

원산지과 근내지방도에 따른 소고기의 지방 함량과 단일불포화지방산 조성 비교

권하나¹ · 최창본²

¹영남대학교 식품영양학과

²영남대학교 생명공학부

Comparison of Lipid Content and Monounsaturated Fatty Acid Composition of Beef by Country of Origin and Marbling Score

Ha Na Kwon¹ and Chang Bon Choi²

¹Department of Food and Nutrition and ²School of Biotechnology, Yeungnam University

ABSTRACT This study was conducted to compare moisture, crude protein, ether extracts, fatty acid composition, and melting point of beef with different origins. Eighty (80) samples of domestic Hanwoo beef with different marbling scores (BMS) of 3, 5, 7, and 9, respectively (20 samples for each BMS) and 30 samples of imported beef (15 samples each of American and Australian beef) were used. Relationship of fatty acid composition with melting point of lipids was also analyzed. Percentages of ether extract of Hanwoo beef with BMS of 3, 5, 7, and 9 as well as American and Australian beef were 11.91, 13.23, 17.03, 23.92, 8.36, and 4.47%, respectively, with the highest value in Hanwoo with BMS of 9 and lowest value in Australian beef. Percentages of oleic acid (C18:1n9), the most abundant monounsaturated fatty acid (MUFA) in beef, were 44.92, 47.19, 46.23, 47.70, 43.70, and 38.28%. MUFA/saturated fatty acid (SFA) (M/S) ratios were 1.15, 1.25, 1.22, 1.27, 1.10, and 0.86, respectively. The melting point of lipids extracted from beef samples was the lowest (27.42°C) in Hanwoo with BMS of 9, whereas it was highest (41.15°C) in Australian beef. SFAs such as myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0), and total SFA in beef samples showed positive (+) correlations ($r=0.203, 0.279, 0.807, \text{ and } 0.880$, respectively) with melting points, whereas MUFAs, palmitoleic acid (C16:1), oleic acid (C18:1n9), and total MUFA, showed negative (-) correlations ($r=-0.541, -0.857, \text{ and } -0.906$, respectively). In conclusion, as the lipid contents of beef increased, composition of oleic acid (C18:1n9) increased. Furthermore, as BMS increased in Hanwoo beef, M/S was increased.

Key words: monounsaturated fatty acid, oleic acid, Hanwoo, marbling score

서 론

단일불포화지방산(monounsaturated fatty acid; MUFA)은 이중결합을 하나 가지는 지방산으로 oleic acid(C18:1n9)가 가장 대표적이며, 올리브유, 카놀라유, 견과류 및 육류 등에 많이 존재한다(1).

임상 연구들을 통해 MUFA는 혈중 지질 성상의 개선, 혈압 감소 및 당뇨 등에 효과적이라고 보고되고 있다. 식이내 포화지방산(saturated fatty acid, SFA)을 MUFA로 대체했을 때 혈중 HDL-cholesterol(HDL-C)의 감소 없이 LDL-cholesterol(LDL-C)과 apolipoprotein B를 낮추며, 식이로 섭취하는 영양소의 비율 가운데 탄수화물을 낮추고 MUFA를 높일 때 triglyceride(TG), VLDL-cholesterol(VLDL-C), high-sensitivity C reactive protein은 감소하

였고 HDL-C과 apolipoprotein A1은 증가시켰다(2-5). 또한 MUFA는 심혈관질환자와 비만인의 체지방량을 감소시키는 데 효과적이며(6), 지중해식 식이에서 풍부한 MUFA의 섭취는 고혈압 예방의 중요한 요인으로 MUFA/SFA의 비율은 동맥혈압과 역의 관계를 나타내었고(7,8) 정상인 및 고혈압 환자에서 혈압 강하에 효과적인 것으로 확인되었다(9). 그리고 MUFA는 베타세포 기능에 직접적인 영향을 미쳐 인슐린의 저항성을 낮추고(10) 식이 내에서 SFA와 탄수화물에 비하여 식후혈당과 인슐린 감소에 효과적이며(11), 인슐린 저항성을 가진 피험자에게 인슐린 민감성의 개선을 도와주는 것으로 나타났다(12,13).

소고기는 총 지방산에 대한 포화지방산의 비율이 40~48%, 불포화지방산은 44~60% 정도로 포화지방산에 비해 불포화지방산 함량이 더 높은 편이다(14-16). 불포화지방산 가운데 MUFA의 함량이 월등히 높으며, oleic acid(C18:1n9)는 소의 품종과 부위 및 등급에 따라 차이가 있으나 38~53% 정도를 차지한다. 특히 한우고기는 미국산과 호주산 및 뉴질랜드산 등의 수입산 타 품종에 비하여 포화지방산

Received 6 August 2015; Accepted 19 September 2015

Corresponding author: Chang Bon Choi, School of Biotechnology, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk 38541, Korea
E-mail: cbchoi@yu.ac.kr, Phone: +82-53-810-3023

함량은 낮고 oleic acid(C18:1n9)의 함량은 높은 것으로 알려져 있다(14,15,17).

