

거세 및 비거세 유산양고기의 품질특성 비교

강근호* · 조수현 · 성필남 · 강선문 · 박경미 · 박범영 · 김동훈
농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과

Comparisons of Meat Quality Characteristics between Castration and Non-castration from Dairy Goats

Geunho Kang*, Soohyun Cho, Pilnam Seong, Sunmun Kang, Kyoungmi Park,
Beomyoung Park, and Donghun Kim

*Animal Products Research and Development Division, National Institute of Animal Science,
Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea*

Abstract

This study was conducted to investigate meat quality and sensory characteristics between castrated and non-castrated dairy goats. Dairy goat of Saanen breeds was slaughtered at an age of 6 mon. Then, characteristics of dairy goat meat were analyzed to chemical compositions, collagen content, pH, meat color, cooking loss, water-holding capacity, shear force, protein solubility, and myofibrillar protein fractions by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE). Also, odor from dairy goat meats was analyzed by sensory evaluation and volatile substances by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). As a result, the chemical compositions and physicochemical characteristics were not significantly different between castrated and non-castrated dairy goats meat. Also, there is no difference protein solubility (sarcolemmal, myofibrillar and total protein) and protein fraction by SDS-PAGE. Sensory evaluation results in odour scores are highly ($p<0.05$) non-castration dairy goat meat better than castration. As a result, overall palatability was higher ($p<0.05$) in castrated goat meat when compared with non-castrated one. The indole and octadecanoic acid by GC-MS based on sensory evaluation results were only detected in non-castrated dairy goat meat. Therefore, distribution for goat meats castrated compared to non-castrated dairy goat meat is expected to be able to get a good response to the Korean consumer.

Key words: dairy goats, goat meat, meat quality, odor, octadecanoic acid

서 론

염소고기는 동물성 단백질 식품으로써 전 세계 많은 나라들로부터 각광을 받고 있다. 우리나라의 경우에도 일부 사람들은 염소고기를 매우 좋아하지만, 구체적인 통계자료는 아직까지 없는 실정이다. 국내에서 유통되고 있는 염소고기는 재래종인 흑염소와 외래종인 유산양에서 생산되고 있다. 국내에서 생산되고 있는 유산양고기는 현재 많지 않는 실정이다. 유산양은 주로 산양유 생산을 목적으로 사육되었는데, 암컷을 생산할 확률은 50% 정도이기에 관련 업계 또는 농가에서는 소득보존을 위해 유산양 수컷고기의

활용방안에 많은 관심을 가질 수 밖에 없었다. 그러나, 최근에 국내 유산양 사육농가가 많이 감소되어 이와 관련된 통계자료도 없는 실정이다. 또한, 염소고기의 특이취는 대중들로부터 각광을 받지 못하는 한 원인이기도 하다.

일반적으로 흑염소, 유산양 등 소형 반추동물에서 생산된 식육은 다가불포화지방산이 많은 것으로 알려져 있는데, 특히 인체에 유익한 n-3 계열의 불포화지방산이 많이 함유된 것으로 알려져 있다(Raes *et al.*, 2004; Wachira *et al.*, 2002). 근육내 지방산은 육질, 경도, 육색, 지질산화 및 향미에 많은 영향을 미치게 된다(Wood *et al.*, 2004). 염소고기 및 양고기의 조성과 품질은 유전자형(Tshabllala *et al.*, 2003), 연령(Todaro *et al.*, 2002), 성별(Todaro *et al.*, 2004) 및 사양방식(Marinova *et al.*, 2001) 등에 의해 많은 영향을 받게 되며, 이러한 요소들은 식육내 휘발성 성분 에 영향을 미치게 된다(Webb *et al.*, 2005). 최근에는 염소고기의 품질향상을 위하여 교잡방법(Ding *et al.*, 2010),

*Corresponding author: Geunho Kang, Animal Products Research and Development Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea. Tel: 82-31-290-1684, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: kangroot@korea.kr

사료내 해바라기 첨가급여(Xazela *et al.*, 2012) 등에 관한 연구가 진행되고 있다. 국내에서는 흑염소의 거세 및 사향선 제거가 육질에 미치는 효과(Choi *et al.*, 2000), 흑염소의 거세 및 거세시기에 따른 육질 및 관능적 향상 효과(Choi *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2010) 등에 관한 연구가 진행되었다. 그러나, 국내에서 사육하고 있는 유산양고기와 관련한 연구는 미미한 실정이다.

