

ARTICLE

토끼, 돼지 및 한우 간의 영양성분 및 조직감 비교

이정아 · 정숙한 · 설국환 · 김현욱 · 조수현 · 강선문*

농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과

Comparison of Nutritional Composition and Texture among Livers from Rabbit, Pig, and Hanwoo (Korean Cattle)

Jeong Ah Lee, Suk Han Jung, Kuk-Hwan Seol,
Hyoun-Wook Kim, Soohyun Cho, Sun Moon Kang*

Animal Products Utilization Division, National Institute of Animal Science, RDA,
Wanju 55365, Korea

Received: April 22, 2022

Revised: May 06, 2022

Accepted: May 09, 2022

*Corresponding author :

Sun Moon Kang

Animal Products Utilization Division,
National Institute of Animal Science,
RDA, Wanju 55365, Korea.

Tel : +82-63-238-7394

E-mail : smkang1014@naver.com

Copyright © 2022 Resources Science Research Institute, Kongju National University. 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.

ORCID

Jeong Ah Lee

<https://orcid.org/0000-0003-3019-8321>

Suk Han Jung

<https://orcid.org/0000-0002-5821-9027>

Kuk-Hwan Seol

<https://orcid.org/0000-0002-0907-882X>

Hyoun-Wook Kim

<https://orcid.org/0000-0002-2979-345X>

Soohyun Cho

<https://orcid.org/0000-0002-8073-8771>

Sun Moon Kang

<https://orcid.org/0000-0003-3947-4337>

Abstract

This research evaluated the nutritional composition and texture of rabbit (male, crossbreed) liver as compared to those from pig (barrow, L × Y × D) and Hanwoo (Korean cattle, steer, *Bos taurus coreanae*). The liver from rabbit had similar fat, protein, and calorie contents to those from pig and Hanwoo. Vitamin A, niacin, total amino acids, nonessential amino acids, and essential amino acids contents were not significantly different among livers from rabbit, pig, and Hanwoo. Rabbit liver had higher ($p < 0.05$) total unsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids (PUFA) proportions and lower ($p < 0.05$) n6/n3 PUFA ratio as compared to those from pig and Hanwoo. Moreover, linolenic acid proportion was more than 4 times higher ($p < 0.05$) in rabbit liver than in those from pig and Hanwoo. These findings suggest that rabbit liver may be more beneficial to human health than those from pig and Hanwoo in terms of fatty acid composition.

Keywords

Rabbit liver, Vitamin, Amino acid, Fatty acid, TPA

1. 서론

농림축산검역본부 도축실적 자료 (APQA, 2018, 2022)에 따르면, 2021년 국내 돼지 및 한우 도축두 수는 각각 1,838만 및 79만 마리로 최근 5년간 연평균 약 10 및 6%씩 증가하였다. 이로 인해 돼지고기 및 쇠고기 생산량도 2016년부터 연평균 약 23 및 7.8%씩 증가하여 2020년에 109 만 톤 및 24 만 톤에 달하였으며 (MAFRA, 2021), 부산물 생산량 역시 매년 증가했을 것으로 추정된다. 부산물은 크게 머리, 내장, 족 및 가죽 등으로 분류되며, 내장 중 간은 돼지와 한우 1마리당 약 1.8 및 6.8 kg이 생산되며, 출하체중의 약 1.6 및 1.0%에 해당되는 양이다 (NIAS, 2020; NIAS, 2021). 토끼 간의 생산량은 1마리당 약 80 g이며, 출하체중 (2.3-2.5 kg)의 3.2-3.5%를 차지한다.

간은 정육에 비해 가격이 저렴하나 정육과 마찬가지로 단백질, 철분, 아연, 셀레늄, 비타민 A 등 영양성분이 풍부한 동물성 식품이다 (Doornebal & Murray, 1981; Marchello *et al.*, 1985). 또한 작은 지방구를 잘 형성하고 유화력을 최적화시키는 기능을 가지고 있어 육가공품의 원료로 많이 활용되고 있으며 (Walstra, 1993), 해외에서는 간을 이용한 육가공품으로 간 소시지와 파테 (Pâté)가 가장 많이 알려져 있다 (Li *et al.*, 2014). 하지만 국내에서는 전, 국밥, 순대 등의 요리 재료만 이용되고 있고 육가공품으로의 활용도가 매우 낮다. 특히, 토끼 간의 경우 대부분 식품으로 활용되지 못하고 폐기되

고 있다.

