



토끼고기의 영양성분 및 품질특성 평가

이정아¹ · 정숙한² · 설국환² · 김현욱² · 조수현² · 강선문^{2,*}
¹공주대학교 동물자원학과, ²농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과

Evaluation of the Nutritional Composition and Quality Traits of Rabbit Meat

Jeong Ah Lee¹, Suk Han Jung², Kuk-Hwan Seol², Hyoun-Wook Kim², Soohyun Cho², Sun Moon Kang^{2,*}

¹Department of Animal Resources Science, Kongju National University

²Animal Products Utilization Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

Abstract

This study evaluated the nutritional composition and quality traits of rabbit meat as compared to chicken meat. Samples of loin (*M. longissimus dorsi*) and breast meats were collected from rabbit and chicken carcasses, respectively. The meats were then analyzed for the proximate composition, collagen and energy contents, fatty acid composition, myoglobin and heme iron contents, pH value, water-holding capacity (WHC), cooking loss, meat color, Warner-Bratzler shear force (WBSF) value, and texture profile. Compared to chicken breast meat, lower ($p < 0.05$) protein content and higher ($p < 0.05$) ash and collagen contents were obtained in rabbit loin meat. Rabbit meat remarkably had higher ($p < 0.05$) total polyunsaturated fatty acids (PUFA) and linolenic acid contents and lower ($p < 0.05$) n-6/n-3 PUFA ratio as compared to chicken meat. The pH value and WHC were lower ($p < 0.05$) in rabbit meat than in chicken meat ($p < 0.05$). Rabbit meat exhibited lower ($p < 0.05$) L* value and higher ($p < 0.05$) a* and b* values compared to chicken meat ($p < 0.05$). The WBSF value, hardness, and gumminess were higher ($p < 0.05$) in rabbit meat than in chicken meat ($p < 0.05$). These findings suggest that rabbit meat has higher essential n-3 PUFA, darker color, and firmer texture as compared to chicken meat.

Key Words: Rabbit meat, fatty acid, water-holding capacity, color, texture

1. 서 론

토끼는 토끼과(Leporidae)에 속하는 가축으로 우리나라에서는 삼국시대부터 사육하였으며(Hyun & Koo 2000), 현재에는 축산물 위생관리법에 따라 소, 돼지, 닭 등과 함께 법적으로 가축의 범위에 속한다(MFDS 2022). 토끼는 짧은 임신기간으로 번식력이 뛰어나며, 비싼 곡물을 섭취하지 않아 사료효율이 높고 가축으로써 이상적인 동물이다(Cullere & Zotte 2018). 토끼 품종 중 해외에서 육용으로 사육되고 있는 벨전 헤어(Belgian Hare)의 경우 조숙다산성이고 생체중은 약 4 kg이며, 풍미가 우수하다고 보고된 바 있다(Kim 2013).

2,020년 전 세계 토끼고기 생산량은 75만톤 이상으로 추정되며, 이중 중국이 약 60%를 차지하여 가장 많이 생산하고 있다(FAO 2022). 또한 스페인, 이탈리아 등 일부 유럽 국가들은 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 다음으로 가장 많이 소비하고 있다(McNitt et al. 2013). 우리나라의 경우 농림축산식품

부 통계자료(MAFRA 2021)에 따르면, 토끼 농장 2,113호에서 48,399마리를 사육하고 있으며, 육용 토끼 전문 도축장 1개소에서 연간 약 20톤이 생산되고 있다.

예로부터 동의보감이나 민간요법에서는 토끼고기를 여러 질병을 치료하고 예방하기 위한 보양식으로 널리 이용해 왔으며, 맛은 닭고기와 유사하다고 보고되었다(Kim 2013). 지방 함량이 적고 불포화지방산 함량이 높은 토끼고기는 체내 소화흡수율이 약 85%에 달한다(Apata et al. 2012). 그리고 두뇌활동을 증진하는 콜린과 아라키돈산을 많이 함유하고 있어 성장기 청소년과 노년층 치매 예방에 도움을 줄 수 있다고 보고되었다(Zotte & Szendrő 2011).

현재까지 토끼고기에 대한 연구는 성별에 따른 토끼고기의 육질특성 비교(Tümová et al. 2022), 아마씨 급여에 따른 지방산 조성 비교(Kouba et al. 2008; Bianchi et al. 2009), 영양적 가치 및 위생안전성 조사(Hernandez 2008) 등이 수행되었으나, 토끼고기가 가지고 있는 고유의 영양성분 조성과 보수력, 조직감 등 품질특성에 대한 연구는 부족한 실정

*Corresponding author: Dr. Sun Moon Kang, Animal Products Utilization Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, 1500, Kongjwipatjwi-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do 55365, Korea
Tel: +82-63-238-7394 Fax: +82-63-238-7397 E-mail: smkang1014@naver.com

