Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 39(4): 250~257, 2019
https://doi.org/10.5333/KGFS.2019.39.4.250

ISSN 2287-5824 (Print)
ISSN 2287-5832 (Online)

Research Article

산간지 방목이 거세한우의 성장특성 및 도체형질에 미치는 영향

이은미[1], 정기용[2], 김의형[1], 안준상[1], 박보혜[1], 강동훈[1], 장선식[1,*]
[1]국립축산과학원 한우연구소, [2]한국농수산대학교

Effect of Mountain Grazing on Growth Performance and Carcass Characteristics of Hanwoo Steers

Eun Mee Lee[1], Ki Yong Chung[2], Ui-Hyung Kim[1], Jun Sang Ahn[1], Bo Hye Park[1], Dong Hun Kang[1] and Sun Sik Jang[1,*]

[1]Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25340, Korea
[2]Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju, 54874, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effect of mountain grazing on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. Thirty two Hanwoo steers were randomly assigned. Control were fed concentrate + forage until 30 month of age. Treatment1 were fed concentrate + forage after mountain grazing from 8 to 13 months. Treatment2 and 3 were fed concentrate + forage after mountain grazing from 8 to 17 months. Hanwoo steers on Treatment 1 and 2 were slaughtered at the same age (30 months) as the control, and Hanwoo steers on Treatment 3 were slaughtered at 31 months. The average daily gain (ADG) were higher in the control than in the other treatments during the growing period (p<0.05). Carcass back fat thickness was thicker in the TRT 3 and marbling score was higher in the TRT 1 than in the other treatments; however, the differences were not statistically significant. There was no difference in the meat composition and shear force of the *longissimus* muscle according to the mountain grazing. However, the yellowness (b) of fat colors were significantly lower in the control than in the TRT 1 and TRT 2 (p<0.05). The effect of grazing on fatty acid composition was not constant. In conclusion, mountain grazing could reduce meat color without affecting the growth and meat quality of Hanwoo steers, and further research on the quality, yield and intake of grassland would be needed.

(**Key words**: Hanwoo steers, Mountain grazing, Growth performance, Carcass characteristics)

Ⅰ. 서 론

한우는 고급육 생산을 위해 장기간의 비육시스템을 도입하여 배합사료와 조사료 또는 TMR(total mixed ration)를 급여하는 프로그램으로 사육되고 있으며, 육성기 단계에서 양질 조사료의 급여는 매우 중요하게 보고되고 있다(Kim, 2006). 우리나라의 경우 기후조건 및 국토면적의 제한으로 사료 원료 및 양질 조사료의 대부분을 수입에 의존하고 있으며, 그 결과 한우 비육우의 생산비 중 약 40~50%를 사료비가 차지하고 있다. 또한, 최근 기후변화로 인한 사료원료의 생산성 저하와 곡물 수요의 증가(바이오 에탄올, 중국과 같은 축산 신흥국의 축산기반 확대)의 영향으로 국제 곡물가격 상승에 따른 사료비가 지속적으로 증가되고 있어 한우 산업에 부정적인 영향을 미치고 있다. 이 같은 상황에서 농후사료 위주의 사육체계를 조사료 위주로 개선하여 사료비를 절감하고, 생산비를 감소시키는 방목형 비육시스템의 필요성이 요구되고 있다. 또한 최근에는 지방이 적고, 풀을 먹고 건강하게 자란 소고기에 대한 소비자의 수요 및 관심 증가로 인해 우리나라 지역특성을 활용한 산간지 방목형 비육 시스템 개발이 주목받고 있다. 방목을 통한 조사료 위주의 급여는 건물섭취량을 충족시킬 수 있으며, 배합사료 제한과 수입 조사료의 사용 감소로 생산비를 절감 시킬 수 있다(Kang et al., 1997: Lee, 2017). 또한, 조사료 자체의 18:3 계열 지방산 비율이 높기 때문에 기능성 쇠고기 생산을 통해 소비자에게 제공할 수 있다. 하지만, 일부 연구결과에서 방목 또는 조사료 위주의 급여가 비육우의 증체량, 배최장근단면적, 육량등급, 근내지방도 및 육질등급을 저하시키고(Lunt and Orme, 1987; Harris et al., 1997), 육색, 연도 및 맛에 부정적인

*Corresponding author: Sun Sik Jang, Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25340, Korea, Tel: +82-33-330-0693, Fax: +82-33-335-5106, E-mail: jangsc@korea.kr

영향 미치는(Priolo et al., 2001) 것으로 보고되고 있어 방목 수준에 따라 비육우의 생산성과 소고기 기호성을 감소시킬 수 있다.

따라서 본 연구는 산간지 방목기간에 따른 거세한우의 성장특성 및 도체형질에 미치는 영향 검토하여 고급육 생산을 유지하고 생산비를 절감시킬 수 있는 방목형 비육프로그램 및 기능성 쇠고기 생산 기술을 개발하기 위한 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 시험장소, 공시동물 및 시험기간

본 연구는 국립축산과학원 한우연구소에서 수행되었으며, 공시동물은 8개월령 한우 거세우 32두(227.5±27.6kg)를 이용하여, 약 22개월 동안 사육하였다.

