

Physicochemical Changes of Beef Loin by Different Cooking Methods

Jong-Beom Yang[†], Kyoung-Hae Lee and Sung-Up Choi

Department of Food Science and Biotechnology, Dongnam Health College, Suwon 440-714, Korea

가열처리방법에 따른 쇠고기 등심의 이화학적 특성 변화

양종범[†] · 이경혜 · 최성업
동남보건대학교 식품생명과학과

Abstract

To decrease the intake of animal fat and cholesterol, the changes in the physicochemical characteristics of beef loin cooked through different methods (boiling, steaming, baking, and frying) were investigated. The cooking weight loss, moisture drain rate, and cholesterol drain rate were highest during frying, whereas the lipid drain rate was highest during boiling. The pH value increased markedly during steaming, the acid value of meat fat increased markedly during boiling, and the refractive index of meat fat increased notably upon frying. The hardness of meat was markedly increased by steaming. The gumminess and chewiness of meat were notably increased by frying. The springiness slightly decreased during all the cooking methods, and the cohesiveness was not significantly affected by any cooking process. The CIE L^* (lightness) value increased markedly during boiling, the CIE a^* (redness) value decreased markedly during both boiling and steaming, and the CIE b^* (yellowness) value decreased notably during all the cooking methods. The fatty acid composition did not significantly change after cooking, except when the meat was fried. Therefore, boiling is an effective cooking method for beef loin to decrease the intake of animal fat.

Key words : physicochemical characteristics, beef loin, cooking method

서 론

쇠고기는 우리나라 사람들이 가장 좋아하는 동물성 식품의 하나이다. 2009년 국민 1인당 쇠고기 소비량은 8.1 kg이며 이는 전체 육류 소비량 36.8 kg의 22.0%를 차지한다(1). 국내산 쇠고기의 등심 부위에는 가식부 100 g당 단백질 20.1 g, 지질 11.3 g, 칼슘 22 mg, 철 4.6 mg, 나트륨 442 mg, 비타민 B₁ 0.07 mg, 비타민 B₂ 0.2 mg, 나이아신 5.4 mg 등의 주요 영양소가 함유되어 있다(2). 필수 아미노산이 풍부하게 존재하는 쇠고기 단백질은 영양적으로 매우 우수한 단백질이며, 쇠고기에 들어 있는 지질은 중요한 에너지원인 동시에 필수지방산 및 지용성 비타민의 공급원이 되고 식육의 물성과 풍미를 향상시키는 역할을 한다. 특히 가열 조리 시에 지질로부터 형성되는 수백 종의 휘발성 물질들은

식육의 맛에 크게 영향을 미친다. 하지만 쇠고기와 같은 동물성 식품 중에 존재하는 포화지방산과 콜레스테롤의 과다섭취는 동맥경화, 심근경색 및 뇌졸중 등과 같은 성인병을 유발하는 것으로 알려져 있다.

우리들의 건강은 우리가 섭취하는 식품이나 습관에 따라 크게 영향을 받는다. Hegsted 등(3)은 식이 중의 지방산 조성도와 혈중 지질 농도 사이에는 일정한 관계가 있다고 보고하였고, Friedman 등(4)은 섭취하는 식품의 지방산 조성도와 체내 콜레스테롤 함량은 밀접한 관련이 있다고 보고하였으며, Paul 등(5)은 식이 지방을 조절하면 심혈관계 질환을 예방할 수 있다고 보고하였다. 즉, 우리가 섭취하는 음식 중에 들어 있는 지질의 종류와 양은 체내 지방산 조성도와 혈청 내의 지질 형태에 영향을 끼치기 때문에 지질을 균형 있게 섭취하는 것은 대단히 중요하다.

조리방법은 쇠고기의 가치에 크게 영향을 주는 것으로 보고되고 있다. Kim 등(6)은 조리방법이 식육의 다즙성에 영향을 미친다고 보고하였고, Bakanowski와 Zoller (7)는

[†]Corresponding author. E-mail : jbyang@dongnam.ac.kr
Phone : 82-31-249-6431, Fax : 82-31-249-6430

조리 방법에 따라 생성되는 휘발성 물질들이 다르기 때문에 식육의 맛과 냄새가 달라진다고 보고 하였으며, Mueller 등(8)은 굽기와 같은 건열조리법이 삶기와 같은 습열조리법보다 조리 후 식육의 풍미가 더 좋다고 보고하였다. 그리고 Park과 Choi (9)는 식육의 가열조리 방법에 따라 우리가 섭취하는 동물성 지방의 양이 달라진다고 하였다.

우리나라 소비자들은 쇠고기를 국거리용으로 가장 많이 구입하고, 그 다음이 구이용, 전골이나 불고기용, 그리고 스테이크용의 순으로 구입하는데(10), 이와 같은 조리방법은 쇠고기 중에 존재하는 동물성 지방 및 콜레스테롤의 섭취량에 크게 영향을 미치며 이는 우리들의 건강과 깊은 관련이 있다. 그러므로 쇠고기를 섭취할 때 소비자들이 동물성 지방과 콜레스테롤의 섭취를 적게 하기 위한 가열조리법의 개발은 필수적이라고 할 수 있다.

