

육성비육 거세한우에 대한 황토 급여가 성장 및 도체특성에 미치는 효과

강수원 · 김준식 · 조원모 · 정하연 · 기광석 · 최성복
농촌진흥청 축산기술연구소

Effect of Red clay(Hwangto) on Growth Performance and Carcass Characteristics in Growing-Fattening Hanwoo Steers

S. W. Kang, J. S. Kim, W. M. Cho, H. Y. Chung, K. S. Ki and S. B. Choi
National Livestock Research Institute, R. D. A.

ABSTRACT

This study was conducted to examine the effects of Red clay(Hwangto) as feed additives with 26 Hanwoo steers at two regions for 540 days from six to 24 months of age on feed efficiency, meat quantity and meat quality.

Feeding trial 1 was conducted with two treatment groups by five heads/treatment which were T1(Control) and T2(Control+*ad libitum* Hwangto) at National Livestock Research Institute. Feeding trial 2 was conducted with four treatment groups by four heads/treatment which were T1(Control), T2(Control+2% Hwangto), T3(Control+5% Hwangto) and T4(Control+*ad libitum* Hwangto) at a private Hanwoo breeding farm.

In feeding trial 1, average daily gains by growing, fattening, finishing and over-all periods were 0.572, 0.866, 0.869 and 0.769kg in T1, and 0.537, 0.904, 0.857 and 0.766kg in T2, respectively. Average daily gain for growing and finishing period was high in T1 but in T2 for fattening period, which were not statistically significant. Also concentrates and TDN intakes per kg gains were not statistically significant by treatments. In carcass characteristic, dressed carcass and red meat percentage were high in T1 but in T2 for retailed cut percentage without significant difference. The yield index and shear force was 69 and 70, 4.4 and 6.1 kg/cm² in T1 and T2, respectively. In palatability traits, the panel test scores of juiciness, tenderness and flavor were 4.08 and 4.64, 3.42 and 3.96, 4.58 and 4.80 in T1 and T2, respectively, which showed a tendency to improvement in Hwangto feeding groups.

In feeding trial 2, the range of average daily gains were 0.656(T6) to 0.772(T3), 0.937(T6) to 1.009(T5), 0.592(T3) to 0.675kg(T6) in growing, fattening and finishing period, respectively. Although it was high in T3, T5 and T6 at growing, fattening and finishing period, respectively, it was not significantly different by treatments.

The ranges of concentrates and TDN intakes per kg gains were 8.71 to 9.50(average 9.05) and 7.52 to 7.64kg(average 7.55kg), they all were lower in Hwangto feeding groups than in control about 4.5 to 8.3% and 1.2 to 1.6%, respectively. In carcass characteristics, back-fat thickness, loin eye muscle area and yield index were not difference by treatments, but marbling scores were high in T5 and T6 than in

This study was partially funded by the ARPC(agricultural R&D Promotion Center)in Korea.
Corresponding author : S. W. Kang, National Livestock Research Institute, R.D.A., SeongWhan-eup, Cheonan-Si, Chungnam-do, 330-800, Korea. Tel : 041)580-3352, Fax : 041)580-3385, E-mail : swkang@rda.go.kr

T3. Income was ranked in the order of T6, T5, T3 and T4. Income of T6 was higher than T3 by 15.5 percent.

Summarizing above results, it may be concluded that the use of unprocessed Hwangto as feed additives for growing-fattening steers seems to improve meat quality but not red meat quantity and feed efficiency, and may be required to feed *ad libitum* during the finishing period.

(Key words : Hanwoo steers, Hwangto, Feed additives, Meat quantity, Meat quality)

I. 서 론

우리 나라의 전통적인 한우사육은 소규모 부업영농 형태의 농사를 기반으로 한 복합영농이었으며 소를 사육하는 장소도 고정자본이 많이 들어가는 축사 형태가 아니고 축사안과 밖의 흙바닥이 있는 작은 공간에서 단조로우면서도 자유롭게 활동할 수 있도록 설계된 그런 축사였다.

이와 같은 축사구조에서 소가 자연스럽게 황토를 섭취하게 되고 황토를 섭취한 한우는 건강하게 성장하여 일소로 사육되어 왔다. 그러나 현재와 같이 한우의 관리가 집약화 되고 규모화로 발전되면서 오히려 가축의 질병발생율이 높아지고 있는데, 이러한 점을 경험한 축산농가는 옛날방식을 자연스럽게 이용하게 되었으며, 더 나아가 한우고기의 차별화 및 특성화 일환으로 황토브랜드 관련 축산단체들이 증가되고 있는 실정이다(이, 1999).

황토를 이용하고 있는 대부분 축산농가는 인근 야산의 황토를 이용하거나 지장수(地漿水, 황토의 미립 현탁액)의 형태로 급여하기도 하는데(농촌진흥청, 1999), 황토는 우리 나라 거의 전역에서 쉽게 발견할 수 있는 황색 또는 적갈색을 띠는 흙의 일종으로 암석이 화학적인 풍화작용을 받아 변질되어 토양화 되는 과정에 형성된 풍화잔류토로 토양단면의 B층 토양에 해당된다. 따라서 주로 중국의 황하유역과 같은 대륙에 분포하며 바람에 날려와서 퇴적된 미세한 입자(Loess)로 구성된 퇴적물, 즉 학술적인 용어의 황토(黃土)와는 상이하(황 등, 2000). 황(1997)은 황토의 주성분으로 SiO_2 50~65%, Al_2O_3 16~24%, Fe_2O_3 4~9%, MgO 0.6~2.5%, K_2O 1~3%, 그리고 H_2O 가 5~15%의 범위로 구성되어 있으며, 물리적인 특성으로는 모래입자(2~0.05mm)가 15~40%, Silt입

자(0.05~0.002mm)가 20~50%, 그리고 점토입자(0.002mm이하)가 30~60%의 범위로 구성되어 있다고 하였다. 이와 같이 우리 나라의 황토를 구성하는 광물에는 점토광물류가 대부분을 차지하고, 나머지가 석영, 장석, 산화철광물 등으로 되어 있으며, 황토의 채취지역에 따라 광물종과 그 함량이 다르며 황토의 물리화학적 특성은 주로 이들 점토광물의 종류와 함량에 따라 크게 좌우된다고 하였다.