이다. 뿐만 아니라 국내에서 쇠고기, 돼지고기 및 닭고기에 비해 소비가 저조한 토끼고기를 새로운 식육 자원으로 활용도를 증진하기 위해 토끼고기에 대한 기초자료가 필요하다. 따라서 본 연구는 토끼고기의 영양성분 및 품질특성을 제시하기 위해 맛 등 유사한 특성을 가지고 있는 닭고기와 비교 분석을 실시하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 공시재료

본 실험의 재료인 토끼고기와 닭고기(12호)는 각각 20마리분을 시중으로부터 구입하였다. 토끼고기는 등심(*M. longissimus dorsi*)을 발골하고 닭고기는 가슴살을 발골한 다음 10마리분은 잘게 분쇄하여 일반성분, 콜라겐, 에너지, 마이오글로빈(myoglobin) 및 헴철(heme iron) 함량, pH, 보수력, 육색, 지방산 조성 분석에 이용하였다. 나머지 10마리분은 가열감량을 측정 후 좌측 부위는 전단가, 우측의 경우 조직감(texture profile) 측정에 이용하였다.

2. 일반성분, 콜라겐 및 에너지 함량 측정

수분, 지방, 단백질, 회분 및 콜라겐 함량은 근적외선분광기(FoodScan™ Lab Type, Foss Analytical A/S, Hillerød, Hovedstaden, Denmark)를 이용해 측정하였다. 최종 결과는 시료 100 g당 g으로 산출하였다. 에너지 함량은 Korea Food Codex (MFDS 2021)의 방법에 따라 단백질 및 지방 함량에 FAO 환산계수(4.27 및 9.02)를 곱하고 이 둘을 합산한 값으로 산출하였다.

3. 지방산 조성

지방산 조성은 Folch et al. (1957)의 방법에 따라 지질을 추출하였다. 시료와 chloroform-methanol (2:1)을 넣고 homogenizer (T25 Digital Ultra-Turrax, Ika Werke GmbH & Co., Staufen, Baden-Württemberg, Germany)로 1,296×g에서 1분간 균질하고, 0.88% KCl을 첨가한 후 2°C, 3,000×g (Avanti J-E, Beckman Coulter, Fullerton, CA, USA)에서 10분간 원심분리하였다. 상층액을 제거하고 하층액을 filter paper No. 1 (Whatman International Ltd., Maidstone, Kent, England)으로 여과한 다음 38°C에서 N₂ gas blow concentrator (MGS-2200, Eyela Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 농축하였다. 농축된 지질은 David et al. (2003)의 방법에 의해 0.5 N NaOH (in methanol)과 14% boron trifluoride (in methanol)로 methylation하였다. 이후 증류수 5 mL와 hexane 2 mL를 혼합한 후 2°C, 3,000×g에서 5분간 원심분리한 다음 1 µL를 HP-Innowax column (30 m length×0.32 mm id×0.25 µm film thickness, Agilent Technologies, Inc. Palo Alto, CA, USA)이 장착된 gas chromatography (CP-8400, Varian, Inc., Palo Alto,

CA, USA)에 주입하여 분석하였다. 이때 분석 조건은 inlet 온도: 260°C, split ratio: 1/10, carrier: He at 1 mL/min, oven program: 150°C for 1 min, 150-200°C at 15/min, 200-250°C at 2/min, 250°C for 10 min; FID 온도: 280°C 이었다. 분석된 각각의 지방산 peak는 표준물질(47015-U, PUFA No. 2 Animal Source, Supelco, Bellefonte, PA, USA)의 retention time과 비교 및 동정한 후 총 지방산 peak 면적의 백분율(%)로 산출하였다.

4. 마이오글로빈 및 헴철 함량 측정

마이오글로빈 함량은 Sammel et al. (2002)의 방법을 이용하여 실시하였다. 시료 5 g과 증류수 45 mL를 homogenizer (T25 Digital Ultra-Turrax, Ika Werke GmbH & Co., Germany)를 이용하여 1,296×g로 1분간 균질하고, 2°C, 30,000×g (Avanti JXN-26 Centrifuge, Beckman Coulter, Inc., Fullerton, CA, USA)에서 30분간 원심분리하였다. 이후 상등액을 0.45 µm syringe filter로 여과하고 UV-vis spectrophotometer (UV-1280, Shimadzu Corp., Kyoto, Kansai, Japan)로 525 nm에서 흡광도를 측정한 다음 마이오글로빈의 분자량(Drabkin 1978; 16,110) 및 몰흡광계수(Bowen 1949; 7.6 mM⁻¹ cm⁻¹), 시료의 희석배수를 이용해 시료 1 g당 1 mg으로 산출하였다. 헴철 함량은 Drabkin (1978)의 방법에 따라 마이오글로빈 함량에 0.35%를 곱하여 시료 1 g당 1 µg으로 산출하였다.