최근 사회적으로 소고기 지방에 대한 부정적인 인식 등은 근내지방도에 따른 지방 함량에만 초점을 두고 지방산 조성을 감안하지 않은 것으로 사료된다. 본 연구에서는 소고기의 원산지별 및 국내산 근내지방도에 따른 지방 함량과 지방산 조성 분석을 통하여 인체건강에 유의한 것으로 보고되는 MUFA의 함량 비교를 통해 소고기 내 지방에 대한 건강기능성을 재조명하고자 실시되었다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에 사용된 한우고기는 거세우 등심(*M. longissimus dorsi*)으로 축산물 등급판정 세부기준(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2011)에 따른 근내지방도 3, 5, 7 및 9에 대하여 각각 20두를 한우 전문 판매장에서 개체식별번호를 확인하여 구입하였다. 미국산 및 호주산 소고기 등심은 각각 15두를 수입소고기 전문 판매장 및 대형 유통매장에서 수입유통식별번호를 확인하여 구입하였으며 등급은 구분하지 않았다(Table 1). 시료는 온도 0~1°C, 습도 80~85%가 유지되는 숙성실에서 10일간 숙성시킨 후 분쇄하여 분석 시까지 냉동(-80°C) 보관하며 사용하였다.

일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC(18) 방법에 준하여 수분, 조지방 및 조단백질 함량을 측정하였다. 수분은 균질화한 시료 2 g을 dry-oven법으로 건조하여 평가하였고, 수분 측정이 완료된 시료를 Soxhlet 추출법으로 지방을 추출하여 함량을 구하였다. 조단백질은 Kjeldahl법으로(Kjeltec Auto System B-322, Buchi, Flawil, Switzerland) 시료 0.5 g을 450°C에서 5시간 동안 소화시키고 50% NaOH를 첨가하여 증류 및 중화시킨 다음 0.1 N HCl로 적정하여 함량을 구하였다.

지방 추출

지방의 추출은 Folch 등(19)의 방법으로 시료 4 g에 chloroform : methanol(2:1, v/v) 용액 40 mL를 첨가하고 homogenizer(Polytron PT2100, Kinematica Inc., Bohemia, NY, USA)로 균질화하여 여과시켰다. 이후 0.74% KCl 용액 8 mL를 첨가하고 4°C에서 24시간 정치하여 상층액을

Table 1. Experimental design

	Hanwoo				Imported	
	Beef marbling score				USA	Australian
	3	5	7	9		
Number of head	20	20	20	20	15	15

제거한 후 70°C 항온수조에서 질소를 이용하여 유기용매를 제거하였다.

지방산 조성 분석

지방산의 transesterification은 Lepage와 Roy(20)의 방법으로 분석하였다. Gas chromatography(Clarus 500, PerkinElmer Inc., Shelton, CT, USA)를 사용하였으며, Table 2와 같은 조건으로 분석하였다. 표준품으로는 fatty acid methyl ester mixer(18920-1AMP, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)를 사용하였으며, 전체 피크면적에 대한 비율로 계산하였다.

용점 측정

용점 측정은 추출된 지방을 capillary melting point tube (100 mm pyrex, Corning Inc., New York, NY, USA)에 1 cm씩 담아 냉동실에 24시간 두었다. Hotplate stirrer로 비커의 물 온도가 2분에 1°C씩 상승하도록 하였으며 준비해 둔 capillary tube의 지방이 1 cm 상승될 때의 온도를 측정하였다. Capillary tube 5개의 온도가 1°C 범주 안에 들 경우를 평균하여 계산하였다.

통계분석

본 실험 결과는 SPSS Statistics 19.0 software system (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 평균±표준오차로 표시하였고 one way ANOVA test에 의해 $P < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이가 있다고 보았다. 각 실험군의 평균치 간 유의성은 Duncan's multiple range test로 검증하였으며 상관관계 분석은 Pearson's correlation coefficient로 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

한우고기와 수입산 소고기의 일반성분 분석 결과는 Table 3과 같다. 수분 함량(%)은 호주산, 미국산 소고기 및 한우고기 순으로 높았으며 한우고기는 근내지방도가 3에서 9로 높아질수록 수분 함량이 67.71에서 59.19로 감소하였다

Table 2. Operation conditions of gas chromatography for fatty acids analysis

Apparatus	Operation conditions
Instrument	Perkin Elmer Clarus 500
Column	SP-2560 capillary column (100 m×0.25 mm×0.2 μm)
Injection temp.	240°C
Detection temp.	250°C
Oven temp.	Initial temp. 60°C (hold for 5 min) Increase rate 15°C/min Final temp. 210°C (hold for 5 min)
Carrier gas	N ₂
Detector	Flame ionization detector (FID)

Table 3. Approximate composition of Hanwoo, USA, and Australian beef (%)

	Hanwoo				Imported	
	Beef marbling score				USA	Australian
	3	5	7	9		
Moisture	67.71±0.67 ^{c1)}	66.69±0.61 ^c	63.89±0.66 ^d	59.19±1.18 ^c	70.71±0.56 ^b	74.33±0.54 ^a
Ether extract	11.91±0.95 ^c	13.23±0.79 ^c	17.03±0.79 ^b	23.92±1.65 ^a	8.36±0.88 ^d	4.47±0.60 ^e
Crude protein	19.66±0.31 ^a	19.62±0.31 ^a	18.59±0.25 ^b	16.76±0.46 ^c	19.70±0.39 ^a	20.50±0.30 ^a

¹⁾Mean±SE.

