

Research Article

거세한우 비육후기 보리곡실 발효사료 급여에 따른 성장과 도체특성에 미치는 효과

장선식^{1,*}, 권응기¹, 이은미¹, 황소미¹, 조상래¹, 김의형¹, 정기용²

¹국립축산과학원 한우연구소, ²한국농수산대학교

Effects of Growth Performance and Carcass Characteristics by Fermented Barley Grain Feeding in Post-fattening Hanwoo Steers

Sun-Sik Chang^{1,*}, Eun-Ki Kwon¹, Eun-Mi Lee¹, So-Mi Hwang¹,
Sang-Rae Cho¹, Ui-Hyoung Kim¹ and Ki Yong Chung²

¹Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25340, Korea

²Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju, 54874, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the proper feeding level and duration of fermented barley grain feed before harvesting to improve the availability of barley for feed. Trial 1 was to investigate the proper feeding amount of fermented barley grain fermented feed, and we prepared 32 heads (603.4 ± 42.7kg) of 22-month-old Hanwoo steer (603.4 ± 42.7kg) for 8 heads in 4 treatment groups. 48 heads (625.8 ± 13.1kg) for Trial 2 were used for 12heads per 4 treatments, and were reared for about 9 months until 30 months of age. Trial 1 is treated a Control group that feed 10kg of concentrate, replaces 10% fermented barley grain feed(FBGF) of the control by (TRT 1) and 20% (TRT 2) and 30%(TRT 3). Concentrate and FBGF fed 9, 2.1 kg, 8, 4.2 kg, 7 and 7, 6.3 kg on each treatments respectively and 1.5 kg of rice straw for forage. In Trial 2, 10% of alternative diets were judged to be appropriate, and the control of 9kg of diets and barley grain fermented feeds were used to determine the appropriate feeding period. The treatments were 3 months before shipment (TRT 1), 6 months (TRT 2) and 9 months (TRT32). Each treatment group had 8 and 2.1 kg of concentrate and barley grain fermentation, respectively. As a feed, rice straw was fed to 1.5 kg. The daily gains per treatment were higher in TRT 1 and TRT 3 was similar to the Control. Body weight and daily gain during the test period were higher in TRT 1 fed 10% barley grain fermented feed. TRT 2 was the highest at 6.13, and TRT 3 was 6.0, which was higher than 5.63 of TRT 1 and 5.5 of Control.

(Key words: Fermented barley grain, Hanwoo, Steer, Carcass characteristics)

I. 서론

기후변화, 국제 곡물가 불안정 등으로 배합사료 가격의 불안정 지속과 최근 배합사료가격 상승에 대한 대책으로 농산부산물 활용에 대한 연구가 이루어지고 있으나, 보리의 사료대체 가능성에 대한 연구가 대부분이며, 활용성 또한 미흡한 실정이다. 주요 연구 분야는 가공품 제조, 전분 제조 연구가 대부분이며 이를 사료로 이용하고자 하는 연구는 미흡한 상태이다. 따라서 보리를 조사료뿐만 아니라 곡실을 활용하기 위해 사료맥류 곡실 최적 발효사료 생산방법 개발 및 축종별 발효맥류 급여체계 확립이 필요하다.

사료용 보리의 곡실은 농후사료, 잎과 줄기는 조사료 대체효과가 커서 한우 및 젖소 급여 시 고품질 축산물 생산과 고급화에 적합하여 최근 국제 곡물가격 폭등에 따라 수입 대체효과가 큰 작물

로서 농가에서 선호하는 고품질 사료용 맥류 신품종을 지속적으로 개발하였으며, 국내 생산 청보리 및 이탈리아 리이그라스 위주 TMR 활용 비육전기 거세한우 영양소 요구량을 영농활용 자료로 활용하였다. 거세한우에서 비육후기 10개월간 농후사료의 옥수수 20%를 분쇄보리로 대체급여 시 근내지방도와 등심면적의 개선효과가 있었으며, 옥수수 20%를 건조 압편보리로 대체급여 시 기호성의 증가로 출하체중이 유의하게 높게 나타났다(장 등, 2007).

그러나 우리나라에서 보리곡실을 수확하려면 벼의 파종시기가 맞물리면서 충분히 여물지 않아 수분이 많은 상태로 수확하므로 사일리지용 유산균을 처리하여 발효사료를 만들어 반추기축에게 급여하는 시도를 하고 있으며, 발효곡실 보리사료 급여에 의한 소화율과 장내 발효에 미치는 효과를 구명하기 위해 많은 연구들이 수행되고 있다. 발효사료 급여시 pH 저하, 소화기관에서의

*Corresponding author: Sun Sik Chang, Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, Gyeonggang-ro, Daegwallyeong-myeon, Pyeongchang, Gangwon-do 25340. Tel: +82-33-330-0693, Fax: +82-33-330-5106, E-mail: jangsc@korea.kr

enterobacteria 수준의 감소 및 Salmonella seroprevalence 감소 등으로 건강에 효과적이었다(van Winsen, 등, 2001; Canibe and Jesen 등, 2003; Plumed-Ferrer 등, 2005).

