

1⁺⁺ 등급 거세한우의 부위별 칼로리, 콜레스테롤, 콜라겐, 유리아미노산, 핵산관련물질 및 지방산조성

조수현* · 성필남 · 김진형 · 박범영 · 백봉현 · 이연정 · 인태식 · 이종문 · 김동훈 · 안종남
농촌진흥청 축산과학원

Calorie, Cholesterol, Collagen, Free Amino Acids, Nucleotide-related Compounds and Fatty Acid Composition of Hanwoo Steer Beef with 1⁺⁺ Quality Grade

Soo-Hyun Cho*, Pil-Nam Seong, Jin-Hyoung Kim, Beom-Young Park, Bong-Hyun Baek,
Yeon-Jung Lee, Tae-Sik In, Jong-Moon Lee, Dong-Hun Kim, Chong-Nam Ahn

Quality Control and Utilization of Animal Products Division, National Institute of Animal Science, Suwon 441-706, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the compositional properties by different cut of Hanwoo steer beef. 10 cuts [Abjin (short plate), Bosup (top sirloin), Cheggt (striploin), Dngsim (loin), Guri (chuck tender), Hongduke (eye of round), Moksimsim (chuck roll), Sulgit (bottom round), Udoon (top round), Yangji (brisket)] were prepared from 10 Hanwoo steers (24~28 months old) were used for the experiment. Calorie contents were 2,205~3,713.20 cal/g and loin, striploin, short plate were significantly higher than the other cuts ($p < 0.05$). Loin was highest in cholesterol content, whereas top round and eye of round were lowest among 10 cuts ($p < 0.05$). There were no significant differences in soluble and insoluble collagen contents although chuck tender, chuck roll and bottom round contained significantly higher total collagen and loin and striploin contained significantly lower total collagen contents than the other cuts ($p < 0.05$). The result from the analysis of free amino acids showed that glutamate and alanine contents were 275.99~536.04 mg/100g, 130.63~175.23 mg/100g, respectively and followed by arginine (7.00~10.49 mg/100g), phenylalanine (4.70~13.88 mg/100g), and leucine (5.98~10.26 mg/100g) in 10 cuts. 1⁺⁺ grade Hanwoo steer beef had significantly higher IMP (Inosine monophosphate) and inosine in eye of round (30.04% and 6.25%) and top round (33.44% and 6.28%), while hypoxanthine contents were significantly higher in chuck tender than the other cuts ($p < 0.05$). In fatty acid analysis, there were not significant differences in fatty acid composition among 10 cuts only except for C16:1n7, C20:3n6, and C20:4n6 ($p > 0.05$).

Key words : Hanwoo steer beef, calorie, free amino acids, cholesterol, inosine monophosphate

서론

국내 한우 사육두수는 2007년을 기준으로 총 2,200,573 두로서 그 중에서 도축하여 등급판정을 받은 물량은 암소가 211,661두(45.04%)로 가장 많았고 그 다음이 거세우로 169,912두(34.53%)였으며 수소가 가장 낮은 110,542두(22.46%)로 보고되었다(APGS, 2008). 거세우의 평균도체중량은 347.89 kg으로 수소와 암소의 중간정도이며 고기

생산량은 도체중량의 약 69.29% 정도로서 수소와 암소가 각각 72.92%, 69.71%인 것과 비교했을 때 암소와 비슷한 정도이다. 현재 우리나라에서 실시되고 있는 도체등급제도는 육량등급은 도체중, 등지방두께, 등심단면적 등을 측정하여 판정하고 있으며 육질등급은 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도 등을 측정하여 판정하고 있다. 현행 육질등급은 5개(1⁺⁺, 1⁺, 1, 2, 3)로 나뉘어져 있다. 2007년도 축종별 등급출현율을 보면 1등급이상 출현율이 거세우가 71.5%, 암소가 59.7%인데 반하여 수소는 2.9% 수준으로 거세우가 가장 높았다(APGS, 2008). 고기의 품질은 가공적성, 영양 및 기호도 등에 관련된 중요한 요인이며 (Hofmann, 1993), 특히 관능특성의 경우 품종, 성별, 사양

*Corresponding author : S. H. Cho, Quality Control and Utilization of Animal Products Division, National Institute of Animal Science, Suwon 441-350, Korea. Tel: 82-31-290-1703 Fax: 82-31-290-1697, E-mail: shc0915@rda.go.kr

방법, 가공 및 도축 전후 처리 등 여러 요인들에 의하여 좌우된다. 일반적으로 거세우고기가 수소고기보다 육색이 선명하게 붉고 조직감이 부드러워 육질이 우수한 것으로 알려져 있다(Jeremiah, 1978). 쇠고기의 관능특성에 있어서 육질의 기호도를 가장 많이 좌우하는 것은 연도이다(Wood *et al.*, 1996). 연도는 근원섬유 단백질과 근육내 결체조직 단백질의 특성에 의해 가장 큰 영향을 받는데 특히 결체조직 단백질 중 근육내 콜라겐의 함량은 고기의 연도와 밀접한 관련성을 가지고 있다고 알려져 있다(Light *et al.*, 1984). 이와 같은 이유로 김 등(2007)은 스테이크나 로스트 형태와 같이 고기를 불에 굽는 요리에서는 콜라겐 함량이 낮은 부위를 이용하고 조림, 찜, 탕, 찌개 등과 같이 오랫동안 끓여 가열처리하는 요리에서는 콜라겐 함량이 높은 부위를 이용한다고 하였다. Kim 등(1996b)의 연구결과에 의하면 거세우의 경우, 부위에 관계없이 수소보다 콜라겐함량이 적은 경향을 보였고, 부위별로는 거세우무에 관계없이 우둔이 등심보다 콜라겐함량이 많은 경향을 나타내었다고 하였다. 그 이외에도 김 등(2007)은 고기의 맛에 영향을 주는 것은 단백질이 분해되면서 생성되는 아미노산 및 저분자 펩타이드(peptide)들과 지방에서 유래되는 지방산을 포함한 가열조리시 형성되는 수백종의 휘발성 물질들이라고 하였다. 일반적으로 고기의 맛은 유리아미노산, 핵산관련물질, 무기질, 단백질 분해물과 당 등 여러 가지 성분이 복합적으로 작용하는 것으로 알려져 있으나 (Kato *et al.*, 1989) 그 중에서 유리아미노산 중 정미성분과 핵산관련물질 중 Inosine monophosphate (IMP)의 함량이 가장 크게 작용하는 것으로 알려져 있다(Yamaguchi, 1991). Monosodium glutamate와 특정 5'-nucleotides 등과 같은 물질을 첨가하거나 자체에 존재하는 자연물질이 savoury 및 brothy 맛을 낸다(Maga, 1994). 이러한 물질들은 그 물질 자체는 어떠한 향미도 가지고 있지 않지만 식품의 향을 강화시키는 특징이 있다(Maga, 1982; Heath and Reineccius, 1986). 고기에 존재하는 핵산관련물질은 adenosine triphosphate(ATP)의 분해로서 발생되며 이것은 숙성기간과 가공공정에 따라 다양하게 나타난다. 김 등(2007)은 고기의 맛에 영향을 주는 고기의 변화과정 중 첫 번째 중요한 요인은 숙성처리이고 두 번째로 중요한 것은 근육 중의 nucleotide 변화로서 근육의 에너지원인 ATP가 분해되는 과정에서 생성되는 IMP 성분으로서 IMP 함량이 많을 때 고기가 좋은 맛을 낸다고 하였다. 그러나 IMP는 시간이 경과하면서 무미의 이노신으로 변하며 이노신은 쓴맛을 내는 hypoxanthine으로 변화되기 때문에 과도하게 숙성된 고기는 연도는 향상될 수 있으나 맛이 상대적으로 좋아진다고는 할 수 없다고 하였다. 이노신산은 인산과 리보스 및 hypoxanthine으로 분해되는데 hypoxanthine 함량이 1.5-2.0 $\mu\text{mol/g}$ 정도로 숙성이 진행될 때 고기의 방향성분이 가장 적당하면서 맛이 좋은 고기라고 하였다(

김 등, 2007).