따라서, 본 연구는 거세 및 비거세 유산양고기의 육질 및 관능평가 결과를 제시함으로써 향후 국내 염소고기 연구에 관한 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 시험에 공시된 유산양은 자넨품종으로 (주)엠젠에서 6개월간 사육된 거세 10두(생후 15일령에 외과적 수술), 비거세 10두에서 등심근을 채취하여 육질분석 시료로 이용하였다.

일반성분 및 콜라겐 함량

유산양 등심근의 수분(%), 단백질(%), 지방(%), 콜라겐 함량(%)은 Anderson 등(2007)의 방법에 따라 Foodscan (78810, Foss, Denmark)을 이용하여 분석하였다.

pH와 육색

pH는 샘플 3 g을 증류수 27 mL과 함께 균질기(T25 basic, IKA, Malaysia)로 균질(30 s/14,000 rpm)하여 pH-meter(S-20K, Mettler Toledo, Swiss)로 측정하였다. 육색은 색차계(Chromameter CR400, Minolta, Japan)를 이용하여 CIE (Commision Internationale de Leclairage) L*, a*, b*값을 9회 반복 측정하였다. 이때 표준색은 Y=93.5, X=0.3132, y=0.3198인 표준색판을 사용하여 표준화한 후 측정하였다.

가열감량 및 보수력

가열감량은 시료를 향운수조(Model WSB-45, Dehan Scientific Co., Korea)에 넣어서 심부온도가 70°C에 도달 후 10분간 가열하여 중량차이에 의해 계산하였다.

보수력은 Laakkonen 등(1970)의 방법에 따라 미세한 구멍이 있는 2 mL filter 관의 무게를 칭량하고, 시료를 분쇄하여 지방과 근막(힘줄)을 제거한 후 0.5 g의 시료를 원심분리 관의 상부 filter관에 넣고 무게를 측정하였다. Filter 관을 80°C의 water bath에서 20분간 가열한 후 10분간 실온에서 냉각시킨 다음 filter관을 원심분리관 하부에 넣고 4°C에서 2,000 rpm으로 10분간 원심분리 한 후 상부 filter 관을 꺼내어 무게를 측정하였으며 다음 공식에 의해 보수력을 구하였다.

$$\text{보수력}(\%) = \frac{\text{전수분}(\%) - \text{유리수분}(\%)}{\text{전수분}(\%)} \times 100$$

$$\text{유리수분}(\%) = \frac{\text{원심분리 전 무게}(\text{g}) - \text{원심분리 후 무게}(\text{g})}{\text{시료무게}(\text{g}) \times \text{지방계수}} \times 100$$

$$\text{지방계수} = \frac{\text{지방}(\%)}{100}$$

전단력

전단력은 Wheeler 등(2000)의 방법으로 시료를 3 cm 두께의 스테이크 모양으로 근섬유방향과 직각이 되도록 근육을 전단하여 육 심부온도가 70°C에 도달하여 10분간 가열한 후 흐르는 물에 10분간 방냉하였다. 방냉한 시료에서 직경 1.27 cm 코어(core)를 근섬유 방향에 따라 원통형으로 뚫어 시료를 채취한 후 Instron(Model 5543, USA)을 이용하여 근섬유 방향과 직각 방향으로 절단하여 5회 반복 측정하였다.