본 연구는 사료용 보리의 이용성을 향상시키기 위해 등숙 전 보리를 수확과 동시에 발효 처리한 보리곡실 발효사료에 대해 비육후기의 거세한우에 대한 적정 급여수준 및 기간을 구명하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험장소, 공시동물 및 시험기간

본 연구는 평창정선영월축협외 위탁사육 농가에서 수행되었으며, 보리곡실 발효사료의 적정 급여량을 구명하기 위하여 22개월령 비육후기 한우 거세우 32두(603.4±42.7kg)를 4개 처리구 당 8두씩 공시하여 약 9개월간 사육하였고(시험1), 이어 적정 급여 기간을 구명하기 위하여 22개월령 비육후기 48두(625.8±13.1kg)를 4개 처리구 당 12두씩 이용하여 30개월령까지 약 9개월 동안 사육하였다.(시험2)

2. 실험설계 및 사양관리

(시험1)은 보리곡실 발효사료의 적정급여량을 구명하기 위해 비육후기 배합사료 급여량 10kg를 급여하는 대조구(Control) 배합사료 급여량의 10%를 보리곡실 발효사료로 대체 급여하는 처리구(TRT 1), 20%를 급여하는 처리구(TRT 2), 30%를 급여하는 처리구(TRT 3)등 4개의 처리구를 두었고, 각 처리구의 배합사료와 보리곡실 발효사료 급여량은 각각 9, 2.1kg, 8, 4.2kg, 7 및 7, 6.3kg을 급여하였고 조사료로 벼짚을 1.5kg를 급여하였다.

(시험2)는 (시험1)의 결과로 10%대체구가 경제적으로 좋은 것으로 판단되어 보리곡실 발효사료의 적정급여기간을 구명하기

위해 비육후기 배합사료 9kg를 급여하는 대조구(Control) 배합사료와 보리곡실 발효사료를 10% 대체급여기간을 출하전 3개월(TRT 1), 6개월(TRT 2), 9개월(TRT32)등 4개의 처리구를 두었고, 각 처리구의 배합사료 급여량은 공통적으로 배합사료와 보리곡실 발효사료 각각 8, 2.1kg 급여하였고 조사료로 벼짚을 1.5kg를 급여하였다.

보리곡실 발효사료는 익산, 전주지역 재배농민과 계약하여 걸 보리를 5월 말 수확과 동시에 시판 생균제를 처리하여 1톤 규모의 톤백에 수확한 사료를 구입하여 한우연구소에서 인수, 보관하여 위탁사육 농가에 공급하였다.

사료급여는 시판 비육후기 배합사료와 벼짚을 이용하였으며, 사료는 1일 2회(오전 8:00 및 오후 17:00) 나누어 급여하였으며, 보리곡실 발효사료는 배합사료와 함께 급여하였으며, 무기물과 물은 자유롭게 섭취할 수 있도록 하였다.

3. 조사항목 및 분석방법

1) 사양성적 및 사료분석

체중 측정은 한 달에 1회 씩 이동식 우형기(CAS Korea, Newton HT-501A)를 이용하여 오전 사료 급여 전에 측정하였다. 일당증체량은 체중 측정결과 및 사양일수를 근거로 도출하였다.

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 축산물공판장에 출하시켜 도축하였으며, 0℃에서 18~24 시간 동안 도체를 현수 시킨 후 육량 판정요인(도체중, 등지방두께 및 배최장근단면

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

Items	Concentrate		Forage
	Late fattening	Fermented Barley	Rice straw
Dry matter	88.69	41.03	90.96
Crude protein	12.7	4.21	3.49
Ether extract	3.86	1.63	1.66
Crude fiber	8.09	2.87	27.04
Crude ash	5.66	1.02	14.58
NDF ¹⁾	22.16	7.45	54.18
ADF ²⁾	11.08	3.33	28.83

¹⁾NDF: Neutral detergent fiber; ²⁾ADF: Acid detergent fiber;

적)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 (Commission Internationale de Leclairage) L* (Lightness), a* (Redness), b* (Yellowness)의 값을 3반복 측정하여 평균값을 적용하였다. 이때 사용한 기준색 표준판은 $Y=92.40$, $x=0.3136$, $y=0.3196$ 의 백색타일을 이용하여 고정한 다음 시료의 색차를 측정하였다.

