Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 39(1): 31~38, 2019
https://doi.org/10.5333/KGFS.2019.39.1.31

ISSN 2287-5824 (Print)
ISSN 2287-5832 (Online)

Research Article

중부내륙지방에서 벼 수확 후 재배한 월동 사료작물들의 생산성 및 사료가치 비교

이상무
경북대학교 축산학과

A Comparison on Dry Matter Yield and Feed Value of Winter Forage Crops Cultivated after Rice Harvest in the Central Inland Region

Sang Moo Lee
Department of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the growth characteristics, yield, and chemical compositions of winter forage crops cultivated after rice harvest in the central inland region. The experimental design was arranged in a randomized block design with three replications. The treatments consisted of 4 species (Rye, Oat, Triticale and Italian ryegrass), and varieties were "Marton", "Donghan", "Shinyoung" and "Kowinnearly", respectively. As a result, dry matter yield and TDN yield were higher in rye than in the other winter forage crops, and lowest in Oat(p<0.05). Crude protein and crude fat content were significantly higher in Italian ryegrass(p<0.05). However, Crude ash and ADF content did not show significant difference among winter forage crops. NDF content was higher in order of Rye > Triticale > Oat > Italian ryegrass(p<0.05). TDN and total amino acid content (EAA+NEAA) were higher in order of winter forage crop with high crude protein content (Italian ryegrass > Oat > Triticale > Rye). Total mineral content was higher in order of Rye > Triticale > Oat > Italian ryegrass(p<0.05), and total free sugar content was higher in order of Oat > Italian Ryegrass > Triticale > Rye(p<0.05). Compared with the results above, Italian ryegrass and Oat are high in crude protein, TDN, amino acid and free sugar content. Rye and Triticale have the merit that feed value is decreased but high yield(dry matter and TDN yield) can be maintained. Therefore, it is advantageous to grow Rye and Triticale as winter forage crops after rice harvest in the central inland region.

(**Key words**: Winter forage crop, Dry matter yield, TDN yield, Mineral)

Ⅰ. 서 론

우리나라 월동 사료작물로 재배되는 대표적인 초종은 호밀, 귀리, 이탈리안 라이그라스, Triticale 및 총체보리이다. 호밀은 내한성이 강하고 척박한 토양조건에서 잘 자랄 뿐 아니라 중·북부 지역에서 월동이 가능하여 조사료 공급원으로 많이 재배되고 있다(Ko et al., 2002). 귀리는 다른 맥류에 비하여 분얼력이 강하여 수량성이 높고 기호성이 좋아서 한우 및 젖소 사육 농가에서 선호하는 초종이다(Ju et al., 2011). 그러나 귀리는 내한성이 약하여 중부지방에서는 월동이 불가능하였지만 최근 내한성이 다소 강한 삼한(Heo et al., 2003) 및 동한(Park, et al., 2007) 품종이 개발되어 최저 평균기온이 -5℃ 이상인 지역에서 재배가 가능하다고 보고하였다. 또한 귀리는 월동 사료작물 중 파종기의 범위가 넓어서 다양한 작부체계를 형성할 수 있는 장점이 있다(Ju et al., 2011). 월동 사료작물 중 트리티케일은 밀과 호밀의 속간교배에 의하여 육종 된 작물로서 형태와 생태는 밀과 호밀의 중간적은 특성을 가지고 있다(Yun and Ataku, 2000; Esen and Celik, 1997). 특히, 트리티케일은 호밀 보다 숙기 진전은 느리지만 같은 출수기의 건물수량은 호밀보다 많고 엽의 비율이 높아서 출수 후 사료가치의 저하가 적어 이용기간을 연장할 수 있는 특징이 있다(Lee, et al., 1985). 이탈리안 라이그라스는 월동 기간 동안 내습성이 강하고 건물수량을 확보할 수 있을 뿐 아니라 엽비율이 높아서 기호성이 좋고, 당분 함량도 높아 품질이 우수한 사일리지를 제조할 수 있다(Kim et al., 2011; Lee, 2013)고 보고하였다. 이와 같이 답리작 작물로서 호밀, 귀리, 트리티케

*Correspondingauthor: Sang Moo Lee, Department of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea,
Tel:+82-54-530-1224, E-mail: smlee0103@knu.ac.kr