5. pH 측정

pH는 Seyfert et al. (2007)이 제시한 방법에 준하여 실시하였다. 시료 5 g과 증류수 45 mL를 homogenizer (PT-MR 2100, Kinematica AG, Littau, Luzern, Switzerland)로 2,270×g에서 1분간 혼합한 다음 pH/Ion meter (SevenCompact S220, Mettler-Toledo AG, Schwerzenbach, Zurich, Switzerland)에 의해 측정하였다.

6. 보수력 측정

보수력은 Fischer et al. (1976)에 준하여 실시하였다. 시료 1 g을 원심분리용 tube에 정량하고 10°C, 70,000×g (Avanti JXN-26, Beckman Coulter, Fullerton, CA, USA)에서 30분간 원심분리하였다. 이후 Whatman filter paper No. 2로 1 시간 동안 유출된 육즙을 흡수하고 육즙의 무게를 측정하였다. 최종 결과는 시료 내 수분 무게에 대한 원심분리 시 유출되지 않은 수분 무게의 백분율(%)로 산출하였다.

7. 가열감량 측정

가열감량은 Honikel (1998)의 방법에 준하여 측정하였다. 시료를 식품포장용 저밀도 폴리에틸렌 지퍼백에 넣은 후 80°C water bath에 담가 시료의 중심온도가 75°C에 도달할 때까지 가열하였으며, 중심온도는 thermometer (307B, Tecpel

Co., Ltd., New Taipei, Xindian, Taiwan)로 측정하였다. 가열이 완료된 다음 얼음물에 1시간 동안 예냉하고 2°C 냉장고에 하루 동안 방치하였다. 이후 종이 타월로 시료 표면의 육즙을 제거하고 무게를 측정하였다. 최종 결과는 가열 전 시료 무게에 대한 가열 시 발생한 육즙 무게의 백분율(%)로 산출하였다.

8. 표면육색 측정

시료의 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*), 채도(chroma) 및 갈색도(hue-angle)는 chroma meter (CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Kansai, Japan)로 분석하였다. Chroma meter는 사용 직전에 calibrate plate (L*=94.48, a*=0.16, b*=2.29; light source: illuminant C; CR-A43, Konica Minolta Sensing, Inc., Japan)를 이용해 보정하였다.

9. 전단가 측정

전단가는 Honikel (1998)의 방법에 따라 실시하였다. 가열 감량을 측정된 시료를 직경 10 mm의 원통으로 정형한 후 Warner-Bratzler shear blade가 장착된 universal testing machine (Model No. 5543, Instron Corp., Norwood, MA, USA)를 이용하여 근섬유 방향의 수직으로 절단하였다. 이때 분석 조건은 load cell 500 N, pretest 및 test speed 1 mm/s, posttest speed 10 mm/s이었다. 최종 결과는 시료를 절단 시 산출된 peak에서 최대 힘(N)으로 나타내었다.

10. 조직감 측정

조직감(texture profile)의 측정은 Bourne (1978)의 방법에 따라 실시하였다. 가열감량을 측정된 시료를 가로 2.5 cm×세로 2.5 cm×높이 1.5 cm의 사각으로 정형한 다음 직경 10 mm의 cylindrical probe가 장착된 universal testing machine (Model No. 5543, Instron Corp., Norwood, MA, USA)으로 시료의 정중앙을 1 mm/s의 속도로 시료 높이의 70% 수준까지 2회 압착하였다. 최종 결과는 경도(hardness, N/m²), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess, N) 및 씹힘성(chewiness, N)으로 산출하였다.

11. 통계분석

본 실험을 통하여 얻은 데이터는 SPSS program (2019)에서 Student's *t*-test로 분석하였으며, 각 평균들간의 유의성은 5% 수준에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분, 콜라겐 및 에너지 함량

토끼 등심과 닭 가슴살의 일반성분, 콜라겐 및 에너지 함량을 비교한 결과는 <Table 1>와 같다. 일반성분 중 수분 함량은 토끼 등심과 닭 가슴살간에 유의적인 차이를 보이지 않

<Table 1> Comparison of proximate composition, collagen, and energy contents between rabbit loin and chicken breast

Items	Treatment	
	Rabbit	Chicken
Proximate composition (g/100 g meat)		
Moisture	75.94±1.09	75.18±0.39
Protein	21.65±0.45 ^b	23.19±0.40 ^a
Ash	1.80±0.76 ^a	1.04±0.03 ^b
Collagen (g/100 g meat)	1.32±0.40 ^a	1.03±0.14 ^b
Energy (kcal/100 g meat)	100.72±5.68 ^b	107.25±1.47 ^a

^{a-b}Means±SD in the same rows with different superscripts differ significantly (p<0.05).

