

## 홀스타인 거세육우의 출하시기에 따른 채끝, 꾸리, 흥두깨육의 이화학적 육질특성 및 지방산조성

조수현\* · 성필남 · 강근호 · 최순호<sup>1</sup> · 강선문 · 박경미 · 김영춘 · 권응기<sup>1</sup> · 박범영  
농촌진흥청 국립축산과학원

### Physicochemical Meat Quality and Fatty Acid Compositions of Striploin, Chuck Tender, Eye of Round Muscles from Holstein Steer Beef Slaughtered at Different Fattening Periods

Soohyun Cho\*, Pilnam Seong, Geunho Kang, Soonho Choi<sup>1</sup>, Sun Moon Kang, Kyung Mi Park,  
Youngchun Kim, Eungki Kwon<sup>1</sup> and Beom Young Park

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

<sup>1</sup>Dairy Science Division, National Institute of Animal Science, Cheonan 331-801, Korea

#### Abstract

This study was performed to investigate the physicochemical properties of striploin (*m. longissimus dorsi*), chuck tender (*m. supraspinatus*) and eye of round (*m. semitendinosus*) of Holstein steer beef produced from different fattening groups (18, 21, 24 mon-old). The intramuscular fat contents were significantly higher in striploin (9.14%) and eye of round (4.31%) from 24 mon-old groups when compared to the same cuts (6.53% and 2.63%) from 18 mon-old groups, respectively. Three muscles from 18 mon-old group had significantly higher moisture contents (%) than those from the other groups ( $p<0.05$ ). The protein contents were significantly higher in chuck tender (19.39%) and eye of round (21.09%) from 24 mon-old group than 18- and 21 mon-old groups ( $p<0.05$ ). There were not significantly different in collagen contents among three fattening groups. In meat color, striploin, chuck tender and eye of round from 21 mon-old group had significantly higher CIE L\* (41.77), a\* (20.98) and b\* (10.87) values than those from the other groups ( $p<0.05$ ). Warner-Bratzler shear force values (WBS) for three muscles were significantly lower in 24 mon-old group than the other groups ( $p<0.05$ ). The oleic acids (C18:1n9) contents of three muscles from 24 mon-old group were highest ( $p<0.05$ ) among three groups. Total contents of MUFA were significantly higher and total contents of PUFA including arachidonic acids (C20:4n6) were significantly lower in chuck tender and eye of round muscles from 24 mon-old group ( $p<0.05$ ).

**Key words:** fattening period, Holstein steer, chemical composition, meat quality, fatty acids

#### 서 론

쇠고기 산업은 도체의 생산성 향상과 소비자 요구를 충족시키기 위하여 육질 개선에 지속적으로 초점을 맞추어 발전하고 있다(Gruert *et al.*, 2004; Marti *et al.*, 2011). 쇠고기의 육질은 품종에 따라 차이가 있으며, 같은 품종이라도 성별, 거세 유무 및 사양조건 등에 따라 서로 차이가 있다(Huerta-Leidenz *et al.*, 1993; Westerling *et al.*, 1979). 홀

스타인종은 국내에 1903년에 처음으로 도입된 이래 2012년에는 총 124,803두를 도축하였는데 그 중에서 우유 생산에 절대적 역할을 하는 홀스타인 암소가 45,351두이었고 고기생산을 위한 거세우 및 수소가 각각 65,152두, 4,972두로 보고되었다(KAPE, 2012). 홀스타인육은 세계적으로 상당한 양이 소비되고 있음에도 불구하고 현재까지 알려진 연구보고는 홀스타인 암소에 대한 도체특성 및 생산성에 관한 극히 제한된 수준으로서(Cranwell *et al.*, 1996; Habermann *et al.*, 2000), 홀스타인 거세육우에 대한 육질특성 연구자료는 부족한 실정이다. 건유시기의 홀스타인 암소에 대한 몇 가지 실험에서(Cranwell *et al.*, 1996; Habermann *et al.*, 2000) 홀스타인 암소는 출하시 일반사료 급여육과 비교했을 때 고에너지 급여가 육색을 개선하고 마블링을 증가시켰으며

\*Corresponding author: Soohyun Cho, Animal Products Research and Development Division, National Institute of Animal Science, Suwon 441-706, Korea. Tel: 82-31-290-1703, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: shc0915@korea.kr