일, 이탈리안 라이그라스는 각각 장점을 가지고 있지만 월동성 문제로 인해 재배지역 마다 수량성은 다양하게 나타난다. 남부 지방 보다 겨울철 온도가 낮은 중부 내륙지방에 있어서 월동 사료작물로 좋은 초종을 선택하여 재배를 권장하는 것은 매우 중요하다. 따라서 본 연구는 호밀, 귀리, 트리티케일, 이탈리안 라이그라스와 같은 월동 작물들의 생육특성, 건물수량, 사료적 가치를 비교 검토하여 중부 내륙 지방에서 벼 수확 후 재배하기 적합한 월동 사료작물을 선발 보급하고자 실시하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 실험포장은 경북 내륙(경도 128°, 위도 36°)에 소재한 논토양에서 벼 수확 후 수행하였다. 시험설계는 월동 사료작물로 많이 재배하고 있는 호밀, 귀리, 트리티케일 및 이탈리안 라이그라스 초종으로서 이들의 품종은 월동성이 강한 "마톤", "동한", "신영", "코윈어리"를 각각 선정하여 4처리 3반복 난괴법으로 배치하였다. 파종은 벼 수확 후 10월 24일에, 수확은 이듬해 5월 23일에 실시하였다. 파종방법은 산파로, 파종량은 호밀, 귀리, 트리티케일은 200kg/ha, 이탈리안 라이그라스는 50kg/ha으로 하였으며, 시험구 면적은 3m x 5m =15m^2으로 하였다. 시비량은 질소, 인산 및 가리를 각각 ha당 150, 150, 150kg으로 질소와 가리는 기비로 40%, 이른 봄 추비로 60% 분시 하였으며, 인산은 전량 기비로 사용하였다. 그리고 시험기간 동안 기상조건은 Table 1에 나타내었다.

조사항목 및 조사방법에 있어서 생육특성은 예취 전 중앙에 위치한 가장 평균적인 주를 각 반복별 20주씩 선발하여 조사하였으며 수량조사는 반복별 1m^2 (1x1m)의 방형 틀을 이용하여 중앙 부위를 예취하여 생초수량을 조사한 후 각 구마다 약 500g씩 채취하여 절단 후 65℃ 통풍건조기 속에서 72시간 건조하여 건물률을 구하고, 1mm 규격 격자체(sieve)를 통과할 수 있도록 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 일반분석은 AOAC법(1995)에 의하여 분석하였으며 ADF와 NDF는 Goering과 Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다. TDN 함량은 관행적으로 사용하고 있는 88.9 - (0.79 x ADF %) 공식(Menke and Huss, 1980)을 이용하였다. 그리고 구성 아미노산의 분석은 분쇄한 시료 1 g을 정밀히 취하여 시험관에 넣고 6N-HCl 10 mL를 가하여 감압 밀봉한 후 110℃의 dry oven에서 24시간 이상 동안 가수분해 시킨 후, Glass filter로 분해 액을 여과하고 얻은 여액을 55℃에서 농축하여 염산과 물을 완전히 증발시킨 다음, 농축된 시료를 sodium citrate buffer (pH 2.20)로 25 mL 정용플라스크에 정용하여 0.45㎛ membrane filter로 여과한 시료액을 아미노산 자동 분석기(Biochrom 30, Biochrom Ltd.,Cambridge, England)로 분석하였다. 무기물 성분은 시료를 전처리 한 후 Ca, Co, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Zn 등은 ICP (Inductively Coupled Plasma, IRis Intrepid, Thermo Elemental Co., UK) $A_{393.366}$, $A_{228.616}$, $A_{324.754}$, $A_{259.940}$, $A_{766.491}$, $A_{285.213}$, $A_{257.610}$, $A_{202.030}$, $A_{588.995}$, $A_{213.856}$ 에서 각각 분석하였다. 분석조건은 approximate RF power가 1,150w이며, analysis pump rate는 100rpm, nebulizer pressure와 observation height는 각각 30psi 및 15mm로 하였다. P 함량 측정은 12시간 회화시킨 시료에 5N 질산 5 ml를 가하여 70℃의 sandbase상에서 10분간 가온한 다음 50 ml 플라스크에 여과 후 증류수로 정용하여 분석 용액으로 사용하였다. 분석 장비는 ICP로 $A_{178.766}$에서 분석하였다. 이때 분석 조건은 approximate RF power가 1,150 w이며, exposure time이 15s였고, nebulizer gas flow 0.50 L/min, coolant gas flow는 12 L/min, auxiliary gas flow는 0.5 L/min, analysis pump rate는 100 rpm, nebulizer pressure와 observation height는 각각 20 psi 및 15mm로 하였다. 유리당은 시료 5g을 칭량하여 전 처리하여 당 성분을 추출한 후 Whatman No. 5 여과지로 여과한 후 여과액은 Hexane으로 지

Table 1. Monthly meteorological data during the experimental period.