전단력은 등심을 3cm두께의 스테이크 모양으로 근섬유방향과 직각이 되도록 근육을 절단하여 80°C에서 40분간 가열한 후 흐르는 물에 20분간 방냉 하였다. 방냉 한 시료에서 직경 1.27 cm²를 근섬유 방향에 따라 원통형으로 뚫어 시료를 채취한 후 Instron Universal 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°C 인큐베이터에서 36시간 방치시켰다. 36시간 후 원심분리(1,250 × g, 4°C, 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 °C 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 수 소 개체를 실험 유닛으로 사용하였다. ≤0.05의 p-value 값을 유의성이 있는 것으로, 0.05 > p ≤ 0.10을 경향치로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

(시험1) 거세한우 비육후기 보리곡실 발효사료의 배합사료 적정 대체급여량설정

처리구별 시험축의 22개월령 개시체중, 24개월령 체중, 종료 시 체중 및 일당 증체량은 Table 2와 같다. 일당 증체량은 TRT1의 성적이 가장 높게 나타났으며, TRT3의 성적은 대조구와 비슷한 수준을 보였다. 종료시 체중과 시험기간 중 일당증체량은 통계적으로 유의한 차이는 나지 않았으나 보리곡실 발효사료를 10% 급여한 TRT 1이 비교적 높았으며 20% 급여한 TRT 2가 다음으로 많은 경향을 보였다. 이는 장 등(2007)이 비육후기 사료 중 옥수수 20%를 압편보리로 대체할 경우 유의한 증체효과를 보였으며, 30%를 대체할 경우 오히려 증체량이 떨어진다는 보고와 일치하였다.

보리를 농후사료로 이용할 경우 외피 내측에 글루텐 층이 형성되어 있어 반드시 물리적인 가공을 하여 급여해야 하나 보리곡실 발효사료는 수분을 많이 함유하고 있어 소에게 급여할 경우 저작 행동에 의해 충분히 물리적인 구조가 파괴되어 소화하는데 무리가 없지만 완전하게 등숙 된 보리가공 사료에 비해 급여효과

Table 2. Effects of fermented barley feeding on growth performance of Hanwoo steers

Item	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	Pr>F
Heads	8	8	8	8	
Initial BW ¹⁾ (kg)	603.8±37.0	603.6±34.2	602.0±64.5	604.0±35.3	0.7025
24 mon, of age(kg)	683.8±43.3	684.4±35.8	662.4±71.7	664.0±35.3	0.6134
Final BW (kg)	772.5±53.7	785.0±34.0	780.8±79.0	772.5±48.6	0.6235
ADG ²⁾ (kg)	0.57±0.10	0.62±0.09	0.61±0.08	0.57±0.09	

¹⁾BW: body weight; ²⁾ADG: average daily gain;

는 다소 못 미치는 것으로 판단된다.

처리구별 시험축의 30개월령 도체성적은 Table 3에서 보는 바와 같다. 육량등급의 항목을 살펴보면 도체중은 TRT1이 471.0kg으로 유의한 차이는 없었으나 다른 처리구에 비해 다소 높은 경향이었고 다음으로 TRT 2이었으며, Control과 TRT3은 동일하였다. 등심면적은 TRT 1이 100.7cm² 도체중과 비슷한 경향이었으나, TRT 2, control, TRT 3의 순으로 약간의 차이가 있었다. 그러나 등지방 두께는 TRT 2가 가장 두꺼웠고 Control, TRT1, TRT2 순으로 두꺼운 경향이였다. 육량지수는 TRT1과 TRT2가 61.79와 61.90으로 Control과 TRT3의 63.23, 62.47에 비해 다소 낮았는데 이는 등지방두께가 약간 두꺼워진 이유로 판단된다. 그러나 육량 C등급 출현두수는 TRT 3이 7두로 가장 많았고, TRT 2가 5두였으며, Control과 TRT 1이 공히 3두로 판정되어 육량등급 면에서 Control과 TRT 1이 유리한 것으로 나타났다.

육질등급에서 가장 큰 비중을 차지하는 근내지방은 보리곡실 발효사료를 전체 배합사료의 20% 급여한 TRT 2가 6.13으로 가장 높게 나왔고 TRT 3가 6.0으로 TRT 1의 5.63, Control의 5.5에 비해 높게 나타났다. 보리알곡 발효사료 급여가 근내지방 개선에 도움을 주는 효과는 있는 것으로 보이며 특히 20% 이상을 급여할 경우 더 효과가 있는 것으로 보인다.