전단력 감소 뿐 아니라 콜라겐 용해성 및 관능특성 중에서 특히 연도(tenderness)를 향상시켰다는 연구보고가 있었다. 품종별 육질은 대부분 출하연령, 비육기간에 주로 영향을 받으며 홀스타인 수소의 경우 거세가 사양기술과 출하연령과 함께 육질을 향상시켜주는 것으로 알려져 있다 (Mach *et al.*, 2009). 홀스타인 수소의 육량등급 출현율은 A등급이 24.03%로서 1.7% 수준인 거세우보다 월등히 높은 수준이다(KAPE, 2012). 수소의 거세는 수소 특유의 공격적인 성향이 거세로 인하여 testis의 anabolic hormone 분비량이 증가되어 도축시 최종 pH를 낮추어주고(Morgan *et al.*, 1993), 등지방 두께가 증가(Field, 1971; Knight *et al.*, 1999)하는 반면에 근내지방 함량의 증가(Knight *et al.*, 1999; Purchas *et al.*, 2002) 및 연도 개선(Morgan *et al.*, 1993)에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 홀스타인 육우는 국내 쇠고기 시장에서 등급 출현율이 낮을 뿐 아니라 육질과 맛이 한우보다 떨어져 저가(low price)로 유통되고 있는 현실이다. 최근 등급판정자료에 의하면 홀스타인 수소는 대부분 18개월령에 출하하는데 약 96.1%가 3등급, 1.2%가 2등급, 0.06%만이 1등급 이상을 받은 반면 거세우의 경우 약 52.6%가 3등급, 37.4%가 2등급을 받았으며 9.7%는 1등급 이상을 받았다(KAPE, 2012). 비록 2010년 대비하여 2012년 쇠고기 소비량은 505 MT으로 약 38.4% 증가되었다 하더라도 홀스타인 수소 및 거세우 도축물량은 26MT으로 오히려 16% 감소되었으며(MIFAFF, 2012) 이러한 부분을 해결하기 위해서는 홀스타인 거세육우의 고품질 전략의 하나로 24개월까지 비육기간을 연장하여 출하한다면 육질을 향상시켜 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구의 목적은 비육기간에 따른 출하월령별(18, 21, 24개월) 홀스타인 거세육우의 채끝(striploin), 꾸리(chuck tender) 및 홍두깨(eye of round)육에 대한 이화학적 육질특성 및 지방산 조성을 분석하여 비교하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 시료준비

총 18두의 홀스타인 거세육우(생체중, 350-500 kg)는 충남 옥포정 농장에서 사육되었으며 비육기간에 따라 3개(18, 21 및 24개월)의 출하월령(6두/그룹)에 따라 구분하였다. 처리구들은 동일한 조건에서 육성기 사료 8개월, 비육전기 사료를 7개월간 급여하였고 비육후기 사료를 처리구별로 각각 1, 4 및 7개월을 급여하여 비육한 다음 각 처리구별로 도축하였다. 도축 후 현수된 상태로 4°C에서 48시간 냉장시킨 다음 쇠고기 분할정형기준(National Livestock Cooperatives Federation, 1998)에 따라 발골 후 정형하였으며 분석에 이용된 시료들은 우도체에서 채끝(striploin), 꾸리(chuck tender), 홍두깨(eye of round)육을 분리하여 진공포장한 후 2°C에서 3일간 저장한 다음 분석에 이용하였다. 지방산 분

석을 위하여 약 100g의 시료를 각각 채취하여 진공포장하였고 -20°C에서 약 2주간 저장한 다음 분석에 이용하였다.

### 일반성분 및 육질분석

단백질, 수분, 지방 및 콜라겐 함량 분석은 AOAC(2006)에 승인된 근적외선분광기(Food Scan™ Lab, Foss tecator, DK) 측정법을 이용하여 측정하였다. 육색은 근육을 절단하여 공기 중에 30분 정도 노출시킨 후 Chromameter(CR301, Minolta Co., Germany)로 명도(L\*), 적색도(a\*), 황색도(b\*)를 CIE(Commision Internationale de Leclairage) (1986) 값으로 3반복 측정하여 평균값을 적용하였으며 이때 사용한 기준색인 표준판은  $Y = 92.40$ ,  $x = 0.3136$ ,  $y = 0.3196$ 의 백색타일을 이용하였다. 가열감량(Cooking loss, %)은 부위별 근육을 2.5 cm 두께의 스테이크 모양으로 절단하고 80°C 항온수조에서 시료의 심부온도가 70°C에 도달할 때까지 가열한 후 가열 전후 중량 차를 백분율로 계산하였다(Honikel, 1998). 보수력(Water holding capacity; WHC)은 원심분리법(Ryoichi *et al.*, 1993)에 따라 미세한 구멍이 있는 2 mL filter관의 무게를 칭량하고, 공시육을 분쇄하여 지방과 근막(힘줄)을 제거한 후 시료를 정확히  $0.5 \pm 0.5$  g을 원심분리관의 상부 filter관에 넣고 무게를 측정하였다. filter관을 80°C의 water bath에서 20분간 가열한 후 10분간 실온에서 냉각시킨 다음 filter관을 원심분리관 하부에 넣고 4°C에서 2,000 rpm, 10분 동안 원심분리 한 후 상부 filter관을 꺼내어 무게를 측정하였으며 산출 공식에 의해 보수력을 구하였다. 전단력은 Wheeler 등(2000)의 방법으로 시료를 3 cm 두께의 스테이크 모양으로 근섬유방향과 직각이 되도록 근육을 절단하여 육 내부온도 70°C까지 가열한 후 흐르는 물에 10분간 방냉하였다. 방냉한 시료에서 직경 1.27 cm 코어(core)를 근섬유 방향에 따라 원통형으로 뚫어 시료를 채취한 후 Instron Universal Testing Machine (Model 5543, USA)를 이용하여 부위당 5회 반복 측정하였다.

### 지방산 분석

Folch 등(1957)의 방법으로 methanol:chloroform (1:2, v/v)로 지방을 추출하였으며 가수분해는 Morrison과 Smith(1964)의 방법으로 분석하였다. 지방산 조성은 Gas Chromatography (Varian 3800, Varian, USA)을 사용하여 분석하였으며 Gas Chromatography (GC) 조건은 silica capillary column (Ome-gawax 205, 30 m × 0.32 mm I.D., 0.25 μm film thickness)을 이용하였고 Injection port 온도는 250°C이었으며 검출기 온도는 260°C로 유지하였다. 분석결과는 전체 피크면적에 대한 비율(%)로 계산하였다.

