015). 아로니아 분말 첨가가 돈육 패티의 항산화 활성과 품질 특성에 미치는 영향. *한국식품조리과학회지*, 31(1), 83-90.
- 김명환, 김선림, 강현중(2017). 펙티넥스(Pectinex) 효소를 이용한 메이신을 포함하는 옥수수 수염 추출물의 제조방법(등록특허 제10-1778752호). 대한민국특허청.
- 김미영, 이유나(2016). 고령자의 선호 식재 및 고령친화식품의 인지, 경험에 대한 분석. *한국식품영양과학회지*, 29(6), 971-977.
- 김미현, 노정해, 김미정(2010). 과실유래 단백질 조효소액과 과육의 근원섬유 분해 효과에 관한 연구. *한국식품조리과학회지*, 26(3), 323-329.
- 김선호(2022). 효소 처리한 참나물 분말을 첨가한 식빵의 품질특성. 군산대학교 박사학위논문.
- 김연옥(2011). 킬러무초절임의 품질특성과 단체급식소에서의 수용도 평가. 전북대학교 석사학위논문.
- 김예슬(2021). 수박무 분말 첨가 돈육 떡갈비의 품질특성 및 항산화 활성. 조선대학교 석사학위논문.
- 김윤숙, 김우일, 정은호(2018). 사과연육제 처리에 따른 돼지고기와 소고기의 적정 저장온도 및 숙성시간. 한국원예학회 학술대회자료집(p.146), 서울, 한국.
- 김은미(2002). 배효소와 他 과일효소의 혼합조건이 근육 단백질 분해에 미치는 영향. 한경대학교 석사학위논문.
- 김중현(2019). 천연 연육제 및 항산화제를 이용한 고령친화 한우 떡갈비제품 개발. 충북대학교 석사학위논문.
- 김지은, 신지영, 양지영(2021). 사과 부산물의 영양성분 분석 및 항산화 효과. *생명과학회지*, 31(7), 617-625.
- 김학연, 김계웅, 정한결(2016). 고추씨 분말을 첨가한 떡갈비 개발. *한국식품영양과학회지*, 45(2), 255-260.
- 김현정, 양선아, 임남경, 지광환, 이인선(2008). 효소 처리 홍삼을 함유한 오일의 항산화 효과. *생명과학회지*, 18(3), 323-328.
- 김호경(2013). 능이버섯과 키위를 이용한 혼합연육제의 우육 연도 증진 효과. 세종대학교 박사학위논문.
- 민진영, 박호영, 김윤숙, 홍정선, 최희돈(2018). 국내산 레드비트(*Beta vulgaris* L.) 추출 천연색소의 항산화 특성 및 안정성. *한국식품영양과학회지*, 47(7), 725-732.
- 박민경, 김철현(2009). Cellulase와 Pectinase를 이용한 사과껍질 폴리페놀 추출 및 항산화 활성 평가. *한국식품영양과학회지*, 38(5), 535-540.
- 박선주(2003). 무잎 착즙액에 함유된 항산화 물질의 규명. 전남대학교 석사학위논문.
- 박신영(2016). 흑미가루를 첨가한 식육가공품의 개발. 공주대학교 석사학위논문.
- 박연옥, 최장전, 최진호, 김명수, ... 이한찬(2012). 동양배 품종별 유과기와 수확기 과실의 항산화 활성. *원예과학기술지*, 30(2), 208-213.
- 박영민(2022). 효소 처리 비트주스를 첨가한 발효유의 품질 특성. 군산대학교 박사학위논문.
- 박옥경(2022). 과일즙첨가 간장소스를 이용한 돼지불고기의 이화학적 성질 및 감각적 특성. 영산대학교 석사학위논문.
- 박은미, 김인숙, 박시훈, 이재준(2020). 빨간 배추 분말을 첨가한 가정간편식 돈육 떡갈비의 냉장저장 중 품질 변화. *한국지역사회생활과학회지*, 31(3), 375-391.
- 배영희, 노정해(2000). 과일에 존재하는 단백질 분해효소의 식육연화효과에 관한 연구. *한국식품조리과학회지*, 16(4), 367-371.
- 서선정, 최용민, 이선미, 공수현, 이준수(2008). 여러 가지 특수미의 항산화 활성 및 항산화 성분. *한국식품영*

