

보리의 사료가치평가와 한우 거세우 급여에 의한 발육 및 육질개선효과 구명

장선식* · 오영균* · 김경훈* · 홍성구* · 권응기* · 조영무* · 조원모* · 은정식** · 이상철*** · 최성호**** · 송만강****

농촌진흥청 축산과학원*, CJ주식회사**, 농림부***, 충북대학교****

Effects of Dietary Barley on the Growth Performance and Carcass Characteristics in Hanwoo Steers

S. S. Chang*, Y. K. Oh*, K. H. Kim*, S. K. Hong*, E. G. Kwon*, Y. M. Cho*, W. M. Cho*, J. S. Eun**, S. C. Lee***, S. H. Choi**** and M. K. Song****

National Institute of Animal Science, RDA*, CJ Corp.**, Ministry of Agriculture and Forestry***, Chungbuk National University****

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of processing methods of barley as a proper source of grain in diets of Hanwoo on fermentation pattern in the rumen fluid and digestibility of the diets, the growth performance and carcass characteristics of Hanwoo. The degree of ruminal pH change in the cows fed diets of the Corn (corn basis) and GDRB (ground and dry-rolled barley) tended to be greater than those in the cows fed other two diets (ground barley, GB and dry-rolled barley, DRB). The diet of GDRB showed the lowest ruminal pH (5.5), indicating the rapid degradation of the diet in the rumen. Although ammonia concentration was not affected by diet, the GR and DBR diets maintained the low concentrations of ruminal ammonia compared with other two treatments. And the effects of feeding processed barley grain on body weight gain and meat quality of Hanwoo steers were as follows. Steers fed DRB diet had the highest body weight, 683.0 kg at 28 months old, while those fed the GDRB showed the lowest body weight, 653.3 kg. The average daily gain (ADG) was similar between the steers fed Corn and GR throughout the whole period, but the GDRB showed the lowest ADG. The steers fed the DRB showed the significant increase in ADG (0.89 kg/d from 19 to 23 months old and 0.43 kg/d from 24 to 28 months old) compared with those fed other diets. Feeding diets containing corn and/or barley did not influence live body weight, cold carcass weight, carcass yield, back-fat thickness and carcass grade of Hanwoo steers.

(Key words : Hanwoo steers, Barley, Beef quality)

I. 서 론

한우가 농경시대의 주역에서 농업기계의 발달로 점차 쇠고기 공급에 주목적을 두고 사육되어 왔으나, WTO 체제의 출범과 FTA 협상은

외국으로부터 막대한 양의 쇠고기는 물론 생우까지 수입되는 국면을 맞는 등 쇠고기 시장에 커다란 변화에 직면하고 있다. 한편 국내에서는 한우 쇠고기의 국제경쟁력 강화를 위한 소도체등급 판정기준의 설정 등과 같은 제도적인

Corresponding author : S. S. Chang, National Institute of Animal Science, RDA.
Tel: 033-330-0609, Fax: 033-330-0660, E-mail: jangsc@ rda.go.kr

보완과 더불어 그 동안 증체 위주에서 육질개선으로 사양관리 방식이 전환되는 등, 고급육 생산에 더욱 박차를 가하게 되었다.

그 동안 축산과학원을 비롯한 정부연구기관과 대학교 등에서 한우고기의 품질고급화를 위한 거세의 효과 및 시기, 적정 비육개시 월령 및 비육기간 설정, 육성기와 비육전기 배합사료의 제한급여 효과, 배합사료 및 조사료 종류별 육질개선 효과, 적정시기 출하방법 등과 같은 한우 고급육 생산기술을 확립하고 한우사육농가에 이와 관련된 기술을 보급하여 많은 효과를 거두었다. 그러나 쇠고기 시장의 품질 경쟁이 날로 격화됨에 따라 한우고기를 현재 보다 품질이 우수한 쇠고기를 생산해야만 소비자의 선택을 받을 수 있는 단계가 다가왔다.

특히, 2001년에 쇠고기와 생우의 수입자유화 및 도매시장의 개방으로 한우 사육농가의 심리가 불안하여 한우 사육기반이 위축되고 품질고급화 속도가 둔화되고 있는 시점에서 수입쇠고기에 대응하고 민족 산업인 한우산업을 성장산업으로 유지하기 위한 고품질·안전 쇠고기 생산 방안으로 육질개선에 탁월한 효과를 보이는 것으로 알려진 사료용 보리의 이용을 검토하게 되었다.

축우용은 물론 거의 모든 축종의 배합사료 제조를 위해 단미사료의 대부분을 수입하는 우리의 현실에서 사료용 주요곡류의 대체품목인 호밀, 귀리, 수수 등 기타곡류의 수급은 매년 악화되는 반면, 사료용 겉보리는 세계적으로 매년 일정량의 수요와 공급이 비교적 안정적이어서 원료의 선택 폭을 넓혀주고 있다. 뿐만 아니라, 고기의 체지방을 경화시키고, 도체 외관의 개선과 함께 고기의 풍미를 개선시켜주는 것으로 알려져 한우의 사료급여체계에 도입할 경우 한우고기의 품질을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

한국의 보리의 생산량은 쌀의 자급달성이 이루어지면서 급격히 감소하여 1997년에 266천 톤으로 최대 생산 년도인 1970년도의 1/10에 불과하다. 외국에서 보리는 80% 이상이 사료용으로 소비되고, 그 다음으로 맥주용이며 식용으로는 매우 적은 양이 소비되고 있다(하 등,

2000). 과거에는 식량을 사료로 이용한다는 점에서 매우 부정적이었으나, 최근에는 조사료 원으로서 동계 유희경지를 이용한 총체보리를 생산하여 사료로 이용하는 연구가 진행되어 기호성이 좋은 보리품종 개발 및 재배기술과 유우와 비육우에 대한 이용결과에 대한 효과가 입증되었다(김 등, 2007).

한편, 보리는 52~72%의 전분을 함유하고 있는데 이의 소화율이 건조처리만으로도 100% 가까이 이르며, 보리의 TDN이 86%로 가정할 경우, 유지와 증체 시 NE가 각각 2.12와 1.45 Mcal/kg라고 규정하였다(NRC, 1984). McAllister 등(1990)은 일반적으로 옥수수보다 보리의 전분과 단백질이 분해되기 쉬우며, 이런 차이는 주로 전분 입자로의 반추위 미생물 효소의 접근이 제한되는 단백질 집단구조가 다른데 기인한다고 하였다. 또한 de Visser와 de Groot(1980)는 반추가축에 높은 수준으로 보리를 이용할 때 보리 전분의 높은 발효성이 미생물의 성장과 섬유질 소화를 제한시키는 급격한 반추위 pH 감소를 유발하기 때문에 연속적으로 건물 섭취량(DMI)을 감소시킨다고 하였다.

곡물 입자는 발효정도와 속도가 다르며 일반적으로 밀과 보리가 옥수수와 수수보다 반추미생물에 의해 빠르게 발효되는데(Nordin과 Campling, 1976; Cone 등, 1989), 주사형 전자현미경으로 효소의 작용을 받은 분쇄한 곡물 입자의 내배엽을 살펴볼 때 내배엽의 안쪽이 드러나지만 전분과립은 상당한 양의 단백질 껍질(protein matrix)에 묻혀 있어 분해가 어렵다고 하였다(McAllister 등, 1990). 한편 보리의 이용 방법에 있어서 Mandell 등(1988)은 암모니아처리에 의해 보리의 사료가치가 개선될 수 있다고 하였으며, Robinson과 Kennelly(1989)는 암모니아 처리 보리가 유우의 유생산량을 증가시키는 것을 발견하였고, Mathison 등(1991)은 보리가 Feedlot 사양축의 증체율과 사료이용효율을 개선시킨다고 보고하였다.

보리는 사료가치가 우수 할 뿐 아니라 반추가축의 성장과 육질에 대한 개선효과에 관련된 외국의 연구보고는 많지만, 우리나라는 아직도 주곡으로서의 개념이 강한 나머지 국민정서나

사료용 보리의 식품전용 등을 이유로 사료이용에 규제가 많고, 한우를 비롯하여 가축에 급여할 수 있는 적절한 이용방법이 제시되지 않았다.

따라서 본 연구는 사료용 겉보리를 한우에 급여하여 성장과 육질에 미치는 효과를 구명하고, 고품질 한우 쇠고기 생산 기술 체계의 확립과 이용 효율을 극대화 할 수 있는 가공방법을 제시하고자 보리의 가공형태에 따른 사료가치 변화, 그리고 비육후기 거세한우에 보리 급여가 성장과 육질에 미치는 효과 등을 조사하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

시험 1. 보리첨가 사료의 소화 및 영양학적 가치 조사

1. 시험방법

본 시험을 수행하기 위한 시험사료 4종류의 소화 이용성과 영양학적 가치를 알아보기 위하여 수원에 위치한 축산과학원 생명환경부 영양생리과 대사실험실에서 fistula를 장착한 한우 암소 4두(평균체중 440.5±18.6kg)를 공시하여, 4×4 Latin square design으로 2개월간 소화시험을 실시하였다.