단백질 용해성

육단백질의 용해성은 Helander(1957)의 방법에 따라 근장단백질과 총단백질 용해성을 측정하였다. 근장단백질 용해성은 1 g 근육을 10 mL의 0.025 M potassium phosphate 용액(pH 7.2)에 넣고 균질한 후, 4°C의 교반기(SI-900R, Vision, Korea)에서 24시간 흔들여 준 다음, 원심분리(1,500 g, 20분)하여 상등액의 단백질 농도를 뷰렛방법으로 구한 값으로 하였다. 총단백질 용해성은 1 g 근육을 20 mL의 1.1 M potassium iodide 용액이 포함된 0.1 M phosphate 용액(pH 7.2)에 넣고 균질하여 24시간 교반한 후 원심분리하고 상등액의 단백질 농도를 구한 값으로 하였다. 단백질의 농도는 뷰렛방법(Gornall *et al.*, 1949)에 따라 bovine serum albumin을 이용한 농도곡선을 구한 다음 측정하였으며, 근원섬유단백질 용해성은 총 단백질 용해성에서 근장단백질 용해성을 제한 값으로 하였다.

전기영동

근육 2 g과 20 mL의 완충용액(75 mM KCl, 10 mM KH₂PO₄, 2 mM MgCl₂, 2 mM EGTA, pH 7.0)을 균질하여 (14,000 rpm/3-4 s) 원심분리(10,000 g, 10 min, 4°C)한 상등액을 근장단백질의 시료로 이용하였고, 근원섬유 단백질은 원심분리 잔사를 다시 10배의 완충용액과 혼합하여 치즈천으로 여과시켜 균질과 원심분리 과정을 2회 반복 후 최종 잔사를 이용하였다. 단백질은 샘플 버퍼와 혼합하여 1 min/100°C 가열하였다(Digi-Block[®]5402, [®]Electrothermal, USA).

SDS-PAGE에 의한 전기영동은 Laemmli(1970)의 방법에 따라 실시하였으며 소형 젤용 전기영동장치(SE245, Hoefer,

USA)를 이용하였고, 농축 젤과 분리 젤의 아크릴아마이드 함량은 각각 4%와 12%를 사용하였다. 각각의 단백질(1 mg/mL)은 젤에 주입하여 10-20 mA의 일정한 전류로 전기영동을 실시하였다. 젤의 염색은 Coomassie brilliant blue R-250 염색을 실시하였으며, 40% methanol과 7% acetic acid 용액을 이용하여 탈색하였다.

관능평가

관능평가는 국립축산과학원 식육연구실에 소속한 9명의 요원들로 구성되었다. 관능평가 요원들은 평소에 식육의 숙성기간에 따른 부위별 육향을 식별할 수 있고, 발효육 제품에 대해서도 발효기간에 따른 육향과 발효취를 식별할 수 있는 능력을 갖춘 사람들로 구성되었다. 거세 및 비거세 유산양고기의 이취(웅취), 육향, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도에 대하여 아래와 같이 9점 척도법으로 실시하였다.

이취(웅취) : 약함(1~3), 보통(4~6), 강함(7~9)

육향 : 약함(1~3), 보통(4~6), 강함(7~9)

다즙성 : 적음(1~3), 보통(4~6), 많음(7~9)

연도 : 질감(1~3), 보통(4~6), 연함(7~9)

기호성 : 나쁨(1~3), 보통(4~6), 좋음(7~9)

관능평가를 위한 구이용 시료는 일정한 크기로 슬라이스하여 water jacket(ca. 245~255°C)이 부착되어 있는 tin plate 불판에서 약 5초간 구운 다음 뒤집어서 약 5초간 더 구운 후 평가요원에게 제공하였다.