이는 근내지방과 피하지방 조직은 지방산의 de novo 합성 조절과정이 다르고 C2보다는 glucose가 근내지방 합성에 더 관여

한다고 Smith와 Crouse(1984)는 보고하였다. 이것을 전제로 할 때 옥수수를 위주로 한 사료이용은 단백질 과(protein matrix)에 둘러싸여 소장으로 넘어가는 전분의 양이 풍부하므로 제대로 흡수만 된다면 근내지방도는 상당히 올릴 수 있을 것이다. 그러나 Ørskov(1986)은 소장으로 유입된 전분이 모두 흡수되는 데에는 한계가 존재한다고 주장하였다.

그러므로 일부 전분은 반추위에서 미생물에 의해 C3로 생성되어 간에서 이루어지는 gluconeogenesis과정을 통해 이용토록 하는 것이 유리하다고 하였다. 그리고 Taniguchi 등(1995)은 반추위에서 전분소화는 거세우의 성장에 도움을 주는 에너지와 질소의 최대공급을 제공하기 위해 소장 내 전분소화보다 바람직하다고 하였다. 따라서 보리와 옥수수의 혼합급여는 반추위내 환경과 적절히 조화하여 가축에 대한 질소와 전분 및 에너지의 효율적인 이용방법이라고 판단된다.

한편 육색과 지방색은 압편보리와 분쇄압편보리를 혼합하여 배합사료의 20% 이상 급여할 때 육색이 4.6으로 나머지 처리구에 비해 0.2정도 밝았으며, 지방색도 보리를 더 많이 섭취된 분쇄압편보리 급여구에서 유의하게($P>.002$) 밝은 것으로 나타났다. 장 등(2007)의 보고와는 달리 본 시험을 통해 보리곡실 발효사료를 10~30%까지 급여해도 육색과 지방색에는 개선효과가 없는 것으로 분석되어 보리알곡 발효사료가 등숙보리에 비해 육색과 지방색을 개선하는 효과는 적은 것으로 판단된다.

Table 3. Effects of fermented barley feeding on carcass characteristics of Hanwoo steers

Item	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	Pr>F
Yield traits ¹⁾					
Carcass weight (kg)	463.5±32.25	471.0±20.40	468.5±47.42	463.5±29.15	0.7104
Rib eye area (cm ²)	95.7±7.17	100.7±7.59	96.2±8.22	90.8±4.77	0.4234
Back fat thickness (mm)	15.13±3.94	16.25±4.89	17.25±5.42	15.4±3.11	0.4011
Yield index	63.23±2.34	61.79±4.19	61.90±4.04	62.47±2.55	0.3892
Yield grade (A:B:C)	0:5:3	0:5:3	1:2:5	1:0:7	
Quality traits ²⁾					
Marbling score	5.50±1.41	5.63±1.60	6.13±1.46	6.00±2.00	0.6974
Meat color	4.75±0.16	4.88±0.35	5.00±0.00	4.88±0.35	0.2857
Fat color	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	-
Texture	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	-
Maturity	2.13±0.35	2.13±0.35	2.38±0.52	2.13±0.35	0.5623
Quality grade (1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2:3)	1:3:4:0	1:3:4:0	1:5:2:0	2:3:2:1	

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: $68.184 - (0.625 \times \text{back fat thickness (mm)}) + (0.130 \times \text{rib eye area (cm}^2)) - (0.024 \times \text{dressed weight amount (kg)})$; 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).

본 시험을 통하여 근내지방은 배합사료의 20%를 대체한 TRT2가 육질등급에서는 유리하였으나, 도체중과 육질등급 및 보리곡실 발효사료 가격등을 고려할 때 배합사료의 10%를 공급하는 것이 적절하다고 판단하였다. 그리고 본 시험에서 배합사료를 농가에서 급여하는 수준인 10kg를 기준으로 하였으나 육량C 등급의 출현율이 30~80로 높게 나와 (시험2)에서 9kg로 줄여 적정급여기간 구명시험을 실시하였다.

(시험2) 거세한우 비육후기 보리곡실 발효사료의 적정 급여기간 결정

거세한우 48두(22개월령)로 9개월 동안 비육후기 배합사료 급여량 9kg에 대해 보리알고 발효사료를 10%대체 적정 급여기간을 설정하기 위해 대조구(Control)와 출하전 3개월(TRT 1), 6개월

(TRT 2), 9개월 간 급여(TRT 3) 등 4개 처리를 두어 실시 하였다.

처리구별 시험축의 22개월령 개시체중, 24개월령 체중, 종료시 체중 및 일당 증체량은 Table 4와 같다. 일당 증체량은 TRT 1이 0.76kg으로 가장 높았으며 TRT 3, Control 및 TRT 2의 순이었다. 24, 27개월령 체중은 통계적으로 유의한 차이는 나지 않았지만 Control이 높았고, 종료시 체중은 보리곡실 발효사료 10%로 출하 전 3개월 간 급여한 TRT 1이 818.8kg로 비교적 높았으며, Control, TRT 3, TRT 2의 순으로 적었다.