2. 시험사료

농후사료 배합은 옥수수 위주의 시판 비육후기사료(corn basis, Corn)에 준하고 분쇄보리(ground barley, GB), 압편보리(dry-rolled barley, DRB), 또는 병용(ground and dry-rolled barley, GDRB)하여 옥수수의 20~30%까지 대체하여 축산과학원 생명환경부 사료공장에서 펠릿사료로 제조한 후, 최종적으로 혼합조사료와 압편보리를 소형배합기를 이용하여 배합하였다. 조사료로는 볏짚을 이용하였다. 시험사료의 배합률과 조성분은 각각 Table 1, 2와 같다.

3. 시험방법

시험기간은 period당 예비시험 7일 후, 본 시험 7일간 소화시험을 실시하였고, 반추위액은

본시험 7일째에 시험사료 급여 전(0)과 후 1, 2, 3, 4 및 5시간에 채취하였다.

4. 분석항목 및 방법

(1) 시험사료의 일반성분과 Ca 및 P 분석
시험사료의 일반성분과 Ca 및 P는 AOAC 법(1990)에 준하여 분석하였다.

(2) 반추위액

반추위로부터 위액을 채취하여 8겹의 cheese cloth로 여과하여 사료입자를 제거한 후, pH meter(Model 920A, Orion Research Inc., USA)를 이용하여 채취 즉시 측정하였다. 반추위액 100ml 당 HgCl₂ 2ml를 첨가하여 미생물 활성을 억제시켜 암모니아 측정을 하고, 휘발성 지방산 함량 측정을 위해 25% metaphosphoric acid 용액 20ml(Erwin, 1961)와 internal standard로 pivalic acid 0.5ml를 첨가한 후, 잘 혼든 다음 4℃에서 30분간 정치 후 3,000 rpm으로 약 30분간 원심분리하고 상층액을 채취하여 Gas Chromatograph(VISTA 6000, Varian Associates Inc., USA)를 사용하여 분석하였다.

(3) 시험사료의 전장소화율(whole tract digestibility)

시험사료의 전장소화율은 전분채취법으로 조사하였다. 각 period의 마지막 2일간에 걸쳐 매일 아침에 시험동물로부터 배설된 분을 전량 수거하여 무게를 측정하였고, 잘 섞은 다음 2kg의 분을 분석용으로 채취하여 분석 시까지 냉동보관 하였다. 분의 일부는 건조시켜 수분함량을 조사하고 1mm mesh로 분쇄한 후 성분 분석을 하여 소화율을 계산하였다.

(4) 질소의 체내 축적률(N retention)

분의 채취와 마찬가지로 각 period의 마지막 2일간에 걸쳐 배설된 오줌의 총량을 측정하고, 그 일부를 채취하여 냉동시켰다. 요 중의 질소함량은 Kjeldahl 방법으로 분석하였다. 시험사료를 통하여 섭취한 질소의 총량으로부터 분뇨를 통해 배설된 총량을 감하여 체내축적량을 계산하였다.

Table 1. Formula(% , as-fed basis) of barley supplemented experimental diets

Ingredients	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾
Corn, flaked	20.00	20.00	20.00	—
Corn flour	20.00	—	—	12.00
Ground barley	—	20.00	—	15.00
Dry-rolled barley	—	—	20.00	15.00
Rye, ground	10.00	10.00	10.00	8.00
Lupin seed	1.24	—	—	—
Wheat bran	15.00	15.00	15.00	15.00
Corn bran	12.00	12.00	12.00	15.00
Mixed forage ⁴⁾	5.00	5.00	5.00	5.00
Molasses	3.00	3.00	3.00	3.00
Coconut meal	5.00	4.29	4.29	1.32
Palm oil meal	6.00	7.00	7.00	7.00
Tallow	0.37	1.23	1.23	1.33
Salt	0.60	0.60	0.60	0.60
Calcium phosphate	0.10	0.10	0.10	—
Limestone	1.33	1.42	0.4226	1.39
Bicarbonate	0.10	0.10	0.10	1.10
Premix ⁵⁾	0.26	0.26	0.26	0.26

¹⁾ GB : Ground barley.

²⁾ DRB : Dry-rolled barley.

³⁾ GDRB : Ground dry-rolled barley.

⁴⁾ Consists of 50% beet pulp, 30% full fat cottonseed and 20% alfalfa in a ratio.

⁵⁾ Contains the following, Vit. A, 2,650,000 IU ; Vit. D₃, 530,000 IU, Vit. E, 1,050 IU ; BHT(butylated hydroxy toluene), 10,000mg ; Fe, 13,200mg, Mn, 4,400mg ; Zn, 4,400mg ; Cu, 2,200mg ; Co, 440mg ; I, 440mg.

(5) 통계분석

조사된 자료의 통계적 분석은 SAS통계 package(1985) GLM procedure를 이용하였으며, 처리 간 성적은 S-N-K(Steel과 Torrie, 1980) 방법으로 비교하였다.

시험 2. 비육후기 한우 거세우의 보리급여에 따른 증체 및 육질 개선효과 구명

1. 시험동물

일반관리 하에 사육된 19개월령 한우 거세우

(평균체중 493.7±16.4kg) 40두를 공시하였다.

2. 시험사료

시험 1과 동일함

3. 시험기간 및 장소

사양시험은 2000년 9월부터 2001년 6월까지 10개월간 강원도 횡성군 우천면에 위치한 구진목장에서 실시하였으며, 시험도살은 횡성에 위치한 (주)횡성산업(현 다원식품)에서 수행하였다.

Table 2. Chemical composition (%) of barley supplemented experimental diets

Item	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾	Rice straw
Moisture	14.07	15.01	14.09	14.80	14.82
Crude protein	12.33	13.10	12.11	12.91	5.00
Ether extract	2.24	1.53	2.19	2.43	0.87
Crude fiber	4.92	6.00	5.77	5.40	29.41
NDF	32.84	39.60	43.25	31.47	65.29
ADF	3.21	11.09	11.05	9.73	45.14
Crud ash	5.48	6.14	5.83	5.85	11.90
TDN ⁴⁾	72.50	72.50	72.50	72.50	37.50

1), 2), 3) See footnote of Table 1. 4) Estimated value.

4. 시험설계

곡류첨가수준은 40%로서 옥수수구(옥분 20% + 압편옥수수 20%, Corn)를 대조구로 하여, 보리 가공형태 및 함량별 3처리로서 분쇄보리구(분쇄보리 20% + 압편옥수수 20%, GB), 압편보리구(압편보리 20% + 압편옥수수 20%, DRB), 분쇄압편보리구(분쇄보리 15% + 압편보리 15% + 옥분 12%, GDRB) 등 총 4처리로 하였으며, 각 처리구 당 10두씩 공시하였다.

5. 시험축 사양관리

시험축은 칼라강판 지붕과 철골구조로 건축된 개방식 우사에서 사육되었고, 처리 당 10두씩을 2개 우리(pen size, 5×10m)에 5두씩 수용하였다. 비육전기(13~18개월령)는 일반사료를 체중의 1.5~1.6% 급여하였고, 시험기간 동안 배합사료, 볏짚, 미네랄블록 및 물은 자유 채식하도록 하였으며, 동절기에는 온수를 섭취하게 하였다.

6. 조사항목 및 조사방법

(1) 체중, 사료섭취량 조사

체중은 개시시와 이후 종료시까지 30일 간격으로 측정하였으며, 체중측정에 의한 스트레스를 최소한으로 하기 위해, 각 우방별로 이동식 유형기로 측정하였다. 사료 섭취량은 두 당 10kg을 매일 아침 6시와 오후 5시 각각 2회에 나누어 급여하고, 아침사료를 급여하기 전에 전일에 급여한 사료의 잔량을 조사하였다.

(2) 시료의 일반성분 분석

사료 및 고기시료의 일반성분은 AOAC 방법(1990)에 준하여 분석하였다.

(3) 도체 및 육질특성 조사

사양시험 종료 후 12시간 절식시킨 뒤에 생체중을 측정하고 (주)형성산업으로 운반하여 도축하였다. 익일 아침 육량 및 육질등급 판정 받고, 시험축 고기의 일반성분, 물리 및 이화학적 특성을 조사하기 위해 채끝 부위 등심 2kg 과 등지방 100g을 채취, 아이스박스에 보관하여, 수원 소재 축산과학원 축산물이용과 육류 이화학실험실로 운반하여 분석하였다.

