

한우 당대검정 탈락축의 산육능력 및 육질 향상에 관한 연구

김형철¹ · 이창우² · 박병기^{1*} · 이상민¹ · 권응기¹ · 임석기¹ · 전기준¹ · 박연수² · 홍성구¹

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²강원도 축산기술연구센터

Studies on Growth Performance and Meat Quality Improvement of the Unselected Hanwoo Bulls in the Performance Test

Hyeong Cheol Kim¹, Chang Woo Lee², Byung Ki Park^{1*}, Sang Min Lee¹, Eung Gi Kwon¹, Seok Ki Im¹, Gi Jun Jeon¹,
Yeon Soo Park¹ and Seong Koo Hong¹

¹National Institute of Animal Science, RDA, ²Gangwon Provincial Livestock Research Center

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the growth performance and meat quality improvement according to castration, optimal feeding management and ruminally protected amino acid-enriched fatty acid (RPAafa) for the unselected Hanwoo bulls in the performance test. Bulls were castrated at approximately 14 months of age. Sixteen Hanwoo steers, 15 months of age and weighing 412.9±24.9 kg, were distributed into 2 groups. Steers were fed a basal diet supplemented with RPAafa at 0 g (control) or 100 g (treatment), respectively for 12 months. Steers were slaughtered at 27 months of age. Average daily gain for treatment tended to be higher (p=0.10) than that of control, whereas feed conversion ratio tended to be lower (p=0.07) in treatment than in control. The supplementation of RPAafa did not affect rib eye area, back fat thickness, meat color, fat color, texture and maturity. The appearance rates of yield 'A' grade and high quality grade (1⁺⁺, 1⁺ and 1) were higher in treatment than in control. The content of moisture, fat, protein and ash in *longissimus* muscles were similar between control and treatment. The supplementation of RPAafa did not affect water-holding capacity, oxidation and reduction potential, myoglobin and fatty acid contents in *longissimus* muscles. Thus, present results indicate that castration, optimal feeding management and RPAafa may be recommended for improving growth performance and quality grade of the unselected Hanwoo bulls in the performance test.

(Key words : Hanwoo, Performance test, RPAafa, Carcass characteristics)

서 론

최근, 한우 보증종모우 선발을 위한 검정체계에서 지자체 및 육종농가의 당대검정 증가로 인해 후보종모우 탈락축이 증가하고 있는 추세이다. 후보종모우 선발을 위한 당대검정은 생후 6개월령부터 12개월령까지 이루어지게 되고, 이후 능력평가, 정액검사, 외모심사 등의 과정을 거치게 되면 후보종모우의 선발이 완료되는 시점은 13~14개월령 전후가 된다. 이로 인해 당대검정 탈락축은 비거세 상태로 일정기간 사육된 후 출하되거나 거세가 이루어진 경우에도 거세시기 지연에 따른 육질등급 저하가 우려된다. 따라서 당대검정 탈락축의 부가가치 증진을 위해 거세 및 월령별 적정 사료 급여관리는 기본적으로 이루어져야 한다. 또한 정상적인 거세한우에 비해 지연된 거세시기와 짧은 비육기간을 감안하여 산육능력 및 육

질 향상을 위한 영양학적 접근(에너지, 아미노산, 미량 원소 등)이 필요하다.

비육우의 생산성 향상은 에너지와 아미노산의 전략적인 공급을 통해 가능하데, 식물성 유지로 제조된 칼슘염 형태의 보호지방산은 반추위 발효에 대한 부의 영향 없이 추가적인 에너지 공급을 위해 효과적으로 이용되어 왔다(Schauff와 Clark, 1989). 보호지방산의 급여는 반추위내 메탄 생성의 저감을 통한 지질의 정미 에너지 이용성 개선, 체내 지방 합성관련 대사경로에서 acetate 혹은 glucose 대신 long-chain fatty acids의 직접적인 이용(Doreau와 Chilliard, 1997; Machmüller 등, 2000) 및 소장으로의 지방산 유입량 증가(Fearon 등, 1994)를 통해 비육우의 근내지방 증진에 도움이 될 수 있다.

