

Research Article

국내 육성 사료작물의 생산성 및 사일리지 품질 평가

김종근^{1,2*} · 박형수³ · 이상훈³ · 정종성³ · 이기원³ · 고한종⁴

¹서울대학교 국제농업기술대학원, ²그린바이오과학기술연구원, ³국립축산과학원, ⁴한국방송통신대학교

Evaluation of Productivity and Silage Quality for Domestically Developed Forage Crops in Korea

Jong Geun Kim^{1,2*}, Hyung Soo Park³, Sang Hoon Lee³, Jeong Sung Jung³, Ki Won Lee³ and Han Jong Ko⁴

¹Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University, Pyeongchang 232-916, Korea,

²INSTITUTE of GREEN BIO SCIENCE & TECHNOLOGY, Seoul National University, Pyeongchang 232-916, Korea,

³Grassland & Forages Division, National Institute of Animal Science, Cheonan 330-801, Korea,

⁴Korea National Open University, Seoul 110-791, Korea

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the productivity and silage quality of domestically developed forage crops in Korea. A variety of rye (“Gogu”), oat (“Samhan”), three Italian ryegrass (“Kogreen”, “Kospeed” and “Kowinearly”) and two barley (“Yuyeon” and “Youngyang”) were evaluated at an experimental field of Grassland and Forage Division, National Institute of Animal Science, RDA in Korea. Gogu showed the highest dry matter yield among the forage crop but the lowest was Samhan. Crude protein (CP) was higher in the oat and Italian ryegrass varieties. The total digestible nutrient (TDN) content levels were similar with the except for the rye. The acidity (pH) of the oat silage was the lowest among forage crop species. Higher lactic acid content levels were found in the Kogreen and Samhan compared to the other varieties ($p < 0.05$). According to Flieg’s score, all of the silages were assigned a 1st quality grade with the exception of the Gogu. These results suggest that domestically developed forage crop varieties show high performance in terms of productivity and silage quality, and are therefore recommendable forage crop varieties for Korea.

(**Key words** : Forage crop, Productivity, Silage, Quality, Domestic developed variety)

I. 서 론

기상이변과 국제유가 변동은 국제 곡물가에 영향을 미쳐 때로는 폭등 또는 급등이라는 단어로 우리의 식탁과 가축 사료비를 위협하고 있다. 또한 신흥국들의 육류소비 증가와 환경보전을 위한 친환경 바이오에너지 이용 확대에 따라 사료용 곡물이 다른 용도로 활용됨에 따라 사료곡물의 수요가 늘어 가격이 상승하는 실정에 있다(2015, KREI). 이에 세계 각국은 식량수급에 문제가 생길 때 식량 수출을 금지시키는 정책을 펴고 있고 향후 식량안보에 대한 우려가 점차 커져가고 있다.

우리나라는 사료용 곡물의 75%를 수입에 의존하고 있고 실제 그 부산물 활용까지 고려한다면 95% 내외가 수입에

의존하고 있다고 한다. 이러한 구조적인 모순으로 인해 축산농가의 생산비 절감은 쉽지가 않을 것이다. 정부에서도 이러한 문제들을 인식하고 다양한 정책지원을 통해 조사료 생산을 확대하여 사료용 곡물을 대체하려는 노력을 기울이고 있다.

이러한 정부의 지원에 힘입어 사료작물 재배면적이 점차 늘어나고 있으며 정부에서는 2017년까지 약 370천ha까지 확대할 계획을 수립하여 시행중에 있다(MAFRA, 2013). 물론 재배면적의 확대에 가장 큰 비중을 차지하는 것이 월동용 사료작물이다. 몇 년 전만 해도 월동용 사료작물에는 호밀과 청보리가 대부분이었으나 최근에는 이탈리아라이그라스를 선호하는 농가가 늘어나고 있는 실정이다.