한우의 흙 섭취량과 관련하여 두당 1일 흙 핥는 회수 및 핥는 량 등에 대하여는 정확히 알려진 것이 없으나, 젖소의 경우에는 방목시 흙 섭취량이 두당 연간 90~362kg 정도가 된다고 하였고(Healy, 1968^{ab}; 1971, Healy 등, 1970; 원, 1998), Miller(1978)도 방목시 1일 0.1~0.4kg의 흙을 섭취한다고 하였으며, 小林義之(1982) 및 小山雄生 등(1985)도 축우를 방목하면 필요로 하는 광물질의 일부를 신선한 토양으로부터 얻고 있는 것이 분명한 것 같다고 하였다.

또한 유사한 가축 급여시험에서, 황토 및 점토광물을 송아지 및 육성우에게 급여시 증체율 및 사료이용성 등에 개선효과가 있고, 배설물의 냄새를 줄이며 설사를 방지하는 효과가 있어 사료로서의 가치가 인정된다고 하였다(농림부, 1999; 송 등, 1999; Britton 등, 1978; Jacques 등, 1986).

이 밖에도 류(1997)는 “본초강목” 및 “향약집성방”에서 황토를 흙 중에서도 맛이 달고 약성이 가장 뛰어난 흙으로 취급하고 있다고 하였으며, 옛날부터 우리 농가에서는 민간요법으로 질병의 치료 목적으로 황토를 이용한 지장수를 가축에게 급여하였다고 하였다. 이러한 특성 때문에 농가에서는 젖소 및 한우에게 자연스럽게 황토를 급여하고 있으나 과학적인 규명이 크게 미흡한 상태이다. 따라서 한우사육농가에

서 급여하고 있는 황토가 육량 및 육질에 미치는 효과를 구명하고자 본 시험을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

시험축으로 사용한 한우 수송아지는 논산지역의 우시장에서 구입, 충남 천안시 성환읍에 소재한 축산기술연구소(시험 1)와 전북 익산시 함라면에 소재한 비육농가(시험 2)로 운송하여 일정기간 순치 후 외과적시술에 의한 거세를 실시하였고, 이후 6개월령까지 배합사료와 목건초 및 볏짚을 자유채식시키면서 예비사육을 실시하였다.

본 시험은 6개월령인 거세우를 대상으로 '99년부터 '01년까지 18개월간 실시하였으며, 공시축은 개시시부터 종료시까지 황토급여 유무에 따른 2개 처리(T1 : 황토 무급여, T2 : 황토 자유채식)와 급여수준에 따른 4개 처리(T3 : 황토 무급여, T4 : 황토 농후사료의 2% 첨가 급여, T5 : 농후사료의 5% 첨가급여, T6 : 황토 자유채식)를 두어 처리 당 각각 5 및 4두씩 완전 임의배치 하였고, 철골구조 칼라강판 지붕아래 사조가 각각 남향 및 북향으로 배치된 가변형으로 지어진 무벽우사(pen size, 4m×8m)에서

처리구별로 군사하였다.

공시기간중의 사료는 Table 1에서 보는 바와 같이 농후사료는 성장단계(육성기 : 7~12, 비육전기 : 13~18, 비육후기 : 19~24개월령)에 따라 성분량을 달리하여 자체 사료공장에서 자가 배합한 사료(시험 1)와 시판사료(시험 2)를 사용하였고, 조사료는 볏짚을 사용하였으며, 사료섭취량은 급여량에서 잔량을 제한 것으로 하였다. 잔량조사는 매일 오전 관리시에 실시하였으며, 조사료의 일반성분 분석은 A.O.A.C.법(1990)에 의거 수행하였고, TDN은 농촌진흥청(1988)에서 제시한 소화율을 적용하여 산출하였다. 황토는 익산지역의 야산에서 약 10cm 정도 표층을 제거하여 심층토를 채취한 뒤 풍건 후 2mm 채로 쳐서 급여하였다. 공시축의 체중은 시험개시부터 종료까지 30일 간격을 두고 측정하였으며, 개시 및 종료시는 2일 연속 측정치의 평균치를 사용하였고, 사양시험이 종료된 공시축들은 도체조사를 위해 도살전일부터 절식시킨 후 다음날 화물차를 이용하여 사양시험 우사에서 60km 떨어진 축산기술연구소 육가공 공장(시험 1) 및 250km 떨어진 농협 서울공판장(시험 2)으로 운반하였으며, 도착후 일정시간 안정시킨 후 도축하였다. 도체조사 및 육

Table 1. Chemical composition and TDN value of experimental diets

Feed name	Chemical composition				TDN
	Dry matter	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	
 %				
Trial 1					
Concentrate					
Grower	87.2	15.0	3.2	6.7	70.0
Fattener	85.9	12.5	3.5	5.0	71.5
Finisher	85.6	10.0	4.3	4.9	74.0
Roughage					
Rice straw	84.7	5.0	2.2	28.3	37.5
Trial 2					
Concentrate					
Grower	87.7	13.6	1.5	15.0	70.0
Fattener	87.8	13.0	2.0	15.0	71.0
Finisher	86.3	11.0	2.0	20.0	72.0
Roughage					
Rice straw	88.5	4.4	1.9	27.8	36.8

성분 분석은 축산기술연구소 관행법에 의거 수행하였으며 얻어진 결과는 SAS(1997)의 GLM (General Linear Model) 방법으로 분석하였고 처리 평균간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple Range Test가 이용되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 체중 및 일당증체량

총사육기간 540일을 황토급여 유무 및 급여 수준에 따라 6개 처리로 구분, 처리별로 공시한 거세한우의 체중 및 일당증체량 변화는 Table 2에서 보는 바와 같다. 시험 1의 처리별 체중은 개시시(6개월령)에는 T1이 251.1 그리고 T2가 238.1kg, 6개월후(12개월령)에는 T1이 251.1 그리고 T2가 238.1kg, 12개월후(18개월령)에는 T1이 407.0 그리고 T2가 400.7kg이었고, 종료시(24개월령)에는 T1이 563.4 그리고 T2가 554.7kg이었으며, 출하체중은 전기간 황토를 급여하지 않은 T1(관행사육구)이 T2(황토 자유채식구)에 비해 8.7kg이 더 무거웠다. 성장 단계에 따른 일당증체량은 육성기(6~12개월령)에 0.537(T2)과 0.572kg(T1), 비육전기(12~18개월령)에 0.866(T1)과 0.904kg(T2) 및 비육후

기(18~24개월령)에 0.857(T2)과 0.869kg(T1)으로 육성기 및 비육후기에는 T1에서, 비육전기에는 T2에서 증체량이 높았지만, 전기간 동안에는 0.766(T2)과 0.769kg(T1)으로 처리간에 따른 뚜렷한 차이는 없었다.