비육우에서 일당증체량과 에너지 이용성은 소장으로 공급되는 아

* Corresponding author : Byung Ki Park, Hanwoo Experiment Station, National Institute of Animal Science, RDA, Pyeongchang, 232-952, Korea. Tel: 82-33-330-0658, Fax: 82-33-330-0660, E-mail: animalpark@korea.kr

미노산의 양과 비율에 따라 달라질 수 있으므로 다양한 반추위 미분해 단백질 사료들이 비육우의 아미노산 공급원으로 이용되어 왔다. 그러나 대부분의 곡류사료는 한 가지 이상의 필수아미노산이 결핍되어 있으며 (Merchen과 Titgemeyer, 1992), 대부분의 비육우 사양조건에서 라이신과 메치오닌은 제한 아미노산으로 분류되고 있다 (Hussein과 Berger, 1995). 별도의 반추위 보호과정을 거치지 않은 사료내 유리 아미노산은 반추위에서 급속하게 분해되므로 소장으로 제한 아미노산의 공급량을 증가시키기 위해서는 반추위 보호형태의 공급이 필요한데, 반추위 보호 라이신과 메치오닌의 급여는 비육우의 증체 혹은 사료효율을 개선시키는 것으로 보고되어 왔다 (Wright와 Loerch, 1988). 특히, 메치오닌의 경우 혈액에서 지질의 수송 및 지질의 생합성 과정에서 transmethylation 반응을 위한 methyl 공여체의 역할 (Mayes, 1981)을 일정부분 담당하기 때문에 근내지방 침착에 도움이 될 수 있다.

한편, 비육우의 생산성 증진을 목적으로 지방산(에너지) 혹은 아미노산을 추가적으로 공급할 경우 개별 이용보다는 병행 이용시 상호작용 효과를 기대할 수 있는데, Park 등 (2010)은 거세한우에서 아미노산 강화 반추위 보호지방산의 급여는 지방산과 제한 아미노산(라이신 및 메치오닌)의 동시공급에 따른 근내지방도 증가로 육질 등급이 향상되었다고 보고한 바 있다.

따라서 본 연구는 당대검정 탈락축의 산육능력 및 육질 향상을 목적으로 거세 및 월령별 적정 사료 급여관리 조건하에서 지방산과 제한 아미노산의 동시공급이 가능한 아미노산 강화 반추위 보호지방산(ruminally protected amino acid-enriched fatty acid; RPAFA)의 급여가 산육능력, 도체 및 육질 특성에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험기간

본 연구에서는 한우 후보종모우 선발을 위한 당대검정 (54차) 탈락축 16두를 공시하여 생후 14개월령에 외과적 수술을 통해 거세를 실시한 후 15개월령 (평균체중 412.9 ± 24.9 kg)부터 27개월령까지 12개월간 강원도 축산기술연구센터에서 사양시험을 수행하였다.

2. 시험설계

시험구 배치는 아미노산 강화 반추위 보호지방산을 급여하지 않는 대조구 (control) 및 100 g/두/일 급여구 (treatment)의 2처리로 하여 처리당 8두씩 완전임의 배치하였다.

3. 시험사료 및 사양관리

시험사료는 시판 배합사료와 볏짚을 이용하였으며 (Table 1), 시험축은 콘크리트 재질 바닥의 톱밥 우사에서 우방 (5.3 × 10.6 m) 당 1두씩 사육하여 개체별 사료급여 관리를 실시하였다. 시험사료는 일일 2회 (오전 9시 및 오후 6시) 급여하였다. 배합사료는 생후 15~21개월령에는 체중의 1.7~1.8% 수준으로 급여하였으며, 생후 22개월령~출하시까지의 자유채식을 시켰다. 볏짚의 급여량은 15개월령에 2.2 kg/두/일에서 출하시까지 월령이 경과함에 따라 점진적으로 감소시켜 비육말기에는 0.6 kg까지 제한하였다. 아미노산 강화 반추위 보호지방산 (명품아미, 쥘노보비엔티)은 오전 사료 급여시 개체별로 top dressing 하였으며, 물과 미네랄 블록은 항상 자유롭게 이용토록 하였다.

본 연구에 사용된 아미노산 강화 반추위 보호지방산의 제조 방법

Table 1. Ingredient and chemical composition of the experimental diet

Item	Concentrate	Rice straw
Ingredient (%)		
Corn grain	24.38	—
Wheat grain	16.00	—
Barley grain	1.70	—
Molasses	5.00	—
Tapioca	7.73	—
Wheat flour and bran	9.05	—
Corn gluten feed	15.65	—
Soybean meal	11.35	—
Lupin	6.00	—
Ultra fat and tallow	0.60	—
Trace materials	2.54	—
Chemical composition (%)		
Dry matter	90.52±0.12	91.43±0.08
Crude protein	14.08±0.23	4.39±0.14
Ether extract	4.80±0.02	2.36±0.01
Crude ash	9.41±0.05	13.07±0.12
Crude fiber	5.54±0.56	29.57±0.09
Neutral detergent fiber	28.05±0.68	70.21±0.96
Acid detergent fiber	11.10±0.17	38.13±0.40

Means ± standard deviation.

