

Research Article

## 사료용 벼 위주 TMR 급여가 거세 한우의 성장 능력 및 도체 특성에 미치는 영향

김종근<sup>1,2,\*</sup>, Zhao Guo Qiang<sup>1</sup>, Liu Chang<sup>1</sup>, Wei Sheng Nan<sup>1</sup>, 김학진<sup>2</sup>, 김경훈<sup>1,2</sup>, 안억근<sup>3</sup>, 민형규<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>서울대학교 국제농업기술대학원, <sup>2</sup>서울대학교 그린바이오과학기술연구원, <sup>3</sup>국립식량과학원, <sup>4</sup>산청군농업기술센터

## Feeding Effects of Whole Crop Rice based TMR on Growth Performance and Carcass Characteristics of Hanwoo Steers

Jong Geun Kim<sup>1,2,\*</sup>, Guoqiang Zhao<sup>1</sup>, Chang Liu<sup>1</sup>, Wei Sheng Nan<sup>1</sup>, Hak Jin Kim<sup>2</sup>,  
Kyoung Hoon Kim<sup>1,2</sup>, Eok Geun Ahn<sup>3</sup> and Hyung-Gyu Min<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of International Agricultural Technology, SNU, Pyeongchang, 25354, Korea

<sup>2</sup>Research Institute of Eco-friendly Livestock Science, GBST, SNU, Pyeongchang, 25354, Korea

<sup>3</sup>National Institute of Crop Science, Suwon, 16429, Korea

<sup>4</sup>Sancheong Agricultural Development & Technology Center, Sancheong, 52221, Korea

### ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effect of whole crop rice (WCR) based TMR on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. WCR “Yeongwoo” was harvested at yellow ripen stage and ensiled for 60 days. The crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and total digestible nutrient (TDN) content was 8.4 %, 28.0 %, 53.8 %, 72.4 % and 66.8 %, respectively. For silage quality, pH was 4.37 and lactic and butyric acid content were 2.84 and 0.04 % in DM. Sixteen Hanwoo steers (8-mon-old) were allocated into either a control (commercial TMR) and WCR-TMR (WCR-based TMR) group. The TMR were fed according to the feeding stage phase: growing (Initiate~14 month), early fattening (15 month~21 month) and late fattening (22 month~30 month). The body weight of control group increased ( $P<0.05$ ) until early fattening stage, but late growing stage of WCR-TMR group was higher than that of control ( $P<0.05$ ). Average daily gain (ADG) was significantly greater ( $P<0.05$ ) in WCR-TMR group (total 0.78 kg/head) compared to control (total 0.66 kg/head) except for late fattening stage. The marketing weight and carcass weight were higher in WCR-TMR group (726 vs 765 kg; 417.8 vs 450.4 kg). The back fat thickness (11.75 vs 13.00 mm), *Longissimus dorsi* area (88.00 vs 89.88 cm<sup>2</sup>) and yield index (65.87 vs 64.30) were not different between the two groups ( $P>0.05$ ) and also no difference in meat yield grade (A : B : C = 2 : 4 : 2). Marbling score (4.00 vs 4.13), meat color (4.75 vs 4.75), fat color (3.13 vs 2.88), texture (1.25 vs 1.50) and maturity (2.00 vs 2.00) were not significant difference between the two groups and meat quality grade (1<sup>+</sup>:1<sup>+</sup>:1:2:3=0:2:4:2:0) was also not different. In conclusion, TMR feeding based on WCR silage showed superiority in carcass yield and ADG compared to control TMR. It is considered that the use of WCR for feed is a necessary option for the substitution of the imported forages and the government's policy for rice production adjustment.

**(Key words):** Whole crop rice, TMR, Silage, Average daily gain, Meat quality, Yield

### I. 서론

최근의 쌀 소비 감소로 인한 재고미 증가는 쌀 가격 하락과 보 관을 위한 창고비용 증가 등으로 막대한 금액의 정부 재정이 투입되고도 쉽게 해결될 기미가 보이지 않는다. 또한 약 40만톤의 의무 수입량도 쌀 재고량을 늘리는 요인이 되고 있다. 이에 정부에서는 지난해부터 쌀 생산 조정을 위해 논에 타작물을 재배하는

사업을 추진하고 있으며 약 15,000ha에 사료작물(옥수수, 수단그라스, 사료용 벼 등) 재배를 유도하였다. 특히 보조금에 있어서 사료작물의 경우는 타 작물 보다 높은 400만원/ha를 지급하였으며 금년도에는 430만원/ha로 그 금액을 높였다(MAFRA, 2018). 조사료를 재배하고 급여하는 목적은 가축의 생산성과 수익성을 높이기 위함이다. 그 동안의 다양한 연구들은 양질의 조사료가 가축 생산성 향상에 큰 기여를 하였으며 이를 통하여 조사료

