

Research Article

사료용 벼를 혼합한 TMR사료 급여가 한우의 성장 능력과 육질에 미치는 영향

김종근^{1,2,*}, 정은찬¹, 이연분¹, 김학진², Farhad Ahmadi², 김맹중²

¹서울대학교 국제농업기술대학원, ²그린바이오과학기술연구원 친환경경제동물연구소

Effect of TMR Feed Mixed with Whole Crop Rice on Growth Performance and Meat Quality of Hanwoo Steers

Jong Geun Kim^{1,2,*}, Eun Chan Cheong¹, Yan Fen Li¹, Hak Jin Kim², Ahmadi Farhad², Meing Joong Kim²

¹Graduate School of International Agricultural Technology, SNU, Pyeongchang, 25354, Korea

²Research Institute of Eco-friendly Livestock Science, GBST, SNU, Pyeongchang, 25354, Korea

ABSTRACT

This experiment was conducted to the purpose of evaluating the effect of feeding on Korean Native Cattle to expand the production and utilization of whole crop rice (WCR). TMR (Total mixed ration) feed was prepared by using WCR produced in Pyeongtaek, Gyeonggi-do, and the growth capacity and meat quality characteristics of 16 Korean Native Cattle raised up to 29 months of age were investigated. The produced WCR silage for feed had a moisture content of 64.02% and a crude protein content of 7.54%, and was blended with about 45% during the growing season, and lowered to 35, 15 and 9%, respectively, in the fattening period (early, middle and late stages). The body weight of the WCR-TMR feeding group was significantly higher than that of the control in the middle and late fattening stage, and at the end (29 months of age), the control group was 631 kg/head, but the WCR-TMR feeding group was 647 kg/head, which was higher. The average daily gain was significantly higher in the WCR-TMR feeding group in the growing and early fattening period, and there was no difference in the mid- and late fattening period. In the whole period, 0.71 vs 0.75 kg/head/day, WCR-TMR feeding group was high. In terms of meat quantity, the back fat thickness of the control group (11.7 mm) was significantly thicker than that of the WCR-TMR fed group (9.3 mm) ($P < 0.05$). There was no difference in Rib eye area, Carcass weight and Meat yield index ($P > 0.05$). In terms of meat quality, the Marbling score was higher in the WCR-TMR feeding group ($P < 0.05$), and there were no significant differences in Meat color, Fat color, Texture and Maturity. Considering the above results, TMR feeding mainly on whole crop rice silage for feed improved the productivity of livestock, but there was no significant difference in meat quality. Therefore, it is judged that it is necessary to produce and use the whole crop rice for feed in countries with poor forage conditions.

(Key words): Whole crop rice silage, TMR, Growing stage, Meat quality)

I. 서론

국내의 조사료 수급은 600만톤을 넘었으며 소 사육 두수의 증가와 함께 꾸준히 상승하고 있다(Kim, 2021). 이렇게 증가되는 조사료 수요의 이면에는 연간 100만톤이 넘는 수입 조사료가 충당을 하고 있으며, 국내산 조사료 이용 확대를 위한 정부의 수입 제한 노력에도 불구하고 최근에는 우회 수입을 통한 혼합건초의 물량도 50만톤을 넘었다. 현장에서는 지속적으로 수입 조사료에 대한 쿼터를 늘려달라고 요청을 하고 있지만 정부에서는 100만톤 내외로 유지를 하고 있는 실정이다.

그러나 2024년 캐나다를 시작으로 2026년은 미국, 2028년은

호주산 수입 건초에 대하여 시장이 개방되며, 현장 조사에 의하면 축산농가에서의 수입 건초 선호도는 현재보다 50% 이상 확대될 것이라고 답하고 있다(Jeong, 2021).

조사료 수급에 대한 정부의 다양한 노력은 조사료 생산·이용 확대 사업의 일환으로 나타나고 있지만 정책의 일관성이 부족하다는 느낌이 든다. 논에서의 타작물 재배사업을 의욕적으로 추진 하였으나 금년도부터 갑자기 중단되었다. 본 사업의 시행목표가 처음부터 조사료 증산보다는 쌀값 안정을 위한 생산 조절에 있었기에 쌀값이 안정되면서 사업이 중단된 것으로 판단이 된다. 그러나 지속적인 쌀 소비 감소는 향후에도 과잉 생산으로 인한 쌀 수급에 문제를 파생시킬 수 있으며 이를 대비하여 논을 타용도로

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

활용하는 사업은 지속적으로 추진되어야 할 것이다.