### 통계분석

분석결과는 SAS (2005) program을 이용하여 Student-Newman-Keul's 다중검정법으로 각 요인간의 유의성( $p <$

0.05)을 비교하였다.

### 결과 및 고찰

#### 일반성분

홀스타인 거세육우의 출하월령별 3개 부위에 대한 육질을 분석한 결과는 Table 1과 같았다. 출하월령별 일반성분 조성을 분석한 결과 21개월령 및 24개월령 그룹은 채끝육의 근내지방 함량이 각각 9.43, 9.14%로 18개월령 그룹(6.53%)보다 유의적으로 높았고 24개월령 흉두께 부위의 근내지방 함량이 4.31%로서 18개월령 그룹(2.63%)보다 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 유럽의 축산은 주로 살코기 생산에 초점을 맞추고 있는 반면 미국의 쇠고기 산업은 육질에 중요한 영향을 미치는 근내지방도에 중점을 둔다(Gotoh *et al.*, 2009). 육안으로 보이는 근내지방도(IMF) 또는 마블링(marbling)은 맛에 있어서도 연도, 다즙성에 긍정적인 영향을 주기 때문에 소비자들이 선호한다(Platter *et al.*, 2005). Thompson(2001)은 근내지방은 식감을 최대 15%까지 향상시키는데 이것은 침샘을 자극하여 고기를 씹을 때 다즙성을 증가시켜 소비자들의 식감 만족도를 높혀 준다고 하였다. 한국 소비자들이 근내지방이 있는 고기를 선호하는 것은 구이형태의 요리를 선호하는 기존의 요리문화와 연관성이 있다고 생각한다. 마블링의 증가는 단순히 다른 체지방과는 무관하며 품종, 성별 및 영양조건에 따른 지방의 분포는 가축마다 축적되는 경향이 다를 수 있다(Pethick *et al.*, 2004; Robelin, 1986). 선행 연구에 따르면 다른 품종에서 근내지방은 육성기간 동안 꾸준히 증가되지만 증가수준은 품종마다 다르기 때문에 최종 도축시 마블링 수준의 차이가 발생한다고 하였다(Bruns *et al.*, 2004), Gorocica-Buenfil 등(2007)

은 홀스타인 거세우에게 243일간 비타민 A를 제한급여한 결과 마블링이 33% 증가하였다고 보고하였는데 이 효과는 홀스타인 수소에게 동일하게 급여하였을 때 그 효과는 미미하였다고 보고하였다. Kang 등(2005)은 홀스타인 거세우에게 보리건초(brewers dried grain)를 6-23개월간 급여한 결과 근내지방도가 증가하였다고 보고하였다. 따라서 홀스타인 거세우는 21개월령 이상 비육을 시킨 다음 도축하면 근내지방도 수준을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 수분함량은 3개 부위 모두에서 18개월령 그룹이 유의적으로 높았으며( $p<0.05$ ), 단백질 함량은 채끝육에서는 출하월령에 따라 유의적인 차이가 없었던 반면에 꾸리 및 흉두께육은 24개월령 그룹이 각각 19.39, 21.09%로 18개월 및 21개월령보다 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 한편, 콜라겐 함량은 3개 부위 모두 출하월령에 따른 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. Kim 등(1996)은 17-19개월령 한우 거세우 및 홀스타인 거세육우의 콜라겐 함량은 월령에 따른 유의적인 차이가 없었다고 하였다. 결체조직은 연도에 영향을 미치는 또 다른 요인으로서 연령이 증가하게 되면 근육내 콜라겐의 용해성이 감소되어 불용성으로 변하면서 고기가 질겨진다(Campo *et al.*, 1999; Wulf *et al.*, 1996). 그럼에도 불구하고 콜라겐의 조성에 대해서는 아직 명확하게 밝혀지지 않았으며 심지어 콜라겐 함량(Field *et al.*, 1997) 또는 가용성 콜라겐 함량(Liu *et al.*, 1996)과 연도가 연관성이 없다는 보고도 있었다. Bocard 등(1979)은 20개월령 이상이 되면 콜라겐 함량이 증가되기 시작한다고 보고하였는데 본 연구결과에서도 흉두께를 제외하고 24개월령 채끝 및 흉두께육의 콜라겐 함량은 증가하는 경향을 나타냈다( $p>0.05$ ).

#### 육질특성

채끝, 꾸리 및 흉두께 부위의 육색, 가열감량, 근질길이, 전단력 및 보수력을 비교한 결과는 Table 2와 같았다. 육색은 채끝, 꾸리 및 흉두께 부위에서 모두 21개월령 그룹이 CIE L\*값(백색도), a\*값(적색도) 및 b\*값(황색도)이 각각 41.77, 20.98, 10.87로서 다른 출하월령 그룹보다 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 한편 황색도(b\*값)는 18개월령 채끝과 흉두께 부위육이 각각 5.61, 6.48로서 출하월령별 3개 그룹 중에서 가장 낮은 것으로 나타났다.