휘발성물질 조사

거세 및 비거세 유산양 수컷고기의 휘발성 물질은 가스 크로마토그래피-질량분석기(4000 GC-MS, Varian, USA)를 이용하여 Kim 등(2008)의 방법에 따라 실시하였다. 시료 2 g은 22 mL 유리병에 담고 실리콘/PTFE 재질의 마개로 두껍을 닫았다. 시료로부터 고형추출(Solid phase micro extraction, SPME)을 위한 fiber(57301, Supelco, USA)는 100 µm 두께의 polydimethylsiloxane로 코팅된 것을 이용하여 유리용기의 상부공간에 휘발성 물질을 흡수하였다. 휘발성 물질을 추출하기 전에 fiber는 가스 크로마토그래피 주입구에서 5 min/250°C 동안 오염원을 예방하고자 세척하였다. 시료는 50°C의 가열판에서 10분간 예비가열 후 SPME fiber는 20분간 유리용기의 상부공간에 휘발성물질을 추출하였다. Fiber는 가스 크로마토그래피에 주입하고 칼럼(30 m × 0.32 mm, 0.25 µm 두께, Varian, USA)에 흡착시키기 위하여 2분간 정지시켰다. 헬륨의 유량은 1 mL/min으로 조정하였고, 주입구의 온도는 250°C로 설정하였다. 칼럼은 2분 동안 40°C로 유지시키고, 1분당 3°C 증가시켜 170°C에 도달시킨 후 1분당 10°C 증가시켜 최종 250°C에 도달하게 하였다. 휘발성화합물은 질량 스펙트럼 데이터베이스(NIST 98 library, Varian, USA)에 의해 동정하였다.

통계분석

실험에서 측정된 값들은 SAS(2008) 9.2 프로그램의 선형모형(General Linear Model)을 이용하여 분석하였으며, 두 처리구간의 평균 값은 t-test를 통해 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서는 거세 및 비거세 유산양 수컷고기의 일반 성분 조성에 있어서 두 처리구간 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 1). 그러나, 산양의 경우 거세한 산양이 비거세 산양에 비해 조지방 함량이 높은 것으로 보고되었다(Madruga *et al.*, 1999). 한국 흑염소의 경우 생후 15일령에 거세를 실시할 경우 비거세 흑염소고기에 비해 수분함량은 낮고($p < 0.05$), 조단백질 함량은 높지만($p < 0.05$), 조지방 함량에 있어서는 차이가 없는 보고되었다(Choi *et al.*, 2010). 또한, 생후 5개월령에 거세를 실시할 경우 비거세 흑염소고기에 비해 조지방 함량은 높고($p < 0.05$) 수분 및 조단백질 함량은 낮은($p < 0.05$) 것으로 보고되었다(Kim *et al.*, 2010). 이상의 결과를 종합해 볼 때 유산양이나 한국 흑염소의 경우 생후 15일령에 거세를 실시할 경우 조지방 함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

pH, 육색, 가열감량, 보수력 및 전단력에 있어서는 거세 및 비거세 두 처리구간 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2), 단백질 용해성에 있어서는 두 처리구간 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 3). 근원섬유 단백질 분포양상(Fig. 1)에 있어서는 주요 단백질인 마이오신(200 kDa)과 액틴(45 kDa)의 양상에 있어서 두 처리구간 별다른 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 생후 15일령에 수컷 유산양을 거세하는 것은 식육의 일반적 성상 및 이화학적 특성에 영향을 주지 않는 것으로 사료된다. 반면, 한국 흑염소의 경우 생후 5개월령에 거세를 실시할 경우 비거세 처리구에 비해 명도, 적색도 및 황색도 모두 유의적으로($p < 0.05$) 높은 것으로 보고되었다(Kim *et al.*, 2010). 또한, 전단력, 가열감량 및 보수력의 경우 비거세 및 거세시기에 따른 유의적인 차이가 없는 것으로 보고되었다(Choi *et al.*, 2010).

반면, 관능적인 특성에 있어서는 거세 처리구가 비거세 처리구에 비해 유의적으로($p < 0.05$) 높은 육향 및 기호도

Table 1. Comparison of chemical composition (%) and collagen content (%) for longissimus muscle of dairy goat meat with castration and non-castration

Treatments	Moisture	Protein	Fat	Collagen
Castration	74.10	20.99	2.62	1.50
Non-castration	74.47	21.59	1.99	1.52
SEM	0.31	0.07	0.25	0.04

Means within a same column were not significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Comparison of meat traits for *longissimus* muscle of dairy goat meat with castration and non-castration