처리구별 시험축의 30개월령 도체성적은 Table 5에서 보는 바와 같다. 육량등급의 항목을 살펴보면 유의한 차이는 없었으나 도체중은 TRT 1이 491.2kg으로 다른 처리구에 비해 다소 높은 경향이었고 다음으로 Control이었으며, TRT 2와 TRT 3는 비슷하였

Table 4. Effects of fermented barley feeding period on growth performance of Hanwoo steers

Item	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	Pr>F
Heads	12	12	12	12	
Initial BW ¹⁾ (kg)	649.0±17.2	611.8±11.4	638.3±11.1	604.3±12.9	0.0697
24 mon, of age(kg)	699.9±18.5	695.7±13.5	685.4±15.5	691.2±11.0	0.9134
27 mon, of age(kg)	766.6±21.2	764.9±16.7	741.3±17.3	741.9±12.1	0.5783
Final BW (kg)	810.8±28.1	818.8±22.3	787.1±17.2	791.1±12.8	0.6610
ADG ²⁾ (kg)	0.59±0.22	0.76±0.22	0.55±0.26	0.69±0.24	

¹⁾BW: body weight; ²⁾ADG: average daily gain;

Table 5. Effects of fermented barley feeding period on carcass characteristics of Hanwoo steers

Item	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	Pr>F
Yield traits ¹⁾					
Carcass weight (kg)	486.5±16.84	491.2±13.37	472.2±10.33	474.7±7.68	0.6609
Rib eye area (cm ²)	98.00±2.35	95.67±2.95	92.00±2.00	95.67±1.91	0.3499
Back fat thickness (mm)	15.83±0.92	16.83±1.04	15.08±1.12	14.00±0.76	0.2216
Yield index	62.58±0.76	61.54±0.95	61.57±1.33	63.70±0.49	0.3202
Yield grade (A:B:C)	0:6:6	0:5:7	1:2:9	0:7:5	
Quality traits ²⁾					
Marbling score	6.17±0.30	6.83±0.39	6.58±0.31	6.67±0.41	0.5966
Meat color	4.92±0.08	4.83±0.11	5.00±0.00	5.00±0.00	0.2860
Fat color	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	-
Texture	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.08±0.08	0.4018
Maturity	2.33±0.14	2.25±0.13	2.33±0.14	2.08±0.08	0.4675
Quality grade (1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2:3)	1:9:2:0	3:7:2:0	2:9:1:0	4:6:2:0	
Appearance Rates over 1 ⁺	83.3	83.3	91.6	83.3	

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: $68.184 - (0.625 \times \text{back fat thickness (mm)}) + (0.130 \times \text{rib eye area (cm}^2\text{)}) - (0.024 \times \text{dressed weight amount (kg)})$; 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).

Table 6. Effects of fermented barley feeding period on chemical composition, physiological and sensory properties of *Longissimus dorsi* of Hanwoo steers

Item	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	Pr>F
Shear force(kg/cm ²)	3.28±0.20	3.52±0.39	2.85±0.13	2.82±0.29	0.2182
Moisture(%)	63.95±1.48	63.00±1.34	61.55±0.81	61.28±0.73	0.3720
Fat(%)	14.05±2.07	15.41±1.55	17.49±1.06	18.17±1.04	0.2695
Protein(%)	20.04±0.56 ^a	19.59±0.30 ^{ab}	18.80±0.27 ^{ab}	18.54±0.36 ^b	0.0665
Ash	0.86±0.06 ^a	0.80±0.02 ^{ab}	0.77±0.01 ^b	0.74±0.02 ^b	0.0058
Sensory properties ¹⁾					
Juiciness	5.39±0.15	5.17±0.18	5.12±0.09	5.34±0.17	0.5080
Tenderness	5.44±0.19	5.17±0.30	5.12±0.12	5.42±0.23	0.6209
Flavor	5.50±0.13	5.45±0.16	5.13±0.14	5.16±0.12	0.1714

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

¹⁾Based on 6-point evaluation :Juiciness, 1 = very dry, 6 = very juicy; Tenderness, 1 = very tough, 6 = very tender; Flavor, 1 = very objectionable, 6 = very acceptable

다. 등심면적은 Control이 98.1cm² 으로 시험1과 달리 가장 넓었고 TRT 1과 3 가 비슷하였고 TRT2가 92로 가장 좁은 경향이였다. 그러나 등지방두께는 TRT 3가 가장 얇았고 TRT 2, Control, TRT 1의 순으로 얇은 경향이였다. 육량지수는 TRT1과 TRT2가 61.54와 61.57로 Control과 TRT3의 63.58, 63.70에 비해 다소 낮았는데 이는 등지방두께가 약간 두껍고 등심면적이 다소 작아진 이유로 판단된다. 그러나 육량 C등급 출현두수는 TRT 2가 9두로 가장 많았고, TRT 1이 7두였으며, Control가 6두, TRT 3가 5두로 판정되어 육량등급 면에서 Control과 TRT3가 유리한 것으로 나타났다. 시험1에서 육량 C등급이 많아 사료급여량을 1 kg적게 급여하였음에도 불구하고 C 등급 출현율이 50%를 상회하였는데, 추후 비육후기 사료급여량을 더 제한할 필요가 있다.