2. 실험설계 및 사양관리

시험구 배치는 육성기부터 출하시까지 일반 비육프로그램(30개월)으로 사육되는 대조구(Control)와 육성기부터 5개월간 방목 후 30개월에 출하되는 처리구(TRT 1), 육성기부터 9개월 방목후 30개월에 출하되는 처리구(TRT 2) 및 육성기부터 9개월 방목 후 31개월에 출하되는 처리구(TRT 3)로 4처리 하였으며, 처리구당 한우 거세우 8두씩 배치하였고, 모든 방목 처리구는 방목기간 이후에 출하시까지 일반 비육프로그램으로 전환하여 사육하였다.

일반 비육프로그램의 사료급여는 비육단계에 따라 시판 배합사료(육성기, 비육전기 및 비육후기)와 볏짚을 이용하였으며, 사료는 1일 2회(오전 8:00 및 오후 17:00) 나누어 급여하였으며, 무기물과 물은 자유롭게 섭취 할 수 있도록 하였다.

산간지 방목은 국립축산과학원 한우연구소 산간초지(110,797m^2, 4,617m^2/두)를 3구획으로 나누어 이용하였으며, 1m^2 당 초지 생산량은 1.37kg 이었다. 윤환방목은 일주일에 1회씩 실시하였고, 방목기간은 5월부터 10월까지 이었으며, 처리구 2 및 3의 경우 겨울철에는 배합사료를 제한하고, 방목초지에서 생산된 조사료를 무제한 급여하였다. 산간지 방목시 비육단계별 배합사료는 시험개시부터(생후 8개월령) 체중의 0.6%로 급여하였으며, 이후 매달 0.1% 증량하여 최대 1.0%까지 추가 급여 하였고, 방목지의 초지는 티모시, 오차드 글라스 및 레드 클로버를 혼파하여 조성되었다. 산간지 방목을 이용한 거세한우 비육프로그램 및 시험사료의 화학적 조성은 Fig. 1 및 Table 1에 나타낸 바와 같다.

3. 조사항목 및 분석방법

1) 사양성적 및 사료분석

체중 측정은 두달에 1회 씩 축사 내에 설치된 우형기(CAS Korea, Newton HT-501A)를 이용하여 오전 사료 급여 전에 측정하였다. 일당증체량은 체중 측정결과 및 사양일수를 근거로 도출하였으며, 사료요구율은 건물섭취량과 일당증체량을 이용하여 산출하였다.

시험사료의 건물, 조단백질, 조회분, 조지방 및 조섬유는 AOAC (2005) 방법에 준하여 분석하였으며, neutral detergent fiber (NDF) 및 acid detergent fiber (ADF)는 Filter bag (Ankom F57, Ankom Technology, New York, USA)을 이용하여 Van Soest et al. (1991)의 방법에 준하여 분석하였다.

2) 도체등급

도체의 등급판정은 사양시험 종료 후 모든 공시축을 축산물공

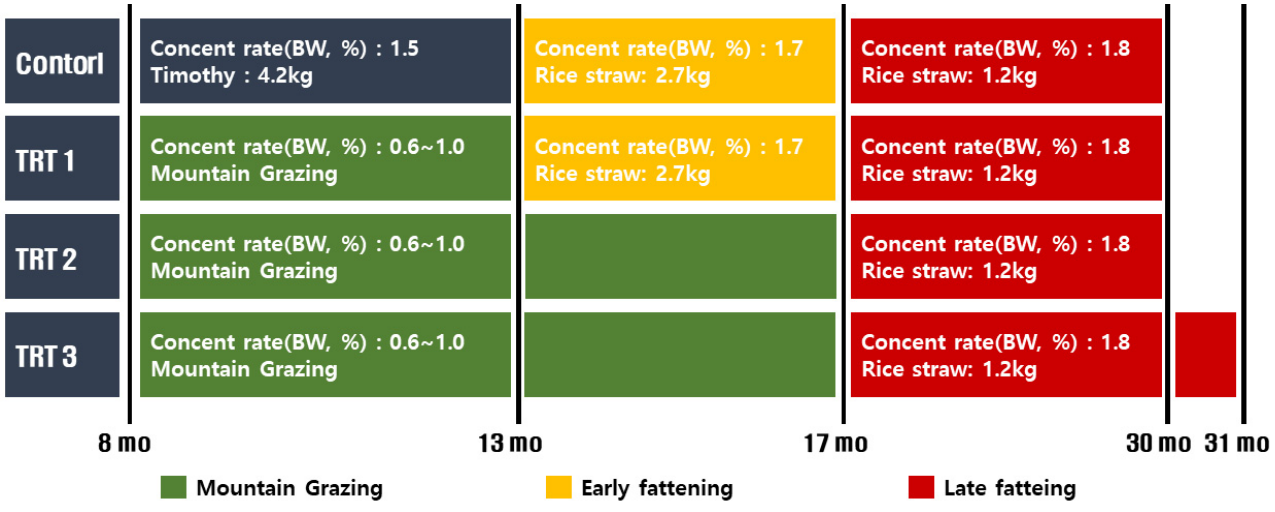

Fig 1. Feeding program according to mountain grazing.