최근 국가기관에서는 정부의 조사료 생산확대 정책을 뒷

* Corresponding author : Jong Geun Kim, Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University, Pyeongchang 232-916, Korea, Tel: 033-339-5728, Fax: 033-339-5727, E-mail: forage@snu.ac.kr

받침하기 위하여 다양한 품종의 월동용 사료작물을 육성하여 농가에 보급하고 있다. 국립식량과학원에서는 청보리, 호밀, 귀리, 밀, 트리티케일 등의 맥류 사료작물에 대하여 조사료용으로 품종을 육성하고 있으며 (NICS, 2012), 국립축산과학원에서는 이탈리아라이그라스를 위주로 품종 개발에 주력하고 있다 (NIAS, 2014).

현재까지 육성된 품종은 개별적으로 생산성 및 사료가치 평가를 통하여 신품종으로 인증을 받아 보급되고 있지만 (Choi et al., 2007; Choi et al., 2006; Park et al., 2008a) 초종간 또는 일부 품종간 비교는 있었지만 전체 품종을 비교하여 생산성 및 사료가치를 평가한 연구는 없었다. 또한 각각의 사료작물이 최종적으로 가축에 급여되기 위해서는 사일리지가 제조되어야 하나 상호간의 사일리지 품질 비교에 관한 연구는 수행되지 않았다. 따라서 본 연구는 국내에서 육성된 신품종 사료작물에 대하여 생산성과 사료가치를 비교해보고 각각의 품종에 대하여 사일리지의 품질을 평가해보기 위해 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험

본 시험에 이용된 사료작물은 이탈리아라이그라스, 호밀, 귀리, 청보리로 각각의 품종은 국내 (국립축산과학원, 국립식량과학원)에서 육성되어 현재 농가에 보급이 가능한 품종으로 선택하였다. 이탈리아라이그라스는 국립축산과학원에서 육성한 “Kowinearly”, “Kospeed”, “Kogreen” 품종을 사용하였고 호밀은 “곡우 (Gogu)”, 청보리는 “유연 (Yuyeon)” 과 “영양 (Yeongyang)” 그리고 귀리는 “삼한 (Samhan)” 품종을 이용하였다. 각각의 사료작물은 2008년과 2009년도 가을에 파종하였으며 이듬해 봄 품종별로 수확적기에 수확하였다.

파종은 이탈리아라이그라스는 ha당 40 kg, 호밀과 귀리는 150 kg/ha, 청보리는 120 kg/ha를 파종기를 이용하여 조파하였다. 사료작물 재배를 위한 시비는 질소-인산-칼리 기준으로 각각 150-150-150 kg/ha로 하였으며 인산질 비료는 전량 기비로 시용하였고 질소 및 칼리비료는 초종별로 파종당일과 이듬해 봄에 1/2씩 나누어 시용하였다 (이탈리아라이그라스는 30:70).

각각의 사료작물은 작물별 수확적기에 모우어 컨디셔너로 수확을 한 후 수분조절을 위해 포장에서 한나절~1일간 예건한 후 원형콘포 사일리지로 조제하여 저장하였다가 분석을 위해 개봉을 할때까지 보관하였다.

2. 사료가치 분석

분석을 위한 시료는 수확당일 시험구별로 300~500 g의 시료를 취하여 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 건물함량을 구하였고 얻어진 시료는 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 따랐으며 TDN (total digestible nutrient) 함량은 ADF 함량으로 추정하여 계산하였다 ($TDN \% = 88.9 - (0.79 \times ADF \%)$). 또한 RFV (relative feed value)는 ADF 함량으로 DDM (digestible dry matter)을 추정하였고 ($\% DDM = 88.9 - (ADF \% \times 0.779)$), NDF 함량으로 DMI (dry matter intake)를 산정한 후 ($\% DMI = 120 / NDF \%$) RFV 값을 산출하였다 ($RFV = (\% DDM \times \% DMI) / 1.29$).

통계처리는 SAS (1999) package program (ver. 6. 12)를 이용하여 분산분석을 실시하였으며 처리평균간 비교는 최소유의차 (LSD)를 이용하였다.

3. 사일리지 분석

각 처리구당 약 200 g을 취하여 -20℃의 냉동고에 보관하였다가 사일리지 특성조사에 사용하였다. 사일리지의 pH는 사일리지 10 g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어주면서 24시간 보관 후 4겹 gauze로 완전히 짜서 걸러낸 액을 pH meter (HI 9024; HANNA Instrument Inc., UK)를 이용하여 측정하였다.