시험 2의 처리별 체중 역시 개시시(6개월령)가 156.4~161.6kg(평균 159.3kg), 12개월령이 276.5~300.5kg(평균 285.0kg), 18개월령이 445.2~473.2kg(평균 458.6kg), 24개월령이 566.6~579.7kg(평균 572.8kg)이었고, 전기간 동안의 일당증체량은 T3, T5, T4 및 T6이 각각 0.774, 0.772, 0.761kg 및 0.756kg으로 황토를 급여하지 않은 T3가 황토를 급여한 처리구에 비해 0.4~2.5%가 증가하였지만 통계적인 유의차는 없는 것으로 나타났다. 또한 전기간 동안의 일당증체량을 성장단계로 구분하여 살펴보면, 육성기(6~12개월령)에는 황토급여구에서의 증체량이 높았고, 비육전기(12~18개월령)에는 뚜렷한 차이가 없었으나, 비육후기(18~24개월령)에는 황토 급여구에서의 증체량이 다소 높은 것으로 나타났다.

이와 같이 성장단계에 따른 일당증체량이 처리구에 따라 다소 차이가 있지만 통계적인 유의차가 없는 것으로 볼 때, 황토급여 유무가 비육우의 증체량에 영향을 미치지 않았음을 알

Table 2. Live weight and average daily gain of Hanwoo steer by treatments

Item	Trial 1		Trial 2			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
No. of animals	5	5	4	4	4	4
Live weight(kg)						
Initial (6mo.)	148.1±31.7	141.3±21.8	161.6±29.5	156.4±38.8	160.9±27.5	158.4±27.5
180th day (12mo.)	251.1±42.9	238.1±28.3	300.5±44.7	281.2±59.2	281.7±41.7	276.5±63.3
360th day (18mo.)	407.0±64.8	400.7±35.7	473.2±46.2	452.8±76.2	463.3±35.6	445.2±60.8
Final (24mo.)	563.4±94.5	554.7±56.8	579.7±60.9	567.1±84.0	577.7±42.6	566.6±70.5
Average daily gain(kg)						
6~12mo. of age	0.572±0.07	0.537±0.06	0.772±0.12	0.693±0.19	0.671±0.12	0.656±0.24
12~18mo.	0.866±0.13	0.904±0.08	0.960±0.06	0.954±0.10	1.009±0.15	0.937±0.07
18~24mo.	0.869±0.18	0.857±0.21	0.592±0.09	0.635±0.09	0.636±0.17	0.675±0.08
6~24mo.	0.769±0.12	0.766±0.09	0.774±0.08	0.761±0.11	0.772±0.10	0.756±0.10

*T1 : Control 1, T2 : Control 1+*ad libitum* Hwangto, T3 : Control 2,
T4 : Control 2+Hwangto 2%, T5 : Control 2+Hwangto 5%, T6 : Control 2+*ad libitum* Hwangto.

수 있다. 그러나 류(1997) 및 김(1999)은 황토에 함유되어 있는 점토광물과 Catalase, Protease 등은 자기 용적 600배의 산소 흡착력으로 강력한 음이온 에너지를 발산시켜 virus나 bacteria 등의 병원균을 제거함으로써 항병력 증진작용을 하며 원적외선 방출로 체내의 세포를 활성화시켜 가축의 증체를 증가에 따른 생산성 향상 및 고른 육질분포의 효과를 가져온다고 하였다.

또한 본 시험에서 T1과 T2 또는 T3, T4, T5 및 T6과 비교해 볼 때, 비육전기와 비육후기의 증체량이 거의 비슷한 것으로 나타나, 전처리구 모두 비육기간 동안 농후사료 과다급여에 의한 대사성 질병발생이나 기타 반추위의 기능장애가 없었다는 것을 예상할 수 있으며 그 결과 황토가 반추위의 기능을 개선시키는 작용이 있다고 하여도 황토섭취에 의해 반추위기능이 개선될 기회가 거의 없었음을 암시한다. 또한 이것은 고급육 생산을 위해 거세우를 장기간 비육 할 때 농후사료 및 조사료 급여량을 조절해줌으로서 비육우의 대사성질병 예방이 가능하므로, 본 시험에서도 육성기 제한사양과 비육기간 동안에도 농후사료 급여량을 어느 정도 제한하였기 때문인 것으로 판단된다.

그러나 농림수산부와 축협중앙회(1992), 宮崎昭(1991) 및 中央畜産會(1981) 등은 비육우를 장기간에 걸쳐 농후사료 위주로 사육하면 비육후기에 대사성질병의 다발 및 사료섭취량 감소로 증체량이 둔화되어 조기에 출하할 수밖에 없다고 하였고, 손과 김(1983)도 비육우를 장기간 농후사료 위주로 사육시 제1위 부전각화증 및 제1위 산성증 등이 발생하여 제1위 내용물의 pH를 저하시킴으로서 위내 미생물군총의 활력을 저하시킬 뿐 아니라 간농양 등을 유발하여 증상이 경미할 경우에도 정상우에 비해 증체량이 10% 정도 감소한다고 하였다.

그리고 이 기간 중 처리구별 공시축의 출하체중 554.7~579.7kg(평균 568.2kg)은 홍 등(1996)이 한우송아지를 5개월령에 무혈거세 후 옥수수, 호맥 및 이탈리아라이그라스 등 담근 먹이를 조사료원으로 하여 6개월령부터 24개월령까지 18개월간 개방형 우사에서 군사형태로

비육하였을 때 24개월령 체중이 551.5~571.9kg(평균 560.5kg)이라고 한 보고와 강 등(1997)이 한우 수송아지 24두를 6개월령에 무혈거세하여 8개월령부터 24개월령까지 방목유무에 따라 16개월간 비육하였을 때 출하체중이 554.6~572.1kg(평균 562.8kg)이라고 한 보고와 비슷한 결과로 본 시험에 공시한 시험축 들이 황토 급여 유무 및 급여수준을 떠나 정상적인 발육이 이루어졌음을 알 수 있다.