\*Corresponding author: Jong Geun Kim, Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University, Pyeongchang 25354, Korea. Tel: +82-33-339-5728, Fax: +82-33-339-5727, E-mail: forage@snu.ac.kr

생산 및 이용을 장려하고 있다. 최근 가축 사양에 있어서 TMR 이용은 대부분의 농가에서 이루어지고 있으며 우수한 TMR 배합을 위해 다양한 조사료와 부산물이 활용이 되고 있다. 국내에서 젓소를 대상으로 TMR 사료가 널리 이용되어 왔지만 한우에는 2000년대가 되어서야 본격적으로 이루어졌다(Jin et al., 2012). 농촌진흥청(RDA, 2009) 보고에 의하면 총체보리에 대한 TMR 사양 시험에서 전 기간 한우는 5%의 증체효과가 있었고 배합사료가 18% 절감되는 효과가 있었다고 보고되었고 젓소에 있어서의 산유량도 13%가 증가되었다고 한다. 또한 이탈리아라이그라스 사일리지의 TMR 혼합으로 인해 일당증체 및 산유량이 개선되었다는 결과를 발표하기도 하였다.

사료용 벼의 이용은 2000년대 초반에 다양한 연구가 시도되었으나 정책적으로 뒷받침이 되지 못하였지만 최근의 쌀 생산조정과 맞물려 정부에서 여러 가지 정책을 내놓고 있는 실정이다. 그동안 사료용 벼의 이용을 위한 품종 개발(Lee et al., 2013; Ahn et al., 2015, 2018), 재배기술(Kim et al., 2014, 2015), 가축 이용성 평가 등(Choi et al., 2010; Ki et al., 2009, 2013)에 대한 시험이 있었지만 현장으로 확대되지 못하였다. 최근의 정부 지원은 침체된 사료용 벼에 대한 농가의 재배 의욕을 고취시킬 수 있을 것이며 이로 인하여 수입 조사료의 대체와 쌀 생산 조정이 효과적으로 이루어지기를 기대하고 있다. 논에서는 벼가 가장 적합한 초종으로 인식되고 있으며 이에 논을 활용한 사료작물 재배는 사료용 벼가 대안이 될 수 있다고 판단된다.

그러나 사료용 벼를 활용한 가축 급여 효과에 대한 연구는 많지 않은 실정이며, 따라서 본 연구는 논에서 재배된 사료용 벼 위주의 TMR을 한우 거세우에 급여시 성장능력 및 생산된 고기의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 사료용 벼 재배 및 사일리지 조제

본 연구를 위한 사료용 벼의 재배는 경남 산청군에 위치한 한우 농가의 논에서 2008년 국립식량과학원에서 육성한 “영우” 품종을 재배하여 사일리지로 만들어 보관하면서 필요한 양을 TMR 배합에 사용하였다. 사료용 벼의 재배는 매년 5월 중순에 30×15cm 간격으로 기계이앙을 하였다. 시비량은 질소-인산-칼리를 140-50-70kg/ha로 하였다. 시비방법은 질소질 비료는 기비-새끼칠비료-이삭비료-알비료를 각각 50-20-20-10% 비율로 분시 하였으며, 인산은 전량을 기비로 사용하였고 칼리는 기비-이삭거름을 70-30%로 분시 하였다. 재배된 사료용 벼는 10월 중순에 사료용 벼 전용 수확기를 이용하여 사일리지를 조제하여 보관하였다.

### 2. 가축 사양 시험

사료용 벼 급여 효과 구명을 위한 사양시험은 평균 약 8개월령의 거세한우 16두를 대조군(Control TMR)과 사료용 벼 급여군(WCR-TMR)으로 나누어 각각 8두에 대하여 30개월령까지 급여시험을 수행하였다. 성장단계별 구분은 개시~14개월령까지는 육성우, 15~21개월령까지는 비육전기 그리고 22개월령 이후는 비육후기로 구분하여 각각에 필요한 영양소를 기준으로 배합비를 작성하였다. 사료용 벼 급여군은 기존 TMR의 수입 조사료를 일정 부분 사료용 벼로 대체를 하였으며 단백질 및 섬유소 함량이 대조군 TMR 사료와 유사하게 배합비를 만들어 급여를 하였다(Table 1). 대조군은 경남 산청에 위치한 지역 섬유질배합사료 업체에서 구입한 TMR 사료를 사용하여 비교시험을 수행하였다. 시험축은 콘크리트 바닥에 톱밥을 깔아서 4두씩 군집사육 형태로 성장단계별 사료를 급여하였다. 시험사료 1일 2회(08:00, 16:00) 급여하였으며 물과 무기물은 항상 섭취할 수 있도록 하였다. 사료 급여량은 대조군과 사료용 벼 급여군을 동일하게 하였으며 육성기간에는 10kg/두/일을 급여하였고 비육전기와 후기에는 15 kg/두/일을 급여하였다.