Values in the same row with different superscript letters (a-e) are significantly different ($P<0.05$).

($P<0.05$).

한우고기의 조지방 함량(%)은 근내지방도 9(23.92), 7(17.03), 5(13.23) 및 3(11.91) 순으로 높게 나타났으며, 근내지방도 간의 조지방 증가치는 3, 5 및 7의 3개 등급 간의 평균증가량이 2.56인 것에 비하여 7에서 9의 2개 등급 간의 조지방 증가량은 6.89로 2.7배 높았다. 수입산 소고기의 조지방 함량(%)은 미국산 소고기(8.36)가 호주산 소고기(4.47)에 비하여 1.9배 높았으며, 미국산은 한우고기의 근내지방도 3보다 지방 함량이 낮았다. 이를 통하여 원산지별로는 한우고기, 미국산 및 호주산 순으로 조지방 함량이 높으며, 한우고기는 근내지방도가 높을수록 유의적으로 지방량이 많은 것을 알 수 있었다($P<0.05$).

한우 등심의 육질등급별 일반성분 조성 연구에서 지방 함량(%)은 1⁺⁺등급 24.7~25.7, 1⁺등급 14.8~17.7, 1등급 10.7~14.4, 2등급 6.8~7.4로(21,22), 호주산 소고기 9.2~10.6 및 뉴질랜드산 소고기 6.71과 함께 보고된 바 있으며, 조지방과 수분 함량은 반비례한다고 하였다(15,17). 또한 Kim 등(23)은 소고기의 조지방 함량이 한우고기(근내지방

도 5), 미국산 및 호주산 순으로 높다고 하였다.

조단백 함량은 한우고기 근내지방도 3, 5와 호주산 및 미국산 소고기 간에는 유의적인 차이가 없었고 한우고기 근내지방도 7, 9는 유의적으로 낮은 함량을 나타냈다. Cho 등(15)은 한우고기의 근내지방도가 높을수록 조단백 함량이 유의적으로 낮으며, 한우고기 1⁺, 1등급이 호주산 소고기보다 조단백 함량이 낮다고 하였다. 일반적으로 지방 함량이 높으면 단백질 함량이 낮으며(23,24), 지방 함량이 높으면 수분 함량과 단백질 함량이 낮다는 결과(25,26)와 본 연구가 유사한 경향을 나타내는 것을 알 수 있었다.

지방산 조성

한우고기와 수입산 소고기의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 소고기의 지방을 구성하는 주요 SFA는 myristic acid(C14:0), palmitic acid(C16:0) 및 stearic acid(C18:0)이며, MUFA는 palmitoleic acid(C16:1)와 oleic acid(C18:1n9)이고 polyunsaturated fatty acid(PUFA)는 linoleic acid(C18:2)이다. C14:0의 함량(%)은 3.98~

Table 4. Fatty acids composition of Hanwoo, USA, and Australian beef (%)