냉동시킨 시료를 처리별로 10 g을 취하여 100 ml 증류수에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어주면서 24시간동안 보관한 후 4중 gauze로 1차 거른 후 여과지 (No. 6, AVANTEC)를 통하여 걸러서 추출액을 제조하여 젖산 및 유기산 분석에 이용하였다. 추출액은 분석에 이용할 때까지 -20℃에서 냉동보관 하였다. 젖산은 Barker 및 Summerson 법 (Han et al., 1983)을 이용하여 분석하였으며 흡광도 측정은 Spectrophotometer (UVIDEC-610, JASCO Co., Japan)을 이용하였다. 유기산의 분석은 Gas chromatography (V-3800, Varian Co., USA)를 이용하여 분석하였고 (Kim, 1999) 분석된 자료를 이용하여 Flieg's score를 산출하고 그 점수에 따라 등급을 산정하였다 (Zimmer, 1973).

4. 기상상황

시험기간 중의 기상(평균기온 및 강수량)은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 2008~2009 생육기 동안은 예년보다 기온이 전반적으로 높았으며 강수량은 파종직후에는 적었으나 2009년 3월과 5월 중순에는 높았다. 2009~2010 생육기에는 한겨울과 봄철(3~4월)에 기온이 예년에 비해 낮았으나 강수량은 예년에 비해 많은 편이었다. 전체적으로는 예년에 비해 작물 생육에 큰 영향을 줄 정도의 기상이변은 없었다.

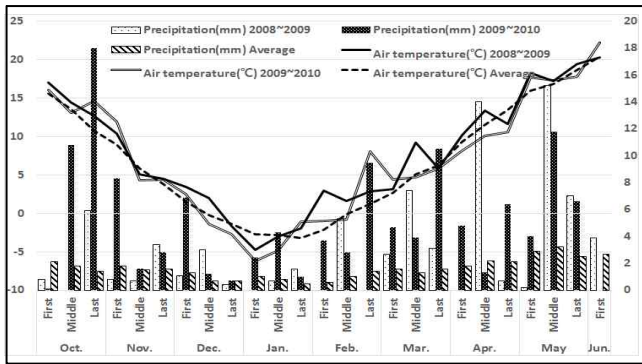


Fig. 1. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing season of domestic developed forage crop from 2008 to 2010.

III. 결과 및 고찰

1. 국내 육성 사료작물의 생육특성 및 생산성

국내에서 육성된 사료작물의 품종별 수확시기 및 생산성은 Table 1 및 2에서 보는 바와 같다. 각각의 품종은 일반

적인 수확적기를 기준으로 이탈리아라이그라스는 개화기, 호밀은 유숙기, 귀리는 유숙기 그리고 보리는 황숙기에 수확하였다(RDA, 2005). 2010년은 기상적인 영향으로 봄철 기온이 낮게 유지되어 대체적으로 생육이 2009년보다 지연되었으며 이에 따라 초장도 짧게 나타났다. 또한 수확도 2010년도에는 1~2주일 정도 늦어졌다. Park et al. (2008)은 국내에서 개발된 총채 사료용 보리 품종의 특성비교에서 영양보리의 3년간 출수기가 5월 7일, 5월 1일 및 4월 23일 이었다고 하여 연차간 기상에 따라 차이가 있음을 보고하였다.

Ju et al. (2009)은 충남 예산에서 주요 맥류 품종의 생육 시기별 수량 및 특성을 분석한 결과 호밀은 다른 맥류에 비해 전 조사기간 동안 상대적으로 초장이 컸으며 삼한귀리는 보리에 비해 월동 후 생육진전이 느렸으나 출수기 이후인 5월 15일 이후에 급격히 신장하여 성숙기에는 보리보다 더 커진다고 하였다.