### 3. 사료가치 분석

분석을 위한 시료는 수확당일 얻어진 시료를 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 전기믹서로 1차 분쇄 후 20 mesh mill로 다시 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다.

조단백질 함량은 AOAC(1995)법에 의거하여 분석하였고 NDF(neutral detergent fiber) 및 ADF(acid detergent fiber) 함량은 Goering and Van Soest(1970)법에 따라 ANKOM A200i fiber analyzer(ANKOM Technology, Macedon, NY, USA)을 이용하였으며 TDN(total digestible nutrient) 함량은 Holland et al.(1990)에 의거 ADF 함량으로 추정하여 계산하였다(TDN%=88.9-(0.79×ADF %)). 또한 RFV(relative feed value)는 ADF 함량으로 DDM(digestible dry matter)을 추정하였고(% DDM=88.9-(ADF %×0.779)), NDF 함량으로 DMI(dry matter intake)를 산정한 후(% DMI=120/NDF %) RFV 값을 산출하였다(RFV=(% DDM×% DMI)/1.29). *In vitro* 건물소화율(IVDMD)은 Tilley 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법으로 ANKOM Daisy II(ANKOM Technology, Macedon, NY, USA)을 사용하였다. 시험에 쓰인 위액은 평소 조사료를 자유채식 한 한우에서 아침사료를 급여하기 전에 채취하여 이용하였다.

한편 사료용 벼 사일리지의 pH 및 유기산은 10g의 사일리지 시료에 90ml의 증류수를 삼각플라스크에 넣고 냉장고에 보관하면서 2시간 간격으로 흔들어서 주었다. 24시간 보관 후 거름종이에

Table 1. Formula of the experimental diets for the Hanwoo steers (DM basis, %)

Feed ingredients	Growing period (Init.~14 month of age)		Early fattening period (15~21 month of age)		Late fattening period (22~30 month of age)	
	Control	WCR	Control	WCR	Control	WCR
Formula						
Corn gluten feed	5.00	10.46	5.00	16.76	3.34	5.04
Molasses	-	-	-	-	-	5.04
Wheat bran	3.67	-	4.00	-	-	5.04
Fermented feed	3.84	3.40	3.34	2.56	10.67	3.02
Whole cotton seed	1.66	1.58	3.33	1.97	8.33	5.04
Basal feed	6.66	3.11	8.67	3.00	10.00	1.60
Energy pro.	3.33	3.98	3.33	3.00	3.33	3.02
Corn flake	7.66	7.97	12.00	20.02	8.33	29.99
Palm Meal	3.00	2.96	3.00	-	3.33	5.04
Bakery by-product	3.67	4.69	4.00	3.00	5.00	5.04
Mix. distillers dried grains	6.00	5.00	5.66	8.26	5.50	5.04
IRG silage	6.33	12.85	4.67	-	6.67	-
Ryegrass(hay)	10.34	-	8.00	10.28	6.67	0.71
WCR silage	-	13.00	-	14.01	-	15.04
Klein grass	4.33	-	3.33	-	3.33	-
Corn silage	3.67	-	3.34	-	-	-
Oil by-product	-	-	-	-	6.66	-
Barley stone	0.83	1.02	0.83	1.02	1.00	1.00
Microbial ingredient	28.33	28.35	23.33	14.83	16.67	5.96
Vitmin-mineral mix.	0.50	0.46	0.84	0.10	0.83	0.10
Limestone	-	0.09	-	0.37	-	0.5
Salt	0.34	0.37	0.33	0.41	0.34	0.34
Sodium bicarbonate	-	-	-	0.41	-	0.42
Potassium phosphate	0.84	0.71	-	-	-	-
Rice bran	-	-	3.00	-	-	3.02
Total	100	100	100	100	100	100
Chemical composition						
Moisture (%)	38.20	37.08	37.71	35.64	34.69	36.72
Crude fiber (%)	10.36	9.84	10.64	10.96	11.20	13.04
ADF (%)	16.30	17.55	17.19	17.67	17.47	18.37
NDF (%)	28.68	27.24	30.03	31.27	30.42	32.08
Crude protein (%)	12.60	12.57	13.72	13.84	14.40	14.29

\*WCR: whole crop rice, ADF: acid detergent fiber, NDF: neutral detergent fiber

거른 내용물은 pH미터(HP-1100; Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)로 즉시 pH를 측정하였고, 나머지는 냉동고에 보관하였다가 필요시 녹여서 유기산 분석에 사용하였다. 유기산 분석은 HPLC(HP-1100; Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하였다.

#### 4. 체중측정

체중조사는 시험 시작일부터 종료시까지 시험축사 내에 설치된 우형기를 이용하여 2개월 단위로 조사를 하였다. 일당 증체량은 이전에 측정된 체중에서 필요한 기간 경과 후에 측정된 체중의 차이를 일수로 나누어 계산하였다.