Year	Month	Mean Temp (℃)	Duration of sunshine (hr.)	Precipitation (mm)	Rainy or snowy days (day)
Seeding year	October	13.9	212	17.3	4
	November	6.6	130	43.1	9
	December	-3.0	155	38.7	12
Next year	January	-2.6	186	23.2	11
	February	1.1	128	78.4	18
	March	4.6	127	80.7	18
	April	9.8	177	58.9	9
	May	17.6	228	118.2	9

질을 제거하고 40℃에서 진공 농축 건고 후 증류수 5mL로 정용한 다음 membrane filter로 여과한 후, HPLC(Waters Co., USA)로 분석하였다. 실험결과의 평균값 및 표준오차는 SAS (Statistics analytical System, USA) Program (2002)을 사용하여 구하였고 Duncan의 다중검정 방법으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 수량성

월동작물들의 생육특성과 수량성은 Table 2와 같이 나타났다. 수확 시기에 숙기를 보면 호밀은 개화 중기, 귀리는 출수 말기, 트리티케일과 이탈리안 라이그라스는 개화초기 상태였다. Ju et al.(2010)은 호밀, 귀리 및 트리티케일을 10월 중순에 파종하여 이들이 출현부터 출수기까지 필요한 적산온도가 각각 835℃, 1,174℃ 및 997℃로서 귀리가 가장 숙기 진전이 느리다고 보고한 결과와 일치하였다. 초장은 호밀(163.0cm) > 트리티케일(125.8cm) > 이탈리안 라이그라스(89.7cm) > 귀리(62.9cm) 순으로서 초종 간 유의적으로 큰 차이를 보였다(p<0.05). 초종 간 엽수는 4.4~5.7개의 범위를 나타냈으며, 엽의 길이는 트리티케일이 가장 길었던 반면 귀리가 가장 짧게 나타났다(p<0.05).

엽폭은 트리티케일 > 호밀 > 귀리 > 이탈리안 라이그라스 순으로 넓게 나타났다(p<0.05). 그리고 이삭길이는 이탈리안 라이그라스가 다른 월동 작물보다 유의적으로 길게 나타났다

Table 2. Growth characteristics and yield of winter forage crops

Items	Species of winter forage crops			
	Rye (Marton)	Oat (Donghan)	Triticale (Shinyoung)	Italian ryegrass (Kowinnearly)
Maturity	Middle flowering	Late heading	Early flowering	Early flowering
PL[1] (cm)	163.0±7.40[a]	62.9±7.4[d]	125.8±5.1[b]	89.7±3.3[c]
LN[2] (No.)	5.7±0.3[a]	5.0±0.0[b]	5.0±0.0[b]	4.4±0.2[c]
LL[3] (cm)	23.9±1.6[a]	14.6±3.1[c]	25.7±0.8[a]	18.6±0.5[b]
LW[4] (mm)	13.1±0.8[a]	9.9±0.8[b]	14.4±1.0[a]	8.6±0.5[b]
EL[5] (cm)	10.6±0.4[b]	11.7±0.8[c]	12.9±0.1[b]	18.5±0.8[a]
SD[6] (mm)	2.6±0.2[a]	1.5±0.1[b]	2.6±0.6[a]	2.2±0.1[a]
FY[7] (kg/ha)	54,010±4,742[a]	26,583±6,160[b]	54,980±242[a]	30,723±1,297[b]
DMY[8] (kg/ha)	15,139±874[a]	5,327±1,062[d]	13,177±519[b]	7,097±299[c]
TDNY[9] (kg/ha)	7860±454[a]	2,975±593[d]	7,096±279[b]	4,073±171[c]

PL[1] : plant length, LN[2] : leaf number, LL[3] : leaf length, LW[4] : leaf width, EL[5] : ear length,
SD[6] : stem diameter, FY[7] : fresh yield, DMY[8] : dry matter yield, TDNY[9] : total digestible nutrition yield.
[a,b,c,d] Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 3. Chemical compositions of winter forage crops

Items	Species of winter forage crops (DM, %)			
	Rye (Marton)	Oat (Donghan)	Triticale (Shinyoung)	Italian ryegrass (Kowinnearly)
Crude protein	10.1±0.3[c]	12.3±0.4[b]	10.7±0.3[c]	14.5±0.4[a]
Crude fat	2.0±0.0[b]	1.8±0.1[c]	2.1±0.1[ab]	2.3±0.1[a]
Crude ash	8.6±0.3[ns]	8.9±0.2	8.5±1.7	8.7±0.1
Acid detergent fiber(ADF)	46.8±0.9[ns]	46.1±3.2	44.4±1.7	39.9±0.7
Neutral detergent fiber(NDF)	69.7±0.5[a]	63.2±2.0[bc]	66.2±0.4[b]	61.9±0.6[c]
Total digestible nutrients(TDN)	51.9±0.7[c]	55.9±0.1[ab]	53.9±1.2[b]	57.4±1.7[a]

ns : not significant
[a,b,c] Means in a row with different superscripts are significantly different(P<0.01).