수확시의 건물함량은 호밀이 32.9%로 가장 높았으며 Kowinearly 품종이 가장 낮았다. 대체적으로 이탈리아라이그라스와 귀리가 낮았으며 보리와 호밀이 높았다. 이는 각 품종별 수확시 생육단계가 달라 건물함량에서 차이가 있었으며 초종간에는 큰 차이가 없었다. Ju et al. (2009)은 주요 맥류 품종의 생육시기별 건물함량을 분석한 결과 원형근포 사일리지에 적합한 건물함량을 30~40% 내외로 볼 때 영양보리는 5월 25일 경으로 황숙기에 해당하며 곡우호밀은 5월 15일~25일 사이가 적합하며 삼한귀리는 다른 총채 맥류보다 늦어 6월 5일 이후로 나타났다고 보고하였다.

생초수량은 이탈리아라이그라스 품종이 57.1~64.8톤/ha로 생산성이 높았으며 맥류중에서는 유연보리가 42.1톤/ha로 가장 낮았다. Yun et al.(2009)은 삼차망인 유연보리의 수량은 일반보리의 약 81% 수준으로 낮았다고 하여 본 시

Table 1. Harvest date and growth stage of domestic developed forage crop for two year

Variety	2009			2010		
	Growth stage	Harvest date	Plant height (cm)	Growth stage	Harvest date	Plant height (cm)
Gogu	Milking	Apr. 30	171	Milking	May 6	167
Kowinearly	Flowering	May 13	128	Flowering	May 26	93
Kospeed	Flowering	May 13	116	Flowering	May 26	111
Kogreen	Flowering	May 13	125	Flowering	May 26	111
Yuyeon	Yellow ripen	May 27	97	Yellow ripen	Jun. 3	113
Youngyang	Yellow ripen	May 27	123	Yellow ripen	Jun. 3	116
Samhan	Milking	May 27	112	Milking	Jun. 3	113
Average	-	-	126	-	-	118

Table 2. Dry matter content and productivity of domestic developed forage crop

Varieties	DM (%)	FM yield (kg/ha)	DM yield (kg/ha)	TDN yield (kg/ha)
Gogu	32.9	46,778	15,184	8,608
Kowinearly	20.8	61,318	12,768	7,490
Kospeed	21.1	64,878	13,604	8,223
Kogreen	21.5	57,188	12,292	7,269
Yuyeon	29.2	42,167	12,279	8,066
Youngyang	31.2	44,000	14,102	8,591
Samhan	22.9	49,184	11,224	6,752
Average	25.6	52,216	13,064	7,857
LSD (0.05)	4.1	6,992	1,380	795

험과 비슷한 결과를 보고 한 바 있다.

국내에서 육성된 품종들의 건물 생산성은 곡우 호밀과 영양보리에서 가장 높았으며 삼한귀리가 가장 낮게 나타났다. 이탈리아라이그라스 품종들은 12~13톤/ha 내외로 나타나 품종육성 시험의 성적 보다는 낮았다. Park et al. (2008)은 전북 익산에서 3년간 수행한 시험에서 유연보리의 황숙기 수량이 평균 10.5톤/ha라고 하여 본시험 보다는 낮았다. Park et al. (2008)은 제주지역에서 동계사료작물의 생산성을 비교한 시험에서 본 시험과는 품종이 달랐지만 이탈리아라이그라스가 가장 많았으며 (2회예취) 영양 및 유연보리는 15,543 kg/ha 및 13,892 kg/ha로 각각 보고한 바 있으며 삼한귀리는 22,556 kg/ha라고 하였다. 각각의 품종들은 본 시험보다 수량이 더 높게 나타났는데 이는 제주지역의 기온이 따뜻하여 수량이 더 많은 것으로 판단되며 청보리 품종에 있어서는 영양보리의 수량이 더 높은 것은 비슷한 경향을 보였다고 할 수 있다. Heo et al. (2003)은 수원과 익산지역에서 평가한 삼한귀리의 생산성이 8.1 및 8.6톤/ha로 보고하여 본 시험보다는 낮았다. Choi et al. (2007)은 이탈리아라이그라스 코스피드 품종의 지역적응 시험에서 5개지역 3년간 조사된 평균 건물수량이 13,257 kg/ha로 보고하여 본시험의 13,604 kg/ha와 비슷한 수치를 보였다. 또한 “코그린” 시험에서는 5개지역 3년간 조사된 평균 건물수량이 12,884 kg/ha로 보고하여 본 시험과 비슷한 수치를 보였다 (Choi et al., 2006). Ju et al. (2009)은 영양보리는 5월 25일에 12.6톤/ah, 곡우호밀은 5월 15일~25일에 9.7~11.7톤/ha의 건물수량을 보였으며 삼한귀리는 6월 5일에 13.8톤/ha의 건물수량을 얻을 수 있다고 하였는데 영양보리를 제외하고는 본 시험보다 낮은 수량을 보고하였다.