## 5. 통계처리

본 시험에서 얻어진 성적들은 SAS package(Statistical Analysis System software version 9.0, 2003)를 이용하여 분산분석과 t-검정을 실시하여 두 처리간의 평균에 대하여 유의성( $P<0.05$ )을 검정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 사료용 벼의 생육특성 및 품질

본 시험에 사용된 사료용 벼는 국립식량과학원에서 2008년 육성한 “영우” 품종이었다. 증생종 품종으로 출수는 8월 27일에 하였으며 당시의 초장은 131.3cm로 큰 편이었다. 출수 약 30일 후에 세절형 사료용 벼 전용 수확기를 이용하여 수확하여 사일리지로 조제하였다. 수확시의 건물함량은 32.7%로 원형근포 조제에 적합한 건물함량을 보인다고 할 수 있다.

생초 및 건물수량은 각각 51,111 kg/ha, 16,722 kg/ha로 기존의 다른 연구에 비해 높은 편이었다. 수량은 지역, 연도, 품종 등에 따라 다르게 나타나지만 Kim et al.(2017)에 의하면 같은 지역(경남 산청)에서의 영우 품종의 생산성이 42,540 kg/ha 및 13,164 kg/ha로 나타났다고 하여 본 시험과는 차이가 있었다. 한편 Lee et al.(2013)은 목우 품종에 있어서 2007~2009년 평균 건물 수량이 19,630 kg/ha로 보고하여 본 시험과는 품종도 다르지만 수량에서 차이가 컸다.

사료가치에 있어서는 조단백질 함량이 8.4%로 다른 화본과 사료작물에 비해 약간 높은 경향을 보였으며 ADF 및 NDF 함량도 각각 28.0 및 53.8%로 나타났다. 낮은 ADF 함량에 따라 TDN 함량도 66.8%로 높은 편이었다. Kim et al.(2008)의 사료용 벼 사일리지 품질에 관한 논문에서 조생종으로 분류된 남일벼 품종

의 평균 조단백질 함량이 6.24 %, ADF 및 NDF 함량이 37.4 및 59.7%로 나타났다고 하였는데 본 시험보다는 조단백질 함량은 낮았고 ADF 및 NDF 함량은 높았다. 이는 품종에 따른 차이로 보여지는데 조생종 품종이 증생종 품종에 비해 사료가치가 낮은 것으로 판단된다. RFV 값은 116으로 화본과 사료작물에 비해 높은 편이었다.

사일리지 품질은 pH가 4.37로 양호한 편이었고 젖산의 비율이 2.84% 이었고 낙산은 0.04%로 나타나 *Clostridia*에 의한 불량 발효가 극히 제한적으로 발생한 것으로 판단되었다. 사일리지 품질에 있어서도 Kim et al.(2008)의 보고와 비교해볼 때 평균 pH가 4.77, 초산 함량은 0.32%, 낙산 함량은 0.07% 그리고 젖산 함량이 2.78%로 나타나 본 시험과는 큰 차이가 없었다.

### 2. 체중 및 증체량의 변화

사료용 벼 위주 TMR의 급여에 따른 체중 및 일당증체 변화는 Table 4에서 보는 바와 같다. 8개월령의 개시 체중은 대조구가 평균 292kg 이었으며 사료용 벼 위주 TMR 급여구는 251kg 이었다. 그러나 육성기까지는 대조구의 체중이 유의적으로 무거웠으나 비육전기가 끝날 때에는 사료용 벼 위주 TMR 급여구의 증체가 더 많아 두 처리간의 체중에 대해 유의적인 차이는 없었다 ( $P>0.05$ ). 한편 30개월령(출하시) 체중은 사료용 벼 위주 TMR 급여구에서 유의적으로 높았으며 시험 시작이후 출하까지 증체된 양도 사료용 벼 위주 TMR 급여구가 514kg으로 대조구의 434 kg 보다 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 그러나 Kook et al.(2011)은 총체보리 사일리지 급여시 29개월령 종료시 체중이 대조구와 총체보리 사일리지 급여구에서 각각 708.24 및 694.51 kg으로 처리구간에 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 Kim et al.(2010)도 사료용 벼 위주 TMR을 한우에 급여하였을 때 사료용 벼 위주 TMR 급여구가 대조구에 비해 종료체중이 약간 무거웠으나 통계적 유의성은 없었다고 보고하였다.