	Hanwoo				Imported	
	Beef marbling score				USA	Australian
	3	5	7	9		
C14:0 (myristic acid)	4.80±0.15 ¹⁾	4.16±0.24	4.73±0.18	4.18±0.24	3.98±0.28	4.35±0.28
C14:1 (myristoleic acid)	0.20±0.03 ^c	0.29±0.02 ^b	0.10±0.03 ^d	0.11±0.03 ^d	0.53±0.03 ^a	0.57±0.05 ^a
C16:0 (palmitic acid)	29.39±0.41 ^a	28.61±0.44 ^a	28.94±0.39 ^a	28.59±0.57 ^a	26.82±0.51 ^b	28.44±0.64 ^a
C16:1 (palmitoleic acid)	6.55±0.17 ^{ab}	6.20±0.24 ^b	7.01±0.20 ^a	6.45±0.31 ^{ab}	5.42±0.24 ^c	4.75±0.20 ^d
C18:0 (stearic acid)	10.28±0.26 ^c	9.85±0.31 ^c	9.34±0.27 ^c	10.15±0.24 ^c	14.55±0.53 ^b	18.07±0.62 ^a
C18:1n9 (oleic acid)	44.92±0.47 ^{bc}	47.19±0.66 ^a	46.23±0.45 ^{ab}	47.70±0.87 ^a	43.70±0.56 ^c	38.28±0.94 ^d
C18:2 (linoleic acid)	2.47±0.14 ^{bc}	2.31±0.10 ^{bc}	2.04±0.12 ^{cd}	1.61±0.19 ^d	3.87±0.30 ^a	2.63±0.24 ^b
C18:3 (α -linolenic acid)	0.40±0.04 ^b	0.44±0.03 ^b	0.40±0.04 ^b	0.49±0.03 ^b	0.52±0.05 ^b	1.27±0.09 ^a
C20:0 (arachidic acid)	0.03±0.01 ^{cd}	0.15±0.01 ^a	0.04±0.01 ^c	0.11±0.02 ^b	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
C20:1 (gondoic acid)	0.14±0.01 ^c	0.13±0.01 ^c	0.13±0.01 ^c	0.10±0.01 ^c	0.19±0.02 ^b	0.26±0.03 ^a
C20:4 (arachidonic acid)	0.18±0.04 ^b	0.24±0.02 ^b	0.15±0.02 ^b	0.13±0.01 ^b	0.14±0.07 ^b	0.40±0.13 ^a
SFA ²⁾	45.18±0.58 ^{bc}	43.20±0.59 ^c	43.97±0.52 ^{bc}	43.41±0.83 ^{bc}	45.51±0.58 ^b	51.84±1.21 ^a
UFA ³⁾	54.82±0.58 ^{ab}	56.80±0.59 ^a	56.03±0.52 ^{ab}	56.59±0.83 ^a	54.35±0.59 ^b	48.16±1.21 ^c
MUFA ⁴⁾	51.81±0.51 ^b	53.81±0.58 ^a	53.47±0.47 ^{ab}	54.37±0.81 ^a	49.83±0.46 ^c	43.86±1.03 ^d
PUFA ⁵⁾	3.04±0.18 ^b	2.99±0.11 ^b	2.58±0.12 ^{bc}	2.23±0.17 ^c	4.52±0.35 ^a	4.30±0.39 ^a
U/S ⁶⁾	1.22±0.03 ^{ab}	1.32±0.03 ^a	1.28±0.03 ^{ab}	1.32±0.05 ^a	1.20±0.03 ^b	0.94±0.04 ^c
M/S ⁷⁾	1.15±0.03 ^{bc}	1.25±0.03 ^a	1.22±0.03 ^{ab}	1.27±0.04 ^a	1.10±0.02 ^c	0.86±0.04 ^d

¹⁾Mean±SE.

²⁾Saturated fatty acid. ³⁾Unsaturated fatty acid. ⁴⁾Monounsaturated fatty acid. ⁵⁾Polyunsaturated fatty acid.

⁶⁾Unsaturated fatty acid/ Saturated fatty acid. ⁷⁾Monounsaturated fatty acid/ Saturated fatty acid.

Values in the same row with different superscript letters (a-d) are significantly different ($P<0.05$).

4.80으로 원산지별과 한우 근내지방도별로 유의적인 차이를 보이지 않았다. C16:0은 한우고기(28.59~29.39)와 호주산 소고기(28.44)가 미국산 소고기(26.82)에 비하여 유의적으로 높았다. C18:0은 호주산 소고기(18.07), 미국산 소고기(14.55) 및 한우고기(9.34~10.28) 순으로 높았다. 총 SFA의 함량은 호주산 소고기(51.84), 미국산 소고기(45.51) 및 한우고기(43.20~45.18) 순으로 높았으며 한우고기는 근내지방도 3(45.18)이 가장 많은 함량을 보였다.

C16:1은 한우고기(6.20~7.01), 미국산(5.42) 및 호주산 소고기(4.75) 순으로 높았다. C18:1n9는 소고기 내 가장 높은 비율을 차지하는 지방산으로 한우고기 근내지방도 9(47.70), 5(47.19), 7(46.23) 및 3(44.92)과 미국산(43.70) 및 호주산 소고기(38.28) 순으로 높았으며 수입산 소고기는 한우고기 근내지방도 3보다 함량이 적었다. MUFA의 함량(%)은 한우고기(51.81~54.37), 미국산(49.83) 및 호주산 소고기(43.86) 순으로 높았으며 한우고기는 근내지방도가 높을수록 함량이 높아지는 경향을 보였다. MUFA/SFA의 비율은 한우고기의 근내지방도 9(1.27), 7(1.22), 5(1.25)와 3(1.15) 간의 유의적인 차이가 있었고 미국산(1.10) 및 호주산 소고기(0.86) 간에도 차이를 나타냈다($P < 0.05$). C18:2는 미국산 소고기(3.87), 호주산 소고기(2.63) 및 한우고기(1.61~2.47) 순으로 높았다.

종합하면 소고기 내 지방산 가운데 C16:0과 C18:0을 포함하는 총 SFA의 함량은 미국산 및 호주산 소고기가 한우고기보다 더 높으며, C18:1과 C16:1을 포함하는 MUFA는 한우고기가 미국산 및 호주산 소고기에 비하여 더 높았다. 또한 한우고기의 근내지방도가 높을수록 MUFA/SFA의 비율 값이 커지는 것을 알 수 있었다. 이러한 지방산 조성의 차이는 사양(27), 품종(28), 성별(28), 연령(29,30), 영양수준(31) 및 가축의 지방 함량(32) 등 다양한 요인에 의하여 영향을 받는 것으로 보고된다.