소 도체의 육량 및 육질은 농림부 고시(1999)의 등급판정 방법, 기준 및 적용조건 규정에 의하여 평가하였다.

(4) 화학적 조성 및 물리적 특성

1) pH 측정

채취된 등심 시료에 도체용 pH측정기(pH* K21, NWK-Binär GmbH Co., Germany)를 이용하여 측정하였다.

2) 보수력(Water holding capacity)

보수성은 먼저 미세한 구멍이 있는 2ml 튜브의 무게를 칭량하고 여기에 분쇄시료 1g을 넣어 무게를 칭량한 다음 50ml 원심분리튜브에 넣고, 이것을 70℃ 열탕조에서 30분간 가열하였다. 가열한 시료를 10분간 방랭한 다음 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 2ml 튜브의 무

계를 칭량하여 유리수분을 구하였다. 전 수분은 petridish의 무게를 칭량하고 이곳에 분쇄 시료 5g를 넣어 고르게 펼쳐 무게를 칭량한 후 drying oven(102℃)에서 항량이 될 때까지(24시간이상) 건조시킨 후 desiccator에 옮겨 식히고 무게를 측정후 전 수분에서 유리수분을 뺀 값에 전 수분을 나누고 100을 곱하여 백분율(%)로 계산하였다.

3) 가열감량(Cooking Loss)

등심을 두께 3cm 스테이크 모양으로 절단하여 고기의 내부온도를 70℃에서 10분간 가열하여 가열 전후의 중량 차이를 백분율로 나타내었다.

4) 전단력(Warner-Bratzler Shear force)

등심을 3cm 두께의 스테이크 모양으로 절단하여 고기의 내부온도를 70℃에서 10분간 가열한 후 직경 1.27cm의 코어로 근섬유 방향으로 시료를 채취한 다음 전단력 측정기(Warner-Bratzler shear force meter, G-R Elec. Mfg. Co., USA)로 측정하였고 측정단위는 kg/cm²이었다.

5) 관능 특성 검사

숙련된 관능검사요원 15명 중 10명을 무작위로 선정하여 시료의 연도, 향미, 다즙성 등과 관련된 기호도를 순위법(6점 만점)에 의하여 나타내었다(연도: 1=매우 질기다, 6=매우 연하다, 향미 및 다즙성: 1=매우 좋다, 6=매우 나쁘다).

6) 아미노산 조성

세절육 150mg을 취해 분해병에 넣고 6N HCl 40ml를 가하여 질소가스를 주입한 후, 밀봉하여 110℃에서 24시간 가수분해한 다음, 증발플라스크에 옮겨, 증발농축기로 50℃에서 염산을 증발시켰다. 증발이 완료되면, 증류수로 분해병을 씻어 증발플라스크로 옮겨 증발시키는 것을 3회 반복하고, 최종 건조되어 있는 증발플라스크에 0.2N sodium citrate buffer(pH 2.2)로 50ml이 되게 한 후, 희석시킨 용액을 membrane filter(0.45μl)로 여과하여 아미노산 자동 분석기(ALPHA:LKB-4150)에 30μl 주입하여 분석하였다.

Cysteine와 methionine는 6N HCl로 가수 분해시키면 파괴되므로 산 가수분해이전에 과 개미산으로 일단 안정상태인 cysteic acid와 methione

sulfone으로 전환시킨 후 상기의 아미노산 분석 방법으로 분석하였다.

7) 지방산 조성

지방산 조성은 Morrison과 Smith(1964)의 방법에 따라 세절육 50g에 MeOH:Chloroform=1:2로 혼합한 용액(folch solvent) 150ml 가한 다음 homogenizer(2,500 rpm)로 3분간 마쇄하여 지질을 추출하고 여과지(Whatman No.1)로 여과했다. 원심분리관에 여액을 모은 다음, 여과지와 남은 고기시료에 함께 지방추출용액 150ml를 가하여 재균질 및 여과한 후 원심분리관의 여액과 합하고, 여기에 증류수를 1/3가량(총 여액의 1/3) 가하여 잘 혼합시킨 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 다음, aspirator를 이용하여 연결된 모세관으로 상등액을 버리고 하층(lipid layer)을 사용하였다. 등근 원형 250ml flask에 하층을 여과하되, 이때 무수황산나트륨(Na₂SO₄)를 이용하여 남은 수분을 흡착여과했고, 여액을 증발농축기로 50℃에서 지방농축 후 methylation 시켰다.

Methylation된 농축지방을 갈색병(reaction vial)에 약 200μl을 취한 다음, 0.5N Na(2g NaOH/100ml methanol)용액 1ml를 가하여 뚜껑을 닫고 20분간 100℃에서 가열하고 냉각했다. 다시 2ml BF₃-methanol 넣고 20분간 가열했다. 시험관에 시료를 넣고 1ml의 heptane과 8ml의 NaCl 포화용액을 가한 후 1분간 mix하고 30분간 방치한 후, 상등액을 분석용병에 넣어 가스크로마토그래피(Varian STAR 3600, USA, Omegawax 205 fused-silica bond capillary column 30m, 0.32mm I.D., 0.25 μm film thickness)로 지방산을 분석하였다.

8) 지방경도

등지방을 가로15×세로15×높이 18mm로 정형한 후, Instron Universal Testing Machine(Model 1000)을 이용하여 시료를 아래와 같은 조건하에 측정하였다.

- Sample height : 18mm
- Puncture diameter : Φ10mm
- Load cell : 5kg
- Cross head speed : 100mm/min
- Chart speed : 100mm/min

9) 육 색

제1요추~제4요추 사이에서 채끝 등심 시료를 채취하여 1cm 두께로 썰어 30분간 공기에 노출시킨 후, Chroma meter(Minolta Co. CR301)로 CIE와 Hunter L*, a*, b* 값을 측정하였다. 이때 표준은 Y=93.0, x=0.3133, y=0.3194의 백색타일을 사용하였다.

10) Myoglobin 측정

분쇄우육을 4g 취하여 냉장고에 보관중인 phosphate buffer(pH 6.8, ionic strength 0.04)를 25ml 넣은 다음, 13,000rpm에서 30초간 균질화시켜 냉암소에서 1시간 방랭한 후 5,000g 4℃에서 30분간 원심분리 시켰으며, 상등액을 여과지(Whatman No. 1)로 여과한 후 spectrophotometer의 572, 565, 545, 525nm에서 각각 흡광도(blank는 고기만큼의 증류수)를 측정하여 다음과 같은 산술식(Krzywicki, 1982)에 의해서 산출하였다.

$$[Myo] = C_{myo/c} = 0.369R_1 + 1.140R_2 - 0.941R_3 + 0.015$$

$$[Oxy] = C_{oxy/c} = 0.882R_1 - 1.267R_2 + 0.809R_3 - 0.361$$

$$[Met] = C_{met/c} = 2.514R_1 + 0.777R_2 + 0.800R_3 + 1.098$$

여기에서 R₁, R₂, R₃는 각각 A⁵⁷²/A⁵²⁵, A⁵⁶⁵/A⁵²⁵, A⁵⁴⁵/A⁵²⁵ 비율이다.

7. 통계분석

시험 1과 동일

III. 결과 및 고찰

시험 1. 보리첨가 시험사료의 소화 및 영양학적 가치 조사

1. 시험사료의 반추위 내 발효특성

시험사료의 반추위 내 발효특성을 알아보기 위해서 Fistula 장착한 암소 4두를 이용하여 소화시험을 실시하였다. 사료 섭취에 따른 반추위 내 pH의 변화(Table 3)는 3~4시간 사이에 급격히 떨어진 다음, 서서히 상승하는 Corn 및 GDBR구의 한 유형이 있고, 5시간이 경과할 때 까지 서서히 떨어지는 GB와 DRB는 같은 유형으로 전자의 형태가 더 많은 pH의 저하를 가져 왔으며, 평균적인 pH도 다른 두 처리구에 비해 다소 낮았다. 특히 분쇄 및 압편보리 첨가구인 GDRB구는 최저 pH가 5.5까지 떨어져 반추위 내에서 사료분해가 급격하게 이루어지는 경향을 보였다.

한편 암모니아농도의 변화(Table 4)는 시험사료에 따른 차이는 없었다. 발효 시간에 따른 VFA의 생산량은 Table 5와 같으며 사료에 따른 차이는 없었다. 그렇지만 GB구가 사료급여 후 2시간째를 제외하고 C₂/C₃의 비율이 다른 구에 비해 낮아서 C₃의 생산량이 약간 많은 경향을 보였다. 이와 아울러 시험사료의 전장 소화율은 Table 6과 같으며 GB구의 NDF 및 ADF 소화율이 각각 58.41 및 36.21%로 타 처리구에 비해 상당히 높게 나타났으며, 다음으로 DRB구가 비슷한 경향을 보였다.