았다. 단백질 함량은 토끼 등심이 21.65 g/100 g으로 닭 가슴살의 23.19 g/100 g보다 유의적으로 낮은 값을 보여 주었다 (p<0.05). 하지만 회분 및 콜라겐 함량은 토끼고기가 1.80 및 1.32 g/100 g로 닭고기의 1.04 및 1.03 g/100 g보다 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). Korea Food Codex (MFDS 2021)의 방법에 따라 단백질 및 지방 함량에 FAO 환산계수를 곱하여 산출한 에너지 함량은 토끼고기가 100.72 kcal/100 g으로 닭고기의 107.25 kcal/100 g에 비해 유의적으로 낮은 수치를 보여 주었다(p<0.05). Cavani et al. (2009)의 토끼고기 및 닭고기의 품질 비교연구에서 토끼 등심이 닭 가슴살보다 수분 및 지방 함량이 높았던 반면, 단백질 및 에너지 함량은 낮았다고 보고하여 본 연구결과와 일부 유사하게 나타났다. 또한 토끼고기가 닭고기보다 단백질 함량이 낮고 회분 함량이 높았다는 Tümová et al. (2022)의 보고와 동일한 것으로 나타났다. 따라서 선행 연구결과들과 본 연구결과를 종합해 보면, 전반적으로 토끼고기는 닭고기보다 단백질 함량이 낮은 것으로 판단된다. 한편, Pascual & Pla (2008)의 연구결과에 따르면, 토끼 등심의 콜라겐 함량이 닭 가슴살보다 높은 함량을 가진다고 보고되었으며, 이 역시 본 연구결과와 일치하였다.

2. 지방 함량 및 지방산 조성

토끼 등심과 닭 가슴살의 지방 함량 및 지방산 조성을 비교한 결과는 <Table 2>와 같다. 지방 함량은 토끼 등심과 닭 가슴살간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 이러한 결과로 미루어 봤을 때, 토끼 등심과 닭 가슴살의 에너지 함량 차이에 대한 기여도는 지방 함량보다 단백질 함량이 더 높은 것으로 사료된다. 지방산 조성 중 포화지방산(SFA)은 토끼고기의 myristic acid (C14:0) 및 palmitic acid (C16:0)을 포함한 총 포화지방산 함량이 닭고기보다 유의적으로 높게 나타났던 반면(p<0.05), stearic acid (C18:0) 함량은 토끼고기가 닭고기에 비해 유의적으로 낮은 수치를 보여 주었다 (p<0.05). 다가불포화지방산(MUFA)은 palmitoleic acid (C16:1n-7), oleic acid (C18:1n-9), trans-vaccenic acid

<Table 2> Comparison of fat content and fatty acid composition between rabbit loin and chicken breast

Items	Treatment	
	Rabbit	Chicken
Fat (g/100 g meat)	0.92±0.58	0.91±0.24
Fatty acid (g/100 g total fatty acids)		
C14:0 (Myristic acid)	3.20±0.71 ^a	0.85±0.04 ^b
C16:0 (Palmitic acid)	33.44±2.28 ^a	27.29±1.34 ^b
C16:1n-7 (Palmitoleic acid)	3.61±1.62 ^b	6.37±0.98 ^a
C18:0 (Stearic acid)	5.92±0.66 ^b	7.31±0.85 ^a
C18:1n-9 (Oleic acid)	21.22±2.13 ^b	37.70±1.63 ^a
C18:1n-7 (<i>trans</i> -vaccenic acid)	0.02±0.01 ^b	0.07±0.02 ^a
C18:2n-6 (Linoleic acid)	25.37±4.23 ^a	16.49±2.12 ^b
C18:3n-6 (<i>gamma</i> -linolenic acid)	0.05±0.01 ^b	0.15±0.03 ^a
C18:3n-3 (Linolenic acid)	2.73±0.94 ^a	0.59±0.10 ^b
C20:1n-9 (<i>cis</i> -11-eicosenoic acid)	0.24±0.04 ^b	0.35±0.12 ^a
C20:4n-6 (Arachidonic acid)	3.13±1.10 ^a	2.10±0.75 ^b
C20:5n-3 (Eicosapentaenoic acid)	0.14±0.06	0.12±0.04
C22:4n-6 (Docosatetraenoic acid)	0.81±0.28 ^a	0.44±0.19 ^b
C22:6n-3 (Docosahexaenoic acid)	0.10±0.03 ^b	0.15±0.03 ^a
SFA ¹⁾	42.57±2.43 ^a	35.45±1.15 ^b
UFA ²⁾	57.43±2.43 ^b	64.55±1.15 ^a
MUFA ³⁾	25.09±3.51 ^b	44.50±2.31 ^a
PUFA ⁴⁾	32.34±5.75 ^a	20.05±2.89 ^b
n-6/n-3 PUFA	12.59±10.17 ^b	22.73±3.92 ^a

^{a-b}Means±SD in the same rows with different superscripts differ significantly (p<0.05).