2. 사료섭취량 및 이용성

공시기간 18개월 동안 처리별 사료이용성은 Table 3에서 보는 바와 같다. 시험 1에서 전기간 일평균 사료섭취량은 농후사료가 7.31(T1)과 7.13kg(T2), 볏짚이 3.14(T1)과 3.30kg(T2)이었고, 황토 자유채식구에서의 황토섭취량은 0.22kg이었다. 섭취된 사료의 DM, CP 및 TDN은 각각 8.95(T1)와 8.93kg(T2), 1.00(T1)과 0.99kg(T2), 6.49(T1)와 6.42kg(T2)으로 황토 급여유무에 따른 뚜렷한 차이는 없었고, 1kg 증체에 소요된 DM, CP 및 TDN 량도 각각 11.64(T1)와 11.66kg(T2), 1.30(T1)과 1.29kg(T2) 및 8.44(T1)와 8.38kg(T2)으로 역시 처리구에 따른 뚜렷한 차이가 없었다. 또한 체중대비 농후사료 비율은 육성기, 비육전기 및 비육후기에 각각 1.78(T1)과 1.87(T2), 1.90(T1)과 1.88(T2), 2.50(T1)과 2.48%(T2)로 처리구 모두 비육기간이 길어짐에 따라 섭취비율이 높아졌지만, 처리구간에 따른 차이가 없었으며 전기간 평균도 2.06(T1)과 2.05%(T2)로 처리간에 따른 차이는 없었다. 그 밖에 섭취사료의 조·농비율 중에서 조사료 비율도 전기간 평균이 29.7(T1)과 31.3%(T2)로 역시 처리구간에 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타났다.

시험 2에서는 전기간의 일평균 사료섭취량이 처리구에 따라 농후사료가 6.47(T6)~6.79kg(T3), 볏짚이 2.86(T6)~2.98kg(T4)이었고, 섭취된 사료의 DM, CP 및 TDN은 각각 8.15(T6)~8.48kg(T3), 0.92(T6)~0.95kg(T3) 및 5.68(T6)~5.91kg(T3)이었다. 공시기간 중 섭취한 사료를 증체량으로 나누어 1kg 증체에 소요된

Table 3. Feed intake and efficiency by treatments

Item	Trial 1		Trial 2			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Feed and nutrient intake(kg/day, 540day)						
Concentrate	7.31	7.13	6.79	6.48	6.65	6.47
Rice straw	3.14	3.30	2.90	2.98	2.93	2.86
Hwangto	-	0.22	-	0.13	0.33	0.25
DM	8.95	8.93	8.48	8.27	8.38	8.15
CP	1.00	0.99	0.95	0.92	0.94	0.92
TDN	6.49	6.42	5.91	5.72	5.82	5.68
Intake per 1 kg gain(kg)						
Concentrate	9.51	9.31	9.50	8.92	9.07	8.71
Rice straw	4.08	4.31	3.68	3.92	3.85	3.84
DM	11.64	11.66	11.52	11.22	11.30	10.97
CP	1.30	1.29	1.30	1.24	1.26	1.23
TDN	8.44	8.38	7.64	7.52	7.54	7.52
Concentrate intake to body weight(%)						
Growing period	1.78	1.87	1.53	1.66	1.64	1.67
Fattening period	1.90	1.88	1.82	1.75	1.80	1.87
Finishing period	2.50	2.48	1.86	1.84	1.85	1.78
Over-all period	2.06	2.05	1.74	1.75	1.76	1.77
Roughage intake ratio(DM, %)	29.7	31.3	32.3	33.5	32.7	32.4

DM, CP 및 TDN 량을 산출한 바, 각각 10.97(T6)~11.52kg(T3), 1.23(T6)~1.30kg(T3) 및 7.52(T6)~7.64kg(T3)으로 황토급여구가 무급여구에 비해 사료이용성이 개선된 것으로 나타났으며 개선효과는 T6, T4 및 T5 순으로 높았지만 그리 크지는 않았다. 또한 체중대비 농후사료 비율은 육성기, 비육전기 및 비육후기에 각각 1.53(T3)~1.67(T6), 1.75(T4)~1.87(T6) 및 1.78(T6)~1.86%(T3)이었고, 전기간 동안에는 평균 1.74(T3)~1.77%(T6)로 비육기간이 길어짐에 따라 섭취비율이 높아졌지만 처리구간에 따른 뚜렷한 차이는 없었으며, 섭취사료의 조·농 비율 중 조사료비율도 전기간 평균이 32.3(T3)~33.5%(T4)로 역시 처리구간에 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타났다.

이와 같은 성장단계별 체중에 대한 농후사료 급여비율은 농림수산부와 축협중앙회(1992) 및 농촌진흥청 축산기술연구소(1999)에서 고급육 생산을 위해 한우 사육농가에 권장하고 있는 육성기(6~12개월령) 1.2~1.5%, 비육전기(13~

18개월령) 1.7~1.8%, 비육후기(19~24개월령) 1.8~2.0% 및 전기간 1.6~1.8%에 비해 본 시험의 경우 시험 1에서는 육성기 및 비육전기의 농후사료 급여비율이 거의 비슷한 수준이었으나 비육후기 및 전기간에는 다소 높은 편이었고, 시험 2에서는 육성기, 비육전기 및 비육후기 모두 거의 비슷한 수준이었다.

또한 강 등(2001)이 거세한우를 공시하여 6개월령부터 24개월령까지 육성기에 방목유무와 관련된 처리구를 두어 전체 사료중의 조사료 비율을 건물 중으로 23.3, 33.5 및 40.3%로 하여 18개월간 비육시험을 실시한 결과 조사료 비율이 33.5%인 처리에서 비육우의 증체량이 가장 높았다고 한 보고와 비교해 볼 때, 전기간 동안의 조사료 비율은 거의 비슷한 수준이었다.

그러나 시험 1에서는 Table 2에서 보는 바와 같이 육성기 및 비육전기의 일당증체량이 비교적 적을 뿐 아니라, Table 3에서 보는 바와 같이 동일시기의 농후사료 급여량이 비육후기에 비해 낮은 것으로 볼 때 육성기 및 비육전기

동안에 과도한 제한사양으로 인하여 정상발육이 되지 않았고, 그 결과 비육후기에 자유채식으로 농후사료를 최대로 급여하였음에도 불구하고 출하체중이 비교적 적었으며 상대적으로 체중에 대한 농후사료 비율이 높아진 것으로 판단된다.