Kim 등(1996)은 20-24개월령 거세한우와 17-19개월령 홀스타인 거세육우간 비교에서 한우거세우는 월령이 증가함에 따라 육색 L\*, a\*, b\*값에서 유의적인 차이가 없었던 반면 홀스타인 거세육우는 출하월령이 증가함에 따라 a\*값과 b\*값이 증가하였다고 보고하였다. L\*값(백색도)과 heme pigment 함량은 유의적인 차이가 없었던 반면 a\*값과 b\*값에서는 출하월령이 길어질수록 증가하였다고 보고하였으며 Li 등(2011)은 중국 Qinchuan 품종우는 연령이 다른 3-9개월령 그룹과 12-15개월령 그룹간 육색의 비교에서 출하월령이 높은 그룹일수록 a\*값이 유의적으로 증가하였다고 보

**Table 1. Chemical composition of striploin, chuck tender and eye of round muscles from Holstein steers by different fattening period<sup>1)</sup>**

Cut	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Collagen (%)
<i>Striploin</i>				
18 month	65.95±0.31 <sup>a*</sup>	20.07±0.20	6.53±0.39 <sup>b</sup>	1.73±0.03
21 month	65.74±0.46 <sup>b</sup>	20.36±0.07	9.43±0.47 <sup>a</sup>	1.75±0.07
24 month	66.94±0.58 <sup>b</sup>	19.86±0.22	9.14±0.59 <sup>a</sup>	1.89±0.04
<i>Chuck tender</i>				
18 month	71.17±0.22 <sup>a</sup>	18.81±0.04 <sup>b</sup>	6.43±0.17	1.89±0.04
21 month	68.84±0.65 <sup>b</sup>	18.82±0.15 <sup>b</sup>	7.67±0.73	1.91±0.04
24 month	68.03±0.71 <sup>b</sup>	19.39±0.20 <sup>a</sup>	8.55±0.85	2.01±0.08
<i>Eye of round</i>				
18 month	74.55±0.16 <sup>a</sup>	20.08±0.14 <sup>b</sup>	2.63±0.10 <sup>b</sup>	1.89±0.03
21 month	72.80±0.24 <sup>b</sup>	20.39±0.13 <sup>ab</sup>	3.16±0.19 <sup>ab</sup>	1.91±0.03
24 month	70.86±0.29 <sup>b</sup>	21.09±0.34 <sup>a</sup>	4.31±0.52 <sup>a</sup>	1.63±0.05

<sup>1)</sup>Mean±S.E.

<sup>a-b</sup>Means in the same column within the same category with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 2. Meat color, cooking loss, sarcomere length, Warner-Bratzler shear force (WBS) and Water holding capacity (WHC) of striploin, chuck tender and eye of round muscles from Holstein steers by different fattening period<sup>1)</sup>**

Cut	Meat color			Cooking loss (%)	Sarcomere length (μm)	WBS (kg/0.5 inch <sup>2</sup> )	WHC (%)
	L*	a*	b*				
<i>Striploin</i>							
18 month	30.74±0.43 <sup>b*</sup>	15.03±0.35 <sup>b</sup>	5.61±0.17 <sup>c</sup>	25.30±1.97	2.44±0.06	4.09±0.38 <sup>a</sup>	56.48±0.67 <sup>a</sup>
21 month	41.77±1.20 <sup>a</sup>	20.98±0.46 <sup>a</sup>	10.87±0.26 <sup>a</sup>	28.44±1.09	2.37±0.05	3.45±0.17 <sup>a</sup>	57.53±0.55 <sup>a</sup>
24 month	31.59±0.50 <sup>b</sup>	16.04±0.32 <sup>b</sup>	6.35±0.19 <sup>b</sup>	26.23±0.76	2.50±0.12	2.38±0.19 <sup>b</sup>	52.67±1.07 <sup>b</sup>
<i>Chuck tender</i>							
18 month	33.51±0.35 <sup>b</sup>	18.38±0.33 <sup>b</sup>	7.09±0.17 <sup>b</sup>	34.39±2.22	2.62±0.03	4.66±0.39 <sup>a</sup>	50.59±1.14
21 month	38.46±0.51 <sup>a</sup>	24.59±0.40 <sup>a</sup>	12.39±0.29 <sup>a</sup>	30.79±1.82	2.58±0.04	5.27±0.02 <sup>a</sup>	51.14±0.71
24 month	33.45±0.51 <sup>b</sup>	18.71±0.36 <sup>b</sup>	7.26±0.18 <sup>b</sup>	34.68±0.34	2.51±0.08	3.82±0.21 <sup>b</sup>	51.05±1.07
<i>Eye of round</i>							
18 month	34.69±0.54 <sup>c</sup>	17.29±0.35 <sup>b</sup>	6.48±0.23 <sup>c</sup>	32.73±0.18	3.16±0.07	4.77±0.50 <sup>ab</sup>	52.09±0.73
21 month	38.45±0.36 <sup>a</sup>	22.44±0.38 <sup>a</sup>	11.38±0.29 <sup>a</sup>	31.74±1.36	3.15±0.05	5.19±0.21 <sup>a</sup>	52.41±0.58
24 month	36.10±0.40 <sup>b</sup>	18.26±0.33 <sup>b</sup>	7.54±0.18 <sup>b</sup>	31.75±1.72	3.04±0.07	3.79±0.36 <sup>b</sup>	50.84±0.45

<sup>1)</sup>Mean±S.E.<sup>a-b</sup>Means in the same column within the same category with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

고하였다.

가열감량은 부위별 각 처리구간에 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 보수력을 비교한 결과 채끝육은 24개월령 그룹이 유의적으로 높았으나 꾸리 및 흥두깨육은 출하월령 그룹 처리구간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ). 이와 관련하여 Kim 등(1996)의 연구보고에서 비거세우와 거세우의 등심내 보수력은 도축월령이 증가함에 따라 증가하는 경향이였으며, 특히 거세우의 경우 16개월령 이후 급격한 보수력의 증가를 보여 28개월령 도축시에는 비거세우(70.00%)에 비하여 거세우에서 보수력이 현저하게 높았다고(78.39%) 하였다. 전단력은 채끝, 꾸리 및 흥두깨육에서 모두 24개월령 그룹이 유의적으로 가장 낮았다( $p<0.05$ ). 근절길이에서도 3개 부위 모두 출하월령 그룹간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ).