한편 TDN 수량에 있어서는 건물수량이 높은 호밀과

ADF 함량이 상대적으로 낮은 청보리에서 높게 나타났다. 일반적으로 알곡이 있는 초종은 유숙기 이후 곡실로의 전분질 축적이 일어나 ADF 및 NDF 함량이 낮아지며 이에 따라 TDN 함량이 개선되는 결과를 보이는 바, Kim et al.(2008)은 총체 벼의 수확시기별 사료가치 변화에서 출수기 이후로 ADF 및 NDF 함량이 지속적으로 감소한다고 보고하였는데, 본 시험에서도 청보리는 황숙기에 수확이 되어 곡실로 전분질의 축적이 많이 진행되어 낮은 ADF 함량으로 인해 TDN 함량이 높았던 것으로 판단된다.

2. 국내 육성 사료작물의 사료가치

국내 육성 사료작물의 사료가치는 Table 3에서 보는 바와 같다. ADF 및 NDF 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았으나 조단백질 함량은 호밀과 청보리에서 유의적으로 낮았다. 일반적으로 화분과 사료작물은 조단백질 함량이 낮은 단점이 있어 전체 평균이 9.0%이었으며 이탈리아라이그라스와 연맥 품종에서 높은 경향을 보였다.

TND 함량은 ADF와 NDF 함량으로 추정되어 평균 59.7%로 나타났으며 품종 및 초종간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 한편 RFV는 호밀에서 81로 4등급(RFV 75~86)에 해당하는 품질이었으나 나머지 품종은 전체 3등급(RFV 87~102)에 해당하였다.

한편 Park et al. (2008)은 제주지역에서 청보리의 조단백질 함량이 평균 10.2, 삼한귀리는 10.7로 나타났으며 TND 함량은 청보리가 평균 67.1 그리고 삼한귀리가 65.3%로 보고하였는데 본 시험의 분석치보다 높은 편 이었다. Choi et al. (2007)도 지역적응 시험에서 이탈리아라이그라스 “코스피드” 품종의 사료가치 중 조단백질은 14.9, TDN은 65.3%이었으며

Table 3. The content of acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP), total digestible nutrient (TDN) and relative feed value (RFV) of domestic developed forage crop

Varieties	ADF (%)	NDF (%)	CP (%)	TDN (%)	RFV
Gogu	40.1	61.2	6.4	57.3	81
Kowinearly	37.4	61.9	10.6	59.4	90
Kospeed	36.3	59.2	9.5	60.3	96
Kogreen	35.6	59.2	10.2	60.8	96
Yuyeon	35.4	56.9	8.3	60.9	101
Youngyang	37.3	55.5	8.2	59.5	101
Samhan	36.7	60.5	10.2	60.0	93
Average	37.0	59.2	9.0	59.7	94
LSD(0.05)	NS	NS	1.18	NS	—

“코그린”은 14.9, 65.1%로 나타났다고 하여(Choi et al., 2006) 본 시험보다는 월등히 높은 사료가치를 보고하였다.

3. 국내 육성 사료작물 사일리지 품질

국내 육성 사료작물로 만들어진 사일리지의 품질은 Table 4에서 보는바와 같다. pH는 평균 4.69 이었으며 삼한귀리가 4.37로 가장 낮았고 영양보리가 4.91로 가장 높았다. 초종간에는 호밀과 보리에서 pH가 높았으며 이탈리아 라이그라스 및 귀리에서는 낮은 편이었다.