(p<0.05). 생초 및 건물수량을 좌우하는 경의 굵기는 호밀과 트리티케일이 각각 2.6mm, 이탈리안 라이그라스는 2.2mm, 귀리가 1.5mm로 나타났다. 초종별 생초수량은 26,583~54,980kg/ha 범위를 보였으며, 호밀과 트리티케일에 비하여 귀리와 이탈리안 라이그라스는 수량이 유의적으로 떨어지는 것으로 나타났다(p<0.05). 건물수량은 빠른 숙기 진전으로 건물률이 높고 초장이 길고 생초수량이 높았던 호밀이 15,139kg/ha으로서 높은 수확량을 보였던 반면 숙기 진전이 느리고 초장이 짧고 생초수량이 적었던 귀리가 낮은 수량성을 보였다 (p<0.05). TDN 수확량은 건물수량과 동일하게 호밀 > 트리티케일 > 이탈리안 라이그라스 > 귀리 순으로 나타났다(p<0.05).

10월 중하순 경에 파종하여 이듬해 5월 중하순 경에 수확하는 동계작물의 수량성 차이에 있어서 Kim et al.(2018)은 호밀 > 트리티케일 > 이탈리안 라이그라스 순으로 높았고, Song et al.(2014)등은 호밀 > 트리티케일 > 밀 > 보리 순으로 높게 나타났다는 보고한 결과와 비교하면 호밀 수량이 높다는 결과와는 동일하였다. 그리고 Song et al.(2012)은 출수말기의 호밀의 수확량이 15,400/ha, Ju et al.(2011)은 품종별 귀리 생산량은 2,590~11,510kg, Song et al.(2014)에 의하면 트리티케일은 11,700kg/ha, 이탈리안 라이그라스에 있어서 Choi et al.(2018)은 재배환경 및 재배기술에 따라 건물수량이 3,245~11,106kg/ha 생산 된다고 보고하였다. 이들 보고자와 본 실험에서 나타난 건물수량을 비교하면 호밀은 유사한 수량을 보였지만 트리티케일은 다소 높은 수량을 나타냈다. 그리나 귀리 및 이탈리안 라이그라스는 보고자들의 수량 범위의 평균치 이하로 나타난 것은 적정 파종시기 보다 늦었던 것이 원인이라고 생각 된다.

2. 일반성분

조단백질 함량은 이탈리안 라이그라스가 14.5%로서 높게 나타난 반면, 호밀, 귀리와 트리티케일은 각각 10.1%, 12.3% 및 10.7%로 낮게 나타났다(p<0.05). Kim et al.(2018)은 월동 사료작물의 단백질 함량은 이탈리안 라이그라스 > 트리티케일 > 호밀 순으로 높았다고 보고와 Lee and Kim(2017)이 이탈리안 라이그라스의 품종별로 단백질 함량은 11.7~17.1%의 범위를 나타낸다는 보고와 유사하였다. 그리고 Song et al.(2012)은 호밀의 숙기가 출수 10일경에 8.7%, 귀리 유숙기에 8.3%, 트리티케일 유숙기에 7.2%라고 보고한 것과 비교할 때 본 실험에서 단백질 함량(호밀, 귀리, 트리티케일)이 높았던 것은 이들 보다 재배기간이 짧은 원인으로 숙기가 덜 진전되었기 때문이다. 조지방 함량은 이탈리안 라이그라스 > 트리티케일 > 호밀 > 귀리 순으로 높게 나타났다(p<0.05). 그러나 조회분 및 ADF 함량에 있어서는 월동 사료작물 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. NDF 함량은 숙기 진전이 가장 빨랐던 호밀이 69.7%로서 가장 높게 나타난 반면 경이 가늘고 ADF함량이 낮았던 이탈리안 라이그라스가 61.9%로 낮게 나타났다(p<0.05). TDN 함량은 이탈리안 라이그라스 > 귀리 > 트리티케일 > 호밀 순으로 낮게 나타났다.

3. 구성아미노산함량

구성아미노산 함량은 Table 4에 나타내었다. 월동 사료작물들의 구성아미노산 중 필수아미노산 함량을 보면, Threonine은 이탈리안 라이그라스 > 귀리 > 호밀 > 트리티케일 순으로 높은 함량을 나타냈다(p<0.05). 그러나 Valine, Methionine, Isoleucine 함량은 월동 사료작물들 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다(p<0.05). 그리고 공시 된 월동 사료작물들은 모두 필수아미노산 항목 중 Methionine 함량이 매우 낮은 것으로 나타났다. Leucine 함량은 이탈리안 라이그라스가 486mg/100g으로 가장 높았으나 트리티케일은 385.0mg/100g으로 가장 낮은 수치를 보였다(p<0.05). Phenylalanine과 Histidine 함량은 귀리가 호밀, 트리티케일 및 이탈리안 라이그라스 보다 높게 나타났다(p<0.05). Lysine 함량은 이탈리안 라이그라스 > 귀리 > 호밀 > 트리티케일 순으로 높게 나타났다(p<0.05). 그러나 Arginine 함량은 귀리, 트리티케일 및 이탈리안 라이그라스 간에는 유의적인 차이가 없었지만, 호밀과는 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 구성아미노산 중 총 필수아미노산 함량을 보면 이탈리안 라이그라스 > 귀리 > 트리티케일 < 호밀 순으로 높게 나타났다(p<0.05). 필수아미노산과 비 필수아미노산 비율은 월동 사료작물 간에 비슷한 수치를 보였다.