연도는 소비자들이 평가하는 쇠고기 맛에 가장 중요한 영향을 주는 요인이다(Savell *et al.*, 1987, 1989; Smith *et al.*, 1987). 고기의 연도는 근섬유 특징과 결체조직 함량에 따라 달라지며 개체간 또는 근육간 심지어 동일한 근육 내에서도 다르게 나타난다(Alsmeyer *et al.*, 1965; Smith *et al.*, 1969). Therkildsen 등(2008)은 동일한 사양조건에서도 개체마다 근육 단백질로 전환되는 특성이 다양하고 부위마다 결체조직, 근내지방, 근섬유 타입 조성 및 성숙도에 따라 육질이 달라진다고 하였으며 또한 홀스타인 암소의 경우 등심보다 우둔부위에 총 콜라겐 및 불용성 콜라겐 함량이 더 많았다고 보고하였다(Jurie *et al.*, 2007). 육색은 소비자들이 고기를 구매할 때 가장 우선적으로 영향을 미치는 구매요인이다(Risvik, 1994). 반면에 고기의 연도는 구매한 이후에 판단할 수 있기 때문에 재구매를 결정하는데 중요한 역할을 한다. 본 연구에서 홀스타인 육우는 거세하여 21-24개월령까지 비육시키는 것이 근내지방 증가 효과가 있었으며 육색, 전단력, 보수력 등의 육질관련 요인들을 고려하

여 판단했을 때 18개월령과 현저한 육질차이가 있음을 알 수 있었다.

### 지방산 조성

비육기간별 3개 부위에 대한 지방산조성 분석결과는 Table 3-5와 같다. 채끝육의 지방산은 24개월령 그룹의 C18:1n9 함량이 50.32%로 가장 높았고 C20:1n9 함량이 0.07%로 다른 출하월령 그룹보다 유의적으로 높았다( $p>0.05$ ). 꾸리 부위의 경우 24개월령 그룹이 C18:1n9, C20:1n9 함량 및 총

**Table 3. Fatty acids composition of striploin muscles from Holstein steers by different fattening periods**

Fatty acid	Fattening periods (months)		
	18	21	24
C14:0	3.18±0.19*	3.04±0.10	2.40±0.40
C16:0	30.76±0.79	29.32±0.50	28.11±1.03
C16:1n7	3.91±0.74	3.35±0.28	3.92±0.40
C18:0	11.65±2.21	14.51±0.64	12.28±0.83
C18:1n7	0.37±0.04	0.30±0.04	0.46±0.08
C18:1n9	47.76±2.16 <sup>b</sup>	46.99±0.53 <sup>b</sup>	50.32±0.80 <sup>a</sup>
C18:2n6	2.08±0.12	2.24±0.18	2.24±0.31
C18:3n3	0.04±0.01	0.05±0.01	0.04±0.00
C18:3n6	0.04±0.00	0.04±0.00	0.03±0.00
C20:1n9	0.03±0.00 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.07±0.00 <sup>a</sup>
C20:4n6	0.20±0.04	0.14±0.02	0.16±0.08
MUFA/SFA	1.17±0.12	1.08±0.04	1.29±0.05
PUFA/SFA	0.05±0.00	0.05±0.00	0.06±0.01
SFA	45.57±2.35	46.87±0.80	42.78±1.02
MUFA	52.08±2.30	50.65±0.74	54.75±0.93
PUFA	2.35±0.14	2.48±0.20	2.47±0.38
n3	0.04±0.01	0.05±0.01	0.04±0.00
n6	2.31±0.13	2.43±0.19	2.44±0.38

\*Mean±S.E.

<sup>a-b</sup>Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 4. Fatty acids composition of chuck tender muscles from Holstein steers by different fattening periods**

Fatty acid	Fattening periods (months)		
	18	21	24
C14:0	2.37±0.10*	2.22±0.11	2.36±0.14
C16:0	26.70±0.25	27.56±0.36	27.38±0.65
C16:1n7	3.43±0.24	2.68±0.21	3.07±0.27
C18:0	13.96±0.75	15.04±0.86	12.77±0.56
C18:1n7	0.28±0.04	0.24±0.03	0.34±0.03
C18:1n9	46.41±1.62 <sup>b</sup>	46.23±0.97 <sup>b</sup>	50.63±0.74 <sup>a</sup>
C18:2n6	4.32±0.34	4.51±1.15	2.98±0.26
C18:3n3	0.06±0.01	0.07±0.01	0.06±0.01
C18:3n6	0.06±0.01	0.06±0.00	0.04±0.01
C20:1n9	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.04±0.01 <sup>b</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>
C20:4n6	2.38±1.32	1.36±0.42	0.29±0.04
MUFA/SFA	1.17±0.06 <sup>ab</sup>	1.10±0.03 <sup>b</sup>	1.28±0.04 <sup>a</sup>
PUFA/SFA	0.16±0.03	0.14±0.04	0.08±0.01
SFA	43.03±0.84	44.81±1.00	42.50±0.86
MUFA	50.17±1.61 <sup>b</sup>	49.19±0.88 <sup>b</sup>	54.11±0.71 <sup>a</sup>
PUFA	6.81±1.16 <sup>a</sup>	6.00±1.53 <sup>a</sup>	3.38±0.29 <sup>b</sup>
n3	0.06±0.01	0.07±0.01	0.06±0.01
n6	6.75±1.16 <sup>a</sup>	5.93±1.53 <sup>a</sup>	3.33±0.28 <sup>b</sup>

\*Mean±S.E.