육질등급에서 가장 큰 비중을 차지하는 근내지방은 보리곡실 발효사료를 전체 배합사료의 10%로 3개월간 급여한 TRT 1이 6.83으로 가장 높게 나왔고 TRT 3가 6.67으로 TRT 2의 6.58, Control의 6.17에 비해 높았으며 (시험1)의 성적보다 대체로 높게 나타났다. 보리알곡 발효사료 급여가 옥수수 위주의 관행 비육후기 배합 사료보다 근내지방 개선에 도움을 주는 효과는 있으며 특히 3개월 이상 급여할 경우 더 효과가 있는 것으로 보인다. 또한 육질 1+ 등급 판정비율은 TRT 2가 91.6%로 다른 처리구의 83.3%보다 높게 나와 보리알곡 발효사료를 충분히 구할 수 있다면 최소 3개월에서 6개월 이상 급여하면 효과가 있을 것으로 판단된다.

보리곡실 발효사료를 급여한 거세우 등심의 화학적 조성 및 물리적 성상 및 관능검사 성적을 Table 6에 표시하였다. 유의차는 없었지만 보리곡실 발효사료를 6개월 이상 급여한 TRT 2, 3의 전단력은 2.8내외로 Control과 TRT 1 보다 낮아 대체로 연하게 분석 되었다. 이와 관련하여 관능검사의 연도도 좋은 경향이였다. 반면 단백질과 회분함량은 Control구가 높았는데 이는 보리알곡

발효사료를 급여한 시험구의 근내지방이 높은 경향이었던 결과와 연관되어 상대적으로 지방이 적은 대신 단백질이 많은 것으로 판단된다. 그밖에 관능검사의 다즙성과 향미는 큰 차이가 없었다.

근내지방도가 높을수록 전단력은 낮아지며 범위는 5.1~6.4kg/cm²이었다는 이(1997)의 보고에 비해 전단력은 매우 낮은 수준이었다. 또한 Gregory 등(1995)이 보고한 3.5~5.08kg/cm², Konish 등(1995)이 보고한 화우의 5.6kg/cm²이었다는 보고에 비해서도 매우 낮은 수치로, 거세한우 장기비육에 따른 전단력은 외국 육우의 수치와 비교해서 낮은 수준이었다.

Table 7은 보리곡실 발효사료를 비육후기 출하전 3, 6, 9개월 간 급여한 시험축을 도축 후 등심을 채취하여 지방산을 분석한 결과로서, TRT 1에서 Myristicacid (C14:0)가 유의($P<0.0895$)하게 높았으며, Linolenicacid(C18:3n3)가 TRT 3구가 역시 유의($P<0.0029$)하게 높았다. 이는 보리곡실 발효사료를 급여할수록 다 불포화 지방산이 증가하고, 급여기간이 짧거나 급여하지 않을 경우 상대적으로 포화지방산이 증가하는 것으로 해석할 수 있다. 등심근육내의 지방산 함량은 맥류발효사료를 급여할수록 올레인산을 비롯한 불포화지방산 함량이 다소 많은 경향이였다. 이는 linolenic acid를 비롯한 n3지방산이 높았던 이유는 보리함량이 높아 반추위 분해가 빨리 되어 pH가 다른 처리에 비해 낮아진데 기인한다고 볼 수 있다.

Leat (1978)는 비육도가 증가할수록 불포화 지방산이 차지하는 비율이 높아진다고 하였고, 이는 반추위 내 미생물에 의한 가수소 화작용이 고수준의 농후사료로 인한 위 내 pH저하로 인해 제한될 수 있으므로 더 많은 불포화지방산이 주로 흡수되는 부위인 소장으로 유입되고 조직으로 전이될 수 있다고 한 Duckett 등(1986)의 보고와 일치하였다. 본 시험에서 MUFA/SFA 1.31~1.37로 북미 화우 거세우 대부분의 1.1:1~1.7:1 범위와는 비슷하였고 Angus의

Table 7. Effects of fermented barley feeding period on Fatty acid composition(%) of *Longissimus dorsi* of Hanwoo steers