한편, 국내 쇠고기 부위별 상품은 대부분 10개 부위 및 소분할 39개 부위로 나누어져 있으며(농림부고시 제 2007-82호) 부위마다 근육내 성분조성 및 조직특성에 따라 다양한 육질특성을 가지고 있어 요리방법 및 용도에 따라 다양하게 이용되고 있다. 현재까지 품종별 도체 및 쇠고기의 이화학적 특성에 대한 연구는 국내에서도 다수 수행되었으나(김과 오, 1990; 강 등, 1992; 유 등, 1993; Kim 등, 1996a), 대부분의 쇠고기 연구는 등심이나 우둔부위 위주로 특성을 조사하는 경향이였다. 또한, 고급육 생산에 필요한 국내 최상의 육질등급을 가진 거세한우고기에 대하여 부위별 육질 및 성분조성에 대한 특성비교 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 육질등급이 1**로 판정받은 거세한우에서 10 부위를 분리하여 부위별 칼로리, 콜레스테롤, 콜라겐 함량을 분석하고 맛 관련 물질인 유리아미노산, 핵산관련물질 및 지방산 조성을 비교하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에 사용된 시료는 가락동 공판장에서 정상적인 방법으로 도축된 물량 중에서 등급판정사로부터 1** 육질 등급을 판정받은 거세한우(28~30개월) 10두를 구입하여 이용하였다. 도축 후 도체는 1°C 냉장실에 저장하였다가 다음 날 반도체 상태로 축산과학원 육가공장으로 운송되었으며 운송된 도체들은 농림부고시(제 2005-50호)에 따라 제작된 '쇠고기 부분육 분할 정형 지침서'(1997)에 준하여 발골하여 10부위 [등심(loin), 채끝(striploin), 목심(chuck roll), 꾸리(chuck tender), 엽진(short plate), 양지머리(brisket), 설깃(bottom round), 보첩(top sirloin), 홍두깨(eye of round) 및 우둔(top round)]를 분리하여 진공 포장한 다음 2°C 숙성실에서 7일간 숙성시킨 다음 분석에 이용하였다.

칼로리 분석

칼로리 분석을 위하여 부위별 시료를 분쇄기로 갈아 50 g을 취한 후 전처리하여 칼로리미터(Model 1261, Parr Instrument Co., USA)로 분석하였다.

콜레스테롤 분석

콜레스테롤의 분석은 Nam 등(2001)의 방법에 따라 수행되었다. 즉, 콜레스테롤을 추출하기 위하여 고기시료 2 g을 50 mL 튜브에 넣고 saponification 시약 10 mL와 internal standard(5 α -cholestane)를 0.5 mL씩 넣어준 후 약 15초간 9,500 rpm에서 균질하였다. 뚜껑을 밀봉하고 60°C에서 1시간 동안 가열한 후 상온까지 냉각하였다. 냉각 후 뚜껑을 열고 5 mL의 증류수와 10 mL의 hexane를 넣

어준 다음 층이 분리되면 상층 1 mL를 회수하여 완전히 건조시켰다. 건조시킨 vial에 pyridine 200 μ L와 sylon BFT(bistrifluoroacetamide + trimethylchlorosilane, 99 : 1, Supleco) 100 μ L을 넣고 지방을 완전히 녹인 다음 gas chromatography(HP-6890, Agilent Technologies, USA)를 이용하여 분석하였다. 콜레스테롤 분석에 사용된 GC 분석조건은 다음과 같다; Oven temperature : 180°C, Injection temperature : 280°C, split ratio : 19.1 : 1, column: capillary column, 30 m \times 0.32 mm I.D., 0.25 μ m film thickness(HP-5MS, J&W Scientific, USA), maximum oven temperature : 325°C, flame ionization detector temperature : 350°C, H₂ flow: 33.0 mL/min.

콜라겐 함량 분석

콜라겐 함량은 Silva 등(1999) 방법에 준하여 분석하였다. 분쇄된 고기시료 4 g을 삼각 플라스크에 취한 다음 황산용액 30 mL을 첨가하고 유리덮개로 덮은 후 건조기에서 16시간 가수분해하여 측정하였다. 가수분해 물질은 500 mL의 정용 플라스크에 넣고 증류수로 희석한 다음 100 mL의 삼각플라스크에 여과시켰으며, 걸러진 용액 중 5 mL을 취하여 100 mL 정량에 희석시킨 다음 10 mL 시험관에 최종 희석액 2 mL와 산화 용액을 1 mL을 각각 넣고 혼합하였다. 이 때 blank는 희석액 대신에 증류수 2 mL와 산화 용액 1 mL 첨가하였다. 실온에서 20분간 방치시키고 시험관에 발색제 1 mL을 넣고 혼합한 후 마개를 덮은 다음 곧바로 항온수조(60°C)에서 15분간 가열하고, 흐르는 수돗물에서 약 3분 정도 냉각시키고 얻어진 용액을 분광광도계(Beckman, DU-650, USA)로 550 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선으로부터 hydroxyproline 양을 측정하였고 콜라겐 함량(%)은 hydroxyproline 함량에 상수 8을 곱하여 계산하였다.

유리아미노산 분석

유리아미노산 함량은 Henderson 등(2000)의 방법에 준하여 분석하였다. 분쇄된 고기 시료 1 g을 원심분리 튜브에 취한 다음 0.01 N HCl을 5 mL 넣고 10,000 \times g에서 각각 20초간 균질하였다. 상층액을 거즈로 걸러낸 뒤 시료 300 μ L에 내부표준물질(ISTD)로 L-Citruline(98% purity, Sigma-aldrich, USA) stock 10 μ L를 넣고, 여기에 acetonitrile 690 μ L를 넣고 30분 동안 정치시킨 다음 10,000 \times g에 15분간 원심 분리 하고 상층액을 펠터링하여 Diode array detector가 장착된 HPLC(Agilent 1100, Agilent Technologies, USA)에 주입하였다. Column은 Zorbax Eclipse AAA(4.6 mm \times 150 mm, thickness 5 μ m)를 사용하였으며 이동상 A는 40 mM Na₂HPO₄(pH 7.8), B는 Acetonitrile : MeOH : 증류수 = 45 : 45 : 10(v/v/v)을 제조하여 사용하였다. 외부표준물질(ESTD)으로 Agilent Technologies사(USA)에서

생산되는 Amino acid standard(0.25 nM/ μ L)와 glutamine (Sigma-aldrich, USA)를 사용하였고 OPA(ortho-phthalaldehyde) reagent, FMOc(fluorenyl-methoxy carbonyl chloride) reagent(Agilent technologies, USA)를 각각 유도체로 사용하였다.

핵산관련물질 분석

핵산관련물질분석은 Nakatami 등(1986)의 방법에 준하여 분석하였다. 시료 5 g에 10% perchloric acid 25 mL 첨가한 다음 10,000 rpm에서 3분간 균질하였다. 15,000 \times g로 0°C에서 10분간 2회 반복하여 원심분리한 다음 상등액을 5 N potassium hydroxide를 이용하여 pH 6.5로 조정 한 후 volumetric flask에 넣고 10% perchloric acid(pH 6.5)로 100 mL가 되도록 채워주었다. 30분간 방치시킨 후 15,000 \times g로 0°C에서 10분간 다시 원심 분리하여 상등액을 취하였다. 상등액은 membrane filter(0.45 μ m)를 이용하여 여과해서 사용하였으며 이 상등액을 5 mL을 취하여 High performance liquid chromatography(HPLC)를 이용하여 분석하였다. 검량선 작성은 표준용액을 각각 0.001 M 용액을 제조하여 3 μ L, 5 μ L, 7 μ L를 각각 주입하여 integrator를 사용하여 면적 값으로 검량선을 작성하였다. 본 연구에 사용한 HPLC 분석조건은 다음과 같았다 : 이동상, 1% triethylamine · phosphoric acid(pH 6.5); 유속, 1.5 mL/min; Detector, UV detector(254 nm), Temperature, 40°C. 정량을 위하여 표준품으로 ATP, ADP, AMP, IMP, inosine 및 hypoxanthine(Sigma-aldrich, USA)을 이용하였다.

지방산 분석

지방산 분석은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 Chloroform-methanol(2:1, v/v) 용액을 이용하여 지방을 추출한 후 추출액의 methylation은 Morrison과 Smith(1964) 방법을 이용하였고 silica capillary column(Omegawax 205, 30 m \times 0.32 mm I.D., 0.25 μ m film thickness)이 장착된 Gas Chromatography(Star 3600, Varian, USA)를 이용하여 분석하였다. Injection port 온도는 250°C이었고 검출기 온도는 260°C로 유지하였다. 이동상은 질소(N₂) 가스를 사용하였다. 분석결과는 전체 피크면적에 대한 비율(%)로 계산하였다.

통계분석

분석결과는 SAS(1996) program을 이용하여 Student-Newman-Keul's 다중검정법으로 각 요인간의 유의성($p < 0.05$)을 비교하였다.