<sup>a-b</sup>Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 5. Fatty acids composition of eye of round muscles from Holstein steers by different fattening periods**

Fatty acid	Fattening periods (months)		
	18	21	24
C14:0	2.64±0.13*	2.34±0.11	2.59±0.16
C16:0	28.74±0.52	28.90±0.87	28.55±0.63
C16:1n7	4.80±0.41	3.60±0.43	3.30±0.65
C18:0	12.16±0.61	13.22±0.90	11.43±0.74
C18:1n7	0.42±0.06	0.33±0.03	0.41±0.07
C18:1n9	47.26±1.25 <sup>b</sup>	47.11±1.26 <sup>b</sup>	50.69±1.18 <sup>a</sup>
C18:2n6	3.12±0.20	3.51±0.39	2.54±0.32
C18:3n3	0.05±0.00	0.07±0.01	0.05±0.01
C18:3n6	0.04±0.00 <sup>ab</sup>	0.60±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>b</sup>
C20:1n9	0.04±0.00	0.06±0.01	0.06±0.01
C20:4n6	0.73±0.09 <sup>a</sup>	0.82±0.19 <sup>a</sup>	0.35±0.08 <sup>b</sup>
MUFA/SFA	1.21±0.04	1.15±0.04	1.29±0.05
PUFA/SFA	0.09±0.01	0.10±0.01	0.07±0.01
SFA	43.53±0.90	44.45±0.91	42.57±0.93
MUFA	52.53±0.92 <sup>b</sup>	51.09±0.97 <sup>b</sup>	54.45±0.89 <sup>a</sup>
PUFA	3.94±0.27 <sup>a</sup>	4.46±0.58 <sup>a</sup>	2.98±0.40 <sup>b</sup>
n3	0.05±0.00	0.07±0.01	0.05±0.01
n6	3.89±0.26	4.39±0.57	2.93±0.39

\*Mean±S.E.

<sup>a-b</sup>Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

단일불포화지방산(MUFA) 함량이 유의적으로 가장 높았던 반면 C20:4n6 함량 및 총 다가불포화지방산(PUFA) 함량은 유의적으로 가장 낮은 경향을 나타냈다( $p<0.05$ ). n-6계열 총 지방산 함량이 24개월령에서 가장 낮은 것으로 분석되었다

( $p<0.05$ ). 흉두께 부위의 경우 C18:1n9 함량 및 총 단일불포화지방산(MUFA) 함량은 다른 부위와 마찬가지로 24개월령 그룹이 가장 높았으며 C18:3n6과 C20:4n6 함량 및 총 다가불포화지방산(PUFA) 함량은 유의적으로 가장 낮은 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 본 연구결과는 Kim 등(1996)이 거세한우를 20-24개월령 출하월령별로 지방산을 분석한 결과 출하월령이 증가할수록 palmitic acid (C16:0)과 stearic acid (C18:0)를 포함한 총 포화지방산 비율은 감소하였고 oleic acid 및 linoleic acid (C18:2)을 포함한 총 불포화지방산 함량은 증가하는 경향이었던 결과와는 일치하였으나 Kim 등(1996)이 거세한우와 동시에 비교한 홀스타인 거세육우의 경우 출하월령이 17-19개월령으로 증가할수록 포화지방산 비율은 증가하였고 불포화지방산 비율은 감소하였다는 결과와는 차이가 있었는데 이는 지방조성이 품종보다는 비육기간과 출하시기에 의한 영향력이 더 큰 것으로 사료된다. 18-24개월 출하월령에 따른 올레인산 증가는 전반적인 총 단일불포화지방산 함량 증가에 영향을 주었다 지방산 조성은 인간의 건강과 영양 면에서 대단히 중요하다. 다수의 연구결과에 의하면 식이 지방 내 포화지방산의 함량이 쇠고기 향미와 체지방 조성에 영향을 미친다고 보고한 바 있었다(Bozzolo *et al.*, 1990; Purchas *et al.*, 1979; Turek *et al.*, 1996; Zhang *et al.*, 1999). 지방산의 불포화도 증가는 돼지고기보다 소와 같은 반추동물에서 더 많은 향기성분의 변화를 가져온다고 하며(Melton, 1990), 쇠고기의 경우 품종, 연령, 성별 및 사양조건에 따라 지방산 조성의 차이가 있다고 한다(Huerta-Leidenz *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 2009).

## 결론

비육기간에 따른 출하월령별(18, 21, 24개월) 홀스타인 거세육우의 채끝(striploin), 꾸리(chuck tender) 및 흉두께(eye of round)육의 이화학적 성분조성 및 육질특성을 비교한 결과 부위에 따른 차이가 있었다. 육색은 3개 부위에서 모두 백색도, 적색도 및 황색도에서 21개월령이 가장 높았다. 24개월령까지 비육하여 출하할 경우 평균 출하등급을 상승과 함께 근내지방 함량 및 올레인산 함량이 증가하였고 보수력은 높으면서 전단력이 낮아져 육질 면에서 유리한 점이 있었으므로 이러한 결과를 바탕으로 비육시키되 사료 비용 등 생산비용을 감안한 경제성 분석을 동반하여 홀스타인 거세육우의 출하월령을 결정하는 것이 합리적일 것으로 생각된다.