Choi 등(14)은 한우 거세우가 앵거스와 화우 교잡종에 비하여 SFA의 비율은 낮고, oleic acid(C18:1n9) 및 MUFA의 함량은 유의적으로 높다고 하였다. Oleic acid(C18:1n9)는 소고기 지방산 가운데 가장 많은 비율을 차지하여 근내지방도가 증가하면 oleic acid(C18:1n9)의 비율의 증가와 더불어 MUFA/SFA의 비율 또한 증가한다고 하였다. Cho 등(15,17)은 한우고기 1⁺, 1등급이 호주 및 뉴질랜드 수입산 소고기에 비하여 SFA 함량은 낮고 MUFA 함량은 높다고 하였으며, linoleic acid(C18:2)와 α -linolenic acid(C18:3) 등의 PUFA는 호주 및 뉴질랜드산 소고기가 한우고기에 비하여 함량이 높다고 하였다. 또한 한우고기 육질등급이 높을수록 MUFA의 함량이 높고 육질등급이 낮을수록 SFA와 PUFA의 함량이 높다고 보고된 바 있다(22).

소고기의 지방을 구성하는 지방산 가운데 높은 비율을 나타내는 MUFA와 MUFA의 80% 이상을 차지하는 oleic acid(C18:1n9)는 여러 임상 시험들을 통하여 인체 건강에

유익한 것으로 입증되고 있다.

MUFA는 콜레스테롤을 비활성 형태로 전환시키는 간 효소에 유리한 기질로 작용하여(33) 혈중 HDL-C은 유지하며 LDL-C, total-cholesterol, total-cholesterol/HDL-C은 낮추어(34) 관상동맥 발병과 심혈관질환의 예방 및 치료에 효과적인 것으로 보고되었다(35,36). 또한 고혈압의 예방 및 치료를 위한 식이로 효과적이며(3,37), 인슐린 민감도의 상승 및 인슐린 저항성을 감소시켜 당뇨병의 예방과 치료에 도움을 준다고 하였다(11,38).

이러한 MUFA의 기능성을 근거로 하여 국제기구들에서는 총 에너지 섭취량 가운데 MUFA의 섭취량을 늘리고, SFA나 탄수화물을 MUFA로 대체하도록 권고하고 있다. American Heart Association(39)에서는 2006년에 총 에너지 섭취량 가운데 MUFA의 비율을 20%로 늘릴 것을 권장하였고, Academy of Nutrition and Dietetics/Canadian Dietetic Association(40)에서는 25%로 섭취할 것을 규정하였다. 또한 nutritional recommendations for the French population(41)에서는 임신 및 수유 여성을 포함한 성인을 위한 권장량으로 총 에너지 섭취량의 20%를 MUFA로 섭취하도록 제시하였다.

원산지 및 근내지방도에 따른 소고기의 지방 및 MUFA의 함량은 한우고기, 미국산 및 호주산 순으로 높았으며, 국내산 한우고기는 근내지방도에 따라 비례적으로 지방 함량이 높으나 지방을 구성하는 지방산의 비율에서 건강에 유익한 MUFA가 SFA보다 높다는 것을 알 수 있었다. 그러므로 소고기의 영양성 및 건강기능성을 평가할 때는 지방 함량뿐만 아니라 지방을 구성하는 지방산의 조성과 기능성까지 고려되어야 할 것이다. 더불어 근내지방도가 높은 소고기를 섭취한다면 더 많은 MUFA를 섭취하여 혈액 내 지질 성상과 혈압 및 혈당조절에 긍정적인 효과를 줄 것으로 생각된다. 한편 MUFA의 섭취와 더불어 SFA의 섭취량 증가를 우려할 수 있으나 이러한 지방산의 섭취량과 섭취비율이 실제 혈액 성상에 어떤 영향을 미칠지는 추후 동물 및 임상시험 연구가 필요할 것으로 사료된다.

응점

한우고기와 미국산 및 호주산 소고기 지방의 융점 측정 결과는 Table 5와 같다. 한우고기는 27.42~30.58°C로 세 그룹 가운데 융점이 가장 낮았으며 미국산은 33.97°C 및 호주산은 41.15°C로 나타났다($P < 0.05$). 한우고기의 근내지방도 간에는 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 근내지방도가 높을수록 융점은 낮아지는 경향을 보였다. 이는 근내지방도가 높을수록 불포화지방산 및 단일불포화지방산의 함량이 높기 때문인 것으로 보인다. 단일불포화지방산은 소고기의 맛과 향 형성에도 기여하는 것으로 알려져 있으며 Jung(42)과 Kim(43)의 보고와도 유사한 결과임을 알 수 있었다.

Table 5. Melting point of Hanwoo, USA, and Australian beef (°C)

	Hanwoo				Imported	
	Beef marbling score				USA	Australian
	3	5	7	9		
Melting point	30.58±0.60 ^{cl})	28.62±0.65 ^{cd}	28.24±0.76 ^{cd}	27.42±0.85 ^d	33.97±1.10 ^b	41.15±0.87 ^a

^{l)}Mean±SE.