및 과정을 요약하면 다음과 같다. 우선 424 unit의 팜유와 59 unit의 calcium hydroxide를 혼합·반응시켜 칼슘염 지방산을 제조하였으며, 제조된 칼슘염 지방산을 분쇄한 후 standard sieve (10 mesh)를 이용하여 분말의 칼슘염지방산을 선별하였다. 65 unit의 분말 형태 칼슘염 지방산을 25 unit의 아미노산(methionine:lysine = 1:2)과 10 unit의 대두 경화유와 혼합하여 extrusion 시킨 후 3~4mm 크기로 절단하여 아미노산 강화 반추위 보호지방산을 제조하였다(Table 2).

4. 조사항목 및 분석방법

시험사료의 일반성분 함량은 2개월 간격으로 시료를 채취하여 AOAC (1995) 방법에 준하여 분석하였다. 체중은 시험개시부터 종료시까지 1개월 간격으로 개체별로 조사하였으며, 사료섭취량은 매일 오전사료 급여전에 잔량을 측정하여 급여량에서 잔량을 공제하여 계산하였다.

도체조사는 사양시험이 종료된 공시축을 도축장으로 출하하여 도축 후, 0℃에서 18~24시간 동안 도체를 현수시킨 후 육량판정요인(도체중, 등지방두께, 등심단면적)과 육질판정요인(근내지방도, 육

색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 소 도체등급판정기준(농림부 고시 제2001-38호)에 준하여 축산물등급판정사가 평가하였다.

배최장근의 일반성분 함량은 AOAC (1995)의 방법에 준하여 분석하였다. 배최장근의 pH는 시료 10g과 증류수 100 ml를 균질기(MX2000, Brawn Co., German)로 30초간 균질시킨 후 pH meter (SevenEasy pH, Mettler-Toledo GmbH, Switzerland)로 측정하였다.

보수력(water-holding capacity, WHC)은 Hofmann 등(1982)의 여지압착법을 이용하여 측정하였다. 우선, plexi-glass plate (11.5 × 5.0 × 0.8 cm³) 위에 놓인 여과지(No. 2, Whatman International Ltd, England)의 중앙에 시료 0.3 g을 올려놓고 나머지 plexi-glass plate로 덮은 다음 동일한 힘으로 나사를 조여 5분간 방치하였다. 이후 digitizing area-line meter (Super PLANIX-a, Tamaya Technics Inc., Japan)를 이용하여 내부의 시료면적과 총 면적을 측정한 후 백분율(%)로 산출하였다.

산화환원전위(oxidation-reduction potential, ORP)는 Nam과 Ahn (2003)의 방법을 수정하여 실시하였다. 시료 10 g과 증류수 30 ml, 7.2% (w/v) BHT 100 μl를 hand blender (HR1372, Philips Co., Netherland)로 15초간 균질시켰다. 이후 즉시 pH meter (SevenEasy pH, Mettler-Toledo GmbH, Switzerland)의 전극봉을 균질액에 담근 후 정확히 3분 후에 mV를 측정하였다.

총육색소(myoglobin) 함량은 Sammel 등(2002)의 방법에 따라 실시하였다. 시료 5g과 4℃ 증류수 15 ml를 homogenizer (Ultra Turrax T25 basic, Ika Werke GmbH & Co., Germany)로 13,500 rpm에서 10초간 균질시킨 후 30분(4℃, 30,000xg) 동안 원심분리(J2-21 Centrifuge, Beckman, USA)시켰다. 총육색소 함량은 UV-vis spectrophotometer (UV-mini-1240, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 525 nm에서 상등액의 흡광도를 측정하여 산출하였는데, 이때 이용된 myoglobin의 몰흡광계수(molar extinction coefficient)는 7.6 (Bowen, 1949), myoglobin의 분자량은 16,100 (Drabkin, 1978) 이었다.

지방산 분석을 위해 Folch 등(1957)의 방법에 의해 추출한 지질을 AOAC (1995)의 방법에 의해 fatty acid methyl ester화 시킨 후 gas chromatography (Agilent 6890N, Agilent Technologies Co., USA)를 이용하여 분석하였으며, 각각의 fatty acid methyl ester standard (Sigma-Aldrich Co, St. Louis, MO, USA)의 retention time과 비교하여 지방산 함량을 정량 하였다.

5. 통계분석

본 시험에서 얻어진 성적들은 SAS package (1999)를 이용하여 분산분석 및 T-test로 처리구간 유의성 (p<0.05)을 검증하였다.