시험 2에서는 Table 3에서 보는 바와 같이 육성기 및 비육전기에는 체중에 대한 농후사료 섭취비율이 권장비율보다 다소 높았으나 비육후기에는 자유채식을 실시하였음에도 섭취량이 적어 결국 출하시 체중은 시험 1과 거의 비슷한 수준이 되었으나, 전기간 동안의 조사료 급여수준이 32.7%로서 전처리 모두 반추위의 기능장해가 거의 없었고, 그 결과 출하체중 및 증체량 모두 황토 급여수준에 따른 차이가 뚜렷하게 나타나지 않은 것으로 판단된다.

그러므로 사료급여량을 줄이면서 출하체중을 높이기 위해서는 육성기 및 비육전기에 일당증체량을 각각 0.8 및 1.0kg 정도로 높일 수 있는 사료 급여체계가 요구된다고 할 수 있다.

본 시험의 결과와 비육우농가들에 대한 실태 조사 결과를 종합해 볼 때, 국내 비육우농가에서 사용되고 있는 조사료원이 대부분 볏짚인 점을 고려해 보면 지금까지 고급육 생산을 위해 권장하고 있는 체중대비 농후사료 급여비율이 다소 적은 것으로서, 비육우의 경우 24개월령 출하를 권장하고 있지만 권장되고 있는 고

급육 프로그램으로 비육 하였을 경우 출하체중이 적게 나타나는 관계로 보통 2~3개월 정도를 더 비육하고 있는 것이 현실이다.

따라서 조사료원이 볏짚인 경우에는 성장단계별 농후사료 급여수준은 육성기 1.8~2.0%, 비육전기 2.0~2.2%, 비육후기 1.8~2.0%로 하고 비육전기 이후 농후사료 다급에 의한 반추위 기능장해를 억제하기 위해 황토 등의 천연물질을 급여할 필요가 있을 것으로 판단된다.

3. 도체특성

황토급여 유무에 따라 사육된 거세한우의 도체조사 결과는 Table 4 및 5에서 보는 바와 같다. 도체등급 중 육량등급의 결정요인인 도체중, 등지방두께, 배최장근단면적 중에서 도체중은 처리구에 따라 322.6~345.8kg(평균 334.2kg)으로 T1(관행사육구)이 T2(황토 자유채식구)보다 다소 높았으나 유의적인 차이는 없었고, 도체율 및 정육율 역시 각각 60.8~61.2%(평균 61.0%) 및 83.0~84.0%(평균 83.5%)로 T1이 T2보다 다소 높았으나 통계적인 유의차는 없었다. 또한 정육에서 가식에 부적합한 근육사이의 지방피를 제거한 후 도체에 0.5~1.0cm 두께로 지방을 부착시킨 거래정육의 비율은 67.9~68.7%(평균 68.3%)로 T2가 T1보다 높았지만 통계적인 유의차는 없었다.

Table 4. Carcass characteristics of Hanwoo steers by treatments

Item	Trial 1	
	T1	T2
Post-fasting weight(kg)	561.8±93.6	530.4±55.9
Carcass weight		
Weight(kg)	345.8±73.2	322.6±32.6
Rate(%)	61.2±3.3	60.8±0.6
Bonless meat ¹⁾		
Weight(kg)	291.2±65.3	268.1±27.8
Rate(%)	84.0±1.1	83.0±1.1
Trimmed meat ¹⁾		
Weight(kg)	233.6±42.7	221.5±19.2
Rate(%)	67.9±3.4	68.7±1.2

¹⁾ Included ribs

Table 5. Meat quantity and quality characteristics of Hanwoo steers

Item	Trial 1		Trial 2			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Meat quantity characteristics						
Back fat thickness(mm)	7.6± 3.4	6.6±0.9	9.7±4.0	11.5±6.4	10.5±1.3	8.8±4.4
Rib-eye area(cm ²)	78.4±11.3	85.0±6.9	79.3±5.0	72.4±7.3	70.1±6.1	77.5±9.3
Meat yield index	69.0± 1.3	70.1±0.5	67.8±2.0	66.9±3.4	67.3±0.9	68.5±1.4
Quantity grade ¹⁾	1.8± 0.4 ^a	1.0±0.0 ^{b*}	1.7±0.6	2.2±0.5	2.0±0.0	1.5±0.6
Meat quality characteristics						
Marbling score ²⁾	3.3± 2.0	3.2±2.0	3.4±0.1	2.3±1.1	4.1±0.4	3.6±1.7
Meat color ³⁾	4.2± 0.5	4.2±0.5	4.7±0.6	5.0±0.8	4.3±0.5	4.8±0.5
Fat color ⁴⁾	2.8± 0.4	3.0±0.0	2.3±0.6	3.0±0.0	2.5±0.6	3.0±0.0
Quality grade	2.0± 1.2	2.0±1.2	2.0±0.0	2.2±0.5	1.5±0.6	1.5±1.0

¹⁾ 1 = A 2 = B 3 = C ²⁾ Scored : 1(devoided) to 7(very good) ³⁾ Scored : 1(scarlet) to 7(dark red)

⁴⁾ Scored : 1(white) to 7(yellow) ⁵⁾ 1st grade = 0, 1st grade = 1, 2nd grade = 2, 3rd grade = 3

*p<0.05, Values with different superscripts at the same row are significantly different.

육량특성에서는 시험 1의 경우, 등지방두께, 등심단면적 및 육량지수가 각각 6.6~7.6mm(평균 7.1mm), 78.4~85.0(평균 81.7) 및 69.0~70.1(평균 69.6)로 등지방두께는 T2가 T1보다 얇았고, 등심단면적 및 육량지수도 T2에서 더 우수하여 이들을 기초로 하여 결정되는 육량등급이 T1에 비해 T2가 유의적인 차이를(P<0.05) 가지며 우수한 것으로 나타났지만, 육질특성을 나타내는 근내지방도, 육색 및 지방색은 각각 3.2~3.3, 4.2 및 2.8~3.0으로 처리간에 따른 차이가 없었으며 이들을 기초로 하여 결정되는 육질등급도 모두 2등급으로 처리간에 따른 차이는 없었다.