결과 및 고찰

칼로리 및 콜레스테롤

1** 육질등급을 받은 거세우 10부위간에 칼로리 함량은

2,205~3713.20 cal/g 범위였으며 특히 등심, 채끝 및 업진 부위가 다른 부위들과 비교하여 유의적으로 높은 것으로 나타났다($p<0.05$)(Table 1). 콜레스테롤 함량도 38.86~44.69 mg/100g 수준으로 10부위 중에서 등심부위가 유의적으로 가장 높았고 흉두깨와 우둔부위가 다른 부위와 비교하여 유의적으로 가장 낮은 것으로 분석되었다($p<0.05$). 한편 Cho 등(2007)이 3등급의 한우수소고기의 부위별 성분조성을 조사한 결과 칼로리는 1,523 및 ~1,764 cal/g이었고 콜레스테롤 함량은 26.74~31.08 mg/100g 수준으로 10부위간에 유의적으로 차이가 없었다고($p>0.05$) 한 것과 대조적인 결과였다. 이는 수소보다 거세우가 근육내 지방함량이 높을 뿐 아니라 부위에 따라 지방 분포도가 다르고 특히 업진, 등심 및 채끝 등의 부위에는 근내지방이 많이 축적되는 특성에 기인하는 결과로 생각된다. 다른 연구자들이 분석한 쇠고기 3부위(*longissimus dorsi*, *semimembranosus*, *semitendinosus*)에 대하여 조사한 콜레스테롤 함량에서 Tu 등(1967)은 각각 56, 57 and 55 mg/100g 수준으로 보고하였고, Bohac과 Rhee(1988)는 각각 56, 58.5 및 56.7 mg/100g 수준으로 보고되었는데 모두 3부위간에 유의적인 차이는 없는 것으로 보고되었다($p>0.05$). 콜레스테롤은 영양학적으로 고기의 중요한 구성성분이다. 일반적으로 고기내 콜레스테롤 함량은 약 30-120 mg/100g이다(National Public Health Institute, 2001).

콜라겐

본 연구에서 사용된 거세우 10부위간의 가용성 및 불용성 콜라겐 함량에 있어서는 Table 2에 나타난 바와 같이 부위별로 유의적인 차이가 없었으나 총 콜라겐 함량은 꾸리, 목심 및 설깃부위가 가장 높았고 등심 및 채끝부위가 가장 낮은 것으로 나타났다($p<0.05$). 가용성콜라겐 함량은 부위간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으나 불용성콜라겐은 설깃부위가 0.26%로 가장 많았고 채끝부위가

Table 1. Calories and cholesterol of of different cut from Hanwoo steer beef with 1⁺⁺ quality grade

Cut	Calorie (cal/g)	Cholesterol (mg/100g)
Abjin	3422.50 ^a ±189.851	41.51 ^{ab} (0.93)
Bosup	2647.70 ^{bc} ±102.35	41.39 ^{ab} (1.05)
Cheggyt	3677.70 ^a ±101.93	40.88 ^{ab} (1.02)
Dngsim	3713.20 ^a ±102.79	44.69 ^a (1.14)
Guri	2430.20 ^{cd} ± 40.27	42.41 ^{ab} (1.77)
Hongduke	2205.80 ^d ± 77.76	38.86 ^b (1.01)
Moksim	2903.40 ^b ±109.80	41.39 ^{ab} (1.26)
Sulgit	2820.50 ^{bc} ±103.37	40.90 ^{ab} (1.09)
Udoon	2528.30 ^{bcd} ±108.03	39.63 ^b (0.64)
Yangji	2690.90 ^{bc} ± 77.02	41.13 ^{ab} (0.49)

^{a-d}Means within the same row having the different superscript were significantly different ($p<0.05$).

^{**}Mean±SD.

Table 2. Contents of total collagen, soluble collagen and insoluble collagen of different cut from Hanwoo steer beef with 1⁺⁺ quality grade

Cut	Total collagen (%)	Soluble collagen (%)	Insoluble collagen (%)
Abjin	0.25 ^{ab} ±0.04	0.005±0.00	0.23 ^{abc} ±0.04
Bosup	0.16 ^{bc} ±0.01	0.004±0.00	0.16 ^{bcd} ±0.01
Cheggyt	0.14 ^c ±0.01	0.003±0.00	0.12 ^d ±1.02
Dngsim	0.14 ^c ±0.01	0.006±0.00	0.14 ^{cd} ±0.01
Guri	0.28 ^a ±0.03	0.002±0.00	0.24 ^{ab} ±0.03
Hongduke	0.21 ^{abc} ±0.03	0.002±0.00	0.19 ^{abcd} ±0.01
Moksim	0.28 ^a ±0.04	0.002±0.00	0.23 ^{abc} ±0.03
Sulgit	0.28 ^a ±0.03	0.002±0.00	0.26 ^a ±0.04
Yangji	0.24 ^{abc} ±0.02	0.002±0.00	0.20 ^{abcd} ±0.01
Udoon	0.17 ^{bc} ±0.02	0.004±0.00	0.15 ^{bcd} ±0.02

^{a-c}Means within the same row having the different superscript were significantly different ($p<0.05$).

^{**}Mean±SD.

0.12%로 다른 부위와 비교하여 유의적으로 가장 낮게 나타났다($p<0.05$). 한편, Cho 등(2007)이 조사한 한우수소고기의 10부위간의 총 콜라겐 함량은 업진부위가 가장 높았고 그 다음이 양지, 꾸리, 목심 부위가 높은 것으로 나타났으나($p<0.05$), 가용성 및 불용성 콜라겐 함량에 있어서는 부위별로 유의적인 차이가 없었다고 보고된 바 있었다. 결과적으로 본 연구에 사용된 거세우고기의 총콜라겐, 가용성 및 불용성콜라겐 함량이 각각 0.14~0.28, 0.002~0.006 및 0.12~0.26% 수준이었던 반면에 Cho 등(2007)이 보고한 3등급 수소고기의 6.24~12.76, 0.178~0.448, 5.1~9.5% 수준이었던과 비교하면 거세우 고기에서의 콜라겐 함량은 수소고기와 비교하여 10부위 모두 매우 낮은 수준이었다.

고기연도에서 결체조직의 역할은 양적, 화학적 및 구조적인 접근을 포함하여 많은 연구를 통하여 관심의 대상이 되어왔다(Lepetit, 2007). Collagen 함량은 hydroxyproline을 가지고 있는 근육에만 존재한다. Collagen의 hydroxyproline 함량은 약 14%이지만 elastin은 약 1.5%에 해당한다. 근육내 hydroxyproline은 거의 전적으로 collagen에 의하여 생성된다. 저장기간 중에 free hydroxyproline은 거의 collagen 분자내에 있는 알파헬릭스의 분해로부터 생성되는데 이유는 globular domain이 hydroxyproline을 가지고 있지 않기 때문이다(Bailey and Light, 1989).

Boccard 등(1979)은 거세우와 비교하여 수소의 근육에 콜라겐 함량이 더 많다고 보고하였으며 Kim 등(1996b)도 콜라겐함량에서는 등심과 우둔 모두 거세한우보다 비거세우가 더 높은 수치를 나타냈다고 보고와 일치하는 경향이 있었다. 또한, 부위별에서는 거세우무와 관계없이 등심보다 우둔이 다소 높았다고 하였다. 이러한 결과는 운동량이 많은 부위에서는 콜라겐함량이 높은 경향이라고 한 Judge

등(1989)과 유사한 결과였다. 본 연구결과에서도 업진과 양지는 다른 부위보다 고기질이 거칠고, 꾸리와 목심 또한 운동량이 많은 부위인 점을 고려했을 때 콜라겐 함량이 높은 것과 연관이 있을 것으로 생각된다. 동일한 연구에서 업진부위가 전단력 수치가 높았고 반대로 등심과 채끝부위의 전단력 수치가 낮은 것과 연관이 있을 것으로 생각된다(Cho *et al.*, 2008). 우육의 연도는 소비자의 기호성과 밀접한 관계가 있으며 근내지방함량이 우육의 육질 등급을 결정하는 중요한 항목(Park *et al.*, 2002)이 되면서 결체조직 단백질의 특성과 함께 연도와 관련성도 연구되었다(Bailey and Light, 1989). 일반적으로 결체조직내 콜라겐은 나이가 증가함에 따라 점진적으로 절겨지고, 더 단단해지며 쉽게 변성되지 않는 특징을 가지기 때문에 콜라겐의 특성변화는 고기의 질감과 밀접한 관련이 있다(Nishimura *et al.*, 1996). Herring 등(1967) 및 Williams와 Harrison 등(1978)은 콜라겐의 가열용해성이 쇠고기의 조직특성과 정의 상관성이 있고, 연한 고기에서 콜라겐의 용해도가 높다고 하였다. 그러나 Moon 등(2003)의 결과에서 연한 근육그룹과 질긴 근육그룹간에 총 콜라겐 함량 및 가용성 콜라겐 함량이 통계적으로 차이가 없었다고 것과는 상이한 결과였다.