본 연구는 쇠고기 등심을 우리나라 가정에서 주로 사용하는 삶기, 찌기, 굽기 및 튀기기의 4가지 방법으로 가열처리하여 이화학적 특성의 변화를 살펴봄으로써 쇠고기 등심의 섭취 시, 동물성 지방과 콜레스테롤의 섭취를 줄일 수 있는 효과적이고 과학적인 가열조리방법을 제시하기 위한 자료를 얻고자 실시하였다.

재료 및 방법

재료

호주에서 곡물 비육된 앵거스 흑우(♀)에서 생산된 등심을 국내 전문수입업체로부터 냉장상태로 구입하였는데 이것은 도축일로부터 진공포장 상태로 0~1℃에서 60일이 경과한 것이었다. 쇠고기 등심을 근섬유와 수직으로 약 3×5×5 cm의 일정한 크기로 자르고 선행연구(11)에서의 방법과 같이 가열처리하였다. 즉, 삶기는 스테인리스 냄비에 시료의 표면 위 3 cm 정도까지 증류수를 넣고 100℃에서 30분간 가열하였고, 찌기는 찜통에 증류수를 넣고 가열하여 스팀이 왕성하게 나온 후에 40분간 가열하였으며, 굽기는 가스렌지를 이용하여 테플론으로 코팅한 지름 30 cm의 pan 중심부 온도를 170℃로 조절하고 전후면 각각 2분씩 4회 가열하였다. 튀기기는 항온유조(OHB-1000S, Eyela, Japan)에 대두유를 넣고 165℃로 가열한 후에 시료를 넣고 15분간 가열하였다. 가열처리 후, 모든 시료는 2×2 cm의 체눈을 가진 체위에 30분간 방치하였다. 그리고 생 등심과 가열처리된 등심은 실온에서 조직감 측정을 한 후, 칼로 1×1×1 mm 정도로 잘게 마쇄하고 폴리에틸렌 필름으로 합기 포장하여 4±1℃에서 냉장 보관하면서 실험에 사용하였다.

일반성분

시료의 일반성분 중, 수분과 조지방을 AOAC 방법(12)에

의하여 분석하였다. 수분은 105℃ 상압 가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법을 이용하여 3회 반복 분석하였다.

가열감량, 탈수량, 탈유량 및 탈콜레스테롤양

Honikel의 방법(13)에 준하여 측정하였다. 즉, 가열감량은 가열처리 전후의 시료 무게차이를 백분율로 나타내었고, 탈수량과 탈유량은 시료의 무게, 수분 함량 및 조지방 함량으로부터 산출한 가열처리 전후의 수분양과 지질양 차이를 백분율로 나타내었다. 탈콜레스테롤양은 시료의 무게, 조지방 함량, 콜레스테롤 함량 및 가열감량으로부터 산출하여 백분율로 나타내었다.

pH

시료 10 g에 증류수 30 mL를 가하여 9,000 rpm에서 2분간 균질(AM-7, Nihonseiki, Japan)시키고 증류수를 가하여 100 mL로 정용한 후에 여과(Whatman paper No. 2)하고 pH 미터(220, Corning, England)로 3회 반복 측정하였다.

조직감

가열처리된 시료의 조직감은 Texture analyser (TA-XT2i, Stable Micro Systems, UK)를 이용하여 측정하였다. 이때 탐침은 P/10(10 mm diameter Delrin cylinder probe)를 사용하였고, 탐침의 이동속도는 1 mm/sec, 거리는 5 mm로 하였으며, 시료마다 2회 반복압착시험으로 3회 반복 측정하였다. 이때 얻어지는 조직감 묘사분석 곡선으로부터 경도, 점착성, 저작성, 탄력성 및 응집성 등이 산출되었다.

색도

색도는 가열처리 후에 마쇄하고 혼합한 가루상태의 시료를 분광측색계(CM-3500d, Minolta, Japan)를 이용하여 명도(L*), 적색도(a*), 및 황색도(b*)를 CIE (Commission Internationale de Leclairage) 값으로 3반복 측정하였으며, 표준부속품으로 백색교정판 CM-A120, Target Mask (지름 8 mm) CM-A122 및 제로 교정박스 CM-A124를 사용하였고 Illuminant는 D65, Observer는 10°로 하였다. 또한 시료의 선명도 지표로 Chroma (C*) 값이 $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ 로 계산되었다.