Table 3. Changes of pH in the rumen fluid as influenced by finishing diets based on corn or barley

Item	Time after feeding(hour)						Average
	0	1	2	3	4	5	
Corn	6.90	6.36	5.98	5.74	5.70	5.72	6.07
GB ¹⁾	6.84	6.42	6.08	5.80	5.76	5.70	6.10
DRB ²⁾	7.01	6.22	5.84	5.76	6.00	5.95	6.13
GDRB ³⁾	7.07	6.40	5.89	5.50	5.70	5.75	6.05
SEM ⁴⁾	0.114	0.163	0.245	0.193	0.196	0.209	0.190
Pr > F ⁵⁾	0.502	0.819	0.905	0.704	0.681	0.826	0.742

1), 2), 3) See footnote of Table 1.

4) Standard error of the means.

5) Significance levels.

Table 4. Ammonia concentration(mg/100ml) in the rumen fluid as influenced by finishing diets based on corn or barley

Item	Time after feeding(hour)						Average
	0	1	2	3	4	5	
Corn	8.38	13.52	14.37	13.05	9.29	6.80	10.90
GB ¹⁾	9.66	13.91	7.57	11.34	7.61	6.33	9.40
DRB ²⁾	6.84	8.87	8.49	4.63	5.79	4.67	6.55
GDRB ³⁾	10.84	12.79	15.12	11.11	5.13	4.17	16.11
SEM ⁴⁾	14.848	18.927	33.547	28.383	18.361	19.798	22.305
Pr > F ⁵⁾	0.307	0.265	0.302	0.220	0.419	0.742	0.38

^{1), 2), 3)} See footnote of Table 1. ⁴⁾ Standard error of the means. ⁵⁾ Significance levels.

McIlroy 등(1967)은 feedlot 사양 거세우에 보리위주 사료의 건물소화율이 건조압편보리(Dry-rolled barley, DRB)의 80.5%에서 증기압편보리(Steam-rolled barley, SRB)의 84.4%까지 증가한다고 하였지만, 본 시험사료의 DM소화율은 63.67~66.03%로 훨씬 낮은 결과를 보였는데 이는 외국의 사료에 비해 보리의 함량이 낮고 혼합조사료와 단백질 등 섬유소 함유 사료가 많은 것에 차이가 있는 것으로 보인다.

시험 2. 비육후기 한우 거세우의 가공보리 첨가사료 급여에 따른 증체 및 육질 개선효과

1. 발육능력

거세우에 대해 비육후기 동안 보리를 첨가 급여 시 발육사항을 Table 7에 비교하였다. 이 시험을 위해 일반관리 상태로 사육한 거세우를 13개월령에 임시로 시험구 배치를 하여 체중의 1.5% 내외의 농후사료를 급여하면서 19개월령 시험개시 시까지 적응사양을 실시하였다. 이 기간 동안 시험축은 0.70~0.81kg의 일당증체를 보였고, 본 시험구로 배치된 개시 시 체중은 486.4~503.0kg으로 14.45kg의 표준오차가 있었다. 이런 오차가 있었던 것은 비육기간 중 무리 이동으로 인해 투쟁에 의한 스트레스를 최소한으로 하기 위해 시험축의 이동을 억제한 결과였다.

한편 시험개시 280일이 지난 28개월령의 체중은 유의차는 인정되지 않았으나, 압편보리를

첨가한 사료구인 DRB구가 683kg로 가장 높았고, 옥수수를 거의 배제하고 분쇄 및 압편보리를 첨가한 GDRB구가 가장 적은 653.3kg을 나타내었다.

그러나 일당증체 면에서는 옥수수구(Corn)와 분쇄보리구(GR) 전기간 비슷한 증체를 보였고, GDRB구가 가장 증체가 저조하였다. 반면에 DRB구는 19~23개월령 사이에 0.89kg(P<.013)이었고, 24~28개월령 사이에는 0.43kg(P<.004)으로 다른 처리구에 비해 현저한 증체효과를 보였다.

사료에 기인하여 이런 증체 상의 개선효과가 두드러진 것은 무엇보다도 사료섭취량의 증가를 들 수 있다. 비육 말기로 접어들수록 체중 대비 사료섭취량이 현저하게 떨어지는 바, 이런 문제를 해결할 때 비로소 고급육 생산 기술을 완성했다고 볼 수 있는데, 압편보리를 20% 급여한 DRB구의 경우, 시험기간 동안 건물섭취량이 8.81kg으로 다른 처리구의 8.44~8.51kg에 비해 섭취량이 많았다.

또한 보리첨가 처리구가 Corn 처리구에 비해 건물섭취량이 많은 편이었다. 다만 GDRB구의 경우, Corn구보다 건물 섭취량이 다소 많음에도 불구하고 증체면에서는 오히려 떨어지는 결과를 보여, 보리만으로는 사료의 이용효율의 제고를 이끌어낼 수 없었다. 한편 사료요구율 면에서도 압편보리 첨가구인 DRB구가 12.6kg으로 다른 처리구에 비해 10~25% 가량 적어 사료효율 면에서 양호한 결과를 보였다.

이런 압편보리의 사료효율 개선기능은 Zobell

Table 5. VFA production (mmol/100ml) and acetate (C₂) to propionate (C₃) ratio(mol%) as influenced by finishing diets based on corn or barley

Item	VFA						Total	C ₂ /C ₃
	C ₂	C ₃	iC ₄	C ₄	iC ₅	C ₅		
– 0h prior to feeding –								
Corn	43.44	10.13	0.99	9.30	2.17	1.38	67.40	4.27
GB ¹⁾	43.91	10.76	1.01	9.70	2.28	1.51	69.18	4.23
DRB ²⁾	38.85	9.94	0.87	6.40	2.10	1.09	59.26	3.98
GDRB ³⁾	38.22	9.14	0.96	7.61	2.06	1.57	59.58	4.46
SEM ⁴⁾	3.370	1.259	0.884	0.883	0.306	0.394	4.950	0.440
Pr>F ⁵⁾	0.526	0.839	0.705	0.073	0.960	0.813	0.390	0.894
– 1h post feeding –								
Corn	65.64	17.74	1.07	16.69	2.68	2.81	106.63	3.69
GB	56.84	16.37	0.91	14.57	2.24	2.39	93.34	3.51
DRB	69.45	17.90	0.89	15.66	2.51	3.00	109.41	3.91
GDRB	54.82	16.83	0.95	14.49	2.41	3.14	92.66	3.32
SEM	5.959	1.618	0.071	1.385	0.333	0.820	8.260	0.259
Pr>F	0.297	0.892	0.298	0.652	0.824	0.922	0.379	0.454
– 2h post feeding –								
Corn	70.23	19.06	1.03	17.92	2.87	3.33	114.46	3.68
GB	64.28	17.28	0.90	18.05	2.20	3.89	106.60	3.73
DRB	77.12	16.37	0.98	17.96	2.71	3.54	118.45	4.74
GDRB	70.59	19.81	0.98	19.26	2.72	4.51	117.63	3.62
SEM	8.023	1.466	0.091	2.562	0.602	1.295	11.168	0.467
Pr>F	0.737	0.363	0.804	0.978	0.870	0.922	0.871	0.316
– 3h post feeding –								
Corn	78.56	19.47	0.64	19.73	2.99	3.85	125.26	4.04
GB	68.30	17.89	0.94	18.82	2.40	4.06	112.41	3.87
DRB	74.98	15.70	0.67	19.54	3.09	3.77	117.76	4.86
GDRB	84.67	22.01	0.76	24.67	2.94	6.14	141.20	3.95
SEM	5.349	1.608	0.214	3.644	0.829	1.644	10.033	0.427
Pr>F	0.245	0.090	0.768	0.663	0.933	0.709	0.250	0.369
– 4h post feeding –								
Corn	77.94	19.08	0.92	21.65	3.12	4.09	126.82	4.09
GB	74.52	18.33	0.89	23.53	2.26	5.65	125.19	4.11
DRB	67.48	14.47	0.78	17.12	3.02	3.20	106.06	4.85
GDRB	71.59	17.92	0.83	19.90	2.61	4.51	117.37	4.10
SEM	7.528	1.960	0.090	4.738	0.846	1.923	14.480	0.488
Pr>F	0.791	0.392	0.680	0.803	0.881	0.839	0.737	0.634
– 5h post feeding –								
Corn	75.78	17.83	0.89	20.64	3.29	3.66	122.09	4.25
GB	68.73	16.69	0.87	18.41	2.23	3.70	110.65	4.15
DRB	70.13	14.49	0.82	17.66	3.62	3.20	109.92	4.92
GDRB	72.40	17.32	0.83	19.85	2.71	4.54	117.66	4.30
SEM	5.474	1.245	0.105	2.579	1.173	1.125	8.050	0.444
Pr>F	0.814	0.291	0.951	0.843	0.843	0.886	0.674	0.614

^{1), 2), 3)} See footnote of Table 1.