유리아미노산

맛과 관련이 있는 유리아미노산함량을 부위별로 비교한 결과를 Table 3에 나타내었는데 모든 부위에서 glutamate

와 alanine 함량이 각각 275.99~536.04 mg/100g, 130.63~175.23 mg/100g으로 가장 높은 수준이었고 다음으로 arginine(7.00~10.49 mg/100g), phenylalanine(4.70~13.88 mg/100g), leucine(5.98~10.26 mg/100g) 순으로 나타났다. 한우 수소고기의 부위별 유리아미노산조성 결과에서도 거세우와 마찬가지로 glutamate와 alanine 함량이 각각 94.33~216.36, 154.88~200.31로 가장 높은 수준으로 존재하였다고 보고하였으며 그 다음으로 arginine(9.99~15.63 mg/100g), proline(9.72~11.42 mg/100g), phenylalanine(4.23~12.86 mg/100g) 및 lysine(6.96~12.18 mg/100g)으로 분석되었다(Cho 등, 2007). 본 연구에서 glutamine은 꾸리와 목심부위가 각각 550.17 및 536.04 mg/100g가장 높게 나타난 반면 우둔과 홍두깨 부위에서는 각각 278.44, 275.99 mg/100g으로 유의적으로 가장 낮게 나타났다($p<0.05$). 꾸리에는 glutamate, glutamine, histidine, glycine, threonine, cystine, phenylalanine, isoleucine, lysine 함량이 다른 부위보다 유의적으로 높았다($p<0.05$). Glutamate 함량은 꾸리, 등심, 보섭 및 설깃부위에서 높았고 업진과 홍두깨부위에서는 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 등심에서는 alanine 함량이 다른 부위와 비교하여 가장 높은 것으로 나타났다. Feidt 등(1996)에 의하면 4°C에서 3-11일간 저장한 20개월령 수소고기 *longissimus dorsi*(LD), *triceps brachii*(TB)와 *rectus femoris*(RF)내 유리아미노산의 함량은 부위 및 숙성조건과 관련이 있었으며 특히 숙성일수가 3-10일 사이보다 10일 이후에 유리아미노산함량이 더 많이 증가되었다고

Table 3. Free amino acids (FAA) compositions of different cut from Hanwoo steer beef with 1** quality grade

FAA (mg/100g)	Cut									
	A	B	C	D	G	H	M	S	U	Y
Glutamate	1.61 ^c	5.03 ^a	2.31 ^{bc}	5.00 ^a	5.44 ^a	3.67 ^b	2.33 ^{bc}	4.75 ^a	3.74 ^{ab}	2.26 ^{bc}
Serine	4.10 ^a	5.77 ^{abc}	6.40 ^c	5.54 ^{abc}	6.11 ^{ab}	4.80 ^{abc}	5.29 ^b	5.75 ^{abc}	5.66 ^{abc}	4.30 ^{bc}
Glutamine	417.85 ^{bc}	325.20 ^c	488.22 ^{bc}	457.83 ^{bc}	550.17 ^a	275.99 ^c	536.04 ^a	307.12 ^{cd}	278.43 ^d	354.13 ^c
Histidine	5.92 ^b	5.92 ^b	8.12 ^{ab}	6.70 ^{ab}	8.79 ^a	5.88 ^b	7.41 ^{ab}	5.64 ^b	6.36 ^{ab}	5.51 ^b
Glycine	6.69 ^c	8.13 ^{abc}	7.98 ^{abcd}	7.55 ^{bcde}	8.75 ^a	7.34 ^{cdc}	8.07 ^{abc}	7.93 ^{abcd}	8.62 ^{abcd}	6.92 ^{de}
Threonine	3.17 ^c	4.04 ^{abc}	4.38 ^{ab}	4.24 ^{abc}	4.85 ^a	3.55 ^{bc}	3.88 ^{abc}	3.46 ^{bc}	4.00 ^{abc}	3.37 ^{bc}
Arginine	7.57 ^{cd}	7.72 ^{ab}	8.37 ^{bc}	8.72 ^d	10.49 ^{cd}	7.00 ^a	9.70 ^{bc}	7.07 ^a	8.59 ^a	7.82 ^{ab}
Alanine	140.29 ^{de}	164.80 ^a	155.91 ^a	130.63 ^{de}	138.66 ^c	173.29 ^{bcd}	153.68 ^{cde}	175.23 ^{abc}	174.07 ^{ab}	150.01 ^{bc}
Tyrosine	2.65 ^c	4.59 ^{ab}	4.48 ^{abc}	4.46 ^{abc}	3.20 ^{abc}	3.43 ^{bc}	2.74 ^{abc}	4.80 ^a	4.81 ^a	3.14 ^{ab}
Cystine		0.01 ^b		0.05 ^b	0.50 ^a			0.05 ^b	-	-
Valine	6.02	6.28	5.42	5.57	6.29	5.63	4.75	7.38	6.50	4.65
Methionine	2.70	3.49	3.72	3.02	4.44	4.73	4.72	3.20	3.44	3.89
Phenylalanine	5.09 ^c	6.55 ^{bc}	5.67 ^c	8.48 ^b	13.88 ^a	4.70 ^c	5.91 ^c	6.34 ^c	6.53 ^{bc}	5.00 ^c
Isoleucine	3.02 ^b	4.97 ^a	4.27 ^{ab}	4.49 ^{ab}	5.08 ^a	4.04 ^{ab}	3.62 ^{ab}	4.86 ^a	4.92 ^a	4.80 ^a
Leucine	5.98 ^d	10.26 ^a	8.94 ^{abc}	8.72 ^{bc}	8.92 ^{abc}	7.80 ^{abcd}	7.08 ^{cd}	9.92 ^{ab}	10.06 ^a	7.50 ^{bcd}
Lysine	6.68 ^c	8.57 ^{bc}	7.49 ^{bc}	8.95 ^b	11.50 ^a	6.54 ^c	7.78 ^{bc}	8.98 ^{abc}	8.32 ^{bc}	6.82 ^c
Proline	5.39	6.29	5.86	5.79	6.64	5.35	5.88	6.25	6.75	5.11
Total free amino acids	624.75	577.62	727.54	675.74	793.71	523.74	768.88	568.74	544.54	574.73

^{a-d}Means within the same row having the different superscript were significantly different ($p<0.05$).

*A, Abjin; B, Bosup; C, Cheggt; D, Dngsim; G, Guri; H, Hongduke; M, Moksims; S, Sulgit; U, Udoon; Y, Yangji.

보고하였다. 또한 TB와 RF 근육의 경우 단백질소편화지수(myofibrillar protein fragmentation index, MFI)는 leucine, isoleucine, threonine and methionine 함량과 관련이 있었다고 보고하였다. MFI는 등심의 hydroxyproline, leucine, isoleucine과 관련이 있다고 보고하였다. 비록 단백질 분해와 polypeptide가 생산된다 하더라도 최종단백질 분해산물에 대한 충분한 정보는 없었으며 이러한 peptide류와 유리아미노산 물질들이 효소작용에 관여하여 구이형태로 조리시 향미생산에 중요한 것으로 알려져 있다(Feidt *et al.*, 1996). Hilms and Fischer(1997)는 glycine, glutamic acid 및 threonine의 함량이 간소시지 제조시 burnt flavor 발생에 중심역할을 하며 또한 burnt flavor의 강도와 비례적인 관계가 있다고 보고하였다. 고기의 숙성이 연도에 중요한 역할을 한다고 알려져 있으나 peptide류와 유리아미노산이 향미발생에 어떠한 중요한 역할을 하는지에 대하여 명백하게 밝혀진 바 없으며 cathepsin이나 calpain 등과 같은 단백질 분해효소의 작용으로 peptide류가 증가하고 반면에 중성의 적절한 pH 범위에서 aminopeptidase와 같은 효소의 작용으로 유리아미노산 함량이 증가하게 되는 것으로 알려져 있다(Flores *et al.*, 1993, 1996).

Beltran 등(1981)은 스트레스에 의하여 도축시 높은 최종 pH는 도축 후 7일째 쇠고기 등심의 m-calpain 효소활성 및 연화작용을 유의적으로 증가시킨다고 보고하였다. 도축시 체중의 차이가 도축후 단백질분해력에 또한 영향을 줄 수 있다. Klont 등(1999)은 도축시 체중이 무거울수록 체중이 가벼운 도체와 비교했을 때 냉각속도가 더 느리고 pH 감소속도가 더 빠르며 최종 pH가 더 낮다고 하였다. 또한 소는 성장속도가 빠를수록 단백질 turn over 속도가 증가하게 되어 결국 도축시 도체의 조직내 단백질 분해효소의 농도가 더 높으며 이것은 collagen solubility 및 myofibrillar 단백질 분해력에 영향을 준다고 하였다(Miller *et al.*, 1983). Koutsidis 등(2008)은 농후사료로 사양하게 되면 silage로 사양한 소보다 성장은 빨라지나 큰

육내 유리아미노산의 농도는 유의적으로 더 낮다고 보고하였다.