## 감사의 글

이 논문은 2011-2012년도 농촌진흥청 국립축산과학원 경상연구비에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Alsmeyer, R. L., Thornton, J. W., and Hiner, R. I. (1965) Some dorsolateral location tenderness differences in the *longissimus dorsi* muscle of beef and pork. *J. Anim. Sci.* **24**, 526-530.
2. AOAC (2006) Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., pp. 210-219.
3. Boccard, R. L., Naude, R. T., Crouse, D. E., Shim, M. C., Venter, H. J., and Rossow, F. I. (1979) The influence of age, sex and breed of cattle on their muscle characteristics. *Meat Sci.* **3**, 261-265.
4. Bozzolo, H., Bouillier, O. M., Boisseson, E., De Chasson, M., and Grasset, D. (1990) Effect of performance on characteristics of adipose tissue of lambs weaned early and given a concentrate high in energy. *Annales de Zootechnie.* **39**, 77-94.
5. Bruns, K. W., Pritchard, R. H., and Boggs, D. L. (2004) The relationships among body weight, body composition, and intramuscular fat content in steers. *J. Anim. Sci.* **82**, 1315-1322.
6. Campo, M. M., Sañudo, C., Panea, B., Alberti, P., and Santolaria, P. (1999) Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Meat Sci.* **51**, 383-390.
7. CIE. (1986) Colorimetry. 2<sup>nd</sup> ed., Commission Internationale de Leclairage l'Eclairage, Publication CIE No. 15.2. Vienna.
8. Cranwell, C. D., Unruh, J. A., Brethour, J. R., and Simms, D. D. (1996) Influence of steroid on plants and concentrate feeding on carcass and *longissimus* muscle sensory and collagen characteristics of cull beef cows. *J. Anim. Sci.* **74**, 1777-1783.
9. Field, R. A. (1971) Effect of castration on meat quality and quantity. *J. Anim. Sci.* **32**, 849-858.
10. Field, R., McCormick, R., Balasubramanian, V., Sanson, D., Wise, J., Hixon, D., Riley, M., and Russell, W. (1997) Tenderness variation among loin steaks from A and C maturity carcasses of heifers similar in chronological age. *J. Anim. Sci.* **75**, 693-699.
11. Folch, J., Lees, M., and Stanley, G. H. S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissue. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-500.
12. Gotoh, T., Albrecht, E., Teuscher, F., Kawabata, K., Sakahita, K., Iwamoto, H., and Wegner, J. (2009) Differences in muscle and fat accretion in Japanese Black and European cattle. *Meat Sci.* **82**, 300-308.
13. Gorocica-Buenfil, M. A., Flubarty, F. L., Reynolds, C. K., and Loerch, S. C. (2007) Effect of dietary vitamin A concentration and roasted soybean inclusion on marbling adipose cellularity and fatty acid composition of beef. *J. Anim. Sci.* **85**, 2230-2242.
14. Grunert, K. G., Bredahl, L., and Brunse, K. (2004) Consumer perception of meat quality and implication for product development in the meat science-A review. *Meat Sci.* **66**, 259-272.
15. Honikel, K. O. (1998) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* **49**, 447-457.
16. Huerta-Leidenz, N. O., Cross, H. R., Savell, J. W., Lunt, K. K., Baker, J. F., Pelton, L. S., and Smith, S. B. (1993) Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. *J. Anim. Sci.* **71**, 625-630.
17. Habermann, W., Luger, K., Frickh, J., Zollitsch, W., and Lettner, F. (2000) 'Lohnt sich ausmast von altkühen Untersuchungen zur fütterungsin-tensität, fleischbeschaffenheit und wirtschaftlichkeit' (in Germany) *Die Bodenkultur.* **51**, 59-69.
18. Jurie, C., Picard, B., Hocquette, J. F., Dransfield, E., Micol, D., and Lustrat, A. (2007) Muscle and meat quality characteristics of Holstein and Salers cull cows. *Meat Sci.* **77**, 459-466.
19. Kang, S. W., Ki, K. S., Oh, Y. K., Kim, K. H., and Choi, C. W. (2005) Effects of roughage feeding type during growing and early-fattening periods on growth performance, feed efficiency and carcass characteristics in Holstein steers. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 769-782.
20. Kim, D. G., Jung, K. K., Sung, S. K., Choi, C. B., Kim, S. K., Kim, D. Y., and Choi, B. J. (1996) Effects of age on the carcass characteristics of Hanwoo and Holstein steers. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **38**, 268-274.
21. Knight, T. W., Cosgrove, G. P., Death, A. F., and Anderson, C. B. (1999) Effect of interval from castration of bulls to slaughter on carcass characteristics and meat quality. *New Zealand J. Agric. Res.* **42**, 269-277.
22. Korea Institute for Animal Product's Quality Evaluation (KAPE) (2012) Animal Products Grading Statistical Yearbook.
23. Liu, A., Nishimura, T., and Takahashi, K. (1996) Relationship structural properties of intramuscular connective tissue and toughness of various chicken skeletal muscles. *Meat Sci.* **43**, 43-49.
24. Mach, N., Bach, A., Realini, C. E., Font, I., Furnols, M., and Velarde, A. (2009) Burdizzo pre-pubertal castration effects on performance, behavior, carcass characteristics and meat quality of Holstein bulls fed high concentrate diets. *Meat Sci.* **81**, 329-334.
25. Marti, S., Realini, C. E., Bach, A., Ferez-juan, M., and Devant, M. (2011) Effect of vitamin A restriction on performance and meat quality in finishing Holstein bulls and steers. *Meat Sci.* **89**, 412-418.
26. Melton, S. L. (1990) Effect of feeds on flavor of red meat : A review. *J. Anim. Sci.* **68**, 4421-4435.
27. MIFAFF (Ministry for Food, Agriculture, Forest and Fisheries). (2012) Information and data of agricultural statistics of Korea. <http://ebook.maf.go.kr/07stat> (assessed June 25, 2013).
28. Morgan, J. R., Wheeler, T. L., Koohmaraie, M., Savell, J. W., and Crouse, J. D. (1993) Meat tenderness and the calpain proteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. *J. Anim. Sci.* **71**, 1471-1476.
29. Morrison, W. R. and Smith, L. M. (1964) Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoridemethanol. *J. Lipid Res.* **5**, 600-608.
30. National Livestock Cooperatives Federation (NLCF) (1998). Korean carcass grading standard. Seoul: National Livestock Cooperatives Federation.
31. Li, L. Q., Tian, W. Q., and Zan, K. S. (2011) Effects of age on quality of beef from Qinchuan cattle carcass. *Agric. Sci.*