정부의 정책과는 별도로 앞으로 재배 포기가 되는 논외의 활용도를 높이는 차원에서 가장 적합한 작물인 사료용 벼에 대한 연구와 정책개발은 지속적으로 추진되어야 한다. 논에서 타 작물을 생산하는데 있어 가장 큰 걸림돌은 배수불량이다. 이로 인해 대부분의 작물은 논에서 생산성이 낮아지는 것을 볼 수 있지만 논에서 생산성이 우수한 사료용 벼의 도입은 휴경논의 활용, 쌀값의 안정 그리고 부족한 조사료의 확보 측면에서 중요하다.

이런 목적을 위하여 사료용 벼에 대한 다양한 연구결과가 국내에서 보고되었다. 새로운 초다수 신품종의 개발 및 재배법 연구(Ahn et al., 2018; Kim et al., 2015), 생산성과 품질 구명 연구(Ahn et al., 2019), 쪼갬 사양시험(Ki et al., 2009) 및 사일리지 품질에 대한 연구(Kim et al., 2008) 등이 보고된 바 있다. 해외에서도 사료용 벼를 급여한 화우(Wagyu)의 육질 변화(Yamada et al., 2017), 체내 비타민 농도 변화 연구(Tsuruoka et al., 2019), 사료용 벼의 옥수수 사일리지 대체 효과 연구(Dong et al., 2019), 사료용 벼의 소화율 개선 효과(Wanapat et al., 2013)에 대한 연구가 진행되었다. 그러나 국내에서 사료용 벼의 가축 급여에 대한 연구는 많지 않고 이를 이용하려는 농가에서는 급여하는데 어려움을 가지고 있다. 따라서 본 연구는 사료용 벼를 활용한 TMR 사료의 급여가 한우에 있어 성장능력과 도축후의 도체에 대한 특성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 사료용 벼 사일리지 조제

본 시험에 이용된 사료용 벼는 식용으로 사용되는 ‘추청’ 품종을 재배하여 사일리지로 조제하였다. 사료용 벼 재배는 5월 중순에 기계이앙을 하였고 10월 중순에 원형공포 사일리지 형태로 조제를 하여 보관하였다가 필요한 양을 TMR 배합에 사용하였다.

2. 사양시험

본 시험은 경기도 평택시 소재 미한우 조합의 회원 농가에서 수행되었다. 한우 급여 효과 규명을 위한 사양 시험은 9개월령의 한우 16두를 대상으로 대조구(미한우 TMR)와 사료용 벼 급여구(WCR-TMR)로 나누어 각각 8두에 대하여 29개월령까지 급여하였다. 비육단계의 구분은 육성기(시작~11개월령), 비육전기(12~15개월령), 비육중기(16~21개월령) 그리고 비육후기(22~29개월령)로 나누었으며, 급여 사료는 미한우 조합이 보유한 ‘미한우 TMR 배합공장’에서 원료성분을 분석한 후(Table 1), 각각의 단계에 필요한 영양소를 기준으로 배합비를 작성하였다(Table 2).

사료의 급여는 1일 2회 하였으며 물과 무기물(미네랄블록)은 항상 섭취할 수 있도록 하였다.

3. 사료가치 및 육량 분석

분석을 위한 시료는 수확당일 얻어진 시료를 65°C 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 전기믹서로 1차 분쇄 후 20 mesh mill로 다시 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료 통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다. 일반성분은 AOAC (1995)법에 의거하여 분석하였고 육질 및 육량의 분석은 도축장에서 제시한 자료를 활용하였다.

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. 원료의 사료가치

본 사양시험을 위해 TMR 배합전의 원료 사료에 대한 분석 성적은 Table 1에서 보는 바와 같다. 시험에 이용된 사료용 벼는 수분함량이 64.02% 이었고 조단백질 함량은 7.54%로 양호하였으며 조섬유 함량이 24.53%로 나타났다. 옥수수 알곡의 경우는 비육후기에 많이 배합된 원료로 단백질 함량이 7.26%로 나타났다. Kim et al.(2019)의 사료용 벼 사양시험에서 이용된 ‘영우’ 품종의 조단백질 함량은 8.4% 이었다고 보고하였으며, Ki et al.(2013)은 추청벼의 사일리지 평가시험에서 조단백질 함량이 7.54%이고 조섬유 함량이 24.53%라고 보고하여 본 시험과 비슷한 수준이었다.