구성아미노산 중 비 필수아미노산 함량을 보면, Serine과 Aspartic acid 성분은 귀리에서 Glutamic acid는 호밀에서 Alanine은 트리티케일에서, Proline 및 Glycine은 이탈리안 라이그라스에서 각각 높게 나타났다(p<0.05). 그리고 총 비 필수아미노산 함량은 필수아미노산 함량과 동일하게 이탈리안 라이그라스 > 귀리 > 트리티케일 > 호밀 순으로 높게 나타났다 (p<0.05). 이와 같은 결과는 조단백질 함량이 높은 사료작물이 구성아미노산 함량 도 높게 나타난다는 Kim et al(2012)과 Lee and Kim(2017)이 보고한 내용과 일치 하였다.

4. 무기물함량

무기물 함량은 Table 5에 나타내었다. 무기물 성분에 있어서 호밀, 귀리, 트리티케일 및 이탈리안 라이그라스 모두 K > Ca > Mg 함량 순으로 높은 경향을 보였지만, 미량 무기물로서는 Co > Mo > Cu 순으로 낮게 나타났다. 이와 같은 결과

Table 4. Composition amino acid contents of winter forage crop

Items	Species of winter forage crop (DM, mg/100g)			
	Rye (Marton)	Oat (Donghan)	Triticale (Shinyoung)	Italian ryegrass (Kowinnearly)
Threonine	249.5±37.5^{b}	298.0±32.5^{ab}	233.5±38.9^{b}	364.0±5.7^{a}
Valine	403.5±7.8^{ns}	545.5±41.7	435.0±57.9	504.5±5.0
Methionine	35.0±2.8^{ns}	34.0±1.4	26.5±5.0	25.0±1.4
Isoleucine	264.5±17.7^{ns}	296.5±31.8	245.0±11.3	300.1±4.2
Leucine	430.5±33.2^{ab}	403.5±17.7^{b}	385.0±12.7^{b}	486.0±21.2^{a}
Phenylalanine	344.1±33.9^{b}	500.3±26.9^{a}	368.5±23.3^{b}	470.5±12.0^{a}
Histidine	167.0±9.9^{b}	241.5±10.6^{a}	174.0±18.3^{b}	234.0±5.74^{a}
Lysine	338.0±18.9^{b}	360.0±4.2^{ab}	322.5±10.6^{b}	421.0±15.6^{a}
Arginine	232.1±5.7^{b}	303.0±18.4.^{a}	321.4±2.8^{a}	304.0±18.4^{a}
Sum of EAA[1)]	2,464±166.9^{b}	2,982±145.7.^{a}	2,511±181.0^{b}	3,109±89.1^{a}
Serine	268.5±21.9^{b}	393.5±10.6^{a}	311.0±22.6^{b}	360.0±11.3^{a}
Glutamic acid	850.1±16.9^{a}	735.3±32.5^{b}	755.5±20.5^{b}	823.9±28.3^{a}
Proline	597.0±32.51^{bc}	568.0±22.6^{c}	641.0±26.9^{b}	729.7±12.0^{a}
Glycine	263.0±16.9^{b}	249.0±16.9^{b}	230.5±14.9^{b}	311.0±14.1^{a}
Alanine	483.2±10.0^{bc}	505.5±3.3^{b}	590.2±1.8^{a}	446.3±10.1^{d}
Tyrosine	92.5±5.0^{ns}	97.0±8.5	76±5.7	86.5±10.6
Aspartic acid	815.5±0.7^{d}	1,545.0±104.7^{a}	1,031.5±37.5^{c}	1,241.0±2.8^{b}
Sum of NEAA[2)]	3,240.0±104.7^{b}	3,988.5±214.3^{a}	3,393.0±152.7^{b}	3,997.5±96.9^{a}
Total (EAA+NEAA)	5,704±271^{b}	6,971±360^{a}	5,904±334^{b}	7,107±186^{a}
EAA : NEAA (%)	43.3 : 56.8	42.8 : 57.2	42.5 : 57.5	43.7 : 56.3

Sum of EAA[1)] : sum of essential amino acids, Sum of NEAA[2)] : sum of non essential amino acids.
ns : not significant.
[a,b,c,d] Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 5. Composition mineral contents of winter forage crops