돼지 및 소 간의 활용도 증진에 대한 연구는 주로 단백질 조성 및 가공적성 구명 (Nuckles *et al.*, 1990; Rivera *et al.*, 2000), 이화학적 품질 및 영양성분 조사 (Devatkal *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2004; Li *et al.*, 2014; Seong *et al.*, 2014), 간 소시지, 파테 및 스프레드 개발 (Agregan *et al.*, 2008; Echarte *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2008; Pateiro *et al.*, 2015) 등에 대해 수행되었다. 하지만 토끼 간의 품질, 영양성분 및 가공품 활용에 대한 연구는 거의 없는 실정이며, 향후 식품으로 활용도를 증진하기 위해 토끼 간에 대한 기초자료가 필요하다. 따라서 본 연구는 토끼의 영양성분 및 조직감을 구명하기 위해 돼지 및 한우 간과 비교 조사를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

공시재료

본 실험에 이용한 토끼 (수, 교잡종), 돼지 (거세, L × Y × D) 및 한우 (거세, *Bos taurus coreanae*) 간은 시중으로부터 각각 20두분씩 구입하여 이용하였다. 10두분은 일반성분 함량, 열량, 비타민 A, 니아신 및 아미노산 함량, 지방산 조성을 분석하였으며, 나머지는 조직감 분석에 이용하였다.

일반성분 함량

수분, 지방 및 단백질 함량은 근적외선분광기 (FoodScan™ Lab Type, Foss Analytical A/S, Denmark)를 이용해 측정하였다. 최종 결과는 시료 100 g당 g으로 산출하였다.

에너지 함량

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.

비타민 A 함량

비타민 A 함량은 Korea Food Code (MFDS, 2021)에 준하여 분석하였다. 시료와 ethanol 30 mL, 10% pyrogallol (in ethanol) 1 mL 및 KOH 용액 3 mL를 혼합한 후 95°C water bath에서 30분간 가열하였다. 가열처리가 완료된 시료를 냉각하고 증류수 30 mL를 첨가하고 분액깔때기에 옮긴 다음 petroleum ether로 수차례 추출하였다. 이후 sodium sulfate anhydrous로 탈수하고, 유기용매를 40°C에서 감압 제거한 다음 잔류물과 isopropanol 1 mL를 혼합하였다. SuFire™ C18 column (4.6 mm × 150 mm × 3.5 μm, Waters Corp., USA)이 장착된 HPLC (1260, Agilent Technologies, Inc., USA)에 주입하여 분석했으며, 이때 분석조건 중 이동상은 ethanol:water (95:5), excitation wavelength는 340 nm, emission wavelength는 460 nm이었다. 최종결과는 standard curve를 이용하여 시료 100 g당 레티놀 활성당량 (retinol activity equivalents, RAE) μg으로 산출하였다.

니아신 함량

니아신(niacin) 함량은 Korea Food Code (MFDS, 2021)에 준하여 분석하였다. 시료를 5 mM sodium hexanesulfonate-0.1% (w/v) acetic acid 용액에 녹이고, 30분간 초음파 추출한 후 0°C, 9,000 rpm (Avanti JXN-26, Beckman Coulter, Inc., USA)에서 30분간 원심분리하였다. 분리된 상등액은 0.2 μm syringe filter로 여과하고, methanol과 증류수를 연속으로 통과시킨 HLB 카트리지에 여과액 10 mL를 통과시켜 니아신과 니아신아미드 (niacinamide)를 흡착시켰다. n-Hexane으로 카트리지를 세척하고, 80% methanol로 용출한 다음 용출액에 증류수를 첨가하였다. 이후 Capcellpak UG120V (4.6

mm × 250 mm × 5 μm, Shiseido Co., Ltd, Japan)이 장착된 HPLC (1260, Agilent Technologies, Inc., USA)에 시료 10 μL를 주입하여 분석했으며, 이때 분석조건 중 이동상은 A (5 mM sodium hexanesulfonate-0.1% acetic acid):B (5 mM sodium hexanesulfonate-0.1% acetic acid: methanol[35:65])=100:0 (3분 유지) → 3%/분 → A:B=70:30 (7분 유지), 유속은 1 mL/min, column 온도는 40°C, wavelength는 260 nm이었다. 최종결과는 standard curve를 이용하여 시료 100 g당 니아신당량 (niacin equivalents, NE) mg으로 산출하였다.