원료 사료 중 특이한 점은 미성숙 벼(청미, 靑米, Green-kerneled rice)를 원료로 사용하고 있으며 이로 인해 ‘미한우’ 라는 브랜드 명으로 영농조합법인을 만들어 활동을 하고 있다. 청미는 수분 함량이 15.54% 그리고 조단백질 함량이 8.37%로 높은 편이었다.

Table 1. Chemical composition of feed ingredients (%)

Feed ingredients	Moisture	C. protein	Ether extract	C. fiber	C. ash
Barley brewers grains	71.52	6.70	0.71	4.29	1.27
Mushroom medium	70.97	4.50	0.02	9.66	1.80
Corn flake	17.32	7.87	2.96	3.17	2.59
SBBP J	78.58	7.59	1.19	2.16	0.86
Rice bran	11.39	14.93	20.89	8.91	9.36
Wheat bran	12.93	14.85	3.31	8.88	4.59
Plam oil meal	14.59	14.88	8.70	15.66	4.01
Beet pulp	14.59	8.39	0.34	18.24	3.47
Enoki mushroom	54.10	4.17	0.53	11.43	4.39
Immature rice	15.54	8.37	2.82	1.89	1.88
Concentrates	13.30	17.64	2.96	5.28	6.71
Cottonseed, whole	12.71	18.90	10.58	29.90	3.38
Corn gluten feed	7.43	16.25	2.17	8.90	5.77
Corn germ	10.85	23.12	8.64	9.39	1.53
Soybean meal	11.51	43.87	0.74	5.18	5.80
Cottonseed hulls	11.17	6.76	2.76	28.83	7.89
Corn	14.49	7.26	3.43	2.19	2.88
WCR silage	64.02	7.54	2.44	24.53	9.19

J SBBP (Soybean beverage by-product)

Table 2. Formula of the experimental diets for the Korean Native Cattle

Mixing ratio	Growing period (Init.~11 month of age)		Early fattening period (12~15 month of age)		Mid fattening period (16~21 month of age)		Late fattening period (22~29 month of age)	
	Control	WCR	Control	WCR	Control	WCR	Control	WCR
Corn germ meal		10.61		5.15				
Barley brewers grains	20	10	18.79	2	15	10	12	10
Corn	10	10	13.70	12.67	15	15	20	20.32
Wheat bran	10	10	10	10	12	10	11.16	11
Rice bran	10	8	10	12	12	12.5	12	14
Molasses	3	3	3	3	3	3	3	3
Sodium bicarbonate			0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
Soybean meal	2.27	2.59						
Rice straw	15		15		8		6	
Alfalfa cube	10	6.61	5	4				
Yeast culture	2	2	2	2	2	2	2	2
Limestone	1	1	1	1	1	1	1	1
Salt	0.30	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
Calcium phosphate	0.13	1	0.51	0.95	0.9	1.0	0.13	0.16
Vit.-mineral complex	0.30	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Corn flake			5	5	15	21.2	20	20
SBBP	16		15	5.20	15	8.2	10	8.42
WCR silage		44.59		35		15	1.61	9
Moisture	35.10	35.50	34	35.5	32.25	33	29	30
TDN	44.59	46.00	46.53	47.5	51.96	52.54	57.04	57.47
CP	9.69	9.60	8.50	8.5	8.71	8.90	8.67	8.71
C fiber	10.46	9.21	9.11	7.78	6.28	7.40	5.68	4.91
Calcium	0.69	0.80	0.74	0.75	0.77	0.75	0.52	0.50
Phosphate	0.40	0.46	0.45	0.49	0.53	0.52	0.40	0.43

* WCR: whole crop rice, SBBP: Soybean beverage by-product

2. 배합비의 작성

원료사료를 바탕으로 각각의 생육 단계에 필요한 영양소를 산정하고 이에 맞추어 배합비를 작성하였다(Table 2). 대조구에 비해 WCR-TMR의 경우 육성기에는 사료용 벼 사일리지를 약 45% 정도 배합하였고 이후 배합비를 점차 줄여 비육전기, 중기 및 후기사료에서는 35, 15 및 9%로 낮추었다. 사료용 벼의 경우는 비타민 A의 전구물질(β -carotene) 함량이 높아 지방 침착을 방해하기에 비육후기에 사료용 벼 급여량을 대폭 낮추었다. Shibata et al.(2018)의 연구에 의하면 사료용 벼를 급여한 일본 흑우에서 β -carotene과 α -tocopherol 함량이 유의적으로 높았다고 한다. 한편 대조구에서는 조사료로 볏짚과 알팔파 큐브를 급여하였으며 WCR-TMR 급여구는 볏짚 전량과 알팔파의 일부를 사료용 벼로 대체하였다.