⁴⁾ Standard error of the means.

⁵⁾ Significance levels.

Table 6. Total tract digestibility (%) in steers fed finishing diets based on corn or barley

Item	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾	SEM ⁴⁾	Pr>F ⁵⁾
DM	65.94	63.67	65.41	66.03	1.852	0.789
N	62.77	63.83	61.41	65.32	2.332	0.687
NDF	50.73	53.95	58.41	48.79	2.419	0.071
ADF	31.54	32.75	35.21	32.94	3.212	0.764

1), 2), 3) See footnote of Table 1. 4) Standard error of the means. 5) Significance levels.

Table 7. Performance of steers fed finishing diets based on corn or barley

Item	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾	SEM ⁴⁾	Pr>F ⁵⁾
No. of animals	10	10	10	10		
Body Weight, kg						
Initial(13 mon.)	357.9	359.3	367.0	364.2	11.393	0.936
0d (19 mon.)	489.1	496.1	486.4	503.1	14.452	0.850
128d(23 mon.)	593.4	603.2	600.1	600.0	16.663	0.980
280d(28 mon.)	664.9	674.5	683.0	653.3	16.294	0.609
ADG, kg/d						
Adaptation	0.77	0.80	0.70	0.81	0.040	0.797
0 to 128d	0.81	0.84	0.89	0.76	0.057	0.440
129 to 280d	0.34 ^{ab}	0.36 ^{ab}	0.43 ^a	0.25 ^b	0.037	0.013
0 to 280d	0.63 ^{ab}	0.64 ^{ab}	0.70 ^a	0.53 ^b	0.030	0.004
DMI, kg/d	8.39	8.51	8.81	8.44		
Feed/gain						
Concentrate	13.33	13.50	12.60	15.80		
Forage	1.91	1.87	1.70	2.26		

1), 2), 3) See footnote of Table 1. 4) Standard error of the means. 5) Significance levels.

과 Yaremicio(1998)의 보고와도 일치하는데, 이들은 통보리, 압편보리, 암모니아처리 보리를 이용하여 거세 육성우에 비육시험을 실시한 결과, 통보리에 비해 압편보리가 육성기 19.6%, 비육기 0.8%가 증체되어 육성기에 압편보리가 더 유리하다고 하였고, 암모니아처리 보리는 육성기(1.06kg) 보다 비육기(1.22kg)에 일당증체량이 개선된다고 하였다. 그러나 이런 보리의 가공처리와 암모니아 처리는 도체특성이나 육질의 개선에 대한 효과는 없는 것으로 보고하였다(Mathison 등, 1991). 또한, Low와 Kellaway (1983)도 압편보리를 육성기에 급여 시 성장률의 상당한 개선을 보였다고 보고한 바, 이는

곡물의 압편처리에 의해 소화율이 향상되었기 때문이라고 하였다.

2. 도체 및 육질성적

옥수수과 보리를 위주로 한 시험사료를 급여한 결과, Table 8에서 보는 바와 같이 생체중, 냉도체중, 도체율, 등지방두께 및 육량지수 등은 처리 간 유의차가 없었다. 그러나 등심단면적은 분쇄보리를 급여한 GB구가 92.5cm²로서 가장 작았던 DRB구의 77.6cm²에 비해 16%나 넓었다(P<.015). 이런 등심 단면적은 홍(1996)이 보고한 650kg에 도달한 자유채식구의 90.49 cm² 보다도 넓은 수치로서 분쇄보리 첨가사료

Table 8. Carcass characteristics of steers fed finishing diets based on corn or barley

Item	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾	SEM ⁴⁾	Pr>F ⁵⁾
Yield grade						
Fasting body wt., kg	671.1	678.2	663.7	652.7	16.447	0.726
Cold carcass wt., kg	405.4	412.2	400.9	400.2	10.086	0.825
Dressing, %	60.4	60.9	60.9	61.3	1.131	0.962
Ribeye area, cm ²	84.6 ^{ab}	92.5 ^a	77.6 ^b	85.0 ^{ab}	3.048	0.015
Fat thickness, mm	10.5	10.5	9.2	9.3	1.413	0.852
Yield index	67.75	68.55	67.88	68.55	0.635	0.717
Grade(A:B:C)	3:4:3	3:5:2	4:5:1	5:3:2		
Quality grade ⁶⁾						
Marbling score	5.0	5.5	4.9	5.3	0.439	0.759
Meat color	4.8	4.8	4.6	4.6	0.149	0.619
Fat color	3.0 ^a	3.0 ^a	3.0 ^a	2.6 ^b	0.082	0.002
Firmness	1.5	1.1	1.2	1.2	0.135	0.198
Maturity	2.0 ^a	1.0 ^b	1.9 ^a	1.5 ^{ab}	0.232	0.018
Grade(1 ⁺ :1:2)	4:4:2	6:3:1	3:6:1	5:3:2		

1), 2), 3) See footnote of Table 1.

4) Standard error of the means.

5) Significance levels.

6) Grading ranges are 1 to 7 for marbling score with higher numbers for better quality, and 1 to 7 for meat and fat colors, 1 to 3 firmness, maturity and grade with lower numbers for better quality.

사료를 급여한 요인이 작용한 것으로 보인다. 즉, 시험사료 소화시험에서 언급했지만, 반추위 내 pH 변화가 적었고 발효시간 내내 C₃의 농도가 높았던 점에 주목할 필요가 있다. 또한 반추위 내 암모니아 농도가 계속 낮았던 것은 반추위 미생물이 사료단백질을 분해하여 미생물단백질을 만들 수 있도록, 점진적으로 에너지를 원활하게 공급한 것으로 해석된다. 그리고 분쇄보리를 다른 종류의 단미사료와 함께 펠렛으로 제조한 다음 당밀을 분사하여 코팅하였기 때문에, 반추위내 분해가 완만하게 진행되어 미생물 단백질을 보다 많이 생성시킨 것으로 판단된다.

근내지방도는 처리구 간 통계적 유의차가 인정되지 않았지만, GB구의 평균 근내지방도가 5.5에 이르는 성적을 보였는데, 이는 홍(1996)이 보고한 제한급여 600kg 도살 시 5.0에 비해 10% 가량 높은 성적이다. 근내지방은 피하지방

조직과 지방산의 *de novo* 합성 조절과정이 다르고 C₂ 보다는 glucose가 근내지방 합성에 더 관여한다고 Smith와 Crouse(1984)는 보고하였다. 이런 보고를 전제로 할 때, 옥수수를 위주로 한 사료의 이용은 단백질 껍질(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 gluconeogenesis 과정을 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 반추

위내 환경과 적절히 조화하여 가축에 대한 질소와 전분 및 에너지의 효율적인 이용방법으로 판단된다.

한편 24개월 이상 장기비육 시에 문제가 되는 육량 C 등급은 보리 급여구는 1~2두 인데 반해 옥수수 급여구가 3두를 판정 받아 불가식 지방이 더 많이 생성되는 것으로 보였고, 육색은 RDB와 GDRB가 4.6으로 나머지 처리구에 비해 0.2정도 밝았다. 지방색도 보리를 더 많이 섭취된 GDRB에서 유의하게($P>.002$) 밝은 것으로 나타났는데, 이것은 옥수수가 Chlorophyll이나 Xanthophyll 등과 같은 Carotenoid계열의 색소를 함유하여 지방조직의 황색화에 영향을 줄 수 있으나, 보리에는 이런 것이 상대적으로 적게 함유되어 지방색을 개선시키는 것으로 판단된다. 그러나 성숙도 면에서는 근내지방이 가장 높았던 GB가 현저하게 좋았으며($P>.018$), 최종 육질등급에서 육질등급이 가장 좋은 1⁺ 출현두수를 살펴보면 GB가 6두로서 가장 많았고, 다음으로 GDRB가 5두였다. 전체적으로 1등급 출현율은 85%였으며, GR은 90%에 달하였다. 이렇게 전체적으로 양호한 육질등급은 비육전기 동안 체중의 1.5% 가량으로 농후사료를 제한시킨 것이 주효했으며, 비육후기의 에너지농

도도 과다하지 않도록 72.5%의 TDN 함량으로 설정하여 급여한 것에 기인된 것으로 분석된다. 또한 분쇄보리의 급여는 육색과 지방색 개선은 물론 근내지방 침착에도 어느 정도 기여하는 것으로 사료된다.