지질의 추출

시료로부터 지질의 추출은 Kim과 Lee (14)의 방법에 준하여 실시하였다. 시료 100 g에 증류수 10 mL를 첨가한 후, 메탄올:클로로포름(2:1) 혼합용액 300 mL를 가하고 9,000 rpm에서 2분간 균질(AM-7, Nihonseiki, Japan)하였다. 그 후, 이 혼합액에 100 mL의 클로로포름을 첨가하여 30초간 균질한 후, 다시 100 mL의 증류수를 첨가하고 30초간 균질하였다. 이 균질액을 Buchner 깔대기로 흡인여과(Whatman paper No 2)하고 여과액을 정치시켜 순수 지방질

이 함유된 클로로포름 층만을 취하였다. 무수황산나트륨을 이용하여 탈수하고 회전식감압농축기(N-1001S-W, Eyela, Japan)로 클로로포름을 완전히 제거하여 지질성분을 얻었으며 이를 산가, 굴절율, 콜레스테롤 및 지방산 분석에 사용하였다.

산가와 굴절율

시료로부터 추출한 지질의 산가는 AOCS 법(15), 굴절율은 식품공전(16)에 준하여 3회 반복 측정하였다.

콜레스테롤

콜레스테롤 함량은 건강기능식품공전(17)에 준하여 분석하였다. 즉 먼저 시료로부터 추출한 적당량의 지질에 증류수 약 8 mL와 내부 표준물질 5 α 콜레스탄(2 mg/mL) 1 mL를 가하여 혼합 균질화하였다. 여기에 클로로포름 : 메탄올(2:1) 혼합용액 200 mL를 가하여 약 5분간 진탕혼합 추출하여 방치한 후, 클로로포름 층을 취하고 잔류물에 다시 클로로포름:메탄올(2:1) 혼합용액 100 mL를 가하여 2번 더 추출하였다. 추출한 클로로포름 층을 모두 합하여 0.5% 수산화나트륨용액 100 mL로 세척하고 무수황산나트륨으로 탈수한 후 여과하여 40°C 이하에서 클로로포름 층을 감압농축 하였다. 감압농축한 잔류물에 2 N 수산화칼륨 에탄올 용액 20 mL를 가하여 환류냉각기를 붙여 85°C에서 1시간 검화한 후, 냉각하여 증류수 약 20 mL와 에테르 약 20 mL를 가하여 3회 추출하였다. 에테르 추출액을 모두 합하고 페놀 프탈레인 지시약으로 붉은색이 나타나지 않을 때까지 증류수로 세척하고, 에테르 층을 무수황산나트륨으로 탈수한 후 여과하여 감압농축하고 잔류물을 헥산 1 mL에 녹여 GC (Agilent 7890A, Agilent, USA) 분석시료로 하였다. 콜레스테롤 분석에 사용된 GC 분석조건은 Table 1과 같다.

지방산

시료로부터 추출한 지질을 검화하여 Metcalfe와 Schmitz

Table 1. Conditions of gas chromatography for cholesterol analysis

Item	Conditions
Instrument	Agilent 7890 GC
Column	HP-1 column(30 m×250 μ m id×0.25 μ m)
Detector	FID
Oven temp.	Initial temp. 190°C(hold for 2 min) Increase rate 15°C/min to 260°C(hold for 5 min) Increase rate 15°C/min to 290°C Final temp. 290°C(hold for 17 min)
Injector temp.	250°C
Detector temp.	300°C
Carrier gas	Nitrogen
Split ratio	10:1

Table 2. Conditions of gas chromatography for fatty acid analysis

Item	Conditions
Instrument	Agilent 7890 GC
Column	DB-HAFF column(30 m×0.25 mm id×0.25 μ m)
Detector	FID
Oven temp.	Initial temp. 50°C(hold for 1 min) Increase rate 25°C/min to 200°C, 3°C/min to 230°C Final temp. 230°C(hold for 18 min)
Injector temp.	250°C
Detector temp.	280°C
Carrier gas	Nitrogen
Split ratio	50:1

(18)의 방법에 준하여 분석하였다. 즉 총 지방질 200 mg을 정확히 취하고 0.5 N NaOH methanol 용액 1.5 mL를 가하여 100°C에서 5분간 검화시킨 후, 14% BF₃-methanol 용액 2.0 mL를 가해 100°C에서 30분간 가온하여 methylester화 시킨 다음, n-heptane 1.0 mL와 포화 NaCl 용액 5.0 mL를 가하고 추출하여 n-heptane 층을 취하여 무수황산나트륨으로 탈수 후에 GC (Agilent 7890A, Agilent, USA) 분석시료로 하였으며 분석조건은 Table 2와 같다.