¹⁾Saturated fatty acids.

²⁾Unsaturated fatty acids.

³⁾Monounsaturated fatty acids.

⁴⁾Polyunsaturated fatty acids.

(C18:1n-7), *cis*-11-eicosenoic acid (C20:1n-9) 및 총 단가불포화지방 함량 모두 토끼고기가 닭고기에 비해 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.05). 다가불포화지방산(PUFA)은 토끼고기의 linoleic acid (C18:2n-6), linolenic acid (C18:3n-3), arachidonic acid (C20:4n-6), docosatetraenoic acid (C22:4n-6) 및 총 다가불포화지방산 함량이 닭고기보다 유의적으로 높았으며, 특히, linolenic acid는 토끼고기가 약 4.6배로 현저하게 높았다(p<0.05). 반면에 *gamma*-linolenic acid (C18:3n-6) 및 docosahexaenoic acid (C22:6n3) 함량은 토끼고기가 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.05). n-6/n-3 지방산 비율은 토끼고기가 12.59로 닭고기의 22.73보다 약 1.7배 낮은 수치를 보여 주었다(p<0.05). Lee & Ahn (1977)의 연구에서 토끼고기의 linolenic acid 및 총 다가불포화지방산 함량이 각각 4.6 및 43.3%로 닭고기의 0.9 및 23.3%보다 높았다고 보고하였으며, 이러한 결과는 본 연구결과와 유사하였다. 하지만 선행연구와 달리 본 연구는 토끼고기와 닭고기

<Table 3> Comparison of myoglobin and heme iron contents between rabbit loin and chicken breast

Items	Treatment	
	Rabbit	Chicken
Myoglobin (mg/g meat)	0.34±0.19	0.22±0.07
Heme iron (µg/g meat)	1.19±0.67	0.78±0.25

*Data are indicated as means±SD.

간에 palmitoleic acid, *gamma*-linolenic acid, *cis*-11-eicosenoic acid, docosatetraenoic acid, docosahexaenoic acid 함량 및 n-6/n-3 지방산 비율도 차이가 있음을 발견하였다. 인체 건강을 위해 식육에서 권장하는 n-6/n-3 지방산 비율은 4-10이며, 이러한 이유는 n-6 지방산을 과다하게 섭취할 경우 심혈관질환의 발병 위험성이 증가하기 때문이다 (Carleton et al. 1991; Park et al. 2010).

3. 마이오글로빈 및 헴철 함량

토끼 등심과 닭 가슴살의 마이오글로빈 및 헴철 함량을 비교한 결과는 <Table 3>과 같다. 마이오글로빈 및 헴철 함량은 토끼고기가 0.34 mg/g 및 1.19 µg/g으로 닭고기의 0.22 mg/g 및 0.78 µg/g과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 마이오글로빈은 근육에서 산소를 운반하고 저장하는 역할을 담당하며, 주로 적색근에 많이 함유되어 있다(Covell & Jacques 1987). 구조적으로 단백질 부분인 글로빈(globin)과 비단백질 부분인 헴(heme)으로 구성되어 있으며, 이 중 헴의 중심부에는 철 원자가 위치하고 있다(Parthasarathy & Bryan 2012). 일반적으로 식육의 헴철 함량은 총 철 함량의 55-65%이며, 토끼고기의 헴철 함량은 쇠고기에 비해 낮으나 총 철 함량을 차지하는 비율(65%)은 유사하다고 보고된 바 있다(Martinez-torres et al. 1986; Valenzuela et al. 2009). 그리고 식육에 함유된 헴철은 체내 흡수율이 10-30%로 비헴철의 흡수율(1-20%)보다 높다고 보고되었다(Valenzuela et al. 2011). 일반적으로 가축의 연령이 높거나 근육의 운동량이 많을수록 고기 내에 마이오글로빈 함량이 증가하며, 이에 따라 헴철 함량도 증가하게 된다(Purchas & Busboom 2005). 또한 마이오글로빈 함량이 증가할수록 고기의 색깔이 암적색으로 진해지며(Beecher et al. 1965; Morita et al. 1969), 마이오글로빈의 화학적 상태 중 헴철 이온이 3가로 산화됨으로써 발생하는 산화마이오글로빈(metmyoglobin)은 소비자 기호도를 저하시키고 고기의 저장 중 지방산화를 촉진시킨다고 보고되었다(Faustman et al. 2010).

4. pH, 보수력 및 가열감량

토끼 등심과 닭 가슴살의 pH, 보수력 및 가열감량을 비교한 결과는 <Table 4>와 같다. pH 및 보수력은 토끼고기가 닭고기에 비해 유의적으로 낮게 나타났으며(p<0.05), 가열감

<Table 4> Comparison of pH value, water-holding capacity, and cooking loss between rabbit loin and chicken breast

Items	Treatment	
	Rabbit	Chicken
pH	5.75±0.10 ^b	5.97±0.17 ^a
Water-holding capacity (%)	64.73±2.79 ^b	76.67±5.07 ^a
Cooking loss (%)	19.23±1.63 ^a	13.03±0.80 ^b

^{a-b}Means±SD in the same rows with different superscripts differ significantly (p<0.05).