아미노산 함량

아미노산 함량은 Korea Food Code (MFDS, 2021)에 준하여 분석하였다. 시료와 6N HCl을 혼합하고 110°C에서 24시간 동안 가수분해한 후 40°C에서 감압 농축하였다. HCl이 완전히 제거된 다음 0.2N sodium citrate buffer (pH 2.2)에 녹이고 0.45 μm membrane filter로 여과하였다. 여액은 HPLC (1260, Agilent Technologies, Inc., USA)에 주입하여 분석하였다. 최종결과는 standard curve를 이용하여 시료 100 g당 g으로 산출하였다.

지방산 조성

시료의 지질은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 추출하였다. 우선, 시료와 chloroform-methanol (2:1)을 homogenizer (T25 Digital Ultra-Turrax, Ika Werke GmbH & Co., Germany)로 1,296 × g에서 1분간 균질하고, 0.88% KCl을 첨가한 후 2°C, 3,000 g (Avanti J-E, Beckman Coulter, Inc., USA)에서 10분간 원심분리하였다. 상층액을 제거하고 하층액을 filter paper No. 1 (Whatman International Ltd., England)으로 여과한 다음 38°C에서 질소가스 농축기 (MGS-2200, Eyela Tokyo Rikakikai Co., Japan)로 유기용매를 제거하였다. 농축된 지질은 David 등 (2003)의 방법에 의해 0.5N NaOH (in methanol)과 14% boron trifluoride (in methanol)로 methylation하였다. 이후 클류수 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., USA)이 장착된 gas chromatography (CP-8400, Varian, Inc., 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°C이었다. 분석된 각각의 지방산 peak는 표준물질 (47015-U, PUFA No. 2 Animal Source, Supelco, USA)의 retention time과 비교 및 동정한 후 총 지방산 peak 면적의 백분율(%)로 산출하였다.

조직감

조직감 (texture profile) 측정은 Bourne (1978)의 방법에 따라 실시하였다. 시료를 식품 포장용 저밀도 폴리에틸렌 지퍼백에 넣고 80°C water bath에 담가 중심온도가 77°C로 도달할 때까지 가열한 다음 얼음물에 6시간 동안 담가 냉각하였다. 이후 1 × 1 × 1 cm³로 정형한 다음 직경 4 mm의 cylindrical probe가 장착된 universal testing machine (Model No. 5543, Instron Corp., 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.

통계분석

본 실험을 통해 얻은 모든 자료들은 SPSS (2019)의 one-way ANOVA에 의해 분석하였으며, 각 평균들간의 유의성 차이는 Duncan's multiple range test에 의해 95% 수준에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

일반성분 및 에너지 함량

토끼, 돼지 및 한우 간의 일반성분 및 에너지 함량을 비교한 결과는 Table 1과 같다. 일반성분 중 토끼 간의 수분, 지방 및 단백질 함량은 각각 74.96, 3.68 및 19.67 g/100 g이었으며, 돼지 및 한우 간의 수분, 지방 및 단백질 함량과는 큰 차이를 보이지 않았다. 에너지 함량은 토끼 간이 117.18 kcal/100 g으로 돼지 및 한우 간의 130.72 및 123.45 kcal/100 g과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 본 실험결과에서 토끼, 돼지 및 한우 간의 에너지 함량간에 차이가 나지 않았던 이유는 단백질과 지방 함량이 차이가 없었기 때문이다.