시험 2에서는 육량특성을 나타내는 등지방두께, 등심단면적 및 육량지수는 각각 8.8~11.5mm(평균 10.1mm), 70.1~79.3cm²(평균 74.8 cm²) 및 66.9~68.5(평균 67.6)였으며, 이들 중 등지방두께는 T4, T1, T3 및 T2의 순으로 적었고, 등심단면적은 T1, T4, T2 및 T3의 순으로 넓었으며, 육량지수는 T4, T1, T3 및 T2의 순으로 높았으나 통계적인 유의차는 없었다. 육질특성을 나타내는 근내지방도, 육색 및 지방색은 각각 2.3~4.1(평균 3.4), 4.3~5.0(평균 4.7) 및 2.3~3.0(평균 2.7)으로 근내지방도는 T3, T4, T1 및 T2 순으로 높았고, 육색은 T3,

T1, T4 및 T2 순으로 우수하였으며, 지방색은 T1, T3, T2 및 T4의 순으로 우수하였다.

이와 같은 결과는 거세한우의 비육개시시기를 달리하여 24개월령까지 비육후 도축하였을 때 도체중이 379.1~392.1kg, 도체율 및 거래정육율이 각각 63.2~64.4% 및 62.8~66.3%라고 한 조 등(1995) 및 정 등(1996)의 보고, 거세한우의 육성기 방목유무 및 농후사료 급여수준에 따라 24개월령까지 비육시험을 하였을 때, 도체중이 310.9~348.6kg, 도체율 및 거래정육율이 각각 60.7~63.7% 및 62.4~66.1% 였다고 한 강 등(2001)의 보고와 '00년도 전국에서 등급판정된 한우 거세우 33,518두를 대상으로 도체중, 등지방두께 및 등심단면적을 조사해본 결과 각각 336.3kg, 10.1mm 및 80.5cm²라고 한 농협중앙회와 축산물 등급판정소(2001)의 보고들과 비교해 볼 때, 본 시험에서의 도체율이 다소 낮았으나 정육율은 높은 것으로 나타났으며 등지방두께 및 근내지방도 등도 다소 낮은 것으로 나타났다.

또한 거세한우에서 도체중이 증가함에 따라 등지방두께, 배최장근단면적 및 근내지방도가 증가한다고 하였고, 육량지수는 등지방두께, 배최장근단면적 및 도체중이 포함되어 나타나는 수치로 육량지수의 크기는 체중이 작을수록 유

의적으로 높았다고 하였던 바, 본 시험에서 얻어진 결과들은 육성기 및 비육전기의 제한사양으로 배합사료위주 비육기간이 다소 짧아진 결과 등지방두께가 얇았고 근내지방도도 다소 낮았으며, 이러한 상태는 비육우의 반추위를 포함한 제반 소화기관들이 생리적인 장애가 거의 없어 황토 급여에 따른 효과가 반감되었을 것으로 예측이 된다.

소 도체등급기준(농림부, 1999b)에 의하면 육질등급은 근내지방도 기준 6이상, 4~5, 2~3 및 1 이하에 의해 각각 1*, 1, 2, 3등급으로 결정되 육색기준 1 또는 7, 지방색기준 7, 조직감 기준 3 및 성숙도 기준 3에 해당될 때는 근내지방도 기준에 의한 등급을 낮추어야 할 항목수의 개수에 따라 1~2 등급을 낮추도록 되어있는 바, 본 시험에서는 전처리 모두 감점요인이 없어 근내지방도에 의해 등급이 결정되었고, 판정된 육질등급은 시험 1에서는 T1 및 T2 모두 평균 2등급으로 황토급여 유무에 따른 차이는 없었고, 시험 2에서는 1.5~2.2(평균 1.8)였으며, T3, T4, T1 및 T2 순으로 우수한 것으로 나타났다.

등심부위에서 채취한 쇠고기의 이화학적 특성은 Table 6에서 보는 바와 같이 수분이 69.5~69.7(평균 69.6%), 단백질이 21.4~21.7%(평

균 21.6%), 지방이 7.7~8.1%(평균 7.9%) 그리고 조회분이 각각 0.91%로 쇠고기의 일반성분 모두 처리구에 따른 차이는 없었다.

이와 같은 결과는 강 등(2001)이 거세한우를 대상으로 24개월령까지 비육한 시험축의 등심부위에서 채취한 시료를 분석한 결과, 수분이 64.8~67.6%, 단백질이 18.9~20.1% 그리고 지방이 10.1~14.4%였다고 한 보고에 비해 단백질 함량은 높고, 지방 함량은 낮았는데 이것은 본 시험에 공시한 비육우의 성숙도가 다소 낮았기 때문인 것으로 판단된다.

그 밖에 pH, 전단력, 가열감량 및 보수력 등은 각각 5.52, 4.42~6.10kg/cm², 26.5~26.75%, 52.1~54.8%로서 전단력 및 보수력은 황토 급여구에서 개선된 것으로 나타났으며, 잘 훈련된 검사원들을 활용하여 판능검사를 실시한 결과, 각 요소들에 대한 배점을 "매우 나쁘다(1)"부터 "매우 좋다(5)"까지 5단계로 구분하였을 때, 처리구별 다즙성, 연도 및 향미 등은 4.08~4.64(평균 4.36), 3.42~3.96(평균 3.69) 및 4.58~4.80(평균 4.69)이었고 제반특성 모두 황토 급여구에서 개선된 것으로 나타났다.

본 시험에서 나타난 결과들을 비교 검토해본 결과, 황토급여에 따라 육색 및 지방색은 거의 변화가 없었으나 근내지방도는 다소 증가하는

Table 6. Physico-chemical properties of beef in Hanwoo steers by treatments

구 분	Trial I	
	T1	T2
Chemical composition(%)		
Moisture	69.7 ±2.4	69.5 ±3.8
Protein	21.7 ±0.8	21.4 ±2.3
Fat	7.7 ±3.1	8.1 ±5.0
Ash	0.91±0.03	0.91±0.06
pH	5.52±0.06	5.52±0.06
Shear force(kg/cm ²)	6.10±2.2	4.42±0.98
Cooking loss(%)	26.75±2.9	26.5 ±2.6
Water holding capacity(%)	52.1 ±2.8	54.8 ±3.1
Panel test ¹⁾		
Juiciness	4.08±0.26	4.64±0.40
Tenderness	3.42±0.79	3.96±1.07
Flavor	4.58±0.31	4.80±0.34

¹⁾ Scored : 1(devoid) ~ 5(very good)

경향이었고, 이 들을 기초로 하여 결정되는 육질등급은 황토급여에 의해 다소 개선되는 경향이었으며, 황토 급여수준은 사료 내에 5% 첨가하는 것이 자유채식이나 2% 첨가하는 것보다 육질개선에 효과가 있었지만 육량 및 육질 모두를 고려할 때 전기간 황토를 자유채식 시키는 것이 보다 유리한 것으로 나타났다.