Table 2. Chemical composition of ruminally protected amino acid-enriched fatty acid (RPAAFA) and its dry matter degradability in the gastrointestinal tract of Hanwoo steers

Item	RPAAFA
Chemical composition (%)	
Dry matter	99.05
Ether extract	51.17
Fatty acids	
Saturated fatty acid	16.07
Mono-unsaturated fatty acid	43.29
Poly-unsaturated fatty acid	40.63
Amino acid	
Methionine	9.09
Lysine	19.83
Dry matter degradability (%)	
Rumen	25.10±1.75
Abomasum	4.53±1.10
Intestine	65.44±5.33
Total tract	95.07±7.09

Means ± standard deviation.

결과 및 고찰

한우 후보종모우 선발과정에서 발생하는 당대검정 탈락축의 산육능력 및 육질 향상에 관한 연구를 위해 강원도 축산기술연구센터에서 사육되었던 53차 당대검정 탈락축 39두의 도체특성 자료를 조사하였다(Table 3). 당대검정에서 탈락된 비거세한우 39두는 별도의 월령별 적정 사료 급여관리 혹은 산육능력 및 육질개선을 위한 영양학적 적용 없이 생후 22개월령 정도까지 사육된 후 출하되었다. 비거세우 39두의 평균 도체중, 배최장근단면적 및 등지방두께는 각각 245.7 kg, 63.31 cm² 및 3.38 mm로 나타났으며, 육량 A 등급 출현률은 97%였다. 비거세 한우 39두의 평균 근내지방도는

Table 3. Carcass characteristics of the unselected Hanwoo bulls in the 53 rd performance test

Item	Results
Number of animal	39
Fattening period (months)	21.5± 1.4
Live weight (kg)	426.3±34.5
Yield characteristics ¹⁾	
Carcass weight (kg)	245.7±22.9
Rib eye area (cm ²)	63.31± 5.62
Back fat thickness (mm)	3.38± 1.70
Yield index	71.58± 1.41
Yield grade (A:B:C, head)	38:1:0
Quality characteristics ²⁾	
Marbling score	1.00±0.00
Meat color	2.90±0.30
Fat color	5.92±0.76
Texture	2.18±0.38
Maturity	2.05±0.22
Quality grade (1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2:3, head)	0:0:0:39
Auction price (won/kg)	11,259.6±631.7

Means ± standard deviation.

¹⁾ Area was measured from *longissimus* muscle taken as 13th rib and back fat thickness were 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); maturity (1 = young, 9 = old); quality grades from 3 (low quality) to 1⁺⁺(very high quality).

1 이었으며, 모든 개체의 육질등급은 3등급으로 나타났다.

이상의 결과에서 당대검정 탈락축은 거세 및 월령별 적정 사료 급여관리가 이루어지지 않는다면, 산육능력 및 육질 향상을 통한 농가의 소득증대를 기대할 수는 없기 때문에 본 연구에서는 당대검정 탈락축의 생산성 향상을 위해 거세 및 월령별 목표 체중에 따라 적정 사료 급여관리를 처리에 관계없이 기본적으로 실시하였다. 한편, 처리구의 경우 산육능력 및 육질 향상을 위한 영양학적 적용 수단으로 지방산과 제한 아미노산의 동시공급이 가능한 아미노산 강화 반추위 보호지방산을 급여하였다.

대조구 및 처리구의 출하(실험 종료시) 체중은 각각 718.8 및 757.3 kg으로 나타나 RPAafa의 급여로 인해 출하 체중이 5% 정도 증가되는 경향을 보였으며(Table 4), 일당증체량은 12% 향상되는 경향이었다(0.83 vs. 0.93 kg).

RPAafa의 급여가 당대검정 탈락축의 배합사료(9.02 vs. 9.22 kg), 볏짚(1.42 vs. 1.41 kg) 및 건물섭취량(9.29 vs. 9.46 kg)에 미치는 영향은 적었지만, RPAafa 급여에 따른 일당증체량 증가로 인해 처리구에서 사료요구율이 개선되는 경향을 보였다(11.36 vs. 10.29).

본 연구에서 RPAafa의 급여로 인해 일당증체량 및 사료요구율이 개선되는 경향을 보였던 결과는 거세한우를 대상으로 RPAafa의 급여 수준을 달리한 연구에서 50 g/두/일 급여시에는 일당증체량 및 사료요구율의 차이는 없었지만, 100 g 급여로 인해 일당증체량과 사료요구율이 개선되는 경향을 보였다는 Park 등(2010)의 결과와 유사한 것으로 판단된다.