Table 1. Chemical composition of experimental diets (%, DM basis)

Items	Concentrate			Forage		
	Growing	Early fattening	Late fatteing	Pasture	Timothy	Rice straw
Dry matter	88.36	88.84	87.96	19.82	89.43	89.51
Crude protein	14.58	14.22	12.42	18.25	11.25	6.77
Ether extract	2.96	3.25	3.68	2.23	4.51	2.52
Crude fiber	11.30	8.68	9.53	30.26	26.25	34.91
Crude ash	6.64	6.63	6.14	6.58	8.31	5.41
NDF[1)]	22.64	22.48	21.01	59.25	53.42	68.77
ADF[2)]	10.69	10.95	9.88	30.23	27.52	38.22

[1)]NDF: Nuetral detergent fiber; [2)]ADF: Acid detergent fiber;

판장에 출하시켜 도축하였으며, 0℃에서 18~24 시간 동안 도체를 현수 시킨 후 육량 판정요인(도체중, 등지방두께 및 배최장근단면적)과 육질 판정요인(근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도)을 소도체등급판정기준 (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, MAFRA 2017)에 따라 축산물등급판정사가 판정하였다.

등심은 도체등급 판정이 완료된 냉도체의 13번째 흉추와 1번째 요추 사이에서 채취하였으며, 실험실로 운반 후 5°C 환경인 저장실에서 지방, 혈액 및 결체조직을 제거한 후 도체품질을 분석하였다.

3) 도체특성

등심의 일반성분은 AOAC (2005)의 방법에 따라 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량을 측정하였으며, pH는 등심 10 g에 증류수 90 mL를 첨가한 후 homogenizer (PolyTron PT-2500 E, Kinematica, Lucerne, Switzerland)로 균질시켜 pH meter (Corning 445, Corning, New York, USA)로 측정하였다.

육색은 근육을 절단하여 절단면을 공기 중에 30분 정도 노출시킨 후 chromameter (Minolta Co. CR-300, Japan)를 이용하여 CIE (Commision Internationale de Leclairage) L* (Lightness), a* (Redness), b* (Yellowness)의 값을 3반복 측정하여 평균값을 적용하였다. 이때 사용한 기준색 표준판은 Y=92.40, x=0.3136, y=0.3196의 백색타일을 이용하여 고정한 다음 시료의 색차를 측정하였다.

전단력은 등심을 3 cm^2두께의 스테이크 모양으로 근섬유방향과 직각이 되도록 근육을 절단하여 80℃에서 40분간 가열한 후 흐르는 물에 20분간 방냉 하였다. 방냉 한 시료에서 직경 1.27 cm^2를 근섬유 방향에 따라 원통형으로 뚫어 시료를 채취한 후 Instron Univeral Testing Machine (Model 4465, UK)를 이용하여 근섬유 방향과 직각 방향으로 절단하여 전단력을 측정하여 8회 이상 반복 측정하였다.

등심의 지방산 조성은 Folch의 방법(Folch et al., 1957)에 준하여 분석하였다. 30 mL의 튜브에 시료 0.5 g을 칭량 후 chloroform-methanol (2:1) 용액 20 mL와 0.88% NaCl 용액 5 mL를 가한 다음 5분간 shaking 시킨 후 4℃ 인큐베이터에서 36시간 방치시켰다. 36시간 후 원심분리(1,250 × g, 4℃, 30분)를 통해 하층액을 25 mL 튜브에 담고 질소가스로 유기용매를 휘발시킨 후 0.5N methanolic NaOH를 1 mL 첨가하고 15분간 가열한 후 냉각시키고, 다시 14% BF3-methanol 2mL를 첨가하고 15분간 가열 후 냉각시켜 1 mL의 heptane과 2 mL의 포화 NaCl 용액을 가하여 튜브를 vortexing한 다음 40분 이상 20±5 ℃ 조건에서 방치시켰다. 다음으로 상층액을 피펫으로 채취하여 vial에 담아 gas chromatography (Shimadzu-17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 지방산을 분석하였다.

4. 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 성적들은 SAS (Statistical Analysis System software version 9.2)의 MIXED방법을 이용하여 분석하였다(처리구, 시간 및 처리구 × 시간 상관관계). 각각의 한우 수소 개체를 실험 유닛으로 사용하였다. ≤0.05의 p-value 값을 유의성이 있는 것으로, 0.05>p≤0.10을 경향 치로 분석 하였다

Ⅲ. 결과 및 고찰

산간지 방목이 거세한우의 성장특성에 미치는 영향은 Table 2에 나타난 바와 같다. 시험 개시체중은 처리간 비슷한 수준이었지만, 육성기 종료체중은 모든 방목 처리구에 비해 대조구에서 높게 나타났다. 이후 동일한 월령 대비 비육기 및 시험 종료시까지 대조구의 체중이 가장 높은 결과를 보였으며, TRT 3의 경우 1달간 연장 사육으로 인해 시험 종료 체중이 대조구와 유사하게 나타났다. 일당증체량은 육성기 기간 동안 방목 처리구에 비해 대조구에서 49~65% 유의적으로 높게 나타났으며(p<0.02), 비육전기에는 TRT 1, 비육후기에는 대조구에서 높았지만 통계적인 결과는 없었다.