Item	Control	TRT 1	TRT 2	TRT 3	Pr>F
Myristicacid (C14:0)	3.01±0.11 ^{ab}	3.24±0.06 ^a	2.99±0.12 ^b	3.26±0.06 ^b	0.0895
Palmiticacid (C16:0)	28.65±0.55	27.72±0.78	28.16±0.52	27.81±0.80	0.7579
Palmitoleicacid (C16:1n7)	4.87±0.33	5.37±0.19	4.49±0.32	4.44±0.21	0.0867
Stearicacid (C18:0)	10.67±0.55	10.41±0.31	10.81±0.49	10.54±0.44	0.9340
Oleicacid (C18:1n9)	50.53±0.65	51.12±0.71	51.42±0.76	51.67±0.60	0.6722
Linoleicacid (C18:2n6)	1.56±0.06	1.51±0.08	1.46±0.04	1.47±0.06	0.6922
γ-Linoleicacid (C18:3n6)	0.04±0.01	0.44±0.00	0.04±0.00	0.05±0.01	0.6143
Linolenicacid (C18:3n3)	0.06±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00	0.07±0.01	0.7889
Eicosenoicacid (C20:1n9)	0.47±0.02 ^b	0.44±0.02 ^b	0.46±0.02 ^b	0.56±0.02 ^a	0.0029
Arachidonicacid (C20:4n6)	0.14±0.02	0.10±0.01	0.12±0.01	0.13±0.01	0.3085
Total	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	-
SFA ¹⁾	42.34±0.80	41.37±0.92	41.95±0.71	41.61±0.53	0.8145
USFA ²⁾	57.66±0.80	58.64±0.92	58.05±0.17	58.39±0.53	0.8145
MUFA ³⁾	55.87±0.77	56.93±0.88	56.37±0.70	56.68±0.54	0.7603
PUFA ⁴⁾	1.80±0.80	1.71±0.09	1.68±0.05	1.71±0.07	0.6685
MUFA/SFA	1.31	1.37	1.34	1.36	

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

¹⁾SFA : saturated fatty acids.

²⁾USFA : unsaturated fatty acid.

³⁾MUFA : monounsaturated fatty acid.

⁴⁾PUFA : polyunsaturated Fatty Acid.

0.9:1~1.1:1(Reiser와 Shorland, 1990)보다는 높은 수준이었다.

또한, 단일 불포화지방산으로서 고기의 기호성에 영향을 주는 oleic acid는 쇠고기를 비롯한 대부분 식육의 주요지방산으로 알려져 있는데(Lunt and Smith, 1991), 본 시험에 공시축들의 등심근육 내 oleic acid함량은 처리간에 유의차는 없었지만 50.53~51.67%로서 박 과 유(1994)가 보고한 한우 48.01, 미국산 42.55, 뉴질랜드산 31.02 및 홀스타인 거세우의 37.08%에 비하여 상당히 높았으나 장 등(2007)이 보고한 45.74~52.55%보다는 낮았다. 이 역시 등숙된 보리와 등숙되지 않은 보리알곡 발효사료의 차이라고 판단된다.

IV. 요약

본 연구는 사료용 보리의 이용성을 향상시키기 위해 등숙 전 보리를 수확과 동시에 발효 처리한 보리곡실 발효사료를 비육후기 거세한우 적정 급여수준 및 기간을 구명하기 위하여 실시하였다. 본 연구는 보리곡실 발효사료의 적정 급여량을 구명하기 위하여 22개월령 비육후기 한우 거세우 32두(603.4±42.7kg)를 4개 처리구 당 8두씩 공시하여 약 9개월간 사육하였고(시험1), 적정 급여기간을 구명하기 위하여 22개월령 비육후기 48두(625.8±13.1kg)

를 4개 처리구 당 12두씩 이용하여 30개월령까지 약 9개월 동안 사육하였다(시험2). (시험1)은 비육후기 배합사료 급여량 10kg를 급여하는 대조구(Control) 배합사료 급여량의 10%를 보리곡실 발효사료로 대체 급여하는 처리구(TRT 1), 20%를 급여하는 처리구(TRT 2), 30%를 급여하는 처리구(TRT 3)등 4개의 처리구를 두었고, 각 처리구의 배합사료와 보리곡실 발효사료 급여량은 각각 9, 2.1kg, 8, 4.2kg, 7 및 7, 6.3kg을 급여하였고 조사료로 볏짚을 1.5 kg 급여하였다. (시험2)는 (시험1)의 결과 10%대체구가 적절한 것으로 판단되어 적정급여기간을 구명하기 위해 비육후기 배합사료 9kg를 급여하는 대조구(Control), 보리곡실 발효사료를 배합사료의 10% 대체급여기간을 출하전 3개월(TRT 1), 6개월(TRT 2), 9개월(TRT3)등 4개의 처리구를 두었고, 각 처리구는 공통적으로 배합사료와 보리곡실 발효사료 각각 8, 2.1kg, 조사료로 볏짚을 1.5 kg를 급여하였다. 처리구별 일당 증체량은 TRT 1이 높았으며, TRT 3은 대조구와 비슷한 수준을 보였다. 종료시 체중과 시험기간 중 일당증체량은 보리곡실 발효사료를 10% 급여한 TRT 1이 비교적 높았다. 근내지방은 TRT 2가 6.13으로 가장 높았고, TRT 3이 6.0으로 TRT 1의 5.63, Control의 5.5에 비해 높았다. 일당 증체량은 TRT 1이 0.76kg으로 가장 높았으며 종료시 체중은 보리곡실 발효사료 10%로 출하 전 3개월 간 급여한 TRT 1이 818.8kg로 비교적