Treatments	Meat traits						
	pH	CIE L*	CIE a*	CIE b*	Cooking loss (%)	Water-holding capacity (%)	Shear force value (kg)
Castration	5.80	37.99	20.34	10.16	24.18	53.82	5.46
Non-castration	5.73	38.73	19.66	9.01	23.82	54.86	5.22
SEM	0.03	0.42	0.57	0.41	0.98	0.75	0.43

Means within a same column were not significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Comparison of protein solubility for *longissimus* muscle of dairy goat meat with castration and non-castration

Treatments	Protein solubility (mg/g)		
	Sarcoplasmic protein	Myofibrillar protein	Total protein
Castration	72.12	132.29	204.41
Non-castration	73.34	138.50	211.83
SEM	1.07	2.58	2.72

Means within a same column were not significantly different ($p < 0.05$).

를 보였다(Table 4). 이러한 결과는 휘발성물질 분석 결과 (Fig. 2), 비거세 유산양 수컷고기에서만 octadecanoic acid, indol 등의 이취(웅취) 물질이 검출되어 관능적인 측면에 있어서 기호도를 저하시키는 것으로 나타났다. 이처럼 유산양과 같은 염소고기의 풍미에 영향을 미치는 것은 축쇄 지방산 때문인 것으로 알려져 있다(Ha and Lindsay, 1990; Wong *et al.*, 1975). 주로 염소고기의 특이취 원인물질은 4-ethylcanoic acid 등인 것으로 밝혀졌으며(Ha and Lindsay, 1990; Young and Braggins, 1998), 9,12-octadecadienoic acid 및 octadecanoic acid 또한 염소고기에서 유래한 이취물질인 것으로 밝혀졌다(Palcairi *et al.*, 2008). 한

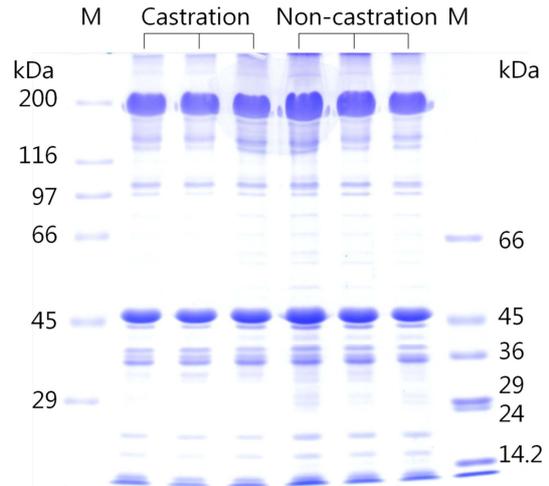


Fig. 1. SDS-PAGE patterns of myofibrillar protein from *longissimus* of dairy goat meat. M denotes molecular mass standards.

편, 국내 흑염소의 경우 비거세 처리구는 거세 처리구에 비해 연도는 유의적으로($p < 0.05$) 높게 나타났으나, 다즙성에서는 차이가 없었으며, 이취의 경우 거세시기에 상관없이 거세 처리구가 비거세 처리구에 비해 유의적으로($p < 0.05$) 낮은 것으로 보고되었다(Kim *et al.*, 2010).

Table 4. Comparison of sensory evaluation for *longissimus* muscle of dairy goat meat with castration and non-castration

Treatments	Odor	Flavor	Juiciness	Tenderness	Overall palatability
Castration	4.11	5.46*	4.04	5.00	5.25*
Non-castration	6.17*	4.23	4.74	4.74	3.71
SEM	0.27	0.22	0.22	0.17	0.19

*Means with asterisk were significantly different ($p < 0.05$) with in a same column.