Table 2. Effects of mountain grazing on growth performance of Hanwoo steers

Item	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	SEM	Pr〉F
			Growing			
Initial BW[1)] (kg)	233.7±8.3	224.8±9.6	222.0±13.8	230.13±8.0	28.73	0.86
Final BW (kg)	343.5±18.3	303.2±14.7	301.5±10.9	305.00±11.1	39.86	0.12
ADG[2)] (kg)	0.87±0.08[a]	0.54±0.10[b]	0.42±0.10[b]	0.37±0.15[b]	0.31	0.02
			Early fattening			
Initial BW (kg)	343.5±18.3	303.2±14.7	301.5±10.9	305.0±11.1	39.86	0.12
Final BW (kg)	415.4±21.5	391.8±20.8	375.9±13.9	379.5±15.5	51.47	0.42
ADG (kg)	0.59±0.05	0.64±0.06	0.62±0.04	0.63±0.04	0.14	0.89
			Late fattening			
Initial BW (kg)	415.4±21.5	391.8±20.8	375.9±13.9	379.5±15.5	51.47	0.42
Final BW (kg)	756.1±28.9	702.0±41.5	708.5±20.6	708.3±24.1	80.56	0.52
ADG (kg)	0.87±0.04	0.77±0.06	0.76±0.03	0.78±0.05	0.12	0.32
Final BW(31 mo, kg)				759.3±26.5		

[ab]means with different superscripts in the same row differ significantly
[1)]BW: body weight; [2)]ADG: average daily gain;

본 연구결과에서 대조구에 비해 모든 방목 처리구에서 체중이 감소된 것은 육성기 기간 동안의 성장차이가 영향을 미친 것으로 판단되는데, Owens 등(1995)은 성장 초기단계에서 영양이 제한되면 이후 성장이 회복되지 않지만, 어느 정도 성장이 완료된 후기단계의 영양 제한은 회복될 수 있는 것으로 보고하였으며, Cho et al. (1997)은 9개월령 방목구 처리구에서 비육시 체중이 낮게 나타난 것은 방목으로 인한 발육부진으로 회복이 늦어진 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 비육기간 동안 일당증체량 차이가 없었기 때문에 육성기 방목으로 인한 영양소 요구량이 충족되지 못한 점이 원인인 것으로 판단된다. 또한, 방목시 일반 사양에 비해 체중이 적게 나타났으며, 비육기간을 2개월 연장하였을 때 일반 사양과 비슷한 체중을 보였다는 연구결과(Harris et al., 1997; Smith et al., 2007)도 본 연구를 뒷 받침 해주고 있다.

따라서, 거세한우의 육성기에는 일반적인 비육프로그램으로 사육하고 비육전기부터 방목을 실시하거나, 육성기 방목시 배합사료 급여량을 증량시켜주는 것이 성장에 있어서 효과적일 것으로 판단된다.

산간지 방목이 거세한우의 성장특성에 미치는 영향은 Table 3에 나타난 바와 같다. 도체중 대조구가 방목 처리구에 비해 높게 나타났으며, 등지방두께는 5개월 방목 처리구인 TRT 1에서 가장 얇은 경향을 보였지만 처리간 유의적인 차이는 없었다. 등심단면적은 대조구에서 가장 높았으며, 방목기간이 늘어날수록 감소되는 경향을 보였다. 근내지방도는 방목 9개월 처리구인 TRT 2에서 높게 나타났지만, 방목기간에 따른 일관된 경향을 보이지 않았으며, 육색 및 지방색은 처리구간 비슷한 수준이었다. 조직감은 방목 5개월 처리구인 TRT 1가 다른 처리구들에 비해 높았으며, TRT 2와 유의적인 차이를 보였다(p<0.02). 성숙도는 처리간 차이가 없었으며, 1등급 이상 출현율은 근내지방도의 영향으로 TRT 2에서 높았다.

본 연구결과에서 대조구의 도체중이 가장 높게 나타난 것은 출하체중의 영향으로 판단되며, 방목 처리구에서 등지방두께가 감소되는 경향을 보인 것은 대조구에 비해 상대적으로 부족한 영양으로 인한 지방 합성 감소로 추측된다(Owens et al., 1993). Kang 등(2005)은 육성기 동안 충분한 조사료의 공급은 등지방두께를 감소시키는 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보고한 바 있다. 그러나 방목 이후에 사육기간 연장은 등지방두께를 증가시킬 수 있기 때문에 30개월령 전에 출하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

한편, 반추위에서 조사료의 발효로 생성되는 acetate는 지방세포의 분화 및 성장에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있는데, Delgerzul Baatar 등(2017)는 근내지방 조직으로부터 분리한 세포의 근성장과 분화가 농도에 비례해서 증가되는 것으로 보고한 바 있으며, Hwang (2017)의 연구에서도 조사료 위주의 급여로 인해 근내지방도가 증가된 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 방목 9개월 처리구인 TRT 2에서 근내지방도가 가장 높게 나타나 이전 연구결과와 일치하는 경향을 보였지만 방목 5개월 및 방목 9개월 후 1개월 연장 처리에서는 대조구에 비해 근내지방도가 낮게 나타났기 때문에 향후 관련 연구가 필요할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구결과 육성기부터 9개월 동안 방목을 실시하고, 이후에는 일반적인 비육프로그램으로 변화하는 방법이 등지방두께 감소와 근내지방도 증가를 통한 도체등급 향상에 가장 효과적