3. 화학적 조성 및 물리적 특성

옥수수와 보리위주의 비육후기 사료를 섭취한 거세우 등심근육의 일반성분(Table 9)은 수분이 63~66%, 단백질이 19% 내외로 처리 간에 유의차가 없었으며, 지방은 GDRB가 18.55%로 타 처리구에 비해 유의하게($P<.01$) 높았다.

이(1997)가 한우 237두의 성과 출하체중으로 분류하여 실시한 등심의 일반성분 분석에 따르면, 근내지방도 5의 경우 수분 함량이 64.7%, 단백질은 20.2%로 근내지방도가 낮을수록 각각 73.6%, 21.8%까지 높아졌으나, 지방은 13.4%로 근내지방도가 낮을수록 최소 3.4%까지 적어 다른 성분에 비해 근내지방도에 따른 함량차이가 심하였다. 또한 무기물은 0.9에서 1.0%로 등급 간 차이가 0.1% 내외로 차이가 매우 적었다고 보고하였다. 따라서 본 시험성적과 비교해보면 평균 근내지방도가 5를 상회하였으므로 수분과 단백질 함량은 1~2% 정도 낮았으며, 지방은

Table 9. Chemical composition(%) and mineral contents(ppm) in *Longissimus dorsi* of steers fed finishing diets based on corn or barley

Item	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾	SEM ⁴⁾	Pr>F ⁵⁾
Moisture	65.72	66.05	65.59	62.97	1.176	0.242
Protein	19.55	19.48	19.32	19.02	0.370	0.746
Fat	13.25 ^b	14.11 ^b	14.15 ^b	18.55 ^a	1.083	0.010
Ash	1.04 ^a	0.96 ^{ab}	0.91 ^b	0.88 ^b	0.037	0.029
Ca	53.9	45.9	46.9	52.0	2.769	0.137
P	1,655.0	1,602.6	1,626.8	1,161.7	66.414	0.917
K	2,365.5	2,329.7	2,214.3	202.6	95.790	0.545
Na	375.0	375.2	394.4	391.8	11.522	0.490
Mg	184.4	169.0	165.8	188.6	6.915	0.064
Fe	22.6	23.2	24.7	23.8	1.168	0.620
Zn	28.3	26.8	28.2	30.3	1.672	0.462
Mn	0.12	0.04	0.07	0.06	0.027	0.246
Cu	0.67	0.62	0.61	0.62	0.040	0.750

1), 2), 3) See footnote of Table 1.

4) Standard error of the means.

5) Significance levels.

Table 10. Meat color properties of *Longissimus dorsi* of steers fed finishing diet based on corn or barley

Item	Corn	GB ²⁾	DRB ³⁾	GDRB ⁴⁾	SEM	Pr>F	
CIE ⁶⁾	L*	37.00	37.29	38.44	40.68	1.569	0.359
	a*	21.03	21.35	22.36	20.84	0.700	0.449
	b*	8.71	8.74	9.27	9.83	0.534	0.423
Hunter	L*	30.91	31.18	31.07	34.38	1.410	0.278
	a*	16.37	16.66	17.53	17.54	0.602	0.542
	b*	5.62	5.65	6.96	6.57	0.409	0.353

^{1), 2), 3)} See footnote of Table 1. ⁴⁾ Standard error of the means. ⁵⁾ Significance levels.

⁶⁾ CIE : Commission Internationale de Leclairage.

5% 가량 높게 나타났다. 한편 근내지방도가 증가할수록 회분 함량은 낮아졌다(1.26~1.01%)는 Smith 등(1987)의 보고와 본시험을 비교해볼 때 비슷한 경향으로, 보리첨가사료 급여구가 1% 미만인 것에 반해 Corn의 무기물이 1.04%로 유의하게 높았으며(P<.029), 특히 Ca, P, Mn, Cu 등이 다른 처리구에 비해 많은 경향이였다.

등심 근육의 정확한 색감을 알아보기 위하여 CIE 값과 Hunter 값을 측정하였다(Table 10). CIE a*(적색도) 값은 20.84~22.36으로 거의 비슷한 수준이었으나, CIE L*(명도)와 CIE b*(황색도)는 각각 37.00~40.68, 8.71~9.83의 분포로 보리급여와 급여량이 많을수록 증가하여 육색이 개선되는 경향이 뚜렷하였다. 박(1997)의 정상육과 DFD육의 CIE값 측정에 대한 보고에 의하면 정상육의 CIE L*, a*, b* 값은 각각 33.38, 20.10, 8.36으로서 경증 암적색육의 30.17, 16.36, 5.53에 비해 높았다고 하였다. 특히 a* 값이 높은 것은 소비자가 고기를 구매할 때 구매욕구를 자극하는 요인이 되며, 고기의 변패 정도가 적은 것으로 판단할 수 있는데(박 등, 2000), 본 시험의 결과와 비교해보면 정상육의 수치보다 높게 측정되어 근내지방도가 증가할수록 육색이 개선되는 것으로 분석되었다.

등심의 육색소 함량을 측정한 결과(Table 11), oxymyoglobin 함량이 보리 급여구에서 공히 유의한 차이(P<.015)로 많이 함유하여 보리함유사료 급여구에서 oxymyoglobin 함량이 옥수수위주 사료에 비해 많은 것은 소비자의 구매성향

을 자극시키는 장점이 될 것으로 보인다.

물리적 특성(Table 12)에서 전단력은 2.66~3.32 kg/cm²로 GB가 3.32, DRB가 2.66 kg/cm²으로 유의차가 인정되었으나, 근내지방도가 높을수록 전단력은 낮아지며 범위는 5.1~6.4 kg/cm² 이었다는 이(1997)의 보고와는 일치하지는 않았으나, 도체중이 높고 근내지방도가 5 이상인 것을 감안해도 본 시험의 전단력은 매우 낮은 수준이었다. 또한 Gregory 등(1995)이 보고한 3.5~5.08 kg/cm², Konish 등(1995)이 보고한 화우의 5.6 kg/cm² 이었다는 보고에 비해서도 매우 낮은 수치로, 거세한우 장기비육에 따른 전단력은 외국 육우의 수치와 비교해서 낮은 수준이었다.

보수력은 47.73~50.83%로 이(1997)가 근내지방도가 높을수록 유의적으로 증가하며 범위는 48.6~40.8%라는 보고와 비슷한 경향이였다. 또한 가열감량도 22.77~25.55%로서 육질등급이 높을수록 가열감량이 낮았다는 Armbruster 등(1983)의 보고와 일치하는 경향이였으며, 일본 흑모화우 고기의 가열 함량이 29.22%였다는 Konish 등(1995)의 보고에 비해 낮은 수치였다.

등심근육의 pH는 5.42~5.53으로 처리에 따른 차이는 적었으며, 박(1997)이 보고한 사후 24시간의 정상육 pH 5.62이내였다. 이 보고에 따르면 사후 12시간째의 pH는 정상육에서 5.68, 경증DFD육이 6.03, 중증DFD육이 6.45로 최저치에 도달하였다고 보고하였다.

한편 지방경도는 7.11~7.91로 20~30%의 보리

Table 11. Myoglobin contents(%) of *Longissimus dorsi* of steers fed finishing diet based on corn or barley

Item	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾	SEM ⁴⁾	Pr>F ⁵⁾
Myoglobin	16.00	13.60	13.60	13.90	0.826	0.136
Oxymyoglobin	47.00 ^b	51.50 ^a	52.20 ^a	53.80 ^a	1.466	0.015
Metmyoglobin	28.90	26.60	25.90	24.20	1.439	0.159

^{1), 2), 3)} See footnote of Table 1. ⁴⁾ Standard error of the means. ⁵⁾ Significance levels.

Table 12. Physiological and sensory properties of *Longissimus dorsi* of steers fed finishing diet based on corn or barley

Item	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾	SEM ⁴⁾	Pr>F ⁵⁾
Physiological properties						
Shear force (kg/cm ²)	2.99 ^{ab}	3.32 ^a	2.66 ^b	3.18 ^{ab}	0.153	0.040
Water holding capacity(%)	47.73	50.83	46.78	47.83	1.426	0.206
Cooking loss(%)	25.47	22.77	25.55	21.06	0.034	0.063
pH	5.42	5.49	5.53	5.52	1.301	0.088
Fat hardness(kg)	7.91	7.14	7.11	7.60	0.806	0.881
Sensory properties ⁶⁾						
Juiciness	4.84	4.74	4.76	5.09	0.325	0.775
Tenderness	5.02	4.45	5.20	4.76	0.304	0.824
Flavor	5.06	4.71	5.13	4.76	0.247	0.735

^{1), 2), 3)} See footnote of Table 1.

⁴⁾ Standard error of the means.