비타민A 및 니아신 함량

토끼, 돼지 및 한우 간의 비타민 A 및 니아신 함량을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 비타민 A 함량은 토끼 간이 710.76 μ g RAE/100 g로 돼지 및 한우 간의 708.63 및 709.17 μ g RAE/100 g과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 토끼 간의 니아신 함량은 8.51 mg NE/100 g으로 돼지 및 한우 간의 9.78 및 9.10 mg NE/100 g과 큰 차이를 나타내지 않았다. Majchrzak 등 (2006)도 돼지, 소 및 가금육 간의 비타민 A 함량을 비교한 결과, 축종들간에 유의적인 차이가 없었다고 본 연구와 동일한 보고를 하였다.

아미노산 함량

토끼, 돼지 및 한우 간의 아미노산 함량을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 총 아미노산, 비필수아미노산 및 필수아미노산 함량은 토끼 간이 각각 14.98, 8.83 및 6.15 g/100 g으로 돼지 및 한우 간의

Table 1. Comparison of proximate composition and calorie content among livers from rabbit, pig, and Hanwoo (Korean cattle)

Items	Liver		
	Rabbit	Pig	Hanwoo
Proximate composition (g/100 g liver)			
Moisture	74.96±0.24	73.08±0.61	72.70±1.24
Fat	3.68±1.54	4.87±1.71	4.97±1.02
Protein	19.67±0.75	20.32±0.56	18.41±0.69
Calorie (kcal/100 g liver)	117.18±12.13	130.72±11.08	123.45±10.52

*These data are indicated as means±SD.

Table 2. Comparison of vitamin A and niacin contents among livers from rabbit, pig, and Hanwoo (Korean cattle)

Items	Liver		
	Rabbit	Pig	Hanwoo
Vitamin A (μ g RAE/100 g liver)	710.76±48.37	708.63±64.92	709.17±49.23
Niacin (mg NE/100 g liver)	8.51±3.21	9.78±0.57	9.10±1.30

*These data are indicated as means±SD.

Table 3. Comparison of amino acid content among livers from rabbit, pig, and Hanwoo (Korean cattle)

Items (g/100 g liver)	Liver		
	Rabbit	Pig	Hanwoo
Total amino acids	14.98±1.69	16.55±8.43	22.62±3.96
Nonessential amino acids	8.83±0.95	9.36±4.75	13.05±2.15
Aspartic acid	1.55±0.17	1.76±0.84	2.40±0.43
Glutamic acid	2.38±0.33	2.48±1.37	3.55±0.70
Serine	0.65±0.06	0.79±0.34	0.99±0.16
Glycine	0.96±0.07	0.94±0.43	1.26±0.11
Arginine	1.10±0.12	1.18±0.76	1.68±0.24
Alanine	0.99±0.10	1.03±0.55	1.42±0.23
Tyrosine	0.41±0.07	0.50±0.19	0.61±0.14
Cystine	0.09±0.02	0.07±0.09	0.18±0.04
Proline	0.69±0.04	0.62±0.26	0.94±0.12
Essential amino acids	6.15±0.74	7.19±3.68	9.58±01.81
Histidine	0.47±0.05	0.67±0.19	0.71±0.12
Threonine	0.75±0.13	0.83±0.54	1.13±0.25
Valine	0.87±0.08	0.97±0.50	1.32±0.19
Methionine	0.16±0.05	0.07±0.13	0.28±0.15
Phenylalanine	0.68±0.06	0.82±0.38	1.07±0.17
Isoleucine	0.73±0.08	0.89±0.66	1.11±0.20
Leucine	1.33±0.14	1.53±0.76	2.06±0.36
Lysine	1.17±0.17	1.40±0.73	1.91±0.42

*These data are indicated as means±SD.

16.55, 9.36, 7.19 g/100 g 및 22.62, 13.05, 9.58 g/100 g과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 aspartic acid, glutamic acid, glycine 등 비필수아미노산 9종과 histidine, threonine, methionine 등 필수 아미노산 8종의 개별 함량 역시 세 축종들간에 유의적인 차이가 없었다. 이는 간의 단백질 함량에서도 유의적인 차이를 보이지 않았기 때문에 사료된다. 하지만 모든 간에서 총 아미노산 중 필수아미노산이 차지하는 비율이 41~43%로 절반 가까이를 차지하였다. Li 등 (2014)은 Wagyu × Qinchuan 교잡 종 소 간의 필수아미노산 비율은 약 33%라고 보고하였다. 본 연구결과는 선행연구 결과보다 약간 높은 수치를 보여 주었으며, 이러한 이유는 품종간에 차이 때문인 것으로 판단된다.