Table 3. Effects of mountain grazing on carcass characteristics of Hanwoo steers

Items	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	SEM	Pr>F
Yield traits[1)]						
Carcass weight (kg)	453.38±20.22	409.86±24.07	414.63±14.59	411.88±17.71	53.31	0.33
Rib eye area (cm^2)	94.00±3.36	90.43±5.98	86.88±3.43	81.75±2.14	10.63	0.15
Back fat thickness (mm)	9.63±1.31	8.00±0.72	8.38±0.42	10.13±1.06	2.65	0.36
Yield index	66.90±0.92	68.33±0.54	67.52±0.32	65.82±0.93	2.05	0.13
Yield grade (A:B:C)	3:5:0	4:3:0	4:4:0	1:6:1	-	-
Quality traits[2)]						
Marbling score	5.13±0.69	3.29±0.75	5.38±0.26	4.25±0.59	1.65	0.08
Meat color	4.50±0.19	5.00±0.22	4.63±0.18	4.75±0.16	0.52	0.31
Fat color	3.00±0.00	3.14±0.26	3.13±0.13	3.00±0.00	0.37	0.80
Texture	$1.25±0.16^{b}$	$1.86±0.14^{a}$	$1.13±0.13^{b}$	$1.50±0.19^{ab}$	0.44	0.02
Maturity	2.00±0.00	2.43±0.43	2.00±0.00	2.00±0.00	0.53	0.34
Quality grade (1^{++}:1^{+}:1:2:3)	1:4:1:2:0	0:2:0:4:1	0:4:4:0:0	0:2:3:3:0	-	-

[ab]means with different superscripts in the same row differ significantly

[1)]Area was measured from longissimus muscle taken at 13th rib and back fat thickness was also measured at 13th rib; Yield index was calculated using the following equation: 68.184 - (0.625 × back fat thickness (mm)) + (0.130 × rib eye area (cm2)) - (0.024 × dressed weight amount (kg)); Carcass yield grades from C (low yield) to A (high yield).

[2)]Grading ranges are 1 to 9 for marbling score with higher numbers for better quality (1 = devoid, 9 = abundant); meat color (1 = bright red, 7 = dark red); fat color (1 = creamy white, 7 = yellowish); texture (1 = soft, 3 = firm); quality grades from 3 (low quality) to 1++ (very high quality).

TRT 1 : One head died (disease)

Table 4. Effects of mountain grazing on meat composition and shear force in *longissimus* muscle of Hanwoo steers

Item	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	SEM	Pr>F
Moisture (%)	66.19±1.05	68.20±1.19	63.93±1.21	66.17±0.73	2.93	0.07
Crude protein (%)	11.67±1.37	8.26±1.67	14.37±1.65	11.79±1.00	3.98	0.07
Ether extract (%)	20.16±0.37	21.17±0.53	19.99±0.40	19.95±0.28	1.09	0.13
Crude ash (%)	0.85±0.01	0.90±0.02	0.84±0.02	0.85±0.02	0.05	0.16
Shear force (㎏/$0.5inch^2$)	3.28±0.28	3.95±0.57	3.69±0.30	3.98±0.46	1.13	0.59

일 것으로 판단된다.

산간지 방목이 거세한우 등심의 일반성분 및 전단력에 미치는 영향은 Table 4에 나타난 바와 같다. 등심의 수분함량은 TRT 2에서 가장 낮고, TRT 1에서 높게 나타났지만, 반대로 조지방 함량은 TRT 2에서 높았고 TRT 1에서 낮게 나타나 상반되는 결과를 보였다. 조단백질 및 조회분 함량은 다른 처리구에 비해 TRT 2에서 가장 높았고, 등심의 전단력은 모든 방목 처리구에 비해 대조구에서 낮게 나타났지만 유의적인 차이는 없었다.

등심의 일반성분은 육질등급에 영향을 받는 것으로 보고되고 있는데, 육질등급이 높을수록 수분 함량은 감소되며(Lee et al., 2010) 조지방 함량은 증가되는(Kelly et al., 1968; Lee et al., 2004) 반비례적인 관계로 보고되고 있다. 본 연구에서도 육질등급이 가장 우수하였던 TRT 2의 조지방 함량이 가장 높고 수분 함량은 가장 낮게 나타나 선행 연구결과와 일치하는 것으로 판단된다. 한편, 전단력은 방목, 광범위한 운동 등의 영향은 전단력을 증가시켜 연도를 저하시키는 것으로 보고되고 있다(Vestergaard et al., 2000; Brewer et al., 2003). 본 연구에서도 대조구에 비해 방목 처리구에서 전단력이 증가되는 경향을 보였지만 처리간 차이는 적었기 때문에 9개월 수준의 방목이 전단력에 미치는 영향은 낮은 것으로 판단된다. French 등(2001)의 연구에서는 풀 급여량이 증가하여도 등심의 전단력은 차이가 없었다고 하여 본 연구결과를 뒷받침 해주고 있다.

따라서 본 연구결과 방목기간이 등심의 일반성분 및 전단력에 미치는 영향은 적은 것으로 판단되지만, 방목기간이 지나치게 증가되면 전단력이 증가될 수 있는 가능성이 존재하기 때문에 방목기간은 9개월 이내가 적절할 것으로 판단된다.

Table 5. Effects of mountain grazing on meat color and fat color in *longissimus* muscle of Hanwoo steers

Item		Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	SEM	Pr>F
Meat color	CIE L	40.36±0.67	38.37±0.93	39.01±0.62	39.60±0.35	0.81	0.19
	a	21.96±0.26	21.17±0.79	21.54±0.41	20.64±0.48	1.38	0.28
	b	9.27±0.20	8.84±0.58	9.41±0.43	8.36±0.26	1.05	0.21
Fat color	CIE L	75.13±0.77	74.90±1.79	75.06±1.44	73.50±0.72	1.25	0.74
	a	3.90±0.46	5.44±0.97	5.04±0.44	4.49±0.47	0.13	0.31
	b	3.64±0.50^{bc}	5.21±0.56^{a}	4.90±0.37^{ab}	2.81±0.32^{c}	0.09	0.01