한편, 본 연구에서 RPAafa의 급여량은 일일 두당 100 g 이었는데, 지방산, 라이신 및 메치오닌 급여량으로 환산하면 각각 71,

Table 4. Effects of RPAafa on growth performance of the unselected Hanwoo steers in the performance test

Item	Control	Treatment	Pr > t
Body weight (kg)			
Initial	412.6±14.6	413.3±32.1	0.96
Final	718.8±38.3	757.3±67.4	0.21
Average daily gain	0.83±0.09	0.93±0.12	0.10
Feed intake (kg/d)			
Concentrate	9.02±0.38	9.22±0.39	0.36
Rice straw	1.42±0.04	1.41±0.13	0.86
Dry matter intake	9.29±0.36	9.46±0.34	0.38
Feed conversion ratio	11.36±1.15	10.29±0.88	0.07

Means ± standard deviation.

19.8 및 9.1g 정도의 수준이었다. 비록 품종과 보호지방산 첨가수준의 차이는 있지만, 본 연구의 결과는 Brangus 거세우를 대상으로 protected canola lipid (fatty acid)를 사료섭취량 대비 3.3% (360g 정도) 급여한 결과, 건물섭취량, 일당증체량 및 사료요구율에 대한 부의 영향이 없었다는 Gilbert 등 (2003)의 연구결과와 유사한 경향을 보였던 것으로 판단된다. 또한 Veira 등 (1991)은 반추위 보호 라이신 (8.2 g/일) 및 메치오닌 (2.6 g/일)의 첨가로 인해 육성 비육우의 일당증체량 및 사료요구율이 향상되었다고 보고한 바 있다. 비록 공식축의 성장단계, 라이신 및 메치오닌 첨가량의 차이는 있었지만, 본 연구의 결과는 이전의 연구결과와 유사한 경향을 보였던 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서 RPAAFA의 급여는 건물섭취량에 대한 부의 영향 없이 에너지와 제한 아미노산(라이신과 메치오닌)의 동시공급을 통해 당대검정 탈락축의 증체량 및 사료 이용성 향상에 도움이 되는 것으로 판단된다.

육량 형질 중 배최장근단면적 및 등지방두께의 처리간 차이는 적었다 (Table 5). 비록 통계적인 유의차이는 없었지만, RPAAFA의 급여로 인해 도체중이 증가되는 경향을 보였으며 (437.4 vs. 455.0 kg), 육량 A등급 출현률도 증가되었다 (25 vs. 50%). 또한 RPAAFA의 급여는 근내지방도를 증가시키는 경향이었으며 (3.63 vs. 4.75), 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도의 처리간 차이는 적었다. 육질 1등급 이상 출현률 (50 vs. 75%), 경락단가 (15.96 vs. 16.85천원/kg) 및 도체판매 가격 (7,184 vs. 7,827천원/kg)은 RPAAFA의 급여로 인해 증가되는 경향을 보였다.

본 연구에서 처리구의 근내지방도 및 육질 1등급 이상 출현률이 개선된 원인은 RPAAFA의 급여에 따른 지질의 정미 에너지 이용성 개선, 지방 합성 과정에서의 acetate 및 glucose 대신 long-chain fatty acids의 직접적인 이용과 관련이 있는 것으로 판단된다 (Doreau와 Chilliard, 1997; Machmüller 등, 2000). 또한 메치오닌도 혈액에서 지질의 수송 및 지질의 생합성 과정에서 transmethylation 반응을 위한 methyl 공여체로서의 역할 (Mayes, 1981)을 일정부분 담당하기 때문에 근내지방도 증가를 통한 육질 등급 향상에 도움이 되었던 것으로 사료된다.

Park 등 (2010)은 RPAAFA의 급여 수준을 달리한 연구에서 0, 50 및 100 g/두/일 급여구의 육량 A등급 출현률은 각각 40, 40 및 67%, 근내지방도는 각각 5.07, 5.73 및 6.93, 육질 1등급 이상 출현률은 각각 73, 87 및 100% 였다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 처리구의 경우 이전 연구 (Park 등, 2010)의 대조구와 유사한 근내지방도, 육량 A등급 출현률 및 육질 1등급 이상 출현률을 보였는데, 비록 본 연구에서 육질 1⁺⁺ 등급의 출현은 없었지만, 이전 연구에 비해 거세시기가 10개월 정도 지연되었음을 감안했을 때 월령별 적정 사료 급여관리 및 RPAAFA 급여는 당대검정 탈락축의 산육능력 및 육질 향상에 효과적인 것으로 판단된다.