지방산 조성

토끼, 돼지 및 한우 간의 지방산 조성을 비교한 결과는 Table 4와 같다. 총 포화지방산 (saturated fatty acids) 비율이 토끼 및 돼지 간이 42.05 및 42.78%로 한우 간의 53.49%보다 유의적으로 높게 나타난 반면 ($p<0.05$), 총 불포화지방산 비율은 토끼 및 돼지 간이 유의적으로 낮은 수치를 보였다 ($p<0.05$). 팔미톨레산 (C16:1n7), 올레산 (C18:1n9) 등 각각의 단가불포화지방산 (monounsaturated

Table 4. Comparison of fatty acid composition among livers from rabbit, pig, and Hanwoo

Items (g/100 g total fatty acids)	Liver		
	Rabbit	Pig	Hanwoo
C14:0 (Myristic acid)	0.54±0.17	0.58±0.26	0.84±0.07
C16:0 (Palmitic acid)	23.48±1.30	19.57±2.00	17.06±1.61
C16:1n7 (Pamitoleic acid)	0.68±0.14	0.70±0.21	0.78±0.23
C18:0 (Stearic acid)	18.03±1.03	22.63±3.62	35.59±2.89
C18:1n9 (Oleic acid)	12.68±2.17	18.86±3.81	16.91±1.95
C18:1n7 (trans-Vaccenic acid)	0.02±0.01	0.08±0.01	0.02±0.01
C18:2n6 (Linoleic acid)	34.36±1.08	19.44±1.02	15.04±2.45
C18:3n6 (gamma-Linolenic acid)	0.06±0.08	0.32±0.19	0.13±0.06
C18:3n3 (Linolenic acid)	1.99±0.18 ^a	0.41±0.18 ^b	0.29±0.09 ^b
C20:1n9 (cis-11-Eicosenoic acid)	0.27±0.15	0.19±0.03	0.08±0.01
C20:4n6 (Arachidonic acid)	6.86±1.03	15.30±2.52	9.94±2.14
C20:5n3 (Eicosapentaenoic acid)	0.07±0.01	0.18±0.04	0.19±0.06
C22:4n6 (Docosapentaenoic acid)	0.82±0.33	1.26±0.42	3.13±0.79
C22:6n3 (Docosahexaenoic acid)	0.14±0.02 ^a	0.49±0.15 ^a	0.00±0.00 ^b
SFA ¹⁾	42.05±0.82 ^b	42.78±1.89 ^b	53.49±3.22 ^a
UFA ²⁾	57.95±0.82 ^a	57.22±1.89 ^a	46.51±3.22 ^b
MUFA ³⁾	13.65±2.39	19.82±4.00	17.79±2.11
PUFA ⁴⁾	44.30±2.27 ^a	37.39±2.24 ^a	28.72±3.71 ^b
n6/n3	19.22±2.03 ^c	34.25±7.18 ^b	61.46±17.44 ^a

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

¹⁾Saturated fatty acids.

²⁾Unsaturated fatty acids.

³⁾Monounsaturated fatty acids.

⁴⁾Polyunsaturated fatty acids.