사일리지의 pH는 다양한 요인으로 변화될 수 있는데 특히 당분함량이나 줄기중의 공기함량 등에 따라 달라지는 바 이탈리아라이그라스와 귀리는 호밀과 보리에 비해 줄기

중의 공기함량이 낮아 젖산균의 성장이 빠르게 일어날 수 있는 장점이 있으며 일반적으로 이탈리아라이그라스는 다른 초종에 비해 당분함량이 높아 양질의 젖산발효가 일어나 pH가 낮은 것으로 판단된다. Bergen et al. (1991)은 귀리, 밀 및 보리의 유숙기 및 호숙기 사일리지 제조 시험에서 유숙기의 완충력이 호숙기보다 높았다고 하였으며 연맥 및 보리가 밀보다 완충력이 높았다고 하였는데 본 시험에서는 보리의 경우 높은 완충력으로 인해 pH가 높았던 것으로 판단되었다.

사일리지의 품질을 평가할 수 있는 유기산 함량을 보면 낙산의 경우 호밀, 보리에서 높게 나타났으며 이탈리아라이그라스와 귀리에서는 유의적으로 낮게 나타났다. 젖산함량은 낙산과는 상반되는 경향을 보여 이탈리아라이그라스

Table 4. The silage quality parameters of domestic developed forage crop

Variety	pH	Organic acid(% DM)			Flieg's score	Quality grade*
		Acetic	Butyric	Lactic		
Gogu	4.81	0.48	0.53	2.06	78	2
Kowinearly	4.66	0.43	0.30	2.32	85	1
Kospeed	4.68	0.49	0.12	2.12	92	1
Kogreen	4.59	0.61	0.06	3.06	94	1
Yuyeon	4.84	0.40	0.35	2.21	84	1
Youngyang	4.91	0.42	0.34	1.47	83	1
Samhan	4.37	0.43	0.10	2.73	94	1
Average	4.69	0.46	0.25	2.28	87	1
LSD(0.05)	0.15	NS	0.21	0.58	—	—

* Quality grade : 1 (100~81), 2 (80~61), 3 (60~41), 4 (40~21), 5 (below 20).

와 귀리에서 양질의 사일리지 발효가 일어난 것으로 보여진다. 사일리지의 젖산 함량은 pH가 낮을수록 높게 나타나 귀리에서 많았으나 호밀과 보리에서 낮은 함량을 보였다. Kim (1999)은 호밀 사일리지에서 pH는 젖산함량과 부(負)의 상관(0.69)을 보인다고 하여 본 시험과 같은 경향을 보고하였다.

한편 Flieg 점수로 산출된 품질등급에서는 호밀을 제외하고 모두 1등급에 해당하는 품질을 보여 전체적으로 사일리지 품질에는 문제가 없다고 판단되었다. Kim (1999)은 호밀 사일리지 조제 시험에서 고품질의 사일리지 조제를 위해서는 개화기 이후에 수확하여 0.5~1일 정도 예건을 하는 것이 바람직하며 예건을 통해 품질을 2등급 이상 유지할 수 있다고 보고한 바 있다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 국내에서 육성된 사료작물의 생산성은 호밀, 보리에서 많았으나 사료가치는 조단백질에서 귀리 및 이탈리아라이그라스가 높았다. 또한 사일리지의 품질은 호밀을 제외하고는 1등급으로 나타나 품질에서는 문제가 없었으며 귀리 및 이탈리아 라이그라스 사일리지의 품질이 더 우수한 것으로 나타났다.