Table 5. Effects of RPAAFA on carcass characteristics of the unselected Hanwoo steers in the performance test

Item	Control	Treatment	Pr > t
Yield characteristics ¹⁾			
Carcass weight (kg)	437.4±32.4	455.0±38.8	0.37
Rib eye area (cm ²)	87.20±5.17	88.88±7.32	0.63
Back fat thickness (mm)	13.63±3.46	11.13±3.30	0.19
Yield index	64.04±2.38	65.14±2.90	0.45
Yield grade (A:B:C, head)	2:4:2	4:3:1	—
Quality characteristics ²⁾			
Marbling score	3.63±1.58	4.75±1.71	0.22
Meat color	5.00±0.00	4.88±0.33	0.35
Fat color	3.00±0.00	3.00±0.00	—
Texture	1.50±0.50	1.25±0.43	0.33
Maturity	2.25±0.43	2.13±0.33	0.55
Quality grade (1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2:3, head)	0:2:2:4:0	0:3:3:2:0	—
Auction price (1,000 won/kg)	15.96±1.96	16.85±2.03	0.42
Carcass price (1,000 won/head)	7,184±1,183	7,827±743	0.24

Means ± standard deviation.

¹⁾ Area was measured from longissimus muscle taken as 13th rib and back fat thickness were 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); maturity (1 = young, 9 = old); quality grades from 3 (low quality) to 1⁺⁺ (very high quality).

노 등 (2010)은 당대검정 탈락축 267두를 생후 12개월령에 거세한 후 30개월령까지 비육한 결과, 평균 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께 및 근내지방도는 각각 440.5 kg, 88.70 cm², 14.07 mm 및 4.21이었다고 보고한 바 있다. 본 연구는 이전의 연구 (노 등, 2010)에 비해 거세시기는 2개월 늦은 반면 출하는 3개월 정도 빨랐음에도 불구하고 처리구의 경우 도체중 및 근내지방도가 이전 연구에 비해 높게 나타나 월령별 적정 사료 급여관리와 산육능력 및 육질 향상을 위한 영양학적 적용이 이루어진다면 거세시기가 지연된 당대검정 탈락축의 육질개선 뿐만 아니라 비육기간 조정도 어느

정도 가능한 것으로 생각되지만, 추가적으로 비육기간별 산육능력 및 육질 특성 구명에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서 배최장근의 수분 및 단백질 함량은 대조구에 비해 처리구에서 낮은 경향을 보인 반면에 지방 함량은 높은 경향을 보였으나 (Table 6), 통계적인 유의차이는 없었다. RPAAFA의 급여가 배최장근의 회분 함량 및 pH에 미치는 영향은 없었다. RPAAFA의 급여로 배최장근의 보수력 (water-holding capacity)은 증가되는 경향을 보인 반면 산화환원전위 (oxidation-reduction potential) 및 총육색소 (myoglobin) 함량은 낮은 경향을 보였지만, 통계적인 유의차이는 인정되지 않았다.

대조구에 비해 처리구에서 배최장근의 수분 및 단백질 함량은 낮은 반면에 지방 함량은 높은 경향을 보였는데, 이는 배최장근의 지방 함량이 높을수록 수분 및 단백질 함량이 낮아지는 현상 (이와정, 1993)에 원인이 있는 것으로 판단된다. 또한 Miller 등 (1988)은 쇠고기의 회분 함량은 일반적으로 1% 이내이며, 육질등급별로 큰 차이가 없었다고 보고한 바 있는데, 본 연구의 결과에서도 처리간 회분 함량의 차이는 없어 이전의 연구결과와 유사한 경향을 보이는 것으로 판단된다.

한편, 고기에서 산화환원전위 수치가 낮을수록 산화안정성이 높은 것으로 보고된 바 있는데 (Nam과 Ahn, 2003), 대조구에 비해 처리구의 산화환원전위 수치가 낮은 경향을 보이기는 하였지만, RPAAFA의 급여가 배최장근의 산화안정성에 미치는 영향은 적은 것으로 판단된다. 또한 근내지방도가 높을수록 보수력과 연도가 높다는 연구결과 (Wood, 1993)에 비추어 볼 때 본 연구의 결과에서

Table 6. Effects of RPAAFA on proximate composition, pH, water-holding capacity, oxidation-reduction potential and myoglobin content in *longissimus* muscles of the unselected Hanwoo steers in the performance test

Item	Control	Treatment	Pr> t
Proximate composition (%)			
Moisture	67.32±1.67	66.81±1.82	0.43
Fat	10.17±2.78	11.42±2.46	0.20
Protein	20.40±0.90	19.82±0.84	0.24
Ash	0.97±0.04	0.96±0.06	0.67
pH	5.42±0.04	5.42±0.04	0.96
Water-holding capacity (%)	44.45±4.67	45.07±5.20	0.73
Oxidation-reduction potential (mV)	92.25±3.15	91.25±2.66	0.36
Myoglobin (mg/g meat)	7.75±0.55	7.00±0.91	0.08

Means ± standard deviation.