쇠고기를 냉장하였을 때 유리아미노산 총량이 증가한다는 사실은 여러 연구자들에 의하여 보고된 바 있다(Parrish *et al.*, 1969). Parrish 등(1969)은 glutamine의 경우 냉장 14일까지 증가한 후 21일째에는 7일째 값보다 낮아졌다고 보고하였다. Field 등(1971)은 쓴맛계열 아미노산인 valine, methionine, iso-leucine, leucine, phenylalanine, histidine 및 arginine이 냉장 21일까지 증가되었다고 하였으며 신맛계열 아미노산인 aspartate는 냉장 14일까지 증가하였으며 21일째에는 유의적으로 감소한 반면 glutamine은 냉장 21일까지 유의적으로 증가하였다고 하였다. Batzer 등(1960)은 아미노산들이 가열육의 맛과 향기 전구물질로서 관여하고 있으나 tyrosine, phenylalanine, alanine 등은 관련성이 적고 aspartate 등이 향기물질의 필수성분이라고 보고하면서 어느 아미노산도 단독으로 가열하면 특유의 고기향이 없고 여러 종류의 아미노산과 당과의 성분혼합이 이루어질 때 특유의 고기향이 생성된다고 하였다. 西村과 加藤(1988)도 쇠고기를 냉장할 때에 유리아미노산 함량의 증가가 풍미개선에 기여할 수 있고 풍미개선에 기여할 때에 각각의 유리아미노산 함량보다도 서로의 상호작용이 중요하다고 하였다. 한편, 加藤(1985)은 식육의 맛을 내는데 글루타민산과 이노신산나트륨이 크게 관여하지만 식육의 기호성에는 그 이외의 아미노산과 펩티드들의 효과도 중요하다고 하였다. 그리고 단백질 분해과정에서 생성되는 펩티드와 아미노산의 양적균형이 식육을 맛있게 하는 하나의 요인이 될 가능성이 있다고 하였다.

핵산관련물질

부위별 핵산관련 물질을 분석한 결과는 Table 4와 같았다. 숙성기간이 있어서인지 10부위 모두 adenosine triphosphate(ATP)는 검출되지 않았다. 부위별 adenosine diphosphate(ADP) 함량은 유의적인 차이가 없는 것으로 나

Table 4. Nucleotide-related compounds of different cut from Hanwoo steer beef with 1⁺⁺ quality grade

Cut	Hypoxanthine (%)	Inosine (%)	IMP (%)	AMP (%)	ADP (%)
Apjin	1.40 ^{cd} ±0.41	3.58 ^d ±0.55	23.05 ^{bc} ±3.14	0.85 ^{ab} ±0.13	4.38±0.71
Bosup	2.54 ^{bc} ±0.78	6.19 ^a ±0.38	28.33 ^{ab} ±2.48	1.09 ^a ±0.17	3.98±0.44
Chegyt	0.88 ^d ±0.29	5.06 ^{bc} ±0.50	26.89 ^{abc} ±2.64	0.70 ^b ±0.13	4.02±0.41
Dngsim	1.88 ^{cd} ±0.51	4.05 ^{cd} ±0.30	22.87 ^{bc} ±1.55	0.68 ^b ±0.14	3.94±0.39
Guri	4.27 ^a ±0.54	4.24 ^{cd} ±0.63	15.74 ^d ±2.51	0.88 ^{ab} ±0.09	4.84±0.51
Hongduke	2.45 ^{bc} ±0.60	6.25 ^a ±0.52	30.04 ^a ±3.59	1.01 ^{ab} ±0.16	4.76±0.40
Moksim	2.47 ^{bc} ±0.50	3.73 ^d ±0.46	20.96 ^c ±3.42	1.09 ^a ±0.14	4.11±0.54
Sulgit	3.22 ^b ±0.60	5.83 ^{ab} ±0.32	28.25 ^{ab} ±1.88	0.98 ^{ab} ±0.15	4.44±0.48
Udoon	2.04 ^c ±0.50	6.28 ^a ±0.44	33.44 ^a ±2.18	0.89 ^{ab} ±0.16	4.58±0.25
Yangji	1.72 ^{cd} ±0.48	4.72 ^{cd} ±0.53	27.08 ^{abc} ±2.46	1.06 ^{ab} ±0.14	3.16±0.24

^{a-d}Means within the same row having the different superscript were significantly different ($p < 0.05$).

^{**}Mean±SD.

타났으나($p>0.05$), Adenosine mono phosphate(AMP)는 보섭과 목심 부위에서 모두 1.09%로 다른 부위보다 유의적으로 가장 높게 나타났다($p<0.05$). Inosine monophosphate (IMP)는 흉두깨 및 우둔부위가 각각 30.04, 33.44%로 다른 부위보다 유의적으로 가장 많았으며($p<0.05$), inosine 함량은 보섭, 흉두깨 및 우둔부위가 각각 6.19, 6.25, 6.28%로 가장 많았고 반면에 hypoxanthine은 4.27%인 꾸리부위에서 가장 높게 나타났다($p<0.05$). Ahn과 Park(2002)은 육계와 토종닭의 부위별 핵산관련물질을 조사한 결과 도축 직후에는 ATP의 함량이 가장 많고 IMP의 함량은 많지 않았으나 4°C에서 48시간 이상 저장 후 ATP는 완전히 소실하였으며 오히려 IMP의 함량이 크게 증가하였다고 보고하였는데 이것은 도축 후 저장기간 중에 ATP가 IMP로 전환되어 저장 후의 고기에는 IMP가 주를 이룬다고 한 보고와 일치하였다. 고기의 맛에 관여하는 정미성분으로 유리아미노산과 함께 핵산관련물질이 알려져 있으며 핵산관련물질 중에서 IMP는 우러나는 맛에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kawamura and Halpern, 1987). 결과적으로 본 연구에 사용된 거세우고기의 hypoxanthine, inosine, IMP, ADP, AMP 함량이 각각 0.88-4.27, 3.58-6.28, 15.74-33.44, 0.68-1.09, 3.16-4.84% 수준이었던 반면에 Cho 등(2007)이 보고한 3등급 수소고기에서는 hypoxanthine이 0.86-1.73, inosine이 1.59-2.22, IMP가 5.09-7.77, AMP가 0.11-0.16, ADP가 1.91-2.20 수준이었던과 비교했을 때 1** 등급 거세한우의 핵산관련물질함량은 3등급 수소고기보다 훨씬 더 높은 수준으로 포함되어 있는 것으로 분석되었다. Flores 등(1999)은 inosine의 함량이 짠맛과 부의 상관관계가 있었다고 보고하였다.

Hypoxanthine과 ribose 또는 ribose 5-phosphate는 고기에서 nucleoside phosphorylase 또는 ribose dehydrolase 또는 IMP를 분해하는 미생물 작용에 의해서 inosine-5'-monophosphate(IMP)로부터 형성된다고 하였다(Lee and Newbold, 1963). 비록 분명하지는 않지만 IMP의 농도가 축종간에 차이가 있으며 이것은 사후조건에서 ATP 분해 속도간에 약간의 차이 때문에 기인한 것이라고 할 수 있다고 하였다(Koutsidis *et al.*, 2008). 유리아미노산과 펩티드 함량은 숙성기간 중에 증가하는 반면에 IMP는 inosine을 거쳐서 hypoxanthine으로 분해되므로 시간이 경과함에 따라 IMP의 함량은 감소된다고 한다(Yano *et al.*, 1995). 결과적으로 IMP의 양이 고기의 맛을 측정하는데 유용하며 IMP 양은 hypoxanthine의 함량에 의하여 측정될 수 있으나 Sakaguchi 등(1991; 1992)에 의하면 저장기간 중에 쇠고기에서 비록 IMP의 양이 최고수준에 이를지라도 이것이 최상의 맛과 반드시 일치하는 것은 아니며 단지 IMP가 고기의 맛에 상당히 영향을 주는 기초물질로 추정된다고 보고하였다. Yano 등(1995)은 저장 15일까지 IMP의 함량과 관능특성에 어떠한 연관성도 없었으나 저장기간이 1-

2개월까지 연장되면서 IMP가 분해되어 더 이상 존재하지 않는 경우에는 맛에 영향을 주었다고 보고하였다. 한편, 山口(2002)은 고기 맛의 주역은 감칠맛이며 글루타민산과 이노신산이 대표적으로 맛을 내는 물질이라고 하였는데 특히 중요한 것은 상승효과로서 글루타민산과 이노신산이 공존할 때 감칠맛은 현저히 강해진다고 하였다.