Table 2. Agronomic characteristics and yield composition of whole crop rice

Heading date	Harvest date	Plant height (cm)	DM (%)	FM yield (kg/ha)	DM yield (kg/ha)	TDN yield (kg/ha)
27 Aug.	30 Sep.	131.3	32.7	51,111	16,722	11,170

\*DM: dry matter, FM: fresh matter, TDN: total digestible nutrient

Table 3. Forage and silage quality of whole crop rice silage

CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	IVDMD (%)	TDN (%)	RFV	pH	Organic acid(% in DM)		
							Acetic	Butyric	Lactic
8.4	28.0	53.8	72.4	66.8	116	4.37	0.32	0.04	2.84

\*CP: crude protein, ADF: acid detergent fiber, NDF: neutral detergent fiber, IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility, TDN: total digestible nutrient, RFV: relative feed value

Table 4. Effect of WCR feeding on growth performance of Hanwoo steers

Item	Control	WCR-TMR	SEM	Pr > F
Body weight (kg)				
- Initial(8 month of age)	292±12.01 <sup>a</sup>	251±8.63 <sup>b</sup>	8.837	0.016
- 14 month of age	392±10.67 <sup>a</sup>	374±4.89 <sup>b</sup>	6.120	0.047
- 21 month of age	585±15.00	604±11.15	9.356	0.326
- Final(30 month of age)	726±17.77 <sup>b</sup>	765±14.42 <sup>a</sup>	12.135	0.012
- Total gain	434±14.95 <sup>b</sup>	514±18.09 <sup>a</sup>	15.252	0.004
Average daily gain (kg)				
- Growing period	0.67±0.04 <sup>b</sup>	0.82±0.06 <sup>a</sup>	0.041	0.045
- Early fattening period	0.76±0.03 <sup>b</sup>	0.90±0.03 <sup>a</sup>	0.030	0.011
- Late fattening period	0.57±0.02	0.64±0.04	0.026	0.131
- Whole period	0.66±0.02 <sup>b</sup>	0.78±0.02 <sup>a</sup>	0.023	0.005

\*WCR: whole crop rice silage, SEM: standard error of means

<sup>a,b</sup>Values with different superscripts in the same row differ at  $p<0.05$ .

Table 5. Effect of WCR-based TMR feeding on carcass characteristics of Hanwoo steers

Item	Control	WCR-TMR	SEM	Pr > F
Marketing weight (kg)	726±17.77 <sup>b</sup>	765±14.42 <sup>a</sup>	12.135	0.012
Cold carcass weight (kg)	417.8±12.98 <sup>b</sup>	450.4±10.38 <sup>a</sup>	9.068	0.046
Back fat thickness (mm)	11.75±1.84	13.00±1.26	1.094	0.586
<i>Longissimus dorsi</i> area (cm <sup>2</sup> )	88.00±3.04	89.88±4.64	2.694	0.740
Yield index	65.87±1.21	64.30±0.86	0.748	0.311
Yield grade(A : B : C)	2 : 4 : 2	2 : 4 : 2	-	-

\*WCR: whole crop rice silage, SEM: standard error of means

<sup>a,b</sup>Values with different superscripts in the same row differ at  $p<0.05$ .

일당증체에 있어서는 육성기부터 출하시까지 전기간 사료용 벼 위주 TMR 급여구에서 유의적으로 높게 나타났으나 비육후기의 일당증체는 유의적인 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 특히 육성기와 비육전기의 일당증체량은 사료용 벼 위주 TMR에서 유의적으로 높게 나타났는데 이는 Kim et al.(2010)의 보고와도 일치한다. 전체 기간의 일당증체는 사료용 벼 위주 TMR 급여구가 0.78 kg/두/일 로 대조구의 0.66kg/두/일 보다 18%가 더 높게 나타났다. 특히 육성기때의 일당증체는 차이가 더 크게 나타나 사료용 벼 위주 TMR 급여구가 22% 더 개선되는 결과를 보여주었다. 한편 Kim et al.(2010)의 사료용 벼 위주 TMR 급여시험에서 대 조구에 비해 일당증체량은 비육중기와 후기를 제외하고는 사료 용 벼 위주 TMR 급여구가 유의적으로 높았다고 보고하였으며 전기간 일당증체는 대조구 0.71, 그리고 사료용 벼 위주 TMR 급여구가 0.75 kg/두/일 로 나타났다고 하였다. Cho et al.(2000), Lee et al.(1984) 및 Bolsen et al.(1976)은 육우에게 보리 사일리

지를 급여하였을 때 일당증체가 증가되었다고 보고하여 화곡류 급여가 가축의 성장능력을 개선시키는 효과가 있음을 입증하였다. Cho et al.(2008)은 거세한우에 섬유질배합사료를 급여하면 생후 28개월 체중이 605~619 kg, 일당 증체량은 전기간 평균 0.68~0.70kg/일로 나타났다고 보고하였는데 본 시험의 사료용 벼 위주 TMR 급여구는 이보다 더 높은 성적을 나타내었다.