4. 경제성 분석

한우거세우 육성비육시 황토급여 유무에 따른 경제성분석 결과는 Table 7에서 보는 바와 같다.

조수입은 '00년 12월 농협 서울공판장에서 경매를 통해 결정된 등급별 지육가격(A1* : 12,017, A1 : 11,507, A2 : 11,012, B1* : 11,576, B1 : 11,093, B2 : 10,723, C1* : 10,609원/kg)에 도체부산물 및 퇴구비 가격 등을 합산하였고, 경영비는 송아지 구입비, 농후사료비, 볏짚 및

황토구입비 등을 적용한 후 농축산물 표준소득(농촌진흥청, 2001)에 의거 제반 비용을 산출한 후 합산한 금액이었다.

소득은 비육개시부터 종료까지 18개월 동안의 조수입에서 경영비 지출을 공제한 잔액으로 시험 1에서는 축산농가의 관행사육방법인 T1에서 825.1천원/두인데 비해 황토급여구인 T2에서는 826.3천원/두로 황토급여 유무에 따른 차이가 없었으나, 시험 2에서는 관행사육방법인 T3에서 1,133천원/두인데 비해 T6, T5 및 T4에서 각각 1,308.4, 1,205.9 및 890.4천원/두로 황토 자유채식 및 5% 첨가구의 경우 관행인 T3에 비해 각각 15.5 및 6.4%가 증가 된 것으로 나타났다.

이상과 같은 결과들을 종합해 볼 때 거세한 우 육성비육우에 대해 가공하지 않은 황토를 급여할 때 비육기간중의 증체량이나 사료이용성에는 뚜렷한 효과가 없었으나 도체특성 중 근내지방도, 전단력 및 관능검사 등 육질과 관

Table 7. Economic analysis for 18 months in Hanwoo steers by treatments

Item	Trial 1		Trial 2			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
..... (1,000 won)						
Gross receipt	3,742.7	3,749.0	3,945.6	3,671.5	4,026.0	4,085.2
Carcass and others	3,720.3	3,726.5	3,923.1	3,649.0	4,003.5	4,062.7
By-product	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
Operating cost	2,917.6	2,922.7	2,812.5	2,781.1	2,820.1	2,776.8
Livestock	1,263.0	1,263.0	1,263.0	1,263.0	1,263.0	1,263.0
Feedstuffs	1,458.6	1,463.6	1,353.5	1,322.0	1,361.1	1,317.8
· Concentrate	1,153.3	1,124.4	1,071.3	1,021.8	1,049.2	1,020.0
· Roughage	305.3	321.1	282.2	289.8	284.9	277.9
· Additional agent	-	18.1	-	10.5	27.0	19.8
Others	196.1	196.1	196.1	196.1	196.1	196.1
Cost of family labor	307.8	307.8	307.8	307.8	307.8	307.8
Income	825.1	826.3	1,133.0	890.4	1,205.9	1,308.4
	(100.0)	(100.1)	(100.0)	(78.6)	(106.4)	(115.5)
Net profit	517.3	518.5	825.2	582.6	898.1	1,000.6

* Selling price of carcass by grade, by-product and manure('00. 12)

- Carcass price by grade(won/kg) : A1* 12,027, A1 11,507 A2 11,012

B1* 11,576, B1 11,093, B2 10,723, C1* 10,609

** Feed intake ×unit price(won/kg)

- Concentrate 292(grower 288, fattener 272, finisher 316)

- Rice straw 180, Hwangto 150.

련된 요소들을 어느 정도 개선시켜, 육질개선에 따른 도체단가 상승으로 소득도 증가되었지만 그 효과는 그리 크지 않은 것으로 나타났다.

따라서 거세한우 비육우에 대한 황토급여가 바람직하지만, 황토 중에서도 가축의 소화생리에 도움을 많이 주는 점토광물의 혼합비율을 높이기 위해 황토를 가공하여 미세입자 또는 지장수의 형태로 급여하는 것이 바람직하며 급여시기도 비육 후기에 집중적으로 급여하되, 자유채식의 형태로 급여하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

IV. 요약

육성비육우에 대한 황토급여 효과 구명을 위하여 거세한우 송아지 10두(평균체중: 144.7kg)를 대상으로 황토급여 유무에 따른 2개 처리(T1 : 황토 무급여, T2 : 황토 자유채식)와 황토급여 수준에 따른 4개 처리(T3 : 황토 무급여, T4 : 황토 2% 첨가, T5 : 황토 5% 첨가, T6 : 황토 자유채식)를 두어 6개월령부터 24개월령까지 540일간 사양시험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

시험 1에서, 일당증체량은 육성기 및 비육후기에는 황토 무급여구가, 비육전기에는 황토 자유채식구가 우수하였으나 전기간 동안에는 황토급여 유무에 따른 차이가 없었고, 1kg 증체당 소요된 농후사료 및 TDN량도 황토급여 유무에 따른 뚜렷한 차이는 없었다. 도체조사 결과, 도체율, 정육율 및 거래정육율은 황토급여 유무에 따른 뚜렷한 차이가 없었으나 육량지수, 전단력 및 관능검사의 각 항목 등은 황토급여시 개선되는 경향이였다. 그 밖에 경제 성분분석결과 처리구별 소득은 처리구간에 따른 뚜렷한 차이는 없었다.

시험 2에서, 일당증체량은 육성기에는 황토 무급여구가, 비육전기에는 황토 5%구가 그리고 비육후기에는 황토 자유채식구가 우수하였으나 전기간에는 황토급여 수준에 따른 뚜렷한 차이가 없었으나, 1kg 증체당 소요된 농후사료 및 TDN량 관행사육구에 비해 황토 급여구에서 각

각 4.5~8.3% 및 1.2~1.6% 적게 소요되었다. 도체조사 결과 등지방두께, 배최장근단면적 및 육량지수는 황토급여 수준에 따른 뚜렷한 차이가 없었지만, 근내지방도는 황토 5% 및 자유채식구에서 높은 것으로 나타났고, 황토를 자유채식시 관행사육에 비해 소득이 15.5% 증가하는 것으로 나타났다.