지방산

1** 등급 거세한우의 부위별 지방산 조성을 분석한 결과 Table 5와 같이 C16:1n7, C20:3n6, C20:4n6을 제외한 부위별 지방산 조성은 유의적으로 차이가 없는 것으로 분석되었다($p>0.05$). C20:3n6 함량은 꾸리와 설깃부위가 다른 부위와 비교했을 때 유의적으로 높았고 업진, 채끝, 등심부위가 유의적으로 낮은 것으로 분석되었다($p<0.05$). C16:1n7 함량은 보섭부위가 5.58%로 유의적으로 가장 높게 나타난 반면에 꾸리부위가 4.49%로 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). Arachidonic acid(C20:4n6) 함량은 설깃부위가 가장 높았고 채끝 및 등심부위가 가장 낮았다($p<0.05$). 총 포화지방산, 단일불포화지방산 및 다가불포화지방산 함량은 10부위간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다($p>0.05$). n-3계열 및 n-6계열 불포화지방산 함량도 부위별로 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었다($p>0.05$). 근육내 fiber type간의 차이가 부위별 지방산 조성에 반영된다(Wood *et al.*, 2004)고 하였으나 근내지방함량이 높은 1** 등급 거세한우의 경우에는 부위별 지방산조성의 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다.

지방산조성이 영양적인 가치와 유통기한이나 향미 등 육질에 다양한 영향을 미치는 요인이라는 점에서 쇠고기 근육내 지방산 조성은 중요하다고 할 수 있다(Wood *et al.*, 2003). Warren 등(2008)은 24개월령 그룹에서 silage를 급여한 쇠고기의 경우 P:S 비율 및 n-6/n-3 PUFA 비율에서 농후사료를 급여한 쇠고기 그룹이 silage를 급여한 그룹보다 수치가 훨씬 높았다고 보고하였다($p<0.001$). 이유는 grass silage를 급여한 쇠고기는 근육내 C18:3n3 함량이 증가하여 C22:6n3을 비롯하여 n-3계열 체인이 긴 불포화지방산인 C20-22의 n-3계열 지방산의 합성을 증가시키는 반면에 농후사료로 사양한 쇠고기는 근육내 linoleic acid (C18:2n6)과 C20-22의 n-6계열 지방산의 비율을 증가시키기 때문이라고 하였다. 본 연구에서도 등심부위가 P:S 비율이 가장 낮았고 흉두깨부위가 유의적으로 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 쇠고기 지방산은 oleate 함량을 증가시킴으로써 개선시킬 수 있다고 하였는데 3등급 한우수소고기의 10부위에 대하여 부위별 oleic acid(C18:1n9)의 함량은 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 oleate의 섭취가 serum low-density lipoprotein-cholesterol을 감소시키거나 증가시키지 않는다고 하였다(손, 2008).

인체구성성분으로서의 지방산은 필수지방산과 비필수지

Table 5. Fatty acid composition(%) of different cut from Hanwoo steer beef with 1⁺⁺ quality grade

FA \ Cut	A	B	C	D	G	H	M	S	U	Y
C14:0	0.26 ±0.07	0.30 ±0.07	0.43 ±0.11	0.34 ±0.07	0.27 ±0.05	0.39 ±0.10	0.34 ±0.08	0.29 ±0.06	0.35 ±0.08	0.41 ±0.11
C16:0	26.38 ±0.41	27.30 ±0.36	27.15 ±0.39	27.49 ±0.55	26.56 ±0.25	27.77 ±0.43	26.50 ±0.38	27.21 ±0.38	27.75 ±0.43	26.63 ±0.34
C18:0	10.20 ±0.62	10.48 ±0.48	9.99 ±0.40	10.08 ±0.61	10.97 ±0.55	9.16 ±0.50	10.44 ±0.51	10.43 ^{ab} ±0.48	9.41 ^b ±0.26	9.32 ^{ab} ±0.58
C16:1n7	6.01 ^{ab} ±0.59	5.58 ^a ±0.43	6.00 ^{ab} ±0.23	5.40 ^{ab} ±0.38	4.49 ^b ±0.41	6.39 ^{ab} ±0.48	5.24 ^{ab} ±0.67	5.49 ^{ab} ±0.42	5.64 ^{ab} ±0.31	6.48 ^{ab} ±0.50
C18:1n7	0.00 ±0.00	0.06 ±0.05	0.14 ±0.12	0.12 ±0.11	0.13 ±0.12	0.13 ±0.12	0.03 ±0.02	0.06 ±0.05	0.04 ±0.03	0.05 ±0.04
C18:1n9	54.59 ±0.45	53.42 ±0.38	53.94 ±0.56	53.53 ±0.67	54.49 ±0.51	53.34 ±0.50	54.96 ±0.60	53.89 ±0.38	54.12 ±0.33	54.16 ±0.34
C18:2n6	1.35 ±0.21	1.94 ±0.23	1.40 ±0.19	1.39 ±0.19	2.01 ±0.21	1.76 ±0.20	1.44 ±0.13	1.56 ±0.23	1.65 ±0.28	1.81 ±0.31
C18:3n3	0.15 ±0.02	0.13 ±0.00	0.14 ±0.01	0.14 ±0.01	0.16 ±0.02	0.15 ±0.01	0.14 ±0.02	0.13 ±0.01	0.14 ±0.01	0.15 ±0.01
C18:3n6	0.13 ±0.03	0.09 ±0.03	0.10 ±0.03	0.08 ±0.03	0.09 ±0.05	0.08 ±0.03	0.09 ±0.04	0.10 ±0.04	0.14 ±0.03	0.14 ±0.03
C20:1n9	0.48 ±0.08	0.34 ±0.04	0.36 ±0.06	0.35 ±0.06	0.33 ±0.05	0.34 ±0.05	0.37 ±0.08	0.36 ±0.04	0.40 ±0.05	0.43 ±0.05
C20:2n6	0.20 ±0.05	0.12 ±0.05	0.18 ±0.07	0.21 ±0.07	0.12 ±0.06	0.15 ±0.05	0.21 ±0.08	0.12 ±0.06	0.09 ±0.04	0.15 ±0.06
C20:3n6	0.09 ^b ±0.01	0.16 ^{ab} ±0.02	0.08 ^b ±0.01	0.09 ^b ±0.02	0.17 ^a ±0.02	0.14 ^{ab} ±0.01	0.12 ^{ab} ±0.01	0.16 ^a ±0.02	0.12 ^{ab} ±0.02	0.11 ^{ab} ±0.01
C20:4n6	0.19 ^{bc} ±0.04	0.35 ^{abc} ±0.06	0.14 ^c ±0.02	0.13 ^c ±0.02	0.30 ^{ab} ±0.03	0.28 ^{abc} ±0.04	0.20 ^{bc} ±0.02	0.23 ^a ±0.06	0.24 ^{abc} ±0.04	0.23 ^{abc} ±0.02
SFA	36.84 ±0.54	37.00 ±0.49	37.58 ±0.66	38.62 ±0.78	37.79 ±0.71	37.31 ±0.52	37.27 ±0.43	37.39 ±0.53	37.50 ±0.45	37.36 ±0.51
USFA	63.16 ±0.54	62.38 ±0.47	62.42 ±0.66	61.38 ±0.78	62.21 ±0.71	62.69 ±0.52	62.73 ±0.43	63.22 ±0.53	62.50 ±0.45	63.64 ±0.51
MUFA	61.08 ±0.69	59.63 ±0.45	60.43 ±0.74	59.40 ±0.95	59.42 ±0.85	60.18 ±0.62	60.59 ±0.59	61.05 ±0.48	60.18 ±0.45	61.13 ±0.44
PUFA	2.07 ±0.26	2.76 ±0.30	5.72 ±0.40	1.98 ±0.28	2.78 ±0.28	0.13 ±0.12	2.14 ±0.22	2.17 ±0.21	2.31 ±0.28	2.51 ±0.34
MUFA/SFA	1.66 ±0.04	1.56 ±0.02	1.62 ±0.05	1.55 ±0.05	1.58 ±0.05	1.62 ±0.04	1.63 ±0.03	1.68 ±0.03	1.61 ±0.03	1.68 ±0.03
PUFA/SFA	0.06 ±0.21	0.06 ±0.01	0.05 ±0.01	0.05 ±0.19	0.07 ±0.21	0.07 ±0.01	0.06 ±0.13	0.07 ±0.23	0.06 ±0.28	0.07 ±0.31
n3	0.15 ±0.02	0.13 ±0.00	0.14 ±0.02	0.14 ±0.01	0.16 ±0.02	0.15 ±0.01	0.14 ±0.01	0.18 ±0.01	0.14 ±0.01	0.15 ±0.01
n6	1.92 ±0.25	2.62 ±0.30	1.85 ±0.22	1.84 ±0.26	2.63 ±0.27	2.36 ±0.25	1.99 ±0.21	1.99 ±0.21	2.18 ±0.28	2.36 ±0.33
n6 n3	12.96 ±1.52	20.36 ±1.90	13.58 ±2.40	13.16 ±1.46	17.54 ±1.66	15.74 ±1.52	14.30 ±1.58	11.76 ±1.69	16.56 ±2.79	16.13 ±2.65

^{a-c}Means within the same row having the different superscript were significantly different ($p < 0.05$).