Items	Species of winter forage crops (DM, mg/kg)			
	Rye (Marton)	Oat (Donghan)	Triticale (Shinyoung)	Italian ryegrass (Kowinnearly)
Calcium (Ca)	6,196.5±581.9^{ns}	4,533.5±226.9	4,394.5±98.3	5,217.0±844.3
Cobalt (Co)	0.2±0.1^{ns}	0.2±0.0	0.2±0.1	0.2±0.0
Copper (Cu)	4.6±0.1^{ab}	4.6±0.2^{ab}	4.0±0.1^{b}	5.1±0.3^{a}
Iron (Fe)	153.5±44.6^{ns}	163.0±14.1	162.5±31.8	138.7±9.1
Potassium (K)	10,710.0±79.2^{a}	8,682.0±700.8^{b}	9,272.5±60.1^{b}	7,086.0±190.9^{c}
Magnesium (Mg)	839.5±30.4^{a}	750.0±33.9^{a}	599.0±28.3^{b}	582.0±38.2^{b}
Manganese (Mn)	36.8±0.6^{ns}	32.2±2.9	38.9±1.5	32.5±2.3
Molybdenum (Mo)	0.4±0.0^{b}	0.5±0.1^{a}	0.3±0.0^{bc}	0.2±0.0^{c}
Sodium (Na)	49.9±3.3^{b}	448.6±158.6^{a}	55.9±2.9^{b}	410.9±3.8^{a}
Zinc (Zn)	23.2±2.4^{b}	19.8±0.6^{b}	29.4±2.6^{a}	22.95±1.5^{b}
Phosphorus (P)	665.0±49.5^{a}	366.5±21.9^{b}	588.5±41.7^{a}	434.0±15.8^{b}
Total	18,679.5±532.5^{a}	15,000.5±1,280.6^{b}	15,146.0±74.9^{b}	13,929.0±1,105.1^{b}

ns : not significant.
[a,b,c] Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 6. Free sugar contents of winter forage crops

Items	Species of winter forage crops (DM, mg/100g)			
	Rye (Marton)	Oat (Donghan)	Triticale (Shinyoung)	Italian ryegrass (Kowinnearly)
Fructose	492.2±49.9[b]	506.4±22.3[b]	689.9±49.9[a]	544.5±20.2[b]
Glucose	776.0±92.5[c]	1,818.1±180.5[ab]	1,503.9±30.3[ab]	1,931.5±194.5[a]
Sucrose	683.2±35.9[d]	2,706.1±138.4[a]	717.5±121.2[c]	1,538.4±299.0[b]
Total	1,951.4±178.2[d]	5,030.6±64.4[a]	2,911.4±40.9[c]	4,014.4±84.4[b]

[a,b,c,d] Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

는 청예용 작물에서는 K, Ca 및 Mg 함량이 매우 높고, Co, Mo, Cu 함량은 미량이라고 보고 한 결과와 동일하였다(Lee, 2011; Lee, 2015; Cui et al., 2016). 본 실험에서 Ca, Fe, Mn 함량은 월동 작물 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다(p<0.05). 그리고 Cu함량은 이탈리안 라이그라스가 유의적으로 높게 나타났지만(p<0.05), 이들의 수치는 4.0~5.1mg/kg 범위로서 작물들 간에 최대치와 최소치의 차이가 1.1mg/kg 정도 차이를 보이는 미량에 해당 되었다. K 함량은 호밀 > 트리티케일 > 귀리 > 이탈리안 라이그라스 순으로 높게 나타났다(p<0.05).

Mg 함량은 호밀 > 귀리 > 트리티케일 > 이탈리안 라이그라스 순으로, Na 함량은 귀리 > 이탈리안 라이그라스 > 트리티케일 > 호밀 순으로 높게 나타났다(p<0.05). Zn 및 P의 함량은 각각 Triticale과 호밀이 다른 작물 보다 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 총 무기물 함량은 호밀이 18,679.5mg/kg(1.86%)로 가장 높은 수치를 보였던 반면 이탈리안 라이그라스가 13,929mg/kg(1.39%)로 가장 낮은 수치를 나타냈다(p<0.05). Kim and Kang(1987)은 토양 유형별, 지역별, 목초의 종류에 따라 무기물 함량은 다양하게 나타난다고 보고하였으며, Chun and Chung(1988)은 경사지 및 표고에 따라서 목초의 무기물 성분은 영향을 받는다고 보고하였다. 그리고 Kim and Chae(1994)는 시비수준 및 예취시기가 목초의 무기물 성분에 영향을 끼친다고 보고하였다.

5. 유리당

월동 사료작물별 Fructose 함량은 492.2~689.9mg/100g의 범위를 나타냈으며, 이들 중 트리티케일이 689.9mg/100g으로 가장 높았던 반면, 호밀이 492.2 mg/100g으로 가장 낮은 수치를 보였다(p<0.05). Glucose 함량은 이탈리안 라이그라스 > 귀리 > 트리티케일 > 호밀 순으로 높게 나타났다(p<0.05). Sucrose 함량은 귀리가 2,706mg/100g로서 호밀에 비하여 약 4배, 트리티케일에 비하여 3.8배, 이탈리안 라이그라스의 1.8배 정도 높게 나타났다(p<0.05). 총 유리당 함량은 귀리(5,030.6mg) > 이탈리안 라이그라스(4,014.4mg) > 트리티케일(2,911.4mg) > 호밀(1,951.4mg/100g) 순으로 높게 나타났다(p<0.05).