이상과 같은 결과를 요약해 볼 때 거세한우 비육우에 대해 가공하지 않은 황토 급여시 육량 및 사료이용성에는 뚜렷한 효과가 없는 반면 육질개선에는 다소 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 황토급여시에는 비육후기에 자유채식의 형태로 급여하되, 이용성 증대를 위해 미세입자로 하거나 지장수 형태로 급여하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

V. 인용 문헌

1. A. O. A. C. 1990. Official method of analysis (15th ed.), Association of official analytical chemists. Washington, D. C.
2. Britton, R. A., Colling, D. P. and Klopfenstein, T. J. 1978. Effect of complexing sodium bentonite with soybean meal or urea *in vitro* ruminal ammonia release and nitrogen utilization in ruminants. J. Anim. Sci. 46:1738.
3. Healy, W. B. 1968^a. Ingestion of soil by dairy cows. N. Z. J. Agric. Res. 11:487.
4. Healy, W. B. 1968^b. The influence of soil type on ingestion of soil by grazing animals, Trans. 9th Int. Cong. Soil Sci. III, 437.
5. Healy, W. B. 1971. *In vitro* studies on the effects of soil on elements in ruminal, "duodenal," and ileal liquors from sheep. N. Z. J. Agric. Res. 15: 289.
6. Healy, W. B., McCabe, W. J. and Wilson, G. F. 1970. Ingested soil as a source of micro-elements for grazing animals. I. B. I. D. 13:503.
7. Miller, J. K. 1978. Ingested soil as a source of microelements for grazing animals. Feedstuffs. 50, 43(Oct. 16).
8. Jacques K. A., Axe, D. E., Haris, T. R., Harmon, D. L., Bolsen, K. K. and Johnson, D. E. 1986. Effect of sodium bicarbonate and sodium

- bentonite on digestion solid and liquid flow and ruminal fermentation characteristics of forage sorghum silage-based diets fed to steers. *J. Anim. Sci.* 70:1391.
9. SAS. 1997. SAS User's Guide : Stastics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
 10. 小林義之. 1982. 反すう家畜による土壤菜食に伴うコベルト供給の可能性. *日本土壤肥料學會誌* 53: 176.
 11. 小山雄生, 宮本 進, 順勝まどか, 菊池武昭, 高橋政義, 久馬 忠. 1985. スカンジウム(Sc)を指標とする放牧牛の土壤菜食量の推定とそ意義. *日本土壤肥料學會誌* 56:269.
 12. 宮崎昭. 1991. 肉牛 マニュアル. 規模擴大への經營の肉量及び肉質に及ぼす影響. 黒毛和種去勢牛の脂肪交雜と部分肉, 筋肉内の脂肪含量の月齡變化ついて.
 13. 中央畜産會. 1981. 肉用牛 飼養と粗飼料生産. 土地利用の効率變化をはかるため. 丸井工文社. 東京. p. 432.
 14. 강수원, 박남건, 진신홍, 임석기, 김용곤. 1997. 거세한우의 방목육성이 사료효율, 산육능력 및 육질에 미치는 영향. *한영사지* 21(2):141.
 15. 강수원, 임석기, 우제석, 정종원, 손용석. 2001. 가을 송아지 거세한우의 육성기 방목 및 농후사료급여수준이 성장 및 도체특성에 미치는 효과. *한국동물자원과학회지* 43(5):681.
 16. 김명국. 1999. Holstein 송아지의 새로운 사양체계 확립을 위한 연구. 서울대학교 석사학위논문. p. 49.
 17. 농림부. 1999. 국내산 점토광물의 사료화 및 환경친화 효과에 관한 연구 p. 37.
 18. 농림부. 1999. 도체의 등급판정 방법. 기준 및 적용조건 규정. 농림수산부 고시 제 99-64호.
 19. 농림수산부, 축협중앙회. 1992. 한우고급육 생산. 제 4편 한우 고급육생산비육기술 p. 153.
 20. 농촌진흥청. 1988. 한국표준 사료성분표 p. 56.
 21. 농촌진흥청. 1999. 축산기술연구보고서 p. 101.
 22. 농촌진흥청. 2001. 농업경영개선을 위한 '00농축산물 소득자료집 p. 90.
 23. 농촌진흥청, 축산기술연구소. 1999. 생산비 절감을 위한 새로운 한우 사육기술 p. 78.
 24. 농협중앙회, 축산물등급판정소. 2001. 축산물등급판정사업보고서 p. 17.
 25. 류도옥. 1997. 황토의 신비. 행림출판사.
 26. 손재영, 김교준. 1983. 최신 가축 질병학. 선진문화사. 서울. p. 82.
 27. 송동영, 한구석, 이남배, 김동중, 주재섭. 1999. 한우 거세우 황토급여가 발육 및 육질에 미치는 영향. *대산 농촌* p. 15.
 28. 이병호. 1999. 수입개방에 대비한 한우산업의 발전 방향. *한국축산경영학회지*. 15(2):324.
 29. 원유석. 1998. 소의 행동. 축협중앙회 개량사업본부 p. 150.
 30. 정근기, 김대곤, 성삼경, 최창본, 김성경, 김덕영, 최봉재, 윤영탁. 1996. 거세가 한우 및 홀스타인 비육우의 도체등급에 미치는 영향. *한축지* 38(3):249.
 31. 조원모, 홍성구, 강희설, 김재환, 이종문, 백봉현, 조병대. 1995. 거세한우의 비육개시월령이 육량 및 육질에 미치는 영향. *농업논문집* 37(2):521.
 32. 홍성구, 이병석, 강희설, 조원모, 이종문. 1996. 담근먹이 급여가 거세한우의 도체특성에 미치는 효과. *한축지* 38(1):69.
 33. 황진연. 1997. 맥반석과 황토의 특성과 활용. 한국광물학회 창립 10주년기념 산업광물 심포지움 p. 89.
 34. 황진연, 장명익, 김준식, 조원모, 안병석, 강수원. 2000. 우리 나라 황토(풍화토)의 구성광물 및 화학성분. *한국광물학회지* 13(3):147.
- (접수일자 : 2002. 1. 16 / 채택일자 : 2002. 4. 23)