- (China). **10**, 1765-1771.
32. Pethick, D. W., Harper, G. S., and Oddy, V. H. (2004) Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: A review. *Australian J. Exp. Agric.* **44**, 705-715.
  33. Platter, W. J., Tatum, J. D., Belk, K. E., Koontz, S. R., Chapman, P. L., and Smith, G. C. (2005) Effects of marbling and shear force on consumers' willingness to pay for beef strip loin steaks. *J. Anim. Sci.* **83**, 890-899.
  34. Purchas, R. W., O'Brien, L. E., and Pendleton, C. M. (1979) Some effects of nutrition and castration on meat production from male Suffolk cross (Border Leicester-Romney cross) lambs. *New Zealand J. Agric. Res.* **22**, 375-395.
  35. Purchas, R. W., Burnham, D. L., and Morris, S. T. (2002) Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *J. Anim. Sci.* **80**, 3211-3221.
  36. Risvik, E. (1994) Sensory properties and preferences. *Meat Sci.* **36**, 67-77.
  37. Robelin, J. (1989) Growth of adipose tissues in cattle; partitioning between depots, chemical composition and cellularity. A review. *Livest. Prod. Sci.* **14**, 349-364.
  38. Ryoichi, S., Deguchi, T., and Nagata, Y. (1993) Effectiveness of the filter paper press methods for determining the water holding capacity of meat. *Fleischwirtsch* **73**, 1399.
  39. SAS. (2008) SAS/STAT Software for PC. Release 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
  40. Smith, G. C., Carpenter, Z. L., and King, G. T. (1969) Considerations for beef tenderness evaluation. *J. Food Sci.* **34**, 612-617.
  41. Smith, G. C., Savell, J. W., Cross, H. R., Carpenter, Z. L., Murrephy, C. E., Davis, G. W., Abraham, H. C., Parrish, F. C., and Berry, B. W. (1987) Relationship of USDA quality grades to palatability of cooked beef. *J. Food Qual.* **10**, 269-287.
  42. Smith, S. B., Gill, C. A., Lunt, D. K., and Brooks, M. A. (2009) Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. *Asian-Aust J. Anim. Sci.* **22**, 1225-1233.
  43. Savell, J. W., Branson, R. E., Cross, H. R., Stiffler, D. M., Wise, J. W., Griffin, D. B., and Smith, G. C. (1987) National consumer retail beef study: palatability evaluations of beef loin steaks that differed in marbling. *J. Food Sci.* **52**, 517-519, 532.
  44. Savell, J. W., Cross, H. R., Francis, J. J., Wise, J. W., Hale, D. S., Wilkes, D. L., and Smith, G. C. (1989) National consumer retail beef study: Interaction of trim level, price and grade on consumer acceptance of beef steaks and roasts. *Food Qual.* **12**, 251-274.
  45. Thekildsen, M., Houbak, M. B., and Byrne, D. V. (2008) Feeding strategy for improving tenderness has opposite effects in two different muscles. *Meat Sci.* **74**, 253-264.
  46. Thompson, J. (2001) The relationship between marbling and sensory traits. In: Proc. Marbling Symposium, Coffs Harbour, Australia, pp. 30-35.
  47. Turek, J. J., Schoenlein, I. A., Watkins, B. A., Vanalstine, W. G., Clark, L. K., and Knox, K. (1996) Dietary polyunsaturated fatty acids modulate responses of pigs to mycoplasma-hyopneumoniae infection. *J. Nutr.* **126**, 1541-1548.
  48. 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.
  49. Wulf, D. M., Tatum, J. D., Green, R. D., Morgan, J. B., Golden, B. L., and Smith, G. C. (1996) Genetic influences on beef longissimus palatability in Charolais- and Limousin-sired steers and heifers. *J. Anim. Sci.* **74**, 2394-2305.
  50. Westerling, D. B. and Hedrick, H. B. (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.
  51. Zhang, J. J., Sasaki, S., Amano, K., and Kesteloot, H. (1999) Fish consumption and mortality from all causes, ischemic heart disease, and stroke: An ecological study. *Preventive Medicine* **28**, 520-529.

(Received 2013.6.30/Revised 2013.9.23/Accepted 2013.9.24)