- 양과학회지, 37(2), 129-135.
- 성혜미, 김숙정, 김정미, 윤수경, ... 위지향(2014). 효소 처리와 초고압 처리에 의한 콩나물 추출물의 항산화 활성. *한국식품영양과학회지*, 43(8), 1228-1235.
- 식품의약품안전처(2024). 식품공전 제3장 2. 고령자용으로 표시하여 판매하는 식품, https://foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=12502에서 인출.
- 신광진, 이은정, 이승주(2016). 고령자의 식품선호도 및 고령친화식품 요구도에 관한 연구: 서울시 노인복지관 이용자 중심으로. *동아시아식생활학회지*, 26(1), 1-10.
- 신복음, 백일선, 김정환, 이윤희(2019). 느티만가닥버섯의 단백질분해효소 활성과 연육증진효과. *한국버섯학회지*, 17(4), 235-240.
- 신승훈, 최정석(2020). 레드비트분말이 냉장저장중 돈육 패티의 품질특성에 미치는 영향. *농업생명과학연구*, 54(2), 93-98.
- 신한결(2008). 돈육의 연도와 근섬유의 이화학적 특성 및 육질특성과의 연관성 연구. 고려대학교 석사학위논문.
- 양은주(2009). 노인 여성의 영양 평가 및 건강 관리를 위한 노인 영양 위험 지수(GNRI) 분석. *한국영양학회지*, 42(3), 234-245.
- 우희동, 하용근, 이증근(2011). 국내외 고령친화식품산업 제도 현황 및 활성화 방안. *식품과학산업*, 44(4), 57-67.
- 유제희(2021). 조리방법을 달리한 식물성 떡갈비의 품질 특성. 전주대학교 석사학위논문.
- 유지영, 진금용, 임종준, 박지인, ... 최준호(2021). 무청시래기를 첨가한 추어 떡갈비의 개발 및 품질특성. *산업식품공학회지*, 25(4), 338-346.
- 이관호(2007). 한국산 배에서 추출한 단백질 분해효소의 정제 및 특성에 관한 연구. 한경대학교 박사학위논문.
- 이재준, 이정선, 최양일, 이현주(2013). 산사의 항산화 활성과 돈육 떡갈비로의 적용. *한국축산식품학회지*, 33(4), 531-541.
- 이재준, 정해옥, 이명렬(2011). 묵은지 김치를 첨가한 떡갈비 개발. *한국축산식품학회*, 31(2), 304-310.
- 이주영, 최은선, 유현희(2023). 효소 및 초음파로 전처리한 가바쌀의 품질특성. *한국생활과학회지*, 32(1), 73-86.
- 이준호, 진구복(2012). 레드비트 추출물의 항산화 활성 및 레드비트를 첨가한 돈육패티의 냉장저장 중 이화학적 성상 및 미생물의 변화. *한국축산식품학회지*, 32(4), 497-503.
- 이평화, 박수연, 장태훈, 임순희, ... 채희정(2014). 탄수화물 분해효소 처리에 의한 배과피와 과심의 항산화 생리활성 증대효과. *한국식품영양과학회지*, 43(3), 404-410.
- 임종준(2022). 남원산 미꾸라지와 시래기를 첨가한 떡갈비 개발 및 품질특성. 원광대학교 석사학위논문.
- 장명숙(1999). *식품과 조리원리*. 서울: 효일.
- 장혜현, 김양숙, 김명희(2021). 파과야를 과일 대체재로 활용한 한우떡갈비의 품질 특성. *한국조리학회지*, 27(1), 109-120.
- 장효현, 이승주(2017). 고령자 대상 식생활 및 시판 고령친화식품 기호도 조사. *동아시아식생활학회지*, 27(2), 124-136.
- 전지은, 정은하, 김수민, 한선영(2021). 노인의 구강건강상태에 따른 고령친화식품 섭취 차이. *한국콘텐츠학회지*, 21(12), 697-704.
- 정수정, 최승철, 김민경(2024). 돼지고기 비선호 부위 재고가 삼겹살 가격에 미치는 영향에 관한 연구. *한국식품유통학회지*, 41(1), 93-110.
- 정창환, 이슬희, 김학연(2021). 붉은 마늘 분말을 첨가한 가정간편식(HMR)형 돈육 떡갈비의 품질 및 관능적 특성. *한국식품과학회지*, 53(5), 601-606.
- 정한결, 김학연(2016). 돈피 젤라틴 분말을 첨가한 떡갈비 개발. *한국식품영양과학회지*, 45(8), 1147-1152.
- 정혜경(2024). *한국민속대백과사전 육회*. 서울: 한국학중앙연구원.
- 조신희, 강영수, 송미란, 주난영, ... 이정은(2020). *새로쓰는 식품학*. 서울: 교문사.
- 조은채(2024). 65세 이상의 노인 인구에서 근력운동 시행과 저작불편 여부와 의 상관관계. 경희대학교 석사학위논문.
- 조희연, 정선화, 조남석(2004). 능이버섯 및 Protease효소의 첨가가 연육에 미치는 영향. *한국목재공학회지*, 32(5), 39-44.
- 주선태(1998). 돼지고기 바로알자(4)-돼지고기의 보수력. *월간 양돈*, 20(4), 224.
- 최윤상, 이미애, 정종연, 최지훈, ... 김천제(2007). Wheat Fiber 첨가가 Meat Batter의 품질에 미치는 영향. *한국축산식품학회지*, 27(1), 22-28.
- 최윤상, 정종연, 최지훈, 한두정, ... 김천제(2008). 미강에서