### 3. 도체 특성 및 육량등급의 변화

사료용 벼 위주 TMR 급여에 따른 도체 특성의 변화는 Table 5에서 보는 바와 같다. 도체중은 출하체중이 무거운 사료용 벼 위주 TMR 급여구가 450.4 kg으로 대조구의 417.8 kg보다 유의적으로 높게 나타났다. 그러나 등지방 두께, 등심단면적 및 육량 지수는 대조구에서 11.75mm, 88.00cm<sup>2</sup> 및 65.87이었으며 사료용 벼 위주 TMR 급여구는 13.00mm, 89.88cm<sup>2</sup> 및 64.30으로 나타나 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않았다( $P>0.05$ ).

Kim et al.(2010)은 사료용 벼 TMR 급여로 대조구에 비해 등지방 두께는 유의적으로 감소(11.7 vs 9.3 mm)하였으나 등심단면적 및 육량지수는 차이가 없었다고 보고 하였다. 그러나 Kook et al.(2011)은 총체보리 사일리지 급여가 벼짚 급여에 비해 등지방 두께는 줄어들었으며(11.67 vs 8.67 mm) 등심단면적 및 육량지수는 유의적으로 증가하는 것으로 보고하였다.

육량등급은 대조구 및 처리구 모두 같은 성적을 나타내었는데 A등급이 2두, B등급이 4두, C등급이 2두로 나타났다. 그러나 Kim et al.(2010)은 육량등급은 대조구에서 A : B : C가 3 : 3 : 1 두 이었으나 사료용 벼 위주 TMR 급여구에서는 5 : 2 : 0 두로 나타나 육량등급이 개선되었다고 보고하였다.

#### 4. 육질 및 소득의 변화

사료용 벼 위주 TMR 급여가 육질에 미치는 영향은 Table 6에 나타나있다. 근내 지방도는 사료용 벼 위주 TMR 급여구에서 약간 높았으나 유의성은 없었다. 육색과 성숙도는 두 처리가 같은 수치를 보였으며 지방색, 조직감 등도 처리간에 차이가 나타나지 않았다. Kim et al.(2010)의 사료용 벼 위주 TMR 급여 시험에서는 근내 지방도가 사료용 벼 위주 TMR 급여구에서 대조구에 비해 높았으며(5.6 vs 7.1) 등심단면적 및 육량지수는 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 한편 Kook et al.(2011)은 총체보리 사일리지 급여로 근내 지방도가 대조구에 비해 52.4% 증가하였고 육색은 약간 낮은 경향을 나타내었지만 지방색, 조직감 및 성숙도에서 처리간에 유의적인 차이가 없었다고 하였다.

육질등급은 1<sup>+</sup> 2두, 1등급 4두 2등급 2두로 두 처리간에 차이가 없었으며, 특히 본 시험에서 1<sup>++</sup> 등급의 고기가 나오지 않았다. Hwangbo et al.(2008)은 청보리 사일리지의 가축 급여 효과는 있었다고 하면서 1등급 이상 출현율이 개선되었다는 결과를 제시하였으며 총체보리 사일리지 급여는 육성기의 반추위 발달은 물론 비육전기 육생산 중심의 등심 단면적 증가에 영향하고

비육후기 농후사료 위주의 사양시 충분한 에너지 공급으로 근내 지방 침착에 영향을 주는 것으로 보고 하였다(Kim and Seo, 2006; Mowat and Slumskie, 1971).

시험축의 평균 출하가격은 대조구가 7,699,111원/두이었고 급여구가 8,052,661원/두로 사료용 벼 위주 TMR 급여구에서 두 당 353,550원이 더 높게 나타났다. 출하당시의 육질 및 육량 등급에는 차이가 없었으나 도체중의 증가로 인해 사료용 벼 위주 TMR 급여구의 출하가격이 더 높은 것으로 판단된다. 한편 Kim and Seo(2006)는 국내산 동계 사료작물을 이용한 TMR 사료는 거세 한우의 육질에 크게 영향을 주지 않지만 증체를 개선하고 사료비를 절감할 수 있다고 하였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 사료용 벼 위주 TMR 사료 급여는 가축 생산성에 있어서 기존 TMR에 비하여 출하체중과 일당증체에서 우수성을 보였으나 육질에 있어서는 큰 차이 없었다. 그러나 두당 출하가격도 더 높게 나타나 사료용 벼의 이용은 쌀 생산 조정과 수입 조사료 대체를 위해 필요한 선택으로 판단된다.