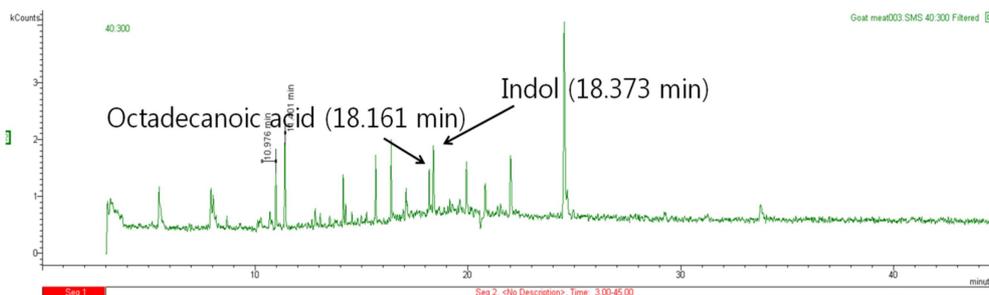


Fig. 2. Chromatograms of volatiles extracted *longissimus* muscle of non-castration dairy goat meat.

따라서 향후 국내에서 사육하고 있는 유산양 수컷고기의 활용성 증진을 위해서는 거세를 실시하여 유통하는 것이 소비자에게 좋은 호응을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 거세 및 비거세 유산양고기의 육질특성 및 관능적 특성을 알아보고자 수행하였다. 본 시험에 공시된 유산양은 자넨 품종으로 총 6개월간 사육된 거세 10두, 비거세 10두에서 등심근을 채취하여 육질분석 시료로 이용하였다. 유산양고기의 품질특성 조사를 위해 일반성분, 콜라겐 함량, pH, 육색, 가열감량, 보수력, 전단력, 단백질 용해성 및 SDS-PAGE에 의한 근원섬유 단백질 분포를 측정하였다. 또한, 거세 유무에 따른 이취물질 조사를 위해 관능평가 및 GC-MS에 의한 휘발성 물질을 분석하였다. 그 결과, 화학적 조성 및 이취물질 특성에 있어서는 거세유무에 따른 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한, SDS-PAGE에 의한 근원섬유 단백질 분포도에 있어서도 처리구간 주요 단백질인 마이오신(200 kDa)과 액틴(45 kDa)의 양상에 있어서 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났다. 관능평가 결과에 있어서는 비거세 유산양고기에서 이취향목의 점수가 높게 평가되어 전체적인 기호성에 있어서 부정적인 것으로 나타났다. 이러한 관능평가 결과를 토대로 GC-MS를 이용하여 휘발성 물질을 조사한 결과, 비거세 유산양고기에서만 인돌, 옥타데카에노익산 등의 물질이 검출되었다. 따라서, 향후 국내에서 사육하고 있는 유산양 수컷고기의 유통을 위해서는 거세를 실시하는 것이 소비자에게 좋은 호응을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업에서 연구비를 지원받았습니다.