fatty acids) 비율과 총 다가불포화지방산 비율은 토끼, 돼지 및 한우 간에 큰 차이가 나타나지 않았다. 다가불포화지방산 (polyunsaturated fatty acids)은 토끼 간의 리놀렌산 (C18:3n3)과 총 다가불포화지방산 비율이 각각 1.99%와 44.30%로 돼지 및 한우 간의 0.41%, 37.39% 및 0.29%, 28.72%보다 유의적으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 특히, 리놀렌산 비율은 토끼 간이 돼지 및 한우 간보다 4.8 및 6.9배로 현저하게 높은 함유율을 보여 주었다. 또한 토끼 및 돼지 간의 도코사헥사에노산 (C22:6n3) 비율은 한우 간보다 유의적으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 오메가6/오메가3 지방산 비율은 토끼 간이 19.22로 돼지 및 한우 간의 34.25 및 61.46보다 현저하게 낮은 수치를 보여 주었다 ($p<0.05$). 최근 현대인들의 포화지방산 섭취량이 늘어남에 따라 심혈관질환과 당뇨병 (제2형) 발생률이 증가하고 있으며, 이러한 질병을 예방하기 위해서는 포화지방산 섭취량을 줄이고 다가불포화지방산을 늘려야 한다 (Lenighan *et al.*, 2019). 미국 간호사협회의 연구결과에 따르면, 포화지방산 섭취량 중 1%를 다가불포화지방산으로 대체했을 때, 심혈관질환 발생률을 8% 줄일 수 있다고 한다 (Zong *et al.*, 2016). 또한 다가불포화지방산 중 리놀렌산은 인체에서 에이코사펜타에노산 (C20:5n3), 도코사헥사에노산 (C22:6n3)과 같

Table 5. Comparison of texture profile among livers from rabbit, pig, and Hanwoo (Korean cattle)

Items	Liver		
	Rabbit	Pig	Hanwoo
Hardness (N/m ²)	327,159.53±104,753.49	426,410.80±129,773.97	381,675.67±62,503.44
Cohesiveness	0.63±0.06	0.68±0.06	0.65±0.04
Springiness	15.66±5.83	9.74±3.67	16.38±2.92
Gumminess (N)	2.58±0.84	3.62±0.99	3.14±0.59
Chewiness (N)	39.78±16.46	36.31±17.57	50.58±9.15

*These data are indicated as means.

은 오메가3 계열 다가불포화지방산의 전구체로 이용되며 (Calder, 2017), PPAR γ (peroxisome proliferator- activated receptor) 경로 활성화 등을 통한 염증 억제 (Zhao et al., 2005; Kumar et al., 2016; Pauls et al., 2018), 지방조직 대식세포의 대사 활성화 촉진을 통한 당뇨 억제 (Yu et al., 2017), 혈관세포 부착 protein-1 및 TNF- α 감소를 통한 심혈관질환 억제 (Winnik et al., 2011; Barbeau et al., 2017) 효과를 가지고 있다. 한편, 오메가6/오메가3 지방산 비율은 아테롬성 질환 지표이다 (Carleton et al., 1991). 현대인들은 오메가6 지방산과 오메가3 지방산을 1:1로 균형 있게 섭취했던 원시인과는 다르게 10:1로 매우 불균형하게 섭취하고 있다 (Eaton et al., 1996). 영국의 Department of Health (1994)는 현대인의 건강을 위해서는 오메가3 지방산 섭취량을 늘리고 오메가6/오메가3 지방산 비율은 4-5로 낮춰야 한다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구결과에서 돼지 및 한우 간에 비해 다가불포화지방산 및 리놀렌산 비율이 높고 오메가6/오메가3 지방산 비율이 낮았던 토끼 간이 동물성 식품으로 인체 건강에 더 유익할 것으로 판단된다.

조직감

토끼, 돼지 및 한우 간의 조직감을 비교한 결과는 Table 5와 같다. 경도 (hardness)는 토끼 간이 381,675.67 N/m²로 돼지 및 한우 간의 327,159.53 및 426,410.80 N/m²와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 뿐만 아니라, 응집성 (cohesiveness), 탄력성 (springiness), 검성 (gumminess) 및 씹힘성 (chewiness) 모두 세 축종들간에 큰 차이를 보이지 않았다. 현재 국내에서 시행되고 있는 고령친화식품 KS 인증기준 (MAFRA, 2019)은 식품의 경도 (N/m²) 범위에 따라 3개 단계로 분류한다. 경도가 50,000-500,000 N/m²의 범위에 속할 경우 고령자가 치아로 섭취할 수 있는 1단계로 분류하고, 20,000-50,000 N/m²의 범위는 잇몸으로 섭취할 수 있는 2단계로 분류한다. 그리고 20,000 N/m² 이하 일 경우 혀로 섭취할 수 있는 3단계로 분류한다. 본 연구결과에서 토끼 간의 경도는 1단계에 속하였으며, 이를 미루어 볼 때, 토끼 간은 치아로 충분히 섭취할 수 있는 물리적 특성을 가지고 있는 것을 알 수 있다.