통계처리

SAS Program (19)을 이용하여 분산분석한 후, 유의차가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 시료 간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분과 콜레스테롤 함량

Table 3에서 보는 바와 같이 호주산 쇠고기 생 등심의 수분함량은 61.79%, 조지방 함량은 19.93% 그리고 콜레스테롤 함량은 28.61 mg/100 g 이었다. Cho 등(20)은 1⁺⁺ 등급 거세한우 등심부위의 수분함량이 58.17~61.35%, 조지방 함량은 24.74% 이었다고 하였고, Stromer 등(21)은 쇠고기 등심의 콜레스테롤 함량은 36~46 mg/100 g이라고 하였다. 또한 Jacobs 등(22)은 식육 중의 수분함량과 지방함량은 부의 상관관계가 있다고 보고하였고, Rhee 등(23)은 비육우의 경우, 근내지방도와 지방 함량은 콜레스테롤 함량과 정의 상관관계가 있다고 하였다.

가열처리에 의하여 수분함량은 크게 감소하였으나 조지방 함량과 콜레스테롤 함량은 증가하였는데 모두 튀기기 처리구에서 그 변화가 가장 심하였다(p<0.05). 이와 같은 결과는 본 연구에 적용된 가열처리 방법 중에서는 튀기기 처리에서 근육 단백질의 변성이나 수축이 가장 심하게 발생

Table 3. Changes in proximate compositions, and cholesterol of beef loin by cooking methods

	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
Moisture (%)	61.79±0.42 ^{e1)}	44.45±0.21 ^b	45.98±0.81 ^c	48.31±0.05 ^d	32.03±0.51 ^a
Crude lipid (%)	19.93±0.67 ^a	20.50±0.61 ^{ab}	21.22±0.41 ^{bc}	21.53±0.34 ^c	26.77±0.31 ^d
Cholesterol (mg/100 g)	28.61	32.20	29.83	28.65	33.46

¹⁾Means±SD (n=3) with different superscripts in each row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

하였기 때문이라고 생각된다. Park과 Choi (9)는 가열처리에 의하여 근육 단백질이 변성되거나 수축되는데 이러한 현상은 가열온도가 높으면 높을수록 크게 발생한다고 보고하였다.

가열감량, 탈수량, 탈유량 및 탈콜레스테롤양

가열처리 방법에 따른 시료의 가열감량, 탈수량, 탈유량 및 탈콜레스테롤양 변화는 Table 4에서 보는 바와 같다. 가열처리에 따른 가열감량, 탈수량 및 탈콜레스테롤양은 튀기기 처리구에서 가장 높았고 굽기 처리구에서 가장 낮았으며, 탈유량은 삶기 처리구에서 가장 높았고 굽기 처리구에서 가장 낮았다. 이와 같은 결과는 가열처리에 의하여 삼차원 구조의 근원섬유 내에 존재하는 자유수가 유출되는 동시에 지질은 액화되어 지방세포로부터 유출되기 때문이며 튀기기 처리구에서 가열처리에 의한 근육 단백질의 변성이나 수축이 가장 심하게 발생하였기 때문이라고 생각된다. 돼지고기 목심을 본 실험과 같은 방법으로 가열처리

Table 4. Changes in cooking loss, moisture drain rate, lipid drain rate, and cholesterol drain rate of beef loin by cooking methods

	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
Cooking loss (%)	0	42.41	42.30	29.41	53.10
Moisture drain rate (%)	0	58.53	57.05	44.83	75.72
Lipid drain rate (%)	0	40.78	38.56	23.74	37.02
Cholesterol drain rate (%)	0	35.19	39.83	29.32	45.16

Table 5. Changes in pH, acid value, and refraction index of beef loin by cooking methods

	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
pH	5.74±0.01 ^{a1)}	5.83±0.01 ^b	6.03±0.00 ^c	5.88±0.00 ^d	5.86±0.00 ^c
Acid value	0.977±0.006 ^a	1.240±0.030 ^c	1.030±0.000 ^b	1.030±0.010 ^b	0.977±0.006 ^a
Refraction index	1.46307±0.00002 ^c	1.46283±0.00001 ^b	1.46272±0.00000 ^a	1.46271±0.00000 ^a	1.46453±0.00003 ^d

¹⁾Means±SD (n=3) with different superscripts in each row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

하였던 선행연구(24)에서는 본 연구의 결과와 유사한 결과를 나타내었는데 탈유량은 찌기 처리구에서 가장 높았다. Lee 등(25)은 1⁺⁺등급의 한우 등심을 80℃ 항온수조에서 시료의 심부온도가 70℃에 도달할 때까지 가열하였을 때 가열감량이 22.21%라고 보고하였는데 본 연구 결과와 큰 차이가 있는 것은 가열처리 정도의 차이가 크기 때문이라고 생각된다. Kim 등(26)은 쇠고기 안심 스테이크를 조리하였을 때 조리방법이 육의 가열감량에 미치는 영향이 크다고 보고하면서 grilling이나 oven-roasting 보다 pan-frying이나 microwave를 이용하여 조리하였을 때 가열감량이 많았다고 하였다. 한편 Breidenstein 등(27)은 근내지방도가 높을수록 가열감량이 적다고 보고하였으며 Yoo 등(28)은 가열감량은 고기 덩어리의 크기, 가열방법, 가열온도, 가열시간에 따라 달라지며 보수력과 pH가 높으면 가열감량이 적어진다고 하였다.