## IV. 요약

본 시험은 사료용 벼 위주 TMR 사료의 급여가 가축 생산성과 도체 특성에 미치는 영향을 규명하기 위하여 수행하였다. 국립식량과학원에서 육성한 “영우” 품종을 황숙기에 수확하고 60일동안 저장하면서 사일리지 발효를 시켰다. 조단백질, ADF, NDF, IVDMD, TDN 및 RFV 함량은 각각 8.4 %, 28.0 %, 53.8 %, 72.4 %, 66.8 % 및 116이었다. 사일리지 품질에서 pH는 4.37이었고 젖산 함량은 DM에서 2.84 % 이었으며, 낙산함량(0.04 %)이 낮아 *Clostridia*에 의한 불량발효가 억제되었다. 총 16두의 거세한우(평균 8개월령)를 대조군(시중 판매 TMR 사료 급여군)과 WCR-TMR 급여군(사료용 벼 위주 TMR 사료 급여군)으로 나누고 30개월까지 사양 시험을 수행하였다. WCR-TMR 급여군의 성장단계별 사료에는 사

Table 6. Effect of WCR-based TMR feeding on meat quality of Hanwoo steers

Item	Control	WCR-TMR	SEM	Pr > F
Marblin score (1-9)	4.00±0.53	4.13±0.58	0.381	0.876
Meat color (1-7)	4.75±0.16	4.75±0.25	0.144	1.000
Fat color (1-7)	3.13±0.22	2.88±0.29	0.182	0.512
Texture (1=soft, 3=firm)	1.25±0.16	1.50±0.18	0.125	0.334
Maturity (1=young, 9=old)	2.00±0.00	2.00±0.18	0.091	1.000
Quality grade(1 <sup>++</sup> :1 <sup>+</sup> :1:2:3)	0:2:4:2:0	0:2:4:2:0	-	-
Income(won/head)	7,699,111	8,052,661	-	-

\*WCR: whole crop rice silage, SEM: standard error of means

<sup>a,b</sup>Values with different superscripts in the same row differ at  $p<0.05$ .

료용 벼 사일리지가 13~15% 정도 배합되었다. TMR 사료의 급여는 육성기(개시 ~ 14 개월), 비육 전기(15 개월 ~ 21 개월) 및 비육 후기(22 개월 ~ 30 개월)로 나누어 급여하였다. 체중에 있어서 대조군은 비육전기까지 높았지만 비육 후기 이후에는 WCR-TMR 급여군에서 유의적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 일당증체량은 WCR-TMR 급여군이 비육 후기를 제외하고 매 생육단계에서 대조군에 비해 유의적으로 높게 나타났다(0.66 vs 0.78 kg/두/일). 고기 특성에 있어서 출하체중과 도체중은 WCR-TMR 급여군에서 높게 나타났으나 등지방두께(11.75 vs 13.00 mm), 등심단면적(88.00 vs 89.88 cm<sup>2</sup>) 및 육량지수(65.87 vs 64.30)에서는 두 그룹 간에 유의적인 차이는 없었다. 육량등급도 차이가 나타나지 않았다(A : B : C = 2 : 4 : 2). 한편 육질의 특성에서 근내 지방도(4.00 vs 4.13), 육색(4.75 vs 4.75), 지방색(3.13 vs 2.88), 조직감(1.25 vs 1.50) 및 성숙도(2.00 vs 2.00)는 두 그룹간에 유의적인 차이는 없었다( $P > 0.05$ ). 육질등급에서도 두 그룹 모두 1<sup>++</sup> : 1<sup>+</sup> : 1 : 2 : 3 = 0 : 2 : 4 : 2 : 0로 나타났다. 평균 출하가격은 WCR-TMR 급여군에서 높게 나타났으며 평균 두당 353,550원이 더 높았다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 사료용 벼 위주 TMR의 급여는 가축 생산성 측면에서 도체중과 일당증체에서 기존의 TMR 보다 우수하였다. 따라서 사료용 벼의 이용은 수입 조사료 대체와 정부의 쌀 생산 조정 정책에 꼭 필요한 선택이라고 판단된다.

## V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ011779022019)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