<Table 5> Comparison of meat color between rabbit loin and chicken breast

Items	Treatment	
	Rabbit	Chicken
L* (lightness)	53.55±2.67 ^b	56.68±2.19 ^a
a* (redness)	8.96±1.38 ^a	3.76±0.59 ^b
b* (yellowness)	7.29±0.79 ^a	6.13±1.34 ^b
C* (chroma)	11.58±1.36 ^a	7.23±1.26 ^b
h° (hue-angle)	39.31±4.10 ^b	57.75±6.48 ^a

^{a-b}Means±SD in the same rows with different superscripts differ significantly (p<0.05).

량은 토끼고기가 닭 가슴살보다 유의적으로 높은 수치를 보였다(p<0.05). 이러한 이유는 고기의 pH가 높을수록 보수력 또한 높기 때문이다(Hamm 1982). 또한 본 연구결과는 토끼고기가 닭고기에 비해 pH가 낮고 가열감량이 높았다는 Tůmová et al. (2022)의 보고와 동일하였다.

5. 육색

토끼 등심과 닭 가슴살의 육색을 비교한 결과는 <Table 5>와 같다. 명도(L*) 및 갈색도(h°)는 토끼고기가 닭고기에 비해 유의적으로 낮은 수치를 보였으나(p<0.05), 적색도(a*), 황색도(b*) 및 채도(C*)의 경우 토끼고기가 닭고기보다 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 몇몇 선행연구들(Zotte 2002; Molette et al. 2005)에서 토끼고기와 닭고기, 돼지고기 및 칠면조고기의 육색을 비교한 결과, 토끼고기의 적색도가 돼지고기 및 칠면조고기에 비해 낮았으나 닭고기보다 높았다고 본 연구결과와 동일하게 보고되었다. 또한 Tůmová et al. (2022) 역시 토끼고기의 적색도 및 황색도가 닭고기보다 높았다고 본 연구결과와 일치하게 보고하였다. 본 연구 및 선행연구 결과들에서 동일하게 토끼고기의 적색도가 닭고기보다 높은 이유는 Tůmová et al. (2022)의 연구결과로 미루어 봤을 때, 토끼고기가 닭고기보다 적색근섬유(Type I) 수가 많은 반면, 백색근섬유(Type IIB)를 적게 함유하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

<Table 6> Comparison of Warner-Bratzler shear force (WBSF) value and texture profile between rabbit loin and chicken breast

Items	Treatment	
	Rabbit	Chicken
WBSF (N)	18.11±3.69 ^a	11.57±2.28 ^b
Hardness (N/m ²)	311,852.23±48,750.36 ^a	225,025.48±35,959.15 ^b
Cohesiveness	0.74±0.04	0.70±0.11
Springiness	20.38±3.64 ^b	26.14±4.23 ^a
Gumminess (N)	18.09±2.49 ^a	12.45±3.17 ^b
Chewiness (N)	369.17±85.26	319.46±80.62

^{a-b}Means±SD in the same rows with different superscripts differ significantly (p<0.05).

6. 전단가 및 조직감

토끼 등심과 닭 가슴살의 전단가(Warner-Bratzler shear force value) 및 조직감(texture profile)을 비교한 결과는 <Table 6>와 같다. 전단가는 토끼고기가 18.11 N으로 닭고기의 11.57 N에 비해 유의적으로 높은 수치를 보였다(p<0.05). 조직감에서 경도(hardness) 및 검성(gumminess)은 토끼고기가 311,852.23 N/m² 및 18.09 N으로 닭고기의 225,025.48 N/m² 및 12.45 N보다 유의적으로 높게 나타났던 반면 (p<0.05), 탄력성의 경우 토끼고기가 닭고기보다 유의적으로 낮은 수치를 보여 주었다(p<0.05). 일반적으로 고기의 결합 조직을 구성하는 콜라겐은 인성(toughness)을 증가시켜 조직감에 영향을 미친다(Lepetit 2008). 따라서 본 연구결과에서 토끼고기가 닭고기에 비해 전단가 및 경도가 높게 나타난 이유는 콜라겐 함량이 닭고기보다 높았기 때문으로 사료된다. 한편, 고령친화식품 KS 인증기준(MAFRA 2019)에 따르면, 경도(N/m²)가 50,000-500,000 N/m²일 경우 치아로 섭취 가능한 1단계, 20,000-50,000 N/m²은 잇몸으로 섭취 가능한 2단계, 20,000 N/m² 이하는 혀로 섭취 가능한 3단계에 속한다. 본 연구결과에서 토끼고기의 경도가 닭고기보다 유의적으로 높게 나타났지만, 닭고기와 동일하게 1단계에 속하여 치아로 충분히 섭취할 수 있는 조직감을 가지고 있는 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 토끼고기의 영양성분 및 품질특성을 평가하고자 닭고기와 비교 분석을 실시하였다. 공시재료로 토끼고기와 닭고기로부터 각각 등심(*M. longissimus dorsi*)과 가슴살을 채취한 다음 일반성분, 콜라겐 및 에너지 함량, 지방산 조성, 마이오글로빈 및 헴철 함량, pH, 보수력, 가열감량, 육색, 전단가 및 조직감을 분석하였다. 일반성분 중 단백질 함량은