⁵⁾ Significance levels.

⁶⁾ 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

급여는 등지방 정도에는 영향하지 않은 것으로 나타났다. 관능검사에서도 처리에 따른 차이는 보이지 않았으나, 이(1997)가 보고한 근내지방도 5에서 다즙성, 연도 및 향미의 점수가 각각 4.5, 3.8, 4.6에 비해서 높은 편이었다.

등심근육 내 아미노산 함량(Table 13)은 처리 간에 큰 차이가 없었으며 단지 phenylalanine 함량이 Corn에서 유의(P<.015)한 수준으로 분석되었고, 그밖에 다른 아미노산 함량의 차이는 없었다. 필수아미노산의 비율은 49.41~50.41%의 분포였고 lysine 함량이 가장 많았으며, 비 필수 아미노산 중에서는 glutamine이 가장 많이 함유

되어 있었다.

Table 14는 보리 첨가형태와 수준이 다른 시험사료를 비육후기 동안 급여한 시험축을 도축 후 등심을 채취하여 지방산을 분석한 결과로서, GDRB에서 linolenic acid(C18:3 n3)와 n6/n3 ratio가 각각 유의(P<.049, P<.009)하게 높았으며, 다른 지방산은 처리간의 유의차가 없었다. GDRB에서 linolenic acid를 비롯한 n3 지방산이 높았던 이유는 일반적으로 반추위내 불포화 지방산, 특히 n-3 불포화 지방산 함량과 pH는 부(-)의 관계를 보이므로(Choi, 2000), 보리 함량이 높아 반추위 분해가 빨리 되어 pH가 다른

Table 13. Amino acid composition(mg%) *Longissimus dorsi* of steers fed finishing diet based on corn or barley

Item	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾	SEM ⁴⁾	Pr>F ⁵⁾
EAA ⁶⁾	9.239	9.289	9.159	8.914	0.023	0.442
Arginine	1.141	1.149	1.140	1.113	0.024	0.728
Histidine	0.867	0.837	0.818	0.822	0.022	0.406
Isoleucine	0.810	0.824	0.814	0.783	0.017	0.392
Leucine	1.597	1.624	1.606	1.544	0.034	0.480
Methionine	0.517	0.540	0.546	0.511	0.014	0.228
Phenylalanine	0.831 ^a	0.800 ^{ab}	0.735 ^b	0.759 ^{ab}	0.021	0.015
Lysine	1.708	1.733	1.707	1.664	0.040	0.673
Threonine	0.898	0.914	0.912	0.878	0.021	0.604
Valine	0.870	0.868	0.881	0.840	0.018	0.450
NEAA ⁷⁾	9.089	9.445	9.376	9.098	0.035	0.462
Alanine	1.152	1.144	1.156	1.106	0.026	0.529
Asparagine	1.818	1.837	1.816	1.778	0.043	0.802
Cystine	0.228	0.231	0.232	0.219	0.005	0.271
Glutamine	2.839	3.159	3.133	3.045	0.144	0.398
Glycine	0.819	0.838	0.842	0.812	0.016	0.470
Proline	0.758	0.738	0.727	0.705	0.018	0.253
Serine	0.783	0.792	0.787	0.763	0.018	0.663
Tyrosine	0.692	0.706	0.683	0.670	0.013	0.308
Total	18.328	18.734	18.535	18.012	0.146	0.452

1), 2), 3) See footnote of Table 1.

4) Standard error of the means.

5) Significance levels.

6) EAA : Essential amino acid.

7) NEAA: Nonessential amino acid.

치리에 비해 낮아진 것에 기인한다고 볼 수 있다.

이것은 Leat와 Turner(1977)는 비육도가 증가할수록 불포화 지방산이 차지하는 비율이 높아진다고 하였고, 이는 반추위 내 미생물에 의한 가수소화 작용이 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 비율이 1.31~1.49로 북미 화우 거세우 대부분의 1.1:1~1.7:1 범위와는 비슷하였고 Angus의 0.9:1~1.1:1(Reiser와 Shorland, 1990) 보다는 높은 수준이었다.

또한, 고기의 기호성에 영향을 주는 단일 불

포화지방산인 Oleic acid는 쇠고기를 비롯한 대부분 식육의 주요지방산으로 알려져 있는데 (Lunt and Smith, 1991), 본 시험 공시축의 등심 근육 내 Oleic acid 함량은 각 처리 간 유의차는 없었지만, 45.74~52.55%로서 박과 유(1994)가 보고한 한우 48.01, 미국산 42.55, 뉴질랜드산 31.02 및 홀스타인 거세우의 37.08%에 비하여 상당히 높았다.

이러한 연구결과를 통하여 볼 때, 한우 거세우 장기비육을 통한 고급육 생산을 위한 적정 보리가공 형태 및 첨가수준은 옥수수 대신 분쇄보리의 형태로 펠릿사료 가공 시 20% 첨가하여 19개월령부터 28개월령 출하 시까지 급여하면 근내지방도, 지방색 및 성숙도면에서 개선효과가 나타나는 결과가 나타났다.

Table 14. Fatty acid composition(%) of *Longissimus dorsi* of steers fed finishing diet based on corn or barley

Item	Corn	GB ¹⁾	DRB ²⁾	GDRB ³⁾	SEM	Pr>F
C14:0 (Myristic)	3.13	3.22	2.80	3.22	0.264	0.672
C16:0 (Palmitic)	27.55	26.94	25.07	27.00	0.974	0.326
C16:1 n7 (Palmitoleic)	5.77	5.57	5.63	5.93	0.324	0.823
C18:0 (Stearic)	10.08	10.17	10.25	9.46	0.408	0.609
C18:1 n9 (Oleic)	49.97	45.74	52.55	51.53	3.826	0.592
C18:2 n6 (Linoleic)	2.49	2.01	2.63	1.93	0.272	0.227
C18:3 n3 (Linolenic)	0.12 ^{ab}	0.12 ^{ab}	0.05 ^b	0.19 ^a	0.031	0.049
C18:3 n6 (γ-Linolenic)	0.13	0.08	0.15	0.11	0.034	0.082
C20:1 n9 (Eicosenoic)	0.37	0.44	0.46	0.36	0.051	0.442
C20:3 (Eicosatrienoic)	0.11	0.11	0.11	0.09	0.031	0.941
C20:4 n6 (Arachidonic)	0.23	0.22	0.26	0.17	0.050	0.502
SFA ⁴⁾	40.77	40.72	38.13	39.69	1.394	0.512
USFA ⁵⁾	59.23	59.32	61.87	60.31	1.373	0.508
MUFA ⁶⁾	56.11	51.14	58.64	57.82	4.243	0.582
PUFA ⁷⁾	3.13	2.44	3.23	2.49	0.336	0.226
n3	0.13	0.43	0.06	0.19	0.196	0.539
n6	3.00	6.34	3.18	2.29	2.171	0.535
n6/n3	30.85 ^{ab}	31.47 ^{ab}	54.34 ^a	11.54 ^b	7.184	0.009
MUFA/SFA	1.39	1.31	1.55	1.47	0.127	0.606
PUFA/SFA	0.08	0.31	0.08	0.06	0.142	0.510

^{1), 2), 3)} See footnote of Table 1.

⁵⁾ Significance levels.

⁷⁾ USFA : unsaturated fatty acid.

⁹⁾ PUFA : polyunsaturated Fatty Acid.

⁴⁾ Standard error of the means.

⁶⁾ SFA : saturated fatty acids.

⁸⁾ MUFA : monounsaturated fatty acid.

IV. 요약

본 연구는 보리의 급여수준 또는 가공 형태가 반추위 내 발효특성과 소화율 및 한우의 성장과 육질에 미치는 효과를 조사하고자 실시하였다. 분쇄보리와 압편보리를 이용하여 반추위 fistula를 장착한 한우암소 4두를 이용하여 4종류 시험사료(옥수수구, Corn; 분쇄보리구, GB; 압편보리구, DRB; 분쇄압편보리구, GDRB)에 대한 소화시험을 수행하였고(시험 1), 아울러 19개월령 거세한우 40두를 공시하여 비육후기 한우 거세우의 보리 급여가 육질에 미치는 효

과를 구명하기 위한 사양시험을 실시하였다(시험 2).

시험 1: 보리첨가 시험사료의 소화 및 영양학적 가치 조사

1. 사료 섭취에 따른 반추위 내 pH의 변화는 GB와 DRB에 비해 Corn 및 GDRB 형태에서 pH의 저하 폭이 더 컸으며, GDRB구는 최저 pH가 5.5까지 떨어져 반추위 내에서 사료분해가 급격하게 이루어지는 경향을 보였다.