pH, 산가 및 굴절율

Table 5에서 보는 바와 같이 호주산 쇠고기 생 등심의 pH는 5.74 이었다. Cho 등(29)은 3등급 한우수소의 pH를 분석한 결과 5.62~5.75의 범위를 나타냈다고 보고하였고, Kim 등(30)은 쇠고기의 pH는 품종, 성 및 부위별에 따른 유의한 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다. 가열처리에 의하여 시료의 pH가 증가하였는데(p<0.05) 찌기처리에 의하여 가장 많이 증가하였다. 이와 같은 결과는 식육을 가열하면 알칼리도가 증가한다고 보고한 Dransfield와 Rhodos (31)의 결과와 일치하는 것이다. 가열처리에 의한 식육의 pH 증가는 가열처리 중에 발생하는 식육 단백질의 변성, 지질 산화 및 가열초기의 미생물 증식 등과 같은 반응에 의한 것이라고 생각된다.

가열처리 후에 시료로부터 추출한 지질의 산가는 Table 5에서 보는 바와 같이 가열처리에 의하여 유의성 있게 증가하였다(p<0.05). 특히 삶기 처리구에서 산가가 높게 나타난 것은 Table 4에서 보는 바와 같이 삶기 처리구에서 탈유량이 가장 많았고, 가열감량과 탈수량은 튀기기 처리구 다음으로 많았던 것처럼 본 연구에서 적용된 가열처리 방법 중에서는 삶기에 의한 가열처리의 영향이 크기 때문이라고 생각되며, 튀기기 처리구에서 산가가 낮게 나타난 것은 튀김유로 사용한 콩기름에 존재하는 인지질, 토크페롤 등과 같은 천연항산화물질 때문이라고 생각된다.

유지 중의 장쇄지방산, 유리지방산 및 유지를 구성하는 지방산의 불포화도에 따라 변화하는 유지의 굴절율은 Table 5에서 보는 바와 같이 튀기기 처리에 의하여 유의성 있게 증가하였다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 가열처리 중에 중합 등의 반응에 의하여 유지 중에 장쇄지방산의 함량이 증가하였기 때문이라고 생각한다.

조직감

Table 6에는 가열처리방법에 따른 시료의 조직감 변화를 보여주고 있다. 경도, 점착성 및 저작성은 가열처리에 의하여 크게 증가하였는데 경도는 찌기 처리구에서, 점착성 및 저작성은 튀기기 처리구에서 더욱 크게 증가하였다($p<0.05$). 탄력성은 가열처리에 의하여 감소하였으며($p<0.05$), 응집성은 가열처리에 의하여 거의 변화가 없었다. 이와 같은 결과는 돼지고기 등심과 돼지고기 목심에 대한 선행연구(11, 24)의 결과와 다른 것인데 이러한 차이는 시료의 수분함량, 조지방 함량 및 지방산 조성 등과 밀접한 관련이 있다고 생각된다. Campo 등(32)은 쇠고기의 근육 특성은 품종별 성장속도차이에 따라 달라지고 그에 따라 연도도 달라진다고 보고하였으며, Smith 등(33)은 등심이나 채끝과 같이 근내지방도가 높은 근육은 지방함량이 높아 단백질 변성이 적고 결체조직의 강도가 낮아 높은 연도를 나타낸다고 보고하였다. Camaron과 Enser (34)는 쇠고기 내에 linoleic acid (18:2)의 함량이 지나치게 높으면 지방의 경도가 떨어진다고 하였다. 한편 Moon 등(35)은 가열조리한 식육의 조직감은 가열온도와 시간에 따라 달라진다고 하였

으며 Williams와 Harrison (36)은 근육 중에 존재하는 콜라겐의 가열용해성이 쇠고기의 조직감과 정의 상관관계를 나타내는데 일반적으로 연한 고기는 콜라겐의 용해도가 높다고 하였다. Kim 등(26)은 쇠고기 안심 스테이크를 microwave를 이용하여 조리하였을 때 경도와 부서짐성은 높게, 응집성은 낮게 나타났다고 보고하였다.

색 도

Table 7에서 보는 바와 같이 가열처리 방법에 따라 시료의 색도는 전체적으로 유의성 있게 변화하였다($p<0.05$). 즉, 밝기를 나타내는 CIE L* 값은 가열처리에 의하여 증가하였는데 삶기 처리구에서 가장 크게 증가하였고, 적색도를 나타내는 CIE a* 값은 모든 처리구에서 감소하였는데 삶기와 찌기 처리구에서 크게 감소하였으며, 황색도를 나타내는 CIE b* 값과 선명도를 나타내는 CIE C* 값은 모든 처리구에서 크게 감소하였다. 이와 같은 결과는 돼지고기 등심과 돼지고기 목심에 대한 선행연구(11, 24)의 결과와 다른 것인데 이러한 차이는 시료 중의 성분차이로 인하여 가열처리 중에 발생한 갈변반응의 정도가 다르기 때문이라고 생각된다. Cornforth 등(37)은 가열조리한 식육의 색은 산화질소와 마이오글로빈의 농도 그리고 니코틴아마이드, 글로빈 및 헤모크롬의 생성정도에 따라 영향을 받는다고 하였다.