우리나라에서의 사료용 벼를 이용한 가축 사양 시험은 많지 않다. 그러나 총체 보리를 활용한 TMR 사양 시험은 다수 추진되었으며 Jin et al.(2012)도 총체보리 사일리지 위주 TMR과 호밀 사일리지 위주 TMR을 비교하는 시험에서 육성기와 비육전기에 각각 40 및 30%를 배합하여 사양시험을 추진 한 바 있다.

3. 생장특성

한우에 대한 생장특성 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 시

작 체중은 평균 284 kg으로 갈수록 맞추었으며, 비육전기까지는 체중 차이가 없었다. 그러나 사양시험이 진행됨에 따라 비육중기 및 비육후기에서는 WCR-TMR 급여구의 체중이 대조구보다 유의적으로 높았다. 29개월령의 체중은 대조구에서 631 kg/두 이었으나 WCR-TMR 급여구에서는 647 kg/두 로 유의성은 없었으나 높게 나타났다($P<0.05$).

일당증체에 있어서는 육성기와 비육전기에서 사료용 벼-TMR 급여구가 유의적으로 높았고 비육중기와 후기는 차이가 없었다. 전체 기간에 대한 일당증체 비교에서 대조구는 0.71 kg/일/두 이었으나 WCR-TMR 급여구는 0.75 kg/일/두 로 유의적으로 높게 나타났다 ($P<0.05$). 한편 Kim et al.(2019)는 사료용 벼 위주 TMR 사료 (WCR 13.00~15.04% 배합)의 한우 급여시험에서 일당증체가 전기간 동안 0.78 kg/d로 대조구의 0.66 보다 높게 나타났다고 하였다. 또한 비육후기에서는 일당증체가 유의적인 차이가 없었다고 하여 본 시험과 유사한 결과를 보고하였다. 영거스 교잡종에 대하여 사료용 벼 사일리지, 옥수수 사일리지 및 볏짚을 급여한 결과에 따르면 옥수수 사일리지와 사료용 벼 사일리지는 일당증체에서 유의적인 차이가 없었으나 볏짚보다는 월등히 개선 되는 효과가 있었다고 보고 하였다(Dong et al., 2019). Cho et al.(2000)은 육우에 청보리 사일리지를 급여하였을 때 일당증체가 개선되었는데 이는 화곡류의 급여로 인해 높아졌다고 하였다. 본 시험에서 사료용 벼의 경우는 곡실이 포함되어 있어 이를 통

Table 3. Effect of WCR based TMR on growth performance of Korean Native Cattle

Item	Control	WCR-TMR	SE ^b
Body weight (kg)			
Initial (Age of 9 mon.)	284 ^a	284 ^a	6.19
12 mon.	364 ^a	375 ^a	7.78
18 mon.	453 ^b	473 ^a	8.32
22 mon.	581 ^b	603 ^a	9.96
29 mon.	631 ^a	647 ^a	10.41
Average daily gain (kg)			
Initial~12 mon.	0.85 ^b	0.98 ^a	0.041
13~18 mon.	0.72 ^b	0.79 ^a	0.012
19~22 mon.	0.70 ^a	0.71 ^a	0.004
23~29 mon.	0.59 ^a	0.52 ^a	0.027
Overall period	0.71 ^b	0.75 ^a	0.034

^b Standard error

* ^{a-b}; Within a column different superscript letters indicate significant difference ($p<0.05$).

Table 4. Effect of WCR based TMR feeding on carcass characteristics of Korean Native Cattle

Item	Control	WCR-TMR	SE ^b
Quantity grade			
Back fat thickness (mm)	11.7 ^a	9.3 ^b	1.2
Rib eye area (cm ²)	85 ^a	84 ^a	0.5
Carcass weight (kg)	398 ^a	397 ^a	0.2
Meat yield index	65.55	67.12	0.78
Grade (A : B : C)	3 : 3 : 1	5 : 2 : 0	-

^b Standard error

* ^{a-b}; Within a column different superscript letters indicate significant difference ($p<0.05$).