Lee and Kim (2013)은 유숙기 청보리 5품종의 평균 유리당 함량은 3,665mg/100g 정도였다고 보고하였으며, Lee and Kim(2017)은 이탈리안 라이그라스 품종별 출수초기~개화초기에 수확 하였을 때 유리당 함량은 2,706~4,071mg/100g 이라고 보고하였다. Do et al. (2012)은 옥수수의 유리당 함량은 유숙기에 12,970mg/100g, 황숙기에 10,380mg/100g으로서 숙기가 진점됨에 따라 감소한다고 하였다. 일반적으로 사료작물의 유리당 함량은 사일리지 제조 시 양질의 사일리지를 만들기 위한 발효에 큰 영향을 미친다(Lee, 2013). 특히 높은 유리당 함량은 암모니아 발생 율과 Butyric 산을 감소시키고 미생물들에 의한 빠른 발효로 젖산 생산량을 높여준다(Davies et al., 1998)

Ⅳ. 요 약

본 연구는 중부 내륙지방에서 벼 수확 후 호밀, 귀리, 트리티케일 및 이탈리안 라이그라스를 파종하여 생육특성, 수량성 및 사료가치를 검정한 다음 벼 수확 후 재배에 유리한 월동 사료작물을 선발하기 위하여 실시하였다. 실험설계는 4초종(호밀, 귀리, 트리티케일 그리고 이탈리안 라이그라스)으로 하고, 품종은 각각 마톤, 동한, 신영 및 코윈어리로 난괴법 3반복 실시하였다. 파종일은 10월 24일(벼 수확 후)에 하였으며, 수확은 이듬해 5월 23일에 실시하였다. 건물수량 및 TDN 수량은 호밀이 가장 높게 나타난 반면 귀리가 가장 낮게 나타났다(p<0.05). 조단백질 및 조지방 함량은 이탈리안 라이그라스가 다른 초종 보다 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 조회분 및 ADF함량은 월동 사료작물 간에 유의적인 차이가 없었다(p<0.05). NDF 함량은 호밀 > 트리티케일 > 귀리 > 이탈리안 라이그라스 순으로 높게 나타났다(p<0.05). 그리고 TDN

함량은 이탈리안 라이그라스 > 귀리 > 트리티케일 > 호밀 순으로 나타났다($p<0.05$). 총 구성 아미노산 함량은 단백질함량이 높았던 작물 순(이탈리안 라이그라스 > 귀리 > 트리티케일 > 호밀)으로 높게 나타났다($p<0.05$). 총 무기물 함량은 호밀 > 트리티케일 > 귀리 > 이탈리안 라이그라스 순으로 나타났다. 유리당 함량은 귀리 > 이탈리안 라이그라스 > 트리티케일 > 호밀 순으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 보면 이탈리안 라이그라스와 귀리는 조단백질, TDN, 구성 아미노산, 유리당 함량이 높아 사료가치는 매우 양호하였으나 파종적기를 벗어난 늦은 파종으로 인하여 건물수량이 낮았다. 그리고 호밀과 트리티케일은 사료가치는 떨어지지 만 높은 수량을 확보(건물수량 및 TDN 수량)할 수 있는 장점이 있었다. 따라서 중부 내륙지방에서 벼 수확 후 다음 해에 모심기 전까지 논토양을 이용하기 적합한 월동 사료작물 재배는 호밀과 트리티케일이 유리할 것으로 판단된다.

Ⅴ. REFERENCES

AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of analytical chemist, Washington, DC., USA.

Choi, G.J., Choi, K.C., Hwang, T.Y., Jung, J.S., Kim, J.H., Kim, W.H., Lee, E.J., Sung, K.L. and Lee, K.W. 2018. Impact of different environmental conditions and production techniques on forage productivity of italian rtegrass in central and southern regions of Korea. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 38:231-244.

Chun, W.B. and Chung, W.T. 1988. Study on productivity and cutting management in orchardgrass pasture. IV. Mineral contents and grass tatany hazard of grasses in mountain pasture. Korean Journal of Animal Science. 30:370-374.

Cui, Y., Kim, E.J. and Lee, S.M. 2016. Growth characteristics, yield and nutritive values of new Teosinte, ‘Geukdong 6’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 36:150-158.

Davies, D.R., Merry, R.J., Williams, A.P., Bakewell, E.L., Leemans, D.K. and Tweed, J.K.S. 1998. Proteolysis during ensilage of forage varying in soluble sugar content. Journal of Dairy Science. 81:444-454.

Do, G.H., Kim, E.J. and Lee, S.M. 2012. Effects of harvest stage on agronomic characteristics, yield and feed value of silage corn in the newly reclaimed hilly land. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 32:1-10.