닭 가슴살이 토끼 등심보다 높았던 반면($p < 0.05$), 회분 및 콜라겐 함량은 토끼 등심이 닭 가슴살에 비해 낮았다($p < 0.05$). 지방산 조성은 토끼고기의 linolenic acid (C18:3n-3) 및 총 다가불포화지방산(PUFA) 함량이 닭고기보다 현저하게 높았으며($p < 0.05$), n-6/n-3 비율은 낮았다($p < 0.05$). pH와 보수력은 모두 토끼고기가 닭고기보다 낮은 수치를 보였다($p < 0.05$). 육색은 토끼고기의 명도(L*)가 닭고기보다 낮았으며($p < 0.05$), 적색도(a*) 및 황색도(b*)는 높았다($p < 0.05$). 전단가, 경도 및 겹섬은 토끼고기가 닭고기보다 수치를 보였다($p < 0.05$). 따라서 토끼고기는 닭고기보다 n-3 계열의 필수 지방산 함량이 현저하게 높고 육색은 진하며, 조직감은 단단하였다.

저자 정보

- 이정아(공주대학교 동물자원학과, 박사과정 대학원생, 0000-0003-3019-8321)
- 정숙한(농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과, 연구원, 0000-0002-5821-9027)
- 설국환(농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과, 농업연구사, 0000-0002-0907-882X)
- 김현욱(농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과, 농업연구사, 0000-0002-2979-345X)
- 조수현(농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과, 농업연구관, 0000-0002-8073-8771)
- 강선문(농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과, 농업연구사, 0000-0003-3947-4337)

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립축산과학원 고유연구사업(과제 번호: PJ01433002)에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

Apata ES, Enlolorunda OO, Amao KE, Okubanjo AO. 2012. Quality evaluation of rabbit meat as affected by different stunning methods. *Int. J. Agric. Sci.*, 2(1):54-58

Beecher GR, Cassens RG, Hoekstra WG, Briskey EJ. 1965. Red and white fiber content and associated post-mortem properties of secen porcine muscles. *J. Food Sci.*, 30(6):969-976

Bianchi M, Petracci M, Cavani C. 2009. The influence of linseed on rabbit meat quality. *World Rabbit Sci.*, 17(2):97-103

Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. *Food Technol.*,

32(7):62-72

Bowen WJ. 1949. The absorption spectra and extinction coefficients of myoglobin. *J. Biol. Chem.*, 179(2):235-245

Carleton RA, Dwyer J, Finberg L, Flora J, Goodman DS, Grundy SM, Havas S, Hunter GT, Kritchevsky D, Lauer RM, Luepker RV, Ramirez AG, Horn LV, Stason WB, Stokes J. 1991. Report of the expert panel on population strategies for blood cholesterol reduction. *Circ. Res.*, 83(6):2154-2232

Cavani C, Petracci M, Trocino A, Xiccato G. 2009. Advances in research on poultry and rabbit meat quality. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8(2):741-750

Covell DG, Jacquez JA. 1987. Does myoglobin contribute significantly to diffusion of oxygen in red skeletal muscle? *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 252(2):R341-R347

Cullere M, Zotte AD. 2018. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. *Meat Sci.*, 143:137-146

David F, Sandra P, Wylie PL. 2003. Food application: Improving the analysis of fatty acid methyl esters using retention time locked methods and retention time databases. Agilent Technologies, Inc., Palo Alto, CA, USA, 5988-5871EN

Drabin DL. 1978. The porphyrins: Selected landmarks in the history of porphyrins and their biologically functional derivatives. In: Dolphin D. editor. Academic Press, Inc., NY, USA. Vol. 1, pp 29-83

Faustman C, Sun Q, Mancini R, Suman SP. 2010. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Sci.*, 86(1):86-94

Fischer C, Hofmann K, Hamm R. 1976. Erfahrungen mit der Kapillarovolumeter-Methode nach Hofmann zur Bestimmung des Wasserbindungsvermögens von Fleisch. *Fleischwirt.*, 56(1):91-95

Folch JM, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification and total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226:497-509