Table 7. Effects of RPAAFA on fatty acid content in *longissimus* muscles of the unselected Hanwoo steers in the performance test

Item	Control	Treatment	Pr> t
C14:0 (Myristic acid)	4.19±0.58	4.49±0.66	0.39
C16:0 (Palmitic acid)	28.79±1.94	30.20±1.37	0.14
C16:1n7 (Palmitoleic acid)	5.78±0.55	5.52±0.68	0.45
C18:0 (Stearic acid)	10.02±1.13	10.39±1.42	0.60
C18:1n9 (Oleic acid)	47.39±2.46	46.04±2.41	0.32
C18:2n6 (Linoleic acid)	2.71±0.51	2.40±0.41	0.24
C18:3n3 (Linolenic acid)	0.24±0.06	0.23±0.04	0.64
C20:1n9 (Eicosenoic acid)	0.42±0.05	0.38±0.07	0.32
C20:4n6 (Arachidonic acid)	0.45±0.13	0.35±0.08	0.10
SFA ¹⁾	43.01±3.17	45.07±2.61	0.20
UFA ²⁾	56.99±3.17	54.93±2.61	0.20
MUFA ³⁾	53.59±2.59	51.95±2.50	0.25
PUFA ⁴⁾	3.40±0.67	2.98±0.48	0.20
UFA/SFA	1.34±0.18	1.23±0.13	0.20
MUFA/SFA	1.26±0.16	1.16±0.13	0.23
PUFA/SFA	0.08±0.02	0.07±0.01	0.19
n6/n3	13.47±2.52	12.20±2.01	0.32

Means ± standard deviation.

¹⁾ SFA : Saturated fatty acid.

²⁾ UFA : Unsaturated fatty acid.

³⁾ MUFA : Mono-unsaturated fatty acid.

⁴⁾ PUFA : Poly-unsaturated fatty acid.

근내지방도가 높은 처리구의 보수력이 약간 높은 경향이었지만, RPAAFA의 급여가 배최장근의 보수력에 미치는 영향은 미약한 것으로 판단된다.

RPAAFA의 급여가 배최장근의 myristic, palmitic, palmitoleic, stearic, oleic, linoleic, linolenic, eicosenoic 및 arachidonic acid 함량에 미치는 영향은 없었으며 (Table 7), 포화지방산 및 불포화 지방산 함량의 처리간 차이도 적었다.