지방산 조성

Table 8에서 보는 바와 같이 호주산 쇠고기 생 등심의 지방을 구성하는 지방산에는 oleic acid (18:1)가 42.1% 정도

Table 6. Changes in rheological properties of beef loin by cooking methods

	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
Hardness (g)	113.72±4.91 ^{a1)}	1,906.30±226.01 ^c	2,348.77±106.46 ^d	1,265.01±85.15 ^b	2,074.94±16.19 ^c
Gumminess	71.36±1.55 ^a	1,106.73±135.28 ^c	1,232.97±126.92 ^c	785.40±47.70 ^b	1,249.76±77.68 ^c
Chewiness	67.92±0.80 ^a	800.30±80.48 ^c	941.80±46.52 ^d	619.09±74.44 ^b	1,007.77±74.44 ^d
Springiness	0.95±0.04 ^c	0.72±0.02 ^a	0.77±0.08 ^{ab}	0.79±0.02 ^{ab}	0.81±0.02 ^b
Cohesiveness	0.63±0.02 ^b	0.58±0.04 ^{ab}	0.53±0.04 ^a	0.62±0.03 ^b	0.61±0.04 ^b

¹⁾Means±SD (n=3) with different superscripts in each row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 7. Changes in CIE value of beef loin by cooking methods

	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
CIE ²⁾ L*	42.76±0.11 ^{a1)}	53.94±0.19 ^d	52.55±0.10 ^b	52.78±0.03 ^c	42.95±0.05 ^a
CIE a*	19.68±0.16 ^c	3.31±0.09 ^a	3.62±0.03 ^b	4.21±0.04 ^c	4.94±0.03 ^d
CIE b*	14.76±0.10 ^d	11.40±0.28 ^b	11.20±0.09 ^b	12.86±0.14 ^c	10.27±0.11 ^a
CIE C*	24.60±0.19 ^d	11.88±0.29 ^b	11.77±0.89 ^b	13.53±0.15 ^c	11.40±0.11 ^a

¹⁾Means±SD (n=3) with different superscripts in each row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

²⁾Commission Internationale de l'Eclairage

로 가장 많았다. 그 다음은 palmitic acid (16:0), stearic acid (18:0), myristic acid (14:0), palmitoleic acid (16:1)의 순으로 많았으며, 포화지방산의 함량은 50.5%, 단일불포화지방산의 함량은 46.7% 그리고 고도불포화지방산의 함량은 2.8% 이었다. 이와 같은 결과는 한우고기와 수입산 쇠고기의 등심부위의 지방산 조성을 연구하면서 oleic acid의 함량이 약 44%로 가장 많으며, 그 다음이 palmitic acid와 stearic acid라고 보고한 Jin 등(38)의 결과, 한우 등심의 지방산 조성 중에서 단일불포화지방산인 경우, palmitoleic acid와 oleic acid의 조성비는 각각 총지방산의 5%와 46%로서 이 두 지방산의 차지하는 비율이 51%에 달했다고 보고한 Lee 등(39)의 결과와 같은 것이다. 또한 식육의 맛과 풍미를 결정하는 간접적인 지표라고 알려진 포화지방산에 대한 단일불포화지방산의 비율(MUFA/SFA)은 0.925 이었고, 포화지방산에 대한 고도불포화지방산의 비율(PUFA/SFA)은 0.055 이었다.

전체적으로 가열처리 방법에 따른 시료의 지방산 조성은 튀기기 처리구를 제외하고는 거의 변화가 없었다. 튀기기 처리구의 경우는 가열처리 과정 중에 사용된 linoleic acid

외에 ω-6 계열의 고도불포화지방산이 다량 함유되어 있는 대두유가 시료에 많이 흡수되었기 때문이라고 생각한다. 그 결과 튀기기 처리구에서는 포화지방산에 대한 고도불포화지방산의 비율(PUFA/SFA)이 7.2배나 증가하였다. 이와 같은 결과는 돼지고기 등심과 돼지고기 목심에 대한 선행연구(11, 24)의 결과와 유사한 것이었다.