Table 5. Effect of WCR based TMR feeding on meat quality of Korean Native Cattle

Item	Control	WCR-TMR	SE [‡]
Quality grade			
Marbling score(1-9)	5.6 ^b	7.1 ^a	0.75
Meat color(1-7)	4.7 ^a	4.7 ^a	0.02
Fat color(1-7)	2.9 ^a	3.2 ^a	0.15
Texture(1=soft, 9=firm)	1.1 ^a	1.0 ^a	0.04
Maturity(1=young, 9=old)	2.1 ^a	2.1 ^a	0.01
Grade (1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2:3)	1 : 3 : 2 : 0 : 1	3 : 3 : 1 : 0 : 0	-

‡ Standard error

* ^{a-b}; Within a column different superscript letters indicate significant difference (p<0.05).

해 일당증체가 개선된 것으로 판단된다.

4. 육질특성

사료용 벼 위주 TMR 급여에 대한 도체 및 육질 특성은 Table 4에서 보는 바와 같다. 등지방 두께는 대조구에서 11.7 mm로 사료용 벼-TMR 급여구의 9.3 보다 유의적으로 두껍게 나타났다. 그러나 등심단면적, 도체중 및 육량지수에 있어는 유의적인 차이를 보이지 않았다. Kim et al.(2019)의 사료용 벼 위주 TMR의 한우 사양 시험에서 사료용 벼를 급여한 처리구에서 도체중은 유의적으로 높았으나 등지방두께, 등심단면적 및 육량지수는 차이가 없었다고 하였다. 청보리 위주 TMR의 한우 급여 시험에서는 청보리 위주 TMR을 급여구가 대조구보다 도체중이 유의적으로 높았고, 등지방두께, 등심단면적 등에서는 유의적인 차이가 없었으나 육량지수에서는 청보리 위주 TMR 급여구가 유의적으로 낮았다고 보고하였다(Jin et al., 2012).

육량 등급에 있어서는 사료용 벼-TMR 급여구에서 A등급이 5두, B 등급이 2두로 나타났으나 대조구에서는 A 등급이 3두, B 등급이 3두 그리고 C 등급이 1두가 출현하여 사료용 벼-TMR 급여구에서 A 등급 출현이 더 높게 나타났다. 그러나 Jin et al.(2012)의 청보리 사일리지 위주 TMR 급여시험에서는 대조구(벚짚위주)에서 A 등급이 더 높게 나타났다고 하여 본 시험과는 다른 결과를 보여주었다.

육질에 있어서는 Marbling score가 사료용 벼-TMR 급여구에서 7.1로 유의적으로 높았으며 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에 있어는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Kim et al.(2019)도 사료용 벼 사양시험에서 육질관련 전 항목에서 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 한편 육질등급에 있어서는 1⁺⁺ 등급의 출현이 사료용 벼-TMR 급여구에서 더 높게 나타났으며 1등급 이상의 비율이 대조구는 85.7% 이었고 사료용 벼-TMR 급여구에서는 100%로 나타났다. 그러나 본 성적으로는 육질 1등급 이상 출현 비율이 사료에 따라 차이가 있다는 결론을 내리기는 어렵다고 판단된다.

IV. 요약

본 시험은 사료용 벼의 생산 및 이용 확대를 위해 한우에 대한 급여 효과를 규명하는 것을 목적으로 수행되었다. 경기도 평택에서 생산된 사료용 벼를 활용하여 TMR 사료를 조제하였고 한우 육성우 16두를 대상으로 29개월령까지의 성장능력과 육질특성 변화를 조사하였다. 생산된 사료용 벼 사일리지는 수분함량이 64.02%, 조단백질 함량이 7.54%로 나타났으며 육성기에는 약 45% 정도를 배합하였고 비육기(전기, 중기 및 후기)에는 각각 35, 15 및 9%로 낮추어 배합하였다. 체중은 WCR-TMR 급여구가 비육중기와 후기에 대조구에 비해 유의적으로 무거웠고, 종료시(29개월령)는 대조구가 631 kg/head 였으나 WCR-TMR급여구는 647 kg/head로 무거웠다. 일당증체는 육성과 비육전기에 WCR-TMR급여구가 유의적으로 높았으며 비육중기 및 후기는 차이가 없었다. 전 기간에 있어서는 0.71 vs 0.75 kg/head/day 로 WCR-TMR급여구가 높게 나타났다. 육량에 있어서는 대조구의 등지방 두께(11.7 mm)가 WCR-TMR급여구(9.3 mm)보다 유의적으로 두껍게 나타났다(P<0.05). 등심단면적, 도체중 및 육량지수에서는 차이가 없었다. 육질에 있어서는 Marbling score가 WCR-TMR급여구에서 높게 나타났으며(P<0.05), 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에 있어서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 사료용 벼 위주 TMR 급여는 가축의 생산성을 개선시켰으나 육질에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 조사료 사정이 열악한 나라에서는 사료용 벼의 생산 및 이용이 필요한 것으로 판단된다.