Esen, A. and Celik, N. 1997. Effect of cutting stage on yield and quality of triticale (x *Triticosecale* Witt.) cultivars. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 17:89-92.

Goring, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agic. handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.

Heo, H.Y., Park, H.H., Kim, M.J., Choi, S.U., Park, K.G., Nam, J.H., Kim, J.G., Lee, C.K and Keon, Y.U. 2003. A new cold tolerant, high forage and grain yielding winter oat cultivars “Samhan”. Korean Journal of Breeding Science. 35:331-332.

Hwang, J.H. and Lee, S.M. 2015. Effects of mixed application of chemical fertilizer with liquid swine manure on agronomic characteristic, yield and feed value of sorghum x sorghum hybrid for silage in paddy field cultivation. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34:290-296.

Ju, J.L., Lee, D.H., Han, O.K., Song, T.H., Kim, C.H. and Lee, H.B. 2011. Comparisons of characteristics, yield and feed quality of oat varieties sown in spring and autumn. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 31:25-32.

Ju, J.L., Lee, D.H., Seong, Y.G., Han, O.K., Song, T.H., Lee, K.W. and Kim, C.H. 2010. Comparisons of growth, yield and feed quality at spring sowing among five winter cereals for whole-crop silage use. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 30:205-216.

Kim, C.H. and Chae, J.C. 1994. Effects of nitrogen fertilizer application level and cutting time on forage yield and feed value of rye in paddy field. Korean Journal of Crop Science. 39:373-381.

Kim, H.Y., Chu, G.M., Kim, S.C., Ha, J.H., Kim, J.H., Lee, S.D. and Song, Y.M. 2012. The nutritive value of grains from barly cultivars (Wooho, Youngyang, Yuyeon). Joural of Agriculture and Life Science. 46:69-78.

Kim, J.G., Liu, C., Zhao, G., Kim, H.J., Kim, M.J., Kim, C.M. and Ahn, E.K. 2018. Study on the forage cropping system linked to whole crop rice and winter crop in southern region. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 38:202-209.

Kim, K.S. and Kang, B.K. 1987. Studies on the hypomagnesemia of ruminants. II. Mineral contents of grasses in Chonnam district. II. Mineral contents of grasses in Chonnam district. Korean Journal of Animal Science. 29:208-214.

Kim, W.H., Kim, K.Y., Jung, M.W., Ji, H.C., Lim, Y.C., Seo, S., Kim, J.D., Yoon, B.K. and Lee, H.W. 2011. Dry matter yield and forage quality at mixture of annual legumes and Italian ryegrass on paddy field. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 31:33-38.

Ko, H.J., Park, H.S., Kim, S.G. and Kim, D.A. 2002. Yield and quality of forage mixture as affected by maturity of rye cultivar and oat-rye seeding rate. Journal of Animal Science and Technology. 44:239-250.

Lee, S.M. 2011. Effects of application of fermented swine manure on the growth characteristics and yields of Italian ryegrass in paddy field. Journal of Ecology and Environmental Science. 3:162-167.

Lee, S.M. 2013. Effects of seeding dates on yield and feed value of Italian ryegrass in paddy field cultivation. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 33:185-192.

Lee, S.M. and Kim, E.J. 2013. Study on nutritive values of whole crop barley varieties grown in paddy field. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 33:30-38.

Lee, S.M. and Kim, E.J. 2017. Growth characteristics and nutritional composition of Italian ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam.) cultivars grown in a paddy field. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 37(2):185-190.

Lee, S.S., Park, C.H. and Chang, Y.D. 1985. Forage productivity and quality of triticale and rye. Korean Journal of Crop Science. 30:388-397.

Menke, K.H. und W. Huss. 1980. Tierernaehrung und futtermittel-kunde. UTB Ulmer. pp. 38-41.

Park, H.H., Heo, H.Y., Park, K.H., Park, T.L., Seo, J.H., Cheong, Y.K., Choi, J.S., Kim, J.G., Kwon, Y.U., Ju, J.L., Rye, I.M., Hong, Y.G., Jung, K.Y. and Han, O.K. 2007. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, "Chohan". Korean Journal of Breeding Science. 39:124-125.

SAS. 2002. SAS/ STAT user's guide ver. 9.2 SAS Institute Inc., Cary, NC.

Song, T.H., Park, T.L., Park, H.H., Cho, S.K., Oh, Y.J., Jang, Y.W., Rho, J.H., Park, K.G. and Kang, H.J. 2014. Study of the use of winter forage crops, early maturing rice and summer oats in triple cropping systems at paddy field in south region. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34:227-233.

Yun, S.G. and Ataku, K. 2000. Effects of maturing stages on chemical composition for feed and in vitro dry matter digestibility of triticale. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 20:227-232.

(Received : February 20, 2019 | Revised : March 12, 2019 | Accepted : March 12, 2019)