Values in the same row with different superscript letters (a-d) are significantly different ($P<0.05$).

Table 6. Correlation coefficients of fatty acids and melting point

	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1n9	SFA ¹⁾	UFA ²⁾	MUFA ³⁾
Melting point	0.203*	0.279**	-0.541**	0.807**	-0.857**	0.880**	-0.882**	-0.906**

¹⁾Saturated fatty acid. ²⁾Unsaturated fatty acid. ³⁾Monounsaturated fatty acid.

* $P<0.05$, ** $P<0.01$.

소고기 내 주요 지방산과 융점의 상관관계

소고기 내 주요지방산과 융점의 상관성 분석은 Table 6에 제시하였다. 소고기 내 myristic acid(C14:0), palmitic acid(C16:0) 및 stearic acid(C18:0)와 총 SFA는 지방의 융점과 정(+)의 상관관계(각각 $r=0.203$, 0.279 , 0.807 및 0.880)를, palmitoleic acid(C16:1), oleic acid(C18:1n9) 및 총 MUFA는 지방의 융점과 부(-)의 상관관계(각각 $r=-0.541$, -0.857 및 -0.906)를 나타내었다. Wood 등(44)은 융점과 지방산과의 관계에서 stearic acid(C18:0)가 융점과 높은 정(+)의 상관관계를, oleic acid(C18:1n9)가 융점과 높은 부(-)의 상관관계를 나타낸다고 하였으며, 한우고기의 경우 MUFA의 함량이 융점과 부(-)의 상관관계를 가진다(45,46)고 하여 본 연구와 유사한 것을 확인할 수 있었다.

요 약

본 연구는 원산지 및 근내지방도에 따른 소고기 등심 내 수분, 조단백, 조지방, 지방산 조성, 융점 및 지방산과 융점의 상관관계를 구명할 목적으로 국내산 한우고기 근내지방도 3, 5, 7 및 9에 대하여(근내지방도별 각각 20두씩) 총 80두와 수입산 소고기 30두(미국산 및 호주산 각각 15두)로부터 시료를 채취하였다. 조지방 함량은 한우 근내지방도 3, 5, 7 및 9와 미국산 및 호주산 소고기가 각각 11.91, 13.23, 17.03, 23.92, 8.36 및 4.47%로, 한우 근내지방도 9가 가장 높았고 호주산 소고기가 가장 낮았다. 단일불포화지방산(MUFA) 가운데 가장 많은 비율을 차지하는 oleic acid(C18:1n9)의 함량은 각각 44.92, 47.19, 46.23, 47.70, 43.70 및 38.28%를, MUFA/포화지방산(SFA)의 비율은 각각 1.15, 1.25, 1.22, 1.27, 1.10 및 0.86으로 조지방 함량과 같은 경향을 나타냈다. 각 소고기 시료에서 추출한 지방의 융점은 한우 근내지방도 9(27.4°C)가 가장 낮은 반면, 호주산 소고기(41.15°C)가 가장 높았다. 소고기 내의 myristic acid(C14:0), palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0)와 같은 SFA와 총 SFA는 융점과 정(+)의($r=0.203$, 0.279 , 0.807 및 0.880) 관계를, palmitoleic acid(C16:1), oleic

acid(C18:1n9)와 같은 MUFA와 총 MUFA는 융점과 부(-)의($r=-0.541$, -0.857 및 -0.906)의 상관관계를 나타내었다. 결론적으로 소고기 내 지방 함량이 높을수록 지방산 조성에서 oleic acid(C18:1n9)의 함량이 높다는 것을 알 수 있었으며, 특히 한우고기의 근내지방도가 증가할수록 M/S의 비율이 증가하는 경향을 나타낸다는 것을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

- Choi HM. 2011. *The twenty-first century nutrition*. 4th ed. Kyomunsa, Gyeonggi-do, Korea. p 69-114.
- Allman-Farinelli MA, Gomes K, Favaloro EJ, Petocz P. 2005. A diet rich in high-oleic-acid sunflower oil favorably alters low-density lipoprotein cholesterol, triglycerides, and factor VII coagulant activity. *J Am Diet Assoc* 105: 1071-1079.
- Appel LJ, Sacks FM, Carey VJ, Obarzanek E, Swain JF, Miller ER, Conlin PR, Erlinger TP, Rosner BA, Laranjo NM, Charleston J, McCarron P, Bishop LM; OmniHeart Collaborative Research Group. 2005. Effects of protein, monounsaturated fat, and carbohydrate intake on blood pressure and serum lipids: results of the OmniHeart randomized trial. *JAMA* 294: 2455-2464.
- Berglund L, Lefevre M, Ginsberg HN, Kris-Etherton PM, Elmer PJ, Stewart PW, Ershow A, Pearson TA, Dennis BH, Roheim PS, Ramakrishnan R, Reed R, Stewart K, Phillips KM; DELTA Investigators. 2007. Comparison of monounsaturated fat with carbohydrates as a replacement for saturated fat in subjects with a high metabolic risk profile: studies in the fasting and postprandial states. *Am J Clin Nutr* 86: 1611-1620.
- Sabate J, Oda K, Ros E. 2010. Nut consumption and blood lipid levels: a pooled analysis of 25 intervention trials. *Arch Intern Med* 170: 821-827.
- Schwingshackl L, Strasser B, Hoffmann G. 2011. Effects of monounsaturated fatty acids on cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Ann Nutr Metab* 59: 176-186.
- Psaltopoulou T, Naska A, Orfanos P, Trichopoulos D, Moun-tokalakis T, Trichopoulou A. 2004. Olive oil, the Mediterranean diet, and arterial blood pressure: the Greek European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Am J Clin Nutr* 80: 1012-1018.
- López-Miranda J, Pérez-Jiménez F, Ros E, De Caterina R,