^{ab}means with different superscripts in the same row differ significantly

산간지 방목이 거세한우 등심의 육색 및 지방색에 미치는 영향은 Table 5에 나타난 바와 같다. 육색의 명도는 방목 처리에 따른 차이를 보이지 않았으며, 적색도 및 황색도도 처리간 비슷한 수준이었다. 지방의 명도 및 적색도도 육색과 마찬가지로 처리간 차이는 크지 않았지만, 황색도는 TRT 1 및 TRT 2에서 다른 처리구에 비해 높게 나타났으며, TRT 3에서 가장 낮은 결과를 보였다(p<0.01). 일반적으로 명도 및 적색도는 근내지방이 높아질수록 증가되는 것으로 보고되고 있는데(Mitsumoto, 1995; Demos and Mandigo, 1996), 본 연구에서도 근내지방도가 높은 구에서 명도 및 적색도가 증가되는 경향을 보였지만, 근내지방도 및 육질등급의 차이가 처리간 뚜렷하게 나타나지 않았기 때문에 육색의 차이가 적었던 것으로 판단된다. 그러나 지방의 황색도의 경우 처리간 현저한 차이를 보였는데, 주요 원인은 생초에 존재하는 beta-carotene이 지방에 축적되면서 지방의 황색화(Yang et al., 2002; Baublits et al., 2004)가 심해진 것으로 판단된다. Kerth et al. (2007)의 연구에서도 비육말기에 라이그라스 급여로 지방의 황색도가 증가된 것으로 보고하였다. 하지만 비육기간을 연장한 TRT 3의 경우 지방의 황색도가 대조구와 차이가 없는 것으로 나타나 장기간 곡물 급여로 인해 체내 beta-carotene 양이 감소된 것으로 판단된다(Yang et al., 2002).

따라서 본 연구결과 육성기부터 5-9개월 정도의 방목은 등심 지방의 황색도를 증가시켜 육질등급 또는 소비자 선호도를 감소시킬 수 있기 때문에 곡물의 비육기간을 연장하거나, 보리와 같이 지방색을 개선시킬 수 있는 사료 원료 또는 첨가제를 추가적으로 급여할 필요가 있을 것으로 생각된다.

산간지 방목이 거세한우 등심의 지방산 조성에 미치는 영향은 Table 6에 나타난 바와 같다. Palmitic acid(C16:0)은 대조구에 비

Table 6. Effects of mountain grazing on fatty acids composition in *longissimus* muscle of Hanwoo steers

Item	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	SEM	Pr>F
Myristic acid(C14:0)	3.37±0.14	3.47±0.21	3.63±0.18	3.37±0.17	0.48	0.67
Palmitic acid(C16:0)	27.32±0.61	28.5±0.66	29.03±0.69	28.58±0.58	1.77	0.27
Palmitoleic acid(C16:ln7)	5.07±0.23	4.67±0.37	5.41±0.24	5.03±0.17	0.70	0.27
Stearic acid(C18:0)	10.49±0.17^{b}	12.68±0.82^{a}	11.26±0.33^{b}	11.42±0.3^{ab}	1.23	0.02
Oleic acid(C18:ln9)	50.99±0.76	47.88±0.69	48.41±0.93	49.23±0.91	2.32	0.07
Linoleic acid(C18:2n6)	1.87±0.14	1.95±0.17	1.51±0.09	1.63±0.06	0.33	0.06
γ-Linoleic acid(C18:3n6)	0.06±0.01^{a}	0.04±0.01^{bc}	0.04±0.01^{c}	0.06±0.01^{ab}	0.01	0.01
Linolenic acid(C18:3n3)	0.12±0.01^{a}	0.08±0.01^{bc}	0.08±0.00^{c}	0.10±0.01^{ab}	0.02	0.01
Eicosenoic acid(C20:ln9)	0.53±0.02^{a}	0.41±0.02^{b}	0.44±0.04^{b}	0.40±0.01^{b}	0.07	0.01
Arachidonic acid(C20:4n6)	0.19±0.03^{b}	0.31±0.03^{a}	0.19±0.03b	0.18±0.01^{b}	0.06	0.01
Total (%)	100.0	100.0	100.0	100.0		
SFA[1)]	41.18±0.68^{b}	44.65±0.52^{a}	43.93±0.93^{a}	43.37±0.90^{ab}	2.2	0.03
UFA[2)]	58.82±0.68^{a}	55.35±0.52^{b}	56.07±0.93^{b}	56.63±0.90^{ab}	2.2	0.03
MUFA[3)]	56.58±0.65^{a}	52.96±0.64^{b}	54.26±0.91^{ab}	54.66±0.92^{ab}	2.23	0.03
PUFA[4)]	2.24±0.16^{ab}	2.39±0.18^{a}	1.81±0.08^{c}	1.97±0.04^{bc}	0.34	0.02

^{ab}means with different superscripts in the same row differ significantly

[1)]SFA, saturated fatty acid; [2)]MUFA, mono-unsaturated fatty acid; [3)]PUFA, poly-unsaturated fatty acid; [4)]UFA, unsaturated fatty acid.