IV. 요 약

본 시험은 국내에서 육성된 신품종 사료작물의 생산성 및 사일리지 품질을 평가하기 위하여 수행되었다. 호밀(곡우), 귀리(삼한), 3품종의 이탈리아라이그라스(코그린, 코스피드, 코위너리) 및 2품종의 청보리(영양, 유연)에 대하여 생산성 시험을 국립축산과학원 초지사료과 시험포장에서 수행하였다. 건물수량에 있어서는 곡우가 가장 높았고 삼한이 가장 낮게 나타났다. 조단백질(CP) 함량은 귀리(삼한)외 이탈리아라이그라스 품종들에서 높았다. 가소화영양소총량(TDN)은 호밀을 제외하고는 비슷한 수준을 보였다. 귀리(삼한) 사일리지의 pH는 비교된 사료작물중에서 가장 낮았다. 또한 코그린과 삼한 품종에서 젖산균함량이 가장 높게 나타났다. Flieg 점수에 따른 사일리지 품질등급은 호밀을 제외하고는 모두 1등급으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 국내에서 육성된 사료작물 품종은 생산성과 품질면에서 높은 능력을 보여 한국에서의 조사료 생산에 적극 권장된다고 하겠다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ010535)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.
- Bergen, W.C., Byrem, T.M. and Grant, A.L. 1991. Ensiling characteristics of whole-crop small grain harvested at milk and dough stage. *Journal of Animal Science*. 69:1766-1774.
- Choi, K.J., Lim, Y.C., Sung, B.R., Kim, K.Y., Lee, J.K., Lim, G.B., Park, H.S., Seo, S. and Ji, H.J. 2007. A cold-tolerant and early-maturing Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) new variety, "Kospeed". *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 27(3):145-150.
- Choi, K.J., Lim, Y.C., Lim, Y.W., Sung, B.R., Kim, M.J., Kim, K.Y. and Seo, S. 2006. A cold-tolerant and early-maturing Italian ryegrass new variety, 'Kogreen'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 26(1):9-14.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U. S. Government Print Office, Washington, D. C.
- Han, I.K., Lee, Y.C., Jung, G.G., Kim, Y.K., An, B.H., Myeong, K.H. and Ko, T.S. 1983. The methodology of animal nutrients. Dong Myeong Co. Seoul. Korea.
- Heo, H.Y., Park, H.H., Kim, M.J., Choi, S.W., Park, K.G., Nam, J.H., Kim, J.G., Lee, C.K. and Kwon, Y.U. 2003. A new cold tolerant, high forage and grain yielding winter oat cultivar "Samhwan". *Korean J. Breed.* 35(3):331-332.
- Ju, J.I., Choi, H.G., Kang, Y.S., Lee, J.J., Park, K.H. and Lee, H.B. 2009. Changes of growth and forage yield at different cutting dates among five winter cereals for whole crop silage in middle region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29(2):111-120.
- Kim, J.G. 1999. Effect of harvest maturity and management practices on quality of round baled rye silage. Seoul National University. Ph. D. Thesis.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Kim, M.J., Lee, J.K., Yoon, S.H., Lim, Y.C. and Cho, Y.M. 2008. Effect of growth stage and variety on the quality of whole crop rice silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28(1):29-34.
- Korea Rural Economic Institute (KREI). 2015. 2015 KREI Research Report. KERI.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). 2013. The current situation of forage increase production and supplementation policy. pp.2-5.
- National Institute of Animal Science. 2014. Annual Reports. NIAS.
- National Institute of Crop Science. 2012. Annual Reports. NICS.
- Park, H.S., Hwang, K.J., Park, N.G., Choi, K.J., Lee, J.K., Cheon,

- D.W. and Ko, M.S. 2008. Comparison of forage production and feed value of winter forage crops in Jeju. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28(3):215-220.
- Park, T.I., Han, O.K., Seo, J.H., Choi, J.S., Park, K.H. and Kim, J.G. 2008. New barely cultivars with improved morphological characteristics for whole crop forage in Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28(3):193-202.
- Rural Development Administration. 2005. Forage. RDA.
- SAS Institute, Inc. 1999. SAS user's guider : Statistics. SAS Inst., Inc.
- Yun, S.G., Park, T.I., Seo, J.H., Kim, K.H., Song, T.H., Park, J.H. and Han, O.K. 2009. Effect of harvest time and cultivars on forage yield and quality of whole crop barley. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29(2):121-128.
- Zimmer, E. 1973. New methods in fodder conservation. European Grassland Federation 5th General Meeting. Uppsala. 12-15 June. Main paper. pp.6-7.

(Received May 6, 2015 / Revised May 21, 2015 / Accepted May 26, 2015)