따라서 본 연구의 결과에서 당대검정 탈락축에 대한 거세 및 월령별 적정 사료 급여관리만으로도 비거세 상태로 출하되는 것에 비해 산육능력 및 육질 향상이 가능하지만, RPAAFA의 추가 급여는 출하 체중, 육량 및 육질 등급 출현률을 향상시켜 도체판매 가격의 증가로 농가의 소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 거세, 월령별 적정 사료 급여관리 및 아미노산 강화 반추위 보호지방산(ruminally protected amino acid-enriched fatty acid, RPAFA)의 급여가 당대검정 탈락축의 산육능력 및 육질 향상에 미치는 영향을 조사하기 위해서 수행되었다. 당대검정 탈락축은 생후 14개월령에 거세를 실시하였다. 시험구 배치는 거세 한우 16두(15개월령, 평균 체중 412.9±24.9 kg)를 12개월 동안 RPAFA를 급여하지 않는 대조구(control) 및 100g 급여하는 처리구(treatment)의 2처리로 완전임의 배치하였다. 거세한우는 생후 27개월령에 도축하였다. 대조구에 비해 처리구의 일당증체량이 높은 경향을 보였으며, 사료요구율은 낮은 경향이였다. RPAFA의 급여가 배최장근단면적, 등지방두께, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에 미치는 영향은 없었다. 육량 A등급 및 육질 1등급 이상의 고급육 출현률은 대조구에 비해 처리구에서 높은 경향이였다. 배최장근의 수분, 지방, 단백질 및 회분 함량은 처리간 유사한 수준이었다. RPAFA의 급여가 배최장근의 보수력, 산화환원전위, 총육색소 및 지방산 함량에 미치는 영향은 없었다. 따라서 거세, 적정 사료급여 관리 및 RPAFA의 급여는 당대검정 탈락축의 산육능력 및 육질등급 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA.
- Bowen, W. J. 1949. The absorption spectra and extinction coefficients of myoglobin. *J. Biol. Chem.* 179:235-245.
- Drabkin, D. L. 1978. Selected landmarks in the history of porphyrins and their biologically functional derivatives. In: *The porphyrins*. Dolphin, D. (ed), Academic Press, Inc., NY, USA, Vol. 1, pp. 29-33.
- Doreau, M. and Chilliard, Y. 1997. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *Br. J. Nutr.* 78:15-35.
- Fearon, A. M., Charlton, C. T. and Kilpatrick, D. J. 1994. A further investigation of the influence of dietary protected lipid supplements on the characteristics of cows' milk fat. *J. Sci. Food Agric.* 66:247-256.
- Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- Gilbert, C. D., Lunt, D. K., Miller, R. K. and Smith, S. B. 2003. Carcass, sensory, and adipose tissue traits of Brangus steers fed casein-formaldehyde-protected starch and/or canola lipid. *J. Anim. Sci.* 81:2457-2468.
- Hofmann, K., Hamm, R. and Blüchel, E. 1982. Neues Über die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mit Hilfe der Filterpapierpressmethode. *Fleischwirt.* 62:87-92.
- Hussein, H. S. and Berger, L. L. 1995. Feedlot performance and carcass characteristics of Holstein steers as affected by source of dietary protein and level of ruminally protected lysine and methionine. *J. Anim. Sci.* 73:3503-3509.
- Machmüller, A., Ossowski, D. A. and Kreuzer, M. 2000. Comparative evaluation of the effects of coconut oil, oilseeds and crystalline fat on methane release, digestion and energy balance in lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 85:41-60.
- Mayes, P. A. 1981. Metabolism of lipids: II. Role of the tissue. In: *Harper's Review of Biochemistry (18th Ed.)* (Ed. D. W. Martin, P. A. Mayes and V. W. Rodwell). pp 222-244. Lange Med. Publ., Los Altos, CA.
- Merchen, N. R. and Titgemeyer, E. C. 1992. Manipulation of amino acid supply to the growing ruminant. *J. Anim. Sci.* 70:3238-3247.
- Miller, M. F., Cross, H. R., Baker, J. F., Byers, F. M. and Recio, H. A. 1988. Evaluation of live and carcass techniques for predicting beef carcass composition. *Meat Sci.* 23:111-129.
- Nam, K. C. and Ahn, D. U. 2003. Effects of ascorbic acid and antioxidants on the color of irradiated ground beef. *J. Food. Sci.* 68:1686-1690.
- Park, B. K., Choi, N. J., Kim, H. C., Kim, T. I., Cho, Y. M., Oh, Y. K., Im, S. K., Kim, Y. J., Chang, J. S., Hwang, I. H., Jang, H. Y., Kim, J. B. and Kwon, E. G. 2010. Effects of amino acid-enriched ruminally protected fatty acids on plasma metabolites, growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23:1013-1021.
- Sammel, L. M., Hunt, M. C., Kropf, D. H., Hachmeister, K. A. and Johnson, D. E. 2002. Comparison of assays for metmyoglobin reducing ability in beef inside and outside semimembranosus muscle. *J. Food Sci.* 67:978-984.
- SAS Institute Inc. 1999. SAS/STAT user's guide. Version 8, (4th ed.). Cary, NC, USA.
- Schauff, D. J. and Clark, J. H. 1989. Effectsof prilled fatty acids and calcium salts of fatty acids on rumen fermentation, nutrient digestibilities, milk production and milk composition. *J. Dairy Sci.* 72:917-927.
- Veira, D. M., Seone, J. R. and Prolux, J. G. 1991. Utilization of grass silage by growing cattle: effect of a supplement containing ruminally protected amino acids. *J. Anim. Sci.* 69:4703-4709.
- Wood, J. D. 1993. Production and processing practices to meet consumer needs. In: *Manipulating pig production IV*. Batterham, E. (ed), Australasian Pig Science Association, Attwood, Victoria,

- Australia, pp. 135-147.
- Wright, M. D. and Loerch, S. C. 1988. Effects of rumen protected amino acids on ruminant nitrogen balance, plasma amino acid concentrations and performance. *J. Anim. Sci.* 66:2014-2027.
- 노승희, 김창엽, 원유석, 박철진, 이성수, 이정규. 2010. 한우 초음파생체단층촬영 형질에 대한 유전모수 추정과 씨수소 선발에 관한 연구. *한국동물자원과학회지*. 52:1-8.
- 이길왕, 정숙근. 1983. 축산물 도매시장 출하우의 도체중 분포와 도체단가의 변화. *한국동물자원과학회지*. 25:352-361.
- (접수일자 : 2010. 7. 22 / 수정일자: 2010. 9. 16 / 채택일자 : 2010. 10. 8)