- Badimón L, Covas MI, Escrich E, Ordovás JM, Soriguer F, Abiá R, de la Lastra CA, Battino M, Corella D, Chamorro-Quirós J, Delgado-Lista J, Giugliano D, Esposito K, Estruch R, Fernandez-Real JM, Gaforio JJ, La Vecchia C, Lairon D, López-Segura F, Mata P, Menéndez JA, Muriana FJ, Osada J, Panagiotakos DB, Paniagua JA, Pérez-Martínez P, Perona J, Peinado MA, Pineda-Priego M, Poulsen HE, Quiles JL, Ramírez-Tortosa MC, Ruano J, Serra-Majem L, Solá R, Solanas M, Solfrizzi V, de la Torre-Fornell R, Trichopoulou A, Uceda M, Villalba-Montoro JM, Villar-Ortiz JR, Visioli F, Yiannakouris N. 2010. Olive oil and health: summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaén and Córdoba (Spain) 2008. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 20: 284-294.
9. Terés S, Barceló-Coblijn G, Benet M, Alvarez R, Bressani R, Halver JE, Escrivá PV. 2008. Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 13811-13816.
 10. López S, Bermúdez B, Pacheco YM, Villar J, Abia R, Muriana FJ. 2008. Distinctive postprandial modulation of β cell function and insulin sensitivity by dietary fats: monounsaturated compared with saturated fatty acids. *Am J Clin Nutr* 88: 638-644.
 11. Due A, Larsen TM, Hermansen K, Stender S, Holst JJ, Toubro S, Martinussen T, Astrup A. 2008. Comparison of the effects on insulin resistance and glucose tolerance of 6-mo high-monounsaturated-fat, low-fat, and control diets. *Am J Clin Nutr* 87: 855-862.
 12. Paniagua JA, Gallego de la Sacristana A, Romero I, Vidal-Puig A, Latre JM, Sanchez E, Perez-Martinez P, Lopez-Miranda J, Perez-Jimenez F. 2007. Monounsaturated fat-rich diet prevents central body fat distribution and decreases postprandial adiponectin expression induced by a carbohydrate-rich diet in insulin-resistant subjects. *Diabetes Care* 30: 1717-1723.
 13. Paniagua JA, de la Sacristana AG, Sánchez E, Romero I, Vidal-Puig A, Berral FJ, Escribano A, Moyano MJ, Pérez-Martínez P, López-Miranda J, Pérez-Jiménez F. 2007. A MUFA-rich diet improves postprandial glucose, lipid and GLP-1 responses in insulin-resistant subjects. *J Am Coll Nutr* 26: 434-444.
 14. Choi CB, Shin HU, Lee SO, Kim SI, Jung KK, Choi CW, Back KH, Lunt DK, Smith SB. 2008. Comparison of cholesterol contents and fatty acid composition in *M. longissimus* of Hanwoo, Angus and Wagyu crossbred steers. *J Anim Sci Technol* 50: 519-526.
 15. Cho S, Seong P, Kang G, Park BY, Jung S, Kang S, Kim Y, Kim J, Kim D. 2011. Meat quality and nutritional properties of Hanwoo and imported Australian beef. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 772-781.
 16. Park BS, Yoo IJ. 1994. Comparison of fatty acid composition among imported beef, Holstein steer beef and Hanwoo beef. *Korean J Anim Sci* 36: 69-75.
 17. Cho S, Kang G, Seong P, Park B, Jung S, Kang S, Kim Y, Kim J, Kim D. 2011. Meat quality and nutritional properties of Hanwoo and imported New Zealand beef. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 935-943.
 18. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. Chapter 45, p 70.
 19. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
 20. Lepage G, Roy CC. 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *J Lipid Res* 27: 114-120.
 21. Lee JM, Kim TW, Kim JH, Cho SH, Seong PN, Jung MO, Cho YM, Park BY, Kim DH. 2009. Comparison of chemical, physical and sensory traits of *Longissimus Lumborum* Hanwoo beef and Australian Wagyu beef. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29: 91-98.
 22. 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.
 23. Kim IS, Lee SO, Lee M, Lee JM, Kim JH, Kim YK. 2000. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of chilled chuck rolls of Han-woo and imported beef. *Korean J Anim Sci Technol* 42: 109-116.
 24. Nelson JL, Dolezal HG, Ray FK, Morgan JB. 2004. Characterization of certified Angus beef steaks from the round, loin, and chuck. *J Anim Sci* 82: 1437-1444.
 25. Jacobs JA, Miller JC, Sauters EA, Howes AD, Araji AA, Gregory TL, Hust CE. 1977. Bulls versus steers. II. Palatability and retail acceptance. *J Anim Sci* 45: 699-702.
 26. Landon ME, Hedrick HB, Thompson GB. 1978. Live animal performance and carcass characteristics of beef bullocks and steers. *J Anim Sci* 47: 151-155.
 27. Westerling DB, Hedrick HB. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J Anim Sci* 48: 1343-1348.
 28. Yoshimura T, Namikawa K. 1983. Influence of breed, sex and anatomical location on lipid and fatty acid composition of bovine subcutaneous fat. *Jpn J Zootech Sci* 54: 97-105.
 29. Hornstein I, Crowe PF, Hiner R. 1967. Composition of lipids in some beef muscles. *J Food Sci* 32: 650-655.
 30. Waldman RC, Suess GG, Brungardt VH. 1968. Fatty acids of certain bovine tissues and their association with growth, carcass and palatability traits. *J Anim Sci* 27: 632-635.
 31. Song MK, Kim NS, Chung CS, Choi YI, Won YS, Chung JK, Choi SH. 2000. Effect of feeding levels of concentrates on the growth performance and fatty acid composition of adipose tissues at various locations in Hanwoo steers. *J Anim Sci & Technol* 42: 859-870.
 32. Cho SH, Park BY, Kim JH, Hwang IH, Kim JH, Lee JM. 2005. Fatty acid profiles and sensory properties of *Longissimus dorsi*, *Triceps brachii*, and *Semimembranosus* muscles from Korean Hanwoo and Australian Angus beef. *Asian-Aust J Anim Sci* 18: 1786-1793.
 33. Grundy SM. 1994. Influence of stearic acid on cholesterol metabolism relative to other long-chain fatty acids. *Am J Clin Nutr* 60: 986S-990S.
 34. Denke MA. 1994. Role of beef and beef tallow, an enriched source of stearic acid, in a cholesterol lowering diet. *Am J Clin Nutr* 60: 1044S-1049S.
 35. Mente A, de Koning L, Shannon HS, Anand SS. 2009. A systematic review of the evidence supporting a causal link between dietary factors and coronary heart disease. *Arch Intern Med* 169: 659-669.
 36. Gillingham LG, Harris-Janzen S, Jones PJ. 2011. Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids* 46: 209-228.
 37. Ferrara LA, Raimondi AS, d'Episcopo L, Guida L, Dello Russo A, Marotta T. 2000. Olive oil and reduced need for