IV. 요약

본 연구는 토끼 (수, 교잡종) 간의 영양성분과 조직감을 구명하기 위해 돼지 (거세, L × Y × D) 및 한우 (거세, *Bos taurus coreanae*) 간과 비교하고자 실시하였다. 토끼 간의 지방, 단백질 함량 및 열량은 돼지 및 한우 간과 유사하게 나타났다. 토끼, 돼지 및 한우 간의 비타민 A, 니아신, 총 아미노산, 비필수아미노산 및 필수아미노산 함량은 큰 차이를 보이지 않았다. 토끼 간은 돼지 및 한우 간보다 총 불포화지방산 및 다가불포화지방산 비율이 높았고 (p<0.05), n6/n3 지방산 비율은 낮았다

($p < 0.05$). 뿐만 아니라, 리놀렌산 (C18:3n3) 비율은 토끼 간이 4배 이상 높았다 ($p < 0.05$). 따라서 지방산 조성 측면에서 토끼 간이 돼지 및 한우 간보다 인체 건강에 더 유익할 것으로 판단된다.

V. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립축산과학원 고유연구사업 (과제번호: PJ01433002)의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

VI. 참고문헌

1. Agregán R, Franco D, Carballo J, Tomasevic I, Barba FJ, Gómez B, Muchenje V, Lorenzo JM. 2018. Shelf life study of healthy pork liver pâté with added seaweed extracts from *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* and *Bifurcaria bifurcata*. *Food Res Int* 112:400-411.
2. APQA. 2018. Livestock slaughter statistics 2017. Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon, Korea.
3. APQA. 2022. Livestock slaughter statistics 2021. Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon, Korea.
4. Barbeau PA, Holloway TM, Whitfield J, Baechler BL, Quadrilatero J, van Loon LJC, Chabowski A, Holloway GP. 2017. α -Linolenic acid and exercise training independently, and additively, decrease blood pressure and prevent diastolic dysfunction in obese Zucker rats. *J Physiol* 595:4351-4364.
5. Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. *Food Technol* 32:62-72.
6. Calder PC. 2017. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: From molecules to man. *Biochem Soc Trans* 45:1105-1115.
7. Carleton RA, Dwyer J, Finberg L, Goodman DS, Grundy SM, Havas S, Hunter GT, Kritcheusky D, Layer RM, Luepker RV, Ramírez AG, Horn LV, Stason WB, Stokes J. 1991. Report on the expert panel of population strategies for blood cholesterol reduction. A statement from the national cholesterol education program, national health, lung and blood institute, National Institutes of Health. *Circulation* 83:2154-2232.
8. 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, USA, 5988-5871EN.
9. Department of Health 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease (Report on health and social subjects No. 46). Stationery Office, London, UK.
10. Devatkal S, Mendiratta SK, Kondaiah N, Sharma MC, Anjaneyulu ASR. 2004. Physicochemical, functional and microbiological quality of buffalo liver. *Meat Sci* 68:79-86.
11. Doornebal H, Murray AC. 1981. Effects of age, breed, sex and muscle on certain mineral concentration in cattle. *J Food Sci* 47:55-59.
12. Eaton SB, Eaton SB III, Konner MJ, Shostak, M. 1996. An evolutionary perspective enhances understanding of human nutritional requirements. *J Nutr* 126:1732-1740.