^{**}Mean±SD.

*A, Abjin; B, Bosup; C, Cheggt; D, Dngsim; G, Guri; H, Hongduke; M, Moksım; S, Sulgit; U, Udoon; Y, Yangji.

방산으로 이루어져 있다. 필수지방산은 신체를 정상적으로 유지시키며 체내의 여러 생리과정을 정상적으로 수행

하는 곳에 꼭 필요한 성분이지만, 체내에서 합성되지 않거나 합성되는 양이 부족하므로 반드시 식사를 통해 섭취

해야 하는데 n-6계열 지방산인 linoleic acid, arachidonic acid 및 linolenic acid가 필수지방산으로 간주되고 있다. 포화지방산은 주로 동물성지, 코코넛, 마가린 등에 많이 함유되어 있는데 그 중에서 palmitic acid는 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤을 증가시켜 관상성 심혈관질환에 영향을 끼치며, 담즙분비 증가로 인하여 대장암을 증가시키는 요인이 된다. 단일불포화지방산은 올리브유에 많이 들어있는 올레인산(oleic acid)이 가장 대표적으로 혈중 HDL-콜레스테롤을 증가시키고 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키는데(Katan *et al.*, 1994) LDL-콜레스테롤 수준과 human cardiovascular diseases와 상호관계 및 HDL-콜레스테롤이 human cardiovascular diseases의 발생율과는 반대의 관계라는 것이 알려져 있다(Kwiterovich, 1997).

요 약

본 연구는 국내에서 최고의 고급육으로 유통되는 한우 고기의 부위별 성분조성 및 육질특성을 조사하고자 1** 육질등급을 받은 거세한우 10두에서 10부위(업진, 보섭, 채끝, 등심, 꾸리, 흥두깨, 목심, 설깃, 양지, 우둔)를 선정하여 성분조성 및 육질특성을 분석하였다. 10부위간에 칼로리 함량은 2,205~3,713.20 cal/g 범위였으며 특히 등심, 채끝 및 업진부위가 다른 부위들과 비교하여 유의적으로 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 콜레스테롤 함량도 38.86~44.69 mg/100g 수준으로 10부위 중에서 목심부위가 유의적으로 가장 높았고 흥두깨와 우둔부위가 다른 부위와 비교하여 유의적으로 가장 낮은 것으로 분석되었다($p < 0.05$). 가용성 및 불용성 콜라겐 함량에 있어서는 부위별로 유의적인 차이가 없었으나 총 콜라겐 함량은 꾸리, 목심 및 설깃부위가 가장 높았고 등심 및 채끝부위가 가장 낮은 것으로 나타났다($p < 0.05$) 맛과 관련이 있는 유리아미노산함량을 부위별로 비교한 결과 모든 부위에 glutamate와 alanine 함량이 각각 275.99~536.04 mg/100g, 130.63~175.23 mg/100g으로 가장 높은 수준이었고 다음으로 arginine(7.00~10.49 mg/100g), phenylalanine(4.70~13.88 mg/100g), leucine(5.98~10.26 mg/100g) 순으로 나타났다. 부위별 adenine diphosphate(ADP) 함량은 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$). Adenine mono phosphate(AMP)는 보섭과 목심 부위에서 모두 1.09%로 다른 부위보다 유의적으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). Inosine monophosphate (IMP)는 흥두깨 및 우둔부위가 각각 30.04, 33.44%로 다른 부위보다 유의적으로 가장 많았으며($p < 0.05$), inosine 함량은 보섭, 흥두깨 및 우둔부위가 각각 6.19, 6.25, 6.28%로 가장 많았고 반면에 hypoxanthine은 4.27%인 꾸리부위에서 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 1** 등급 거세한우의 부위별 지방산 조성을 분석한 결과 C16:1n7, C20:3n6, C20:4n6을 제외한 부위별 지방산 조성은 유의적으로 차이

가 없는 것으로 분석되었다($p > 0.05$).

감사의 글

이 논문은 2006-2007년도 농촌진흥청 축산과학원 경상연구비에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ahn, D. H. and Park, S. Y. (2002) Studies on components related to taste such as free amino acids and nucleotides in Korean native chicken meat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 547-552.
- Animal Products Grading Service. (2008) Grade information. <http://www.apgs.co.kr/gradeinfo/statistics> (assessed on May 30, 2008)
- Batzer, O. F., Santoro, A. T., Tan, M. C., Landmann, W. A., and Schweigert, B. S. (1960) Precursors of beef flavor. *J. Agric. Food Chem.* **8**, 498.
- Bailey, A. J. and Light, N. D. (1989) Connective tissue in meat and meat products. Elsevier science publishers Ltd., Essex, UK.
- Beltran, J. A., Jaime, I., Santolaria, P., Sanudo, C., Alberti, P., and Perry, T. W. (1981) Palatability of muscle characteristics of cattle with controlled weight gain : Time on high energy diet. *J. Anim. Sci.* **52**, 757-763.
- Boccard, R., Naude, R. T., Cronje, D. E., Smit, M. C., Venter H. J., and Rossouw, E. J. (1979) The influence of age, sex breed of cattle on their muscle characteristics. *Meat Sci.* **3**, 280.
- Bohac, C. E. and Rhee, K. S. (1988) Influence of animal diet and muscle location on cholesterol content of beef and pork muscles. *Meat Sci.* **23**, 71-75.
- Cho, S. H., Kim, J. H., Seong, P. N., Choi, Y. H., Park, B. Y., Lee, Y. J., In, T. S., Chun, S. Y., and Kim, Y. K. (2007) Cholesterol, free amino acids, nucleotide-related compounds and fatty acid composition of Korean Hanwoo bull beef. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**, 440-449.
- Cho, S. H., Kim, J. H., Kim, J. H., Seong, P. N., Park, B. Y., Kim, D. H., Lee, J. M., and Ahn, C. N. (2008) Prediction of palatability grading scores analyzed with sensory data of Korean Hanwoo bull and steer beef. *Proc. Kor. J. Anim. Sci.* p. 136.
- Feidt, C., Petit, A., Bruas-Reignier, F., and Brun-Bellut, J. (1996) Release of free amino-acids during ageing in bovine meat. *Meat Sci.* **44**, 19-25.
- Field, R. A. (1971) Effect of castration on meat quality and quantity. *J. Anim. Sci.* **32**, 849-858.
- Flores, M., Aristoy, M. C., and Toldrá, F. (1993) HPLC purification and characterization of porcine muscle aminopeptidase B. *Biochimie* **73**, 861-867.
- Flores, M., Aristoy, M. C., and Toldrá, F. (1996) HPLC purification and characterization of soluble alanyl aminopeptidase from porcine skeletal muscle. *J. Agric. Food Chem.* **44**,