## VI. REFERENCES

- A.O.A.C. 1995. Official method of analysis(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. Washington D.C.
- Ahn, E.G., Lee, J.H., Lee, S.B. et al. 2015. Late-maturing, high biomass and multiple disease resistant whole crop silage rice cultivar 'Jungmo 1029'. Korean Journal of Breeding Science. 47:159-165.
- Ahn, E.G., Lee, S.B., Won, Y.J. et al. 2018. Mid-late Maturing, Multiple Disease and Insect Resistant, High Biomass Yielding Whole Crop Silage Rice Cultivar 'Yeongwoo'. Korean Journal of Breeding Science. 50:331-339.
- Bolsen, K.K., Berger, L.L., Conway, K.L. and Riley, J.G. 1976. Wheat, barley and corn silage for growing steers and lambs. Journal of Animal Science. 42:185-191.
- Cho, W.M., Cho, Y.M., Hong, S.K., Jeong, E.S., Lee, J.M. and Yoon, S.K. 2000. Effects of feeding whole crop barley silage on growth performance, feed efficiency and meat quality in Hanwoo steers. Journal of Animal Science and Technology. 42:181-188.
- Cho, Y.M., Kwon, E.G., Chang, S.S., Kim, T.I., Park, B.K., Kang, S.W. and Paek, B.H. 2008. Effects of total mixed rations on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. Journal of Animal Science and Technology. 50:111-124.
- Choi, C.W., Chung, E.S., Hong, S.K., Oh, Y.K., Kim, J.G. and Lee, S.C. 2010. Feeding evaluation of whole crop rice silage harvested at different mature stages in Hanwoo steers using *in situ* technique. Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science. 30:143-150.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U.S. Government Print Office, Washington, D.C.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The Pioneer Forage Manual-A Nutritional Guide. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, Iowa, USA.
- Hwangbo, S., Choi, S.H., Kim, S.W., Kim, W.H., Son, D.S. and Jo, I.H. 2008. Effects of dietary concentrate levels based on whole-crop barely silage on growth and meat quality in growing Korean black goats. Journal of Animal Science and Technology. 50:527-534.
- Jin, G.L., Kim, J.K., Qin, W.Z., Jeong, J., Jang, S.S., Sohn, Y.S., Choi, C.W. and Song, M.K. 2012. Effect of feeding whole crop barley silage- or whole crop rye silage based-TMR and duration of TMR feeding on growth, feed cost and meat characteristics of Hanwoo steers. Journal of Animal Science and Technology. 54:111-124.
- Ki, K.S., Khan, M.A., Lee, W.S., Lee, H.J., Yang, S.H., Baek, K.S., Kim, J.G. and Kim, H.S. 2009. Effect of replacing corn silage with whole crop rice silage in total mixed ration on intake, milk yield and its composition in Holsteins. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 22:516-519.
- Ki, K.S., Park, S.B., Lim, D.H. Park, S.M., Kim, S.B., Kwon, E.G., Lee, S.Y. and Choi, K.C. 2013. Study on nutritive value and *in situ* ruminal degradability of whole crop rice silage prepared using Chucheongbyeo. Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science. 33:240-244.
- Kim, J.G., Ham, J.S., Chung, E.S., Yoon, S.H., Kim, M.J., Park, H.S., Lim, Y.C. and Seo, S. 2008. Evaluation of fermentation ability of microbes for whole crop rice silage inoculant. Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science. 28:229-236.
- Kim, J.G., Li, Y.W., Jeong, S.I., Kim, H.J., Choi, S.K. and Ahn, E.G. 2017. Study on the productivity and quality component in whole crop rice varieties in Korea. Proceeding of 2017 Japanese Society of Grassland Science Conference. Hirosake, Japan. p. 129.
- Kim, J.G., Park, H.S. and Lee, S.H. 2015. Effect of Seeding Methods and Nitrogen Fertilizer Rates on the Forage Quality and Productivity of Whole Crop Rice. Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science. 35:87-92.

- Kim, J.G., Park, H.S., Kim, J.H. and Ko, H.J. 2014. Effect of Seeding Rates on the Forage Quality and Productivity of Direct-Seeded Whole Crop Rice. *Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science*. 34:234-239.
- Kim, J.G., Park, H.S., Seo, S., Yoon, S.H., Kim, M.J. and Lim, Y.C. 2010. Effect of TMR using whole crop rice silage on carcass quantity and quality of Korean native cattle. *The Proceeding of the 56th International Congress of Meat Science and Technology*. p. 168.
- Kim, W.H. and Seo, S. 2006. Cultivation and utilization barley as the main winter crop in paddy field. *Proceeding of Korean Society of Grassland and Forage Science conference*. pp. 37-57.
- Kook, K., Lee, B.C., Kim, W.H., Jang, K.Y., Back, G.S., Moon, S.J. and Kim, G.H. 2011. Effects of whole crop barley silage (WBS) supplementation on growth performance and meat quality of Hanwoo steers. *Korean Journal of Food Science and Animal Resources*. 31:107-114.
- Lee, H.S., Kim, D.C., Beak, Y.K., Choung, C.C. and Choung, J.J. 1984. Feeding trial on whole barley crop silage to growing cattle. *Journal of Animal Science and Technology*. 26:396-400.
- Lee, S.B., Yang, C.I., Lee, J.H. et al. 2013. A late-maturing and whole crop silage rice cultivar 'Mogwoo'. *Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33:81-86.
- MAFRA. 2018. The current situation of forage increase production and supplementation policy. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
- Mowat, D.M. and Slumskie, R.A. 1971. Barley silage, ground whole plant barely and corn silage for finishing beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 51:201-207.
- Rural Development Administration. 2009. Handbook for specification for reduction of feed costs to improve forage self-sufficiency rate. p. 204.
- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT user guide; Statics, Version 9.0, 7th eds. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Tilley, J.M. and Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*. 18:104-111.

(Received : June 13, 2019 | Revised : June 17, 2019 | Accepted : June 17, 2019)