참고문헌

- Anderson, S., Aldana, S., Beggs, M., Birkey, J., Conquest, A., Conway, R., Hemminger, T., Herrick, J., Hurley, C., Ionita, C., Longbind, J., McMaignal, S., Milu, A., Mitchell, T., Nanke, K., Perez, A., Phelps, M., Reitz, J., Salazar, A., Shinkle, T., Strampe, M., Van Horn, K., Williams, J., Wipperfurth, C., Zelten, S., and Zerr, S. (2007) Determination of fat, moisture, and protein in meat and meat products by using the FOSS FoodScan™ Near-Infrared Spectrophotometer with FOSS artificial neural network calibration model and associated database: collaborative study. *J. AOAC Int'l.* **90**, 1073-1082.
- Choi, S. H., Cho, Y. M., Kim, M. J., Chai, H. S., Lee, J. W., and Kim, Y. G. (2000) Effect of castration and searing of musk gland on growth performance and meat quality of Korean native goats. *J. Anim. Sci. Technol.* **42**, 891-896.
- Choi, S. H., Kim, S. W., Hwangbo, S., Choe, C. Y., and Kim, J. H. (2010) Effects of the castration time on growth performance, meat quality and fatty acid profiles of Korean black goats. *J. Anim. Sci. Technol.* **52**, 37-42.
- Ding, W., Kou, L., Cao, B., and Wei, Y. (2010) Meat quality parameters of descendants by grading hybridization of boer goat Guanzhong dairy goat. *Meat Sci.* **84**, 323-328.
- Gornall, A. G., Bardawill, C. J., and David, M. M. (1949) Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. Biol. Chem.* **177**, 751-766.
- Ha, J. K. and Lindsay, R. C. (1990) Distribution of volatile branched-chain fatty acids in perinephric fats of various red meat species. *LWT-Food Sci. Technol.* **23**, 433-440.
- Helander, E. (1957) On quantitative muscle protein determination. *Acta Physiol.* **41**, 9-95.
- Kim, B. K., Hwang, E. G., and Kim, S. M. (2010) Meat quality and sensory properties of Korean native black goat by different castration age. *Korean J. Food Sci. An.* **30**, 419-426.
- Kim, J. H., Lee, J. W., Shon, S. H., Jang, A., Lee, K. T., Lee, M., and Jo, C. (2008) Reduction of volatile compounds and off-odor in irradiated ground pork using a charcoal packaging. *J. Muscle Foods* **19**, 194-208.
- Laakkonen, E., Wellington, G. H., and Skerbon, J. W. (1970) Low temperature on time heating of bovine. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. *J. Food Sci.* **35**, 175-177.
- Laemmli, U. K. (1970) Cleavage of structural proteins during assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* **227**, 680-685.
- Madruca, M. S., Arruda, S. G. B., Narain, N., and Soza, J. G. (1999) Castration and slaughter age effects on nutritive value of the mestico goat meat. *Meat Sci.* **52**, 119-125.
- Marinova, P., Banskalieva, V., Alexandrov, S., Tzvetkova, V., and Stanchev, H. (2001) Carcass composition and meat quality of kids fed sunflower oil supplemented diet. *Small Ruminant Res.* **42**, 219-227.
- Paleari, M. A., Moretti, V. M., Beretta, G., and Caprino, F. (2008) Chemical parameters, fatty acids and volatile compounds of salted and ripened goat thigh. *Small Ruminant Res.* **74**, 140-148.
- Raes, K., DeSmet, S., and Demeyer, D. (2004) Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: A review. *Anim. Feed Sci. Tech.* **113**, 199-221.
- SAS (2008) SAS/STAT Software for PC. Release 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Todaro, M., Corrao, A., Alicara, M. L., Schinelli, R., Giaccone, P., and Priolo, A. (2004) Effects of litter size and sex on meat quality traits of kid meat. *Small Ruminant Res.* **54**, 191-196.
- Todaro, M., Corrao, A., Barone, C. M. A., Schinelli, R., Occidente, M., and Giaccone, P. (2002) The influence of age at slaughter and litter size on some quality traits of kid meat.

- Small Ruminant Res.* **44**, 75-80.
19. Tshabalala, P. A., Strydom, P. E., Webb, E. C., and De Kock, H. L. (2003) Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds. *Meat Sci.* **65**, 563-570.
 20. Wachira, A. M., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G., Enser, M., Wood, J. D., and Fisher, A. V. (2002) Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. *Brit. J. Nutr.* **88**, 697-709.
 21. Webb, E. C., Casey, N. H., and Simela, L. (2005) Goat meat quality, *Small Ruminant Res.* **60**, 153-166.
 22. Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., and Koohmaraie, M. (2000) Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *J. Anim. Sci.* **78**, 958-965.
 23. Wong, E., Nixon, L. N., and Johnson, C. B. (1975) Volatile medium chain fatty acids and mutton flavor. *J. Agr. Food Chem.* **23**, 495-498.
 24. Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., and Enser, M. (2004) Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.* **66**, 21-32.
 25. Xazela, N. M., Chimonyo, M., Muchenje, V., and Marume, U. (2012) Effect of sunflower cake supplementation on meat quality of indigenous goat genotypes of South Africa. *Meat Sci.* **90**, 204-208.
 26. Young, O. A. and Braggins, T. J. (1998) Sheepmeat odour and flavour. In: Flavour of meat, meat products and seafoods. Shahide, F. (ed) Chapman & Hall, London, pp. 101-130.

(Received 2012.10.29/Revised 2013.1.18/Accepted 2013.2.5)