해 모든 방목 처리구에서 높게 나타났지만 유의적인 차이는 없었지만, stearic acid(C18:0)의 경우 대조구에서 가장 낮게 나타났으며, TRT 1과 유의적인 차이를 보였다(p<0.02). Oleic acid(C18:ln9)는 방목시 감소되는 경향을 보였으며, linoleic acid(C18:2n6)도 방목기간에 따라 일부 영향을 받는 것으로 나타났다. γ-linoleic acid(C18:3n6) 및 linolenic acid(C18:3n3)는 대조구에 비해 TRT 1 및 TRT 2에서 유의적으로 감소되었으며(p<0.01), eicosenoic acid(C20:ln9) 비율도 대조구에서 가장 높았다(p<0.01). arachidonic acid(C20:4n6)는 TRT 1에서 가장 높았으며, 포화지방산 비율은 대조구에서 낮았고, 반대로 불포화지방산 비율은 대조구에서 가장 높게 나타났다(p<0.03). 다가불포화지방산 비율은 TRT 1에서 가장 높았으며, 방목기간이 9개월 이상으로 늘어나면 감소되는 것으로 나타났다(p<0.02).

비육우에게 풀을 먹이거나, 방목을 했을 때, 포화지방산인 stearic acid가 높게 나타나고 곡물비육을 했을 때는 oleic acid가 높게 나타나는 것으로 보고되고 있다(Brooks, 2007). 다른 선행연구에 따르면, 방목으로 인해 오메가 3지방산이 높아지게 되는데(Noci et al., 2005; Nuernberg et al., 2005), 이는 조사료 자체에 C18:3의 비율이 높기(Wood et al., 2004) 때문에 조사료 위주의 급여는 쇠고기의 n-3 계열 지방산과 C:20 이상의 장쇄 지방산의 비율을 증가시키는 것으로 보고되고 있다(French et al., 2000; Choi, 2015). 하지만, 본 연구결과 지방산 조성은 방목에 따른 일관된 경향은 없었으며, linolenic acid 및 γ-Linoleic acid도 방목시 감소되는 것으로 나타나 선행연구와 다른 결과를 보였다. 이 같은 원인은 산지 방목기간 이후 출하전까지 일반적인 비육프로그램과 동일하게 사육하였기 때문에 지방산 조성에 차이가 일관되지 않았던 것으로 판단된다. 본 연구 결과에서도 대조구와 같이 동일 체중까지 비육을 하기 위해 배합사료의 위주로 비육기간을 놀린 처리구의, 포화지방산, 불포화지방산, linolenic acid 모두 대조구와 유사해지는 것을 확인 할 수 있었다.

따라서 본 연구결과 육성기부터 9개월 이하의 산간지 방목은 n-3 지방산 계열을 증가시키는데 비효과적이기 때문에 기능성 소고기 생산을 위해서는 방목기간을 달리한 추후 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Ⅳ. 요 약

본 연구는 산간지 방목이 거세한우의 성장특성 및 도체형질에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다. 시험구 배치는 육성기부터 출하시까지 일반 비육프로그램(30개월)으로 사육되는 대조구(Control)와 육성기부터 5개월간 방목후 30개월에 출하되는 처리구(TRT 1), 육성기부터 9개월 방목후 30개월에 출하되는 처리구(TRT 2) 및 육성기부터 9개월 방목 후 31개월에 출하되는 처리구(TRT 3)로 4처리 하였으며, 처리구당 한우 거세우 8두씩 배치하였고, 모든 방목 처리구는 방목기간 이후에 출하시까지 일반 비육프로그램으로 전환하여 사육하였다. 출하시 종료체중은 대조구에서 가장 높았으며, 육성기간 동안의 일당증체량도 모든 방목 처리구에 비해 대조구에서 유의적으로 높게 나타났다(p<0.02). 도체중은 대조구에서 가장 높았고, 등지방두께는 TRT 3에서 두꺼운 경향을 보였지만 처리간 통계적인 차이는 없었다. 근내지방도는 방목에 따른 일관적인 경향 없이 TRT 2에서 가장 높게 나타났으며, 등심의 일반성분 및 전단력은 방목에 영향을 받지 않았다. 육색의 명도, 적색도 및 황색도의 처리간 차이는 없었지만, 지방의 황색도는 대조구 보다 TRT 1 및 TRT 2에서 높게 나타났다(p<0.02). 방목기간이 등심의 지방산 조성에 미치는 영향은 일정하지 않았다.

따라서, 산간지 방목은 거세한우의 성장과 육질에 미치는 영향 없이 육색을 저하시킬 수 있을 것으로 판단되며, 향후 초지의 품질, 생산량 및 섭취량에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 사 사

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호:PJ010065032016)의 지원에 의해 이루어진 것임

This work was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. PJ010065032016)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

Ⅵ. REFERENCES

AOAC. 2005. Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Baatar, D., Wandita, T.G., dela Cruz, J.F. and Hwang, S.G. 2017. The effects of Acetate on enhancing the proliferation and preadipocyte differentiation of stromal vascular cells isolated from Hanwoo beef cattle. The FASEB Journal. 31:Supplement, 813.

Baublits, R.T., Brown, A.H., Pohlman, F.W., Johnson, Z.B., Onks, H., Sandelin, A.B. and Onks, D.O. 2004. Carcass and beef color characteristics of three biological types of cattle grazing cool-season forages supplemented with soyhulls. Meat Science. 68:297-303.

Brewer, P., Anderson, R., Calkins, C.R., Klopfenstein, T.J. and Rasby, R.J. 2003. Carcass and palatability characteristics of calf-fed and yearling finished steers. Nebraska Beef Cattle Reports, p. 222.

Brooks, M.A. 2007. Carcass characteristics, fatty acids, stearoyl-coa desaturase gene expression and sensory evaluation of calf-fed and yearling-fed angus steers. Ph.D. thesis. Texas A&M University, USA.