높았다. 도체중은 TRT 1이 491.2kg으로 다른 처리구에 비해 다소 높은 경향이었고, 등심면적은 Control이 98.1cm² 으로 가장 넓었다. 등지방두께는 TRT 3가 가장 얇았다. 육질등급에서 근내지방은 3개월간 급여한 TRT 1이 6.83으로 가장 높았다. 보리곡실 발효사료를 6개월 이상 급여한 TRT 2, 3의 전단력이 2.8내외로 Control과 TRT 1 보다 낮아 대체로 연하게 분석 되었다. 이와 관련하여 관능검사의 연도도 좋은 경향이였다. TRT 1에서 Myristicacid (C14:0)가 유의($P<0.095$)하게 높았으며, Linolenicacid(C18:3n3)가 TRT 3구가 역시 유의($P<0.0029$)하게 높았다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청연구사업 근내지방 섬세도 관련 대사기 작 구명 및 사양프로그램 개발 (PJ01268701)의 지원에 의해 이루어진 것임

VI. REFERENCES

- AOAC. 2005. Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Chang, S.S., Oh, Y.K., Kim, K.H., Hong, S.K. Kwon, E.G. Cho, Y.M., Cho, W.M., Eun, J.S., Lee, S.C., Choi, S.H. and Song, M.K. 2007. Effect of dietary barley on the growth performance and carcass characteristics in Hanwoo steers. *J. Anim. Sci. & Technol.* 49:801-818.
- Duckett, S.K., Wagner, D.G., Yates, L.D., Dolezal, H.G. and May, S.G. 1993. Effect of time on feed on beef nutrient composition. *J. Anim. Sci.* 71:2079.
- 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.
- Gregory, K.E., Cundiff, L.V. and Koch, R.M. 1995. Genetic and phenotypic (Co)variances for growth and carcass traits of purebred and composite populations of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 73:1970.
- Højberg, O., Canibe, N., Knudsen, B. and Jensen, B. B. 2003. potential rates of fermentation in digesta from the gastrointestinal tract of pigs: Effect of feeding fermented liquid feed. *Appl. Environ. Microbiol.* 69:408-418.
- Konishi, K., Nade, T., Maeda, M. and Uchiyama, M. 1995. Determination of fat content in beef loin by image analysis system. *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)* 66:548-554.
- Leat, W.M.F. 1978. Factors affecting the fatty acid composition of depot fats of cattle and other ruminants. *J. Agric. (Camb.)* 85:551.
- Lunt, D.K. and Smith, S.B. 1991. 8. Wagyu beefs holds profit potential for U.S. feedlot. *Feedstuffs.* 19:18.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2017. Grade rule for cattle carcass in Korea. Korea Ministry of Government Legislation.
- Ørskov, E.R. 1986. starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63:1624.
- Park B.S. and Yoo, I.J. 1994. Comparison of fatty acid composition among imported beef, holstein steer beef and Hanwoo beef. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.)* 36:69-75.
- Plumed-Ferrer, C., Kivelä, I., Hyvönen, P. and von Wright, A. 2005. Survival, growth and persistence under farm conditions of a *Lactobacillus plantarum* strain inoculated into liquid pig feed. *J. Appl. Microbiol.* 99:851-858.
- Reiser, R. and Shorland, F.B. 1990. In *Meat and Health-Advance in Meat Research*, vol. 6, eds. A.M. Pearson and T.R. Duston. Elsevier Applied Science, London.
- Smith, S.B. and Crouse, J.D. 1984. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. *J. Nutr.* 114:792.
- 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.
- Van Winsen, R.L., Urlings, B.A.P., Lipman, L.J.A., Snijders, J.M.A., Keuzenkamp, D., Verheijden, J.H.M. and van Knapen, F. 2001. Effect of fermented feed on the microbial population of the gastrointestinal tracts of pigs. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:3071-3076.

(Received : November 21, 2019 | Revised : November 29, 2019 | Accepted : November 29, 2019)