V. 사사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ01575202)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, 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(3):331-339. doi:10.9787/KJBS.2018.50.3.331
- Ahn, E.K., Jeong, E.G., Park, H.M., Jung, K.H., Hyun, U.J. and Ku, J.H. 2019. Double cropping productivity of main whole-crop silage rice and winter feed crops in the central plains of Korea. *Korean Journal of Crop Science*. 64(4):311-322. doi:10.7740/kjcs.2019.64.4.311
- 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.
- Dong, C., Yuanwei, C., Huabing, Z., Kequan, X., Jing, T., Qiyuan, T. and Rahman, M.A.U. 2019. Effects of replacing whole-plant corn silage with whole-plant rice silage and rice straw on growth performance, apparent digestibility and plasma parameters in growing angus cross bred beef cattle. *International Journal of Agriculture and Biology*. 22:1116-1122. doi:10.17957/IJAB/15.1177
- Jeong, J.S. 2021. The current status and problems of domestic forage production and distribution. *Proceeding of 2021 Symposium and Conference of Korean Society of Grassland and Forage Science*, Pyeongchang. pp. 23-42.
- 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(2):111-124. doi:10.5187/JAST.2012.54.2.111
- 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(4):516-519. doi:10.5713/ajas.2009.80556
- Ki, K.S., Park, S.B., Lim, D.H., Park, S.M., Kim, S.B., Kwon, E.K., Lee, S.Y. and Choi, K.C. 2013. Study on nutritive value and in situ ruminal degradability of whole crop rice silage prepared using Chucheongbyeol. *Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33(4):240-244. doi:10.5333/KGFS.2013.33.4.240
- Kim J.G., Chung, E.S., Ham, J.S., Yoon, S.H., Lim, Y.C. and Seo, S. 2006. Development of lactic acid bacteria inoculant for whole crop rice silage in Korea. *International Symposium on Production and Utilization of Whole Crop Rice for Feed*, Busan.
- Kim, J.B. 2021. Strategies for revitalizing of domestic forages. *Proceeding of 2021 Symposium and Conference of Korean Society of Grassland and Forage Science*, Pyeongchang. pp. 9-22.
- 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(3):229-236. doi:10.5333/KGFS.2008.28.3.229
- 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(2):87-92. doi:10.5333/KGFS.2015.35.2.87
- Kim, J.G., Zhao, G.Q., Liu, C., Wei, S.N., Kim, H.J., Kim, K.H., Ahn, E.G. and Min, H.K. 2019. Feeding effects of whole crop rice based TMR on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. *Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science*. 39(2):97-104. doi:10.5333/KGFS.2019.39.2.97
- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT user guide: Statics, Version 9.0. (7th ed.). SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Shibata, M., Hikino, Y., Imanari, M. and Matsumoto, K. 2018. Comprehensive evaluation of growth performance and meat characteristics of a fattening system combining grazing with feeding rice whole-crop silage in Japanese Black steers. *Animal Science Journal*. 90:504-512. doi:10.1111/asj.13176
- Tsuruoka, K., Kurahara, T., Kanamaru, H., Takahashi, H. and Gotoh, T. 2019. Effect of feeding rice whole crop silage on growth rate, levels of vitamin A, β -carotene, vitamin E and IGF-1 in plasma and skeletal muscle protein degradation in Japanese black calves. *Animal Science Journal*. 90:728-736. doi:10.1111/asj.13198
- Wanapat, M., Kang, S., Khejornsart, P. and Pilajun, R. 2013. Improvement of whole crop rice silage nutritive value and rumen degradability by molasses and urea supplementation. *Tropical Animal Health and Production*. 45:1777-1781. doi:10.1007/s11250-013-0433-0
- Yamada, T., Higuchi, M. and Nakanishi, N. 2017. Effect of whole crop rice silage on meat quality and adipokine gene expression in fattening Wagyu cattle. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 51(1):27-30. doi:10.6090/jarq.51.27

(Received : December 2, 2021 | Revised : December 11, 2021 | Accepted : December 12, 2021)