- 추출한 식이섬유 첨가가 유화형 소시지의 품질 특성에 미치는 영향. *한국축산식품학회지*, 28(1), 14-20.
- 최희선, 문현경, 김혜영, 최정숙(2010). 농촌노인의 치아상태에 따른 건강상태 및 식이섭취 평가. *대한영양사협회학술지*, 16(1), 22-38.
- 하소라(2016). 레드비트 분말의 첨가가 돈육소시지의 이화학적 특성에 미치는 영향. 경남과학기술대학교 석사학위논문.
- 한국산업표준(2022). 고령친화식품(KS H 4897), <https://www.standard.go.kr/streamdocs/view/sd;streamdocsId=72059309602302891>에서 인출.
- 한명옥(2010). 죽순 첨가 떡갈비의 이화학적 특성 및 냉장저장중 품질 변화. 전남대학교 석사학위논문.
- 한복진, 한복려, 황혜성(1998). *우리가 정말 알아야 할 우리 음식 백가지*2. 서울: 현암사.
- 한승관, 진구복(2004). 국산배에서 추출한 단백질을 분해효소의 식육 연화제로서의 활용에 관한 연구. *한국축산식품학회지*, 24(4), 326-328.
- AOAC. (1996). *The Association of Official Methods of Analysis*(16th ed.). Arlington: Association of Official Analytical Chemist.
- Cambero, M. I., Seuss, I., & Honikel, K. O. (1992). Flavor compounds of beef broth as affected by cooking temperature. *Journal of Food Science*, 57(6), 1285-1290.
- Dye, C. J., & Koziatsek, D. A. (1981). Age and diabetes effects on threshold and hedonic perception of sucrose solutions. *Journal of Gerontology*, 36(3), 310-315.
- Hensley, J. L., & Hand, L. W. (1995). Formulation and cooking temperature effects on beef frankfurters. *Journal of Food Science*, 60(1), 55-57.
- Huttunen, M. M., Pietilä, P. E., Viljakainen, H. T., & Lamberg-allardt, C. J. (2006). Prolonged increase in dietary phosphate intake alters bone mineralization in adult male rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 17(7), 479-484.
- Lopez-bote, C., Warriss, P. D., & Brown, S. N. (1989). The use of muscle protein solubility measurements to assess pig lean meat quality. *Meat Science*, 26(3), 167-175.
- Sturdivant, C. A., Lunt, D. K., Smith, G. C., & Smith, S. B. (1991). Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and M. longissimus dorsi of Wagyu cattle. *Meat Science*, 32(4), 449-458.

Received 17 Jun 2024;

1st Revised 22 October 2024;

Accepted 12 November 2024