13. Echarte M, Conchillo A, Ansorena D, Astiasaran I. 2004. Evaluation of the nutritional aspects and cholesterol oxidation products of pork liver and fish Pâtés. *Food Chem* 86:47-53.
14. 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.
15. Kim YB, Jeon KH, Lee NH, Lee HJ. 2008. An analysis of the nutritional quality of spreadable liver product. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28:21-26.
16. Kumar L, Gupta G, Anilkumar K, Fatima N, Karnati R, Reddy GV, Giri PV, Reddanna P. 2016. 15-Lipoxygenase metabolites of α -linolenic acid, [13-(S)-HPOTrE and 13-(S)-HOTrE], mediate anti-inflammatory effects by inactivating NLRP3 inflammasome. *Sci Rep* 6:1-4.
17. Lee SH, Yoon DH, Hwang SH, Cheong EY, Kim OH, Lee CS. 2004. Relationship between monounsaturated fatty acid composition and stearoyl-CoA desaturase mRNA level in Hanwoo liver and loin muscle. *J Anim Sci & Technol* 46:7-14.
18. Lenighan YM, McNulty BA, Roche HM. 2019. Dietary fat composition: Replacement of saturated fatty acids with PUFA as a public health strategy, with an emphasis on α -linolenic acid. *Proceedings of the Nutrition Society* 78:234-245.
19. Li RR, Yu QL, Han L, Cao H. 2014. Nutritional characteristics and active components in liver from Wagyu \times Qinchun cattle. *Korean J Food Sci An* 34:214-220.
20. MAFRA. 2019. Certification regulations of senior-friendly foods. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea, KS H 4897.
21. MAFRA. 2021. Agriculture, forest, livestock, and food statistics 2020. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea, pp 378-380.
22. Majchrzak D, Fabian E, Elmadfa I. 2006. Vitamin A content (retinol and retinyl esters) livers of different animals. *Food Chem* 98:704-710.
23. Marchello MH, Slinger WD, Milne DB. 1985. Macro and micro minerals from selected muscles from pork. *J Food Sci* 50:1375-1378.
24. MFDS. 2021. Korea food codex. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea, Notification No. 2021-114.
25. NIAS. 2020. Cattle carcass yield. National Institute of Animal Science, rural Development Administration, Wanju, Korea, pp 228-291.
26. NIAS. 2021. Pig carcass yield. National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Wanju, Korea, pp 131-159.
27. Nuckles RO, Smith DM, Merkel RA. 1990. Meat by-product protein composition and functional properties in meat model systems. *J Food Sci* 55:640-644.
28. Pauls SD, Rodway LA, Winter T, Taylor CG, Zahradka P, Aukema HM. 2018. Anti-inflammatory effects of α -linolenic acid in M1-like macrophages are associated with enhanced production of oxylipins from α -linolenic and linoleic acid. *J Nutr Biochem* 57:121-129.
29. Rivera JA, Sebranek JG, Rust RE, Tabatabai LB. 2000. Composition and protein fractions of different meat by-products used for pet food compared with mechanically separated chicken (MSC). *Meat Sci* 55:53-59.

30. Seong PN, Kang GH, Park KM, Cho SH, Kang SM, Park BY, Moon SS, Ba HV. 2014. Characterization of Hanwoo bovine by-products by means of yield, physicochemical and nutritional compositions. *Korean J Food Sci An* 34:434-447.
31. SPSS. 2019. PASW statistics 26. IBM Corp., Armonk, NY, USA.
32. Walstra P. 1993. Principles of emulsion formation. *Chem Eng Sci* 48:333-349.
33. Winnik S, Lohmann C, Richter EK, Schäfer N, Song WL, Leiber F, Mocharla P, Hofmann J, Klingenberg R, Borén J, Becher B, FitzGerald GA, Lüscher TF, Matter CM, Beer JH. 2011. Dietary α -linolenic acid diminishes experimental atherogenesis and restricts T cell-driven inflammation. *Eur Heart J* 32:2573-2584.
34. Yu X, Tang Y, Liu P, Xiao L, Liu L, Shen R, Deng Q, Yao P. 2017. Flaxseed oil alleviates chronic HFD-induced insulin resistance through remodeling lipid homeostasis in obese adipose tissue. *J Agric Food Chem* 65:9635-9646.
35. Zhao G, Etherton TD, Martin KR, Heuvel JPV, Gillies PJ, West SG, Kris-Etherton PM. 2005. Anti-inflammatory effects of polyunsaturated fatty acids in THP-1 cells. *Biochem Biophys Res Commun* 336:909-917.
36. Zong G, Li Y, Wanders AJ, Alsema M, Zock PL, Willett WC, Hu FB, Sun Q. 2016. Intake of individual saturated fatty acids and risk of coronary heart disease in US men and women: two prospective longitudinal cohort studies. *Br Med J* 355:i5796.