- antihypertensive medications. *Arch Intern Med* 160: 837-842.
38. Vessby B, Uusitupa M, Hermansen K, Riccardi G, Rivellese AA, Tapsell LC, Näslén C, Berglund L, Louheranta A, Rasmussen BM, Calvert GD, Maffetone A, Pedersen E, Gustafsson IB, Storlien LH; KANWU Study. 2001. Substituting dietary saturated for monounsaturated fat impairs insulin sensitivity in healthy men and women: The KANWU Study. *Diabetologia* 44: 312-319.
 39. Lichtenstein AH, Appel LJ, Brands M, Carnethon M, Daniels S, Franch HA, Franklin B, Kris-Etherton P, Harris WS, Howard B, Karanja N, Lefevre M, Rudel L, Sacks F, Van Horn L, Winston M, Wylie-Rosett J. 2006. Diet and lifestyle recommendations revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation* 114: 82-96.
 40. Kris-Etherton PM, Innis S, American Dietetic Association, Dietitians of Canada. 2007. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: dietary fatty acids. *J Am Diet Assoc* 107: 1599-1611.
 41. Martin A. 2001. *Appports nutritionnels conseillés pour la population française*. 3^e ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris, France. p 605.
 42. Jung SG. 2011. Studies on relationship of fatty acids, free amino acids and nucleotide-related compounds with beef flavor. *MS Thesis*. Yeungnam University, Gyeongsan, Korea. p 40-43.
 43. Kim SI. 2010. Effects of supplementation of rice bran and roasted soybean in the diets on flavor characteristics and functional components of Hanwoo steers. *PhD Dissertation*. Yeungnam University, Gyeongsan, Korea. p 86-88.
 44. Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci* 66: 21-32.
 45. Kim SI, Jung KK, Kim DY, Kim JY, Choi CB. 2011. Effects of supplementation of rice bran and roasted soybean in the diet on physico-chemical and sensory characteristics of *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 451-459.
 46. Shin HU. 2009. Studies on fatty acid composition and melting point of fats in Hanwoo steers. *MS Thesis*. Yeungnam University, Gyeongsan, Korea. p 40-43.