요 약

쇠고기 등심을 섭취할 때 동물성 지방과 콜레스테롤의 섭취를 줄일 수 있는 효과적인 가열처리 방법을 제시하기 위하여 쇠고기 등심을 삶기, 찌기, 굽기 및 튀기기의 방법으로 가열처리한 후, 이화학적 특성의 변화를 조사하였다. 가열처리에 따른 가열감량, 탈수량 및 탈콜레스테롤량은 튀기기 처리구에서 가장 높았고, 탈유량은 삶기 처리구에서 가장 높았다. 시료의 pH는 찌기 처리구에서, 시료로부터 추출한 지질의 산가는 삶기 처리구에서 그리고 굴절율은 튀기기 처리구에서 가장 많이 증가하였다. 시료의 경도, 점착성 및 저작성은 가열처리에 의하여 크게 증가하였는데, 경도는 찌기 처리구에서 점착성과 저작성은 튀기기 처리구에서 가장 많이 증가하였다. 탄력성은 가열처리에 의하여 감소하였으며, 응집성은 가열처리에 의하여 거의 변화가 없었다. CIE L* 값은 가열처리에 의하여 증가하였는데 삶기 처리구에서 가장 크게 증가하였고, CIE a* 값은 모든 처리구에서 감소하였는데 삶기와 찌기 처리구에서 크게 감소하였으며, CIE b* 값은 모든 처리구에서 크게 감소하였다. 가열처리 방법에 따른 시료의 지방산 조성은 튀기기 처리구를 제외하고는 거의 변화가 없었다. 그러므로 쇠고기 등심을 섭취할 때, 동물성 지방의 섭취를 줄이기 위한 가열처리 방법은 삶기가 효과적이라고 생각되지만 기호적인 가치 등을 고려한 추가 연구가 필요하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 동남보건대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation (2011) 2010 Food statistics. Seoul, Korea, p 363
2. Rural Development Administration (2006) Food Composition Table. 7th ed, Suwon, Korea, p 216
3. Hegsted DM, McGandy RB, Myers ML, Stare FJ (1965)

Table 8. Changes in fatty acid composition of beef loin by cooking methods

Fatty acids	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
C10:0	0.058	0.055	0.052	0.057	0.044
C12:0	0.120	0.115	0.111	0.116	0.092
C14:0	4.988	4.929	4.760	4.897	3.771
C16:0	32.074	32.302	31.567	31.835	27.094
C16:1	4.622	4.409	4.503	4.253	3.344
C18:0	13.172	13.549	13.540	13.987	11.380
C18:1	42.080	41.672	42.522	41.534	37.172
C18:2	2.646	2.725	2.699	3.024	15.141
C18:3	0.151	0.151	0.153	0.199	1.674
C20:0	0.089	0.093	0.093	0.098	0.181
C24:0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.107
SFA ¹⁾ (%)	50.501	51.043	50.123	50.990	42.562
UFA ²⁾ (%)	49.499	48.957	49.877	49.010	57.331
MUFA ³⁾ (%)	46.702	46.081	47.025	45.787	40.516
PUFA ⁴⁾ (%)	2.797	2.876	2.852	3.223	16.815
MUFA/SFA	0.925	0.903	0.938	0.898	0.950
PUFA/SFA	0.055	0.056	0.057	0.063	0.394

¹⁾Saturated fatty acids
²⁾Unsaturated fatty acids
³⁾Monounsaturated fatty acids
⁴⁾Polyunsaturated fatty acids

- Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am J Clin Nutr*, 17, 281-290
4. Friedman MS, Fitch TE, Levin CE, Yokoyama WH (2000) Feeding tomatoes to hamsters reduces their plasma low-density lipoprotein cholesterol and triglycerides. *J Food Sci*, 65, 897-900
 5. Paul R, Ramesha CS, Ganguly J (1980) On the mechanism of hypocholesterolemic effects of polyunsaturated lipids. *Adv Lipid Res*, 17, 155-171
 6. Kim CJ, Chae YC, Lee ES (2002) Changes of physico-chemical properties of beef tenderloin steak by cooking methods. *Kor J Food Sci Ani Resour*, 21, 314-322
 7. Bakanowski SM, Zoller JM (1984) Endpoint temperature distributions in microwave and conventionally cooked pork. *Food Tech*, 38, 45-46
 8. Mueller SL, King DA, Baird BE, McKenna DR, Osburn WN, Savell JW (2006) In-home consumer evaluation of individual muscles from beef rounds subjected to tenderization treatments. *Meat Sci*, 74, 272-280
 9. Park JS, Choi MK (2004) A study on rheology of the rib-eye cooked by cooking method and cooking utensil. *Korean J Human Ecol*, 7, 21-31
 10. Cho SH, Lee JM, Kim JH, Park BY, Yoo YM, Kim YK (1999) Survey of consumer perception and demand on beef market. *Kor J Food Sci Ani Resour*, 19, 352-360
 11. Yang JB, Ko MS, Moon YH (2009) Physicochemical changes in pork loins affected by different cooking methods. *Korean J Food Preserv*, 16, 534-540
 12. AOAC (1996) Official Methods of Analysis. 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, p 210-219
 13. Honikel KO (1998) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci*, 49, 447-457
 14. Kim YH, Lee SR (1984) Lipid composition and palatability of beef meats consumed in Korea. *Korean J Food Sci Technol*, 16, 291-296
 15. AOCS (1990) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 4th ed, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
 16. Korean Food & Drug Administration (2006) Food Code. Munyoungsa, Seoul, Korea, p.608
 17. Korean Food & Drug Administration (2008) Health Functional Food Code. pIII.3.5.4-1
 18. Metcalfe LD, Schmitz AA (1961) The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Anal Chem*, 33, 363-364
 19. SAS (2001) SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Version 8.0, Cary, NC, USA.
 20. Cho SH, Kim JH, Seong PN, Cho YM, Chung WT, Park BY, Chung MO, Kim DH, Lee JM, Ahn CN (2008) Physico-chemical meat quality properties and nutritional composition of Hanwoo steer beef with 1⁺⁺ quality grade. *Kor J Food Sci Ani Resour*, 28, 422-430
 21. Stromer MH, Goll DE, Roberts JH (1966) Cholesterol in subcutaneous and intramuscular lipid depots from bovine carcasses of different maturity and fatness. *J Anim Sci*, 25, 1145-1147
 22. Jacobs JA, Miller JC, Sauters EA, Howes AD, Araj AA, Gregory TL, Hust CE (1977) Bulls versus steers. II. Palatability and retail acceptance. *J Anim Sci*, 45, 699-702
 23. Rhee KS, Dutson TR, Smith GC (1982) Effect of changes in intermuscular and subcutaneous fat levels on cholesterol content of raw and cooked beef steaks. *J Food Sci*, 47, 1638-1642
 24. Yang JB, Ko MS (2010) Physicochemical changes in pork boston butts by different cooking methods. *Korean J Food Preserv*, 17, 351-357
 25. Lee YJ, Kim CJ, Park BY, Seong PN, Kim JH, Kang GH, Kim DH, Cho SH (2010) Chemical composition, cholesterol, trans-fatty acids contents, pH, meat color, water holding capacity and cooking loss of Hanwoo beef (Korean native cattle) quality grade. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 30, 997-1006
 26. Kim CJ, Chae YC, Lee ES (2001) Changes of physico-chemical properties of beef tenderloin steak by cooking methods. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 21, 314-322
 27. Breidenstein BB, Cooper CC, Evans RG, Bray RW (1968) Influence of marbling and maturity on palatability of beef muscle. 1. Chemical and organoleptic consideration. *J Anim Sci*, 27, 1532-1536
 28. Yoo YM, Ahn JN, Cho SH, Park BY, Lee JM, Kim YK, Park, HK (2002) Feeding effects of ginseng by product on characteristics of pork carcass and meat quality. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 22, 337-342
 29. Cho SH, Park BY, Kim JH, Choi YH, Seong PN, Chung WT, Chung MO, Kim DH, Ahn CN (2007) Nutritional composition and physico-chemical meat quality properties of Korean Hanwoo bull beef. *J Anim Sci & Technol*, (Kor) 49, 871-880
 30. Kim DG, Jung KK, Sung SK, Choi SB, Kim SG, Kim DY, Choi BJ (1996) Effects of castration on the carcass characteristics of Hanwoo and Holstein. *Kor J Anim Sci*,

- 38, 239-248
31. Dransfield E, Rhodos DN (1975) Texture of beef M. semitendinosus heated before, during and after development of rigor mortis. *J Sci Food Agric*, 26, 483-488
 32. Campo MM, Sanudo C, Panea B, Alberti P, Santolaria P (1999) Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Meat Sci*, 51, 383-390
 33. Smith GC, Tatum JD, Belk KE (2008) International perspective : Characterization of United States department of agricultural and meat standards australia systems for assessing beef quality. *Australian J Exp Agr*, 48, 1485-1480
 34. Camaron ND, Enser MB (1991) Fatty acid composition of lipid in longissimus dorsi muscle of Duroc and Landrace and its relationship with eating quality. *Meat Sci*, 29, 295-307
 35. Moon YH, Kim YK, Koh CW, Hyon JS, Jung IC (2001) Effect of aging period, cooking time and temperature on the textural and sensory characteristics of boiled pork loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 30, 471-476
 36. Williams JR, Harrison DL (1978) Relationship of hydroxyproline solubilized to tenderness of bovine muscle. *J Food Sci*, 43, 464-467
 37. Cornforth DP, Vahabzadeh F, Carpenter CE, Bartholomew DT (1986) Role of reduced hemochromes in pink color defect of cooked turkey rills. *J Food Sci*, 51, 1132-1138
 38. Jin SK, Kim IS, Hah KH (2000) The composition comparison of fatty acid in imported and Hanwoo beef loins and chuck rolls. *J Intl Agri*, 13, 287-294
 39. 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, (Kor.)* 46, 7-14

(접수 2012년 4월 13일 수정 2012년 5월 29일 채택 2012년 6월 1일)