Hamm R. 1982. Über des wasserbindungsvermögen des fleisches. *Fleischwirt.*, 33(1):590-599

Hernández P. 2008. Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. Proceedings of 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, pp 1287-1299

Honikel KO. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.*, 49(4):447-457

Hyun YH, Koo BS. 2000. Food ingredients. Hyungseoul Publishing Co., Seoul, Korea, pp 206

Kim EK. 2013. Quality characteristics and antioxidant activity of rabbit stock according to *Cudrania Tricuspidata* bureau contents. Master's degree thesis, Youngsan University, Busan, Korea, pp 1-3

Kouba M, Benatmane F, Blocht JE, Mourot J. 2008. Effect of a linseed diet on lipid oxidation fatty acid composition of muscle, perirenal fat and raw and cooked rabbit meat.

- Meat Sci., 80(3):829-834
- Lee YC, Ahn HS. 1977. Studies on lipids and proteins of rabbit meat I. Emphasis on lipid component of rabbit meat. Korean J. Food & Nutr., 10(2):18-26
- Lepetit J. 2008. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. Meat Sci., 80(4):960-967
- MAFRA. 2019. Certification regulations of senior-friendly foods. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea, KS H 4897
- MAFRA. 2021. Agriculture, Forest, Livestock, and Food Statistics 2020. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea, pp 374
- Martinez-torres C, Leets I, Talyor P, Ramirez J, Del valle M, Layrisse M. 1986. Heme, ferritin and vegetables iron absorption in humans from denatured of heme iron during the cooking of beef. J. Nutr., 116(9):1720-1725
- McNitt JL, Lukcfahr SD, Cheeke PR, Patton NM. 2013. Rabbit production. CABI Publishers, Inc., Oxfordshire, UK, pp 13-20
- MFDS. 2021. Korea Food Codex. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea, Notification No. 2021-114
- MFDS. 2022. Livestock Products Sanitary Control Act. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea, Presidential Decree No. 1728
- Molette C, Régnignon H, Babile R. 2005. Modification of glycolyzing enzymes lowers meat quality of turkey. Poul. Sci., 84(1):119-127
- Morita S, Cassens RG, Briskey EJ. 1969. Localization of myoglobin in striated muscle of the domestic pig; Bensidine and NADH₂-TR reactions. Stain Technol., 44(6):283-286
- Park EJ, Kim JT, Choi YJ, Choi BD. 2010. Effects of cooking on the fatty acid compositions of mackerel (*Scomber japonicus*) fed with CLA fortified diet. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 39(11):1710-1714
- Parthasarathy DK, Bryan NB. 2012. Sodium nitrite: The “cure” for nitric oxide insufficiency. Meat Sci., 92(3):274-279
- Pascual M, Pla M. 2008. Changes in collagen, texture and sensory properties of meat when selecting rabbits for growth rate. Meat Sci., 78(4):375-380
- Purchas RW, Busboom JR. 2005. The effect of production system and age on levels of iron, taurine, carnosine, coenzyme Q10, and creatine in beef muscles and liver. Meat Sci., 70(4):589-596
- Sammel LM, Hunt MC, Kropf DH, Hachmeister KA, Johnson DE. 2002. Comparison of assays for metmyoglobin reducing ability in beef inside and outside *Semimembranosus muscle*. J. Food Sci., 67(3):978-984
- Seyfert M, Mancini RA, Hunt MC, Tang J, Faustman C. 2007. Influence of carbon monoxide in package atmospheres containing oxygen on colour, reducing activity, and oxygen consumption of five bovine muscles. Meat Sci., 75(3):432-442
- SPSS. 2019. PASW Statistics 26. IBM Corp., Armonk, NY, USA
- Tůmová E, Chodová D, Volek Z, Eveid TA, Ketta M, Skřivanová V. 2022. A comparative study on the effect of quantitative feed restriction in males and females of broiler chickens, rabbits and nutrias. Czech J. Anim. Sci., 67(2):55-64
- Valenzuela C, de Romaña DL, Schmiede C, Morales MS, Olivares M, Pixarro F. 2011. Total iron, heme iron, zinc, and copper content in rabbit meat and viscera. Biol. Trace Elem. Res., 143(3):1489-1496
- Valenzuela C, López de Romaña D, Olivares M, Morales MS, Pixarro F. 2009. Total iron and heme iron content and their distribution in beef meat and viscera. Biol. Trace Elem. Res., 132(1):103-111
- Zotte AD. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Liv-St. Prod. Sci., 75(1):11-32
- Zotte AD, Szendrő Z. 2011. The role of rabbit meat as functional food. Meat Sci., 88(3):319-331
- FAO. 2022. Rabbit Meat Statistics. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/>, [accessed 2022.03.04.]

Received April 16, 2022; revised April 30, 2022; accepted April 30, 2022