2. 암모니아농도의 변화는 시험사료에 따른 차이는 없었으나, GR구와 DBR구에서는 꾸준히 다른 두 처리구에 비해 비교적 낮은 농도로

안정적인 발효환경을 보였다.

시험 2 : 비육후기 한우 거세우의 가공보리 첨가사료 급여에 따른 증체 및 육질 개선효과

1. 시험 개시 후 280일이 지난 28개월령의 DRB구 거세한우의 평균 체중이 683kg로 가장 높았고, 분쇄 및 압편보리를 첨가한 GDRB구의 평균 체중이 653.3kg로 가장 낮았다.

2. 옥수수구(Corn)와 분쇄보리(GB)를 섭취한 거세한우는 전 기간 비슷한 일당증체를 보였으며, GDRB구의 일당증체가 가장 낮았다. 그러나 DRB 사료를 섭취한 거세한우의 19~23개월령 평균 일당증체가 0.89kg이었고, 24~28개월령 사이에는 0.43kg로 다른 처리구에 비해 높은 증체 효과를 보였다.

3. 보리의 가공 형태는 생체중, 냉도체중, 도체율, 등지방두께 및 육량지수 등에 영향하지 않았으나 등심단면적은 분쇄보리를 급여한 GB구에서 92.5cm²로서 현저히 증가되었는데(P<.015), 가장 작았던 GDRB구에 비해 16% 증가되었다

4. 분쇄보리가 함유된 GB구의 근내지방도는 평균 5.5로서 가장 높았다. 육색은 RDB와 GDRB가 공히 4.6으로 다른 처리구에 비해 0.2 정도 밝았으며, 지방색 역시 보리를 더 많이 섭취된 GDRB에서 현저히(P<.002) 밝은 것으로 나타났다. 그러나 성숙도 면에서는 근내지방이 가장 높았던 GB에서 가장 좋았다(P<.018).

5. 옥수수와 보리위주의 비육후기 사료를 섭취한 거세우 등심근육에서 수분과 조단백질 함량은 처리간 차이가 없었으나 지방 함량은 GDRB의 거세한우에서 18.55%로 타 처리구에 비해 높았다(P<.01).

6. 등심근의 육색 중 적색도(a*)는 처리간 거의 비슷한 수준이었으나, 보리급여와 급여량이 많을수록 명도(L*)와 황색도(b*)가 증가하여 육색이 개선되는 경향이었는데, 등심의 육색소 함량은 oxy-myoglobin 함량이 보리 급여구에서 현저히(P<.015) 높았다. 전단력은 DGB 처리구가 가장 낮아 연도가 가장 좋았으나 보수력, 가열감량 등에서는 처리간 차이가 없었다.

7. 지방산 조성의 경우 GDRB 처리구에서 linolenic acid(C18:3 n3) 및 n6/n3 비율이 각각 현

저(P<.049, P<.009)하게 높았으나 다른 지방산은 처리간 유의차가 없었다.

V. 인 용 문 헌

1. A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis(15th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Armbruster, G., Nour, A. Y. M., Thonney, M. L. and Stouffer, J. R. 1983. Changes in cooking losses and sensory attributes of Angus and Holstein beef with increasing carcass weight, marbling score or *longissimus* ether extract. J. Food Sci. 48:835.
3. Choi, N. J. 2000. Manipulating fatty acid composition in beef cattle. Univ. of British.
4. Cone, J. W., Cline-Theil, W., Malestein, A. and A. th van't Klooster. 1989. Degradation of starch by incubation with rumen fluid. A. comparison of different starch sources. J. Sci. Food. Agric. 49: 173.
5. de Visser, H. and de Groot, A. M. 1980. The influence of the starch and sugar content of concentrations on feed intake, rumen fermentation, production and composition of milk. In: Giesecke, D., Dirksen, G., Stangassinger, M. Y. (Eds.), Proceedings of Disease farm animals, Munich, Germany. Fotodruck Frank OHG, p. 41.
6. 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.
7. Gregory, K. E., Cundiff, L. V. and Koch, R. M. 1995. Genetic and phenotypic (Co)variances for growth and carcass traits of purebred and composit populations of beef cattle. J. Anim. Sci. 73:1970.
8. Konishi, K. T., Nade, M. Maeda and Uchiyama, M. 1995. Determination of fat content in beef loin by image analysis system. Anim. Sci. Technol. (Jpn.) 66:548.
9. Leat, D. K. and Turner, B. E. 1977. J. Agric. (camb.), 85:551.
10. Low, S. G. and Kellaway, R. C. 1983 The utilization of ammonia treated whole grain by

- young steers. *Anim. Prod.* 37:113.
11. Lunt, D. K. and Smith, S. B. 1991. 8. Wagyu beefs holds profit potential for U. S. feedlot. *Feedstuffs* 19:18.
 12. Mandell, I. B., Nicholson, H. H. and Christison, G. I. 1988. The effects of barley processing on nutrient digestion within the gastrointestinal tract of beef cattle fed mixed diets. *Can. J. Anim. Sci.* 68, 191.
 13. Mathison, G. W., Engstrom, D. F. and Macleod, D. D. 1991a. Effect of feeding whole and rolled barley to steers in the morning or afternoon in diets containing different proportions of hay and grain. *Anim. prod.* 53:321.
 14. McAllister, T. A., Phillippe, R. C., Rode, L. M. and Cheng, K. -J. 1993. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal by ruminal microorganism. *J. Anim. Sci.* 71:205.
 15. McAllister, T. A., Cheng, K. J., Rode, L. M. and Forsberg, C. W. 1990. Digestion of barley, maize and wheat by selected species of ruminal bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 56:3146.
 16. McIlroy, D. L., Mendel, V. E. and Garrett, W. N. 1967. Comparison of commercially prepared, rolled and flaked barley and milo. *California Feeders Rep.* p. 37 Davis.
 17. Nordin, M. and Campling, R. C. 1976. Digestibility studies with cows given whole and rolled cereal grains. *Anim. prod.* 23:305.
 18. Nelson, M. L., Busboom, J. R., Cronrath, J. D., Falen, L. and Blankenbaker, A. 2000. Effects of graded levels of potato by-products in barley-and corn-based beef feedlot diets: I. Feedlot performance, carcass traits, meat composition, and appearance. *J. Anim. Sci.* 78:1829.
 19. NRC. 1984. *Nutrient Requirements of Beef Cattle (6th Ed.)* National Academy Press, Washington, DC.
 20. Ørskov, E. R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63:1624.
 21. Reiser, R. and Shorland, F. B. 1990. In *Meat and Health-Advance in Meat Research*, vol. 6, eds. A. M. Pearson and T. R. Dustom. Elsevier Applied Science, London.
 22. Robinson, P. H. and Kennelly, J. J. 1989. Influence of ammoniation of high moisture barley on digestibility, kinetics of rumen ingesta turnover, and milk production in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 69:195.
 23. SAS. 1985. *SAS User's Guide*. Analysis Systems Institute, Inc., Cary, NC.
 24. 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.
 25. Smith, G. C., Savell, J. W., Cross, H. R., Carpenter, Z. L., Murphey, 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.
 26. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980 *Principle and Procedures of Statistics*. McGraw Hill Book Co., N.Y.
 27. Taniguchi, K., Huntington, G. B. and Glenn, B. P. 1995. Net nutrient flux by visceral tissues of beef steers given abomasal and ruminal infusions of casein and starch. *J. Anim. Sci.* 73:236.
 28. ZoBell, D. R. and Yaremicio, B. J. 1998. A study on feeding ammoniated and processed barley to feedlot steers. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 74:135.
 29. 농림부 개정고시. 1999. 제1999-64호, 1999. 9. 28.
 30. 김윤호 외 22명 공저. 2007. 고품질 조사료 자급을 위한 청보리 품종개발 및 생산과 이용. 농촌진흥청
 30. 박구부, 예병화, 문성실, 진상근, 이정일, 주선태. 2000. Conjugated Linoleic Acid가 Myoglobin의 산화안정성에 미치는 효과. *동물자원지* 42(6): 905-914.
 31. 박병성, 유익중. 1994. 한우, 홀스타인 및 수입쇠고기의 지방산 조성비교. *한축지* 36(1):69.
 32. 박범영. 1997. 한우도체의 DFD육 발생빈도와 이화학적 특성에 관한 연구. 경상대학교 박사학위논문.
 33. 이종문. 1997. 한우의 성 및 출하체중에 따른 도체특성과 등급. 충북대학교 박사학위논문.
 34. 하용용 외 15인 공저. 2000. 보리. 농촌진흥청 작물시험장
 35. 홍성구. 1996. 한우의 육질개선을 위한 비육기술 개발에 관한 연구. 충북대학교 박사학위논문.
- (접수일자 : 2007. 10. 8. / 채택일자 : 2007. 11. 14.)