- 2578-2583.
14. Flores, M., Armero, F., Aristoy, M.-C., and Toldrá, F. (1999) Sensory characteristic of cooked pork loin as affected by nucleotide content and post-mortem meat quality. *Meat Sci.* **51**, 53-59.
 15. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissue. *J. Biol. Chem.* **26**, 497-507.
 16. Heath, H. B. and Reineccius, G. (1986) Flavor potentiators. In: Heath, H. B., Reineccius, G. (Eds.). *Flavor Chemistry and Technology*. AVI Pub. Co. Inc., Westport, CT. pp. 318-331.
 17. Henderson, J. W., Ricker, R. D., Bidlingmeyer, B. A., and Woodward, C. (2000) Rapid, accurate, sensitive and reproducible HPLC analysis of amino acids. Agilent Technologies. <http://www.agilent.com> (assessed on August 3, 2004)
 18. Herring, H. K., Cassens, R. C., and Briskey, E. J. (1967) Tenderness and associated characteristics of stretched and contracted bovine muscles. *J. Food. Sci.* **32**, 317-320.
 19. Hilms, C. and Fischer, A. (1997) Role of amino acids and glucose in development of burnt off-flavors in liver sausage during heat processing. *Meat Sci.* **47**, 249-258.
 20. Hofmann, K. (1993) Quality concepts for meat and meat products. *Fleischwirtschaft* **73**, 1014-1019.
 21. Jeremiah, L. E. 1978. A review of factors affecting meat quality. Tech. Bull. 1, Research Branch, Agriculture Canada.
 22. Judge, M. D., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Hedrick, H. B., and Merkel, R. A. (1989) In "Principles of meat science". Kendall/Hunt Pub. Co. p. 125.
 23. Katan, M. B., Zock, P. L., and Mensink, R. P. (1994) Effects of fats and fatty acid on blood lipids in humans: an overview. *Am. J. Clin. Nutr.* **60**(Suppl. 1), 1017-1022.
 24. Kato, H., Rhue, M. R., and Nishimura, T. (1989) Role of free amino acids and peptides in food taste. A.C.S. Symposium series No.388 American Chemical Society, Washington DC. pp. 158-174.
 25. Kawamura, Y. and Halpern, B. P. (1987) *Recent developments in umami research*. In: Umami: a basic taste. Kawamura, Y. Kare MR, eds. Marcell Dekker, New York, p. 637-642.
 26. Kim, D. G., Jung, K. K., Sugn, S. K., Choi, C. B., Kim, S. G., Kim, D. Y., and Choi, B. J. (1996a) Effect of castration on the carcass characteristics of Hanwoo and Holstein. *Kor. J. Anim. Sci.* **38**, 239-248.
 27. Kim, S. Y., Kwon, Y. J., Kim, D. G., Kim, S. M., and Sung, S. K. (1996b) Effects of castration and aging on the tenderness factors in Hanwoo beef. *Kor. J. Anim. Sci.* **38**, 621-628.
 28. Klont, R. E., Barnier, V. M. H., Smulders, F. J. M. Van Dijk, A., Hoving-Bolink, A. H. and Eikelenbloom, G. (1999) Post mortem variation in pH, temperature and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content and carcass characteristics. *Meat Sci.* **53**, 195-202.
 29. Koutsidis, G., Elmore, J. S., Oruna-Concha, M. J., Campo, M. M., Wood, J. D. and Mottram, D. S. (2008) Water-soluble precursors of beef flavors : I. Effect of diet and breed. *Meat Sci.* **79**, 124-130.
 30. Kwiterovich, P. O. (1997) The effects of dietary fat, antioxidants and prooxidants on blood lipids, lipoproteins and atherosclerosis. *J. Am. Diet. Assoc.* **97**(Suppl.), 1-41.
 31. Lee, C. A. and Newbold, R. P. (1963) The pathway of degradation of inosinic acid in bovine skeletal muscle. *Biochimica et Biophysica Acta*, **72**, 349-352.
 32. Lepetit, J. (2007) A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. *Meat Sci.* **76**, 147-159.
 33. Light, N. D., Restall, D. J., and Baily, A. J. (1984) Relationship of collagen content type and crosslinking with texture of collagen content muscle. *Proc. Europe Meat Res. Workers*, Bristol. p. 139.
 34. Maga, J. A. (1982) Flavor potentiators. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **18**, 231-312.
 35. Maga, J. A. (1994) Umami flavour of meat. In: Shahidi, F. (Ed.). *Flavor of Meat and Meat Products*. Blackie Academic and Professional, Chapman and Hall, New York, pp. 98-115.
 36. Miller, R. K., Tatum, J. D., Cross, H. R., Bowling, R. A., and Clayton, R. P. (1983) Effects of carcass maturity on collagen solubility and palatability of beef from grain finished steers. *J. Food Sci.* **48**, 484-486.
 37. Moon, S. S., Kang, G. H., Hur, S. J., Jeong, J. Y., Yang, H. S., Kim, J. S., Joo, S. T., and Park, G. B. (2003) Effect of carcass traits, sarcomere length and meat quality properties on beef longissimus tenderness at 24hr postmortem. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 109-114.
 38. Morrison, W. R. and Smith, L. M. (1964) Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.* **5**, 600.
 39. Nakatani, Y., Fujita, T., Sawa, S., Otani, T., Hori, Y., and Takagahara, I. (1986) Changes in ATP-related compounds of beef and rabbit muscles and a new index of freshness of muscle. *Agric. Biol. Chem.* **50**, 1751-1756.
 40. Nam, K. C., Du, M., Jo, C., and Ahn, D. U. (2001) Cholesterol oxidation products in irradiated raw meat with different packaging and storage time. *Meat Sci.* **58**, 431-435.
 41. Nishimura, T., Hattori, A., and Takahashi, K. (1996) Relationship between degradation of proteoglycans and weakening of the intramuscular connective tissue during post-mortem aging of beef. *Meat Sci.* **42**, 251-260.
 42. Park, G. B., Moon, S. S., Ko, Y. D., Ha, J. K., Chang, H. H., and Joo, S. T. (2002) Influence of slaughter weight and sex on yield and quality grades of Hanwoo carcasses. *J. Anim. Sci.* **80**, 129-136.
 43. Parrish, F. C. Jr., Goll, D. E., Newcomb II, W. J., Lumen, B. O., Chaudhry, H. M., and Kline, E. A. (1969) Molecular properties of post-mortem muscle 7. Changes in nonprotein nitrogen and free amino acids of bovine muscle. *J. Food Sci.* **34**, 196-202.
 44. SAS. (1996) SAS STAT User's Guide, Statistics, Cary NC.
 45. Sakaguchi, M. Murata, M., and Toyohara, H. 1991. Studies on the change in inosine 5'-monophosphate level during storage of different parts of domestic animal meat. In final reports for research grants from meat and meat products (Jpn), Vol. 9. The Ito Foundation, Tokyo, pp. 229-233.

46. Sakaguchi, M., Murata, M., and Toyohara, H. (1992) Accumulation of inosine 5'-monophosphate and the role of flavor development of domestic animal meat during storage. In final reports for research grants from meat and meat Products(Jpn), Vol. 10. The Ito Foundation, Tokyo, pp. 245-249.
47. Silva, J. A., Patarata, L., and Martins, C. (1999) Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci.* **52**, 453-459.
48. Tu, C., Powrie, W. D., and Fennema, O. 1967. Free and esterified cholesterol content of animal muscles and meat products. *J. Food Sci.* **32**, 30-34.
49. Warren, H. E., Scollan, N. D., Enser, M., Hughes, S. I., Richardson, R. I., and Wood, J. D. 2008. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition, *Meat Sci.* **78**, 256-269.
50. Williams, J. R. and Harrison, D. L. 1978. Relationship of hydroxyproline solubilized to tenderness of bovine muscle. *J. Food. Sci.* **43**, 464-467.
51. Wood, J. D., Brown, S. N., Nute, G. R., Whittington, F. M., Perry, A. M., Johnson, S. P., and Enser, M. 1996. Effects of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork. *Meat Sci.* **44**, 105-112.
52. Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E. K., Sheard, P. R., and Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality; A review. *Meat Sci.* **66**, 21-32.
53. Wood, J. D., Nute, G. R., Richardson, R. I., Whittington, F. M., Southwood, O., Plastow, G., Mansbridge, R., da Costa, N., and Chang, K. C. 2004. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Sci.* **67**, 661-667.
54. Yano, Y., Kataho, N., Watanabe, M., Nakamura, T., and Asano, Y. 1995. Evaluation of beef aging by determination of hypoxanthine and xanthine contents: application of a xanthine sensor. *Food Chem.* **52**, 439-445.
55. Yamaguchi, S. 1991. Roles and efficacy of sensory evaluation on studies of taste. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.* **38**, 972-978.
56. 강종욱, 정유성, 조규석, 坂田亮一, 유상하. 1992. 한우육과 수입우육의 감별검사에 관한 연구. 1. 출하전의 한우육과 수입우육의 육색소 및 미세구조. *한국축산학회지* **34**, 121-126.
57. 김병철, 오세중. 1990. 한우육과 홀스타인육의 이화학적 성질에 관한 비교연구. *고려대학교 농림논집*. 107.
58. 김용곤, 유영모, 김진형, 안종남. 2007. *식육의 테마상식*. 농촌진흥청 축산과학원 문성사.
59. 소 및 돼지고기 부분육 분할 정형 지침서, 1997. 농촌진흥청 축산연구소.
60. 손숙미. (2008) 한우 부위별 영양학적 가치연구. 한우협회기금 연구사업 최종보고서.
61. 유익중, 박병성, 김수정, 전기홍, 김영봉, 이남형, 정재홍. 1993. 한우육의 우수성 발굴에 관한 연구. (사)한국식품개발연구원.
62. 加藤博通, 1985. 食肉の 熟成と呈味成分, *臨床栄養*, **66**, 137.
63. 西村敏榮, 加藤博通, 1988. 食肉の 呈味 成における熟成の役割, *肉の科學*, **29**, 1.
64. 山口靜子. 2002. 牛肉のおいしさと消費者 嗜好, 東京農業大學 用生物科學部 *食肉の科學*, **43**, 131-139.

(2008. 7. 7 접수/2008. 8. 8 수정/2008. 8. 13 채택)