Cho, W.M., Hong, S.K., Lee, J.M. and Paek, B.H. 1997. Effects of grazing starting age at growing stage and roughages at finishing stage on growth performance and beef quality in Hanwoo steers. Journal of Animal Science and Technology. 39:375-382.

Choi, C.S. 2015. Evaluation of ruminal fermentation characteristics and greenhouse gases production from feed ingredients used in ruminant. Master's Thesis. Kangwon National University, ChunCheon, Korea.

Demos, B.P. and Mandigo, R.W. 1996. Color of fresh, frozen and cooked ground beef patties manufactured with mechanically recovered neck bone lean. Meat Science. 42:415-429.

Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. Journal of Biological Chemistry. 226:497-509.

French, P., O'riordan, E.G,. Monahan, F.J., Caffrey, P.J., Vidal, M., Mooney, M.T. and Moloney, A.P. 2000. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. Meat Science. 56:173-180.

French, P., O'riordan, E.G., Monahan, F.J. Caffrey, P.J., Mooney, M.T., Troy, D.J. and Moloney, A.P. 2001. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. Meat Science. 57:379-386.

Harris, J., Lunt, D., Smith, S., Mies, W., Hale, D., Koohmaraie, M. and Savell, J. 1997. Live animal performance, carcass traits, and meat palatability of calf-and yearling-fed cloned steers. Journal of Animal Science. 75:986-992.

Hwang, S.G. 2017. Effect of Feed Additives on the Improvement of Korean Cattle Productivity. Hanwooboard.

Kang, S.M., Ki, K.S., Oh, Y.K., Kim, K.H. and Choi, C.W. 2005. Effect of roughage feeding type during the growing and early-fattening periods on growth performance, feed efficiency and carcass characteristicsin Holstein steers. Journal of Animal Science and Technology. 47:769-782.

Kang, S.W., Park, N.G., Jin, S.H., Im, S.K. and Kim, Y.K. 1997. Effect of grazing period during the growing step on feed efficiency, meat quantity and quality in Hanwoo steers. Korean Journal of Animal Nutrition and Feedstuffs. 21:141-156.

Kelly, R.F., Fontenot, J.P., Graham, P.P., Wilkinson, W.S. and Kincaid, C.M. 1968. Estimates of carcass composition of beef cattle fed at different planes of nutrition. Journal of Animal Science. 27:620-627.

Kim, B.K. 2006. Effects of feeding high quality roughage (Timothy Hay) during growing period on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. Food Science of Animal Resources. 26:212-217.

Lee, E.M. 2017. Carcass characteristics and muscle related gene expression of conventional and grass feeding system of Hanwoo steers. Master thesis. Chungnam National University, Daejeon, Korea.

Lee, J.M., Choe, J.H., Lee, H.K., Na, J.C., Kim, Y.H., Cheon, D.W., Sea, S.C. and Hwang, K.S. 2010. Effect of quality grades on carcass characteristics, physico-chemical and sensory traits of longissimus dorsi in Hanwoo. Food Science of Animal Resources. 30:495-503.

Lee, J.M., Park, B.Y., Cho, S.H., Kim, J.H., Yoo, Y.M., Chae, H.S. and Choi, Y.I. 2004. Analysis of carcass quality grade components and chemicophysical and sensory traits of M. longissimus dorsi in Hanwoo. Journal of Animal Science and Technology. 46:833-840.

Lunt, D.K. and Orme, L.E. 1987. Feedlot performance and carcass evaluation of heifers fed finishing diets as weanling calves or as yearlings. Meat Science. 20:159-164.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2017. Grade rule for cattle carcass in Korea. Korea Ministry of Government Legislation.

Mitsumoto, M., Ozawa, S., Mitsuhashi, T., Kono, S., Harada, T., Fujita, K. and Koide, K. 1995. Improvement of coor and lipid stability during display in Japanese black steer beef by dietary vitamin E supplementation for 4 weeks before slaughter. Journal of Animal Science. 66:962-968.

Noci, F., Monahan, F.J., French, P. and Moloney, A.P. 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. Journal of Animal Science. 83:1167-1178.

Nuernberg, K., Fischer, K., Nuernberg, G., Kuechenmeister, U., Klosowska, D., Eliminowska-Wenda, G. and Ender, K. 2005. Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. Meat Science. 70:63-74.

Owens, F.N., Dubeski, P., Hanson, C. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. Journal of Animal Science. 71:3138-3150.

Owens, F.N., Gill, D.R., Secrist, D.S. and Coleman, S. 1995. Review ofsome aspectsof growth and development of feedlot cattle. Journal of Animal Science. 73:3152-3172.

Priolo, A., Micol, D. and Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour: A review. Animal Research. 50:185-200.

Smith, S., Chapman, A., Lunt, D., Harris, J. and Savell, J. 2007. Adiposity of calf-and yearling-fed Brangus steers raised to constant-age and constant-body weight endpoints. Journal of Animal Science. 85:1136-1143.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74:3583-3597.

Vestergaard, M., Oksbjerg, N. and Henckel, P. 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. Meat Science. 54:177-185.

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 Science. 66:21-32.

Yang, A., Brewster, M., Lanari, M. and Tume, R. 2002. Effect of vitamin E supplementation on α-tocopherol and β-carotene concentrations in tissues from pasture-and grain-fed cattle. Meat Science. 60:35-40.

(Received : November 18, 2019 | Revised : December 5, 2019 | Accepted : December 6, 2019)